MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Guia de Design

VLT® Refrigeration Drive FC 103

1,1–90 kW

vlt-drives.danfoss.com

THE REAL DRIVE

Índice

1 Introdução 7

1.1 Objetivo do Guia de Design 7

1.2 Organização 7

1.3 Recursos adicionais 7

1.4 Abreviações, Símbolos e Convenções 8

1.5 Símbolos de Segurança 9

1.6 Definições 9

1.7 Versão do Software e do Documento 10

1.8 Aprovações e certificações 10

1.8.1 Marcação CE 10

1.8.1.1 Diretiva de Baixa Tensão 10

1.8.1.2 Diretiva EMC 10

1.8.1.3 Diretiva de maquinaria 11

1.8.1.4 Diretiva ErP 11

1.8.2 Em conformidade com C-tick 11

1.8.3 Em conformidade com o UL 11

1.8.4 Conformidade marítima (ADN) 11

1.8.5 Exportar as normas de controle 12

1.9 Segurança 12

1.9.1 Princípios gerais de segurança 12

2 Visão Geral do Produto 14

2.1 Introdução 14

2.2 Descrição da Operação 17

2.3 Sequência de Operação 18

2.3.1 Seção do Retificador 18

2.3.2 Seção Intermediária 18

2.3.3 Seção do Inversor 18

2.4 Estruturas de Controle 18

2.4.1 Estrutura de Controle Malha Aberta 18

2.4.2 Estrutura de Controle, Malha Fechada 19

2.4.3 Controles Local (Hand On - Manual Ligado) e Remoto (Auto On - Automático Ligado) 20

2.4.4 Tratamento da Referência 21

2.4.5 Tratamento do Feedback 23

2.5 Funções operacionais automatizadas 24

2.5.1 Proteção contra Curto Circuito 24

2.5.2 Proteção de sobretensão 24

2.5.3 Detecção de fase ausente de motor 25

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2.5.4 Detecção de desbalanceamento de fases de rede elétrica 25
2.5.5 Chaveamento na Saída 25
2.5.6 Proteção de Sobrecarga 25
2.5.7 Derating Automático 25
2.5.8 Otimização Automática de Energia 25
2.5.9 Modulação da frequência de chaveamento automática 26
2.5.10 Derating automático para frequência de chaveamento alta 26
2.5.11 Derating automático para superaquecimento 26
2.5.12 Rampa automática 26
2.5.13 Circuito de limite de corrente 26
2.5.14 Desempenho de flutuação de potência 26
2.5.15 Motor de partida suave 26
2.5.16 Amortecimento de ressonância 27
2.5.17 Ventiladores controlados por temperatura 27
2.5.18 Conformidade com o EMC 27
2.5.19 Medição de corrente em todas as três fases do motor 27
2.5.20 Isolação galvânica dos terminais de controle 27
2.6 Funções de aplicação personalizada 27
2.6.1 Adaptação Automática do Motor 27
2.6.2 Proteção Térmica do Motor 27
2.6.3 Queda da Rede Elétrica 28
2.6.4 Controladores PID incorporados 28
2.6.5 Nova Partida Automática 28
2.6.6 Flying Start 29
2.6.7 Torque total em velocidade reduzida 29
2.6.8 Bypass de frequência 29
2.6.9 Pré-aquecimento do Motor 29
2.6.10 Quatro setups programáveis 29
2.6.11 Frenagem CC 29
2.6.12 Sleep Mode 29
2.6.13 Funcionamento permissivo 29
2.6.14 Smart Logic Control (SLC) 29
2.6.15 Função Safe Torque Off 31
2.7 Funções de falha, advertência e alarme 31
2.7.1 Operação no superaquecimento 31
2.7.2 Advertência de referência alta e baixa 32
2.7.3 Advertência de feedback alto e baixo 32
2.7.4 Desbalanceamento da tensão de alimentação ou perda de fase 32
2.7.5 Advertência de alta frequência 32
2.7.6 Advertência de baixa frequência 32

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2.7.7 Advertência de alta corrente 32
2.7.8 Advertência de corrente baixa 32
2.7.9 Advertência de correia partida/sem carga 32
2.7.10 Interface serial perdida 32
2.8 Interfaces do usuário e programação 32
2.8.1 Painel de Controle Local 33
2.8.2 Software de PC 33
2.8.2.1 Software de Setup MCT 10 34
2.8.2.2 MCT 31 Software de Cálculo de Harmônicas VLT® 34
2.8.2.3 Software de Cálculo de Harmônicas (HCS) 34
2.9 Manutenção 34
2.9.1 Armazenagem 34

3 Integração de Sistemas 35
3.1 Condições Operacionais Ambiente 36
3.1.1 Umidade 36
3.1.2 Temperatura 36
3.1.3 Resfriamento 36
3.1.4 Sobretensão Gerada pelo Motor 37
3.1.5 Ruído Acústico 37
3.1.6 Vibração e Choque 37
3.1.7 Atmosferas agressivas 37
3.1.8 Definições de características nominais de IP 38
3.1.9 Interferência de Radiofrequência 39
3.1.10 Conformidade de isolação galvânica e PELV 39
3.2 Proteção de EMC, harmônicas e de fuga para o terra 40
3.2.1 Aspectos Gerais das Emissões EMC 40
3.2.2 Resultados de teste de EMC (Emissão) 42
3.2.3 Requisitos de Emissão 43
3.2.4 Requisitos de Imunidade 43
3.2.5 Isolação do Motor 44
3.2.6 Correntes de Mancal do Motor 44
3.2.7 Harmônicas 45
3.2.8 Corrente de fuga para o terra 47
3.3 Eficiência no uso da energia 49
3.3.1 Classes IE e IES 50
3.3.2 Dados de perda de energia e dados de eficiência 50
3.3.3 Perdas e eficiência de um motor 51
3.3.4 Perdas e eficiência de um sistema de drive de potência 51
3.4 Integração com a rede elétrica 51

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.4.1 Configurações de rede elétrica e efeitos de EMC 51
3.4.2 Interferência de rede elétrica de baixa frequência 52
3.4.3 Análise de interferência de rede elétrica 53
3.4.4 Opções para redução da interferência de rede elétrica 53
3.4.5 Interferência de Radiofrequência 53
3.4.6 Classificação do local de operação 53
3.4.7 Uso com fonte de entrada isolada 54
3.4.8 Correção do Fator de Potência 54
3.4.9 Atraso da potência de entrada 54
3.4.10 Transientes da rede 54
3.4.11 Operação com um gerador de espera 55
3.5 Integração do motor 55
3.5.1 Considerações na seleção do motor 55
3.5.2 Filtros dU/dt e de onda senoidal 55
3.5.3 Aterramento correto do motor 56
3.5.4 Cabos de Motor 56
3.5.5 Blindagem do cabo de motor 56
3.5.6 Conexão de Vários Motores 56
3.5.7 Proteção Térmica do Motor 58
3.5.8 Contator de saída 58
3.5.9 Eficiência no uso da energia 58
3.6 Entradas e saídas adicionais 60
3.6.1 Esquemático de fiação 60
3.6.2 Ligações do Relé 61
3.6.3 Conexão Elétrica Compatível com EMC 62
3.7 Planejamento mecânico 63
3.7.1 Espaço livre 63
3.7.2 Montagem em Parede 63
3.7.3 Acesso 64
3.8 Opcionais e Acessórios 64
3.8.1 Opcionais de Comunicação 67
3.8.2 Opcionais de Entrada/Saída, Feedback e Segurança 67
3.8.3 Filtros de onda senoidal 67
3.8.4 Filtros dU/dt 67
3.8.5 Filtros de Harmônicas 67
3.8.6 Kit de gabinete metálico IP21/NEMA Tipo 1 68
3.8.7 Filtros de modo comum 70
3.8.8 Kit para Montagem Remota do LCP 70
3.8.9 Quadro de montagem para gabinetes metálicos tamanhos A5, B1, B2, C1 e C2 71
3.9 Interface Serial RS485 72

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.9.1 Visão Geral 72
3.9.2 Conexão de Rede 73
3.9.3 Terminação do Bus Serial da RS485 73
3.9.4 Cuidados com EMC 73
3.9.5 Visão Geral do Protocolo Danfoss FC 74
3.9.6 Configuração de Rede 74
3.9.7 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Protocolo Danfoss FC 74
3.9.8 Exemplos de Protocolo Danfoss FC 78
3.9.9 Protocolo do Modbus RTU 79
3.9.10 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Modbus RTU 80
3.9.11 Acesso a Parâmetros 83
3.9.12 Perfil de Controle do Drive do CF 84
3.10 Lista de verificação de design do sistema 91

4 Exemplos de Aplicações 93
4.1 Exemplos de Aplicações 93
4.2 Recursos de aplicação selecionada 93
4.2.1 SmartStart 93
4.2.2 Partida/Parada 94
4.2.3 Parada/Partida por Pulso 94
4.2.4 Referência do Potenciômetro 95
4.3 Exemplos de Setup de Aplicações 95

5 Condições Especiais 101
5.1 Derating 101
5.2 Derating Manual 101
5.3 Derating de cabos de motor longos ou cabos com seção transversal maior 102
5.4 Derating para a Temperatura Ambiente 102

6 Código do Tipo e Seleção 107
6.1 Solicitação de pedido 107
6.1.1 Introdução 107
6.1.2 Código do Tipo 107
6.2 Opcionais, Acessórios e Peças de Reposição 108
6.2.1 Códigos de Compra: Opcionais e Acessórios 108
6.2.2 Códigos de Compra: Filtros de Harmônicas 110
6.2.3 Códigos de Compra: Módulos do Filtro de Onda Senoidal, 200-480 V CA 110
6.2.4 Códigos de Compra: Módulos do Filtro de Onda Senoidal, 525-600/690 V CA 111
6.2.5 Filtros de Harmônicas 112
6.2.6 Filtros de onda senoidal 114
6.2.7 Filtros dU/dt 116

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

6.2.8 Filtros de Modo Comum 117

7 Especificações 118

7.1 Dados Elétricos 118

7.1.1 Alimentação de Rede Elétrica 3x200–240 V CA 118

7.1.2 Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V CA 120

7.1.3 Alimentação de Rede Elétrica 3x525–600 V CA 122

7.2 Alimentação de Rede Elétrica 124

7.3 Saída do Motor e dados do motor 124

7.4 Condições ambiente 125

7.5 Especificações de Cabo 125

7.6 Entrada/Saída de controle e dados de controle 126

7.7 Torque de Aperto de Conexão 129

7.8 Fusíveis e Disjuntores 129

7.9 Valor Nominal da Potência, Peso e Dimensões 135

7.10 Teste dU/dt 136

7.11 Características nominais de ruído acústico 138

7.12 Opcionais Selecionados 138

7.12.1 Módulo de E/S de Uso Geral MCB 101 do VLT® 138

7.12.2 Placa de relé MCB 105 do VLT® 139

7.12.3 Cartão de Relé Estendido MCB 113 do VLT® 140

8 Apêndice - Desenhos Selecionados 143

8.1 Desenhos de Conexão de Rede Elétrica 143

8.2 Desenhos de Conexão do Motor 146

8.3 Desenhos de Terminal de Relé 148

8.4 Orifícios para Entrada de Cabos 149

Índice 153

1 Introdução

1.1 Objetivo do Guia de Design

Este guia de design dos conversores de frequência VLT® Refrigeration Drive FC 103 é destinado para:

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

O guia de design fornece informações técnicas para entender as capacidades do conversor de frequência para a integração no controle de motor e sistemas monitoramento.

O objetivo do guia de design é fornecer considerações de design e dados de planejamento para a integração do conversor de frequência em um sistema. O guia de design fornece uma seleção de conversores de frequência e o opcionais de uma diversidade de aplicações e instalações.

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 marca registrada.

1.2 Organização

Capétulo 1 Introdução: O propósito geral do guia de design é ficar em conformidade com as diretivas internacionais.

Capétulo 2 Visão Geral do Produto: A funcionalidade e a estrutura interna do conversor de frequência e dos recursos operacionais.

Capétulo 3 Integração de Sistemas: Condições ambientais; EMC, harmônicas e fuga para o terra; entrada da rede elétrica; motores e conexões do motor; outras conexões; planejamento mecânico; e descrições de opcionais e acessórios disponíveis.

Capétulo 4 Exemplos de Aplicações: Amostras de aplicações de produto e diretrizes para uso.

Capétulo 5 Condições Especiais: Detalhes em ambientes operacionais anormais.

Capétulo 6 Código do Tipo e Seleção: Procedimentos para solicitação de pedido de equipamento e opcionais para atender o uso pretendido do sistema.

Capétulo 7 Especificações: Uma compilação dos dados técnicos em formatos gráficos e de tabela.

Capétulo 8 Apêndice - Desenhos Selecionados: Uma compilação dos dados ilustrando:

- Conexões do motor e de rede elétrica
- Terminais do relé
- Entradas de Cabos

1.3 Recursos adicionais

Recursos disponíveis para entender a operação avançada, a programação e a conformidade com as diretivas do conversor de frequência.

- As *VLT® Refrigeration Drive FC 103Instruções de utilização* (chamadas de *instruções de utilização* neste manual) fornecem informações detalhadas para a instalação e partida do conversor de frequência.
- O *Guia de Design* VLT® Refrigeration Drive FC 103 fornece as informações necessárias para planejar e projetar a integração do conversor de frequência em um sistema.
- O *VLT® Refrigeration Drive FC 103 Guia de Programação* (chamado de *guia de programação* neste manual) fornece mais detalhes sobre como trabalhar com parâmetros e muitos exemplos de aplicação.
- As *Instruções de Utilização de Safe Torque Off do VLT®* descrevem como usar Danfoss conversores de frequência em aplicações de segurança funcional. Este manual é fornecido com o conversor de frequência quando o opcional STO estiver presente.

Publicações e manuais complementares estão disponíveis para download em *vlt-drives.danfoss.com/Products/Detail/Technical-Documents*.

AVISO!

Há equipamento opcional disponível que pode alterar algumas das informações descritas nestas publicações. Certifique-se de verificar as instruções fornecidas com os opcionais para saber os requisitos específicos.

Entre em contato com um fornecedor Danfoss ou acesse *www.danfoss.com* para obter mais informações.

1

1.4 Abreviações, Símbolos e Convenções

AVM de 60°	60° modulação vetorial assíncrona
A	Ampère/AMP
CA	Corrente alternada
AD	Descarga aérea
AEO	Otimização automática de energia
AI	Entrada analógica
AMA	Adaptação automática do motor
AWG	American wire gauge
°C	Graus centígrados
CD	Descarga constante
CDM	Módulo do drive completo: o conversor de frequência, seção de alimentação e auxiliares
CM	Modo comum
TC	Torque constante
CC	Corrente contínua
DI	Entrada digital
DM	Módulo diferencial
TIPO D	Depende do drive
EMC	Compatibilidade eletromagnética
FEM Força Eletro Motriz	Força eletromotriz
ETR	Relé térmico eletrônico
f_{JOG}	Frequência do motor quando a função de jog estiver ativada.
f_M	Frequência do motor
f_{MAX}	A frequência de saída máxima do conversor de frequência aplica-se à sua saída.
f_{MIN}	A frequência do motor mínima do conversor de frequência
$f_{M,N}$	Frequência do motor nominal
FC	Conversor de frequência
g	Gramme
Hiperface®	Hiperface® é marca registrada da Stegmann
HO	Sobrecarga Alta
hp	Cavalos de força
HTL	Encoder HTL (10-30 V) pulsos - Transistor lógico de alta tensão
Hz	Hertz
I_{INV}	Corrente nominal de saída do inversor
I_{LIM}	Limite de Corrente
$I_{M,N}$	Corrente nominal do motor
$I_{VLT,MAX}$	Corrente de saída máxima
$I_{VLT,N}$	Corrente de saída nominal fornecida pelo conversor de frequência
kHz	kiloHertz
LCP	Painel de controle local
lsb	O bit menos significativo
m	Metro
mA	Miliampère
MCM	Mille circular mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Indutância em milli Henry
mm	Milímetro
ms	Milissegundo
msb	O bit mais significativo
η_{VLT}	Eficiência do conversor de frequência definida como a relação entre a potência de saída e a potência de entrada.
nF	Capacitância em nano Farad
NLCP	Painel de controle local numérico
Nm	Newton metro
NO	Sobrecarga normal
n_s	Velocidade do motor síncrono
Parâmetros Online/ Offline	As alterações nos parâmetros online são ativadas imediatamente após o valor dos dados ser alterado.
$P_{br,cont.}$	Potência nominal do resistor de frenagem (potência média durante frenagem contínua).
PCB	Placa de circuito Impresso
PCD	Dados do processo
PDS	Sistema de drive de potência: um CDM e um motor
PELV	Tensão extra baixa protetiva
P_m	Potência de saída nominal do conversor de frequência como sobrecarga alta (HO).
$P_{M,N}$	Potência do motor nominal
Motor PM	Motor de ímã permanente
PID de processo	O regulador do PID (Diferencial Integrado Proporcional) que mantém a velocidade, pressão, temperatura etc.
$R_{br,nom}$	O valor nominal do resistor que garante potência de frenagem do eixo do motor de 150/160% durante 1 minuto
RCD	Dispositivo de corrente residual
Regen	Terminais regenerativos
R_{min}	Valor do resistor de frenagem mínimo permissível por conversor de frequência
RMS	Raiz quadrada média
RPM	Rotações por minuto
R_{rec}	Resistência recomendada do resistor do freio de Danfoss resistores do freio
s	Segundo
SFAVM	Modulação vetorial assíncrona orientada a fluxo do estator
STW	Status Word
SMPS	Fonte de alimentação com modo de comutação
THD	Distorção harmônica total
T_{LIM}	Limite de torque
TTL	Pulsos do encoder TTL (5 V) - lógica de transistor
$U_{M,N}$	Tensão do motor nominal
V	Volts
VT	Torque variável
VVC+	Controle vetorial de tensão plus

Tabela 1.1 Abreviações

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

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 estão em mm (pol).
* indica uma configuração padrão de um parâmetro.

1.5 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.

1.6 Definições

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

Características de TC
Características do torque constante usadas por todas as aplicações, como:

- Correias transportadoras.
- Bombas de deslocamento.
- Guindastes.

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

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

Fator de potência
O fator de potência real (lambda) considera todas as harmônicas. O fator de potência real é sempre menor que o fator de potência (cosphi) que considera somente a primeira harmônica de corrente e tensão.

$$\cos\phi = \frac{P\,(\mathrm{kW})}{P\,(\mathrm{kVA})} = \frac{U\lambda\ x\ I\lambda\ x\ \cos\phi}{U\lambda\ x\ I\lambda}$$

Cosphi é conhecido também como fator de potência de deslocamento.

Tanto lambda quanto cosphi são determinados para conversores de frequência Danfoss VLT® em *capétulo 7.2 Alimentação de Rede Elétrica*.

O fator de potência indica em que intensidade o conversor de frequência oferece uma carga na alimentação de rede elétrica.
Quanto menor o fator de potência, maior será a I_{RMS} para o mesmo desempenho em kW.

Além disso, um fator de potência alto indica que as correntes harmônicas são baixas.
Todos os conversores de frequência Danfoss têm bobinas CC integradas no barramento CC. As bobinas garantem um alto fator de potência e reduzem a THDi na alimentação principal.

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

Compensação de escorregamento
O conversor 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. (Grupo do parâmetro *13-** Smart Logic*).

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

Termistor
Um resistor que varia com a temperatura, instalado onde a temperatura deve ser monitorada (conversor de frequência ou motor).

Desarme
É um estado que ocorre em situações de falha, por exemplo, se houver superaquecimento no conversor de frequência ou quando ele estiver protegendo o motor, o processo ou o mecanismo. Uma nova partida é impedida até a causa da falha ser eliminada e o estado de desarme ser cancelado. Cancelar o estado de desarme por:

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

1

- Acionamento do reset ou
- Programar o conversor de frequência para reset automático

Não use o desarme para segurança pessoal.

Bloqueio por desarme
É um estado que ocorre em situações de falha, quando o conversor de frequência está se protegendo e requer intervenção manual, por exemplo, em caso de curto circuito na saída do conversor de frequência. 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. A reinicialização é suspensa até que o desarme seja cancelado, pelo acionamento do reset ou, em certas situações, programando um reset automático. Não use o desarme para segurança pessoal.

Características do TV
Características de torque variável das bombas e dos ventiladores.

1.7 Versão do Software e do Documento

Este manual é revisado e atualizado regularmente. Todas as sugestões para melhorias são bem-vindas.

Tabela 1.2 mostra a versão do documento e a respectiva versão de software.

Edição	Observações	Versão do software
MG16G2xx	Substitui MG16G1xx	1.4x

Tabela 1.2 Versão do Software e do Documento

1.8 Aprovações e certificações

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

Para obter mais informações sobre aprovações e certificados, acesse a área de download em *vlt--marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/*.

1.8.1 Marcação CE

CE

Ilustração 1.1 CE

A Marcação CE (Communauté Européenne) indica que fabricante do produto atende todas as diretivas da UE aplicáveis. As diretivas da UE aplicáveis ao projeto e à fabricação de conversores de frequência estão listados em *Tabela 1.3*.

AVISO!

A marcação CE não regula a qualidade do produto. Especificações técnicas não pode ser deduzidas da marcação CE.

AVISO!

Conversores de frequência com função de segurança integrada devem estar em conformidade com a diretiva de maquinaria.

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

Tabela 1.3 Diretivas da UE aplicáveis aos conversores de frequência

1) A conformidade com a diretiva de maquinaria é exigida somente para conversores de frequência com uma função de segurança integrada.

Declarações de conformidade estão disponíveis por solicitação.

1.8.1.1 Diretiva de Baixa Tensão

A diretiva de baixa tensão é aplicável a todos os equipamentos elétricos nas faixas de tensão de 50-1.000 V CA e 75-1.600 V CC.

O objetivo da diretiva é garantir a segurança pessoal e evitar danos à propriedade ao operar equipamentos elétricos instalados e mantidos corretamente, na aplicação pretendida.

1.8.1.2 Diretiva EMC

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

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

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

1.8.1.3 Diretiva de maquinaria

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

Conversores de frequência com uma função de segurança integrada devem estar em conformidade com a diretiva de maquinaria. Conversores de frequência sem função de segurança não são classificados sob a Diretiva de Maquinaria. Se um conversor de frequência for integrado no sistema da máquina, a Danfoss pode fornecer informações sobre aspectos de segurança com relação ao conversor de frequência.

Quando conversores de frequência são usados em máquinas com pelo menos uma parte móvel, o fabricante da máquina deve fornecer uma declaração em conformidade com todos os estatutos e medidas de segurança relevantes.

1.8.1.4 Diretiva ErP

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

1.8.2 Em conformidade com C-tick

Ilustração 1.2 C-tick

A etiqueta C-tick indica que está em conformidade com as normas técnicas aplicáveis para Compatibilidade eletromagnética (EMC). A conformidade C-tick é necessária para a colocação dos dispositivos elétricos e eletrônicos no mercado na Austrália e Nova Zelândia.

O C-tick regulamentar é relacionado a emissão conduzida e irradiada. Para conversores de frequência, aplique os limites de emissão especificados no EN/IEC 61800-3.

Uma declaração de conformidade pode ser fornecida mediante solicitação.

1.8.3 Em conformidade com o UL

UL listados

Ilustração 1.3 UL

AVISO!

Os conversores de frequência de 525-690 V não são certificados para UL.

O conversor de frequência atende os requisitos de retenção de memória térmica UL 508C. Para obter mais informações, consulte *capétulo 2.6.2 Proteção Térmica do Motor*.

1.8.4 Conformidade marítima (ADN)

As unidades com características nominais de proteção de entrada IP55 (NEMA 12) ou maior evitam a formação de faíscas e são classificadas como aparelhos elétricos com risco de explosão limitado de acordo com o Contrato Europeu com relação ao Transporte Internacional de Produtos Perigosos por Cursos d'Água Terrestres (ADN).

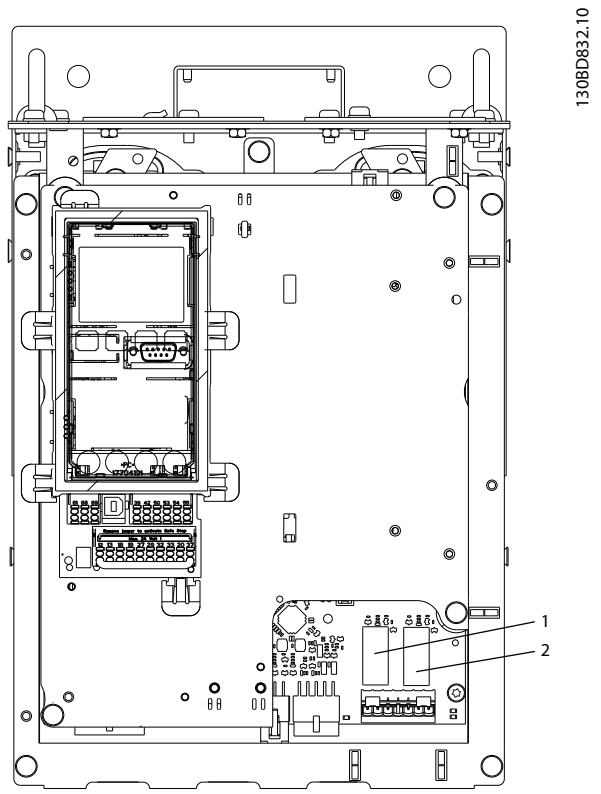
Para unidades com características nominais de proteção de entrada IP20/Chassi, IP21/NEMA 1 ou IP54, evitar risco de formação de faíscas da seguinte maneira:

- Não instale um interruptor de rede elétrica.
- Garanta que *parâmetro 14-50 Filtro de RFI* está programado para *[1] Ligado*.
- Remova todos os plugues de relé marcados *RELÉ*. Consulte *Ilustração 1.4*.
- Verifique quais opcionais de relé estão instalados, se houver. O único opcional de relé permitido é o Cartão de Relé Estendido VLT® MCB 113.

Acesse *vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval--certificates/* para obter mais informações sobre aprovações marítimas.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

1



1, 2	Plugues do relé

Ilustração 1.4 Localização dos plugues do relé

A declaração do fabricante está disponível por solicitação.

1.8.5 Exportar as normas de controle

Os conversores de frequência podem estar sujeitos a regulamentações de controle de exportação regionais e/ou nacionais.
Os conversores de frequências que estiverem sujeitos a regulamentações de controle de exportação são classificados por um número ECCN.
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.

1.9 Segurança

1.9.1 Princípios gerais de segurança

Se manipulados incorretamente, os conversores de frequência têm o potencial de lesão fatal, pois contêm componentes de alta tensão. Somente pessoal qualificado deve instalar e operar o equipamento. Não tente realizar o serviço de manutenção sem antes remover a energia do conversor de frequência e aguardar o intervalo de tempo designado para a energia elétrica armazenada dissipar.

Seguir estritamente os avisos e as precauções de segurança é obrigatório para a operação segura do conversor de frequência.

Transporte correto e confiável, armazenagem, instalação, operação e manutenção são necessários para a operação segura e sem problemas do conversor de frequência. Somente pessoal qualificado tem permissão para instalar e operar este equipamento.

Pessoal qualificado é definido como pessoal treinado, autorizado a instalar, comissionar e manter o 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 nestas instruções de utilização.

⚠ADVERTÊNCIA

ALTA TENSÃO

Os conversores de frequência contêm alta tensão quando conectados à entrada da rede elétrica CA, alimentação CC ou Load Sharing. Instalação, partida e manutenção realizadas por pessoal não qualificado pode resultar em morte ou lesões graves.

- **Somente pessoal qualificado deve realizar instalação, partida e manutenção.**

⚠ADVERTÊNCIA

PARTIDA ACIDENTAL

Quando o conversor de frequência estiver conectado à rede elétrica CA, alimentação CC ou load sharing, o motor poderá dar partida a qualquer momento. Partida acidental durante a programação, serviço ou serviço de manutenção pode resultar em morte, ferimentos graves ou danos à propriedade. O motor pode dar partida por meio de interruptor externo, comando do fieldbus, sinal de referência de entrada do LCP ou após uma condição de falha resolvida.
Para impedir a partida do motor:

- **Desconecte o conversor de frequência da rede elétrica.**
- **Pressione [Off/Reset] no LCP, antes de programar parâmetros.**
- **Conecte toda a fiação e monte completamente o conversor de frequência, o motor e qualquer equipamento acionado antes de o conversor de frequência ser conectado à rede elétrica CA, fonte de alimentação CC ou load sharing.**

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

⚠ADVERTÊNCIA

TEMPO DE DESCARGA

O conversor de frequência contém capacitores de barramento CC que podem permanecer carregados mesmo quando o conversor de frequência não estiver ligado. Pode haver alta tensão presente mesmo quando os indicadores luminosos de LED estiverem apagados! Se não se aguardar o tempo especificado após a energia ser removida para executar serviço de manutenção ou reparo, o resultado poderá ser morte ou lesões graves.

1. **Pare o motor.**
2. **Desconecte a rede elétrica CA, motores de ímã permanente e fontes de alimentação do barramento CC remotas, incluindo reservas de bateria, UPS e conexões do barramento CC com outros conversores de frequência.**
3. **Aguarde os capacitores fazerem descarga completa antes de realizar qualquer serviço de manutenção. O intervalo de tempo de espera está especificado em *Tabela 1.4*.**

Tensão [V]	Tempo de espera mínimo (minutos)	
	4	15
200–240	1,1–3,7 kW	5,5–45 kW
380–480	1,1–7,5 kW	11–90 kW
525–600	1,1–7,5 kW	11–90 kW

Tabela 1.4 Tempo de Descarga

⚠ADVERTÊNCIA

RISCO DE CORRENTE DE FUGA

As correntes de fuga excedem 3,5 mA. Se o conversor de frequência não for aterrado corretamente, poderá resultar em morte ou lesões graves.

- **Assegure o aterramento correto do equipamento por um eletricista certificado.**

⚠ADVERTÊNCIA

EQUIPAMENTO PERIGOSO

O contato com eixos rotativos e equipamento elétrico pode resultar em morte ou ferimentos graves.

- **Assegure que somente pessoal qualificado e treinado realize a instalação, partida inicial e manutenção.**
- **Garanta que os serviços elétricos estejam em conformidade com os códigos elétricos locais e nacionais.**
- **Siga os procedimentos deste manual.**

⚠ADVERTÊNCIA

ROTAÇÃO DO MOTOR ACIDENTAL
ROTAÇÃO LIVRE

A rotação acidental de motores de ímã permanente cria tensão e pode carregar a unidade, resultando em ferimentos graves, morte ou danos ao equipamento.

- **Certifique-se que os motores de ímã permanente estão bloqueados para impedir rotação acidental.**

⚠CUIDADO

RISCO DE FALHA INTERNA

Uma falha interna no conversor de frequência pode resultar em lesões graves quando o conversor de frequência não estiver fechado corretamente.

- **Assegure que todas as tampas de segurança estão no lugar e bem presas antes de aplicar energia.**

2 Visão Geral do Produto

2

2.1 Introdução

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

Também estão descritas as funções automatizadas e opcionais do conversor de frequência disponíveis para projetar sistemas operacionais robustos com controle sofisticado e desempenho de relatório de status.

2.1.1 Dedicação do produto a aplicações de refrigeração

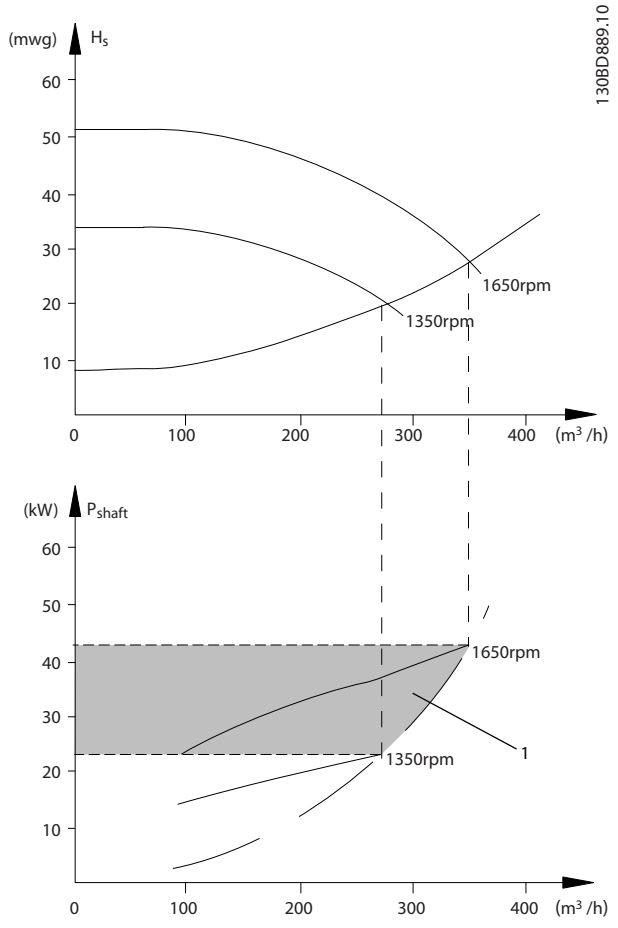
O VLT® Refrigeration DriveFC 103 foi projetado para aplicações de refrigeração. O assistente de aplicação integrado orienta o usuário durante o processo de colocação em funcionamento. A faixa de recursos padrão e opcionais inclui:

- Controle em cascata de múltiplas zonas
- Controle de zona neutra.
- Controle da temperatura de condensação flutuante.
- Gerenciamento do retorno de óleo.
- Controle do evaporador de feedback múltiplo.
- Controle em cascata.
- Detecção de funcionamento a seco.
- Detecção de final de curva.
- Alternação do motor.
- STO.
- Sleep mode.
- Proteção por senha.
- Proteção de sobrecarga.
- Smart Logic Control.
- Monitor de velocidade mínima.
- Textos programáveis livres para informações, advertências e alertas.

2.1.2 Economia de Energia

Quando se compara com sistemas e tecnologias de controle alternativos, o conversor de frequência é o sistema ideal de controle de energia para controlar sistemas de ventiladores e bombas.

Utilizando um conversor de frequência para controlar o fluxo, uma redução de velocidade de bomba de 20% leva a economia de energia de aproximadamente 50% em aplicações típicas.
Ilustração 2.1 mostra um exemplo da redução de energia alcançável.



1	Economia de energia

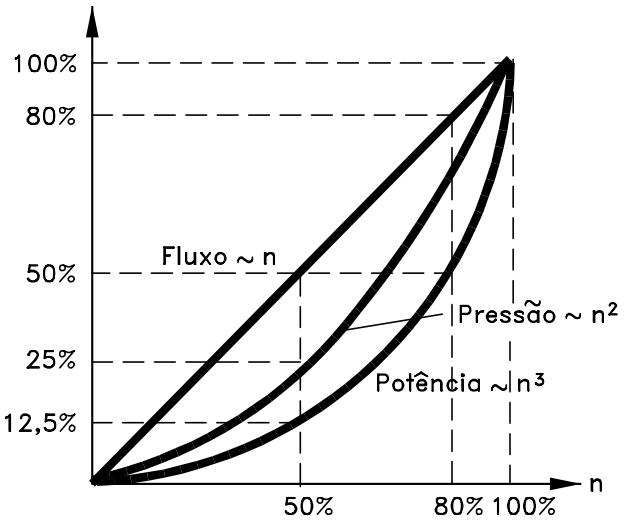
Ilustração 2.1 Exemplo: Economia de Energia

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2.1.3 Exemplo de economia de energia

Como mostrado no *Ilustração 2.2*, o fluxo é controlado variando a velocidade da bomba, medida em RPM. Ao reduzir a velocidade apenas 20% da velocidade nominal, verifica-se igualmente uma redução de 20% na vazão. O fluxo é diretamente proporcional à velocidade. Há redução de até 50% no consumo de energia.
Se o sistema precisar fornecer um fluxo que corresponde a 100% apenas alguns dias por ano, enquanto a média for inferior a 80% do fluxo nominal durante o resto do ano, a quantidade de energia economizada é ainda mais que 50%.

Ilustração 2.2 descreve a dependência do fluxo, da pressão e do consumo de energia na velocidade da bomba em RPM para bombas centrífugas.



DANFOSS
175HA208.10

Ilustração 2.2 Leis de afinidade para bombas centrífugas

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

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

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

Assumindo uma eficiência igual na faixa de velocidade.

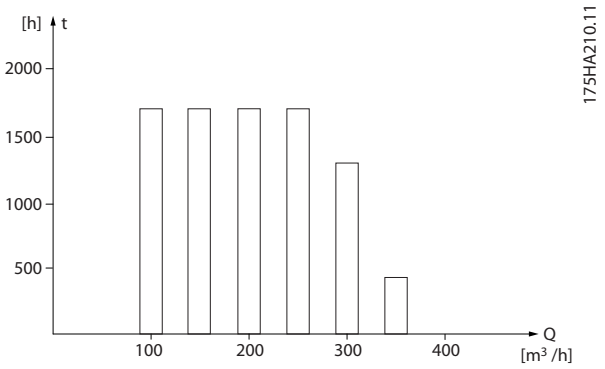
Q=Fluxo	P=Potência
Q_1=Fluxo 1	P_1=Potência 1
Q_2=Vazão reduzida	P_2=Potência reduzida
H=Pressão	n=Regulação de velocidade
H_1=Pressão 1	n_1=Velocidade 1
H_2=Pressão reduzida	n_2=Velocidade reduzida

Tabela 2.1 Leis de afinidade

2.1.4 Exemplo com fluxo variante ao longo de 1 ano

Esse exemplo é calculado com base nas características da bomba obtidas de uma folha de dados da bomba, mostrada em *Ilustração 2.4*.

O resultado obtido mostra uma economia de energia superior a 50% do consumo determinado para o fluxo durante um ano,
consulte *Ilustração 2.3*. O período de retorno do investimento depende do preço da eletricidade e do preço do conversor de frequência. Neste exemplo, o retorno do investimento é inferior a um ano, quando comparado com válvulas e velocidades constantes.



t [h]	Duração de fluxo. Consulte também a *Tabela 2.2*.
Q [m³/h]	Taxa de fluxo

Ilustração 2.3 Distribuição de fluxo durante 1 ano (duração versus taxa de fluxo)

2

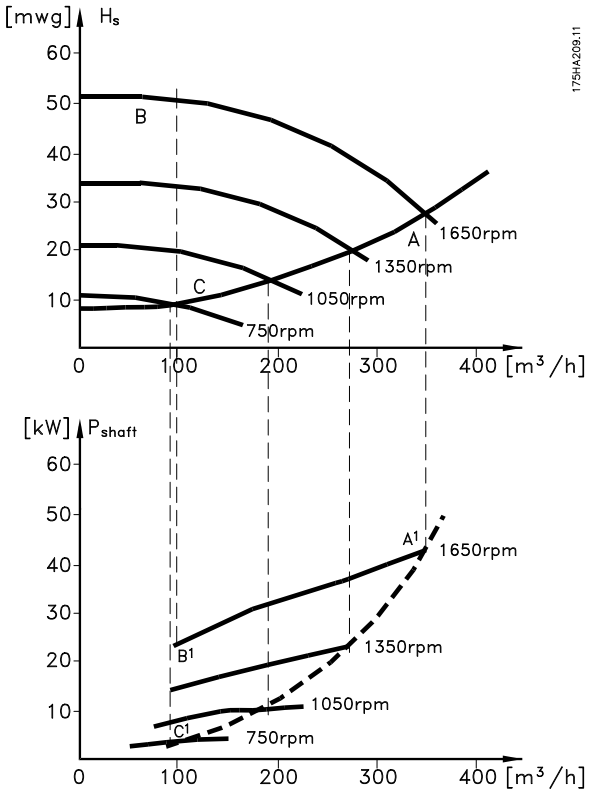


Ilustração 2.4 Consumo de energia em velocidades diferentes

Taxa de fluxo	Distribuição		Regulação por válvulas		Controle do conversor de frequência	
	%	Duração	Potência	Consumo	Potência	Consumo
[m³/h]		[h]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
350	5	438	42,5[1)]	18,615	42,5[1)]	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0[2)]	40,296	3,5[3)]	6,132
Σ	100	8760	–	275,064	–	26,801

Tabela 2.2 Resultado

1) Leitura de potência no ponto A1.

2) Leitura de potência no ponto B1.

3) Leitura de potência no ponto C1.

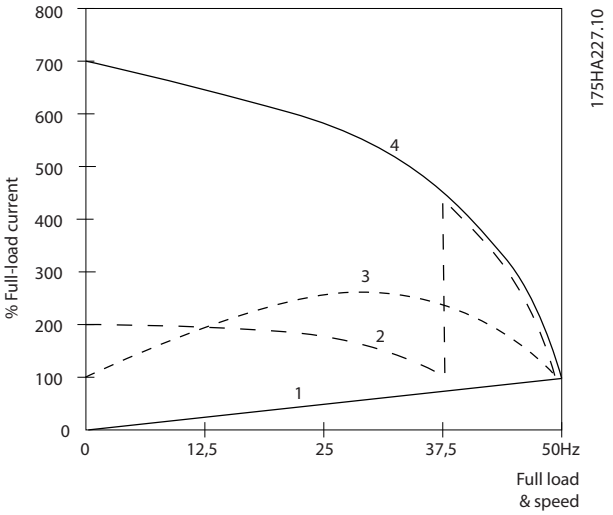
2.1.5 Controle melhorado

Use um conversor de frequência para melhorar o controle de fluxo ou pressão de um sistema.
Use um conversor de frequência para variar a velocidade do compressor, ventilador ou da bomba, obtendo controle variável do fluxo e da pressão.
Além disso, um conversor de frequência pode adaptar rapidamente a velocidade do compressor, ventilador ou da bomba às novas condições de fluxo ou pressão no sistema.
Obter controle simples do processo (fluxo, nível ou pressão) utilizando o controle PI integrado.

2.1.6 Partida Estrela/Delta ou Soft Starter

Em muitos países, ao dar partida em motores grandes é necessário usar equipamento que limita a corrente de partida. Em sistemas mais tradicionais, partida em estrela/delta ou soft starter é amplamente usado. Se for usado um conversor de frequência, esses starters do motor não são necessários.

Como ilustrado em *Ilustração 2.5*, um conversor de frequência não consome mais corrente do que a nominal.



1	VLT® Refrigeration Drive FC 103
2	Starter estrela/delta
3	Soft starter
4	Partida diretamente na rede elétrica

Ilustração 2.5 Corrente de partida

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

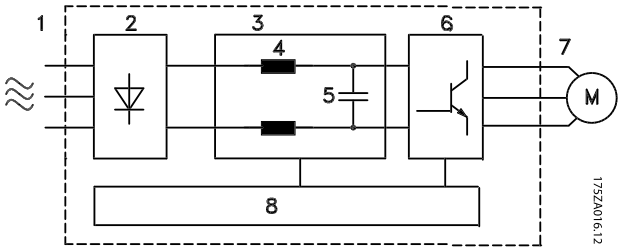
2.2 Descrição da Operação

O conversor de frequência fornece uma quantidade regulada de energia CA da rede elétrica a um motor para controlar sua velocidade do motor. O conversor de frequência fornece frequência e tensão variáveis ao motor.

O conversor de frequência é dividido em quatro módulos principais:

- Retificador
- Circuito do barramento CC intermediário
- Inversor
- Controle e regulagem

Ilustração 2.6 é um diagrama de blocos dos componentes internos do conversor de frequência.



Área	Título	Funções
1	Entrada da rede elétrica	• Alimentação de rede elétrica CA trifásica para o conversor de frequência.
2	Retificador	• A ponte retificadora converte a entrada CA para corrente CC para alimentação do inversor.
3	Barramento CC	• O circuito do barramento CC intermediário manipula a corrente CC.
4	Reatores CC	• Filtrar a tensão do circuito CC intermediário. • Testar a proteção do transiente de rede elétrica. • Reduzir a corrente RMS. • Aumentar o fator de potência refletido de volta para a linha. • Reduzir harmônicas na entrada CA.
5	Banco de capacitores	• Armazena a alimentação CC. • Fornece proteção ride-through para perdas de energia curtas.
6	Inversor	• Converte a CC em uma forma de onda CA PWM para uma saída variável controlada para o motor.
7	Saída para o motor	• Potência de saída trifásica regulada para o motor.
8	Circuito de controle	• Potência de entrada, processamento interno, saída e corrente do motor são monitorados para fornecer operação e controle eficientes. • A interface do usuário e os comandos externos são monitorados e executados. • A saída e o controle do status podem ser fornecidos.

Ilustração 2.6 Diagrama de Blocos do Conversor de Frequência

2.2.1 Princípio da estrutura de controle

- O conversor de frequência retifica a tensão CA da rede elétrica para tensão CC.
- A tensão CC é convertida na corrente CA com amplitude e frequência variáveis.

O conversor de frequência é fornecido com tensão/corrente e frequência variáveis, o que permite controle de velocidade variável de motores trifásicos assíncronos padrão e de motores PM não salientes.

O conversor de frequência gerencia diversos princípios de controle do motor, como o modo especial do motor U/f e VVC^{+}. O comportamento de curto circuito do conversor de frequência depende de 3 transdutores de corrente nas fases do motor.

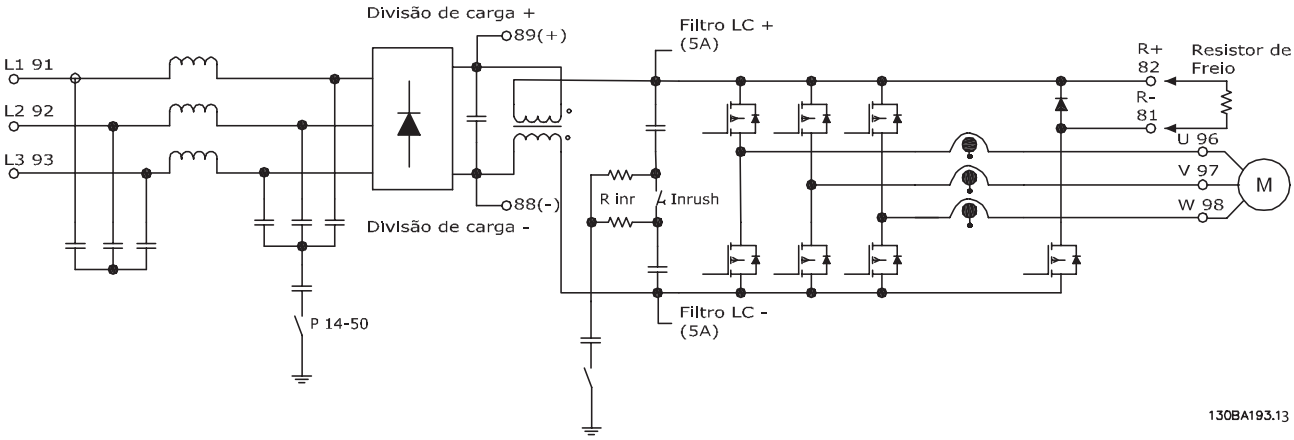


Ilustração 2.7 Estrutura do conversor de frequência

2.3 Sequência de Operação

2.3.1 Seção do Retificador

Quando energia é aplicada ao conversor de frequência, ala entra através dos terminais de rede elétrica (L1, L2 e L3). Dependendo da configuração da unidade, a energia muda para o opcional de filtro de RFI e/ou desconexão.

2.3.2 Seção Intermediária

Após a seção do retificador, a tensão passa para a seção intermediária. Um circuito do filtro que consiste no indutor do barramento CC e no banco de capacitores do barramento CC suaviza a tensão retificada.

O indutor do bus CC fornece impedância em série para alterar o valor da corrente. Isto ajuda no processo da filtragem, ao mesmo tempo que reduz a distorção devido as harmônicas da forma de onda de corrente CA de entrada, normalmente inerente em circuitos retificadores.

2.3.3 Seção do Inversor

Na seção do inversor, quando houver um comando de execução e uma referência de velocidade presentes, os IGBTs começam o chaveamento para criar a forma de onda de saída. Essa forma de onda, conforme gerada pelo princípio Danfoss VVC+ PWM no cartão de controle, fornece desempenho ideal e perdas mínimas no motor.

2.4 Estruturas de Controle

2.4.1 Estrutura de Controle Malha Aberta

Ao operar no modo malha aberta, o conversor de frequência responde aos comandos manualmente por meio das teclas do LCP ou remotamente por meio das entradas digitais/analógicas ou do barramento serial.

Na configuração mostrada em *Ilustração 2.8*, o conversor de frequência funciona no modo malha aberta. Ele recebe entrada do LCP (modo *Manual*) ou por meio de um sinal remoto (modo *Automático*). O sinal (referência de velocidade) é recebido e condicionado com o seguinte:

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

A referência é passada para controlar o motor.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

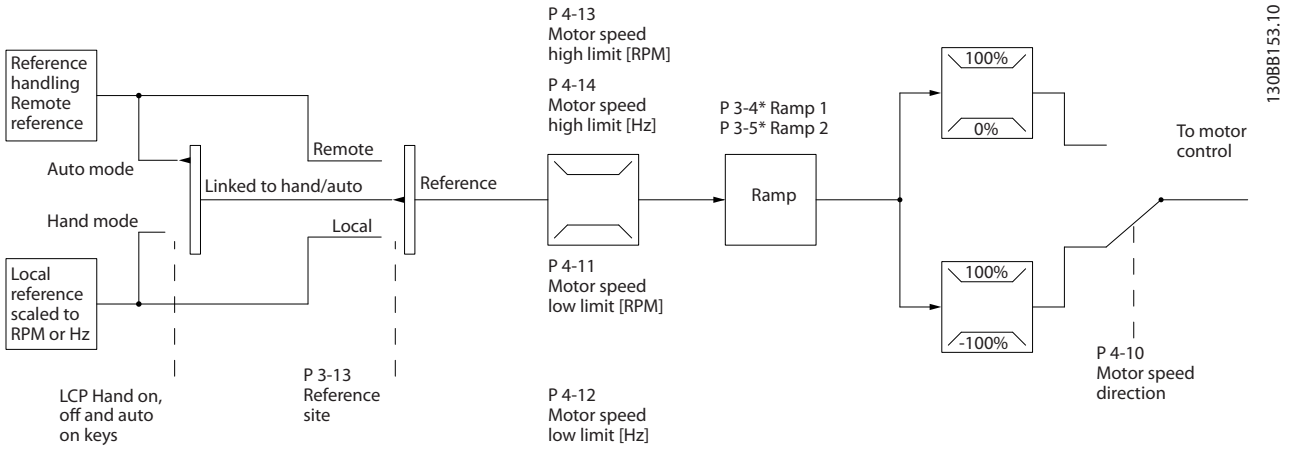


Ilustração 2.8 Diagrama de bloco do modo malha aberta

2.4.2 Estrutura de Controle, Malha Fechada

No modo de malha fechada, um controlador PID interno permite ao conversor de frequência processar a referência do sistema e os sinais de feedback para atuar como uma unidade de controle independente. O conversor pode fornecer mensagens de alarme e de status, junto com muitas outras opções programáveis, para o monitoramento externo enquanto opera de maneira independente em malha fechada.

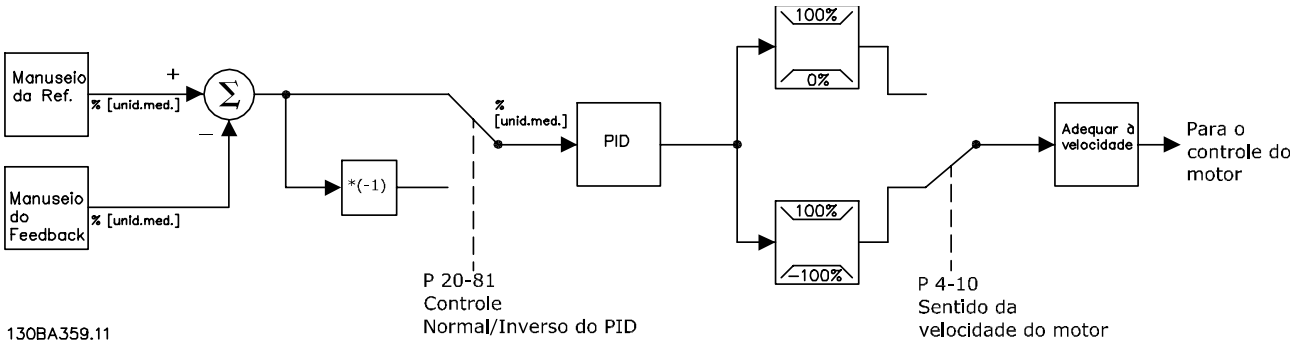


Ilustração 2.9 Diagrama do bloco do controlador de malha fechada

Por exemplo, considere uma aplicação de bomba em que a velocidade de uma bomba é controlada de modo que a pressão estática em um cano é constante (consulte *Ilustração 2.9*). O conversor de frequência recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Ele compara esse sinal de feedback com um valor de referência de setpoint e determina o erro, se houver, entre esses dois sinais. Para corrigir este erro, o PID ajusta a velocidade do motor.

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

Embora os valores padrão do conversor de frequência em malha fechada frequentemente fornecem desempenho satisfatório, o controle do sistema pode ser otimizado com frequência ajustando os parâmetros do PID. Auto tune é fornecida para essa otimização.

Outros recursos programáveis incluem:

- Regulagem de inversão - a velocidade do motor aumenta quando um sinal de feedback estiver alto. Isso é útil em aplicação de compressor, onde a velocidade precisa ser aumentada se a pressão/ temperarure estiver muito alta.
- Frequência de partida - permite ao sistema alcançar rapidamente um status operacional antes do controlador PID assumir.
- Filtro passa-baixa integrado - reduz o ruído do sinal de feedback.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2

2.4.3 Controles Local (Hand On - Manual Ligado) e Remoto (Auto On - Automático Ligado)

Opere o conversor de frequência manualmente por meio do LCP ou remotamente por meio de entradas analógicas ou digitais e do barramento serial.

Referência ativa e modo configuração
A referência ativa é uma referência local ou uma referência remota. Uma referência remota é a configuração padrão.

- Para usar a referência local, configure no modo *Manual*. Para ativar o modo *Manual*, adapte a programação do parâmetro no grupo do parâmetro *0-4* Teclado do LCP*. Para obter mais informações, consulte o *guia de programação*.
- Para usar a referência remota, configure no modo *Automático*, que é o modo padrão. No modo *Automático* é possível controlar o conversor de frequência através das entradas digitais e das diversas interfaces seriais (RS485, USB ou um opcional de fieldbus).
- O *Ilustração 2.10* ilustra o modo de configuração resultante da seleção de referência ativa, local ou remota.
- *Ilustração 2.11* ilustra o modo de configuração manual da referência local.

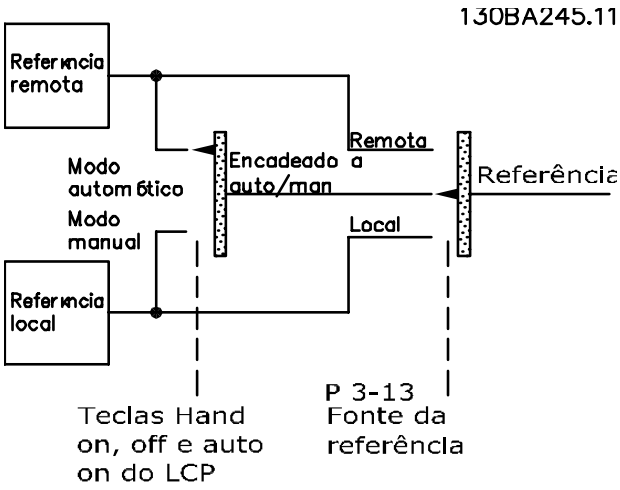


Ilustração 2.10 Referência Ativa

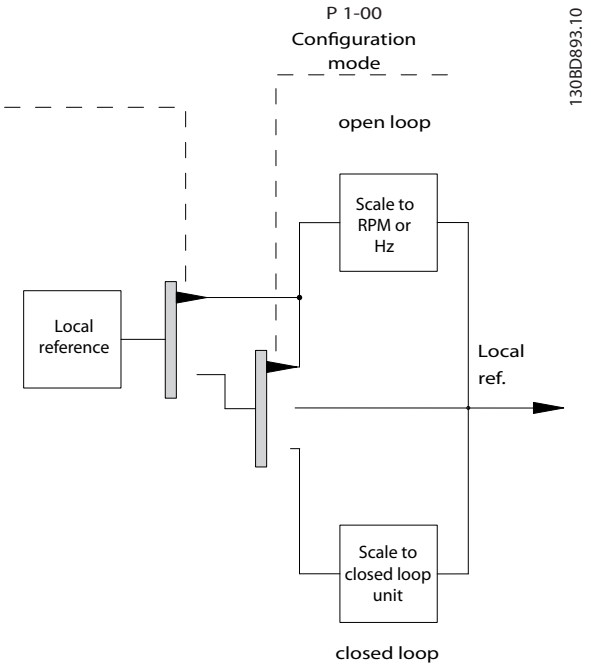


Ilustração 2.11 Modo de configuração manual

Princípio de controle da aplicação
A referência remota ou a referência local está ativa a qualquer momento. Ambas não podem estar ativas simultaneamente. Programe o princípio de controle de aplicação (isso é, malha aberta ou malha fechada) no *parâmetro 1-00 Modo Configuração*, como mostrado no *Tabela 2.3*.
Quando a referência local estiver ativa, ajuste o princípio de controle de aplicação em *parâmetro 1-05 Local Mode Configuration*.
Ajuste a fonte da referência em *parâmetro 3-13 Tipo de Referência*, como mostrado em *Tabela 2.3*.

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

[Hand on] [Auto On] Teclas do LCP	*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 2.3 Configurações de referência remota e local

2.4.4 Tratamento da Referência

O tratamento da referência é aplicável na operação de malha fechada e aberta.

Referências externas e internas
Até 8 referências predefinidas podem ser programadas no conversor de frequência. A referência predefinida interna ativa pode ser selecionada externamente usando as entradas digitais ou o barramento de comunicação serial.

Referências externas também podem ser fornecidas ao conversor, tipicamente através de uma entrada de controle analógico. Todas as fontes da referência e a referência de barramento são adicionadas para produzir a referência externa total. Como referência ativa, selecione um dos seguintes:

- A referência externa
- A referência predefinida
- O setpoint
- A soma de todos os 3 acima

A referência pode ser graduada.

A referência graduada é calculada da seguinte forma:

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

Onde X é a referência externa, a referência predefinida ou a soma delas e Y é *parâmetro 3-14 Referência Relativa Pré-definida* em [%].

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

Referência Remota
Uma referência remota é composta pelo seguinte (consulte *Ilustração 2.12*):

- Referências predefinidas
- Referências externas:
  - Entradas analógicas
  - Entradas de frequência de pulso
  - Entradas do potenciômetro digital
  - Referências de barramento de comunicação serial
- Uma referência relativa predefinida
- Um setpoint de feedback controlado

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2

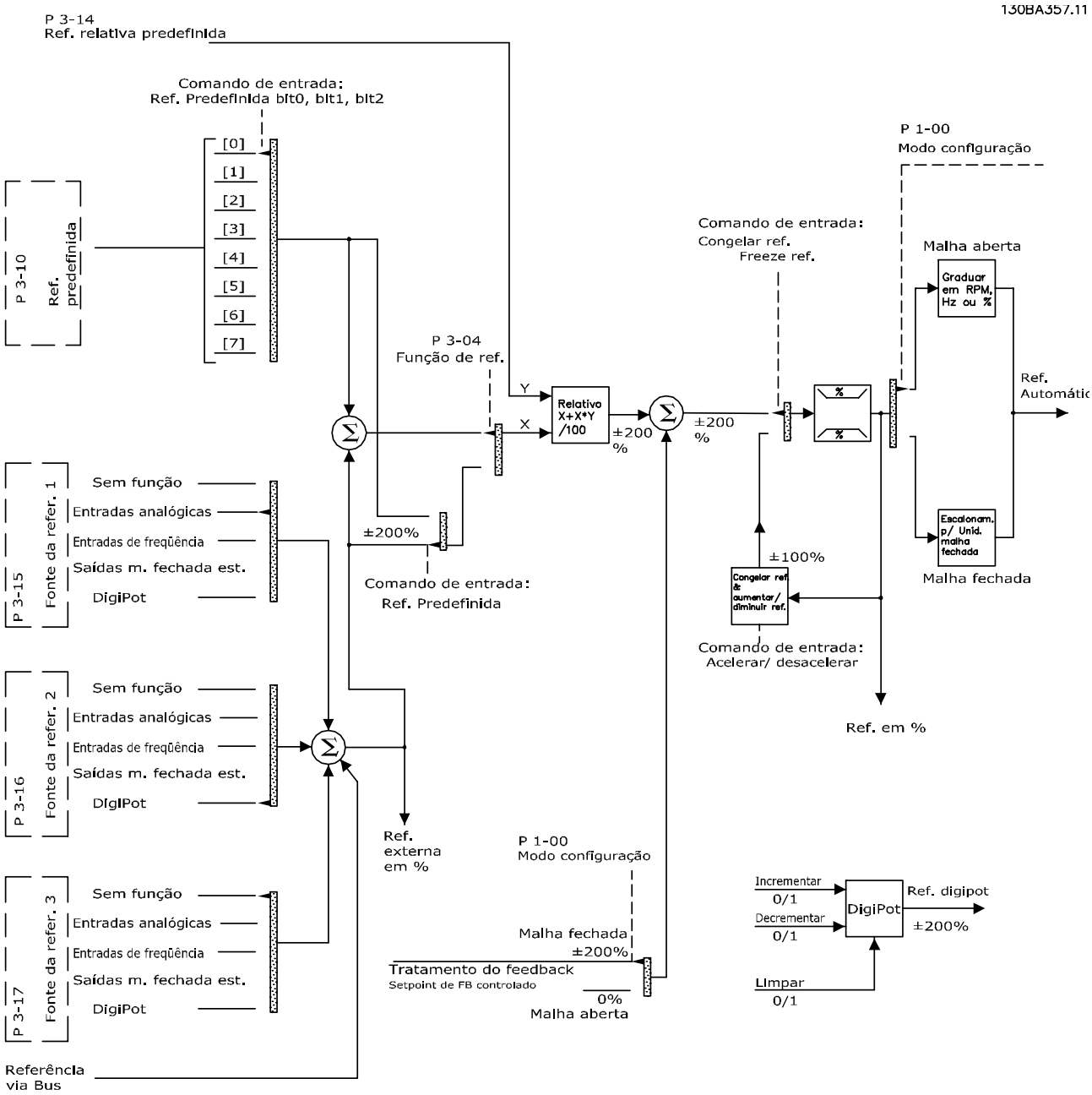


Ilustração 2.12 Tratamento da Referência Remota

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2.4.5 Tratamento do Feedback

O tratamento de feedback pode ser configurado para trabalhar com aplicações que requerem controle avançado, como no caso de setpoints múltiplos e feedbacks de tipos múltiplos (consulte *Ilustração 2.13*.
Três tipos de controle são comuns.

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

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

Multizonas, setpoint/feedback
O par setpoint/feedback com a maior diferença controlará a velocidade do conversor de frequência. As tentativas máximas em manter todas as zonas nos/ou abaixo de seus respectivos setpoints, enquanto que as tentativas mínimas em manter todas as zonas em/ou acima de seus respectivos setpoints.

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

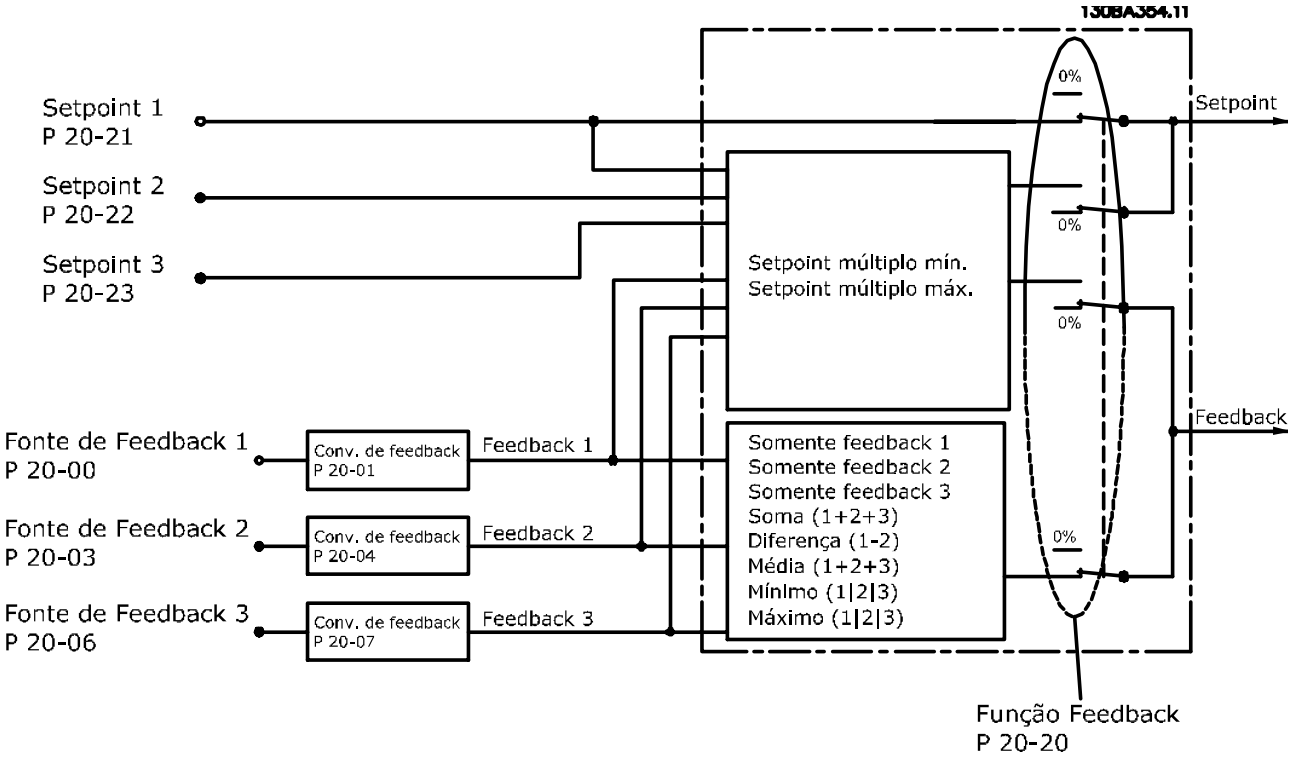


Ilustração 2.13 Diagrama de Blocos de Processamento de Sinal de Feedback

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2

Conversão de feedback
Em algumas aplicações, é útil converter o sinal de feedback. Um exemplo é usar um sinal de pressão para fornecer feedback do fluxo. Uma vez que a raiz quadrada da pressão é proporcional à vazão, essa raiz quadrada produz um valor que é proporcional à vazão, consulte *Ilustração 2.14*.

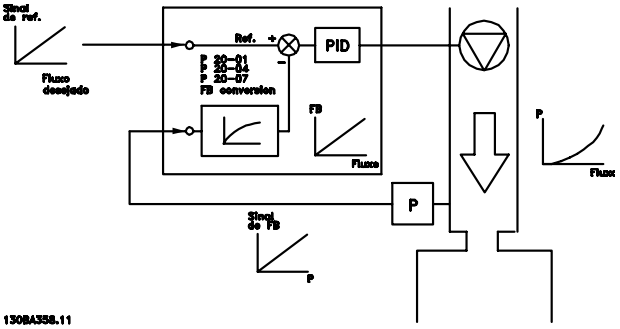


Ilustração 2.14 Conversão de Feedback

2.5 Funções operacionais automatizadas

Os recursos operacionais automatizados ficam ativos assim que o conversor de frequência estiver operando. A maioria deles não requerem programação ou setup. Entender que esses recursos estão presentes pode otimizar um projeto de sistema e, possivelmente, evitar introduzir componentes ou funcionalidade redundante.

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

O conversor de frequência possui uma série de funções de proteção integradas para proteger o conversor e o motor quando em funcionamento.

2.5.1 Proteção contra Curto Circuito

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

Lado da rede elétrica
Um conversor de frequência que funciona corretamente limita a corrente que pode retirar da alimentação. Use fusíveis e/ou disjuntores no lado da alimentação como proteção em caso de falha de componente interno do conversor de frequência (primeira falha). Consulte *capétulo 7.8 Fusíveis e Disjuntores* para obter mais informações.

AVISO!

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

2.5.2 Proteção de sobretensão

Sobretensão gerada pelo motor
Quando o motor atuar como gerador, a tensão do barramento CC aumenta. Esse comportamento ocorre nas seguintes situações:

- A carga aciona o motor (em frequência de saída constante do conversor de frequência), por exemplo, a carga gera energia.
- Durante a desaceleração (desaceleração) com momento de inércia alto, baixo atrito e tempo de desaceleração muito curto para a energia ser dissipada como perda no conversor de frequência, no motor e na instalação.
- A configuração incorreta da compensação de escorregamento pode causar maior tensão no barramento CC.
- 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 prevenir essa situação, o valor de *parâmetro 4-19 Freqüência Máx. de Saída* é limitado automaticamente por meio de um cálculo interno baseado no valor de *parâmetro 1-40 Força Contra Eletromotriz em 1000RPM*, *parâmetro 1-25 Velocidade nominal do motor* e *parâmetro 1-39 Pólos do Motor*.

AVISO!

Para evitar excesso de velocidade (por exemplo, devido a efeitos rotação livre em excesso ou fluxo de água descontrolado), equipe o conversor de frequência com um resistor do freio.

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

Controle de sobretensão (OVC)
O OVC reduz o risco de desarme do conversor de frequência devido a sobretensão no barramento CC. Isto é conseguido por estender automaticamente o tempo de desaceleração.

AVISO!

O OVC pode ser ativado por motores PM (PM VVC+).

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2.5.3 Detecção de fase ausente de motor

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

2.5.4 Detecção de desbalanceamento de fases de rede elétrica

A operação em condições de desbalanceamento de rede crítico reduz a vida útil do motor. Se o motor for operado continuamente próximo da carga nominal, as condições são consideradas severas. A configuração padrão desarma o conversor de frequência no caso de desbalanceamento de rede (*parâmetro 14-12 Função no Desbalanceamento da Rede*).

2.5.5 Chaveamento na Saída

É permitido adicionar uma chave à saída entre o motor e o conversor de frequência. É possível que apareçam mensagens de falha. Para capturar um motor em rotação, ative o flying start.

2.5.6 Proteção de Sobrecarga

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

Limite de Corrente
O limite de corrente é controlado no *parâmetro 4-18 Limite de Corrente*.

Limite de velocidade
Definir limites inferior e superior da faixa de velocidade operacional usando um ou mais dos seguintes parâmetros:

- *Parâmetro 4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM]*.
- *Parâmetro 4-12 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [Hz]* e *parâmetro 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM]*.
- *Parâmetro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*.

Por exemplo, a faixa de velocidade operacional pode ser definida como entre 30 e 50/60 Hz.
Parâmetro 4-19 Freqüência Máx. de Saída limita a velocidade de saída máxima que o conversor de frequência pode fornecer.

ETR
O ETR é um recurso eletrônico que simula um relé bimetálico com base em medições internas. A característica está mostrada em *Ilustração 2.15*.

Limite de tensão
Quando um determinado nível de tensão predefinido é atingido, o conversor de frequência desliga para proteger os transistores e os capacitores do barramento CC.

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

2.5.7 Derating Automático

O conversor de frequência verifica constantemente os níveis críticos:

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

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

AVISO!

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

2.5.8 Otimização Automática de Energia

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

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

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

2

2.5.9 Modulação da frequência de chaveamento automática

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

A modulação de frequência de chaveamento automática regula essas condições automaticamente para fornecer a frequência de chaveamento mais alta sem causar sobreaquecimento ao conversor de frequência. Fornecendo uma frequência de chaveamento 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 for necessário.

2.5.10 Derating automático para frequência de chaveamento alta

O conversor de frequência foi projetado para a operação de carga total contínua em frequências de chaveamento entre 3,0 e 4,5 kHz (essa faixa de frequência depende do tamanho da potência. Uma frequência de chaveamento superior à faixa permissível máxima gera mais calor no conversor de frequência e exige a redução da corrente de saída.

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

2.5.11 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 de chaveamento 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.

2.5.12 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 essas situações estendendo a taxa de rampa do motor (aceleração ou desaceleração) para corresponder com a corrente disponível.

2.5.13 Circuito 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 desacelerar o 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.

2.5.14 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. Com o flying start, o conversor de frequência sincroniza a rotação do motor antes da partida.

2.5.15 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.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2.5.16 Amortecimento de ressonância

Eliminar o ruído de ressonância do motor de alta frequência por meio de amortecimento de ressonância. Está disponível o amortecimento de frequência selecionado manualmente ou automaticamente.

2.5.17 Ventiladores controlados por temperatura

Sensores no conversor de frequência controlam a temperatura do ventiladores de resfriamento interno. Frequentemente, os ventiladores de resfriamento não funcionam durante a operação com carga baixa ou quando estiver no sleep mode ou em espera. Isso reduz o ruído, aumenta eficiência e prolonga a vida operacional do ventilador.

2.5.18 Conformidade com o EMC

A Interferência eletromagnética (EMI) ou a interferência de radiofrequência (RFI, no caso de frequência de rádio) é um distúrbio que pode afetar um circuito elétrico devido a indução eletromagnética ou radiação ou de uma fonte externa. O conversor de frequência foi projetado para atender a norma para produtos de EMC para conversores de frequência IEC 61800-3 e também com a norma europeia EN 55011. Para estar em conformidade com os níveis de emissões da EN 55011, o cabo de motor deve ser adequadamente terminado e blindado. Para obter mais informações sobre o desempenho de EMC, consulte *capétulo 3.2.2 Resultados de teste de EMC (Emissão)*.

2.5.19 Medição de corrente em todas as três fases do motor

A corrente de saída para o motor é continuamente medida em todas as 3 fases para proteger o conversor de frequência contra curtos circuitos, falhas de aterramento e perda de fase. As falhas de aterramento de saída são detectada instantaneamente. Se uma das fases do motor for perdida, o conversor de frequência para imediatamente e reporta qual fase está ausente.

2.5.20 Isolação galvânica dos terminais de controle

Todos os terminais de controle e terminais de relé de saída são isolados galvanicamente da energia da rede elétrica. Isso significa que os circuitos do controlador são completamente protegidos da corrente de entrada. Os terminais do relé de saída requerem seus próprios aterramentos. Esse isolamento atende aos requisitos de proteção rígidos de tensão ultrabaixa (PELV) de isolamento.

Os componentes que formam a isolação galvânica são:

- Fonte de alimentação, incluindo isolação de sinal.
- Drive do gate para os IGBTs, acionador, transformadores e acopladores opto.
- Os transdutores de efeito Hall de corrente de saída.

2.6 Funções de aplicação personalizada

Recursos de aplicação personalizados são os recursos mais comuns programados 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* para obter instruções sobre a ativação dessas funções.

2.6.1 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.

2.6.2 Proteção Térmica do Motor

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

- Por meio de detecção direta de temperatura por meio do sensor PTC nos enrolamentos do motor e conectado em um AI ou DI padrão.
- Interruptor térmico mecânico (tipo Klixon) em um DI.
- Via o relé térmico eletrônico (ETR) integrado para motores assíncronos.

O ETR 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 I2t Classe 20.

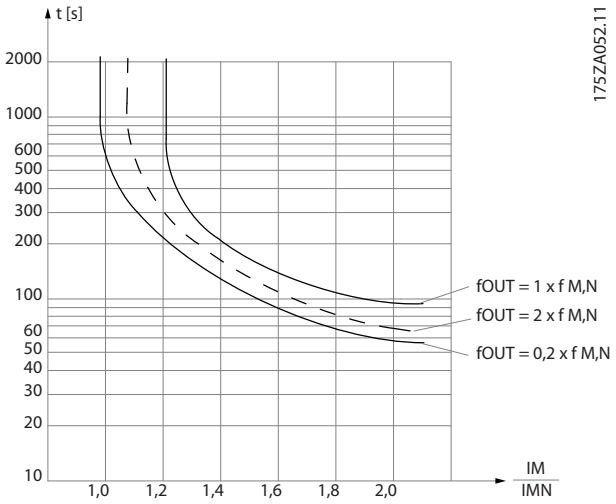


Ilustração 2.15 Características ETR

O eixo X no *Ilustração 2.15* mostra a relação entre I_{motor} e I_{motor} nominal. O eixo Y exibe o tempo em segundos antes de o ETR desativar 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 velocidade menor, o ETR desativa em um valor de aquecimento menor devido ao resfriamento menor do motor. Desse modo, o motor é protegido de ficar superaquecido, mesmo em velocidade baixa. O recurso do ETR calcula a temperatura do motor com base na corrente e velocidade reais. A temperatura calculada fica visível como um parâmetro de leitura em *parâmetro 16-18 Térmico Calculado do Motor*.

2.6.3 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. A tensão de rede, antes da queda e da carga do motor determina quanto tempo o conversor de frequência levará para fazer parada por inércia.

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

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

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

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

O comportamento do conversor de frequência na queda da rede elétrica pode ser configurado em *parâmetro 14-10 Falh red elétr* e *parâmetro 1-73 Flying Start*.

AVISO!

A parada por inércia é recomendada para compressores, uma vez que a inércia é muito baixa para flying start na maioria das situações.

2.6.4 Controladores PID incorporados

Os quatro controladores proporcionais, integrais, derivativos (PID) integrados eliminam a necessidade de dispositivos de controle auxiliares.

Um dos controladores PID mantém controle constante dos sistemas de malha fechada em que pressão, temperatura e fluxo regulados ou outros requisitos do sistema são mantidos. O conversor de frequência pode fornecer controle autoconfiante da velocidade do motor em resposta aos sinais 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 2 sinais para otimizar o desempenho do sistema.

Use os 3 controladores adicionais e independentes para controlar outros equipamentos de processo, como bombas de alimentação química, válvula de controle ou para aeração com diferentes níveis.

2.6.5 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 novas partidas, bem como a duração entre as tentativas pode ser limitada.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

2.6.6 Flying Start

O flying start permite ao conversor de frequência sincronizar com um motor em operação girando em velocidade até total, em qualquer sentido. Isso 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 inicia.

2.6.7 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. Isso é diferente de conversores de frequência de torque variável e de torque constante. Conversores de frequência de torque variável fornecem torque do motor reduzido em velocidade baixa. Conversores de frequência de torque constante fornecem excesso de tensão, calor e ruído do motor com menos da velocidade total.

2.6.8 Bypass de frequência

Em algumas aplicações, o sistema pode ter velocidades operacionais que criam uma ressonância mecânica. Isso 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. Isso permite que o motor desenvolva velocidades que induzem ressonância do sistema.

2.6.9 Pré-aquecimento do Motor

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

2.6.10 Quatro setups programáveis

O conversor de frequência tem 4 setups que podem ser programados de forma independente. Usando setup múltiplo é possível alternar entre funções programadas de forma independente ativadas por entradas digitais ou comando serial. Setups independentes são usados, por exemplo, para alterar referências ou para operação dia/noite ou verão/inverno ou para controlar vários motores. O LCP exibe a configuração ativa.

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

2.6.11 Frenagem 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 ser ativado em uma frequência predeterminada ou ao receber um sinal. A taxa de frenagem também pode ser programada.

2.6.12 Sleep Mode

O Sleep mode para o motor automaticamente quando a demanda estiver baixa 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.

2.6.13 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.

2.6.14 Smart Logic Control (SLC)

O Smart Logic Control (SLC) é uma sequência de ações definidas pelo usuário (consulte o *parâmetro 13-52 Ação do SLC* [x]) executada pelo SLC quando o evento associado definido pelo usuário (consulte o *parâmetro 13-51 Evento do SLC* [x]) for avaliado como TRUE (Verdadeiro) pelo SLC. A condição para um evento pode ser um status em particular ou que a saída de uma regra lógica ou operando um comparador se torne TRUE (Verdadeira). Isso leva a uma ação associada, como mostrado em *Ilustração 2.16*.

2

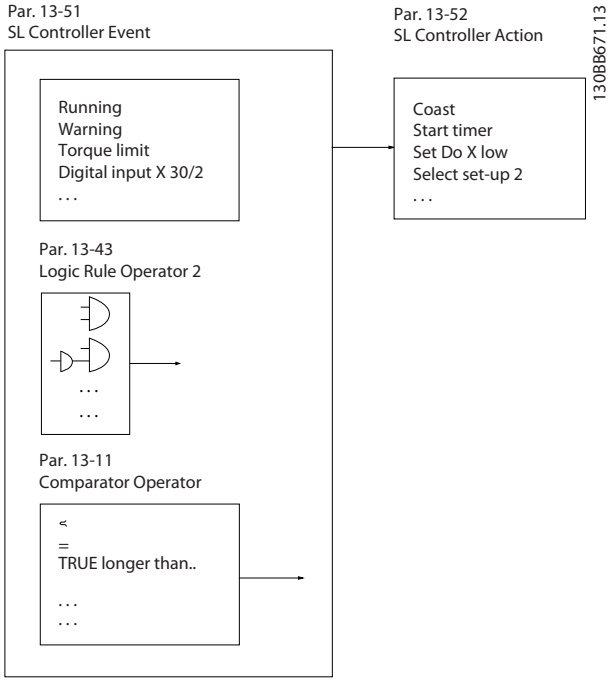


Ilustração 2.16 Evento e ação do SLC

Eventos e ações são numerados e conectados em pares (estados). Isto significa que, quando o evento [0] estiver completo (atinge o valor TRUE (Verdadeiro)), a ação [0] é executada. Após isso, as condições do evento [1] são avaliadas e, se resultarem TRUE (Verdadeiro), a ação [1] será executada e assim sucessivamente. 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. Isto significa que, quando o SLC é iniciado, ele avalia o evento [0] (e unicamente o evento [0]) a cada intervalo de varredura. Somente quando o evento [0] for avaliado como TRUE, o SLC executa a ação [0] e começa a avaliar o evento [1]. É possível programar de 1 a 20 eventos e ações.
Quando o último evento/ação tiver sido executado, a sequência recomeça desde evento [0]/ação [0].
Ilustração 2.17 mostra um exemplo com quatro eventos/ações:

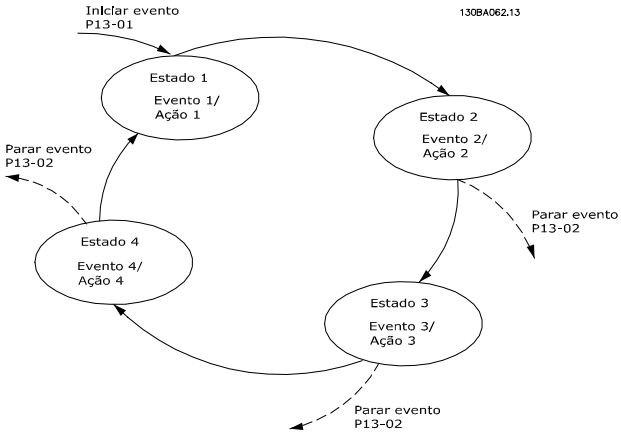


Ilustração 2.17 Ordem de execução quando 4 eventos/ações são programados

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

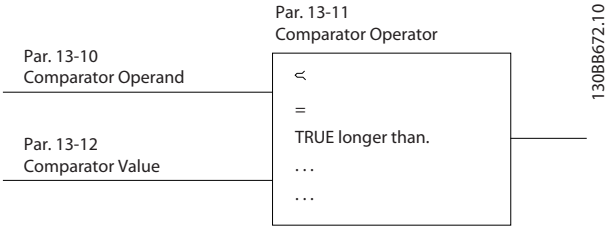


Ilustração 2.18 Comparadores

Regras lógicas
Combine até três entradas booleanas (entradas TRUE/FALSE) (Verdadeiro/Falso) de temporizadores, comparadores, entradas digitais, bits de status e eventos usando os operadores lógicos AND, OR e NOT.

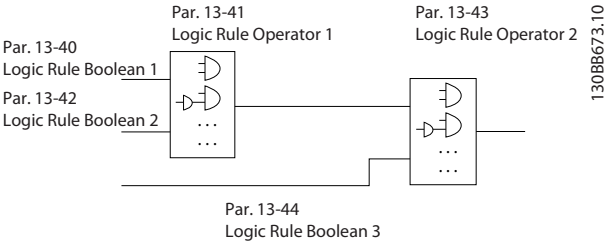


Ilustração 2.19 Regras Lógicas

As regras lógicas, temporizadores e comparadores são também disponíveis para uso fora da sequência SLC.

Para um exemplo de SLC, consulte *capétulo 4.3 Exemplos de Setup de Aplicações*.

2.6.15 Função Safe Torque Off

O conversor de frequência está disponível com funcionalidade Safe Torque Off (STO) via terminal de controle 37. STO desativa a tensão de controle dos semicondutores de potência do estágio de saída do conversor de frequência. Isso, consequentemente, impede a geração da tensão necessária para girar o motor. Quando a função de STO (terminal 37) for ativada, o conversor de frequência emite um alarme, desarma a unidade e realiza a parada por inércia do motor. É necessário nova partida manual. A função STO pode ser usada como uma parada de emergência do conversor de frequência. No modo de operação normal, quando o STO não for necessário, use a função de parada normal. Ao usar nova partida automática, assegure que os requisitos da ISO 12100-2 parágrafo 5.3.2.5 sejam atendidos.

Condições de disponibilidade
É responsabilidade do usuário garantir que os técnicos que instalam e operam a função STO:

- Leram e entenderam as normas de segurança com relação à saúde, segurança e prevenção de acidentes.
- Têm bom conhecimento das normas genéricas e de segurança aplicáveis à aplicação específica.

Um usuário definido como:

- Integrador.
- Operador.
- Técnico de serviço.
- Técnico de manutenção.

Normas
O uso do STO no terminal 37 exige que o usuário atenda todas as determinações de segurança, incluindo as leis, regulamentações e diretrizes relevantes. A função STO opcional atende às seguintes normas:

- EN 954-1: 1996 Categoria 3
- IEC 60204-1: 2005 categoria 0 – parada não controlada
- IEC 61508: 1998 SIL2
- IEC 61800-5-2: Função 2007 – STO
- IEC 62061: 2005 SIL CL2
- ISO 13849-1: 2006 Categoria 3 PL d
- ISO 14118: 2000 (EN 1037) – prevenção de partida inesperada

As informações e instruções do manual de instruções não são suficientes para o uso correto e seguro da funcionalidade STO. Para obter informações completas sobre STO, consulte as *Instruções de utilização do Safe Torque Off do VLT®.*

Medidas de proteção

- Técnicos qualificados e competentes são necessários para a instalação e colocação em funcionamento de sistemas de engenharia seguros.
- Instale a unidade em um gabinete IP54 ou em ambiente equivalente. Em aplicações especiais, é necessário um grau de IP mais alto.
- O cabo entre o terminal 37 e o dispositivo de segurança externo deve ser protegido contra curto circuito de acordo com a ISO 13849-2 tabela D.4.
- Quando forças externas influenciam o eixo do motor (por exemplo, cargas suspensas), medidas adicionais (por exemplo, um freio de holding de segurança) são necessárias para eliminar riscos em potencial.

2.7 Funções de falha, advertência e alarme

O conversor de frequência monitora muitos aspectos da operação do sistema, incluindo as condições da rede elétrica, a carga do motor e desempenho, bem como o status do conversor. Uma advertência ou um alarme não indica necessariamente um problema no próprio conversor de frequência. Pode ser uma condição fora do conversor que está sendo monitorada para limites de desempenho. O conversor de frequência possui diversas respostas de falha, advertência e alarme pré-programadas. Selecione recursos de alarme e advertência adicionais para melhorar ou modificar o desempenho do sistema.

Esta seleção descreve o alarme comum e os recursos de advertência. A compreensão de que esses recursos estão disponíveis pode otimizar um projeto de sistema e possivelmente evitar a introdução de componentes ou funcionalidades redundantes.

2.7.1 Operação no superaquecimento

Por padrão, o conversor de frequência emite um alarme e desarma com superaquecimento. Se *Derate automático e Advertência* estiver selecionado, 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.

O derate automático não substitui as configurações do usuário para o derating para a temperatura ambiente (consulte *capétulo 5.4 Derating para a Temperatura Ambiente*).

2

2.7.2 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.

2.7.3 Advertência de feedback alto e baixo

Em operação de malha fechada, o conversor de frequência monitora os valores de feedback alto e baixo. A tela mostra uma advertência piscando alto ou baixo quando apropriado. O conversor também pode monitorar sinais de feedback em operação de malha aberta. Enquanto os sinais não afetam a operação do conversor 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.

2.7.4 Desbalanceamento da tensão de alimentação ou perda de fase

Ripple de corrente excessivo no barramento CC indica um desbalanceamento de fases de rede elétrica ou perda de fase. Quando uma fase de potência para o conversor for perdida, a ação 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.

2.7.5 Advertência de alta frequência

Ao escalonar equipamento adicional como compressores ou ventiladores de resfriamento, o conversor de frequência pode aquecer quando a velocidade do motor estiver alta. Uma configuração de alta frequência específica pode ser inserida no conversor. Se a saída exceder a frequência de advertência definida, a unidade exibe uma advertência de alta frequência. Uma saída digital do conversor pode sinalizar dispositivos externos para escalonar.

2.7.6 Advertência de baixa frequência

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

2.7.7 Advertência de alta corrente

Esta função é semelhante à advertência de alta frequência, exceto uma configuração de alta corrente que é usada para emitir uma advertência e o escalonamento do equipamento adicional. A função não está ativa quando parado ou na partida até a corrente de operação definida ser alcançada.

2.7.8 Advertência de corrente baixa

Essa função é semelhante à advertência de baixa frequência (consulte *capétulo 2.7.6 Advertência de baixa frequência*), exceto uma configuração de corrente baixa é usada para emitir uma advertência e desescalonar o equipamento. A função não está ativa quando parado ou na partida até a corrente de operação definida ser alcançada.

2.7.9 Advertência de correia partida/sem carga

Este recurso pode ser usado para monitorar uma condição sem carga, por exemplo, uma V-correia. 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.

2.7.10 Interface serial perdida

O conversor de frequência pode detectar perda de comunicação serial. Um atraso de tempo de até 99 s é selecionável para evitar uma resposta devido a interrupções no barramento de comunicação serial. Quando o atraso é excedido, há opções disponíveis incluídas na unidade para:

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

2.8 Interfaces do usuário e programação

O conversor de frequência usa parâmetros para programar suas funções de aplicação. Os parâmetros fornecem uma descrição de uma função e um menu de opcionais para serem selecionados ou para inserir valores numéricos. Um menu de programação de amostra é mostrado em *Ilustração 2.20*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

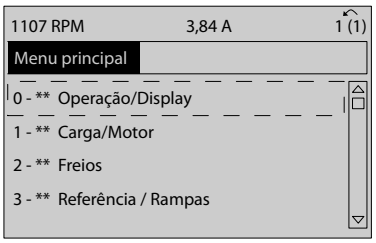


Ilustração 2.20 Menu de programação de amostra

Interface do usuário local
Para a programação local, os parâmetros podem ser acessados pressionando [Quick Menu] ou [Main Menu] no LCP.

O Quick menu é destinado à partida inicial e características do motor. O Menu principal acessa todos os parâmetros e permite a programação de aplicações avançadas.

Interface do usuário remoto
Para a programação remota, Danfoss oferece um programa de software para desenvolver, armazenar e transferir informações de programação. O Software de Setup MCT 10 permite ao usuário conectar um PC ao conversor de frequência e realizar programação ativa em vez de usar o teclado do LCP. Ou a programação pode ser feita offline e transferida para a unidade. O perfil inteiro do conversor de frequência pode ser carregado para o PC para armazenagem de backup ou análise. Um conector USB ou o terminal RS485 está disponível para conexão ao conversor de frequência.

Software de Setup MCT 10 está disponível para download gratuito em *www.VLT-software.com*. Também existe um CD disponível solicitando o número de peça 130B1000. Um manual do usuário fornece instruções de Utilização detalhadas. Consulte também *capétulo 2.8.2 Software de PC*.

Programação de terminais de controle

- Cada terminal de controle tem funções específicas que é capaz de executar.
- Os parâmetros associados ao terminal habilitam as seleções da função.
- Para o funcionamento correto do conversor usando os terminais de controle, os terminais devem estar:
  - Com a fiação correta.
  - Programados para a função pretendida.

2.8.1 Painel de Controle Local

O painel de controle local (LCP) é uma tela gráfica na frente da unidade, que fornece a interface do usuário através dos controles de botão e exibe mensagens de status, advertências e alarmes, parâmetros de programação e mais. Um display numérico também está disponível com opcionais de display limitados. *Ilustração 2.21* mostra o LCP.

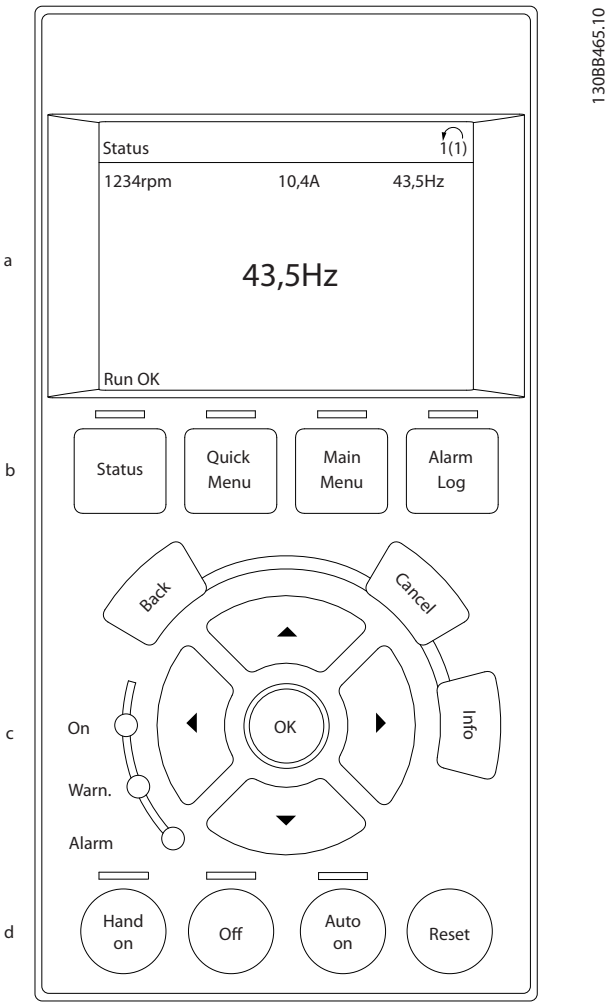


Ilustração 2.21 Painel de Controle Local

2.8.2 Software de PC

O PC é conectado por meio de um cabo USB padrão (host/dispositivo) ou por meio da interface RS485.

USB é um barramento serial que utiliza 4 fios blindados com o pino de aterramento 4 conectado na blindagem da porta USB do PC. Ao conectar o PC a um conversor de frequência por meio do cabo USB existe um risco potencial de danificar o controlador do host USB do PC. Todos os PCs padrão são fabricados sem isolação galvânica na porta USB.
Qualquer diferença de potencial de aterramento causada pela não observação das recomendações descritas nas *instruções de utilização* pode danificar o controlador do host USB através da blindagem do cabo USB.
Ao conectar o PC a um conversor de frequência por meio de um cabo USB, utilize um isolador USB com isolação galvânica para proteger o controlador USB host do PC contra diferenças potenciais de aterramento.
Não use um cabo de energia do PC com plugue de aterramento quando o PC estiver conectado ao conversor

de frequência por meio de um cabo USB. Isso reduz a diferença do potencial de aterramento, mas não elimina todas as diferenças de potencial devido ao aterramento e à blindagem conectados na porta USB do PC.

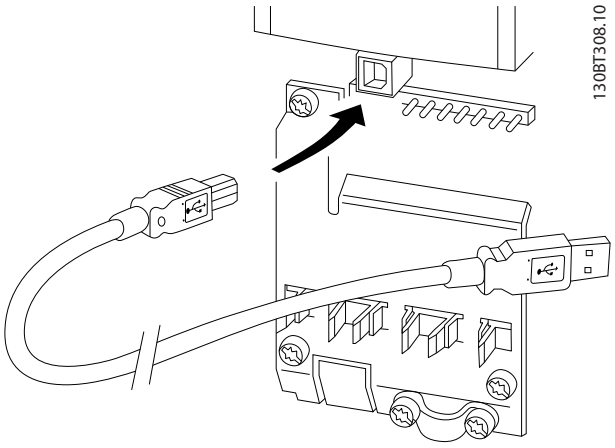


Ilustração 2.22 Conexão USB

2.8.2.1 Software de Setup MCT 10

O Software de Setup MCT 10 foi projetado para colocação em funcionamento e serviço do conversor de frequência, incluindo a programação guiada do controlador em cascata, do relógio de tempo real, do smart logic controller e da manutenção preventiva.
O software fornece fácil controle de detalhes, assim como uma visão geral de sistemas grandes ou pequenos. A ferramenta trata todas as séries de conversores de frequência, VLT® Advanced Active Filters AAF 006 e dados relacionados ao VLT® Soft Starter.

Exemplo 1: Armazenagem de dados no PC via Software de Setup MCT 10

1. Conecte um PC à unidade através de USB ou da interface RS485.
2. Abra o Software de Setup MCT 10.
3. Selecione a porta USB ou a interface RS485.
4. Selecione *copy*.
5. Selecione a seção *project*.
6. Selecione *paste*.
7. Selecione *save as*.

Todos os parâmetros são armazenados nesse instante.

Exemplo 2: Transferência de dados do PC para o conversor de frequência via Software de Setup MCT 10

1. Conecte um PC à unidade por meio da porta USB ou por meio da interface RS485.
2. Abra o Software de Setup MCT 10.
3. Selecione *Open* – os arquivos armazenados são exibidos.
4. Abra o arquivo apropriado.
5. Selecione *Write to drive*.

Todos os parâmetros agora estão transferidos para o conversor de frequência.

Há um manual separado disponível para Software de Setup MCT 10. Baixe o software e o manual em *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

2.8.2.2 MCT 31 Software de Cálculo de Harmônicas VLT®

A ferramenta de PC para cálculo de harmônicas do MCT 31 permite estimar facilmente a distorção de harmônicas em uma determinada aplicação. Tanto a distorção de harmônicas dos conversores de frequência Danfoss quanto a dos conversores de frequência não Danfoss com dispositivos de redução adicional de harmônicas como os filtros Danfoss VLT® Advanced Harmonics Filters AHF 005/AHF 010 e os retificadores de 12-18 pulsos podem ser calculadas.

MCT 31 também pode ser baixado de *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

2.8.2.3 Software de Cálculo de Harmônicas (HCS)

HCS é uma versão avançada da ferramenta de cálculo de harmônicas. Os resultados calculados são comparados com normas relevantes e podem ser impressos posteriormente.

Para obter mais informações, consulte *www.danfoss--hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

2.9 Manutenção

Modelos de conversores de frequência Danfoss de até 90 kW são livres de manutenção. Conversor de frequência de alta potência (classificados como 110 kW ou mais) possuem telas do filtro integradas que necessitam de limpeza periódica pelo operador, dependendo da exposição a poeira e contaminantes. Os intervalos de manutenção para os ventiladores de resfriamento (aproximadamente 3 anos) e capacitores (aproximadamente 5 anos) são recomendados na maioria dos ambientes.

2.9.1 Armazenagem

Como todos os equipamentos eletrônicos, os conversores de frequência devem ser armazenados em um local seco. A formação periódica (carregamento do capacitor) não é necessário durante a armazenagem.

Recomenda-se manter o equipamento selado em sua embalagem até a instalação.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3 Integração de Sistemas

Este capítulo descreve as considerações necessárias integrar o conversor de frequência em um projeto de sistema. O capítulo está dividido em três seções:

- *Capétulo 3.1 Condições Operacionais Ambiente*
  Condições operacionais do ambiente para o conversor de frequência, incluindo:
  - Ambiente.
  - Gabinetes.
  - Temperatura.
  - Derating.
  - Outras considerações.
- *Capétulo 3.2 Proteção de EMC, harmônicas e de fuga para o terra*
  Entrada (regeneração) do conversor de frequência para a grade de potência, incluindo:
  - Potência.
  - Harmônicas.
  - Monitoramento.
  - Outras considerações.
- *Capétulo 3.4 Integração com a rede elétrica*
  Conectar ao conversor de frequência no lado da rede elétrica, incluindo:
  - Potência.
  - Harmônicas.
  - Monitoramento.
  - Cabeamento.
  - Fusíveis.
  - Outras considerações.
- *Capétulo 3.5 Integração do motor*
  Saída do conversor de frequência para o motor, incluindo:
  - Tipos de motor.
  - Carga.
  - Monitoramento.
  - Cabeamento.
  - Outras considerações.
- *Capétulo 3.6 Entradas e saídas adicionais*, *capétulo 3.7 Planejamento mecânico*
  Integração da entrada e saída do conversor de frequência para o projeto ideal do sistema, incluindo:
  - Combinação de conversor de frequência/motor.
  - Características do sistema.
  - Outras considerações.

Um projeto de sistema abrangente antecipa as áreas de problema potenciais enquanto implementa a combinação mais efetiva dos recursos do conversor de frequência. As informações a seguir fornecem orientações para o planejamento e especificam um sistema de controle motor incorporando conversores de frequência.

Recursos operacionais fornecem uma gama de conceitos de design, desde um simples controle da velocidade do motor até um sistema de automação totalmente integrado com, por exemplo:

- Tratamento do feedback.
- Relatório de status operacional.
- Respostas de falha automatizadas.
- Programação remota.

Um conceito de projeto completo inclui especificações detalhadas das necessidades e uso.

- Tipos de conversores de frequência
- Motores
- Requisitos de rede elétrica
- Programação e estrutura de controle
- Comunicação serial
- Tamanho, forma e peso do equipamento
- Requisitos de cabos de controle e de energia; tipo e comprimento
- Fusíveis
- Equipamento auxiliar
- Transporte e armazenagem

Consulte *capétulo 3.10 Lista de verificação de design do sistema* para um guia prático para seleção e projeto.

Entender os recursos e as opções de estratégia podem otimizar um projeto de sistema e, possivelmente, evitar introduzir componentes ou funcionalidades redundantes.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3

3.1 Condições Operacionais Ambiente

3.1.1 Umidade

Embora o conversor de frequência possa operar adequadamente em umidade alta (umidade relativa de até 95%), a condensação deve ser evitada. Existe o risco específico de condensação quando o conversor de frequência estiver mais frio que o ar ambiente úmido. A umidade do ar também podem condensar nos componentes eletrônicos e causar curtos circuitos. A condensação ocorre em unidades sem energia. Instale um aquecedor de gabinete quando condensação for possível devido à condições ambiente. Evite instalação em áreas sujeitas a geada.

Alternativamente, o funcionamento do conversor de frequência em modo de espera (com a unidade conectada à rede elétrica) reduz o risco de condensação. Certifique-se de que a dissipação de energia é suficiente para manter o circuito do conversor de frequência isento de umidade.

3.1.2 Temperatura

Os limites máximos e mínimos de temperatura ambiente são especificados para todos os conversores de frequência. Evitar temperaturas ambiente extremas prolonga a vida útil do equipamento e maximiza a confiabilidade geral do sistema. Siga as recomendações indicadas para obter o máximo desempenho e vida útil do equipamento.

- Embora os conversores de frequência possam operar em temperaturas de até -10 °C, a operação correta com carga nominal é garantida somente a 0 °C ou mais.
- Não exceda o limite de temperatura máxima.
- A vida útil dos componentes eletrônicos diminui em 50% a cada 10 °C quando operados acima da temperatura de projeto.
- Até mesmo os dispositivos com características nominais de proteção IP54, IP55 ou IP66 devem seguir as faixas de temperatura ambiente especificadas.
- Poderá ser necessário condicionamento adicional dor ar do gabinete ou do local de instalação.

3.1.3 Resfriamento

Os conversores de frequência dissipam a potência na forma de calor. As recomendações a seguir são necessárias para o resfriamento eficaz das unidades.

- A temperatura do ar máxima para inserir o gabinete nunca deve exceder 40 °C (104 °F).
- A temperatura média diurna/noturna não deve exceder 35 °C (95 °F).
- Monte a unidade para permitir a passagem livre do fluxo de ar de resfriamento pelas aletas de resfriamento. Consulte *capétulo 3.7.1 Espaço livre* para a montagem correta dos espaços livres.
- Forneça os requisitos de espaçamento livre mínimo frontal e traseiro para o fluxo de ar de resfriamento. Consulte as *instruções de utilização* para saber os requisitos de instalação apropriados.

3.1.3.1 Ventiladores

O conversor de frequência é equipado com ventiladores integrados para assegurar o resfriamento ideal. O ventilador principal força o fluxo de ar nas aletas de resfriamento do dissipador de calor, assegurando resfriamento do ar interno. Algumas potências têm um pequeno ventilador secundário próximo do cartão de controle, assegurando que o ar interno seja circulado para evitar pontos quentes.

A temperatura interna no conversor de frequência controla o ventilador principal. A velocidade aumenta gradualmente junto com a temperatura, reduzindo o ruído e o consumo de energia quando a necessidade é baixa e garantindo resfriamento máximo quando houver necessidade. O controle do ventilador pode ser adaptado via *parâmetro 14-52 Controle do Ventilador* para acomodar qualquer aplicação, também para proteger contra efeitos negativos da refrigeração em climas frios. Em caso de excesso de temperatura dentro do conversor de frequência, ele faz derate da frequência de chaveamento e padrão. Consulte *capétulo 5.1 Derating* para obter mais informações.

3.1.3.2 Cálculo de fluxo de ar requerido para resfriamento do conversor de frequência

O fluxo de ar necessário para resfriar um conversor de frequência ou múltiplos conversores de frequência em um gabinete, pode ser calculado da seguinte maneira:

1. Determina as perdas de energia na saída máxima para todos os conversores de frequência das tabelas de dados em *capétulo 7 Especificações*.
2. Adicionar valores de perda de energia a todos os conversores de frequência que possam operar ao mesmo tempo. A soma resultante é o calor Q a ser transferido. Multiplique o resultado com o fator f, ler do *Tabela 3.1*. Por exemplo, f = 3,1 m^3 x K/Wh ao nível do mar.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3. Determinar a temperatura máxima do ar que entra no gabinete metálico. Subtraia essa temperatura da temperatura necessária dentro do gabinete, por exemplo 45 °C (113 °F).
4. Dividir o total da etapa 2 pelo total da etapa 3.

O cálculo é expresso pela fórmula:

$$V = \frac{f \; x \; Q}{T_i - T_A}$$

onde
V = fluxo de ar em m^3/h
f = fator em m^3 x K/Wh
Q = calor a ser transferido em W
T_i = temperatura dentro do gabinete em °C
T_A = temperatura ambiente °C
f = cp x ρ (calor específico do ar x densidade do ar)

AVISO!

Calor de ar específico (cp) e densidade do ar (ρ) não são constantes, mas dependem da temperatura, umidade e pressão atmosférica. Portanto, dependem de altitude acima do nível do mar.

Tabela 3.1 mostra os valores típicos do fator f, calculado para diferentes altitudes.

Altitude	Calor específico do ar cp	Densidade do ar ρ	Fator f
[m]	[kJ/kgK]	[kg/m^3]	[m^3·K/Wh]
0	0,9480	1,225	3,1
500	0,9348	1,167	3,3
1000	0,9250	1,112	3,5
1500	0,8954	1,058	3,8
2000	0,8728	1,006	4,1
2500	0,8551	0,9568	4,4
3000	0,8302	0,9091	4,8
3500	0,8065	0,8633	5,2

Tabela 3.1 Fator f, calculado para diferentes altitudes

Exemplo
Qual é o fluxo de ar necessário para resfriar 2 conversores de frequência (perdas de calor de 295 W e 1.430 W) funcionando simultaneamente, montado em um gabinete com um pico de temperatura ambiente de 37 °C?

- A soma das perdas de calor de ambos os conversores de frequência é 1.725 W.
- Multiplicando 1.725 W por 3,3 m^3 x K/Wh fornece 5.693 m x K/h.
- Subtraindo 37 °C de 45 °C fornece 8 °C (=8 K).
- Dividindo 5693 m x K/h por 8 K fornece: 711,6 m^3h.

Se o fluxo de ar for necessário no CFM, use a conversão 1 m^3/h = 0,589 CFM.

Para o exemplo acima, 711, 6 m^3/h = 418,85 CFM.

3.1.4 Sobretensão Gerada pelo Motor

A tensão CC no barramento CC aumenta quando o motor funciona como um gerador. Essa situação pode ocorrer de 2 maneiras:

- A carga aciona o motor quando o conversor de frequência for operado em uma frequência de saída constante. Isso é referido como uma carga de revisão.
- Durante a desaceleração, se a inércia da carga for alta e o tempo de desaceleração do conversor de frequência estiver programado para um valor curto.

O conversor de frequência não pode regenerar a energia de volta à entrada. Portanto, se limitar a energia aceita do motor quando programado para ativar autoramping. Se a sobretensão ocorrer durante a desaceleração, o conversor de frequência tenta isso prolongando automaticamente o tempo de desaceleração. Se isso não tiver êxito ou se a carga acionar o motor ao operar com frequência constante, o conversor desliga e exibe uma falha quando um nível de tensão do barramento CC crítico for atingido.

3.1.5 Ruído Acústico

O ruído acústico do conversor de frequência provém de três fontes:

- Bobinas do barramento CC (circuito intermediário)
- Obstrução do filtro de RFI
- Ventiladores Internos

Consulte *Tabela 7.40* para saber as características nominais de ruído acústico.

3.1.6 Vibração e Choque

O conversor de frequência foi testado de acordo com um procedimento baseado nas IEC 68-2-6/34/35 e 36. Esses testes submetem a unidade a forças de 0,7 g na faixa de 18 a 1.000 Hz de forma aleatória em três sentidos durante duas horas. Todos os conversores de frequência Danfoss estão em conformidade com os requisitos que correspondem a essas condições quando a unidade é montada na parede ou no piso, como também em painéis ou parafusados na parede ou no piso.

3.1.7 Atmosferas agressivas

3.1.7.1 Gases

Gases corrosivos como sulfeto de hidrogênio, cloro ou amônia podem danificar os componentes elétricos e mecânicos do conversor de frequência. Contaminação do

ar de refrigeração também pode causar decomposição gradual de faixas e vedações da porta do PCB. Contaminantes agressivos estão frequentemente presentes em usinas de tratamento de esgoto ou piscinas. Um sinal claro de atmosfera agressiva é cobre corroído.

Em atmosfera agressivas, gabinetes IP restritos são recomendados junto com placas de circuito revestidas de maneira conforme. Consulte *Tabela 3.2* para saber os valores do revestimento conforme.

AVISO!

O conversor de frequência vem por padrão com revestimento classe 3C2 das placas de circuitos. Por solicitação, revestimento classe 3C3 está disponível.

Tipo de gás	Unidade	Classe				
		3C1	3C2		3C3	
			Valor médio	Valor máximo 1)	Valor médio	Valor máximo 1)
Sal marinho	n/a	Nenhum	Névoa de sal		Névoa de sal	
Óxidos de enxofre	mg/m^3	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Sulfeto de hidrogênio	mg/m^3	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Cloro	mg/m^3	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Cloreto de hidrogênio	mg/m^3	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Fluoreto de hidrogênio	mg/m^3	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Amônia	mg/m^3	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozônio	mg/m^3	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Nitrogênio	mg/m^3	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tabela 3.2 Características nominais da classe de revestimento conforme

1) Os valores máximos são valores de pico transientes que não devem exceder 30 minutos por dia.

3.1.7.2 Exposição à poeira

A instalação de conversores de frequência em ambientes com grande exposição à poeira geralmente é inevitável. A poeira afeta as unidades montadas na parede ou na estrutura com características nominais de proteção IP55 ou IP66 e também dispositivos montados no gabinete com características nominais de proteção IP21 ou IP20. Considere os três aspectos descritos a seguir quando os conversores do frequência estiverem instalados nesses ambientes.

Resfriamento reduzido
A poeira forma depósitos na superfície do dispositivo e dentro de placas de circuito e componentes eletrônicos. Esses depósitos atuam como camadas de isolação e prejudicam a transferência térmica ao ar ambiente, reduzindo a capacidade de resfriamento. Os componentes ficam mais quentes, o que causa envelhecimento prematuro dos componentes eletrônicos e a vida útil da unidade diminui. Depósitos de poeira no dissipador de calor na parte de trás da unidade diminuem a vida útil da unidade.

Ventiladores de resfriamento
O fluxo de ar de resfriamento a unidade é produzido por ventiladores de resfriamento, geralmente localizados na parte traseira do dispositivo. Os rotores do ventilador têm pequenos rolamentos em que poeira pode penetrar e atuar como abrasivo. Poeira no rolamentos causa danos no rolamento e falha do ventilador.

Filtros
Conversores de frequência de alta potência são equipados com ventiladores de resfriamento que expelem ar quente do interior do dispositivo. Acima de um determinado tamanho, esses ventiladores são equipados com esteiras de filtro. Esses filtros podem entupir rapidamente quando forem usados em ambientes muito empoeirados. Medidas preventivas são necessárias nessas condições.

Manutenção periódica
Nas condições descritas acima, é aconselhável limpar o conversor de frequência durante a manutenção periódica. Remova a poeira do dissipador de calor e dos ventiladores e limpe as esteiras dos filtros.

3.1.8 Definições de características nominais de IP

		Contra penetração por objetos estranhos sólidos	Contra o acesso a peças perigosas por
Primeiro dígito	0	(não protegido)	(não protegido)
	1	≥50 mm de diâmetro	Parte de trás da mão
	2	12,5 mm de diâmetro	Dedos
	3	2,5 mm de diâmetro	Controle em Cascata
	4	≥1,0 mm de diâmetro	Fio
	5	Protegido de poeira	Fio
	6	Vedado contra poeira	Fio
		Contra penetração de água com efeito nocivo	
Segundo dígito	0	(não protegido)	–
	1	Fuga cai na vertical	–
	2	Cai a um ângulo de 15º	–
	3	Água borrifada	–
	4	Água salpicada	–
	5	Jatos de água	–
	6	Jatos de água potentes	–
	7	Imersão temporária	–
	8	Imersão de longo termo	–
		Mais informações especificamente para	

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

		Contra penetração por objetos estranhos sólidos	Contra o acesso a peças perigosas por
Primeira letra	A		Parte de trás da mão
	B		Dedos
	C		Controle em Cascata
	D		Fio
		Mais informações especificamente para	
Letra extra	H	Dispositivo de alta tensão	–
	M	Dispositivo em movimento durante o teste de água	–
	S	Dispositivo parado durante o teste de água	–
	W	Condições climáticas	–

Tabela 3.3 Definições IEC 60529 para características nominais de IP

3.1.8.1 Opcionais e características nominais do gabinete

Os conversores de frequência Danfoss estão disponíveis com 3 características nominais de proteção diferentes:

- IP00 ou IP20 para instalação em gabinete.
- IP54 ou IP55 para montagem local.
- IP66 para condições ambiente críticas, como umidade extremamente alta (ar) ou altas concentrações de poeira ou gases agressivos.

3.1.9 Interferência de Radiofrequência

O objetivo principal na prática é obter sistemas que operem de maneira estável sem interferência de radiofrequência entre os componentes. Para atingir um nível alto de imunidade, use conversores de frequência com filtros de RFI de alta qualidade. Use os filtros de Categoria C1 especificados na EN 61800-3 que estão em conformidade com os limites da Classe B do padrão geral EN 55011. Coloque notificações de advertência no conversor de frequência se os filtros de RFI não corresponderem à Categoria C1 (Categoria C2 ou menor). A responsabilidade para a etiquetagem adequada é do operador.

Na prática, há 2 abordagens para filtros de RFI:

- Integrado no equipamento
  - Filtros integrados ocupam espaço no gabinete mas eliminam custos adicionais para instalação, conexão e material. Entretanto, a vantagem mais importante é a conformidade perfeita ao EMC e cabeamento dos filtros integrados.
- Opcionais externos
  - Os filtros de RFI opcionais externos que são instalados na saída do conversor de frequência provocam uma queda de tensão. Na prática, isso significa que a tensão de rede completa não está presente na entrada do conversor de frequência e pode ser necessário um conversor de classificação maior. O comprimento máximo do cabo de motor em conformidade com a faixa de limites do EMC de 1–50 m. Os custos são causados por material cabeamento e montagem. O desempenho do EMC não é testado.

AVISO!

Para garantir a operação livre de interferência-do conversor de frequência/sistema do motor, sempre use um filtro de RFI de categoria C1.

AVISO!

As unidades VLT® Refrigeration Drive FC 103 são fornecidas como padrão com filtros de RFI integrados, em conformidade com a categoria C1 (EN 61800-3) para uso com sistemas de rede elétrica de 400 V e valor nominal da potência de até 90 kW ou categoria C2 para valor nominal da potência de 110 a 630 kW. As unidades FC 103 possuem conformidade com a C1 com cabos de motor blindados de até 50 m ou a C2 com cabos de motor blindados de até 150 m. Consulte *Tabela 3.4* para obter detalhes..

3.1.10 Conformidade de isolação galvânica e PELV

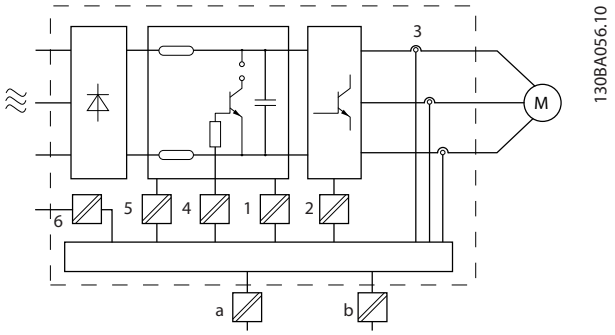
Garantir a proteção contra choque elétrico, quando a alimentação elétrica é tipo de tensão ultrabaixa protetiva (PELV) e a instalação atende as normas da PELV locais e nacionais aplicáveis.

Para manter a PELV nos terminais de controle, todas as conexões deverão ser PELV, como o termistor deverá ter isolamento reforçado/duplo. Todos os controles de conversor de frequência Danfoss estão em conformidade com a PELV (Tensão Extra Baixa Protetiva)(com exceção do ponto Delta aterrado acima de 400 V).

A isolação galvânica (garantida) 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.

O isolamento elétrico é fornecido como mostrado em *Ilustração 3.1*. Os componentes descritos estão em conformidade com os requisitos da PELV e da isolação galvânica.



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

Ilustração 3.1 Isolação Galvânica

Instalação em altitudes elevadas

ADVERTÊNCIA

SOBRETENSÃOInstalações que excedem os limites de altitudes elevadas podem não estar em conformidade com os requisitos PELV. A isolação entre os componentes e as peças críticas pode não ser suficiente. Há um risco de sobretensão. Para reduzir o risco de sobretensão, use dispositivos de proteção externos ou isolação galvânica.

Para instalações em altitudes elevadas, entre em contato com Danfoss em relação à conformidade PELV.

- 380–500 V (gabinetes A, B e C): Acima de 2.000 m (6.500 pés)
- 380–500 V (gabinetes D, E e F): Acima de 3.000 m (9.800 pés)
- 525–690 V: Acima de 2.000 m (6.500 pés)

3.2 Proteção de EMC, harmônicas e de fuga para o terra

3.2.1 Aspectos Gerais das Emissões EMC

Conversores de frequência (e outros dispositivos elétricos) geram campos magnéticos ou eletrônicos que podem interferir em seus ambientes. A compatibilidade eletromagnética (EMC) desses efeitos depende da potência e das características harmônicas do dispositivo.

A falta de controle de interação entre os dispositivos elétricos em um sistema pode prejudicar a compatibilidade e danificar a operação confiável. Interferência poderá tomar a forma de:

- Distorção de harmônicas de rede elétrica.
- Descargas eletrostáticas.
- Flutuações rápidas de tensão.
- Interferência de alta frequência.

Dispositivos elétricos geram interferência e são afetados pela interferência gerada por outras fontes.

Geralmente, a transiente por faísca elétrica ocorre 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, como mostrado em *Ilustração 3.2*.
O uso de um cabo de motor blindado aumenta a corrente de fuga (consulte *Ilustração 3.2*) 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 causará maior interferência na rede elétrica na faixa de frequência de rádio abaixo de 5 MHz aproximadamente. Uma vez que a corrente de fuga (I_1) é direcionada de volta para a unidade por meio da malha (I_3), haverá em princípio somente um pequeno campo eletromagnético (I_4) a partir do cabo de motor blindado, consulte *Ilustração 3.2*.

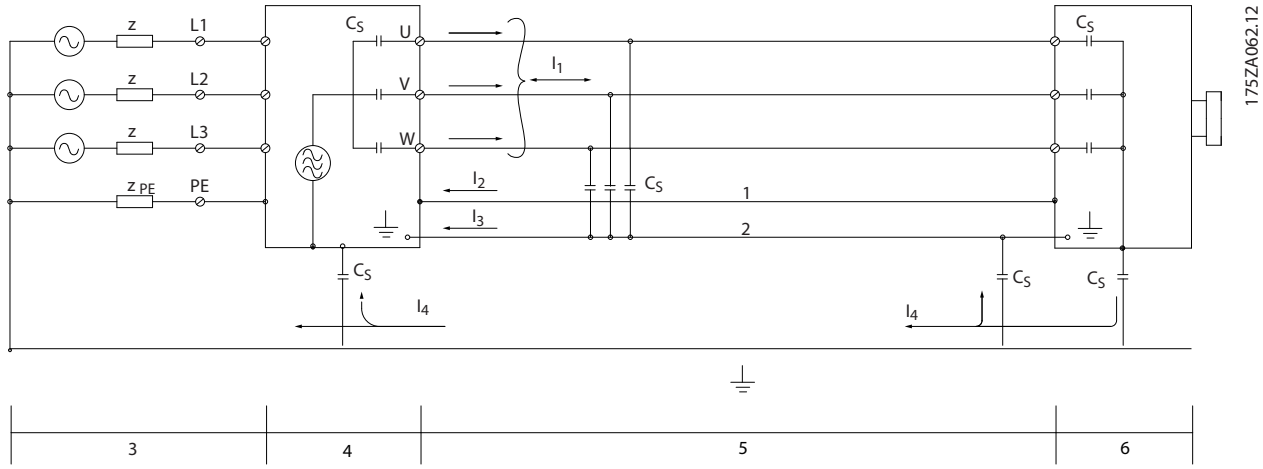
A malha reduz a interferência irradiada mas aumenta a interferência de baixa frequência na rede elétrica. Conecte a blindagem do cabo de motor ao gabinete metálico do conversor de frequência, bem como ao gabinete do motor. A melhor maneira de fazer isso é usando braçadeiras de malha de blindagem integradas para evitar extremidades de malha torcidas (rabichos). Rabichos aumenta a impedância da blindagem em frequências mais altas, o que reduz o efeito de blindagem e aumenta a corrente de fuga (I_4).

Se for usado cabo blindado para relé, cabos de controle, interface de sinal e 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.

Ao colocar a blindagem em uma placa de montagem do conversor de frequência, use uma placa metálica para conduzir as correntes da blindagem de volta à unidade. Além disso, garanta um bom contato elétrico da placa de montagem, por meio dos parafusos de montagem com o gabinete do conversor de frequência.

Quando cabos não blindados são usados, alguns requisitos de emissão não são cumpridos, embora a maioria dos requisitos de imunidade o sejam.

Para reduzir 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. Especialmente a eletrônica de controle gera interferência nas frequências de rádio acima de 50 MHz (em suspensão no ar).



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

Ilustração 3.2 Geração de correntes de fuga

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.2.2 Resultados de teste de EMC (Emissão)

Os seguintes resultados de testes foram obtidos utilizando um sistema com um conversor de frequência (com opcionais, se for o caso), um cabos de controle blindado, uma caixa de controle com potenciômetro, bem como um motor e o seu respectivo cabo blindado.

3

Tipo do filtro de RFI		Emissão conduzida			Emissão irradiada		
		Comprimento de cabo [m]			Comprimento de cabo [m]		
Normas e requisitos	**EN 55011**	**Classe B** Residências, comércio e indústrias leves	**Classe A Grupo 1** Ambiente industrial	**Classe B Grupo 2** Ambiente industrial	**Classe B** Residências, comércio e indústrias leves	**Classe A Grupo 1** Ambiente industrial	**Classe B Grupo 2** Ambiente industrial
	EN/IEC 61800-3	**Categoria C1** Ambiente inicial Residencial e Escritório	**Categoria C2** Ambiente inicial Residencial e Escritório	**Categoria C3** Segundo ambiente Industrial	**Categoria C1** Ambiente inicial Residencial e Escritório	**Categoria C2** Ambiente inicial Residencial e Escritório	**Categoria C3** Segundo ambiente Industrial
H1							
1,1–22 kW 220–240 V		50	150	150	Não	Sim	N/A
1,1–45 kW 200–240 V		50	150	150	Não	Sim	Sim
1,1–90 kW 380–480 V		50	150	150	Não	Sim	Sim
H2/H5							
1,1–22 kW 220–240 V		Não	Não	25	Não	Não	N/A
1,1–3,7 kW 200–240 V		Não	Não	5	Não	Não	Não
5,5–45 kW 200–240 V		Não	Não	25	Não	Não	Não
1,1–7,5 kW 380–480 V		Não	Não	5	Não	Não	Não
11–90 kW 380–480 V		Não	Não	25	Não	Não	Não
HX							
1,1–90 kW 525–600 V		Não	Não	Não	Não	Não	Não

Tabela 3.4 Resultados de teste de EMC (Emissão)

HX, H1 ou H2 está definido no código do tipo, pos. 16 - 17 para filtros de EMC.

HX - Nenhum filtro de EMC instalado no conversor de frequência (somente para unidades de 600 V)

H1 – Filtro de EMC integrado. Atende Classe A1/B.

H2 - Sem filtro de EMC adicional. Atende Classe A2.

H5 – Versões marítimas. Atendem os mesmos níveis de emissões que as versões H2.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.2.3 Requisitos de Emissão

A norma para produtos de EMC para conversores de frequência define 4 categorias (C1, C2, C3 e C4) com requisitos de emissão e imunidade especificados. *Tabela 3.5* indica a definição das 4 categorias e a classificação equivalente de EN 55011.

Categoria	Definição	Classe de emissão equivalente em EN 55011
C1	Conversores de frequência instalados no Ambiente inicial (residencial e escritório) com tensão de alimentação inferior a 1.000 V.	Classe B
C2	Conversores de frequência instalados no ambiente inicial (residencial e escritório) com tensão de alimentação inferior a 1.000 V, que não são conectados nem móveis e são destinados a ser instalados e colocados em funcionamento por um profissional.	Classe A Grupo 1
C3	Conversores de frequência instalados no segundo ambiente (industrial) com tensão de alimentação inferior a 1.000 V.	Classe B Grupo 2
C4	Conversores de frequência instalados no segundo ambiente 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 3.5 Correlação entre IEC 61800-3 e EN 55011

Quando normas de emissão (conduzida) genéricas forem usadas, é exigido que os conversores de frequência estejam em conformidade com os limites em *Tabela 3.6*.

Ambiente	Norma de emissão genérica	Classe de emissão equivalente em EN 55011
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 3.6 Correlação entre normas de emissão genéricas e EN 55011

3.2.4 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 para ambiente industrial. Portanto, os conversores de frequência também estão em conformidade com os requisitos inferiores para ambientes domésticos e comerciais com ampla margem de segurança.

Para documentar a imunidade contra transiente por faísca elétrica, os testes de imunidade a seguir foram realizados de acordo com as seguintes normas:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Descargas eletrostáticas (ESD): Simulação de descargas eletrostáticas de seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (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 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Transiente por faísca elétrica: Simulação da interferência originada pelo chaveamento de um contator, relé ou dispositivos semelhantes.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transientes de sobretensão: Simulação de transientes originados, por exemplo, por instalações próximas atingidas por raios.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo comum de RF: Simulação do efeito de equipamento de radiotransmissão, ligado aos cabos de conexão.

Consulte *Tabela 3.7*.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Padrão básico	Ruptura[2] IEC 61000-4-42)	Sobretensão[2] IEC 61000-4-5	ESD[2] 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**
Faixa da tensão: 200–240 V, 380–500 V, 525–600 V, 525–690 V					
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}
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 3.7 Formulário de Imunidade EMC

1) Injeção na blindagem do cabo.

2) Valores normalmente obtidos por meio de teste.

3.2.5 Isolação do Motor

Os motores modernos para utilização com conversores de frequência possuem um alto grau de isolamento para contar para os IGBTs de alta eficiência da nova geração com alto dU/dt. Para adaptação em motores antigos, assegurar a isolação ou atenuar com um filtro dU/dt ou, se necessário, um filtro de onda senoidal.

Para comprimentos de cabo de motor ≤ que o comprimento de cabo máximo indicado no *capétulo 7 Especificações*, as características nominais de isolação do motor indicadas em *Tabela 3.8* são recomendáveis. Se um motor possuir características nominais de isolação baixas, use um dU/dt ou um filtro de onda senoidal.

Tensão de rede nominal [V]	Isolação do motor [V]
U_N≤420	Padrão U_{LL} =1300
420 V< U_N≤ 500	Reforçado U_{LL}=1600
500 V< U_N≤ 600	Reforçado U_{LL}=1800
600 V< U_N≤ 690	Reforçado U_{LL}=2000

Tabela 3.8 Isolação do Motor

3.2.6 Correntes de Mancal do Motor

Para minimizar as correntes de mancal e de eixo, faça o aterramento seguinte à máquina acionada:

- Conversor de frequência
- Motor
- Máquina acionada

Estratégias atenuantes padrão

1. Utilize um mancal isolado.
2. Aplique procedimentos de instalação rigorosos:
   - 2a Certifique-se de que o motor e a carga do motor estão alinhados.
   - 2b Siga estritamente a orientação de instalação de EMC.
   - 2c Reforce o PE de modo que a impedância de alta frequência seja inferior no PE do que nos cabos condutores de energia de entrada
   - 2d Forneça uma boa conexão de alta frequência entre o motor e o conversor de frequência, por exemplo, com um cabo blindado com conexão de 360° no motor e no conversor de frequência.
   - 2e Assegure-se de que a impedância do conversor de frequência para o terra do prédio é menor que a impedância de aterramento da máquina. Isso pode ser difícil para bombas.
   - 2f Faça uma conexão do terra direta entre o motor e a carga do motor (por exemplo, bomba).
3. Diminua a frequência de chaveamento do IGBT.
4. Modifique a forma de onda do inversor, 60° AVM vs. SFAVM.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

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

3.2.7 Harmônicas

Dispositivos elétricos com retificadores de diodo, como

- Luzes fluorescentes
- Computadores
- Copiadoras
- Máquinas de fax
- Diversos equipamentos de laboratório e
- Sistemas de telecomunicações

pode adicionar distorção de harmônica a uma alimentação de rede elétrica. Conversores de frequência usam uma entrada de ponte de diodo, que também pode contribuir com a distorção de harmônicas.

O conversor de frequência não puxa corrente de maneira desigual da rede de energia. Essa corrente não senoidal possui componentes que são múltiplos da frequência fundamental 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. Essa geração de calor pode afetar outros dispositivos na mesma rede elétrica.

3.2.7.1 Análise de harmônicas

Diversas características do sistema elétrico de um prédio determinam a contribuição exata de harmônicas do conversor para o THD de uma fábrica e sua capacidade de atender às normas IEEE. Generalizações sobre a contribuição de harmônicas de conversores de frequência em uma determinada fábrica são difíceis. Quando necessário, realize uma análise das harmônicas do sistema para determinar efeitos no equipamento.

Um conversor de frequência recebe uma corrente não senoidal da rede elétrica, o que aumenta a corrente de entrada I_{RMS}. Uma corrente não senoidal é transformada por meio de uma análise de série Fourier e dividida em correntes de ondas senoidais com diversas frequências, isto é, diversas correntes harmônicas I_N com 50 ou 60 Hz como a frequência fundamental.

As harmônicas não afetam diretamente o consumo de energia, porém, aumentam as perdas de calor instalação (transformador, indutores, cabos). Desse modo, em usinas elétricas com alta porcentagem de carga de retificador, as correntes harmônicas devem ser mantidas em um nível baixo para evitar sobrecarga do transformador, indutores e cabos.

Abreviações	Descrição
f_1	Frequência fundamental
I_1	Corrente fundamental
U_1	Tensão fundamental
Entrada	Correntes harmônicas
U_n	Tensão harmônica
n	Ordem de harmônicas

Tabela 3.9 Abreviações relacionadas a harmônicas

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

Tabela 3.10 Corrente não senoidal transformada

Corrente	Correntes harmônicas				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
Corrente de entrada	1,0	0,9	0,4	0,2	< 0,1

Tabela 3.11 Correntes Harmônicas Comparadas com a Entrada RMS Corrente

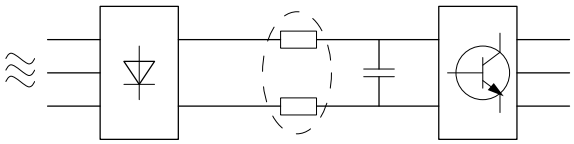


Ilustração 3.3 Bobinas de barramento CC

AVISO!

Algumas das correntes harmônicas podem interferir em equipamentos de comunicação conectados ao mesmo transformador ou causar ressonância com capacitores de correção do fator de potência.

Para garantir correntes harmônicas baixas, o conversor de frequência é equipado com filtros passivos. Bobinas CC reduzem a distorção harmônica total (THD) para 40%.

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 (THD) é

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

$$THD = \frac{\sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \ldots + U_N^2}}{U1}$$

3

3.2.7.2 Requisitos de Emissão de Harmônicas

Equipamento conectado à rede de alimentação pública

Opcional	Definição
1	IEC/EN 61000-3-2 Classe A para equipamento trifásico balanceado (somente para equipamento profissional de até 1 kW de potência total).
2	IEC/EN 61000-3-12 Equipamento 16 A-75 A e equipamento profissional a partir de 1 kW até 16 A de corrente na fase.

Tabela 3.12 Normas de Emissão de Harmônicas

3.2.7.3 Resultados de teste de Harmônicas (Emissão)

Potências de até PK75 em T2 e T4 em conformidade com IEC/EN 61000-3-2 Classe A. As potências de P1K1 a P18K em T2 e até P90K em T4 estão em conformidade com IEC/EN 61000-3-12, Tabela 4. Potências de P110 - P450 em T4 também estão em conformidade com IEC/EN 61000-3-12 mesmo que isso não seja exigido, pois as correntes estão acima de 75 A.

Tabela 3.13 descreve que a potência de curto circuito da alimentação S_{sc} no ponto de interface entre a alimentação do usuário e o sistema público (R_{sce}) é igual ou maior que:

$$S_{SC} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{rede\ elétrica} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

	Correntes harmônicas individuais I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Real (típica)	40	20	10	8
Limite para $R_{sce} \geq 120$	40	25	15	10
	Fator de distorção de correntes harmônicas (%)			
	THD		**PWHD**	
Real (típica)	46		45	
Limite para $R_{sce} \geq 120$	48		46	

Tabela 3.13 Resultados de teste de Harmônicas (Emissão)

É responsabilidade do instalador ou usuário do equipamento garantir, mediante consulta ao operador da rede de distribuição, se necessário, que o equipamento está conectado somente a uma alimentação com potência de curto circuito S_{sc} igual ou maior que a especificada na equação.
Para conectar outros tamanhos de potência na rede pública de alimentação, consulte o operador da rede de distribuição.

Em conformidade com diversas orientações no nível de sistema:
Os dados de correntes harmônicas em *Tabela 3.13* são fornecidos de acordo com a norma IEC/EN61000-3-12 com referência à norma de produto sistemas de drive de potência. Podem ser usados como base de cálculo da influência das correntes harmônicas sobre o sistema de fonte de alimentação e da documentação em conformidade com diretrizes regionais relevantes: IEEE 519 -1992; G5/4.

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

No *Ilustração 3.4* 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.

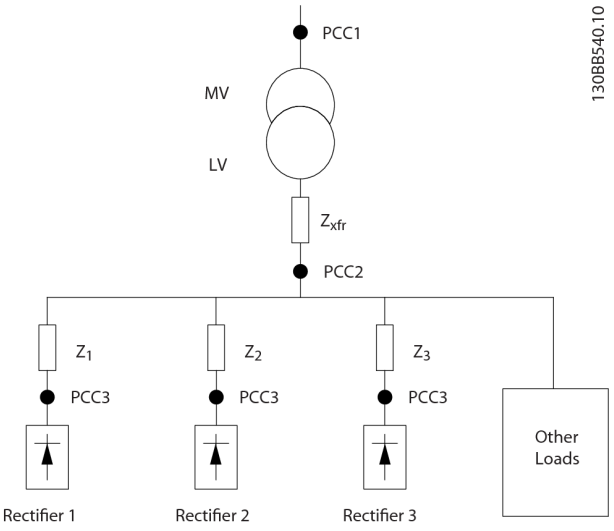


Ilustração 3.4 Sistema de Distribuição Pequeno

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 sabendo conhecendo 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}. Essa relação é definida como a proporção entre a potência

aparente do curto circuito no PCC (S_{sc}) e a potência nominal aparente da carga (S_{equ}).

$$R_{sce} = \frac{S_{ce}}{S_{equ}}$$

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

O efeito negativo das harmônicas é duplo

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

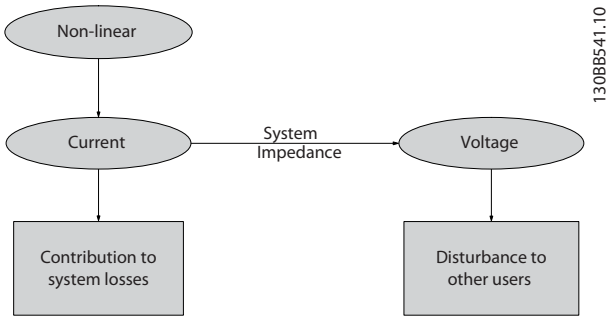


Ilustração 3.5 Efeitos Negativos das Harmônicas

3.2.7.5 Normas e Requisitos de Limitação de Harmônicas

Os requisitos para a limitação de harmônicas podem ser:

- Requisitos específicos da aplicação.
- Normas de que devem ser observadas

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. Se os dois motores forem alimentados por conversor de frequência, o transformador é subdimensionado. Usando meios adicionais de redução de harmônicas dentro da instalação ou escolhendo variantes de drive de harmônicas baixas é possível os dois motores funcionarem com conversores de frequência.

Há vários padrões, regulamentações e recomendações de atenuação de harmônicas. Padrões diferentes são aplicados a áreas geográficas e setores de mercado diferentes. Os seguintes padrões são os mais comuns:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

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

Na Europa, o THDv máximo é 8% se a fábrica for conectada por meio da grade pública. Se a fábrica tiver seu próprio transformador, o limite é 10% THDv. O VLT® Refrigeration Drive FC 103 foi projetado para suportar 10% THDv.

3.2.7.6 Atenuação de Harmônicas

Nos casos em que for necessária supressão adicional de harmônicas, a Danfoss oferece uma ampla linha de equipamento de atenuação. Esses são:

- Drives de 12 pulsos.
- Filtros AHF.
- Drive de harmônicas baixas.
- Filtros ativos.

A escolha da solução certa depende de diversos fatores:

- A grade (distorção de segundo plano, desbalanceamento da rede elétrica, ressonância e tipo de alimentação (transformador/gerador).
- Aplicação (perfil de carga, número de cargas e tamanho da carga).
- Requisitos/regulamentações locais/nacionais (IEEE 519, IEC, G5/4 etc.).
- Custo total de propriedade (custo inicial, eficiência, manutenção etc.).

Sempre considere a atenuação de harmônicas se o transformador tem uma contribuição não linear de 40% ou mais.

Danfoss oferece ferramentas para o cálculo de harmônicas, consulte *capétulo 2.8.2 Software de PC*.

3.2.8 Corrente de fuga para o terra

Siga os códigos locais e nacionais com relação ao ponto de aterramento de proteção de equipamento com corrente de fuga acima de 3,5 mA.
A tecnologia do conversor de frequência implica no chaveamento de alta frequência em alta potência. Isso gera uma corrente de fuga na conexão do terra.
Uma corrente de fuga para o terra é composta por várias contribuições e depende de diversas configurações do sistema, incluindo:

- Filtragem de RFI.
- Comprimento de cabo de motor.

- Blindagem do cabo de motor.
- Potência do conversor de frequência.

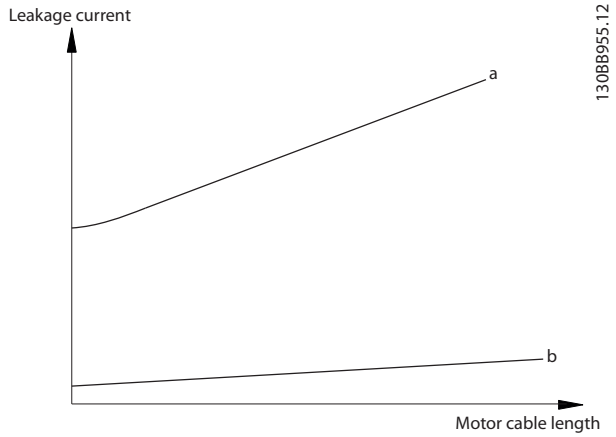


Ilustração 3.6 A influência do comprimento de cabo de motor e do tamanho da potência na corrente de fuga. Tamanho de potência a > tamanho de potência b

A corrente de fuga também depende da distorção da linha.

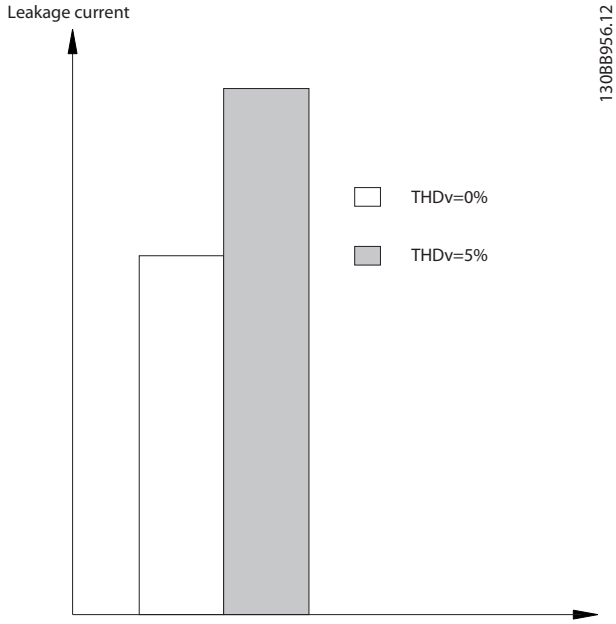


Ilustração 3.7 Distorção da Linha Influencia a Corrente de Fuga

Se a corrente de fuga exceder 3,5 mA, ficar em conformidade com a EN/IEC61800-5-1 (norma de produto de sistema de drive de potência) exige cuidado especial. Reforce o aterramento com os seguintes requisitos de conexão do ponto de aterramento de proteção:

- Fio de aterramento (terminal 95) com seção transversal de pelo menos 10 mm^2.
- Dois fios de aterramento separados, em conformidade com as regras de dimensionamento.

Consulte EN/IEC61800-5-1 e EN50178 para obter mais informações.

Usando RCDs

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

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

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

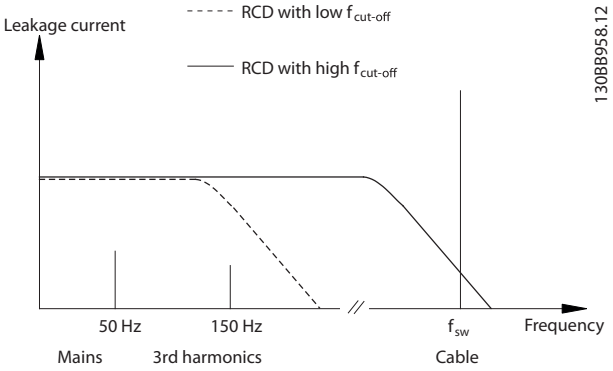


Ilustração 3.8 Principais Contribuições para a Corrente de Fuga

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

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

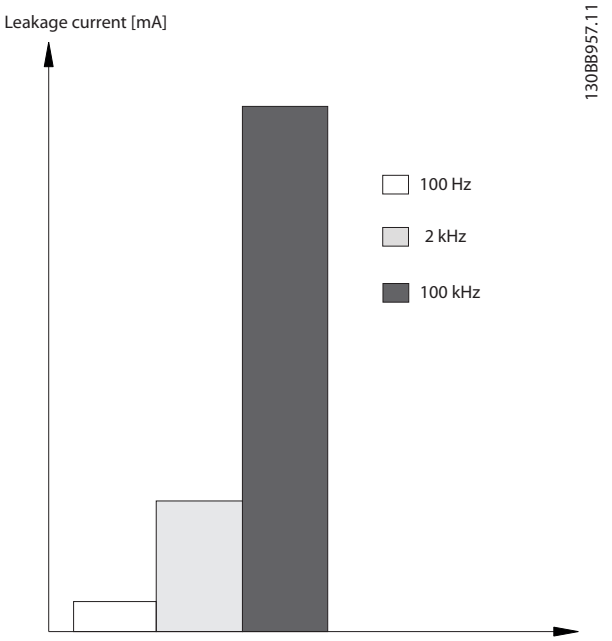


Ilustração 3.9 Influência da frequência de corte de RCD na corrente de fuga

3.3 Eficiência no uso da energia

A norma *EN 50598 Ecodesign para sistemas de drive de potência, starters do motor, eletrônica de potência e suas aplicativos acionados* fornecem orientações para avaliação da eficiência energética dos conversores de frequência.
A norma fornece um método neutro para determinar as classes de eficiência e as perda de energia em carga total e em carga parcial. A norma permite a combinação de qualquer motor com qualquer conversor de frequência.

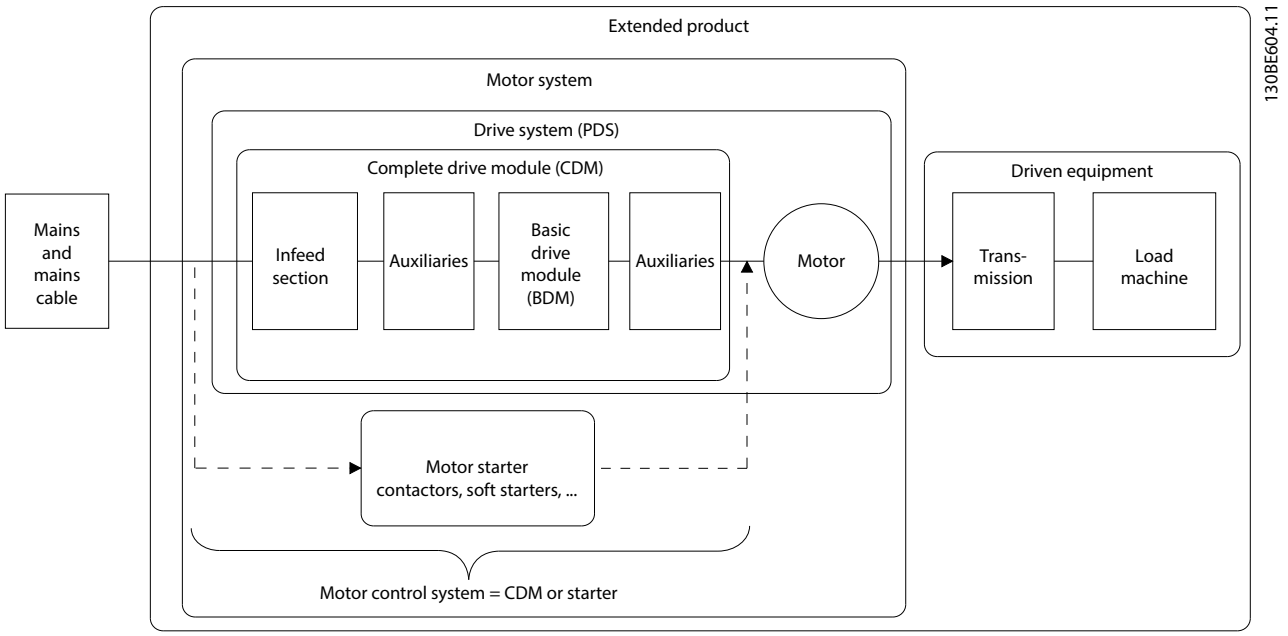


Ilustração 3.10 Sistema de Drive de potência (PDS) e Módulo de Drive Completo (CDM)

Auxiliares: Filtro de harmônicas avançado AHF 005, AHF 010, Reator de Linha MCC 103, Filtro de Onda Senoidal MCC 101, Filtro dU/dt MCC 102.

3

3.3.1 Classes IE e IES

Módulos de drive completos (CDM)
De acordo com a norma EN 50598-2, o módulo de drive completo (CDM) compreende o conversor de frequência, sua seção de alimentação e seus auxiliares.

Classes de eficiência energética do CDM:

- IE0 = abaixo da última geração.
- IE1 = de última geração.
- IE2 = acima da última geração.

Os conversores de frequência Danfoss atendem a classe de eficiência energética IE2. A classe de eficiência energética é definida no ponto nominal do CDM.

Sistemas de drive de potência (PDS)
Um sistema de drive de potência (PDS) consiste em um módulo de drive completo (CDM) e um motor.

Classes de eficiência energética do PDS:

- IES0 = Abaixo da última geração.
- IES1 = De última geração.
- IES2 = Acima da última geração.

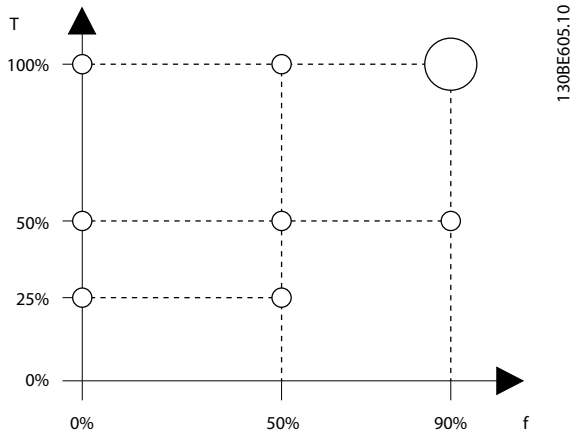
Dependendo da eficiência do motor, motores acionados por um conversor de frequência Danfoss VLT® geralmente atendem a classe de eficiência energética IES2.

A classe de eficiência energética é definida no ponto nominal do PDS e pode ser calculada com base no CDM e nas perdas do motor.

3.3.2 Dados de perda de energia e dados de eficiência

A perda de energia e a eficiência de um conversor de frequência dependem da configuração e do equipamento auxiliar. Para obter uma configuração específica da perda de energia e dos dados de eficiência, use a ferramenta DanfossDanfoss ecoSmart.

Os dados da perda de energia são fornecidos em % da potência de saída aparente nominal e são determinados em conformidade com a EN 50598-2. Quando os dados de perda de energia são determinados, o conversor de frequência usa as configurações de fábrica, exceto para os dados do motor que são necessários para o funcionamento do motor.



T	Torque [%]
f	Frequência [%]

Ilustração 3.11 Pontos operacionais do conversor de frequência em conformidade com a EN 50598-2

Consulte *www.danfoss.com/vltenergyefficiency* para a perda de energia e dados de eficiência do conversor de frequência em pontos de utilização especificados em *Ilustração 3.11*.

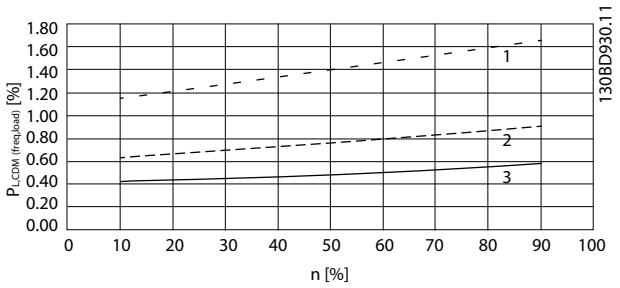
Utilize a aplicação Danfoss ecoSmart para calcular as classes de eficiência IE e IES. A aplicação está disponível em *ecosmart.danfoss.com*.

Exemplo de dados disponíveis
O exemplo a seguir mostra a perda de energia e os dados de eficiência de um conversor de frequência com as seguintes características:

- Valor nominal da potência de 55 kW, tensão nominal a 400 V.
- Potência aparente nominal Sr, 67,8 kVA.
- Potência de saída nominal, P_{CDM}, 59,2 kW.
- Eficiência nominal, η_r, 98,3%.

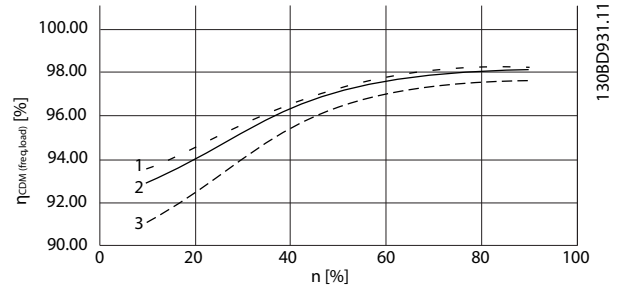
Ilustração 3.12 e *Ilustração 3.13* mostram a perda de energia e as curvas de eficiência. A velocidade é proporcional à frequência.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.



1	100% da carga
2	50% da carga
3	25% da carga

Ilustração 3.12 Dados da perda de energia do conversor de frequência. Perdas relativas ao CDM ($P_{L,\ CDM}$) [%] versus velocidade (n) [% da velocidade nominal].



1	100% da carga
2	50% da carga
3	25% da carga

Ilustração 3.13 Dados de eficiência do conversor de frequência. Eficiência do CDM ($\eta_{CDM(freq,\ carga)}$) [%] versus a velocidade (n) [% da velocidade nominal].

Interpolação da perda de energia
Determine a perda de energia em um ponto operacional arbitrário usando uma interpolação bidimensional.

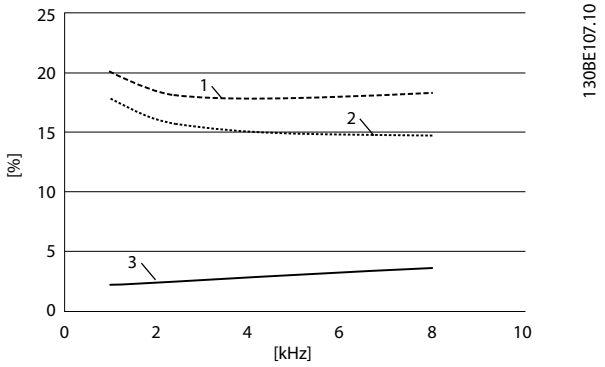
3.3.3 Perdas e eficiência de um motor

A eficiência de um motor funcionando em 50–100% da velocidade nominal do motor e em 75–100% do torque nominal é praticamente constante. Isto é válido quando a conversor de frequência controla o motor ou quando o motor funciona conectado diretamente à rede elétrica.

A eficiência depende do tipo do motor e do nível da magnetização.

Para obter mais informações sobre tipos de motor, consulte o folheto de tecnologia do motor em *www.vlt--drives.danfoss.com*.

frequência de chaveamento
A frequência de chaveamento influencia as perdas de magnetização no motor e as perdas de chaveamento no conversor de frequência, como mostrado em *Ilustração 3.14*.



1	Motor e conversor de frequência
2	Somente motor
3	Somente o conversor de frequência

Ilustração 3.14 Perdas [%] em relação à frequência de chaveamento [kHz]

AVISO!

Um conversor de frequência produz perdas harmônicas adicionais no motor. Essas perdas diminuem quando a frequência de chaveamento diminui.

3.3.4 Perdas e eficiência de um sistema de drive de potência

Para estimar as perdas de energia em diferentes pontos de operação em um sistema de drive de potência, some as perdas de energia no ponto de operação de cada componente do sistema:

- Conversor de frequência.
- Motor.
- Equipamento auxiliar.

3.4 Integração com a rede elétrica

3.4.1 Configurações de rede elétrica e efeitos de EMC

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 melhores para EMC, enquanto o sistema de TI isolado é o menos recomendável.

3

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 combinado de neutro e ponto de aterramento de proteção resulta em características de EMC inadequadas.
Sistemas de rede elétrica TT	Um sistema de quatro fios com condutor neutro aterrado e aterramento individual das unidades do conversor de frequência. Apresenta boas características de EMC quando aterrado corretamente.
Sistema de rede elétrica de TI	Um sistema isolado de quatro fios com condutor neutro aterrado ou não através de uma impedância.

Tabela 3.14 Tipos de sistema de rede elétrica CA

3.4.2 Interferência de rede elétrica de baixa frequência

3.4.2.1 Alimentação de rede elétrica não senoidal

A tensão de rede raramente é uma tensão senoidal uniforme com amplitude e frequência constantes. Isso ocorre parcialmente devido a cargas que puxam correntes não senoidais da rede elétrica ou que apresentam características não lineares, como:

- Computadores.
- Aparelhos de TV.
- Fontes de alimentação de chaveamento.
- Lâmpadas econômicas.
- Conversores de frequência.

Desvios são inevitáveis e permissíveis dentro de determinados limites.

3.4.2.2 Conformidade com diretivas EMC

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

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

Tabela 3.15 Normas de design EN de qualidade da rede elétrica

3.4.2.3 Conversores de frequência livres de interferência

Todo conversor de frequência gera interferência de rede elétrica. Normas atuais definem apenas faixas de frequência de até 2 kHz. Alguns conversores alternam a interferência de rede elétrica na região acima de 2 kHz, que não é tratada pela norma e, os rotulam como livres de interferência. Os limites dessa região estão atualmente sendo estudados. Conversores de frequência não alternam interferência de rede elétrica.

3.4.2.4 Como ocorre a interferência de rede elétrica

A distorção de interferência de rede elétrica da forma de onda senoidal causada pelas correntes de entrada pulsante é chamada geralmente de harmônicas. Derivada da análise Fourier, é avaliada até 2,5 kHz, correspondente à 50ª harmônica da frequência da rede elétrica. Os retificadores de entrada ou conversores de frequência geram essa típica forma de interferência harmônica na rede elétrica. Quando conversores de frequência estão conectados a sistemas de rede elétrica de 50 Hz, a 3ª harmônica (150 Hz), a 5ª harmônica (250 Hz) ou a 7ª harmônica (350 Hz) mostram os efeitos mais fortes. O conteúdo geral de harmônicas é chamado de distorção de harmônica total (THD).

3.4.2.5 Efeitos da interferência de rede elétrica

Flutuações de tensão e harmônicas são duas formas de interferência de rede elétrica de baixa frequência. Possuem aparência diferente na origem do que em qualquer outro ponto no sistema da rede elétrica quando houver uma carga conectada. Assim, diversas influências devem ser determinadas coletivamente ao avaliar os efeitos da interferência de rede elétrica. Estas influências incluem a alimentação, a estrutura e as cargas da rede elétrica. Advertências de sub tensão e maiores perdas funcionais podem ocorrer como resultado da interferência de rede elétrica.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Advertências de sub tensão

- Medições de tensão incorretas devido a distorção da tensão de rede elétrica senoidal.
- Causa medições de energia incorretas uma vez que apenas a medição de RMS real considera o conteúdo de harmônicas.

Maiores perdas

- Harmônicas reduzem a potência ativa, a potência aparente e a potência reativa.
- Distorce cargas elétricas resultando em interferência audível em outros dispositivos ou, no pior caso, até mesmo na destruição.
- Reduz a vida útil de dispositivos como resultado do aquecimento.

AVISO!

O conteúdo de harmônicas excessivo adiciona uma carga em equipamentos de correção do fator de potência e pode até causar sua destruição. Por esse motivo, forneça afogadores para equipamento de correção do fator de potência quando houver a presença de conteúdo de harmônicas em excesso.

3.4.3 Análise de interferência de rede elétrica

Para evitar prejudicar a qualidade da energia da rede elétrica, existem diversos métodos disponíveis para análise de sistemas ou dispositivos que geram correntes harmônicas. Programas de análise de rede elétrica, como software de cálculo de harmônicas (HCS), analisam designs de sistema de harmônicas. Contramedidas específicas podem ser testadas com antecedência e garantir a subsequente compatibilidade do sistema.

Para sistemas de análise de rede elétrica, acesse*http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START* para download de software.

AVISO!

A Danfoss possui um alto nível de experiência em EMC e fornece análise de EMC com avaliação detalhada ou cálculos de rede elétrica para clientes, além de cursos de treinamento, seminários e oficinas.

3.4.4 Opções para redução da interferência de rede elétrica

De modo geral, a interferência de rede elétrica de conversores é reduzida limitando a amplitude de correntes pulsadas. Essa redução melhora o fator de potência λ (lambda).

Vários métodos são recomendados para evitar harmônicas de rede elétrica:

- Afogadores de entrada ou afogadores de barramento CC nos conversores de frequência.
- Filtros passivos.
- Filtros ativos.
- Barramentos CC slim.
- Drives de extremidade frontal ativa e harmônicas baixas.
- Retificadores com 12, 18 ou 24 pulsos por ciclo.

3.4.5 Interferência de Radiofrequência

Conversores de frequência geram interferência de radiofrequência (RFI) devido aos seus pulsos de corrente de largura variável. Conversores de frequência e cabos de motor irradiam esses componentes e os conduzem para o sistema da rede elétrica.

Filtros de RFI são usados para reduzir essa interferência na rede elétrica. Fornecem imunidade a ruídos para proteger dispositivos contra interferência conduzida por alta frequência. Também reduzem a interferência emitida para o cabo de rede elétrica ou a irradiação do cabo de rede elétrica. Os filtros são destinados a limitar a interferência até um nível especificado. Filtros integrados geralmente são equipamento padrão nominal para imunidade específica.

AVISO!

Todos os conversores de frequência da VLT® Refrigeration DriveFC 103 são equipados com afogadores de interferência de rede elétrica como padrão.

3.4.6 Classificação do local de operação

Conhecer os requisitos do ambiente onde o conversor de frequência será operado é um dos fatores mais importantes na conformidade com EMC.

3.4.6.1 Ambiente 1/Classe B: Residenciais

Locais de operação conectados à grade elétrica pública de baixa tensão, incluindo áreas industriais leves, são classificados como Ambiente 1/Classe B. Não possuem seus próprios transformadores de distribuição de alta tensão ou média tensão para um sistema de rede elétrica separado. As classificações do ambiente são aplicáveis a interiores e exteriores de prédios. Alguns exemplos comuns são:

- Áreas comerciais.
- Construções residenciais.
- Restaurantes.
- Estacionamentos de carros.
- Instalações de entretenimento.

3

3.4.6.2 Ambiente 2/Classe A: Industrial

Ambientes industriais não conectados à grade da rede pública. Ao invés, possuem seus próprios transformadores de distribuição de alta tensão ou média tensão. As classificações do ambiente são aplicáveis a interiores e exteriores de prédios.

São definidos como industriais e caracterizados por condições eletromagnéticas específicas:

- A presença de dispositivos científicos, médicos ou industriais.
- Comutação de grandes cargas indutivas e capacitivas.
- Ocorrência de fortes campos magnéticos (por exemplo, devido a altas correntes).

3.4.6.3 Ambientes especiais

Em áreas com transformadores de média tensão claramente demarcados de outras áreas, o usuário decide qual tipo de ambiente classificar sua instalação. O usuário é responsável por garantir a compatibilidade eletromagnética necessária para permitir a operação livre de problemas de todos os dispositivos dentro das condições especificadas. Alguns exemplos de ambientes especiais são:

- Shoppings.
- Supermercados.
- Postos de combustíveis.
- Prédios comerciais.
- Armazéns.

3.4.6.4 Rótulos de advertência

Quando um conversor de frequência não estiver em conformidade com a Categoria C1, forneça um aviso de advertência. Isso é responsabilidade do usuário. A eliminação de interferência é baseada nas classes A1, A2 e B na EN 55011. O usuário é finalmente responsável pela classificação adequada de dispositivos e pelo custo de remediar problemas de EMC.

3.4.7 Uso com fonte de entrada isolada

A maioria da potência de serviços públicos têm como referência o terra. Apesar de não ser uso comum nos Estados Unidos, a potência de entrada pode ser uma fonte isolada. Todos os conversores de frequência da Danfoss podem ser usados com fonte de entrada isolada, bem como com linhas de potência com referência no aterramento do terra.

3.4.8 Correção do Fator de Potência

Equipamento de correção do fator de potência serve para reduzir a alternação de fases (φ) entre a tensão e a corrente para mover o fator de potência mais próximo da unidade (cos φ). Isso é necessário quando um grande número de cargas indutivas, como motores ou lastros de lâmpada, são usadas em um sistema de distribuição elétrica. Conversores de frequência com um barramento CC isolado não puxam potência reativa do sistema de rede elétrica nem geram qualquer alternação de correção do fator de potência de fase. Possuem um cos φ de aproximadamente 1.

Por esse motivo, motores controlados por velocidade não precisam ser considerados ao dimensionar equipamento de correção do fator de potência. No entanto, a corrente puxada pelo equipamento de correção de fase é elevada porque o conversor de frequência gera harmônicas. O fator de carga e de calor nos capacitores aumenta conforme o número de geradores de harmônicas aumentar. Como resultado, conecte afogadores no equipamento de correção do fator de potência. Os afogadores também evitam ressonância entre indutâncias de carga e a capacitância. Conversores com cos φ <1 também exigem afogadores no equipamento de correção do fator de potência. Também considere o nível de potência reativa maior, para dimensões do cabo.

3.4.9 Atraso da potência de entrada

Para garantir que o circuito de supressão de surto de entrada desempenhe corretamente, observe um atraso de tempo entre aplicações sucessivas de potência de entrada.

Tabela 3.16 mostra o tempo mínimo que deve ser permitido entre aplicações de potência de entrada.

Tensão de entrada [V]	380	415	460	600
Tempo de espera [s]	48	65	83	133

Tabela 3.16 Atraso da potência de entrada

3.4.10 Transientes da rede

Transientes são curtos picos de tensão na faixa de alguns milhares de volts. Podem ocorrem em todos os tipos de sistemas de distribuição, incluindo ambientes industriais e residenciais.

Raios são uma causa comum de transiente. No entanto, também são causados ao comutar grandes cargas ligadas e desligadas ou ao comutar outro equipamento de transientes da rede, como equipamento de correção do fator de potência. Transientes também podem ser

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

causados por curto-circuitos, por desarme de disjuntores em sistemas de distribuição de energia e por acoplamento indutivo entre cabos paralelos.

A norma EN 61000-4-1 descreve as formas desses transientes e quanta energia contêm. Há várias maneiras para limitar os efeitos prejudiciais de transientes. Retentores de surto preenchidos com gás e lacunas de faíscas fornecem o primeiro nível de proteção contra transientes de alta energia. Para a proteção de segundo nível, a maioria dos dispositivos eletrônicos, incluindo conversores de frequência, usam resistores dependentes de tensão (varistores) para atenuar transientes.

3.4.11 Operação com um gerador de espera

Use sistemas de reserva de energia, quando for necessária a operação contínua em caso de falha de rede elétrica. Também são usados em paralelo com a grade de energia pública para obter maior potência de rede elétrica. Isso é prática comum para unidades combinadas de calor e potência, aproveitando a alta eficiência obtida com essa forma de conversão de energia. Quando um gerador fornece energia de reserva, a impedância da rede elétrica geralmente é maior do que quando a energia é puxada da grade pública. Isso causa o aumento da distorção de harmônica total. Com o design correto, geradores podem operar em um sistema contendo dispositivos que induzem harmônicas.

Ao projetar um sistema, considere o uso de um gerador reserva.

- Quando o sistema é alternado entre a operação da rede elétrica e do gerador, a carga de harmônica geralmente aumenta.
- Os designers devem calcular ou medir o aumento na carga harmônica para garantir que a qualidade da energia está em conformidade com as regulamentações para prevenir problemas de harmônicas e falha de equipamento.
- Evite o carregamento assimétrico do gerador pois pode causar perdas aumentadas e pode aumentar a distorção de harmônica total.
- Um escalonador de 5/6 do enrolamento do gerador atenua a 5ª e a 7ª harmônicas, porém, permite o aumento da 3ª harmônica. Um escalonador de 2/3 reduz a 3ª harmônica.
- Quando possível, o operador deve desconectar o equipamento de correção do fator de potência, pois causa ressonância no sistema.
- Afogadores ou filtros de absorção ativa e cargas resistivas operadas em paralelo podem atenuar harmônicas.
- Cargas capacitivas operadas em paralelo criam uma carga adicional devido a efeitos de ressonância imprevisíveis.

Uma análise mais precisa é possível usando software de análise de rede elétrica, como o HCS. Para sistemas de análise de rede elétrica, acesse *http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START* para download de software.

Ao operar dispositivos indutores de harmônicas, as cargas máximas com base na operação de instalação livre de problemas são mostradas na tabela de limites de harmônicas.

Limites de harmônicas

- Retificadores B2 e B6 ⇒máximo de 20% da carga nominal do gerador.
- Retificador B6 com afogador⇒máximo 20–35% da carga nominal do gerador, dependendo da composição.
- Retificador B6 controlado⇒máximo de 10% da carga nominal do gerador.

3.5 Integração do motor

3.5.1 Considerações na seleção do motor

O conversor de frequência pode induzir tensão elétrica em um motor. Considere, portanto, os seguintes efeitos sobre o motor ao corresponder o motor ao conversor de frequência:

- Tensão de isolação
- Tensão do mancal
- Tensão térmica

3.5.2 Filtros dU/dt e de onda senoidal

Filtros de saída fornecem benefícios a alguns motores para reduzir a tensão elétrica e permitir maior comprimento de cabo. Opções de saída incluem filtros de onda senoidal (também chamados de filtros LC) e filtros dU/dt. Os filtros dU/dt reduzem a taxa de elevação rápida do pulso. Filtros de onda senoidal suavizam os pulsos da tensão para convertê-los em uma tensão de saída praticamente senoidal. Com alguns conversores de frequência, filtros de onda senoidal estão em conformidade com a EN 61800-3 RFI categoria C2 para cabos de motor não blindados, consulte *capétulo 3.8.3 Filtros de onda senoidal*.

Para obter mais informações sobre opções de filtro de onda senoidal e dU/dt, consulte *capétulo 6.2.6 Filtros de onda senoidal*, *capétulo 3.8.3 Filtros de onda senoidal* e *capétulo 6.2.7 Filtros dU/dt*.

Para obter mais informações sobre códigos de compra de filtros de onda senoidal e dU/dt, consulte

capétulo 3.8.3 Filtros de onda senoidal e *capétulo 6.2.7 Filtros dU/dt*.

3.5.3 Aterramento correto do motor

3

O aterramento correto do motor é imperativo para a segurança pessoal e para atender aos requisitos elétricos de EMC para equipamento de baixa tensão. O aterramento correto é necessário para o uso eficaz de blindagens e filtros. Os detalhes de design devem ser verificados para a implementação correta de EMC.

3.5.4 Cabos de Motor

Recomendações de cabo de motor e especificações são fornecidas em *capétulo 7.5 Especificações de Cabo*.

Todos os tipos de motores trifásicos assíncronos padrão podem ser usados com uma unidade de conversor de frequência. A configuração de fábrica é para a rotação no sentido horário, com a saída do conversor de frequência conectado da seguinte maneira:

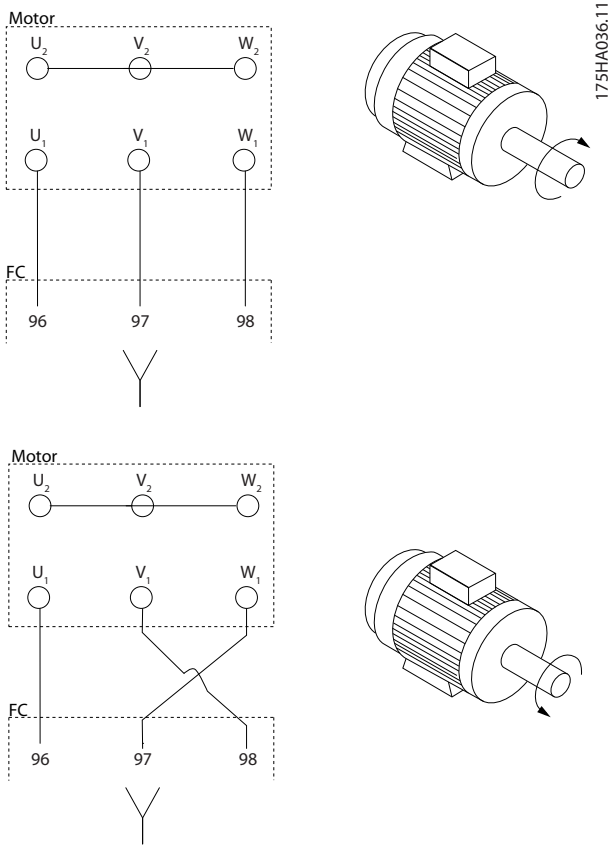


Ilustração 3.15 Conexão de terminal para rotação em sentido horário e anti-horário

Mude o sentido da rotação alternando duas fases no cabo de motor ou mudando a configuração de *parâmetro 4-10 Sentido de Rotação do Motor*.

3.5.5 Blindagem do cabo de motor

Conversores de frequência geram pulsos quadrados nas saídas. Esses pulsos contém componentes de alta frequência (estendendo para a faixa de gigahertz), que causa irradiação indesejada do cabo de motor. Cabos de motor blindados reduzem essa irradiação.

Os objetivos da blindagem são:

- Reduzir a magnitude da interferência irradiada.
- Melhorar a imunidade de interferência em dispositivos individuais.

A blindagem captura os componentes de alta frequência e os conduz de volta à origem da interferência, nesse caso, o conversor de frequência. Cabos de motor blindados também fornecem imunidade a interferência de fontes externas próximas.

Até mesmo boa blindagem não elimina completamente a irradiação. Componentes de sistema localizados em ambientes de irradiação devem operar sem degradação.

3.5.6 Conexão de Vários Motores

AVISO!

Podem surgir problemas na partida e em baixos valores de RPM se os tamanhos dos motores forem muito diferentes, porque a resistência ôhmica relativamente alta do estator nos motores menores requer uma tensão mais alta na partida e em baixos valores de RPM.

O conversor de frequência pode controlar diversos motores ligados em paralelo. Ao usar conexão do motor paralela, observe o seguinte:

- O modo VCC+ 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.
- Não use conexão de junta comum para longo comprimento de cabo, consulte *Ilustração 3.17*.
- O comprimento de cabo de motor total especificado em *Tabela 3.4* é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos curtos (menos que 10 m cada), consulte *Ilustração 3.19* e *Ilustração 3.20*.
- Considere a queda de tensão no cabo de motor, consulte *Ilustração 3.20*.
- Para cabos paralelos longos, use um filtro LC, consulte *Ilustração 3.20*.
- Para cabos longos sem conexão em paralelo, consulte *Ilustração 3.21*.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

AVISO!

Quando motores estiverem conectados em paralelo, programe *parâmetro 1-01 Motor Control Principle* para *[0] U/f*.

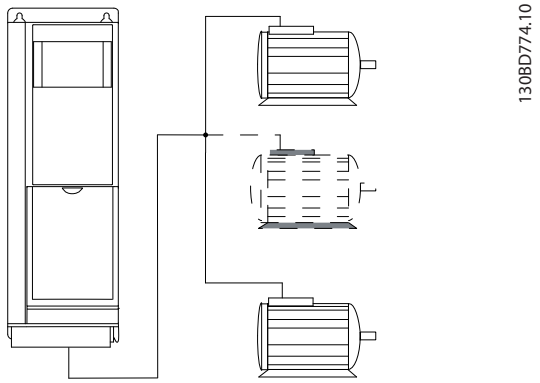


Ilustração 3.16 Conexão de Junta Comum para Comprimento de Cabo Curto

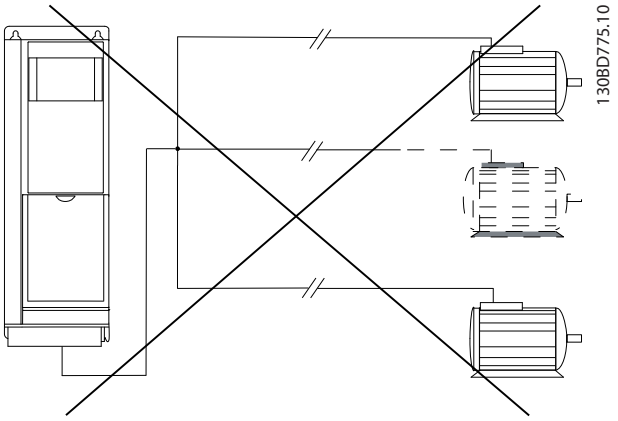


Ilustração 3.17 Conexão de Junta Comum para Comprimento de Cabo Longo

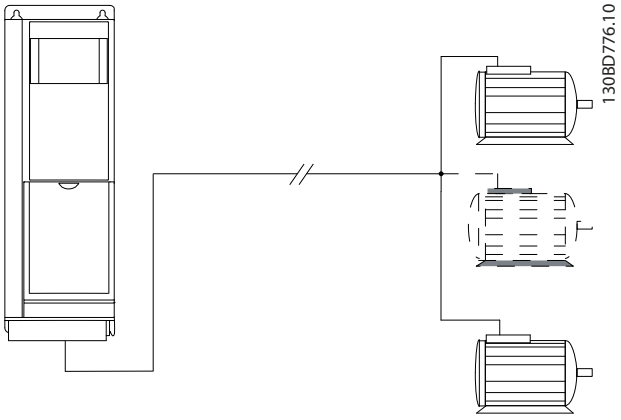


Ilustração 3.18 Cabos Paralelos sem Carga

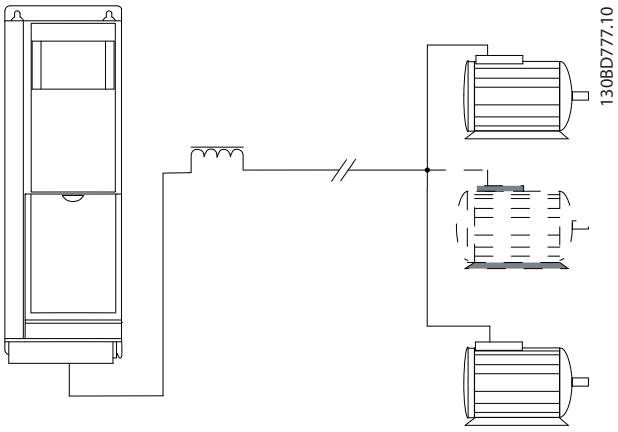


Ilustração 3.19 Cabos Paralelos com Carga

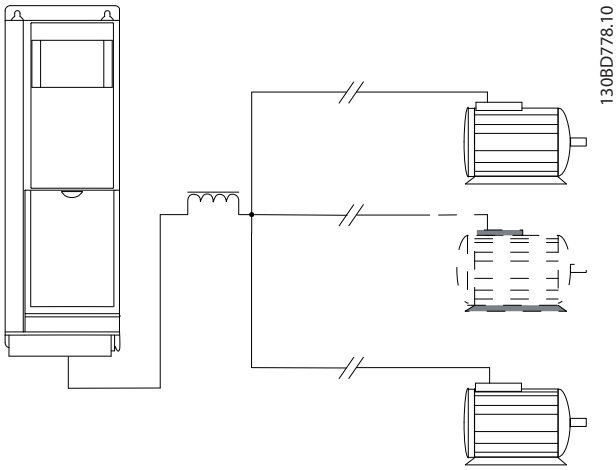


Ilustração 3.20 Filtro LC para cabos paralelos longos

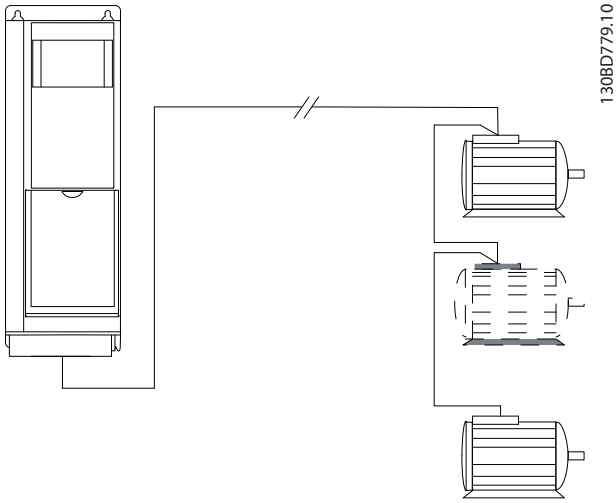


Ilustração 3.21 Cabos longos em conexão em série

Consulte *Tabela 7.7* para obter informações sobre comprimentos de cabo para múltiplas conexões do motor paralelas.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3

3.5.7 Proteção Térmica do Motor

O conversor de frequência fornece proteção térmica do motor de várias maneiras:

- O limite de torque protege o motor contra sobrecarga independentemente da velocidade.
- A velocidade mínima limita a faixa de velocidade máxima operacional, por exemplo, entre 30 e 50/60 Hz.
- A velocidade máxima limita a velocidade de saída máxima.
- Há entrada disponível para um termistor externo.
- O relé térmico eletrônico (ETR) para motores assíncronos simula um relé bimetálico com base em medições internas. O ETR mede a corrente, a velocidade e o tempo reais para calcular a temperatura do motor e proteger o motor contra superaquecimento emitindo uma advertência ou cortando a energia do motor. As características do ETR são mostradas em *Ilustração 3.22*.

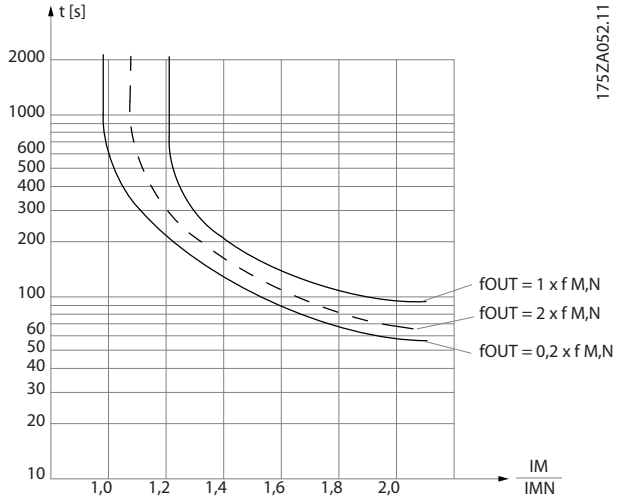


Ilustração 3.22 Características do relé térmico eletrônico

O eixo X mostra a relação entre I_{motor} e I_{motor} nominal. O eixo Y exibe o tempo em segundos antes de o ETR desativar e desarmar. As curvas mostram a velocidade nominal característica, no dobro da velocidade nominal e em 0,2 x a velocidade nominal.
Em velocidade menor, o ETR desativa em um valor de aquecimento menor devido ao resfriamento menor do motor. Desse modo o motor é protegido de superaquecimento, mesmo em velocidade baixa. O recurso do ETR calcula a temperatura do motor com base na corrente e velocidade reais.

3.5.8 Contator de saída

Apesar de não ser uma prática geralmente recomendada, operar um contator de saída entre o motor e o conversor de frequência não causa danos ao conversor de frequência. Fechar um contator de saída aberto anteriormente pode conectar um conversor de frequência em funcionamento a um motor parado. Isso pode causar com que o conversor de frequência desarme e exiba uma falha.

3.5.9 Eficiência no uso da energia

Eficiência do conversor de frequência
A carga do conversor de frequência não influi muito na sua eficiência.

Isso também significa que a eficiência do conversor de frequência não muda, mesmo ao escolher outras características U/f. No entanto, as características U/f influem na eficiência do motor.

A eficiência diminui um pouco quando a frequência de chaveamento for definida com um valor superior a 5 kHz. A eficiência também é ligeiramente reduzida se o cabo de motor for maior que 30 m.

Cálculo da eficiência
Calcule a eficiência do conversor de frequência com cargas diferentes com base em *Ilustração 3.23*. Multiplique o fator neste gráfico pelo fator de eficiência específico indicado em *capétulo 7.1 Dados Elétricos*.

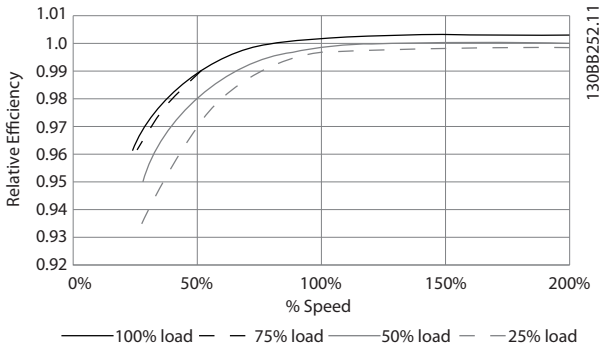


Ilustração 3.23 Curvas de Eficiência Típicas

Exemplo: Presuma um conversor de frequência de 55 kW, 380-480 V CA, com carga de 25% e 50% da velocidade. O gráfico exibe 0,97, a eficiência nominal para um conversor de frequência de 55 kW é de 0,98. Assim, a eficiência real é: 0,97 x 0,98=0,95.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Eficiência do motor

A eficiência de um motor conectado ao conversor de frequência depende do nível de magnetização. A eficiência do motor depende do tipo do motor.

- Na faixa de 75-100% do torque nominal, a eficiência do motor é praticamente constante quando controlado pelo conversor de frequência e também quando conectado diretamente à rede elétrica.
- A influência da característica U/f em motores pequenos é marginal. Entretanto, nos motores acima de 11 kW as vantagens de eficiência são significativas.
- A frequência de chaveamento não afeta a eficiência de motores pequenos. Os motores acima de 11 kW têm a sua eficiência melhorada em 1–2%. Isso se deve à forma senoidal da corrente do motor quase perfeita em alta frequência de chaveamento.

Eficiência do sistema

Para calcular a eficiência do sistema, multiplique a eficiência do conversor de frequência pela eficiência do motor.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.6 Entradas e saídas adicionais

3.6.1 Esquemático de fiação

3

Quando conectado e programado corretamente, os terminais de controle fornecem:

- Sinais de feedback, referência e outros sinais de entrada para o conversor de frequência.
- Status de saída e condições de falha do conversor de frequência.
- Relés para operar equipamento auxiliar.
- Uma interface de comunicação serial.
- 24 V comum.

Os terminais de controle são programáveis para várias funções selecionando opções de parâmetro através do painel de controle local (LCP) na frente da unidade ou em fontes externas. A maioria da fiação de controle é fornecida pelo cliente, exceto quando especificado no pedido da fábrica.

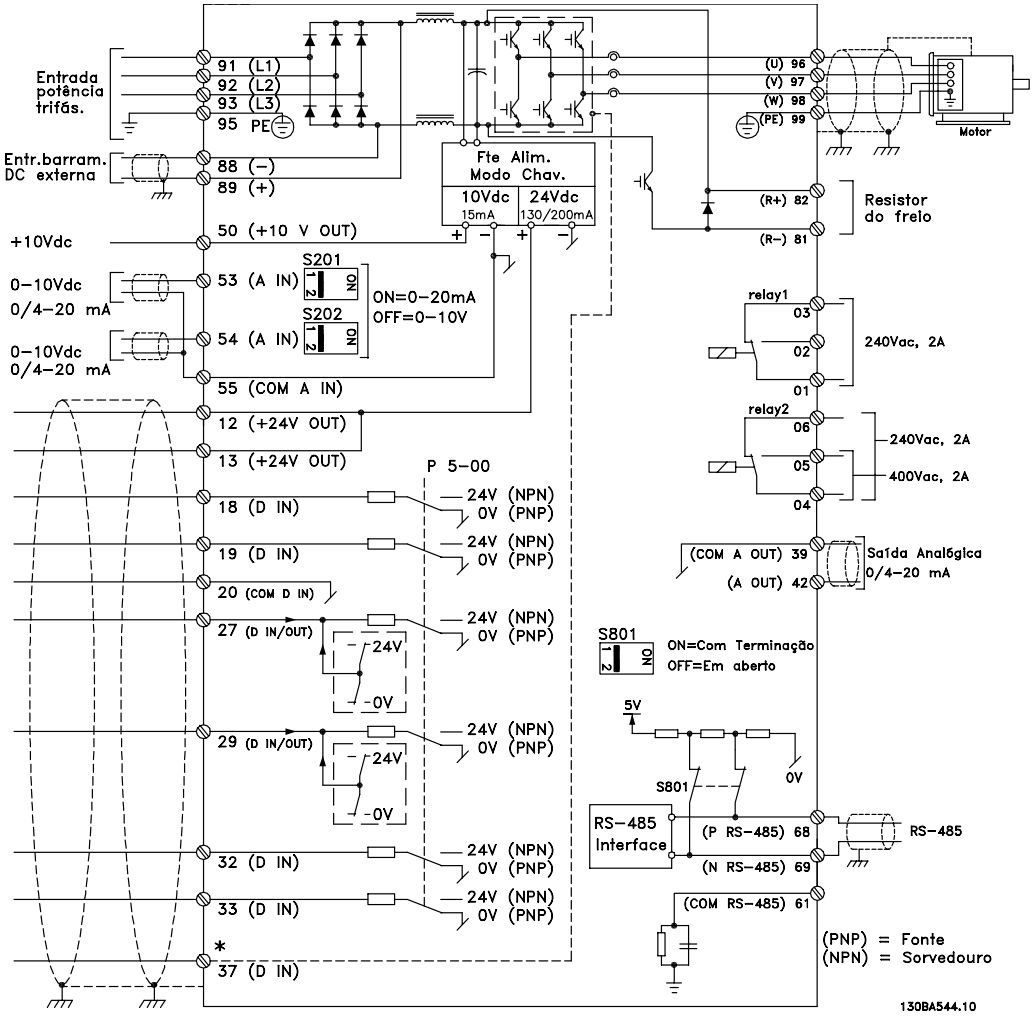


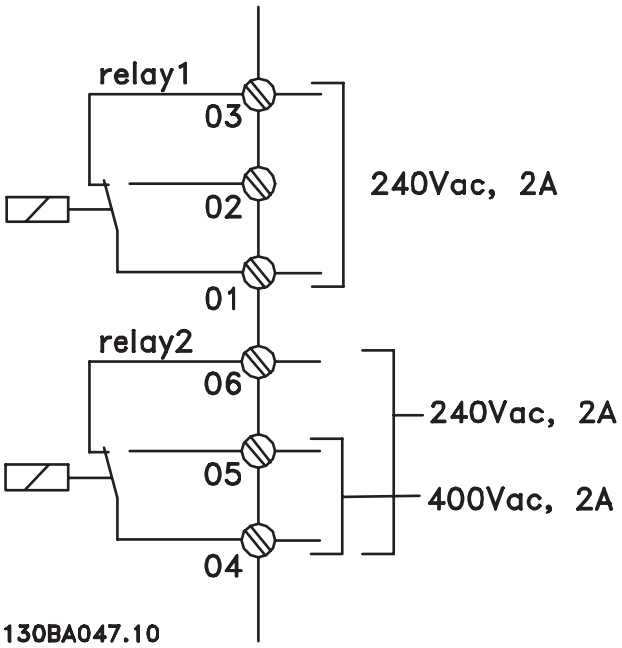
Ilustração 3.24 Esquemático de fiação básica

A = analógica, D = digital

*Terminal 37 (opcional) é usado para STO. Para obter instruções de instalação de STO, consulte as *Instruções de utilização do Safe Torque Off para Conversores de frequência VLT®.*

**Não conectar a blindagem do cabo.

3.6.2 Ligações do Relé



Relé	Terminal[1)]	Descrição
1	1	Comum
	2	Normalmente aberto Máximo 240 V
	3	Normalmente fechado Máximo 240 V
2	4	Comum
	5	Normalmente fechado Máximo 240 V
	6	Normalmente fechado Máximo 240 V
1	01–02	Freio desativado (normalmente aberto)
	01–03	Freio (normalmente fechado)
2	04–05	Freio desativado (normalmente aberto)
	04–06	Freio (normalmente fechado)

Ilustração 3.25 Saídas de relé 1 e 2, tensões máximas

1) Para adicionar mais saídas de relé, instale o Módulo opcional de relé VLT® MCB 105 ou o Módulo opcional de relé VLT® MCB 113.

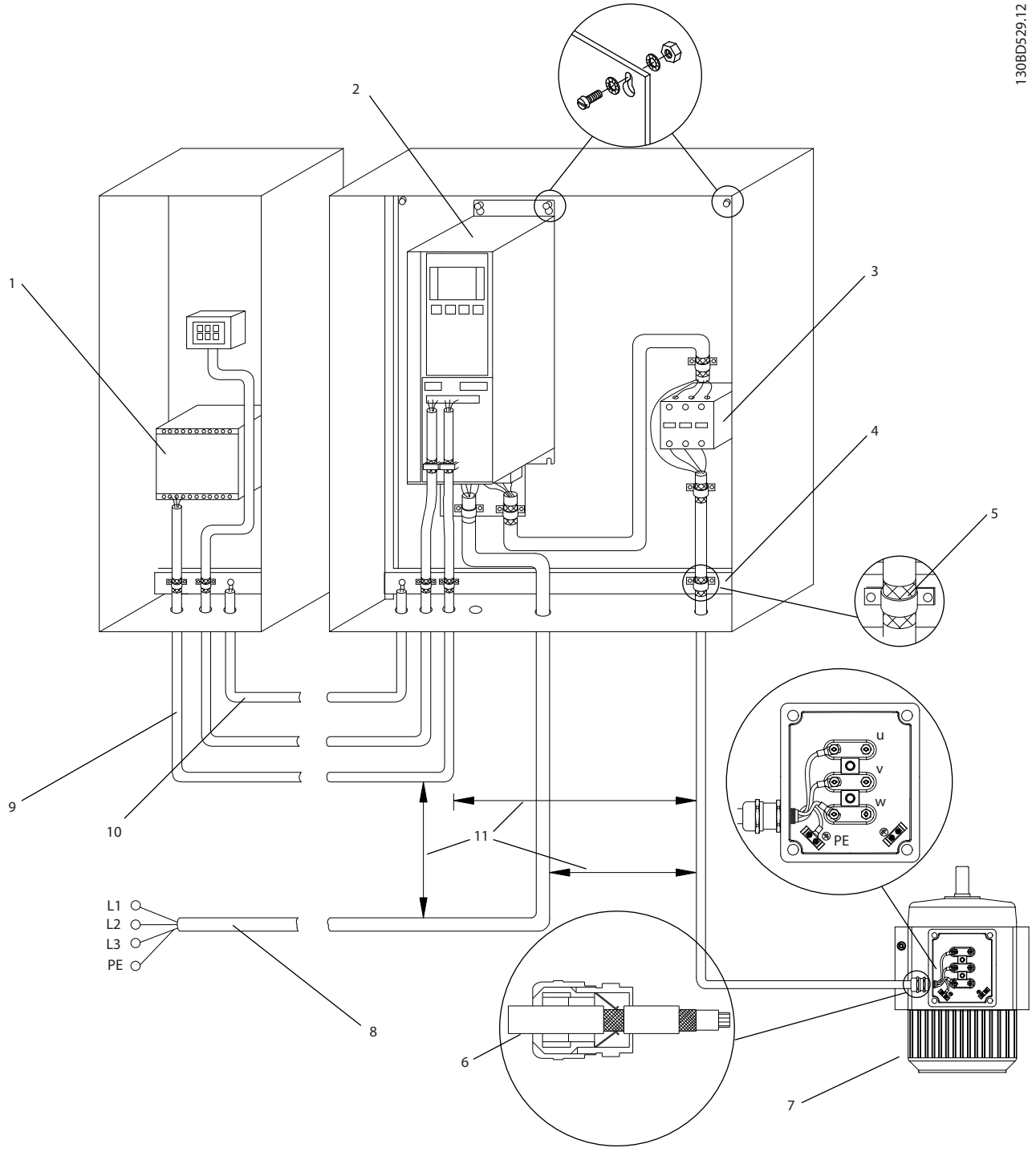
Para obter mais informações sobre relés, consulte *capétulo 7 Especificações* e *capétulo 8.3 Desenhos de Terminal de Relé*.

Para obter mais informações sobre opcionais de relé, consulte *capétulo 3.8 Opcionais e Acessórios*.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3

3.6.3 Conexão Elétrica Compatível com EMC



1	PLC	7	Motor, trifásico, e PE (blindado)
2	Conversor de frequência	8	Rede elétrica, trifásica, e PE reforçado (não blindado)
3	Contatorde saída	9	Fiação de controle (blindado)
4	Braçadeira de cabo	10	Equalização potencial mínimo 16 mm^2 (0,025 pol)
5	Isolamento do cabo (descascado)	11	Espaço livre entre cabos de controle, cabo de motor e cabo de rede elétrica: Mínimo 200 mm
6	Bucha de cabo		

Ilustração 3.26 Compatível-com EMC Conexão Elétrica

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Para obter mais informações sobre EMC, consulte *capétulo 2.5.18 Conformidade com o EMC* e *capétulo 3.2 Proteção de EMC, harmônicas e de fuga para o terra*.

AVISO!

INTERFERÊNCIA DE EMC

Use cabos blindados para o motor e a fiação de controle e cabos separados para potência de entrada, fiação do motor e fiação de controle. A falha em isolar a potência, o motor e os cabos de controle pode resultar em comportamento acidental ou desempenho reduzido. É necessário espaço livre de no mínimo 200 mm (7,9 pol) entre os cabos de controle, de potência e do motor.

3.7 Planejamento mecânico

3.7.1 Espaço livre

A instalação lado a lado é adequada para todos os tamanhos de gabinete metálico, exceto ao usar um kit de gabinete IP21/IP4X/TIPO 1 (consulte *capétulo 3.8 Opcionais e Acessórios*).

Espaço livre horizontal, IP20

Os tamanhos de gabinete metálico IP20 A e B podem ser dispostos lado a lado sem espaço livre. No entanto, a ordem de montagem correta é importante. *Ilustração 3.27* mostra como montar corretamente.

NOTA

Para A2 e A3, garanta um espaço livre entre os conversores de frequência de no mínimo 40 mm.

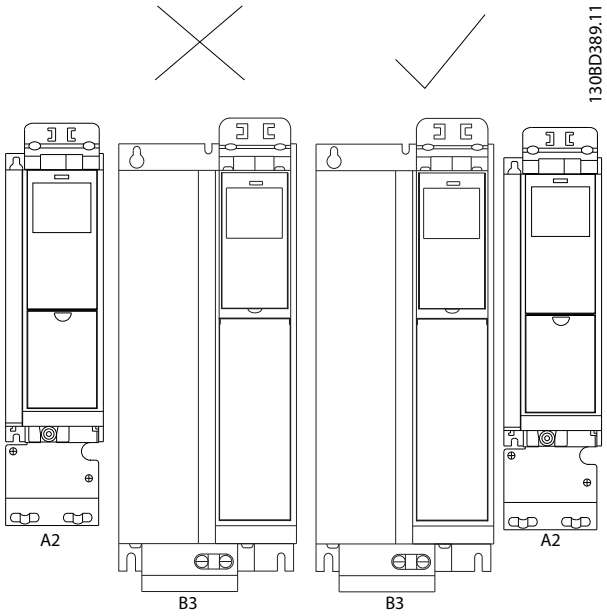


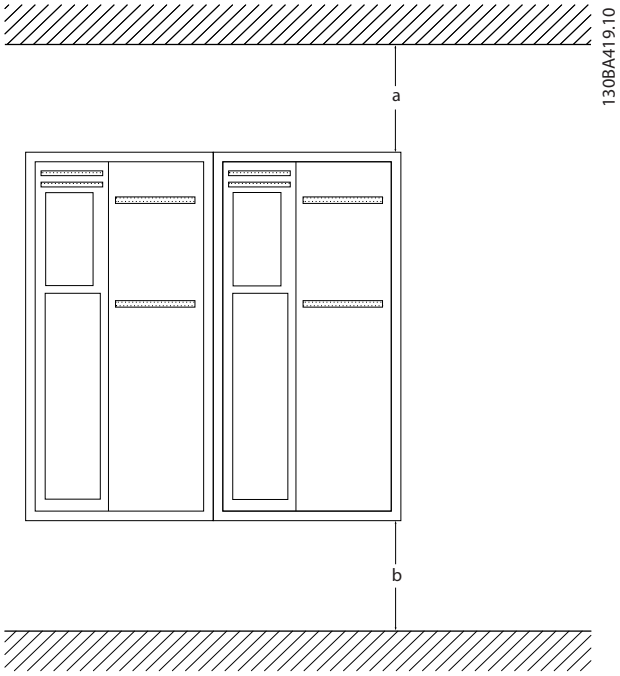
Ilustração 3.27 Montagem lado a lado correta sem espaço livre

Espaço livre horizontal, kit de gabinete metálico IP21

Ao usar o kit de gabinete metálico IP21 nos tamanhos de gabinete metálico A2 ou A3, garanta um espaço livre de no mínimo 50 mm entre os conversores de frequência.

Espaço livre vertical

Para obter condições de resfriamento ideais, garanta espaço livre para circulação de ar acima e abaixo do conversor de frequência. Consulte *Ilustração 3.28*.



Tamanho do gabinete metálico	A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

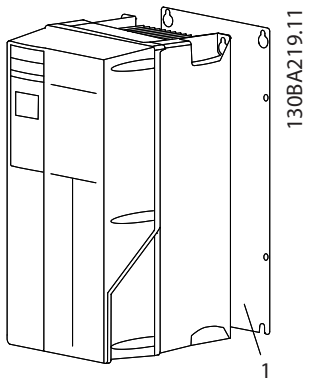
Ilustração 3.28 Espaço livre vertical

3.7.2 Montagem em Parede

Ao montar em uma parede plana, não é necessária uma placa traseira.

Ao montar em uma parede desigual, use uma placa traseira para garantir ar de resfriamento suficiente acima do dissipador de calor. Use a placa traseira apenas com os gabinetes A4, A5, B1, B2, C1 e C2.

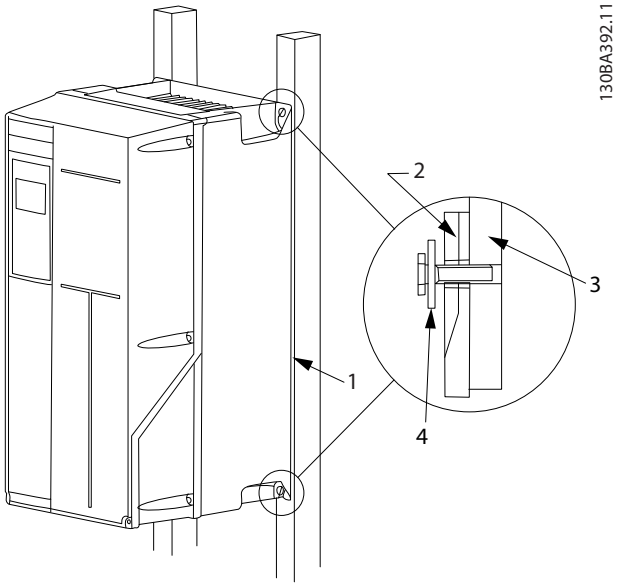
3



1	Placa traseira

Ilustração 3.29 Montagem com placa traseira

Para conversores de frequência com características nominais de proteção IP66, use uma arruela de fibra ou nylon para proteger o revestimento de epoxi.



1	Placa traseira
2	Conversor de frequência com gabinete metálico IP66
3	Placa traseira
4	Arruela de fibra

Ilustração 3.30 Montagem com placa traseira para características nominais de proteção IP66

3.7.3 Acesso

Para planejar a acessibilidade ao cabeamento antes da montagem, consulte os desenhos em *capétulo 8.1 Desenhos de Conexão de Rede Elétrica* e *capétulo 8.2 Desenhos de Conexão do Motor*.

3.8 Opcionais e Acessórios

Opcionais
Para saber os códigos de compra, consulte *capétulo 6 Código do Tipo e Seleção*

Blindagem da rede elétrica

- Blindagem Lexan® montada em frente a terminais de entrada de energia e placa de entrada para proteger contra contato acidental quando a porta do gabinete estiver aberta.

Filtros de RFI

- O conversor de frequência possui filtro de RFI Classe A2 como padrão. Se níveis adicionais de RFI/proteção de EMC forem necessários, podem ser obtidos com filtros de RFI classe A1 opcionais, que fornecem supressão de interferência de radiofrequência e eletromagnética de acordo com EN 55011.

Dispositivo de corrente residual (RCD)
Usa o método da estabilidade do núcleo para monitorar as correntes de falha de aterramento e os sistemas aterrados de alta resistência (sistemas TN e TT na terminologia IEC). Há uma pré-advertência (50% do setpoint do alarme principal) e um setpoint de alarme principal. Associado a cada setpoint há um relé de alarme SPDT para uso externo, que exige um transformador de corrente externo *tipo janela* (fornecido e instalado pelo cliente).

- Integrado no circuito de Safe Torque Off do conversor de frequência.
- O dispositivo IEC 60755 Tipo B monitora correntes de falha de aterramento com CC pulsada e CC pura.
- Indicador gráfico de barra de LED do nível de corrente de falha de aterramento de 10-100% do setpoint.
- Falha de memória
- Tecla TEST/RESET.

Monitor de resistência de isolação (IRM)
Monitora a resistência de isolação em sistemas sem aterramento (sistemas IT na terminologia IEC) entre os condutores de fase do sistema e o terra. Há uma pré--advertência ôhmica e um setpoint de alarme principal do nível de isolação. Associado a cada setpoint há um relé de alarme SPDT para uso externo.

AVISO!

Somente um monitor de resistência de isolamento pode ser conectado a cada sistema (IT) sem aterramento.

- Integrado no circuito de Safe Torque Off do conversor de frequência.
- Display de LCD de resistência de isolamento.
- Falha de memória
- Teclas INFO, TEST e RESET.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Fusíveis

- Fusíveis são recomendados para proteção de sobrecarga de corrente de ação rápida do conversor de frequência. O fusível de proteção limita os danos do conversor de frequência e minimiza o tempo de serviço no caso de uma falha. Fusíveis são necessários para atender a certificação marítima.

Desconexão

- Uma alavanca montada na porta permite a operação manual de uma chave de desconexão de energia para ativar e desabilitar energia para o conversor de frequência, aumentando a segurança durante a manutenção. A desconexão é bloqueada com as portas do gabinete metálico para evitar que sejam abertas enquanto ainda houver energia aplicada.

Disjuntores

- Um disjuntor pode ser desarmado remotamente, mas devem ser reinicializado manualmente. Disjuntores estão bloqueados com as portas do gabinete metálico para evitar que sejam abertas enquanto ainda houver energia aplicada. Quando um disjuntor é adquirido como opcional, fusíveis de ação rápida são também incluídos para proteção de sobrecarga de corrente do conversor de frequência.

Contatores

- Um interruptor do contator controlado eletricamente permite ativação e desativação remota de energia para o conversor de frequência. Se o opcional de parada de emergência IEC for encomendado, a Pilz Safety monitora um contato auxiliar no contator.

Starter de motor manual

Fornecem energia trifásica para ventiladores elétricos de resfriamento frequentemente necessários para motores maiores. A energia para os starters é fornecida pelo lado da carga de qualquer contator, disjuntor ou chave de desconexão fornecido e pelo lado de entrada do filtro de RFI classe 1 (opcional). A energia passa por um fusível antes de cada starter do motor e está desligada quando a energia de entrada para o conversor de frequência estiver desligada. São permitidos até dois starters (um se for encomendado um circuito protegido por fusível de 30 A). Starters do motor são integrados no circuito de Safe Torque Off do conversor de frequência.

Os recursos da unidade incluem:

- Chave de operação (liga/desliga).
- Proteção de sobrecarga e curto-circuito com função de teste.
- Função reset manual.

Terminais de potência protegidos por fusível de 30 A

- Energia trifásica correspondente à tensão de rede de entrada para energizar equipamento auxiliar de cliente.
- Não disponível se forem selecionados dois starters de motor manuais.
- Os terminais estão desligados quando a energia de entrada para o conversor de frequência estiver desligada.
- A energia para os terminais protegidos por fusível é fornecida pelo lado da carga de qualquer contator, disjuntor ou chave de desconexão fornecido e pelo lado da entrada do filtro de RFI Classe 1 (opcional).

Alimentação de 24 V CC

- 5 A, 120 W, 24 V CC.
- Protegido contra sobrecorrente de saída, sobrecarga, curtos-circuitos e superaquecimento.
- Para energizar dispositivos acessórios fornecidos pelo cliente, como sensores, E/S de PLC, contatores, sondas de temperatura, luzes indicadoras e/ou outros hardware eletrônicos.
- Os diagnósticos incluem um contato CC-ok seco, um LED verde para CC-ok e um LED vermelho para sobrecarga.

Monitoramento da temperatura externa

- Projetado para monitorar temperaturas de componente de sistema externo, como enrolamentos e/ou rolamentos de motor. Inclui oito módulos de entrada universal mais dois módulos de entrada do termistor dedicados. Todos os 10 módulos estão integrados no circuito de parada segura e podem ser monitorados por meio de uma rede de fieldbus (requer a aquisição de um acoplador de módulo/barramento separado). Encomende um opcional de freio de torque seguro desligado para selecionar monitoramento da temperatura externa.

Comunicação serial

VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

- O PROFIBUS DP-V1 fornece ampla compatibilidade, alto nível de disponibilidade, suporte para todos os principais fornecedores de PLC e compatibilidade com versões futuras.
- Comunicação rápida e eficiente, instalação transparente, diagnóstico avançado e definição de parâmetros e configuração automática dos dados de processo via arquivo GSD.
- Definição de parâmetros acíclica usando PROFIBUS DP-V1, PROFIdrive ou máquinas de estado de perfil do FC Danfoss, PROFIBUS DP-V1, Classe Mestre 1 e 2

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3

- Códigos de compra:
  - 130B1100 sem camada de verniz.
  - 130B1200 revestido (Classe G3/ISA S71.04-1985).

VLT® LonWorks para ADAP-KOOL® MCA 107

- Troca contínua de mensagens entre vários processadores.
- Permite a comunicação direta entre dispositivos de rede individuais.

VLT® PROFINET MCA 120

O opcional de PROFINET oferece conectividade a redes baseadas em PROFINET através do protocolo PROFINET. O opcional é capaz de tratar uma única conexão com um intervalo de pacotes real de até 1 ms em ambas as direções.

- Servidor da web integrado para diagnóstico remoto e leitura de parâmetros básicos do conversor de frequência.
- Se determinadas advertências ou alarmes ocorrerem ou forem eliminadas novamente, é possível configurar uma notificação por e-mail para ser enviada para um ou mais destinatários.
- TCP/IP para fácil acesso a dados de configuração do conversor de frequência da Software de Setup MCT 10.
- Upload e download de arquivo por FTP (Protocolo de Transferência de Arquivos).
- Suporte de DCP (protocolo de descoberta e configuração).

Mais opcionais

VLT® General Purpose I/O MCB 101

O opcional de E/S oferece um número estendido de entradas e saídas de controle.

- 3 entradas digitais 0-24 V: Lógica 0<5 V; Lógica 1>10 V
- 2 entradas analógicas 0-10 V: Resolução de 10 bits sinal de mais.
- 2 saídas digitais NPN/PNP push-pull.
- 1 saída analógica 0/4–20 mA.
- Conexão fixada por mola.
- Programações do parâmetro separadas.
- Códigos de compra:
  - 130B1125 sem camada de verniz.
  - 130B1212 revestido (Classe G3/ISA S71.04-1985).

VLT® Opcional de Relé MCB 105

Permite estender as funções do relé com três saídas de relé adicionais.

- Carga do terminal máxima: Carga resistiva CA 1: 240 V CA, 2 A, CA-15 .
- Carga indutiva cos ϕ 0,4: 240 V CA, 0,2 A, CC-1.
- Carga resistiva: 24 V CC, 1 A, CC-13 .
- Carga indutiva: @cos ϕ 0,4: 24 V CC, 0,1 A.
- Carga do terminal mínima: CC 5 V: 10 mA.
- Velocidade de chaveamento máxima com carga nominal/mínima: 6 min-1/20 s-1.
- Códigos de compra:
  - 130B1110 sem camada de verniz.
  - 130B1210 revestido (Classe G3/ISA S71.04-1985).

VLT® Opcional de E/S Analógica MCB 109

Este opcional de entrada/saída analógica é facilmente encaixada no conversor de frequência para atualização para desempenho e controle avançados usando as entradas/saídas adicionais. Este opcional também atualiza o conversor de frequência com uma alimentação de bateria de reserva para o relógio instalado no conversor de frequência. Isso fornece uso estável de todas as funções do relógio do conversor de frequência como ações temporizadas.

- Três entradas analógicas, cada uma configurável tanto como entrada de tensão quanto de temperatura.
- Conexão de sinais analógicos de 0–10 V , bem como entradas de temperatura PT1000 e NI1000.
- Três saídas analógicas, cada uma configurável como saídas de 0–10 V.
- Incluído alimentação de reserva para a função relógio padrão no conversor de frequência. Geralmente, a bateria de reserva dura 10 anos, dependendo ambiente.
- Códigos de compra:
  - 130B1143 sem camada de verniz.
  - 130B1243 revestido (Classe G3/ISA S71.04-1985).

VLT® Extended Relay Card MCB 113

O Cartão de relé estendido MCB 113 adiciona entradas/saídas ao conversor de frequência para maior flexibilidade.

- 7 entradas digitais.
- 2 saídas analógicas.
- 4 relés SPDT.
- Atende às recomendações NAMUR.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

- Recurso de isolação galvânica.
- Códigos de compra:
  - 130B1164 sem camada de verniz.
  - 130B1264 revestido.

VLT® Opcional de alimentação de 24 V CC MCB 107
Esse opcional é utilizado para conectar uma alimentação CC externa para manter a seção de controle e qualquer opção instalada ativa durante uma falha de alimentação.

- Faixa da tensão de entrada: 24 V CC ±15% (máximo 37 V em 10 s).
- Corrente de entrada máxima: 2,2 A.
- Comprimento de cabo máximo: 75 m.
- Carga de capacitância de entrada: <10 uF.
- Atraso na energização: <0,6 s.
- Fácil de instalar em conversores de frequência em máquinas existentes.
- Mantém a placa de controle e os opcionais ativos durante quedas de energia.
- Mantém fieldbuses ativos durante quedas de energia.
- Códigos de compra:
  - 130B1108 sem camada de verniz.
  - 130B1208 revestido (Classe G3/ISA S71.04-1985).

3.8.1 Opcionais de Comunicação

- VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101
- VLT® AK-LonWorks MCA 107
- VLT® PROFINET MCA 120

Para obter mais informações, consulte *capétulo 7 Especificações*.

3.8.2 Opcionais de Entrada/Saída, Feedback e Segurança

- VLT® General Purpose I/O Module MCB 101
- VLT® Placa de relé MCB 105
- VLT® Extended Relay Card MCB 113

Para obter mais informações, consulte *capétulo 7 Especificações*.

3.8.3 Filtros de onda senoidal

Quando um conversor de frequência controla um motor, é possível ouvir ruído de ressonância do motor. Esse ruído, resultante do projeto do motor, ocorre cada 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.

Danfoss fornece um filtro de onda senoidal para amortecer o ruído do motor.

O filtro reduz o tempo de aceleração da tensão, da tensão da carga de pico U_{PEAK} e do ripple de corrente ΔI no motor, o que significa que a corrente e a tensão tornam-se quase senoidais. Desse modo, o ruído do motor é reduzido ao mínimo.

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

3.8.4 Filtros dU/dt

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

Em comparação com filtros de onda senoidal (consulte *capétulo 3.8.3 Filtros de onda senoidal*), filtros dU/dt têm uma frequência de desativação acima da frequência de chaveamento.

3.8.5 Filtros de Harmônicas

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

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

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.8.6 Kit de gabinete metálico IP21/NEMA Tipo 1

IP20/IP4X superior/NEMA TIPO 1 é um elemento opcional do gabinete metálico para unidades compactas IP20.
Se for usado o kit de gabinete metálico, uma unidade IP20 é atualizada para estar em conformidade com o gabinete metálico IP21/4x superior/TIPO 1.

O IP4X superior pode ser aplicado a todas as variações FC 103 do IP20 padrão.

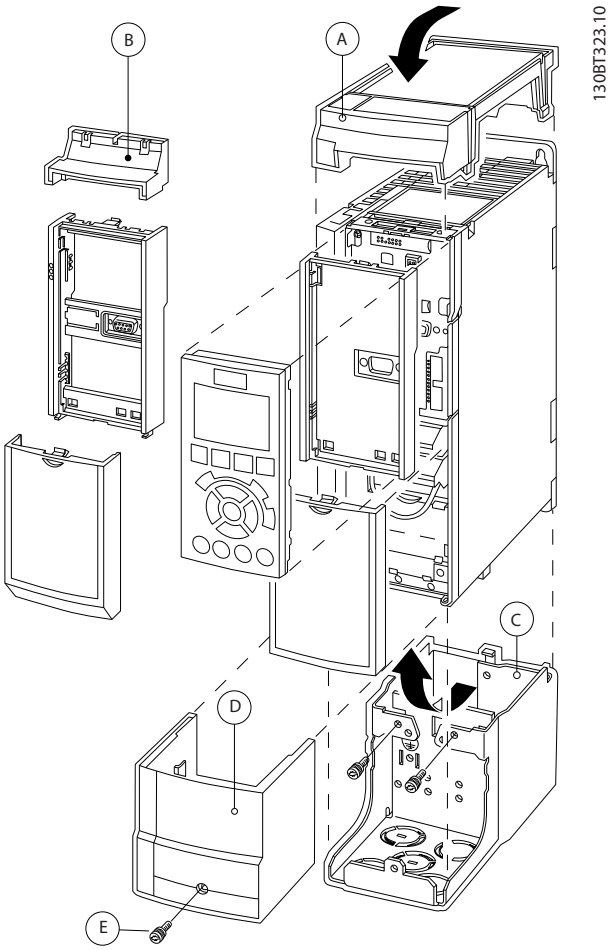
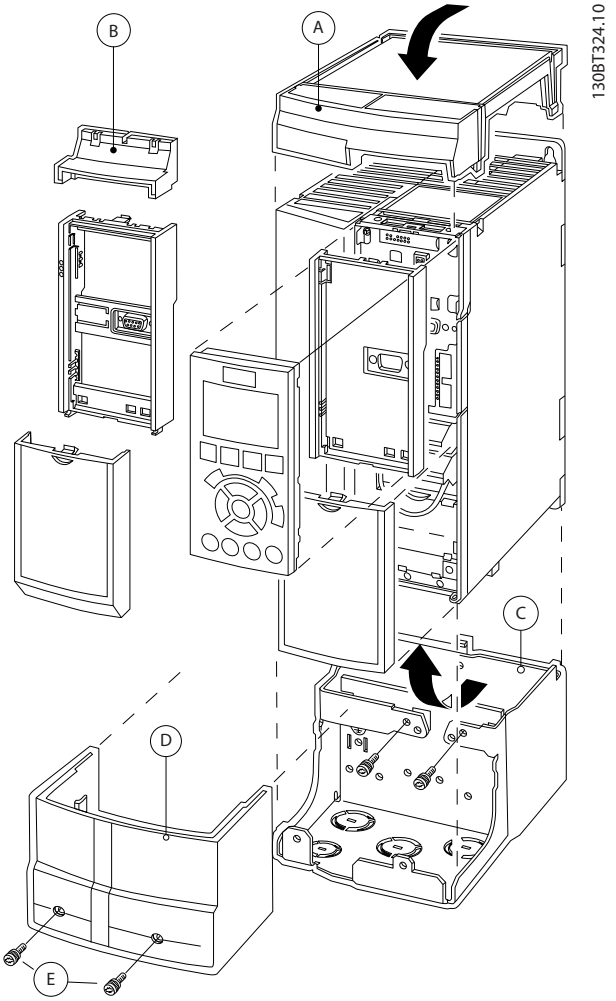


Ilustração 3.31 Gabinete metálico tamanho A2



A	Tampa superior
B	Borda
C	Parte da base
D	Tampa da base
E	Parafuso(s)

Ilustração 3.32 Gabinete metálico tamanho A3

1. Coloque a tampa superior, como mostrado. Se for utilizado um opcional A ou B, a borda deve ser instalada para cobrir a entrada superior.
2. Coloque a parte C da base na parte inferior do conversor de frequência.
3. Use as braçadeiras da sacola de acessórios para apertar os cabos corretamente.

Furos para as buchas do cabo:

- Tamanho A2: 2x M25 e 3xM32.
- Tamanho A3: 3xM25 e 3xM32.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Tipo de gabinete metálico	Altura A [mm]	Largura B [mm]	Profundidade C[1)] [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tabela 3.17 Dimensões

1) Se for usado o opcional A/B, a profundidade aumenta (ver capétulo 7.9 Valor Nominal da Potência, Peso e Dimensões para obter detalhes)

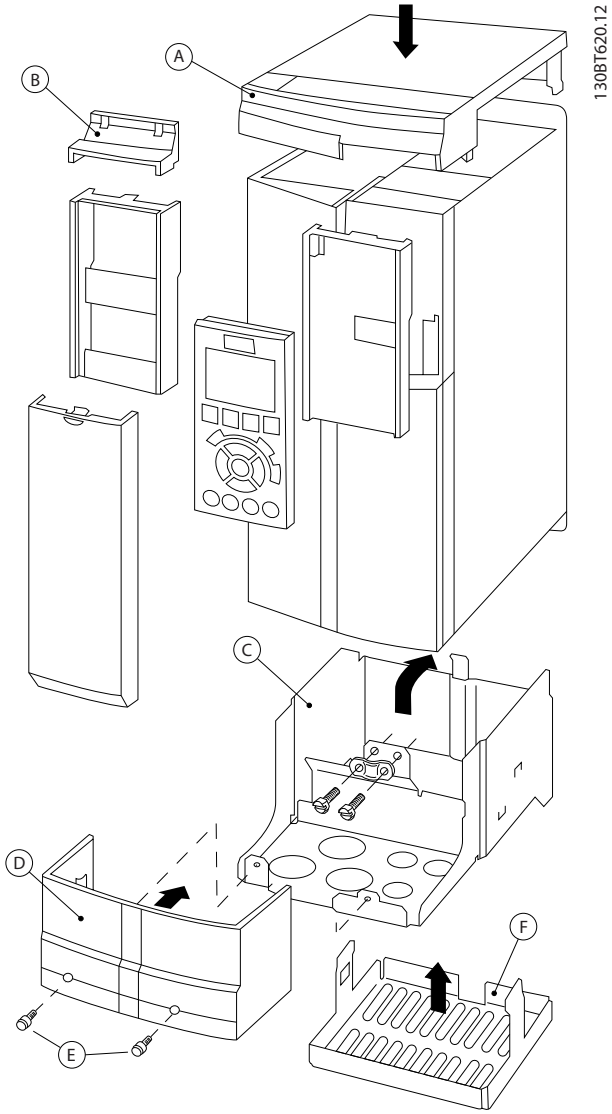


Ilustração 3.33 Tamanho do Gabinete Metálico B3

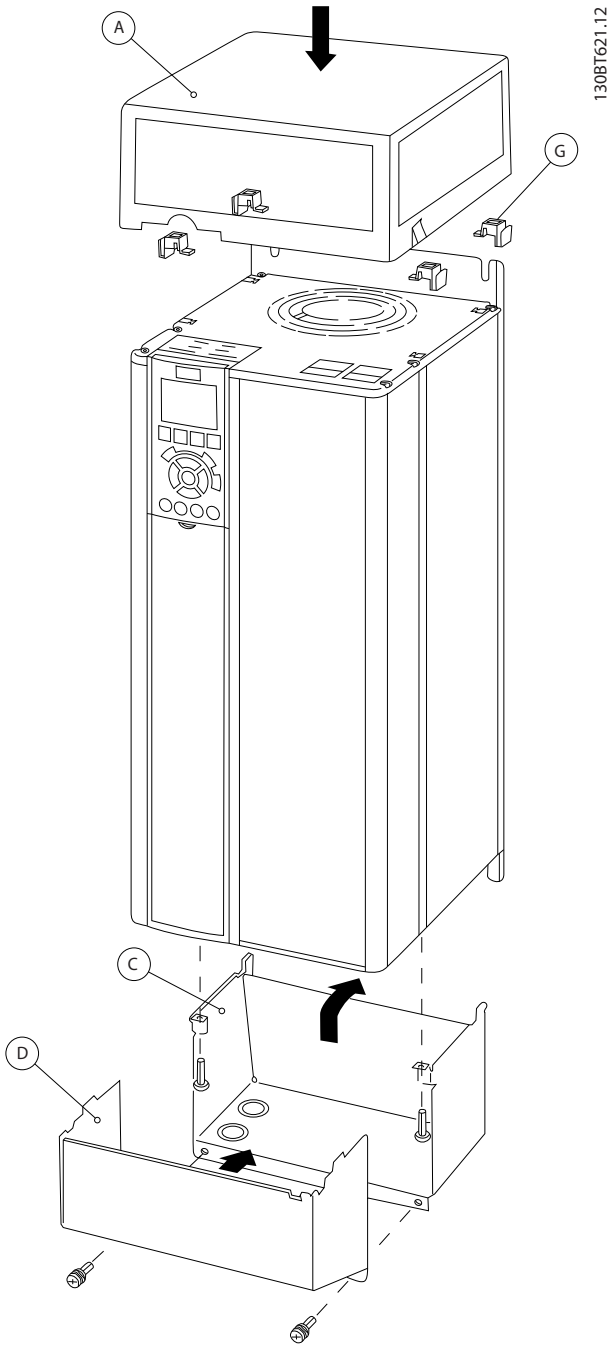


Ilustração 3.34 Gabinete metálico tamanhos B4, C3 e C4

A	Tampa superior
B	Borda
C	Parte da base
D	Tampa da base
E	Parafuso(s)
F	Tampa do ventilador
G	Presilha superior

Tabela 3.18 Legenda para *Ilustração 3.33* e *Ilustração 3.34*

Quando o módulo opcional A e/ou módulo opcional B for(em) utilizado(s), instale a borda (B) na cobertura superior (A).

AVISO!

A instalação lado a lado não é possível quando for usado o Kit de Gabinete Metálico IP21/ IP4X/TIPO 1

3.8.7 Filtros de modo comum

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

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

O número de núcleos necessários depende do comprimento de cabo de motor e da tensão do conversor de frequência. Cada kit consiste em dois núcleos. Para determinar o número de núcleos necessário, consulte *Tabela 3.19*.

Comprimento de cabo[1)]	Tamanho do gabinete metálico				
[m]	A e B		C		D
	T2/T4	T7	T2/T4	T7	T7
50	2	4	2	2	4
100	4	4	2	4	4
150	4	6	4	4	4
300	4	6	4	4	6

Tabela 3.19 Número de Núcleos

1) Onde cabos mais longos forem necessários, empilhe núcleos HF--CM adicionais.

Instale os núcleos HF-CM passando os 3 cabos de fases do motor (U, V, W) através cada núcleo, como mostrado em *Ilustração 3.35*.

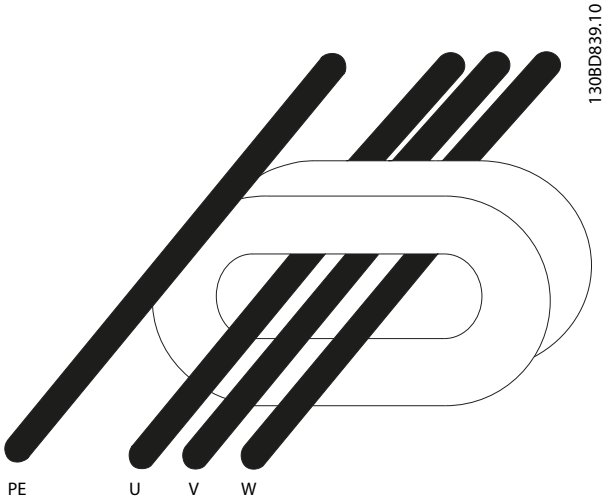


Ilustração 3.35 Núcleo HF-CM com Fases do Motor

3.8.8 Kit para Montagem Remota do LCP

O LCP pode ser movido para frente de um gabinete metálico usando o kit integrado remoto. Aperte os parafusos de fixação com torque máximo de 1 Nm.

O gabinete metálico do LCP é classificado IP66.

Gabinete metálico	IP66 front
Comprimento de cabo máxima entre o LCP e a unidade	3 m
Comunicação padrão	RS485

Tabela 3.20 Dados Técnicos

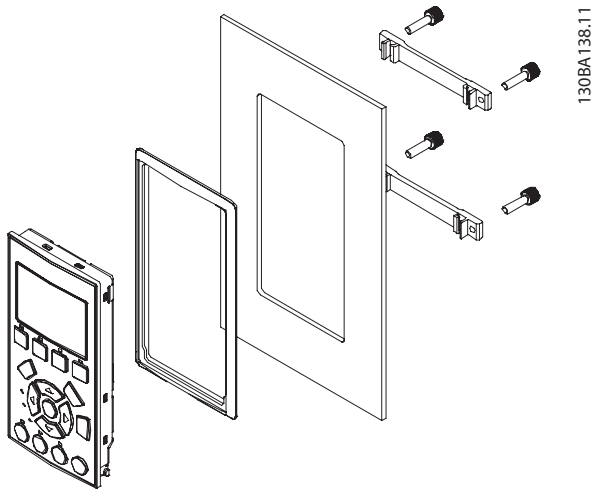


Ilustração 3.36 Kit de LCP com LCP Gráfico, Presilhas, Cabo de 3 m e Guarnição Código de Compra 130B1113

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

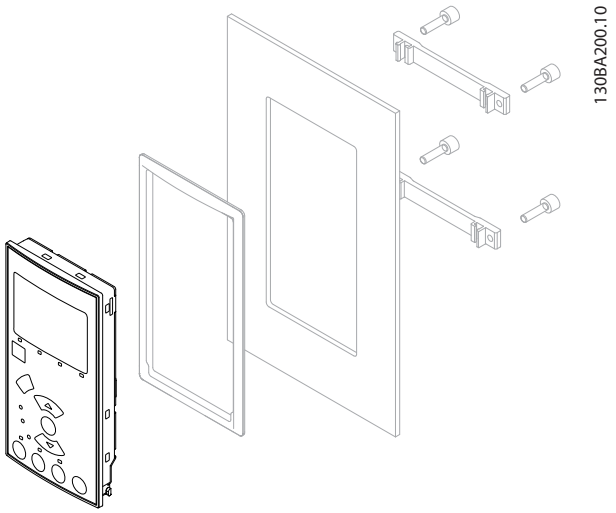


Ilustração 3.37 Kit de LCP com LCP numérico, presilhas e gaxeta Código de Compra 130B1114

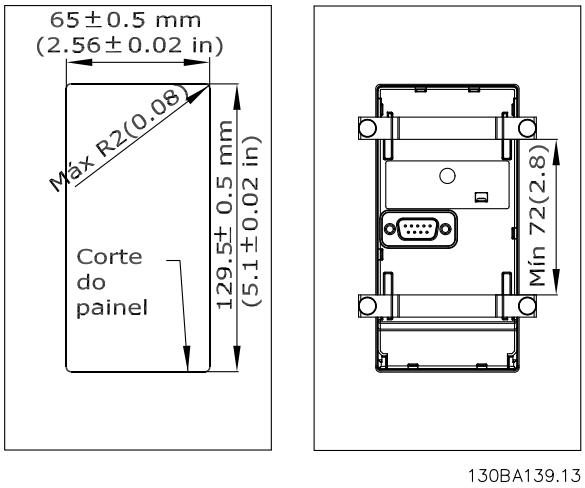


Ilustração 3.38 Dimensões do Kit do LCP

3.8.9 Quadro de montagem para gabinetes metálicos tamanhos A5, B1, B2, C1 e C2

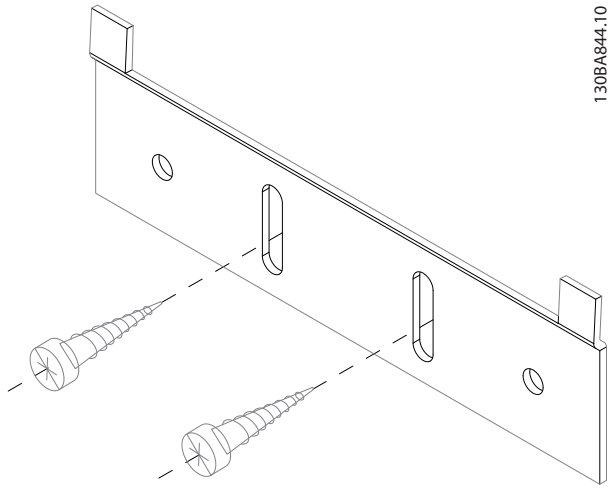


Ilustração 3.39 Suporte Inferior

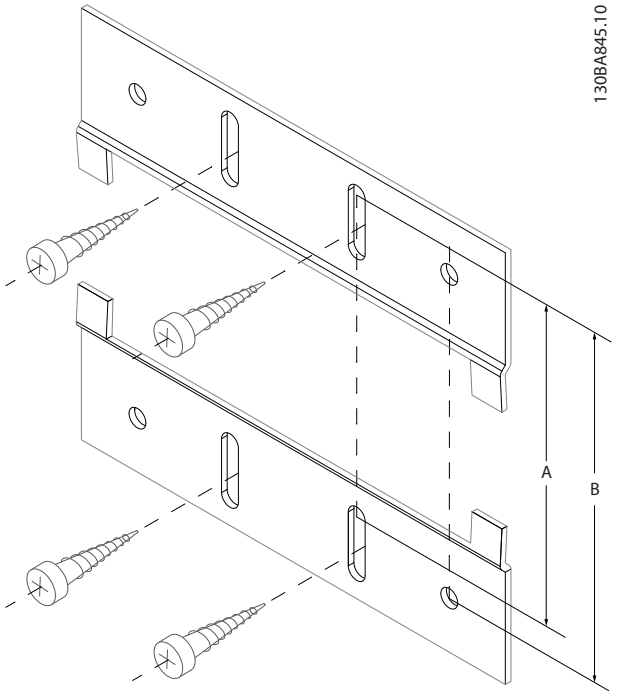


Ilustração 3.40 Suporte Superior

Consulte as dimensões em *Tabela 3.21*.

Tamanho do Gabinete Metálico	IP	A [mm]	B [mm]	Código de compra
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tabela 3.21 Detalhes dos Quadros de Montagem

3.9 Interface Serial RS485

3.9.1 Visão Geral

RS485 é uma interface de barramento de par de fios, compatível com topologia de rede de perdas múltiplas. Nós podem ser conectados como bus ou através de uma queda de cabos de uma linha tronco comum. Um total de 32 nós podem ser conectados a um segmento de rede. Repetidores dividem segmentos de rede, consulte *Ilustração 3.41*.

AVISO!

Cada repetidor funciona como um nó dentro do segmento em que está instalado. Cada nó conectado em uma rede específica deve ter um endereço do nó exclusivo em todos os segmentos.

Cada segmento deve estar com terminação em ambas as extremidades; para isso use o interruptor de terminação (S801) dos conversores de frequência ou um banco de resistores de terminação polarizado. Use sempre par trançado blindado (STP) para cabeamento de barramento e siga boas práticas de instalação comuns.

A conexão do terra de baixa impedância da malha de blindagem em cada nó é muito importante, inclusive em altas frequências. Assim, conecte uma superfície grande da blindagem ao aterramento, por exemplo, com uma braçadeira de cabo ou uma bucha de cabo condutiva. É possível que seja necessário aplicar cabos equalizadores de potencial para manter o mesmo potencial de aterramento ao longo da rede de comunicação, particularmente em instalações com cabos longos.
Para prevenir descasamento de impedância, use sempre o mesmo tipo de cabo ao longo da rede inteira. Ao conectar um motor a um conversor de frequência, use sempre um cabo de motor que seja blindado.

Comprimento	Par trançado blindado (STP)
Impedância [Ω]	120
Comprimento de cabo [m]	Máximo 1200 (incluindo drop lines) Máximo 500 de estação a estação

Tabela 3.22 Especificações de Cabo

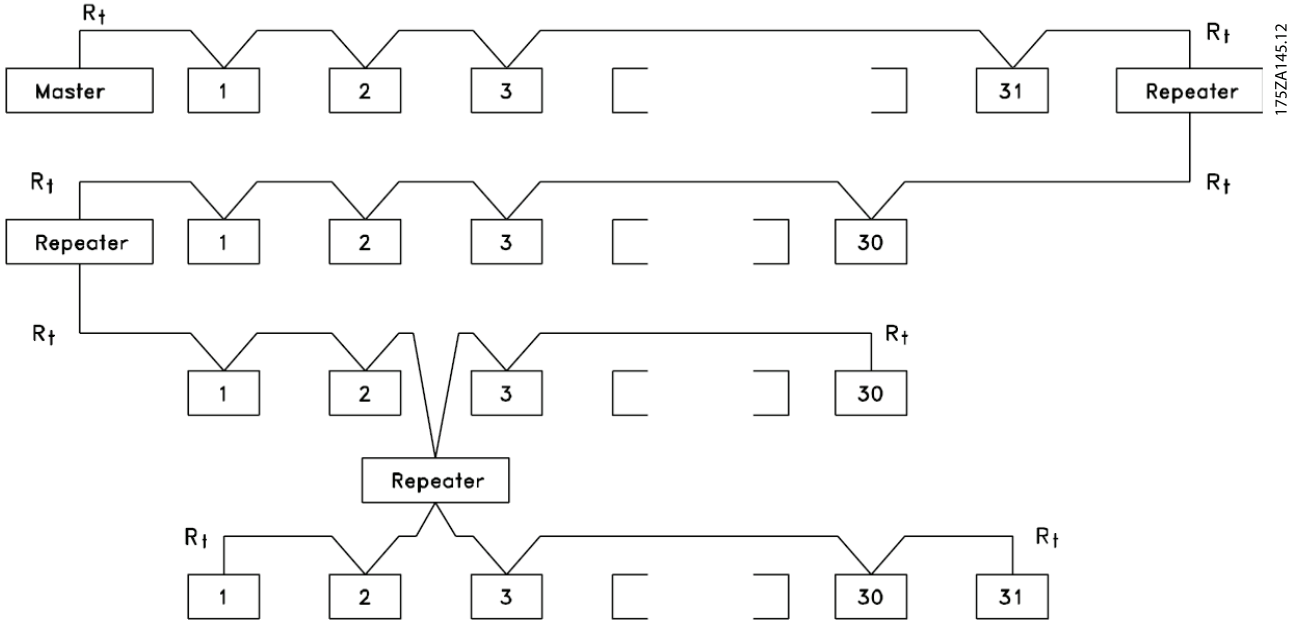
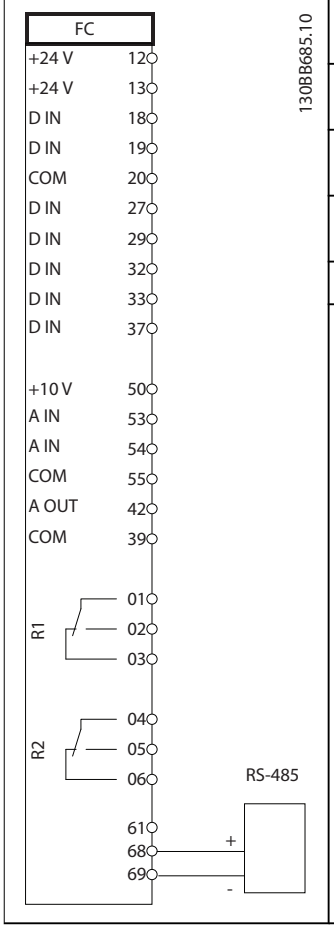


Ilustração 3.41 Interface do Barramento da RS485



	Parâmetros
Função	**Configuração**
Parâmetro 8-30 Protocolo	FC*
Parâmetro 8-31 Endereço	1*
Parâmetro 8-32 Baud Rate	9600*
* = Valor padrão	
Notas/comentários: Selecione protocolo, endereço e baud rate nos parâmetros mencionados acima. D na 37 é opcional.	

Tabela 3.23 Conexão de Rede da RS-485

3.9.2 Conexão de Rede

Um ou mais conversores de frequência podem ser conectados a um controle (ou mestre) usando a interface padronizada RS485. O terminal 68 é conectado ao sinal P (TX+, RX+), enquanto que o terminal 69 é conectado ao sinal N (TX-,RX-). Ver desenhos em *capétulo 3.6.1 Esquemático de fiação*.

Se houver mais de um conversor de frequência conectado a um determinado mestre, use conexões paralelas.

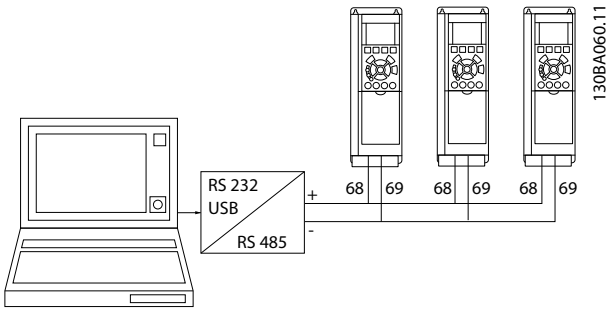


Ilustração 3.42 Conexões Paralelas

Para evitar correntes de equalização potencial na tela, fio de acordo com *Ilustração 3.24*.

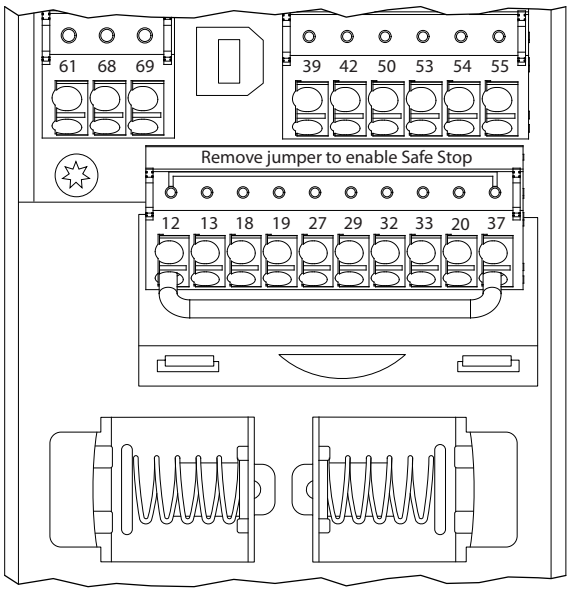


Ilustração 3.43 Terminais do cartão de controle

3.9.3 Terminação do Bus Serial da RS485

Faça a terminação do barramento da RS485 usando uma rede de resistor nas duas extremidades. Para essa finalidade, ajuste o interruptor S801 no cartão de controle para Ligado.

Programe o protocolo de comunicação para *parâmetro 8-30 Protocolo*.

3.9.4 Cuidados com EMC

As seguintes precauções com EMC são recomendadas para obter operação da rede RS485 isenta de interferências.

Observe os regulamentos locais e nacionais relevantes, por exemplo, com relação à conexão do ponto de aterramento de proteção. Mantenha o cabo de comunicação da RS485 distante dos cabos de motor e do resistor do freio para evitar acoplamento do ruído de alta frequência de um cabo para outro. Normalmente uma distância de 200 mm (8 polegadas) é suficiente, mas é recomendável manter a maior distância possível entre os cabos, principalmente se forem instalados em paralelo ao longo de grandes distâncias. Se o cruzamento for inevitável, o cabo da RS485 deve cruzar com os cabos de motor em um ângulo de 90°.

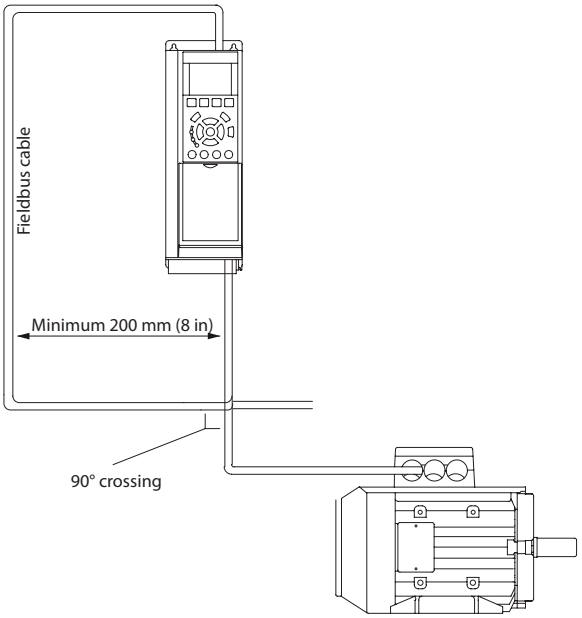


Ilustração 3.44 Estendendo Cabos

3.9.5 Visão Geral do Protocolo Danfoss FC

O Protocolo Danfoss FC, também conhecido como Bus do FC ou Bus padrão, é o Danfoss fieldbus padrão. Ele define uma técnica de acesso, de acordo com o princípio mestre/escravo para comunicações via fieldbus.
Um mestre e o máximo de 126 escravos podem ser conectados ao barramento. O mestre seleciona os escravos individuais por meio de um caractere de endereço no telegrama. Um escravo por si só nunca pode transmitir sem que primeiramente seja solicitado a fazê-lo e não é permitido que um escravo transfira a mensagem para outro escravo. A comunicação ocorre no modo Half duplex. A função do mestre não pode ser transferida para outro nó (sistema de mestre único).

A camada física é a RS485, usando, assim a porta da RS485 integrada ao conversor de frequência. O Protocolo Danfoss FC suporta diferentes formatos de telegrama:

- Um formato curto de 8 bytes para dados de processo.
- Um formato longo de 16 bytes que também inclui um canal de parâmetro.
- Um formato usado para textos.

3.9.6 Configuração de Rede

Para ativar o Protocolo Danfoss FC do conversor de frequência, programe os seguintes parâmetros:

Número do parâmetro	Configuração
Parâmetro 8-30 Protocolo	FC
Parâmetro 8-31 Endereço	1–126
Parâmetro 8-32 Baud Rate	2400–115200
Parâmetro 8-33 Bits de Paridade / Parada	Paridade par, 1 bit de parada (padrão)

Tabela 3.24 Parâmetros do Protocolo Danfoss FC

3.9.7 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Protocolo Danfoss FC

3.9.7.1 Conteúdo de um Caractere (byte)

Cada caractere transferido começa com um bit de início. Em seguida, são transmitidos 8 bits de dados, que correspondem a um byte. Cada caractere é protegido por um bit de paridade. Esse bit é definido para 1 ao atingir a paridade. Paridade é quando houver um número igual de 1s nos 8 bits de dados e no bit de paridade no total. Um bit de parada completa um caractere, assim é composto por 11 bits no total.

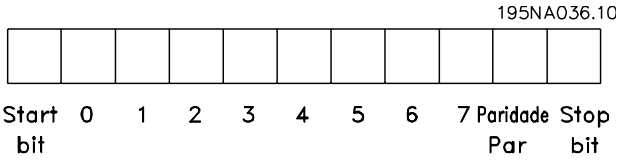


Ilustração 3.45 Conteúdo de um Caractere

3.9.7.2 Estrutura do Telegrama

Cada telegrama tem a seguinte estrutura:

- Caractere de partida (STX)=02 hex.
- Um byte representando o comprimento do telegrama (LGE).
- Um byte representando o endereço do conversor de frequência (ADR).

Seguem inúmeros bytes de dados (variável, dependendo do tipo de telegrama).

Um byte de controle dos dados (BCC) completa o telegrama.

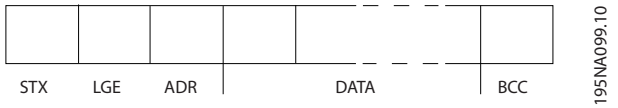


Ilustração 3.46 Estrutura do Telegrama

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.9.7.3 Comprimento do Telegrama (LGE)

O comprimento do telegrama é o número de bytes de dados, mais o byte de endereço ADR e o byte de controle dos dados BCC.

4 bytes de dados	LGE=4+1+1=6 bytes
12 bytes de dados	LGE=12+1+1=14 bytes
Telegramas contendo textos	10[1)]+n bytes

Tabela 3.25 Comprimento dos telegramas

1) 10 representa os caracteres fixos, enquanto n é variável (depende do comprimento do texto).

3.9.7.4 Endereço (ADR) do conversor de frequência.

São usados dois formatos de endereço diferentes.
A faixa de endereços do conversor de frequência é 1-31 ou 1-126.

- Formato de endereço 1-31
  - Bit 7=0 (formato de endereço 1-31 ativo).
  - Bit 6 não é usado.
  - Bit 5=1: Broadcast, bits de endereço (0-4) não são usados.
  - Bit 5=0: Sem Broadcast.
  - Bit 0-4=endereço do conversor de frequência 1-31.
- Formato de endereço 1-126
  - Bit 7=1 (formato de endereço 1–126 ativo).
  - Bit 0-6=endereço do conversor de frequência 1-126.
  - Bit 0–6 =0 Broadcast.

O escravo envia o byte de endereço de volta, sem alteração, no telegrama de resposta ao mestre.

3.9.7.5 Byte de Controle dos Dados (BCC)

O checksum é calculado como uma função lógica XOR (OU exclusivo). Antes de o primeiro byte do telegrama ser recebido, o CheckSum calculado é 0.

3.9.7.6 O Campo de Dados

A estrutura dos blocos de dados depende do tipo de telegrama. Há três tipos de telegramas e o tipo aplica-se tanto aos telegramas de controle (mestre⇒escravo) quanto aos telegramas de resposta (escravo⇒mestre).

3

Os 3 tipos de telegrama são:

Bloco de processo (PCD)
O PCD é composto por um bloco de dados de 4 bytes (2 palavras) e contém:

- Control word e valor de referência (do mestre para o escravo).
- Status word e a frequência de saída atual (do escravo para o mestre).

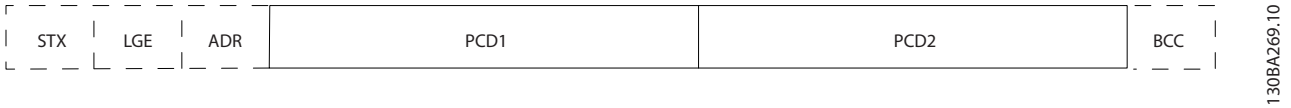


Ilustração 3.47 Bloco de Processo

Bloco de parâmetro
Bloco de parâmetros, usado para transmitir parâmetros entre mestre e escravo. O bloco de dados é composto de 12 bytes (6 words) e também contém o bloco de processo.

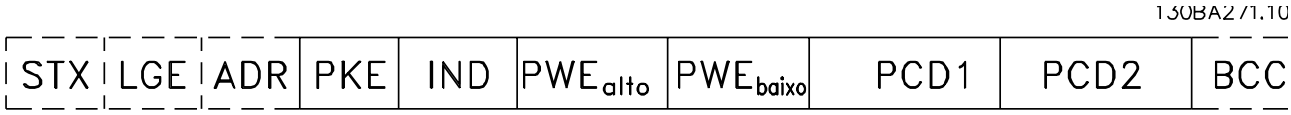


Ilustração 3.48 Bloco de parâmetro

Bloco de texto
O bloco de texto é usado para ler ou gravar textos, via bloco de dados.

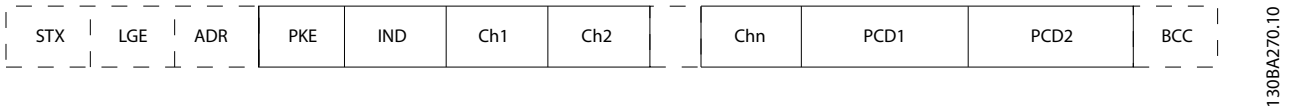


Ilustração 3.49 Bloco de texto

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.9.7.7 O Campo PKE

O campo PKE contém dois subcampos:

- Comando de parâmetro e resposta AK.
- Número do parâmetro PNU.

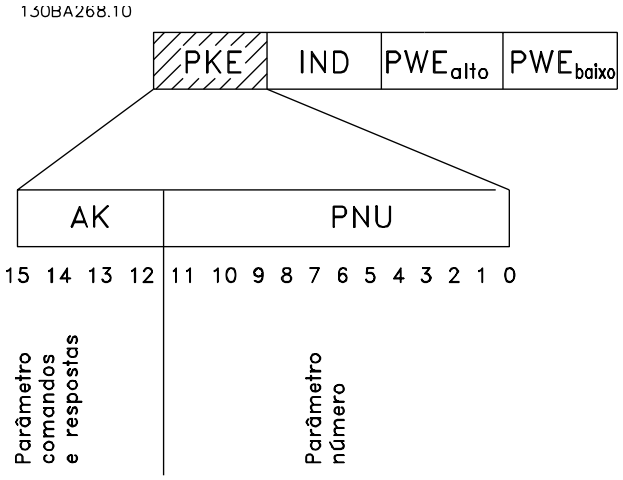


Ilustração 3.50 Campo PKE

Os números de bits 12-15 transferem comandos de parâmetro do mestre para o escravo e retornam respostas do escravo processadas para o mestre.

Número de bits				Comando de parâmetro
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sem comando.
0	0	0	1	Ler valor do parâmetro.
0	0	1	0	Gravar valor do parâmetro na RAM (word).
0	0	1	1	Gravar valor do parâmetro na RAM (word dupla).
1	1	0	1	Gravar valor do parâmetro na RAM e na EEPROM (word dupla).
1	1	1	0	Gravar valor do parâmetro na RAM e na EEPROM (word).
1	1	1	1	Ler/gravar texto.

Tabela 3.26 Comandos de Parâmetro Mestre⇒Escravo

Número de bits				Resposta
15	14	13	12	
0	0	0	0	Nenhuma resposta.
0	0	0	1	Valor de parâmetro transferido (word).
0	0	1	0	Valor do parâmetro transferido (word dupla).
0	1	1	1	O comando não pode ser executado.
1	1	1	1	texto transferido.

Tabela 3.27 Resposta do Escravo⇒Mestre

Se o comando não puder ser executado, o escravo envia esta resposta:
0111 O comando não pode ser executado
- e emite um relatório de falha (ver *Tabela 3.28*) no valor do parâmetro (PWE):

PWE baixo (Hex)	Relatório de falha
0	O número do parâmetro usado não existe.
1	Não há nenhum acesso de gravação para o parâmetro definido.
2	O valor dos dados ultrapassa os limites do parâmetro.
3	O sub-índice usado não existe.
4	O parâmetro não é do tipo matriz
5	O tipo de dados não corresponde ao parâmetro definido
11	A alteração de dados no parâmetro definido não é possível no modo atual do conversor de frequência. Determinados parâmetros podem ser alterados somente quando o motor estiver desligado.
82	Não há acesso ao bus para o parâmetro definido.
83	A alteração de dados não é possível porque a programação de fábrica está selecionada

Tabela 3.28 Relatório de falha do valor do parâmetro

3.9.7.8 Número do Parâmetro (PNU)

Os bits 0-11 transferem números de parâmetro. A função do parâmetro importante é definida na descrição do parâmetro no *guia de programação*.

3.9.7.9 Índice (IND)

O índice é usado em conjunto com o número do parâmetro, para parâmetros de acesso de leitura/gravação com um índice, por exemplo, *parâmetro 15-30 Log Alarme: Cód Falha*. O índice é formado por 2 bytes, um byte baixo e um alto.

Somente o byte baixo é usado como índice.

3.9.7.10 Valor do Parâmetro (PWE)

O bloco de valor de parâmetro consiste em 2 words (4 bytes) e o seu valor depende do comando definido (AK). Se o mestre solicita um valor de parâmetro quando o bloco PWE não contiver nenhum valor. Para alterar um valor de parâmetro (gravar), grave o novo valor no bloco PWE e envie-o do mestre para o escravo.

Se um escravo responder a uma solicitação de parâmetro (comando de leitura), o valor do parâmetro atual no bloco PWE é transferido e devolvido ao mestre. Se um parâmetro não contiver um valor numérico, mas várias opções de dados, por exemplo, *parâmetro 0-01 Idioma* em que [0] é Inglês e [4] é Dinamarquês, selecione o valor de dados digitando o valor no bloco PWE. Através da comunicação serial somente é possível ler parâmetros com tipo de dados 9 (sequência de texto).

3

Parâmetro 15-40 Tipo do FC a *parâmetro 15-53 Nº. Série Cartão de Potência* contêm o tipo de dados 9.
Por exemplo, pode-se ler a potência da unidade e a faixa de tensão de rede elétrica no par. *parâmetro 15-40 Tipo do FC*. Quando uma sequência de texto é transferida (lida), o comprimento do telegrama é variável, porque os textos têm comprimentos diferentes. O comprimento do telegrama é definido no segundo byte do telegrama, LGE. Ao usar a transferência de texto, o caractere do índice indica se o comando é de leitura ou gravação. Para ler um texto via bloco PWE, programe o comando do parâmetro (AK) para F hex. O byte alto do caractere do índice deve ser 4. Alguns parâmetros contêm textos que podem ser gravados por meio do fieldbus. Para gravar um texto via bloco PWE, defina o comando do parâmetro (AK) para hex F. O byte alto dos caracteres do índice deve ser 5.

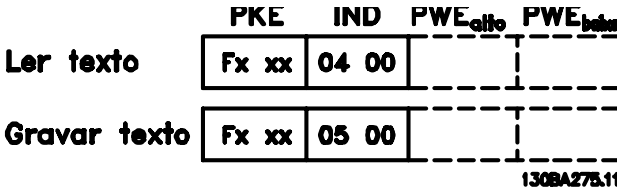


Ilustração 3.51 Texto via bloco PWE

3.9.7.11 Tipos de Dados Suportados

Sem designação significa que não há sinal de operação no telegrama.

Tipos de dados	Descrição
3	Nº inteiro 16
4	Nº inteiro 32
5	8 sem designação
6	16 sem designação
7	32 sem designação
9	String de texto
10	String de byte
13	Diferença de tempo
33	Reservado
35	Sequência de bits

Tabela 3.29 Tipos de Dados Suportados

3.9.7.12 Conversão

Os diversos atributos de cada parâmetro são exibidos em configuração de fábrica. Os valores de parâmetro são transferidos somente como números inteiros. Os fatores de conversão são, portanto, usados para transferir decimais.

Parâmetro 4-12 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [Hz] tem um fator de conversão de 0,1. Para predefinir a frequência mínima em 10 Hz, deve-se transferir o valor 100. Um fator de conversão 0,1 significa que o valor transferido é multiplicado por 0,1. Portanto, o valor 100 será lido como 10,0.

Exemplos:
0 s⇒índice de conversão 0
0,00 s⇒índice de conversão -2
0 ms⇒índice de conversão -3
0,00 ms⇒índice de conversão -5

3.9.7.13 Words do Processo (PCD)

O bloco de words de processo está dividido em dois blocos de 16 bits, que sempre ocorrem na sequência definida.

PCD 1	PCD 2
Telegrama de controle (mestre⇒control word do escravo)	Valor de referência
Status word do telegrama de controle (escravo⇒mestre)	Frequência de saída atual

Tabela 3.30 Words do Processo (PCD)

3.9.8 Exemplos de Protocolo Danfoss FC

3.9.8.1 Gravando um Valor de Parâmetro

Mude o par. *parâmetro 4-14 Lim. Superior da Veloc do Motor [Hz]* para 100 Hz.
Grave os dados na EEPROM.

PKE = E19E hex - Gravar word única em *parâmetro 4-14 Lim. Superior da Veloc do Motor [Hz]*:
IND=0000 hex
PWEHIGH=0000 hex
PWELOW=03E8 hex - Valor de dados 1000, correspondendo a 100 Hz, ver *capétulo 3.9.7.12 Conversão*.

O telegrama terá a seguinte aparência:

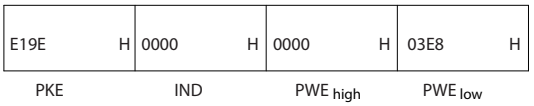


Ilustração 3.52 Grave Dados na EEPROM

AVISO!

***Parâmetro 4-14 Lim. Superior da Veloc do Motor [Hz]* é uma palavra única e o comando do parâmetro para gravar na EEPROM é E. O número de parâmetro *4-14* é 19E em hexadecimal.**

A resposta do escravo para o mestre será:

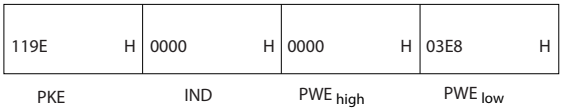


Ilustração 3.53 Resposta do Escravo

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.9.8.2 Lendo um Valor de Parâmetro

Ler o valor em *parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1*.

PKE = 1155 Hex - Ler o valor do parâmetro em *parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1*.
IND=0000 hex
PWEHIGH=0000 hex
PWELOW=0000 hex

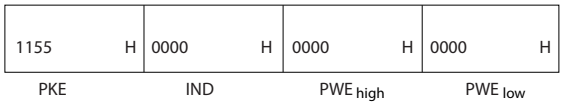


Ilustração 3.54 Parameter Value (Valor do parâmetro)

Se o valor em *parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1* for 10 s, a resposta do escravo para o mestre é

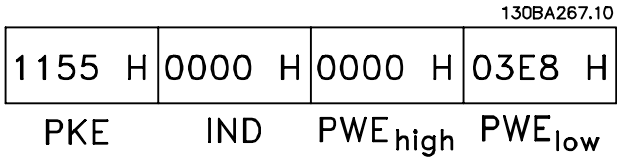


Ilustração 3.55 Resposta do Escravo

Hex 3E8 corresponde ao decimal 1000. O índice de conversão de y*parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1* é -2, ou seja, 0,01.
Parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1 é do tipo *32 sem designação*.

3.9.9 Protocolo do Modbus RTU

3.9.9.1 Premissas

Danfoss supõe que o controlador instalado suporta as interfaces neste manual e observa rigidamente todos os requisitos e limitações estipulados no controlador e no conversor de frequência.

O Modbus RTU (Unidade de Terminal Remoto) integrado foi projetado para comunicar com qualquer controlador que suportar as interfaces definidas neste manual. É suposto que o usuário tem conhecimento pleno das capacidades bem como das limitações do controlador.

3.9.9.2 Visão Geral do Modbus RTU

Independentemente do tipo de rede física de comunicação, a visão geral do Modbus RTU descreve o processo usado por um controlador para solicitar acesso a outro dispositivo. Esse processo inclui como o Modbus RTU responde às solicitações de outro dispositivo e como erros são detectados e relatados. O documento também estabelece um formato comum para o leiaute e para o conteúdo dos campos de mensagem.
Durante a comunicação por uma rede Modbus RTU, o protocolo:

- Determina como cada controlador aprende seu endereço de dispositivo.
- Reconhece uma mensagem endereçada a ele.
- Determina quais ações tomar.
- Extrai quaisquer dados ou outras informações contidas na mensagem.

Se uma resposta for solicitada, o controlador constrói a mensagem de resposta e a envia.
Os controladores comunicam-se usando uma técnica mestre/escravo em que somente o mestre pode iniciar transações (denominadas consultas). Os escravos respondem fornecendo os dados solicitados ao mestre ou executando a ação solicitada na consulta.
O mestre pode endereçar escravos individuais ou pode iniciar uma mensagem de broadcast a todos os escravos. Os escravos devolvem uma resposta às consultas endereçadas a eles individualmente. Nenhuma resposta é devolvida às solicitações de broadcast do mestre. O protocolo do Modbus RTU estabelece o formato para a consulta do mestre fornecendo:

- O endereço do dispositivo (ou broadcast).
- Um código da função definindo a ação solicitada.
- Quaisquer dados a serem enviados.
- Um campo de verificação de erro.

A mensagem de resposta do escravo também é elaborada usando o protocolo do Modbus. Ela contém campos que confirmam a ação tomada, quaisquer tipos de dados a serem devolvidos e um campo de verificação de erro. Se ocorrer um erro na recepção da mensagem ou se o escravo for incapaz de executar a ação solicitada, o escravo retorna uma mensagem de erro. Alternativamente, ocorre um timeout.

3.9.9.3 Conversor de Frequência com Modbus RTU

O conversor de frequência comunica-se no formado do Modbus RTU através da interface RS485 integrada. O Modbus RTU fornece o acesso à control word e à referência de bus do conversor de frequência.

A control word permite ao Modbus mestre controlar diversas funções importantes do conversor de frequência:

- Partida
- É possível parar o conversor de frequência por diversos meios:
  - Parada por inércia
  - Parada rápida

- Parada por freio CC
- Parada (de rampa) normal

- Reset após um desarme por falha
- Operação em diversas velocidades predefinidas
- Funcionamento em reversão
- Alterar a configuração ativa
- Controlar o relé integrado do conversor de frequência

A referência de bus é comumente usada para controle da velocidade. Também é possível acessar os parâmetros, ler seus valores e quando possível, inserir valores. Isto permite uma variedade de opções de controle, inclusive controlar o setpoint do conversor de frequência quando o seu controlador PI interno for utilizado.

3.9.9.4 Configuração de Rede

Para ativar o Modbus RTU no conversor de frequência, programe os seguintes parâmetros:

Parâmetro	Configuração
Parâmetro 8-30 Protocolo	Modbus RTU
Parâmetro 8-31 Endereço	1–247
Parâmetro 8-32 Baud Rate	2400–115200
Parâmetro 8-33 Bits de Paridade / Parada	Paridade par, 1 bit de parada (padrão)

Tabela 3.31 Parâmetros do Modbus RTU

3.9.10 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Modbus RTU

3.9.10.1 Conversor de Frequência com Modbus RTU

Os controladores são configurados para se comunicar na rede do Modbus usando o modo RTU com cada byte em uma mensagem que contém dois caracteres hexadecimais de 4 bits. O formato de cada byte é mostrado em *Tabela 3.32*.

Start bit	Byte de dados								Parada / paridade	Parada

Tabela 3.32 O formato de cada byte

Sistema de codificação	Binário de 8 bits, hexadecimal 0–9, A–F. Dois caracteres hexadecimais contidos em cada campo de 8 bits da mensagem.
Bits por byte	1 bit de partida. 8 bits de dados, o bit menos significativo é enviado primeiro; 1 bit para paridade par/ímpar; nenhum bit para sem paridade. 1 bit de parada se for usada a paridade; 2 bits se for sem paridade.
Campo de verificação de erro	Verificação de redundância cíclica (CRC).

3.9.10.2 Estrutura do telegrama do Modbus RTU

O dispositivo de transmissão coloca uma mensagem do Modbus RTU em um quadro, com um ponto de início e outro de término conhecidos. Isto permite aos dispositivos de recepção começar no inicio da mensagem, ler a porção do endereço, determinar qual dispositivo está sendo endereçado (ou todos os dispositivos, se a mensagem for do tipo broadcast) e a reconhecer quando a mensagem for completada. As mensagens parciais são detectadas e os erros programados, em consequência. Os caracteres para transmissão devem estar no formato hexadecimal de 00 a FF, em cada campo. O conversor de frequência monitora continuamente o barramento da rede, inclusive durante os intervalos silenciosos. Quando o primeiro campo (o campo de endereço) é recebido, cada conversor de frequência ou dispositivo decodifica esse campo, para determinar qual dispositivo está sendo endereçado. As mensagens do Modbus RTU, endereçadas como zero, são mensagens de broadcast. Não é permitida nenhuma resposta para mensagens de broadcast. Um quadro de mensagem típico é mostrado em *Tabela 3.33*.

Partida	Endereço	Função	Dados	Verificação de CRC	Final da Acel.
T1-T2-T3--T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3--T4

Tabela 3.33 Estrutura do Telegrama Típica do Modbus RTU

3.9.10.3 Campo Partida/Parada

As mensagens iniciam com um período de silêncio com intervalos de no mínimo 3,5 caracteres. Isso é implementado como um múltiplo de intervalos de caractere, na baud rate da rede selecionada (mostrado como Início T1-T2-T3-T4). O primeiro campo a ser transmitido é o endereço do dispositivo. Após a transmissão do último caractere, um período semelhante de intervalos de no mínimo 3,5 caracteres marca o fim da mensagem. Após este período, pode-se começar uma mensagem nova. O quadro completo da mensagem deve ser transmitido como um fluxo contínuo. Se ocorrer um período de silêncio com intervalos maiores que 1,5

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

caracteres antes de completar o quadro, o dispositivo receptor livra-se da mensagem incompleta e assume que o byte seguinte é um campo de endereço de uma nova mensagem. De forma semelhante, se uma nova mensagem começar antes de intervalos de 3,5 caracteres após uma mensagem anterior, o dispositivo receptor o considera uma continuação da mensagem anterior. Isso causa timeout (nenhuma resposta do escravo), uma vez que o valor no fim do campo de CRC não é válido para as mensagens combinadas.

3.9.10.4 Campo de Endereço

O campo de endereço de um quadro de mensagem contém 8 bits. Os endereços de dispositivos escravo válidos estão na faixa de 0–247 decimal. Aos dispositivos escravos individuais são designados endereços na faixa de 1-247. (0 é reservado para o modo broadcast, que todos os escravos reconhecem.) Um mestre endereça um escravo colocando o endereço do escravo no campo de endereço da mensagem. Quando o escravo envia a sua resposta, ele insere o seu próprio endereço neste campo de endereço para que o mestre identifique qual escravo está respondendo.

3.9.10.5 Campo da Função

O campo da função de um quadro de mensagem contém 8 bits. Os códigos válidos estão na faixa de 1-FF. Os campos de função são usados para enviar mensagens entre o mestre e o escravo. Quando uma mensagem é enviada de um mestre para um dispositivo escravo, o campo do código da função informa ao escravo a ação a ser executada. Quando o escravo responde ao mestre, usa o campo do código da função para indicar uma resposta normal (sem erros) ou informar que ocorreu um erro (chamados de resposta de exceção). Para uma resposta normal, o escravo simplesmente retorna o código de função original. Para uma resposta de exceção, o escravo retorna um código que é equivalente ao código da função original com o bit mais significativo programado para 1 lógico. Além disso, o escravo insere um código único no campo dos dados da mensagem- reposta. Esse código informa ao mestre qual erro ocorreu ou o motivo da exceção. Consulte também *capétulo 3.9.10.10 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU* e *capétulo 3.9.10.11 Códigos de Exceção do Modbus*.

3.9.10.6 Campo dos Dados

O campo dos dados é construído usando conjuntos de dois dígitos hexadecimais, na faixa de 00-FF hexadecimal. Estes são constituídos de um caractere RTU. O campo de dados das mensagens enviadas de um mestre para um dispositivo escravo contém informações complementares que o escravo deve usar para realizar a ação definida pelo código da função. Isto pode incluir itens como uma bobina ou endereços de registradores, a quantidade de itens a ser manuseada e a contagem dos bytes de dados reais no campo.

3.9.10.7 Campo de Verificação de CRC

As mensagens incluem um campo de verificação de erro que opera com base em um método de verificação de redundância cíclica (CRC). O campo de CRC verifica o conteúdo da mensagem inteira. Ele é aplicado independentemente de qualquer método de verificação de paridade usado pelos caracteres individuais da mensagem. O dispositivo de transmissão calcula o valor do CRC e insere o CRC como o último campo na mensagem. O dispositivo receptor recalcula um CRC, durante a recepção da mensagem, e compara o valor calculado com o valor real recebido no campo da CRC. Se os dois valores forem diferentes, ocorrerá timeout do bus. O campo de verificação de erro contém um valor binário de 16 bits implementado como dois bytes de 8 bits. Quando isso é feito, o byte de ordem baixa do campo é inserido primeiro, seguido pelo byte de ordem alta. O byte de ordem alta da CRC é o último byte enviado na mensagem.

3.9.10.8 Endereçamento do Registrador da Bobina

No Modbus, todos os dados estão organizados em bobinas e registradores de retenção. As bobinas retêm um único bit, enquanto que os registradores de retenção retêm uma palavra de 2 bytes (16 bits). Todos os endereços de dados, em mensagens do Modbus, são referenciadas em zero. A primeira ocorrência de um item de dados é endereçada como item número 0. Por exemplo: A bobina conhecida como *bobina 1* em um controlador programável é endereçada como o campo de endereço de dados de uma mensagem do Modbus. A *bobina decimal 127* é endereçada como *bobina 007EHEX (126 decimal)*.
O *registrador de retenção 40001* é endereçado como *registrador 0000* no campo de endereço de dados da mensagem. O campo do código da função já especifica uma operação de registrador de retenção. Portanto, a referência 4XXXX fica implícita. O r*egistrador de retenção 40108* é endereçado como *registrador 006BHEX* (decimal 107).

3

Número da bobina	Descrição	Direção do sinal
1–16	Control word do conversor de frequência.	Mestre para escravo
17–32	Velocidade do conversor de frequência ou faixa de referência do setpoint de 0x0–0xFFFF (-200% ... ~200%).	Mestre para escravo
33–48	Status word do conversor de frequência (consulte *Tabela 3.36*).	Escravo para mestre
49–64	Modo malha aberta: Frequência de saída do conversor de frequência. Modo malha fechada: Sinal de feedback do conversor de frequência.	Escravo para mestre
65	Controle de gravação de parâmetro (mestre para escravo).	Mestre para escravo
	0 = As alterações de parâmetros são gravadas na RAM do conversor de frequência.	
	1 = As alterações de parâmetros são gravadas na RAM e EEPROM do conversor de frequência.	
66–65536	Reservado.	

Tabela 3.34 Descrições da bobina

Bobina	0	1
01	Referência predefinida lsb	
02	Referência predefinida msb	
03	Freio CC	S/ freio CC
04	Parada por inércia	S/ parada por inércia
05	Parada rápida	S/ parada rápida
06	Congelar frequência	S/ congelar frequência
07	Parada de rampa	Partida
08	Sem reset	Reinicializar
09	Sem jog	Jog
10	Rampa 1	Rampa 2
11	Dados inválidos	Dados válidos
12	Relé 1 desligado	Relé 1 ligado
13	Relé 2 desligado	Relé 2 ligado
14	LSB do Setup	
15	MSB do Setup	
16	Sem reversão	Reversão

Tabela 3.35 Control word do conversor de frequência (Perfil do FC)

Bobina	0	1
33	Controle não pronto	Controle pronto
34	O conversor de frequência não está pronto para funcionar.	O conversor de frequência está pronto
35	Parada por inércia	Segurança fechada
36	Sem alarme	Alarme
37	Não usado	Não usado
38	Não usado	Não usado
39	Não usado	Não usado
40	Sem advertência	Advertência
41	Não na referência	Na referência
42	Modo manual	Modo Automático
43	Fora da faixa de frequência	Na faixa de frequência
44	Parado	Em funcionamento
45	Não usado	Não usado
46	Sem advertência de tensão	Advertência de tensão
47	Não no limite de corrente	Limite de Corrente
48	Sem advertência térmica	Advertência térmica

Tabela 3.36 Status word do conversor de frequência (Perfil do FC)

Nº do Registrador	Descrição
00001–00006	Reservado
00007	Código do último erro de uma interface do objeto de dados do Conversor de Frequência
00008	Reservado
00009	Índice de parâmetro[1)]
00010–00990	Grupo do parâmetro 000 (parâmetros 0-01 a 0-99)
01000–01990	Grupo do parâmetro 100 (parâmetros 1-00 a 1-99)
02000–02990	Grupo do parâmetro 200 (parâmetros 2-00 a 2-99)
03000–03990	Grupo do parâmetro 300 (parâmetros 3-00 a 3-99)
04000–04990	Grupo do parâmetro 400 (parâmetros 4-00 a 4-99)
...	...
49000–49990	Grupo do parâmetro 4900 (parâmetros 49-00 a 49-99)
50000	Dados de entrada: Registrador da control word do conversor de frequência (CTW).
50010	Dados de entrada: Registrador da referência do bus (REF).
...	...
50200	Dados de saída: Registrador da status word do conversor de frequência (STW).
50210	Dados de saída: Registrador do valor real principal do conversor de frequência (MAV).

Tabela 3.37 Registradores de Retenção

1) usado para especificar o número de índice a ser usado ao acessar um parâmetro indexado.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.9.10.9 Como controlar o Conversor de Frequência

Os códigos disponível para uso nos campos de função e de dados de uma mensagem do Modbus RTU estão listados em *capétulo 3.9.10.10 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU* e *capétulo 3.9.10.11 Códigos de Exceção do Modbus*.

3.9.10.10 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU

O Modbus RTU suporta o uso dos códigos de função (ver *Tabela 3.38*) no campo de função de uma mensagem.

Função	Código da função (hex)
Ler bobinas	1
Ler registradores de retenção	3
Gravar bobina única	5
Gravar registrador único	6
Gravar bobinas múltiplas	F
Gravar registradores múltiplos	10
Obter comunicação do contador de eventos	B
Relatar ID do escravo	11

Tabela 3.38 Códigos de Função

Função	Código da Função	Código de subfunção	Subfunção
Diagnósticos	8	1	Reiniciar a comunicação
		2	Retornar registrador de diagnósticos
		10	Limpar contadores e registrador de diagnósticos
		11	Retornar contador de mensagem do bus
		12	Retornar contador de erros de comunicação do bus
		13	Retornar contador de erros do escravo
		14	Retornar contador de mensagem do escravo

Tabela 3.39 Códigos de função e subfunção

3.9.10.11 Códigos de Exceção do Modbus

Para obter uma explicação completa da estrutura de uma resposta do código de exceção, consulte *capétulo 3.9.10.5 Campo da Função*.

Código	Nome	Significado
1	Função inválida	O código de função recebido na consulta não é uma ação permitida para o servidor (ou escravo). Isso pode ser porque o código de função é aplicável somente em dispositivos mais recentes e ainda não foi implementado na unidade selecionada. Isso também pode indicar que o servidor (ou escravo) está no estado incorreto para processar um pedido desse tipo, por exemplo, em virtude de não estar configurado e por estar sendo requisitado a retornar valores de registro.
2	Endereço de dados inválido	O endereço dos dados recebido na consulta não é um endereço permitido para o servidor (ou escravo). Mais especificamente, a combinação do número de referência e o comprimento de transferência não é válido. Para um controlador com 100 registradores, um pedido com offset 96 e comprimento 4 teria êxito, um pedido com offset 96 e comprimento 5 gera exceção 02.
3	Valor de dados inválido	Um valor contido no campo de dados da consulta não é um valor permitido para o servidor (ou escravo). Isso indica uma falha na estrutura do restante de um pedido complexo, como o do comprimento implícito estar incorreto. NÃO significa especificamente que um item de dados submetido para armazenagem em um registrador apresenta um valor fora da expectativa do programa de aplicação, uma vez que o protocolo do Modbus não está ciente do significado de qualquer valor particular de qualquer registrador particular.
4	Falha do dispositivo escravo	Ocorreu um erro irrecuperável enquanto o servidor (ou escravo) tentava executar a ação requisitada.

Tabela 3.40 Códigos de Exceção do Modbus

3.9.11 Acesso a Parâmetros

3.9.11.1 Tratamento de Parâmetros

O PNU (número de parâmetro) é traduzido do endereço de registrador contido na mensagem de leitura ou gravação do Modbus. O número de parâmetro é convertido para o Modbus como (10 x número do parâmetro) decimal. Exemplo: Leitura *parâmetro 3-12 Catch up/slow Down Value* (16 bits): O registrador de retenção 3120 mantém o valor dos parâmetros. Um valor de 1352 (Decimal) significa que o parâmetro está programado para 12,52%

3

Leitura *parâmetro 3-14 Referência Relativa Pré-definida* (32 bits): Os registradores de retenção 3410 e 3411 mantêm o valor do parâmetro. Um valor de 11300 (decimal) significa que o parâmetro está programado para 1113.00.

Para obter informações sobre os parâmetros, tamanho e índice de conversão, consulte o *guia de programação*.

3.9.11.2 Armazenagem de Dados

A bobina 65 decimal determina se os dados gravados no conversor de frequência são armazenados na EEPROM e RAM (bobina 65=1) ou somente na RAM (bobina 65=0).

3.9.11.3 IND (Índice)

Alguns parâmetros do conversor de frequência são parâmetros de matriz, por exemplo *parâmetro 3-10 Referência Predefinida*. Como o Modbus não suporta matrizes nos registradores de retenção, o conversor de frequência reservou o registrador de retenção 9 como apontador da matriz. Antes de ler ou gravar um parâmetro de matriz, programe o registrador de retenção 9. Configurar o registrador de retenção para o valor de 2 faz com que todos os parâmetros de matriz de leitura/gravação seguintes sejam para o índice 2.

3.9.11.4 Blocos de Texto

Os parâmetros armazenados como sequências de texto são acessados do mesmo modo que os demais parâmetros. O tamanho máximo do bloco de texto é 20 caracteres. Se uma solicitação de leitura de um parâmetro for maior que o número de caracteres que este comporta, a resposta será truncada. Se uma solicitação de leitura de um parâmetro for menor que o número de caracteres que este comporta, a resposta será preenchida com brancos.

3.9.11.5 Fator de conversão

Uma vez que um valor de parâmetro só pode ser transferido como um número inteiro, um fator de conversão deve ser usado para a transferência de números decimais.

3.9.11.6 Valores de Parâmetros

Tipos de dados padrão

Os tipos de dados padrão são int 16, int 32, uint 8, uint 16 e uint 32. Eles são armazenados como registradores 4x (40001–4FFFF). Os parâmetros são lidos usando a função 03 hex *Ler Registradores de Retenção*. Os parâmetros são gravados usando a função 6 hex *Predefinir Registrador Único* para 1 registrador (16 bits) e a função 10 hex *Predefinir Múltiplos Registradores* para 2 registradores (32 bits). Os tamanhos legíveis variam desde 1 registrador (16 bits) a 10 registradores (20 caracteres).

Tipos de dados não padrão

Os tipos de dados não padrão são sequências de textos e são armazenados como registradores 4x (40001 – 4FFFF). Os parâmetros são lidos usando a função 03 hex *Ler Registradores de Retenção* e gravados usando a função 10 hex *Predefinir Múltiplos Registradores*. Os tamanhos legíveis variam de 1 registrador (2 caracteres) a 10 registradores (20 caracteres).

3.9.12 Perfil de Controle do Drive do CF

3.9.12.1 Control Word de Acordo com o Perfil do FC (*parâmetro 8-10 Perfil de Controle*=perfil do FC)

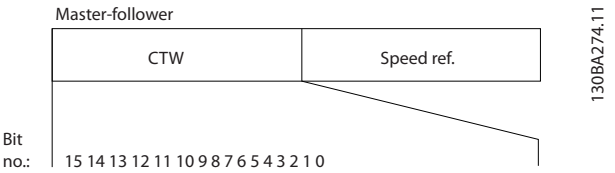


Ilustração 3.56 Control Word

Bit	Valor do bit = 0	Valor do bit = 1
00	Valor de referência	Seleção externa lsb
01	Valor de referência	Seleção externa msb
02	Freio CC	Rampa
03	Parada por inércia	Sem parada por inércia
04	Parada rápida	Rampa
05	Manter a frequência de saída	Utilizar a rampa de velocidade
06	Parada de rampa	Partida
07	Sem função	Reinicializar
08	Sem função	Jog
09	Rampa 1	Rampa 2
10	Dados inválidos	Dados válidos
11	Sem função	Relé 01 ativo
12	Sem função	Relé 02 ativo
13	Configuração de parâmetros	Seleção do lsb
14	Configuração de parâmetros	Seleção do msb
15	Sem função	Reversão

Tabela 3.41 Bits da Control Word

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Explicação dos Bits de Controle

Bits 00/01
Os bits 00 e 01 são usados para fazer a seleção entre os quatro valores de referência, que são pré-programados em *parâmetro 3-10 Referência Predefinida* de acordo com *Tabela 3.42*.

Valor de referência programado	Parâmetro	Bit 01	Bit 00
1	*Parâmetro 3-10 Referência Predefinida* [0]	0	0
2	*Parâmetro 3-10 Referência Predefinida* [1]	0	1
3	*Parâmetro 3-10 Referência Predefinida* [2]	1	0
4	*Parâmetro 3-10 Referência Predefinida* [3]	1	1

Tabela 3.42 Valores de Referência

AVISO!

Faça uma seleção em *parâmetro 8-56 Seleção da Referência Pré-definida* para definir como o bit 00/01 sincroniza com a função correspondente nas entradas digitais.

Bit 02, Freio CC:
Bit 02=0 conduz à frenagem CC e parada. A corrente e a duração de frenagem foram definidas nos par. *parâmetro 2-01 Corrente de Freio CC* e *parâmetro 2-02 Tempo de Frenagem CC*.
Bit 02=1 conduz à rampa.

Bit 03, Parada por inércia
Bit 03=0: O conversor de frequência libera o motor imediatamente (os transistores de saída são desligados) e faz parada por inércia.
Bit 03=1: Se as outras condições de partida forem atendidas, o conversor de frequência dá partida no motor.

Escolha em *parâmetro 8-50 Seleção de Parada por Inércia* para definir como o bit 03 sincroniza com a função correspondente em uma entrada digital.

Bit 04, Parada rápida
Bit 04=0: Faz a velocidade do motor desacelerar até parar (programado em *parâmetro 3-81 Tempo de Rampa da Parada Rápida*).

Bit 05, Reter a frequência de saída
Bit 05=0: A frequência de saída atual (em Hz) congela. Altere a frequência de saída congelada somente por meio das entradas digitais (*parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital* a *parâmetro 5-15 Terminal 33 Entrada Digital*) programadas para *Aceleração* e R*edução de velocidade*.

AVISO!

Se congelar frequência de saída estiver ativo, pare o conversor de frequência usando:

- **Bit 03 Parada por inércia .**
- **Bit 02 frenagem CC.**
- **Entrada digital (*parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital* a *parâmetro 5-15 Terminal 33 Entrada Digital*) programada para *Frenagem CC, Parada por inércia* ou *Reset* e *parada por inércia.***

Bit 06, Parada/partida de rampa
Bit 06=0: Provoca uma parada e faz a velocidade do motor desacelerar até parar por meio do parâmetro de desaceleração selecionado.
Bit 06=1: Se as outras condições de partida forem atendidas, permite ao conversor de frequência dar partida no motor.

Faça uma seleção em *parâmetro 8-53 Seleção da Partida* para definir como o bit 06 Parada/partida de rampa sincroniza com a função correspondente em uma entrada digital.

Bit 07, Reset
Bit 07=0: Sem reset.
Bit 07=1: Reinicializa um desarme. A reinicialização é ativada na borda dianteira do sinal, por exemplo, na transição de 0 lógico para 1 lógico.

Bit 08, Jog
Bit 08=1: *Parâmetro 3-19 Velocidade de Jog [RPM]* determina a frequência de saída.

Bit 09, Seleção de rampa 1/2
Bit 09=0: Rampa 1 está ativa (*parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1* para *parâmetro 3-42 Tempo de Desaceleração da Rampa 1*).
Bit 09=1: Rampa 2 (*parâmetro 3-51 Tempo de Aceleração da Rampa 2* para *parâmetro 3-52 Tempo de Desaceleração da Rampa 2*) está ativa.

Bit 10, Dados inválidos/Dados válidos
Informa o conversor de frequência se a control word deve ser utilizada ou ignorada.
Bit 10=0: A control word é ignorada.
Bit 10=1: A control word é usada. Esta função é importante porque o telegrama sempre contém a control word, qualquer que seja o telegrama. Desligue a control word se não for utilizá-la ao atualizar ou ler parâmetros.

Bit 11, Relé 01
Bit 11=0: O relé não está ativo.
Bit 11=1: Relé 01 ativado desde que o *[36] Bit 11 da control word* tenha sido selecionado no *parâmetro 5-40 Função do Relé*.

Bit 12, Relé 04
Bit 12=0: O relé 04 não está ativado.
Bit 12=1: O relé 04 é ativado se *[37] Bit 12 da control word* estiver selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*.

3

Bit 13/14, Seleção de setup
Utilize os bits 13 e 14 para selecionar entre os quatro setups de menu de acordo com *Tabela 3.43*.

Setup	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabela 3.43 Especificação de Setups de Menu

A função só é possível somente quando *[9] Setups Múltiplos* estiver selecionado em *parâmetro 0-10 Setup Ativo*. Faça uma seleção em *parâmetro 8-55 Seleção do Set-up* para definir como os bits 13/14 sincronizam com a função correspondente nas entradas digitais.

Bit 15 Reversão
Bit 15=0: Sem reversão.
Bit 15=1: Reversão. Na configuração padrão, a reversão é programada como digital em *parâmetro 8-54 Seleção da Reversão*. Bit 15 causa reversão somente quando *[1] Bus, [2] Lógica E* ou *[3] Lógica OU* for selecionada.

3.9.12.2 Status Word de acordo com Perfil do FC (STW) (*parâmetro 8-10 Perfil de Controle*=perfil do FC)

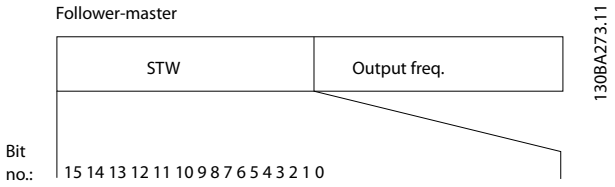


Ilustração 3.57 Status Word

Bit	Bit=0	Bit=1
00	Controle não pronto	Controle pronto
01	Drive não pronto	Drive pronto
02	Parada por inércia	Ativado
03	Sem erro	Desarme
04	Sem erro	Erro (sem desarme)
05	Reservado	-
06	Sem erro	Bloqueio por desarme
07	Sem advertência	Advertência
08	Velocidade ≠ referência	Velocidade = referência
09	Operação local	Controle do bus
10	Fora do limite de frequência	Limite de frequência OK
11	Sem operação	Em operação
12	Drive OK	Parado, partida automática
13	Tensão OK	Tensão excedida
14	Torque OK	Torque excedido
15	Temporizador OK	Temporizador expirado

Tabela 3.44 Bits da Status Word

Explicação dos bits de status

Bit 00, Controle não pronto/pronto
Bit 00=0: O conversor de frequência desarma.
Bit 00=1: Os controles do conversor de frequência estão prontos, mas o componente de energia não recebe necessariamente qualquer energia da fonte de alimentação (no caso de alimentação de 24 V externa para os controles).

Bit 01, Drive pronto
Bit 01=1: O conversor de frequência está pronto para operação, mas existe um comando de parada por inércia ativo, nas entradas digitais ou na comunicação serial.

Bit 02, Parada por inércia
Bit 02=0: O conversor de frequência libera o motor.
Bit 02=1: O conversor de frequência dá partida no motor com um comando de partida.

Bit 03, Sem erro/desarme
Bit 03=0: O conversor de frequência não está no modo de defeito.
Bit 03=1: O conversor de frequência desarma. Para restabelecer a operação, pressione [Reset].

Bit 04, Sem erro/com erro (sem desarme)
Bit 04=0: O conversor de frequência não está no modo de defeito.
Bit 04=1: O conversor de frequência exibe um erro mas não desarma.

Bit 05, Sem uso
Bit 05 não é usado na status word.

Bit 06, Sem erro/bloqueio por desarme
Bit 06=0: O conversor de frequência não está no modo de defeito.
Bit 06=1: O conversor de frequência está desarmado e bloqueado.

Bit 07, Sem advertência/com advertência
Bit 07=0: Não há advertências.
Bit 07=1: Significa que ocorreu uma advertência.

Bit 08, Velocidade≠referência/velocidade=referência
Bit 08=0: O motor está funcionando, mas a velocidade atual é diferente da referência de velocidade predefinida. Pode ser o caso, por exemplo, quando a velocidade subir/descer durante a partida/parada.
Bit 08=1: A velocidade do motor corresponde à referência de velocidade predefinida.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Bit 09, Operação local/controle do bus
Bit 09=0: [Parada/Reset] está ativo na unidade de controle ou *[2] Controle local* em *parâmetro 3-13 Tipo de Referência* está selecionado. O controle via comunicação serial não é possível.
Bit 09=1 É possível controlar o conversor de frequência por meio do fieldbus/comunicação serial.

Bit 10, Fora do limite de frequência
Bit 10=0: A frequência de saída alcançou o valor programado no*parâmetro 4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM]* ou *parâmetro 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM]*.
Bit 10=1: A frequência de saída está dentro dos limites definidos.

Bit 11, Fora de funcionamento/em operação
Bit 11=0: O motor não está funcionando.
Bit 11=1: O conversor de frequência tem um sinal de partida ou a frequência de saída é maior que 0 Hz.

Bit 12, Drive OK/parado, partida automática
Bit 12=0: Não há superaquecimento temporário no inversor.
Bit 12=1: O inversor parou devido ao superaquecimento, mas a unidade não desarma e retomará a operação, assim que o superaquecimento cessar.

Bit 13, Tensão OK/limite excedido
Bit 13=0: Não há advertências de tensão.
Bit 13=1: A tensão CC no barramento CC do conversor de frequência está muito baixa ou muito alta.

Bit 14, Torque OK/limite excedido
Bit 14=0: A corrente do motor está abaixo do limite de torque selecionado em *parâmetro 4-18 Limite de Corrente*.
Bit 14=1: O limite de torque no *parâmetro 4-18 Limite de Corrente* foi ultrapassado.

Bit 15, Temporizador OK/limite excedido
Bit 15=0: Os temporizadores para proteção térmica do motor e a proteção térmica não ultrapassaram 100%.
Bit 15=1: Um dos temporizadores ultrapassou 100%.

Se a conexão entre o opcional de InterBus e o conversor de frequência for perdida ou ocorrer um problema de comunicação interna, todos os bits no STW são programados para 0.

3.9.12.3 Valor de Referência de Velocidade Via Bus Serial

O valor de referência de velocidade é transmitido ao conversor de frequência como valor relativo, em %. O valor é transmitido no formato de uma word de 16 bits; em números inteiros (0-32767) o valor 16384 (4000 hex) corresponde a 100%. Os valores negativos são formatados com complementos de 2. A frequência de Saída real (MAV) é escalonada do mesmo modo que a referência de bus.

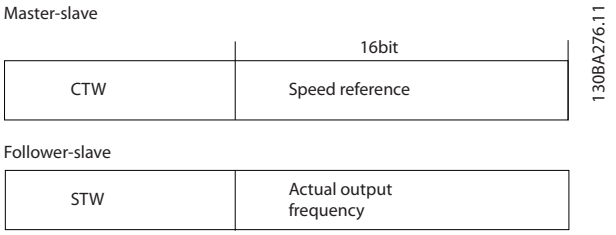


Ilustração 3.58 Frequência de saída real (MAV)

A referência e a MAV são escalonadas como a seguir:

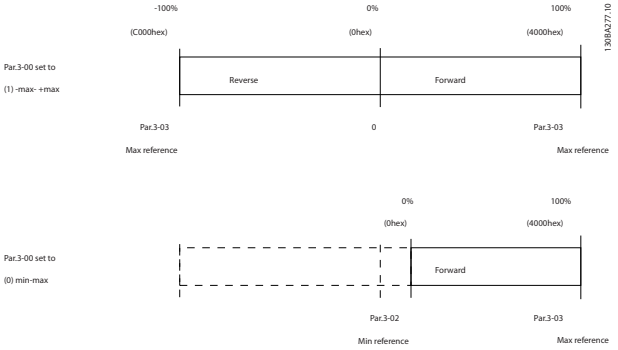


Ilustração 3.59 Referência e MAV

3.9.12.4 Control Word de acordo com o Perfil do PROFIdrive (CTW)

A control word é usada para enviar comandos de um mestre (por exemplo, um PC) para um escravo.

Bit	Bit=0	Bit=1
00	Desligado 1	Ligado 1
01	Desligado 2	Ligado 2
02	Desligado 3	Ligado 3
03	Parada por inércia	Sem parada por inércia
04	Parada rápida	Rampa
05	Mantenha a saída de frequência	Utilizar a rampa de velocidade
06	Parada de rampa	Partida
07	Sem função	Reinicializar
08	Jog 1 Desligado	Jog 1 Ligado
09	Jog 2 Desligado	Jog 2 Ligado
10	Dados inválidos	Dados válidos
11	Sem função	Redução de velocidade
12	Sem função	Catch-up
13	Configuração de parâmetros	Seleção do lsb
14	Configuração de parâmetros	Seleção do msb
15	Sem função	Reversão

Tabela 3.45 Bits da Control Word

3

Explicação dos bits de controle

Bit 00,OFF 1/ON 1
A rampa normal para de usar os tempos de rampa da rampa real selecionada. Bit 00=0 leva a parada e ativação do relé de saída 1 ou 2 se a frequência de saída for 0 Hz e se *[31] Relé 123* estiver selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*.
Quando bit 0=1, o conversor de frequência está no Estado 1: *Chaveamento inibido*.

Bit 01, Desligado 2/Ligado 2
Parada por inércia
Se a frequência de saída for 0 Hz e se *[31] Relé 123* tiver sido selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*, quando bit 01=0, ocorrem parada por inércia e ativação do relé de saída 1 ou 2.

Bit 02, Desligado 3/Ligado 3
Parada rápida utilizando o tempo de rampa do par. *parâmetro 3-81 Tempo de Rampa da Parada Rápida*. Se a frequência de saída for 0 Hz e se *[31] Relé 123* tiver sido selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*, quando bit 02=0, ocorrem parada rápida e ativação do relé de saída 1 ou 2.
Quando bit 02=1, o conversor de frequência está no Estado 1: *Chaveamento inibido*.

Bit 03, Parada por inércia/Sem parada por inércia
Parada por inércia bit 03=0 leva a uma parada.
Se as condições para início forem atendidas, quando bit 03=1, o conversor de frequência pode iniciar.

AVISO!

A seleção no *parâmetro 8-50 Seleção de Parada por Inércia* determina como o bit 03 está conectado com a função correspondente das entradas digitais.

Bit 04, Parada rápida/Rampa
Parada rápida utilizando o tempo de rampa do par. *parâmetro 3-81 Tempo de Rampa da Parada Rápida*.
Quando bit 04=0, ocorre uma parada rápida.
Se as demais condições para início forem atendidas quando bit 04=1, o conversor de frequência pode iniciar.

AVISO!

A seleção no par. *parâmetro 8-51 Quick Stop Select* determina como o bit 04 se conecta com a função correspondente das entradas digitais.

Bit 05, Manter a saída de frequência/Utilizar rampa
Quando bit 05=0, a frequência de saída atual é mantida, mesmo se o valor de referência for modificado.
Quando o bit 05=1, o conversor de frequência pode executar a sua função reguladora novamente; a operação ocorre de acordo com o respectivo valor de referência.

Bit 06, Parada/partida de rampa
Parada de rampa normal utilizando os tempos de rampa selecionados da rampa real. Além disso, a ativação do relé de saída 01 ou 04 ocorre se a frequência de saída for 0 Hz e se *[31] Relé 123* for selecionado em *parâmetro 5-40 Função do Relé*.
Bit 06=0 acarreta uma parada.
Se as demais condições para início forem atendidas quando bit 06=1, o conversor de frequência pode iniciar.

AVISO!

A seleção no par. *parâmetro 8-53 Seleção da Partida* determina como o bit 06 se conecta com a função correspondente das entradas digitais.

Bit 07, Sem função/Reset
Reset após desligar.
Reconhece o evento no buffer de defeito.
Quando o bit 07=0, não ocorre nenhum reset.
Quando houver uma mudança de inclinação do bit 07 para 1, ocorrerá um reset, após o desligamento.

Bit 08, Jog 1 Off/On
Ativação da velocidade pré-programada em *parâmetro 8-90 Velocidade de Jog 1 via Bus*. JOG 1 é possível somente se bit 04=0 e bit 00–03=1.

Bit 09, Jog 2 Off/On
Ativação da velocidade pré-programada em *parâmetro 8-91 Velocidade de Jog 2 via Bus*. Jog 2 é possível somente se bit 04=0 e bit 00–03=1.

Bit 10, Dados não válidos/válidos
É usado para informar o conversor de frequência se deve usar ou ignorar a control word.
Bit 10=0 faz com que a control word seja ignorada.
Bit 10=1 faz com que a control word seja usada. Esta função é relevante porque a control word está sempre contida no telegrama, independentemente do tipo de telegrama que for usado. Não ser usada para atualizar ou ler parâmetros, é possível desligar a control word.

Bit 11, Sem função/Redução de velocidade
É utilizada para reduzir o valor de referência da velocidade pela quantidade definida em *parâmetro 3-12 Catch up/slow Down Value* .
Quando o bit 11=0, não ocorre nenhuma alteração no valor de referência.
Quando o bit 11=1, o valor de referência é reduzido.

Bit 12, Sem função/catch-up
É utilizado para aumentar o valor de referência da velocidade pela quantidade fornecida em *parâmetro 3-12 Catch up/slow Down Value*.
Quando o bit 12=0, não ocorre nenhuma alteração no valor de referência.
Quando o bit 12= 1, o valor de referência é aumentado.
Se tanto a redução de velocidade quanto a aceleração estiverem ativadas (bit 11 e 12 = 1) a redução de velocidade tem prioridade, ou seja, o valor de referência de velocidade é reduzido.

Bits 13/14, Seleção de setup
Os bits 13 e 14 são usados para selecionar entre as 4 configurações de parâmetros de acordo com *Tabela 3.46*.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

A função é possível somente quando *[9] Setup Múltiplo* estiver selecionado em *parâmetro 0-10 Setup Ativo*. A seleção no par. *parâmetro 8-55 Seleção do Set-up* determina como os bits 13 e 14 se conectam com a função correspondente das entradas digitais. Alterar setup, enquanto em funcionamento, somente é possível se os setups foram conectados no par. *parâmetro 0-12 Este Set-up é dependente de*.

Setup	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Tabela 3.46 Seleção de Setup

Bit 15, Sem função/reversão
Bit 15=0 não causa reversão.
Bit 15=1 causa reversão.

AVISO!

Na configuração de fábrica, a reversão é programada para *[0] Entrada digital* em *parâmetro 8-54 Seleção da Reversão*.

AVISO!

Bit 15 causa reversão somente quando *[1] Bus*, *[2] Lógica E* ou *[3] Lógica OU* for selecionada em *parâmetro 8-54 Seleção da Reversão*.

3.9.12.5 Status Word de acordo com o Perfil do PROFIdrive (STW)

A status word é usada para informar um mestre (por exemplo, um PC) sobre o status de um escravo.

Bit	Bit=0	Bit=1
00	Controle não pronto	Controle pronto
01	Drive não pronto	Drive pronto
02	Parada por inércia	Ativado
03	Sem erro	Desarme
04	Desligado 2	Ligado 2
05	Desligado 3	Ligado 3
06	Partida possível	Partida impossível
07	Sem advertência	Advertência
08	Velocidade≠referência	Velocidade=referência
09	Operação local	Controle do bus
10	Fora do limite de frequência	Limite de frequência OK
11	Sem operação	Em operação
12	Drive OK	Parado, partida automática
13	Tensão OK	Tensão excedida
14	Torque OK	Torque excedido
15	Temporizador OK	Temporizador expirado

Tabela 3.47 Bits da Status Word

Explicação dos bits de status
Bit 00, Controle não pronto/pronto
Quando bit 00=0, bit 00, 01 ou 02 da control word é 0 (OFF 1,OFF 2 ou OFF 3) – ou o conversor de frequência é desligado (desarme).
Quando bit 00=1, o controle do conversor de frequência está pronto, mas não há necessariamente fonte de alimentação na unidade atual (no caso de alimentação de 24 V externa do sistema de controle).

Bit 01, Drive não pronto/pronto
Mesmo significado que o do bit 00, no entanto, com a unidade sendo alimentada de energia. O conversor de frequência está pronto quando recebe os sinais de partida necessários.

Bit 02, Parada por inércia/Ativar
Quando bit 02=0, bit 00, 01 ou 02 da control word é 0 (Off 1,Off 2 ou Off 3 ou parada por inércia) – ou o conversor de frequência é desligado (desarme).
Quando bit 02=1, bit 00, 01 ou 02 da control word é 1; o conversor de frequência não desarmou.

Bit 03, Sem erro/Desarme:
Quando o bit 03=0, não há nenhuma condição de erro no conversor de frequência.
Quando o bit 03=1, o conversor de frequência desarmou e requer um sinal de reset, antes de restabelecer o seu funcionamento.

Bit 04, On 2/Off 2
Quando o bit 01 da Control word é 0, bit 04=0.
Quando o bit 01 da control word é 1, o bit 04=1.

Bit 05, On 3/Off 3
Quando o bit 02 da control word é 0, bit 05=0.
Quando o bit 02 da control word é 1, o bit 05=1.

Bit 06, Partida possível/partida impossível
Se *[1] PROFIdrive* foi selecionado em *parâmetro 8-10 Perfil de Controle*, o bit 06 é 1 após um reconhecimento de desligamento, após a ativação de Off2 ou Off3 e após ligar a tensão de rede, *Partida não é possível* é reinicializada, com bit 00 da control word está programado para 0 e bits 01, 02 e 10 são programados para 1.

Bit 07, Sem advertência/Com advertência:
Bit 07=0 significa que não há advertências.
Bit 07=1 significa que ocorreu uma advertência.

Bit 08, Velocidade≠referência/Velocidade=referência
Quando o bit 08=0, a velocidade atual do motor apresenta desvio em relação ao valor de referência de velocidade programado. Isto pode ocorrer, por exemplo, quando a velocidade é alterada durante a partida/parada por meio da aceleração/desaceleração de rampa.
Quando o bit 08=1, a velocidade atual do motor é igual ao valor de referência da velocidade programado.

3

Bit 09, Operação local/Controle do bus
Bit 09=0 indica que o conversor de frequência foi parado com a tecla [Stop] no LCP ou que *[0] Vinculado a manual/ automático* ou *[2] Local* foi selecionado em *parâmetro 3-13 Tipo de Referência*.
Quando o bit 09=1, o conversor de frequência pode ser controlado através da interface serial.

Bit 10, Fora do limite de frequência/Limite de frequência OK
Quando o bit 10=0, a frequência de saída está fora dos limites programados nos *parâmetro 4-52 Advertência de Velocidade Baixa* e *parâmetro 4-53 Advertência de Velocidade Alta*.
Quando o bit 10=1, a frequência de saída está dentro dos limites definidos.

Bit 11, Fora de operação/Em operação
Quando o bit 11=0, o motor não gira.
Quando o bit 11=1, o conversor de frequência tem um sinal de partida ou que a frequência de saída é maior que 0 Hz.

Bit 12, Drive OK/parado, partida automática
Quando o bit 12=0, não há sobrecarga temporária no inversor.
Quando o bit 12=1, o inversor parou devido à sobrecarga. No entanto, o conversor de frequência não é desligado (desarme) e dá partida novamente assim que a sobrecarga terminar.

Bit 13, Tensão OK/Tensão excedida
Quando o bit 13=0, os limites de tensão do conversor de frequência não foram excedidos.
Quando bit 13=1, a tensão CC no barramento CC do conversor de frequência está muito baixa ou muito alta.

Bit 14, Torque OK/Torque excedido
Quando o bit 14=0, o torque do motor está abaixo do limite selecionado nos *parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor* e *parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador*.
Bit 14=1: O limite de torque selecionado no *parâmetro 4-16 Limite de Torque do Modo Motor* ou *parâmetro 4-17 Limite de Torque do Modo Gerador* foi excedido.

Bit 15, Temporizador OK/Temporizador excedido
Quando o bit 15=0, os temporizadores para a proteção térmica do motor e proteção térmica do conversor de frequência não excederam 100%.
Quando bit 15=1, um dos temporizadores excedeu 100%.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

3.10 Lista de verificação de design do sistema

Tabela 3.48 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 © 08/2015 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 3.48 Lista de verificação de design do sistema

4 Exemplos de Aplicações

4.1 Exemplos de Aplicações

O VLT® Refrigeration DriveFC 103 foi projetado para aplicações de refrigeração. A ampla faixa de recursos padrão e opcionais inclui SmartStart otimizado:

- **Alternação do motor**
  A funcionalidade de alternação do motor é adequada para aplicações (por exemplo, aplicações de bomba ou ventilador) com dois motores compartilhando um conversor de frequência.

AVISO!

Não use a alternação do motor com compressores.

- **Controle de pacotes**
  O controle de pacotes básico é integrado por padrão, com capacidade de até três compressores. Controle de pacotes fornece controle da velocidade de um compressor único em um conjunto de compressores. Para controlar até 6 compressores, use o VLT® Extended Relay CardMCB 113.
- **Controle da temperatura de condensação flutuante**
  Economiza dinheiro monitorando a temperatura externa e permitindo que a temperatura de condensação seja a mais baixa possível, o que reduz a velocidade do ventilador e o consumo de energia.
- **Gerenciamento de retorno de óleo**
  O gerenciamento do retorno de óleo melhora a confiabilidade e a vida útil do compressor e garante lubrificação apropriada, monitorando o compressor de velocidade variável. Se tiver funcionando durante um período determinado, ela toma velocidade para retornar óleo ao reservatório de óleo
- **Monitoramento de baixa e alta pressão**
  Economiza dinheiro ao reduzir a necessidade de reinicializações no local. O conversor de frequência monitora a pressão no sistema e se a pressão atingir um nível perto do nível que aciona a válvula de encerramento, o conversor de frequência faz um encerramento e reinicia logo após.
- **STO**
  STO ativa Safe Torque Off (parada por inércia) quando ocorre uma situação crítica.
- **Sleep mode**
  O recurso sleep mode economiza energia parando a bomba quando não houver demanda.
- Relógio de tempo real.
- **Smart logic control (SLC)**
  O SLC compreende a programação de uma sequência que consiste em eventos e ações. O SLC oferece uma ampla variedade de funções do PLC usando comparadores, regras lógica e temporizadores.

4.2 Recursos de aplicação selecionada

4.2.1 SmartStart

Para configurar o conversor de frequência da maneira mais eficiente e lógica, a linguagem e o texto usados no conversor de frequência fazem completo sentido para os engenheiros e instaladores na área de refrigeração. Para tornar a instalação ainda mais eficiente, o menu do assistente de setup integrado conduz o usuário pelo setup do conversor de frequência de maneira clara e estruturada.

As seguintes aplicações são suportadas:

- Controle de múltiplos compressores.
- Ventilador de múltiplos condensadores, torre de resfriamento/ condensação evaporativa.
- Bomba e ventilador único.
- Sistema de bombas.

O recurso é ativado na primeira energização, após um reset de fábrica ou no quick menu. Ao ativar o assistente, o conversor de frequência pede as informações necessárias para funcionar a aplicação.

4

4.2.2 Partida/Parada

Terminal 18 = Partida/parada *parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital [8] Partida*.
Terminal 27 = Sem operação *parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital [0] Sem operação* (Padrão *[2] parada por inércia inversa*).

Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital = [8] Partida (padrão).

Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital = [2] Parada por inércia inversa (padrão).

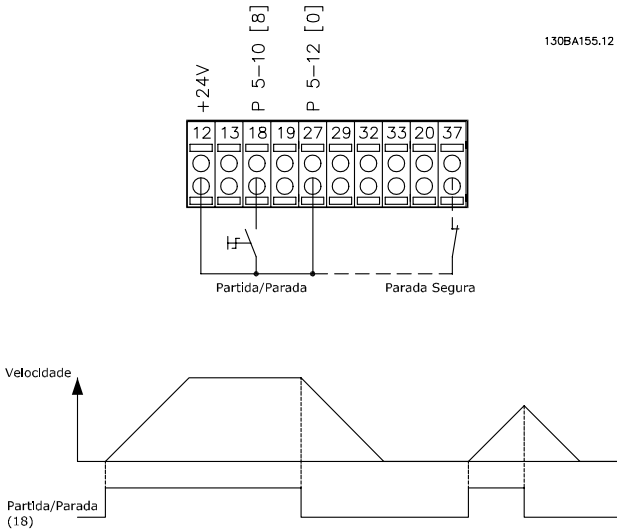


Ilustração 4.1 Terminal 37: Disponível somente com a função Safe Torque Off (STO)

4.2.3 Parada/Partida por Pulso

Terminal 18 = Partida/parada *parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital [9] Partida por pulso*.
Terminal 27= Parada *parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital [6] Parada por inércia inversa*.

Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital = [9] Partida por pulso.

Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital = [6] Parada por inércia inversa.

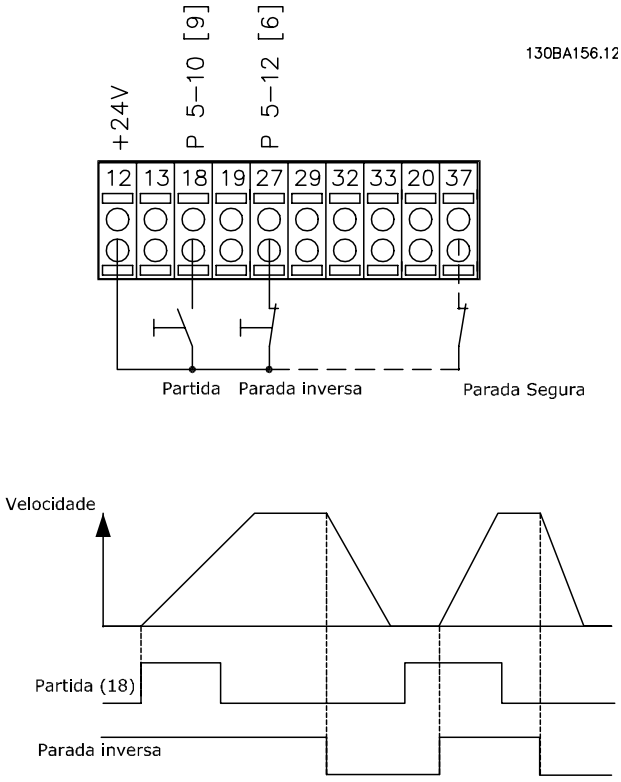


Ilustração 4.2 Terminal 37: Disponível somente com função STO

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

4.2.4 Referência do Potenciômetro

Referência de tensão por meio de um potenciômetro.

Parâmetro 3-15 Fonte da Referência 1 [1] = Entrada Analógica 53

Parâmetro 6-10 Terminal 53 Tensão Baixa = 0 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 = 1.500 RPM

Interruptor S201 = OFF (U)

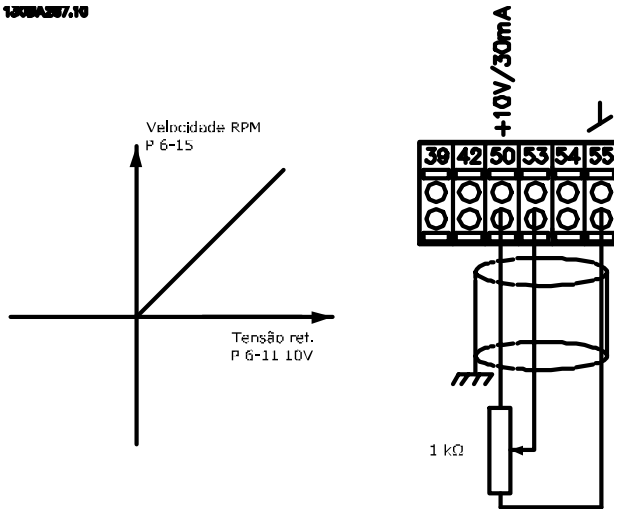


Ilustração 4.3 Tensão de referência via potenciômetro

4.3 Exemplos de Setup de Aplicações

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

- A programação do parâmetro são os valores padrão regionais, a menos que indicado de outro modo (selecionados em *parâmetro 0-03 Definições Regionais*).
- Os parâmetros associados aos terminais e suas configurações estão mostrados ao lado dos desenhos
- Os ajustes de interruptor necessários para os terminais analógicos A53 ou A54 também são mostrados.

AVISO!

Ao usar o recurso STO opcional, um fio de jumper pode ser necessário entre o terminal 12 (ou 13) e o terminal 37 para o conversor de frequência operar com valores de programação padrão de fábrica.

Exemplo de aplicação do SLC

Uma sequência 1:

1. Partida
2. Aceleração.
3. Opere com referência de velocidade de 2 s.
4. Desaceleração.
5. Manter eixo até parar.

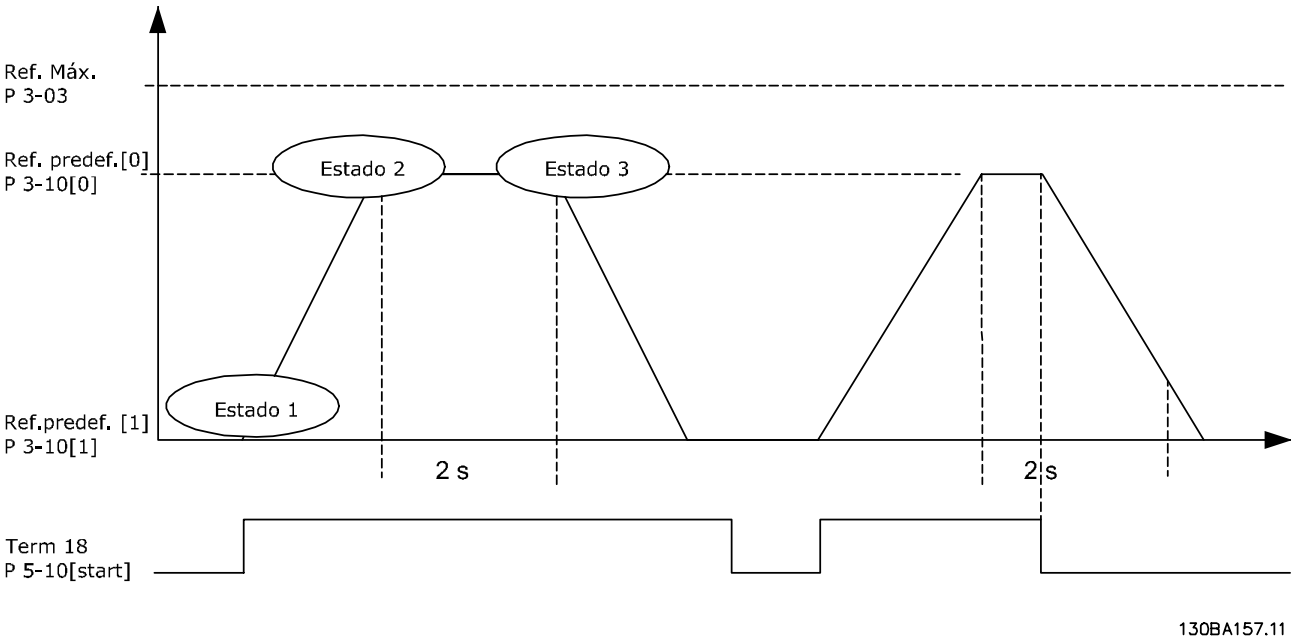


Ilustração 4.4 Aceleração/Desaceleração

Programe os tempos de rampa em *parâmetro 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1* e *parâmetro 3-42 Tempo de Desaceleração da Rampa 1* com os tempos desejados.

$$t_{rampa} = \frac{t_{acc} \times n_{norm}\,(par.\ 1-25)}{ref\ [RPM]}$$

Programe o terminal 27 para *[0] Sem operação* (*parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital*)
Programe a referência predefinida 0 para a primeira velocidade predefinida (*parâmetro 3-10 Referência Predefinida* [0]) em porcentagem da velocidade de referência máxima (*parâmetro 3-03 Referência Máxima*). Exemplo: 60%
Programe a referência predefinida 1 para a segunda velocidade predefinida (*parâmetro 3-10 Referência Predefinida* [1] Exemplo: 0% (zero).
Programe o temporizador 0 para velocidade de funcionamento constante, no *parâmetro 13-20 Temporizador do SLC* [0]. Exemplo: 2 s

Programe o Evento 1 em *parâmetro 13-51 Evento do SLC* [1] para *[1] Verdadeiro*.
Programe o Evento 2 em *parâmetro 13-51 Evento do SLC* [2] para *[4] Na Referência*.
Programe o Evento 3 em *parâmetro 13-51 Evento do SLC* [3] apara *[30] Timeout 0*.
Programe o Evento 4 em *parâmetro 13-51 Evento do SLC* [4] para *[0] Falso*.

Programe a Ação 1 em *parâmetro 13-52 Ação do SLC* [1] para *[10] Selecionar predefinido 0*.
Programe a Ação 2 em *parâmetro 13-52 Ação do SLC* [2] para *[29] Iniciar Temporizador 0.*
Programe a Ação 3 em *parâmetro 13-52 Ação do SLC* [3] para *[11] Selecionar predefinido1*.
Programe a Ação 4 em *parâmetro 13-52 Ação do SLC* [4] para *[1] Nenhuma ação*.

Programe o em *parâmetro 13-00 Modo do SLC* para LIGADO.

O comando de partida/parada é aplicado no terminal 18. Se o sinal de parada for aplicado, o conversor de frequência desacelera e entra no modo livre.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

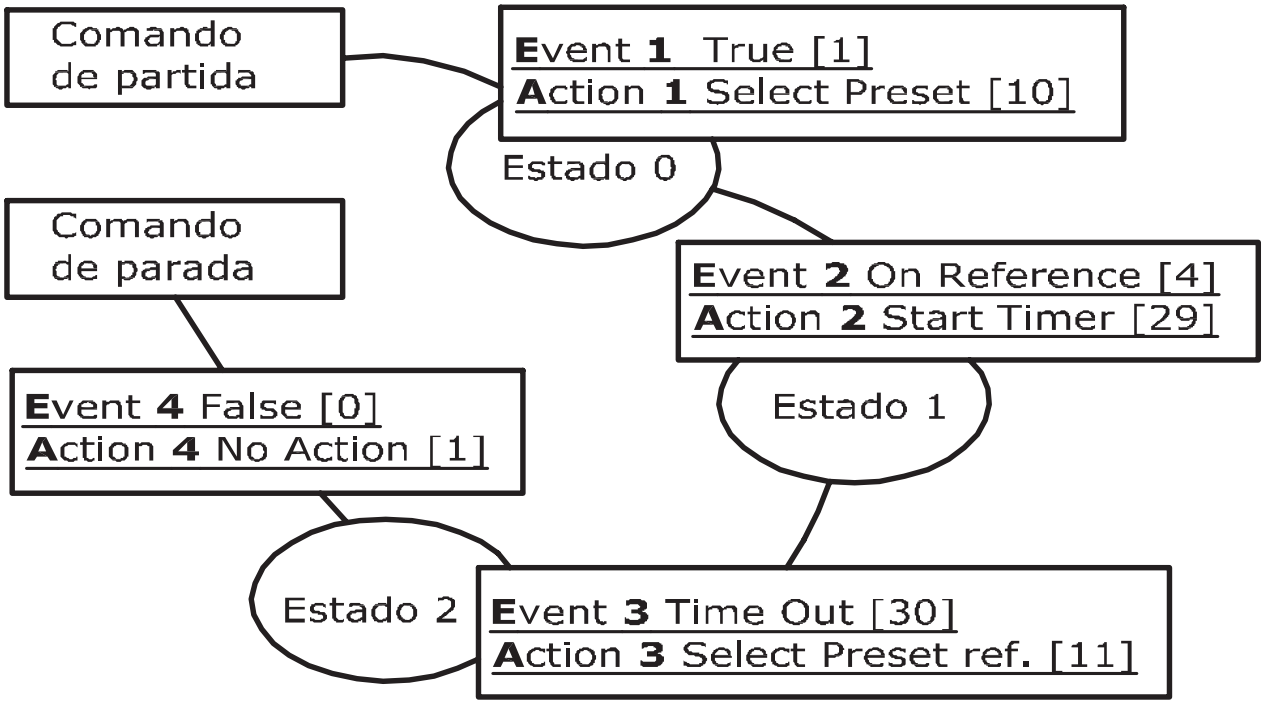
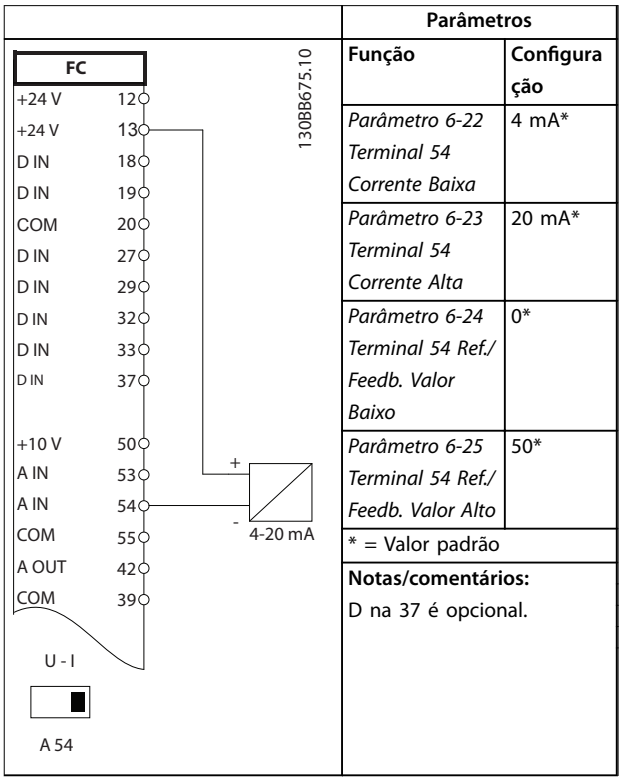


Ilustração 4.5 Exemplo de Aplicação do SLC

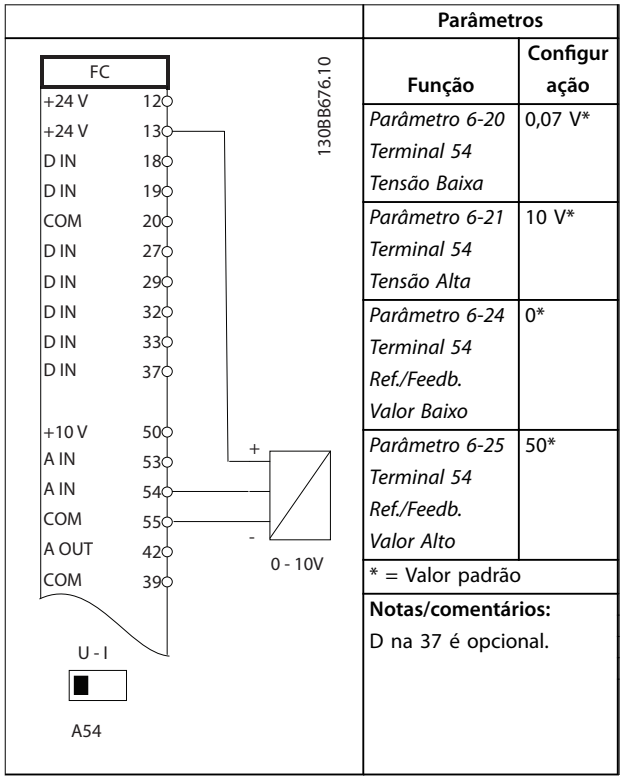
4

4.3.1 Feedback



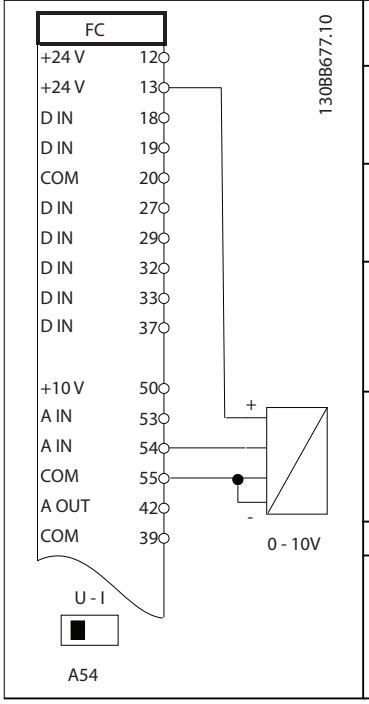
	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	Parâmetro 6-22 Terminal 54 Corrente Baixa	4 mA*
	Parâmetro 6-23 Terminal 54 Corrente Alta	20 mA*
	Parâmetro 6-24 Terminal 54 Ref./ Feedb. Valor Baixo	0*
	Parâmetro 6-25 Terminal 54 Ref./ Feedb. Valor Alto	50*
	* = Valor padrão	
	Notas/comentários: D na 37 é opcional.	

Tabela 4.1 Transdutor de Feedback de Corrente Analógica



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	Parâmetro 6-20 Terminal 54 Tensão Baixa	0,07 V*
	Parâmetro 6-21 Terminal 54 Tensão Alta	10 V*
	Parâmetro 6-24 Terminal 54 Ref./Feedb. Valor Baixo	0*
	Parâmetro 6-25 Terminal 54 Ref./Feedb. Valor Alto	50*
	* = Valor padrão	
	Notas/comentários: D na 37 é opcional.	

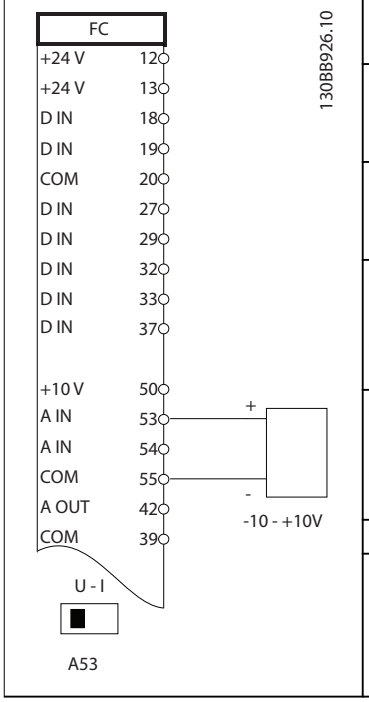
Tabela 4.2 Transdutor analógico de feedback de tensão (3 fios)



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 6-20 Terminal 54 Tensão Baixa	0,07 V*
Parâmetro 6-21 Terminal 54 Tensão Alta	10 V*
Parâmetro 6-24 Terminal 54 Ref./Feedb. Valor Baixo	0*
Parâmetro 6-25 Terminal 54 Ref./Feedb. Valor Alto	50*
* = Valor padrão	
Notas/comentários: D na 37 é opcional.	

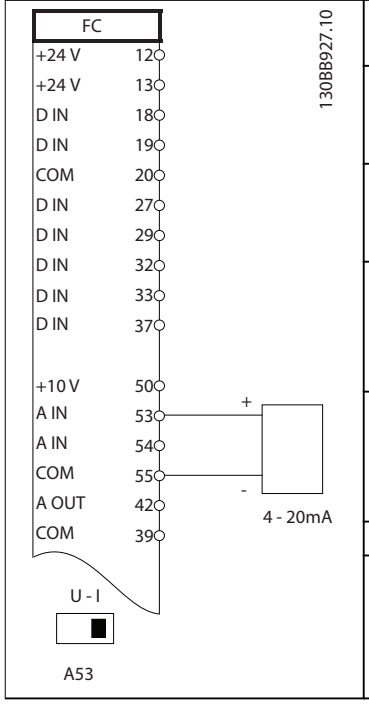
Tabela 4.3 Transdutor analógico de feedback de tensão (4 fios)

4.3.2 Velocidade



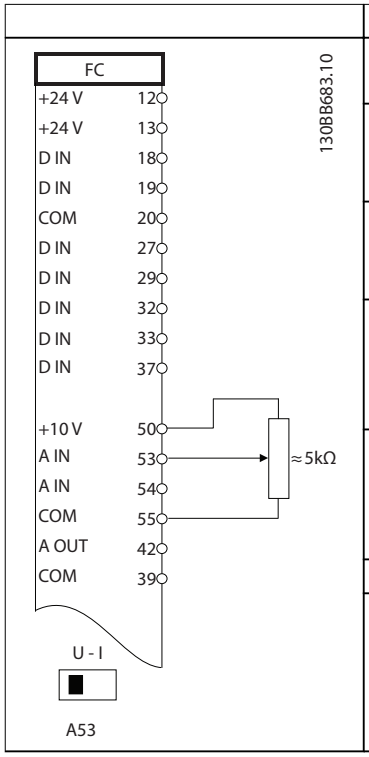
Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 6-10 Terminal 53 Tensão Baixa	0,07 V*
Parâmetro 6-11 Terminal 53 Tensão Alta	10 V*
Parâmetro 6-14 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Baixo	0 Hz
Parâmetro 6-15 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Alto	50 Hz
* = Valor padrão	
Notas/comentários: D na 37 é opcional.	

Tabela 4.4 Referência de Velocidade Analógica (Tensão)



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 Hz
Parâmetro 6-15 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Alto	50 Hz
* = Valor padrão	
Notas/comentários: D na 37 é opcional.	

Tabela 4.5 Referência de Velocidade Analógica (Corrente)

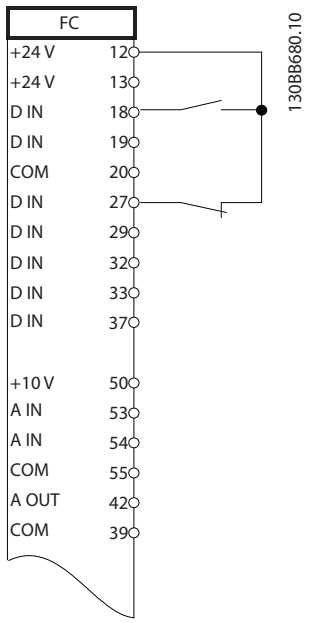


Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 6-10 Terminal 53 Tensão Baixa	0,07 V*
Parâmetro 6-11 Terminal 53 Tensão Alta	10 V*
Parâmetro 6-14 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Baixo	0 Hz
Parâmetro 6-15 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Alto	50 Hz
* = Valor padrão	
Notas/comentários: D na 37 é opcional.	

Tabela 4.6 Referência de Velocidade (utilizando um Potenciômetro Manual)

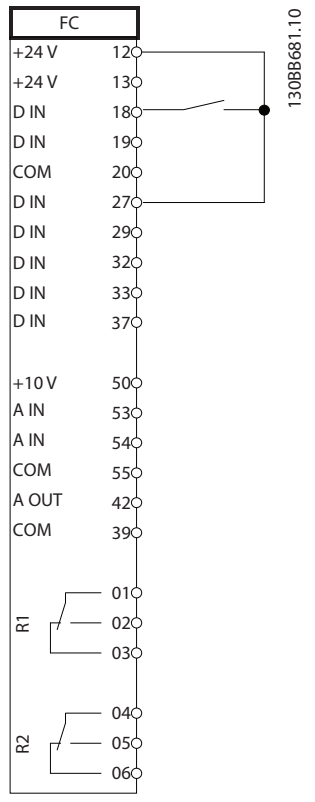
 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

4.3.3 Funcionar/parar



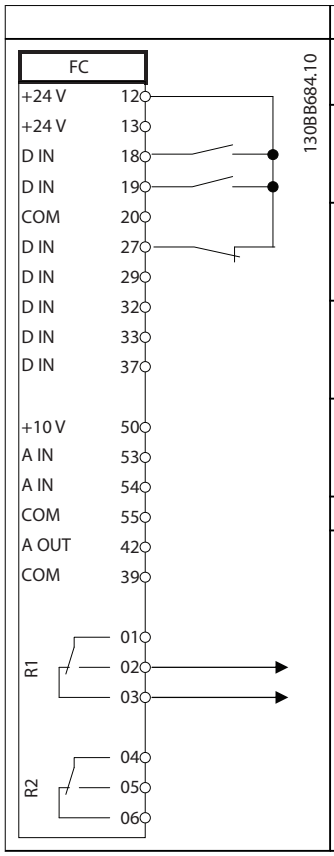
Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	*[8] Partida**
Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	*[7] Bloqueio externo*
* = Valor padrão	
Notas/comentários: D na 37 é opcional.	

Tabela 4.7 Comando de Executar/Parar com Bloqueio Externo



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	*[8] Partida**
Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	*[7] Bloqueio externo*
* = 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. D na 37 é opcional.	

Tabela 4.8 Comando Executar/Parar sem Bloqueio Externo



Parâmetros	
Função	**Configuração**
Parâmetro 5-10 Terminal 18 Entrada Digital	*[8] Partida**
Parâmetro 5-11 Terminal 19, Entrada Digital	*[52] Funcionamento permissivo*
Parâmetro 5-12 Terminal 27, Entrada Digital	*[7] Bloqueio externo*
Parâmetro 5-40 Função do Relé	*[167] Comando de partida ativo*
* = Valor padrão	
Notas/comentários: D na 37 é opcional.	

Tabela 4.9 Funcionamento permissivo

4

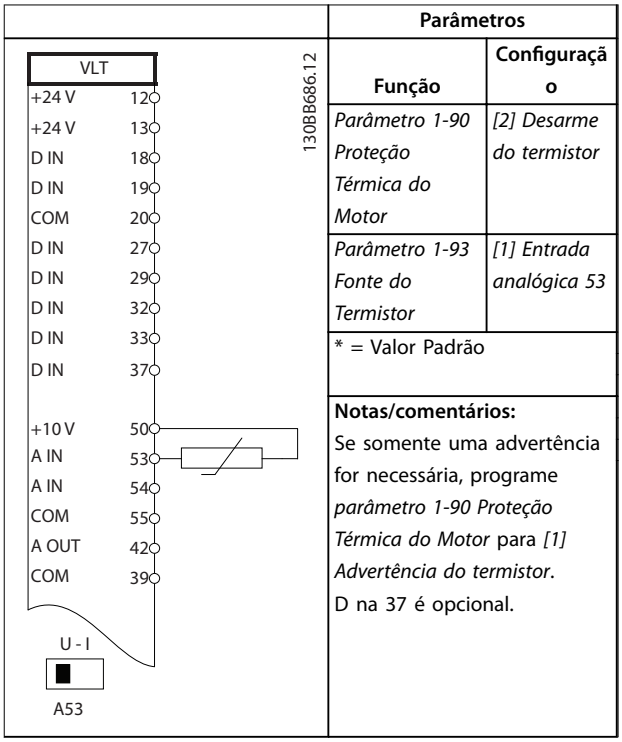
4.3.4 Termistor do motor

⚠ADVERTÊNCIA

ISOLAÇÃO DO TERMISTOR

Risco de ferimentos pessoais ou danos ao equipamento.

- **Use somente termistores com isolamento reforçado ou duplo para atender os requisitos de isolamento PELV.**



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 somente uma advertência for necessária, programe *parâmetro 1-90 Proteção Térmica do Motor* para *[1] Advertência do termistor*. D na 37 é opcional.	

Tabela 4.10 Termistor do motor

5 Condições Especiais

5.1 Derating

Esta seção fornece dados detalhados sobre a operação do conversor de frequência em condições que requerem derating. Em algumas situações, o derating é realizado manualmente. Em outras condições, o conversor de frequência executa um grau de derating automático quando necessário. O derating garante desempenho correto em estágios críticos em que a alternativa pode ser um desarme.

5.2 Derating Manual

5.2.1 Quando Considerar Derating

Considere derating quando qualquer das condições a seguir estiver presente:

- Operar acima de 1000 m (baixa pressão do ar).
- Operação em baixa velocidade.
- Cabos de motor longos.
- Cabos com seção transversal grande.
- Alta temperatura ambiente.

Para obter mais informações, consulte *capétulo 5.4 Derating para a Temperatura Ambiente*.

5.2.2 Derating devido a funcionamento em baixa velocidade

Quando um motor está conectado a um conversor de frequência, é necessário verificar se o resfriamento do motor é adequado.
O nível de aquecimento depende da carga do motor, bem como da velocidade e do tempo de funcionamento.

Aplicações de torque constante (modo TC)
Poderá ocorrer um problema em valores baixos de RPM, em aplicações de torque constante. Em uma aplicação de torque constante um motor pode superaquecer em velocidades baixas devido à escassez de ar de resfriamento do ventiladores integral do motor.
Portanto, se o motor precisar funcionar continuamente em um valor de rpm menor que a metade do valor nominal, alimente o motor com ar para resfriamento adicional. Como alternativa, use um motor projetado para esse tipo de operação.

Uma alternativa é reduzir o nível de carga do motor selecionando um motor maior. No entanto, o projeto do conversor de frequência estabelece um limite ao tamanho do motor.

Aplicações de torque variável (quadrático) (TV)
Em aplicações de TV, como bombas centrífugas e ventiladores, em que o torque é proporcional ao quadrado da velocidade e a potência é proporcional ao cubo da velocidade, não há necessidade de resfriamento adicional ou de derating no motor.

5.2.3 Derating para Pressão do Ar Baixa

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

Abaixo de 1000 m de altitude não há necessidade de derating. Em altitudes acima de 1000 m, fazer derate da corrente de saída máxima (I_{out}) em temperatura ambiente (T_{AMB}) de acordo com *Ilustração 5.1*. Em altitudes superiores a 2.000 m, entre em contato com a Danfoss com relação à PELV.

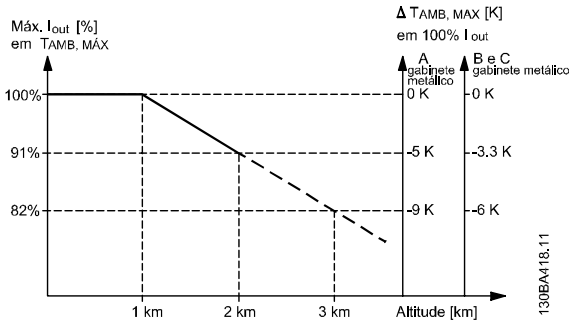


Ilustração 5.1 Derating da corrente de saída versus Altitude a $T_{AMB, MAX}$ para gabinetes metálicos tamanhos A, B e C.

Uma alternativa é diminuir a temperatura ambiente em altitudes elevadas para garantir 100% da corrente de saída em altitudes elevadas. Como exemplo de como ler *Ilustração 5.1*, a situação a 2.000 m é elaborada para um gabinete metálico tipo B com $T_{AMB, MAX}$ = 50 °C. Na temperatura de 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3,3 K), 91% da corrente de saída nominal está disponível. Na temperatura de 41,7 °C, 100% da corrente de saída nominal fica disponível.

5.3 Derating de cabos de motor longos ou cabos com seção transversal maior

AVISO!

Aplicável somente para conversores de frequência até 90 kW.

O comprimento de cabo máximo, para este conversor de frequência, é de 300 m blindado e 150 m sem blindagem.

O conversor de frequência foi projetado para trabalhar com um cabo de motor com uma seção transversal certificada. Se for utilizado um cabo de seção transversal maior, recomenda-se reduzir a corrente de saída em 5%, para cada incremento da seção transversal.

Aumento da seção transversal do cabo resulta em maior capacitância com relação ao terra e, por isso, em aumento da corrente de fuga para o terra.

5.4 Derating para a Temperatura Ambiente

A temperatura média ($T_{AMB, AVG}$) medida durante 24 horas deve estar no mínimo 5 °C abaixo da temperatura ambiente máxima($T_{AMB,MAX}$) permitida. Se o conversor de frequência for operado em temperaturas ambientes altas, a corrente de saída contínua deve ser diminuída. O derating depende do padrão de chaveamento, que pode ser configurado para 60 º AVM ou SFAVM em *parâmetro 14-00 Padrão de Chaveamento*.

5.4.1 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tamanho A

60° AVM – Modulação por Largura de Pulso

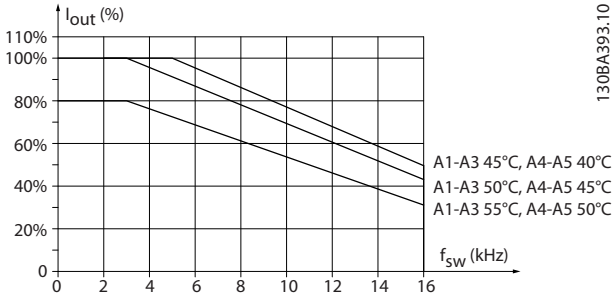


Ilustração 5.2 Derating de I_{out} para $T_{AMB, MAX}$ Diferente para Gabinete Metálico tamanho A, usando 60° AVM

SFAVM - Vector Modulation assíncrona da frequência do estator

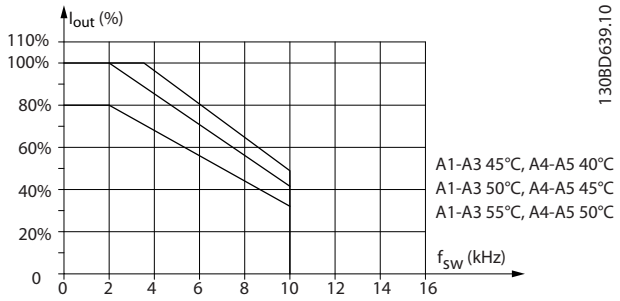


Ilustração 5.3 Derating de I_{out} para Diferentes $T_{AMB, MAX}$ para gabinetes metálicos tamanho A, usando SFAVM

Ao usar somente cabo de motor de 10 m ou menos no gabinete metálico tamanho A, é necessário menos derating. Isso porque o comprimento do cabo de motor tem impacto relativamente alto no derating recomendado.

AVM de 60°

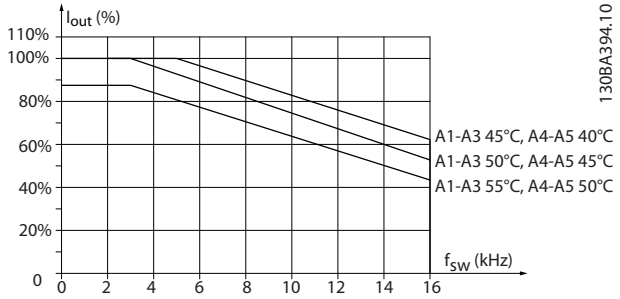


Ilustração 5.4 Derating de I_{out} para Diferentes $T_{AMB, MAX}$ para gabinetes metálicos tamanho A, usando 60° AVM e cabo de motor com no máximo 10 m

SFAVM

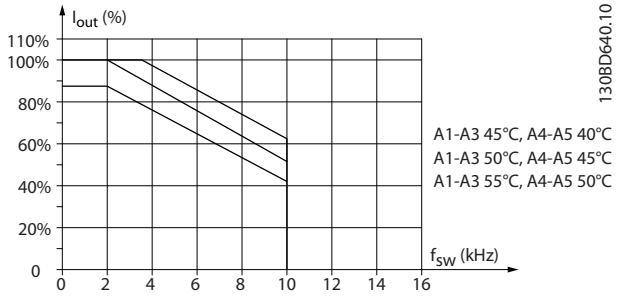


Ilustração 5.5 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB,MAX}$ de gabinetes metálicos tipo A, usando SFAVM e cabo de motor de 10 m no máximo

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

5.4.2 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tamanho B

Gabinete metálico B, T2 e T4
60° AVM – Modulação por Largura de Pulso

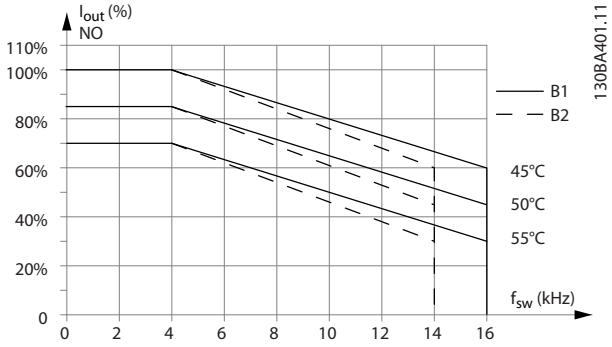


Ilustração 5.6 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB,MAX}$ de gabinete metálico tamanhos B1 e B2, usando 60° AVM em modo de sobrecarga normal (110% de sobretorque)

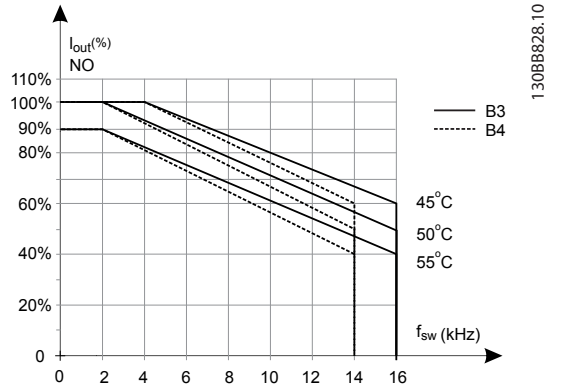


Ilustração 5.7 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB,MAX}$ de gabinete metálico tamanhos B3 e B4, usando 60° AVM em modo de sobrecarga normal (110% de sobretorque)

SFAVM - Vector Modulation assíncrona da frequência do estator

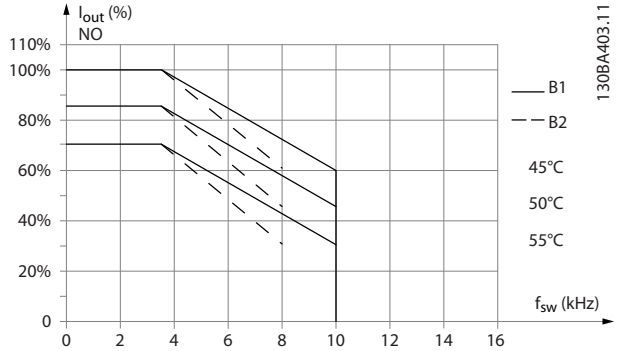


Ilustração 5.8 Derating de I_{out} para $T_{AMB,\ MAX}$ diferentes para gabinetes metálicos tipos B1 e B2, utilizando SFAVM no modo de sobrecarga normal (sobretorque de 110%)

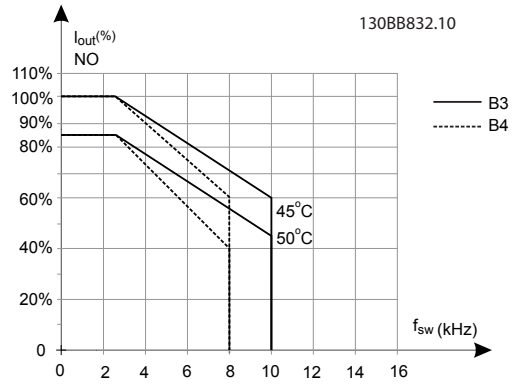


Ilustração 5.9 Derating da I_{out} para $T_{AMB,\ MAX}$ diferentes para gabinetes metálicos tipos B3 e B4, usando SFAVM no modo de sobrecarga normal (sobretorque de 110%)

Gabinetes metálicos B, T6
60° AVM – Modulação por Largura de Pulso

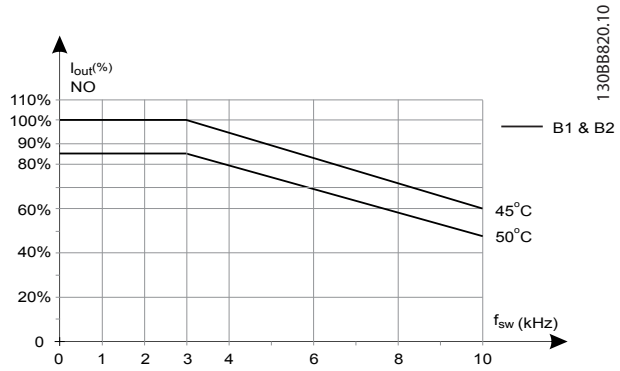


Ilustração 5.10 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tamanhos B, 60 AVM, NO

5

SFAVM - Vector Modulation assíncrona da frequência do estator

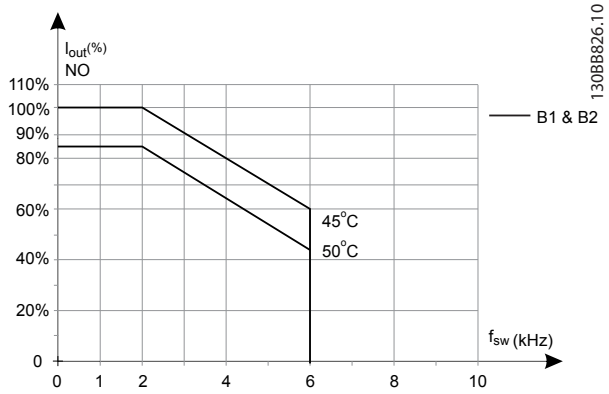


Ilustração 5.11 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tamanho B; SFAVM, NO

Gabinetes metálicos B, T7
Gabinetes metálicos B2 e B4, 525-690 V
60° AVM – Modulação por Largura de Pulso

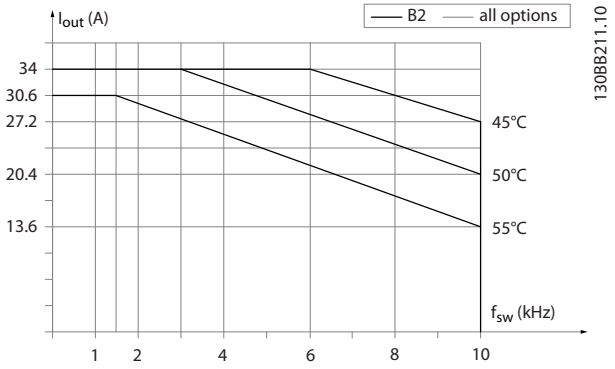


Ilustração 5.12 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tamanhos B2 e B4, 60º AVM.

SFAVM - Vector Modulation assíncrona da frequência do estator

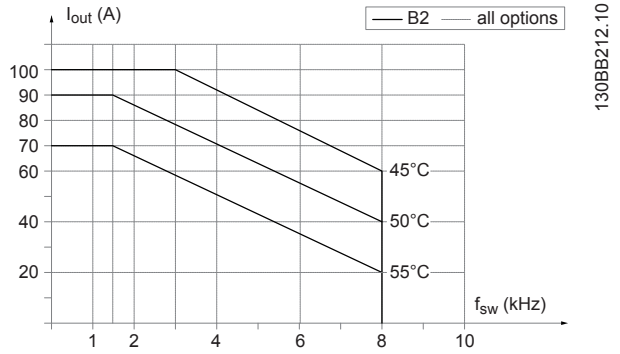


Ilustração 5.13 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tamanhos B2 e B4, SFAVM.

5.4.3 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tamanho C

Gabinetes metálicos C, T2 e T4
60° AVM – Modulação por Largura de Pulso

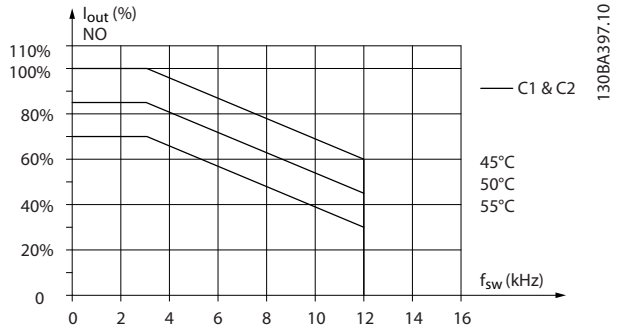


Ilustração 5.14 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB,MAX}$ de gabinete metálico tamanhos C1 e C2, usando 60° AVM em modo de sobrecarga normal (110% de sobretorque)

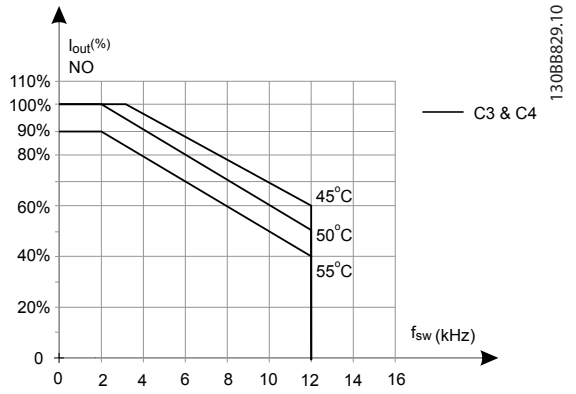


Ilustração 5.15 Derating de I_{out} para diferentes $T_{AMB,MAX}$ de gabinete metálico tamanhos C3 e C4, usando 60° AVM em modo de sobrecarga normal (110% de sobretorque)

SFAVM - Vector Modulation assíncrona da frequência do estator

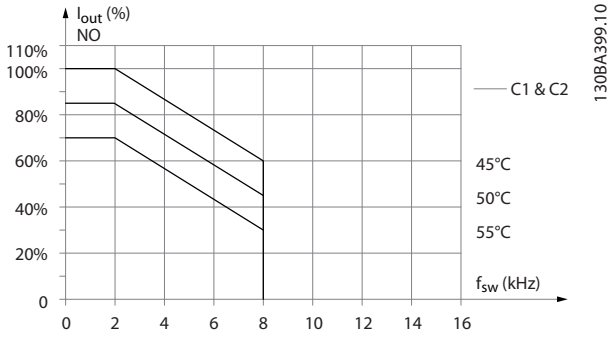


Ilustração 5.16 Derating de I_{out} para diferentes $T_{AMB,MAX}$ de gabinete metálico tamanhos C1 e C2, usando SFAVM em modo de sobrecarga normal (110% de sobretorque)

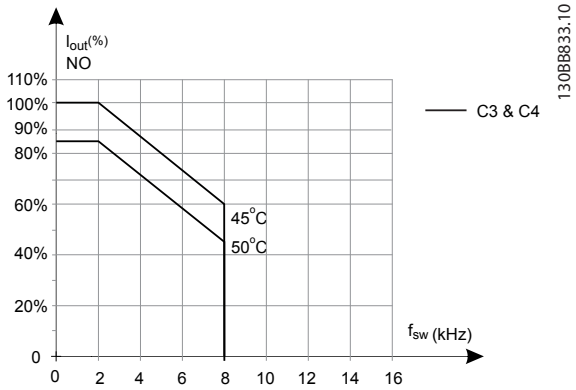


Ilustração 5.17 Derating de I_{out} para diferentes $T_{AMB,MAX}$ de gabinete metálico tamanhos C3 e C4, usando SFAVM em modo de sobrecarga normal (110% de sobretorque)

Gabinete metálico tamanhos C, T6
60° AVM – Modulação por Largura de Pulso

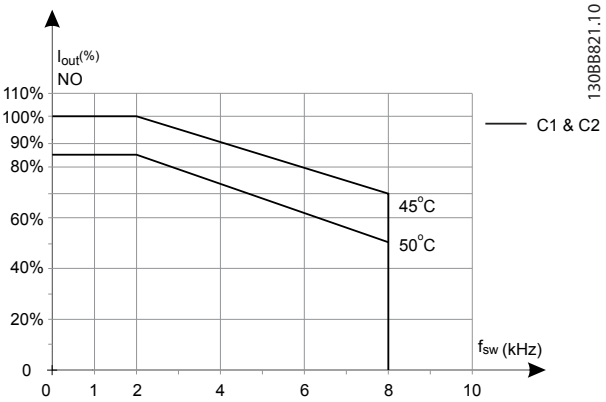


Ilustração 5.18 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tamanhos C, 60 AVM, NO.

SFAVM - Vector Modulation assíncrona da frequência do estator

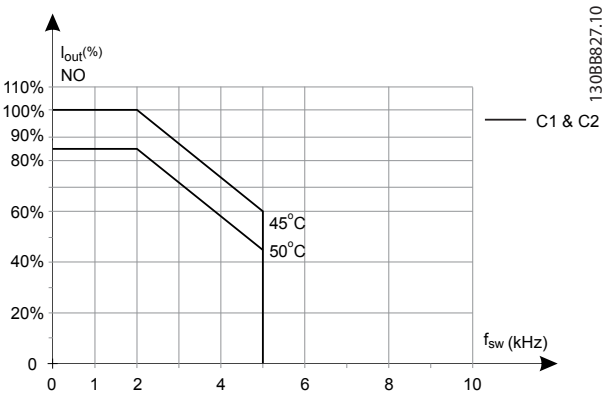


Ilustração 5.19 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tamanhos C; SFAVM, NO

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Tamanho do Gabinete Metálico C, T7
60° AVM – Modulação por Largura de Pulso

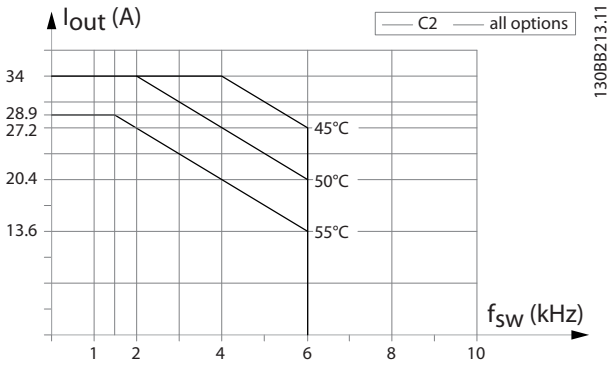


Ilustração 5.20 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tamanho C2, 60º AVM.

SFAVM - Vector Modulation assíncrona da frequência do estator

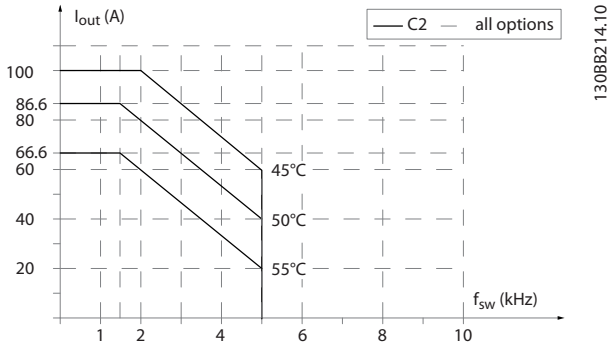


Ilustração 5.21 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tamanho C2, SFAVM.

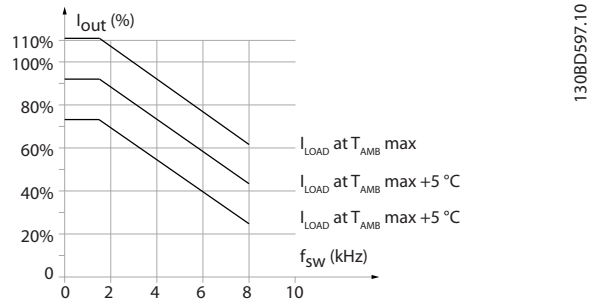


Ilustração 5.22 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tamanho C3

6 Código do Tipo e Seleção

6.1 Solicitação de pedido

6.1.1 Introdução

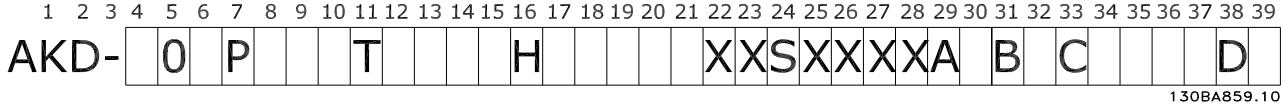


Ilustração 6.1 Código do Tipo

Configure o conversor de frequência apropriado para a aplicação certa no configurador do drive baseado na Internet e gere a string do código do tipo. O configurador do drive gera automaticamente um código de compra de oito dígitos para ser encaminhado ao escritório de vendas local.

O configurador do drive também pode estabelecer uma lista de projeto com diversos produtos e enviá-la a um representante de vendas da Danfoss.

Acesse o configurador do drive no site da Internet global: *www.danfoss.com/drives*.

6.1.2 Código do Tipo

Um exemplo de código do tipo é:
FC-103-P18KT4E21H1XGCXXXSXXXXAZBKCXXXXDX

Tabela 6.1 e *Tabela 6.2* descrevem o significado dos caracteres na string. No exemplo acima, um opcional de Profibus AK-LonWorks e um opcional de E/S de Uso geral estão incluídos no conversor de frequência.

Descrição	Posição	Opcionais possíveis[1)]
Grupo de produtos & Série do VLT	1–6	FC 103
Valor nominal da potência	8–10	1,1–90 kW (P1K1-P90K)
Número de fases	11	3 fases (T)
Tensão de rede	11–12	T 2: 200–240 V CA T 4: 380–480 V CA
Gabinete metálico	13–15	E20: IP20 E21: IP 21/NEMA 1 E55: IP 55/NEMA 12 E66: IP66 P21: IP21/NEMA 1 com placa traseira P55: IP55/NEMA 12 com placa traseira Z55: Gabinete metálico A4 IP55 Z66: Gabinete metálico A4 IP66
Filtro de RFI	16–17	H1: Filtro de RFI classe A1/B H2: Filtro de RFI classe A2 Hx: Sem filtro de RFI
Display.	19	G: Painel de controle local gráfico (GLCP) X: Painel de controle local numérico
Revestimento de PCB	20	X: Não revestido de PCB C: Revestido de PCB
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem Chave de desconexão da rede elétrica 1: Com Chave de desconexão da rede elétrica (somente para IP55)
Adaptação	22	Reservado
Adaptação	23	Reservado
Release de software	24–27	Software real
Idioma do software	28	

Tabela 6.1 Código do Tipo de Solicitação de Pedido

1) Alguns dos opcionais disponíveis dependem do tamanho do gabinete metálico.

6

Descrição	Posição	Opcionais possíveis
Opcionais A	29–30	AX: Sem opcionais AZ: VLT® AK-LonWorks MCA 107 A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 AL: VLT® PROFINET MCA 120
Opcionais B	31–32	BX: Sem opcionais BK: Opcional de E/S de uso geral MCB 101 BP: Opcional de relé do VLT® MCB 105 BO: Opcional VLT® Analog I/O MCB 109
Opcionais C0 do MCO	33–34	CX: Sem opcionais
Opcionais C1	35	X: Sem opcionais R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software do opcional C	36–37	XX: Software padrão
Opcionais D	38–39	DX: Sem opcionais D0: Opcional de alimentação de 24 V CC do VLT® MCB 107

Tabela 6.2 Código do tipo de solicitação de pedido, opcionais

6.2 Opcionais, Acessórios e Peças de Reposição

6.2.1 Códigos de Compra: Opcionais e Acessórios

AVISO!

Os opcionais podem ser encomendados como opcionais instalados na fábrica,
consulte as informações sobre solicitação de pedido.

Tipo	Descrição	Código de compra
Hardwares diversos I		
Conector do barramento CC	Bloco de terminais para conexão de barramento CC em A2/A3	130B1064
Kit do IP21/4X superior/TIPO 1	IP21/NEMA1 Superior + inferior A2	130B1122
Kit do IP21/4X superior/TIPO 1	IP21/NEMA1 superior + inferior A3	130B1123
Kit do IP21/4X superior/TIPO 1	IP21/NEMA1 superior + inferior B3	130B1187
Kit do IP21/4X superior/TIPO 1	IP21/NEMA1 superior + inferior B4	130B1189
Kit do IP21/4X superior/TIPO 1	IP21/NEMA1 superior + inferior C3	130B1191
Kit do IP21/4X superior/TIPO 1	IP21/NEMA1 superior + inferior C4	130B1193
IP21/4X superior	IP21 tampa superior A2	130B1132
IP21/4X superior	IP21 tampa superior A3	130B1133
IP21/4X superior	IP21 tampa superior B3	130B1188
IP21/4X superior	IP21 tampa superior B4	130B1190
IP21/4X superior	IP21 tampa superior C3	130B1192
IP21/4X superior	IP21 tampa superior C4	130B1194
Montagem Em Painel Pronto	Gabinete metálico tamanho A5	130B1028
Montagem Em Painel Pronto	Gabinete metálico tamanho B1	130B1046
Montagem Em Painel Pronto	Gabinete metálico tamanho B2	130B1047
Montagem Em Painel Pronto	Gabinete metálico tamanho C1	130B1048
Montagem Em Painel Pronto	Gabinete metálico tamanho C2	130B1049
Blocos dos terminais	Fixe os blocos de terminais com parafuso, ao substituir os terminais com mola Conectores de 1 pç 10 pinos, 1 pç 6 pinos e 1 pç 3 pinos	130B1116
Placa traseira	A5 IP55/NEMA 12	130B1098
Placa traseira	B1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3383
Placa traseira	B2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3397
Placa traseira	C1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3910
Placa traseira	C2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3911
Placa traseira	A5 IP66	130B3242
Placa traseira	B1 IP66	130B3434
Placa traseira	B2 IP66	130B3465
Placa traseira	C1 IP66	130B3468
Placa traseira	C2 IP66	130B3491
LCPs e kits		
LCP 102	Painel de controle local gráfico (GLCP)	130B1107
Cabo do LCP	Cabo separado do LCP, 3 m	175Z0929
Kit do LCP	Kit de montagem do LCP, incluindo LCP gráfico, presilhas, cabo de 3 m e guarnição	130B1113
Kit do LCP	Kit de montagem do LCP incluindo LCP numérico, presilhas e guarnição	130B1114
Kit do LCP	Kit de montagem do LCP para todos os LCPs, incluindo presilhas, cabo de 3 m e guarnição	130B1117
Kit do LCP	Kit de montagem frontal, gabinetes metálicos IP55/IP66, prendedores, cabo de 8 m e gaxeta	130B1129
Kit do LCP	Kit de montagem do LCP para todos os LCPs, incluindo presilhas e guarnição - sem cabo	130B1170

Tabela 6.3 Opcionais e Acessórios

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Tipo	Descrição	Comentários
Opcionais para o Slot A		**Código de compra revestido**
MCA 107	AK-LonWorks	130B1108
Opcionais para o Slot B		
MCB 101	VLT® General Purpose I/O Module MCB 101	130B1212
MCB 105	VLT® Relay Card MCB 105	130B1210
MCB 109	Opcional do VLT® Analog I/O MCB 109 e backup de bateria para relógio de tempo real	130B1243
Opcional para o Slot C		
MCB 113	VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1264
Opcional para o Slot D		
MCB 107	Backup de 24 V CC	130B1208

Tabela 6.4 Códigos de compra para opcionais A, B, C e D

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

Tipo	Descrição		
Peças de reposição		**Código de compra**	**Comentários**
Placa de controle do FC	Com função STO	130B1150	
Placa de controle do FC	Sem função STO	130B1151	
Ventilador A2	Ventilador, gabinete metálico tamanho A2	130B1009	
Ventilador A3	Ventilador, gabinete metálico tamanho A3	130B1010	
Ventilador A5	Ventilador, gabinete metálico tamanho A5	130B1017	
Ventilador B1	Ventilador externo, gabinete metálico tamanho B1	130B3407	
Ventilador B2	Ventilador externo, gabinete metálico tamanho B2	130B3406	
Ventilador B3	Ventilador externo, gabinete metálico tamanho B3	130B3563	
Ventilador B4	Ventilador externo, 18,5/22 kW	130B3699	
Ventilador B4	Ventilador externo 22/30 kW	130B3701	
Ventilador C1	Ventilador externo, gabinete metálico tamanho C1	130B3865	
Ventilador C2	Ventilador externo, gabinete metálico tamanho C2	130B3867	
Ventilador C3	Ventilador externo, gabinete metálico tamanho C3	130B4292	
Ventilador C4	Ventilador externo, gabinete metálico tamanho C4	130B4294	
Hardwares diversos II			
Sacola de acessórios A2	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho A2	130B1022	
Sacola de acessórios A3	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho A3	130B1022	
Sacola de acessórios A5	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho A5	130B1023	
Sacola de acessórios B1	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho B1	130B2060	
Sacola de acessórios B2	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho B2	130B2061	
Sacola de acessórios B3	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho B3	130B0980	
Sacola de acessórios B4	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho B4	130B1300	Pequena
Sacola de acessórios B4	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho B4	130B1301	Grande
Sacola de acessórios C1	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho C1	130B0046	
Sacola de acessórios C2	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho C2	130B0047	
Sacola de acessórios C3	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho C3	130B0981	
Sacola de acessórios C4	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho C4	130B0982	Pequena
Sacola de acessórios C4	Sacola de acessórios, gabinete metálico tamanho C4	130B0983	Grande

Tabela 6.5 Códigos de compra para peças de reposição

6.2.2 Códigos de Compra: Filtros de Harmônicas

Os Filtros de harmônicas são utilizados para reduzir as frequências harmônicas de rede elétrica.

Para saber os códigos de compra, consulte o *Guia de Design do VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010.*

AVISO!

O suporte de AHF e de filtro de onda senoidal requer versão do software 1.1x ou superior. Filtros dU/dt são suportadas e podem ser usados em qualquer versão de software.

6.2.3 Códigos de Compra: Módulos do Filtro de Onda Senoidal, 200-480 V CA

Tamanho do conversor de frequência			Frequência de chaveamento mínima [kHz]	Frequência de saída máxima [Hz]	Número de peça IP20	Número de peça IP00	Corrente nominal do filtro em 50 Hz [A]
200–240 V	380–440 V	440–480 V					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K1	P3K0	P3K0	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5			5	120	130B2443	130B2408	8
	P4K0	P4K0	5	120	130B2444	130B2409	10
P2K2	P5K5	P5K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P3K0	P7K5	P7K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P4K0			5	120	130B2446	130B2411	17
P5K5	P11K	P11K	4	60	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	60	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	60	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	60	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	60	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	60	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	60	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	60	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	60	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K		3	60	130B2311	130B2285	180

Tabela 6.6 Alimentação de rede elétrica 3 x 200–480 V

AVISO!

Ao usar filtros de onda senoidal, a frequência de chaveamento deverá estar em concordância com as especificações de filtro em *parâmetro 14-01 Freqüência de Chaveamento*.

AVISO!

Consulte também o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

6.2.4 Códigos de Compra: Módulos do Filtro de Onda Senoidal, 525-600/690 V CA

Tamanho do conversor de frequência		Frequência de chaveamento mínima [kHz]	Frequência de saída máxima [Hz]	Número de peça IP20	Número de peça IP00	Corrente nominal do filtro em 50 Hz [A]
525–600 V	690 V					
P1K1		2	60	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	60	130B2341	130B2321	13
P2K2		2	60	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	60	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	60	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	60	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	60	130B2341	130B2321	13
	P11K	2	60	130B2342	130B2322	28
P11K	P15K	2	60	130B2342	130B2322	28
P15K	P18K	2	60	130B2342	130B2322	28
P18K	P22K	2	60	130B2342	130B2322	28
P22K	P30K	2	60	130B2343	130B2323	45
P30K	P37K	2	60	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	60	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	60	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	60	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	60	130B2345	130B2325	115
P90K		2	60	130B2346	130B2326	165

Tabela 6.7 Alimentação de rede elétrica 3 x 525–690 V

AVISO!

Ao usar filtros de onda senoidal, a frequência de chaveamento deverá estar em concordância com as especificações de filtro em *parâmetro 14-01 Freqüência de Chaveamento*.

AVISO!

Consulte também o *Guia de Design de Filtros de Saída*.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

6.2.5 Filtros de Harmônicas

Os Filtros de harmônicas são utilizados para reduzir as frequências harmônicas de rede elétrica.

- AHF 010: 10% distorção de corrente.
- AHF 005: 5% distorção de corrente.

Resfriamento e ventilação
IP20: Refrigerado por convecção natural ou por ventiladores integrados.
IP00: Resfriamento forçado adicional é necessário. Assegurar fluxo de ar suficiente através do filtro durante a instalação para impedir o superaquecimento do filtro. Fluxo de ar de no mínimo 2 m/s é necessário através do filtro.

Características nominais da corrente e da potência[1)]		Motor típico	Características nominais da corrente do filtro	Código de compra AHF 005		Código de compra AHF 010	
			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
1,1–4,0	1,2–9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
5,5–7,5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
11,0	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
15,0	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
18,0	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
22,0	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
30,0	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
37,0	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
45,0	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
55,0	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
75,0	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207
90,0	171	90	171	130B1445	130B1250	130B1294	130B1213

Tabela 6.8 Filtros de harmônicas para 380-415 V, 50 Hz

Características nominais da corrente e da potência[1)]		Motor típico	Características nominais da corrente do filtro	Código de compra AHF 005		Código de compra AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
1,1–4,0	1,2–9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
5,5–7,5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
11,0	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
15,0	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
18,0	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
22,0	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
30,0	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
37,0	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
45,0	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
55,0	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
75,0	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498
90,0	171	90	171	130B3130	130B2868	130B3089	130B2499

Tabela 6.9 Filtros de harmônicas para 380-415 V, 60 Hz

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Características nominais da corrente e da potência[1)]		Motor típico	Características nominais da corrente do filtro	Código de compra AHF 005		Código de compra AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
1,1–4,0	1–7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
5,5–7,5	9,9–13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
11,0	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
15,0	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
18,0	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
22,0	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
30,0	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
37,0	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
45,0	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
55,0	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
75,0	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494
90	154	90	154	130B1798	130B1763	130B1781	130B1495

Tabela 6.10 Filtros de harmônicas para 440–480 V, 60 Hz

1) Características nominais da corrente e da potência do conversor de frequência de acordo com as condições de operação reais.

Características nominais da corrente e da potência[1)]		Motor típico	Características nominais da corrente do filtro	Código de compra AHF 005		Código de compra AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11,0	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
15,0	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
18,0	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
22,0	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
30,0	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
37,0	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
45,0	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
55,0	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
75,0	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220
90	106	90	109	130B5270	130B5255	130B5238	130B5221

Tabela 6.11 Filtros de harmônicas para 600 V, 60 Hz

Características nominais da corrente e da potência[1)]		Motor típico	Características nominais da corrente e da potência		Motor típico	Características nominais da corrente do filtro	Código de compra AHF 005		Código de compra AHF 010	
500–550 V			551–690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
11,0	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
15,0	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
18,0	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
22,0	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
30,0	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
37,0	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
45,0	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
55,0	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
75,0	89	55	–	–	–	87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288
90,0	110	90	–	–	–	109	130B5026	130B5172	130B5327	130B5289

Tabela 6.12 Filtros de harmônicas para 500–690 V, 50 Hz

1) Características nominais da corrente e da potência do conversor de frequência de acordo com as condições de operação reais.

6.2.6 Filtros de onda senoidal

Características nominais da corrente e da potência do conversor de frequência						Características nominais da corrente do filtro			Frequência de chaveamento	Código de compra	
200–240 V		380–440 V		441–500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
–	–	1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
–	–	1,5	4,1	1,5	3,4						
–	–	2,2	5,6	2,2	4,8	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3						
1,5	7,5	–	–	–	–						
–	–	4	10	4	8,2	10	9,5	7,5	5	130B2409	130B2444
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5						
3,7	16,7	–	–	–	–						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

Tabela 6.13 Filtros de Onda Senoidal para Conversores de Frequência com 380-500 V

*1) Códigos de compra marcados com * são IP23.*

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Características nominais da corrente e da potência do conversor de frequência						Características nominais da corrente do filtro a 690 V			Frequência de chaveamento	Código de compra	
525–600 V		551–690 V		525–550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
1,1	2,4	1,5	2,2	1,5	2,7	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,5	2,7	2,2	3,2	2,2	3,9						
2,2	3,9	3,0	4,5	3,0	4,9						
3	4,9	4,0	5,5	4,0	6,1	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5	5,5	9,0						
5,5	9	7,5	10	7,5	11						
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	–	–	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tabela 6.14 Filtros de Onda Senoidal para Conversores de Frequência com 525-600 V e 525–690 V

*1) Códigos de compra marcados com * são IP23.*

Parâmetro	Configuração
Parâmetro 14-00 Padrão de Chaveamento	*[1] SFAVM*
Parâmetro 14-01 Freqüência de Chaveamento	Configurar de acordo com o filtro individual. Indicado no rótulo de produto do filtro e no manual do filtro de saída. Os filtros de onda senoidal não permitem frequência de chaveamento inferior à especificada pelo filtro individual.
Parâmetro 14-55 Filtro de Saída	*[2] Filtro de onda senoidal fixa*
Parâmetro 14-56 Capacitance Output Filter	Configurar de acordo com o filtro individual. Indicado na etiqueta de produto do filtro e no manual do filtro de saída (necessário somente para operação flux).
Parâmetro 14-57 Inductance Output Filter	Configurar de acordo com o filtro individual. Indicado na etiqueta de produto do filtro e no manual do filtro de saída (necessário somente para operação flux).

Tabela 6.15 Programação dos parâmetros para operação de filtro de onda senoidal

6.2.7 Filtros dU/dt

Características nominais do conversor de frequência [V]										Características nominais da corrente do filtro [V]				Código de compra		
200–240		380–440		441–500		525–550		551–690		380 @60 Hz 200-400/ 440@50 Hz	460/480 @60 Hz 500/525 @50 Hz	575/600 @60 Hz	690 @50 Hz	IP00	IP20[1)]	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6	17	15	13	10	N/A	130B7367*	N/A
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
–	–	–	–	–	–	–	–	2,2	3,2							
								3	4,5							
								4	5,5							
								5,5	7,5							
								7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836*	130B2837
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
–	–	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
–	–	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839*	130B2840
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	–	–	–	–	–	–	–	–							
–	–	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	130B2841	130B2842*	130B2843
–	–							75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845*	130B2846
37	143	90	177	–	–	90	137	–	–							
45	170	–	–	–	–	–	–	–	–							

Tabela 6.16 Filtros dU/dt para 200-690 V

1) Tamanhos de gabinete metálico A3 dedicados suportando montagem de área de cobertura e montagem estilo livro. Conexão de cabo blindado fixo para o conversor de frequência.

Parâmetro	Configuração
Parâmetro 14-01 Freqüência de Chaveamento	A operação da frequência de chaveamento maior que a especificada pelo filtro individual não é recomendável.
Parâmetro 14-55 Filtro de Saída	*[0] Sem Filtro*
Parâmetro 14-56 Capacitance Output Filter	Não usado
Parâmetro 14-57 Inductance Output Filter	Não usado

Tabela 6.17 Programação do parâmetro para operação do filtro dU/dt

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

6.2.8 Filtros de Modo Comum

Tamanho do gabinete metálico	Código de compra	Dimensão do núcleo					Peso
		W	w	H	h	d	[kg]
A e B	130B3257	60	43	40	25	22,3	0,25
C1	130B7679	82,8	57,5	45,5	20,6	33	–
C2, C3, C4	130B3258	102	69	61	28	37	1,6

Tabela 6.18 Filtros de Modo Comum, Códigos de Compra

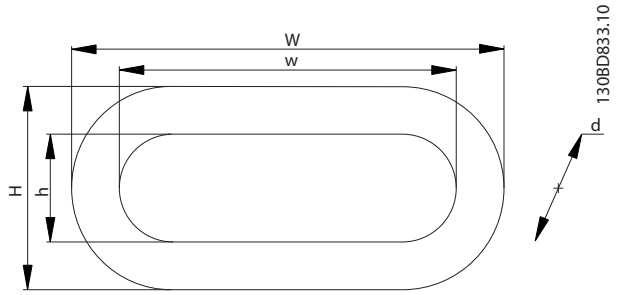


Ilustração 6.2 Núcleo HF-CM

6

7 Especificações

7.1 Dados Elétricos

7.1.1 Alimentação de Rede Elétrica 3x200–240 V CA

Designação de tipo	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Sobrecarga[1)]	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7
Potência no eixo típica [hp] a 208 V	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9
IP20/chassi[6)]	A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Corrente de saída					
Contínua (3x200–240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
Intermitente (3x200–240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4
Contínua kVA (208 V CA) [kVA]	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
Corrente de entrada máxima					
Contínua (3x200–240 V) [A]	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
Intermitente (3x200–240 V) [A]	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5
Mais especificações					
Perda de energia estimada[3)] na carga nominal máxima [W][4)]	63	82	116	155	185
IP20, IP21 seção transversal do cabo máxima[2)] (rede elétrica, motor, freio e Load Sharing) [mm²/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (mínimo 0,2 (24))				
IP55, IP66 seção transversal do cabo máxima[2)] (rede elétrica, motor, freio e Load Sharing) [mm²/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12)				
Seção transversal do cabo máxima com desconexão	6, 4, 4 (10, 12, 12)				
Eficiência[5)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabela 7.1 Alimentação de Rede Elétrica 3x200–240 V CA

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Designação de tipo	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K
Sobrecarga[1)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
Potência no eixo típica [hp] a 208 V	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60
IP20/chassi[6)]	B3	B3	B3	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Corrente de saída									
Contínua (3x200–240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	88,0	115	143	170
Intermitente (3x200–240 V) [A]	26,6	33,9	50,8	65,3	82,3	96,8	127	157	187
Contínua kVA (208 V CA) [kVA]	8,7	11,1	16,6	21,4	26,9	31,7	41,4	51,5	61,2
Corrente de entrada máxima									
Contínua (3x200–240 V) [A]	22,0	28,0	42,0	54,0	68,0	80,0	104,0	130,0	154,0
Intermitente (3x200–240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	88,0	114,0	143,0	169,0
Mais especificações									
Perda de energia estimada[3)] na carga nominal máxima [W][4)]	269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636
IP20 seção transversal do cabo máxima[2)] (rede elétrica, freio, motor e Load Sharing) [mm²/ (AWG)]	10, 10 (8, 8, –)			35 (2)		50 (1)		150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal do cabo máxima[2)] (rede elétrica, motor) [mm²/ ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)			35, -, - (2, -, -)	50 (1)			150 (300 MCM)	
Eficiência[5)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabela 7.2 Alimentação de Rede Elétrica 3x200–240 V CA

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

7.1.2 Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V CA

Designação de tipo	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Sobrecarga[1]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Potência no eixo típica [hp] a 460 V	1,5	2,0	2,9	4,0	5,0	7,5	10
IP20/chassi[6]	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP55/NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Corrente de saída							
Contínua (3x380–440 V) [A]	3	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Intermitente (3x380–440 V) [A]	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6
Contínua (3 x 441-480 V) [A]	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Intermitente (3x441–480 V) [A]	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4
Contínua kVA (400 V CA) [kVA]	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0
Contínua kVA (460 V CA) [kVA]	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Corrente de entrada máxima							
Contínua (3x380–440 V) [A]	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Intermitente (3x380–440 V) [A]	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8
Contínua (3 x 441-480 V) [A]	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0
Intermitente (3x441–480 V) [A]	3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9	14,3
Mais especificações							
Perda de energia estimada[3] em carga nominal máxima [W][4]	58	62	88	116	124	187	255
IP20, IP21 seção transversal do cabo máxima[2] (rede elétrica, motor, freio e Load Sharing) [mm²/(AWG)][2]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (mínimo 0,2 (24))						
IP55, IP66 seção transversal do cabo máxima[2] (rede elétrica, motor, freio e Load Sharing) [mm²/(AWG)][2]	4, 4, 4 (12, 12, 12)						
Seção transversal do cabo máxima[2] com desconexão	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
Eficiência[5]	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabela 7.3 Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V CA

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Designação de tipo	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Sobrecarga[1)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
Potência no eixo típica [hp] a 460 V	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP20/chassi[7)]	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Corrente de saída										
Contínua (3x380–439 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177
Intermitente (3x380–439 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195
Contínua (3x440–480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
Intermitente (3x440–480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176
Contínua kVA (400 V CA) [kVA]	16,6	22,2	26	30,5	42,3	50,6	62,4	73,4	102	123
Contínua kVA (460 V CA) [kVA]	16,7	21,5	27,1	31,9	41,4	51,8	63,7	83,7	104	128
Corrente de entrada máxima										
Contínua (3x380–439 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
Intermitente (3x380–439 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177
Contínua (3x440–480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
Intermitente (3x440–480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160
Mais especificações										
Perda de energia estimada[3)] em carga nominal máxima [W][4)]	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474
IP20 seção transversal do cabo máxima[2)] (rede elétrica, freio, motor e Load Sharing) [mm²/(AWG)]	10, 10, - (8, 8, -)			35, –, – (2, –, –)			50 (1)		95 (4/0)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal do cabo máxima[2)] (rede elétrica, motor) [mm²/([AWG])	10, 10, - (8, 8, -)			35, 25, 25 (2, 4, 4)		50 (1)			150 (300 MCM)	
Com a chave de desconexão da rede elétrica incluída:	16, 10, 10 (6, 8, 8)					50, 35, 35 (1, 2, 2)			95, 70, 70 (3/0, 2/70, 2/0)	185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)
Eficiência[5)]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99

Tabela 7.4 Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V CA

7.1.3 Alimentação de Rede Elétrica 3x525–600 V CA

Designação de tipo	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5
Sobrecarga[1]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	4,0	5,5	7,5
IP20/chassi	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3
IP21/NEMA 1	A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3
IP55/NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
IP66/NEMA 4X	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Corrente de saída								
Contínua (3x525-550 V) [A]	2,6	2,9	4,1	5,2	–	6,4	9,5	11,5
Intermitente (3x525-550 V) [A]	2,9	3,2	4,5	5,7	–	7,0	10,5	12,7
Contínua (3x525-600 V) [A]	2,4	2,7	3,9	4,9	–	6,1	9,0	11,0
Intermitente (3x525-600 V) [A]	2,6	3,0	4,3	5,4	–	6,7	9,9	12,1
Contínua kVA (525 V CA) [kVA]	2,5	2,8	3,9	5,0	–	6,1	9,0	11,0
Contínua kVA (575 V CA) [kVA]	2,4	2,7	3,9	4,9	–	6,1	9,0	11,0
Corrente de entrada máxima								
Contínua (3x525-600 V) [A]	2,4	2,7	4,1	5,2	–	5,8	8,6	10,4
Intermitente (3x525-600 V) [A]	2,7	3,0	4,5	5,7	–	6,4	9,5	11,5
Mais especificações								
Perda de energia estimada[3] em carga nominal máxima [W][4]	50	65	92	122	–	145	195	261
IP20 seção transversal do cabo máxima[2] (rede elétrica, motor, freio e Load Sharing) [mm²/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (mínimo 0,2 (24))							
IP55, IP66 seção transversal do cabo máxima[2] (rede elétrica, motor, freio e Load Sharing) [mm²/(AWG)]	4, 4, 4 (12, 12, 12) (mínimo 0,2 (24))							
Seção transversal do cabo máxima[2] com desconexão	6, 4, 4 (10, 12, 12)							
Eficiência[5]	0,97	0,97	0,97	0,97	–	0,97	0,97	0,97

Tabela 7.5 Alimentação de Rede Elétrica 3x525–600 V CA

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Designação de tipo	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Sobrecarga[1)]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
IP20/chassi	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP21/NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55/NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66/NEMA 4X	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Corrente de saída										
Contínua (3x525-550 V) [A]	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Intermitente (3x525-550 V) [A]	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
Contínua (3x525-600 V) [A]	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
Intermitente (3x525-600 V) [A]	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
Contínua kVA (525 V CA) [kVA]	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100	130,5
Contínua kVA (575 V CA) [kVA]	17,9	21,9	26,9	33,9	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6	130,5
Corrente de entrada máxima										
Contínua (3x525-600 V) [A]	17,2	20,9	25,4	32,7	39	49	59	78,9	95,3	124,3
Intermitente (3x525-600 V) [A]	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Mais especificações										
Perda de energia estimada[3)] em carga nominal máxima [W][4)]	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500
IP21, IP55, IP66 seção transversal do cabo máxima[2)] (rede elétrica, freio e Load Sharing) [mm²/(AWG)]	16, 10, 10 (6, 8, 8)			35, –, – (2, –, –)		50, –, – (1, –, –)			150 (300 MCM)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal do cabo máxima[2)] (motor) [mm²/([AWG])	10, 10, – (8, 8, –)			35, 25, 25 (2, 4, 4)		50, –, – (1, –, –)			150 (300 MCM)	
IP20 seção transversal do cabo máxima[2)] (rede elétrica, freio e Load Sharing) [mm²/(AWG)]	10, 10, – (8, 8, –)			35, –, – (2, –, –)			50, –, – (1, –, –)		150 (300 MCM)	
Seção transversal do cabo máxima[2)] com desconexão	16, 10, 10 (6, 8, 8)					50, 35, 35 (1, 2, 2)			95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)	185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)
Eficiência[5)]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tabela 7.6 Alimentação de Rede Elétrica 3x525–600 V CA

Para saber o tipo de fusível, consulte capétulo 7.8 Fusíveis e Disjuntores.

1) Sobrecarga normal torque de 110% durante 60 s.

2) Os três valores da seção transversal do cabo máxima são para fio único, fio flexível e fio flexível com bucha, respectivamente.

3) Aplica-se para dimensionamento do resfriamento do conversor de frequência. Se a frequência de chaveamento for mais lata que a configuração padrão, a perda de energia pode aumentar. O consumo de energia típico do LCP e do cartão de controle estão incluídos. Para sabe os dados de perda de energia de acordo com EN 50598-2, consulte www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

4) Eficiência medida na corrente nominal. Para saber a classe de eficiência energética, consulte capétulo 7.4 Condições ambiente.. Para saber as perdas de carga parcial, consulte www.danfoss.com/vltenergyefficiency.

5) Medido com cabos de motor blindados de 5 m com carga nominal e frequência nominal.

6) Gabinetes metálicos A2+A3 podem ser convertidos para IP21 usando um kit de conversão. Consulte também capétulo 3.7 Planejamento mecânico.

7) Gabinetes metálicos tamanhos B3+B4 e C3+C4 podem ser convertidos para IP21 usando um kit de conversão. Consulte também capétulo 3.7 Planejamento mecânico.

7.2 Alimentação de Rede Elétrica

Alimentação de rede elétrica	
Terminais de alimentação	L1, L2, L3
Tensão de alimentação	200–240 V ±10%
Tensão de alimentação	380–480 V ±10%
Tensão de alimentação	525–600 V ±10%

Tensão de rede elétrica baixa/queda da rede elétrica:
Durante baixa tensão de rede ou queda da rede elétrica, o conversor de frequência continua 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. Energização e torque total não podem ser esperados em tensão de rede menor do que 10% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa do conversor de frequência.

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)	≥0,9 nominal com carga nominal
Fator de potência de deslocamento (cos ϕ)	Unidade próxima (>0,98)
Comutação na alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações) ≤ 7,5 kW	Máximo 2 vezes/minuto
Chaveamento na alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações) 11 - 75 kW	Máximo de 1 vez/minuto
Comutação na entrada de alimentação L1, L2, L3 (energizações) ≥ 90 kW	Máximo 1 vez/2 minutos
Ambiente de acordo com EN60664-1	Categoria de sobretensão III/grau de poluição 2

A unidade é apropriada para uso em um circuito capaz de fornecer não mais que 100.000 Ampère RMS simétrico, máximo de 240/500/600/690 V.

7.3 Saída do Motor e dados do motor

Saída do Motor (U, V, W)	
Tensão de saída	0–100% da tensão de alimentação
Frequência de saída (1,1-90 kW)	0–590[1)] Hz
Chaveamento na saída	Ilimitado
Tempos de rampa	1–3600 s

1) Na versão de software 1.10 a frequência de saída do conversor de frequência é limitada a 590 Hz. Entre em contato com o representante Danfoss local para obter mais informações.

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

1) A porcentagem está relacionada ao torque nominal.

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

7.4 Condições ambiente

Ambiente	
Características nominais de IP	IP20[1]/Chassi, IP21[2]/Tipo 1, IP55/Tipo 12, IP66/Tipo 4X
Teste de vibração	1,0 g
Umidade relativa máxima	5–93% (IEC 721-3-3; Classe 3K3 (não condensante) durante a operação
Ambiente agressivo (IEC 60068-2-43) teste com H_2S	Classe Kd
Temperatura ambiente[3]	Máximo 50 °C (média de 24 horas máximo de 45 °C)
Temperatura ambiente mínima, durante operação plena	0 °C
Temperatura ambiente mínima em desempenho reduzido	-10 °C
Temperatura durante a armazenagem/transporte	-25 a +65/70 °C
Altitude máxima acima do nível do mar, sem derating	1000 m
Derating para altitudes elevadas - consulte as condições especiais no Guia de Design	
Normas de EMC, Emissão	EN 61800-3
Normas de EMC, Imunidade	EN 61800-3
Classe de eficiência energética[4]	IE2

Consulte capétulo 5 Condições Especiais.

1) Somente para ≤3,7 kW (200–240 V), ≤ 7,5 kW (380–480 V).

2) Como no kit de gabinete metálico para ≤ 3,7 kW (200–240 V), ≤ 7,5 kW (380–480 V).

3) Derating para temperatura ambiente elevada, consulte capétulo 5 Condições Especiais.

4) Determinada de acordo com EN50598-2 em:

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

7.5 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 terminal de controle, fio flexível/rígido sem buchas de terminal do cabo	1,5 mm²/16 AWG
Seção transversal máxima para terminais de controle, fio flexível com buchas de terminal do cabo	1 mm²/18 AWG
Seção transversal máxima para terminal de controle, fio flexível com buchas de terminal do cabo com colar	0,5 mm²/20 AWG
Seção transversal mínima para terminais de controle	0,25 mm²/24 AWG

1) Para cabos de energia, consulte as tabelas de dados elétricos em .capétulo 7.1 Dados Elétricos

7.5.1 Comprimentos de Cabo para Múltiplas Conexões do Motor Paralelas

Tamanhos de gabinete metálico	Potência [kW]	Tensão [V]	1 cabo [m]	2 cabos [m]	3 cabos [m]	4 cabos [m]
A2, A4, A5	1,1–1,5	400	150	45	20	8
A2, A4, A5	2,2–4	400	150	45	20	11
A3, A4, A5	5,5–7,5	400	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11–90	400	150	75	50	37

Tabela 7.7 Comprimento de cabo máximo de cada cabo paralelo

Para obter mais informações, consulte capétulo 3.5.6 Conexão de Vários Motores.

7.6 Entrada/Saída de controle e dados de controle

Entradas digitais	
Entradas digitais programáveis	4 (6)[1)]
Terminal número	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
Lógica	PNP ou NPN
Nível de tensão	0–24 V CC
Nível de tensão, lógica 0 PNP	<5 V CC
Nível de tensão, lógica 1 PNP	>10 V CC
Nível de tensão, lógica 0 NPN [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
(Ciclo útil) Largura de pulso mín.	4,5 ms
Resistência de entrada, Ri	Aproximadamente 4 kΩ

Safe Torque Off (STO) Terminal 37 [3), 4)] (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) Os terminais 27 e 29 também podem ser programados como saídas.

2) Exceto Safe Torque Off terminal de entrada 37.

3) Consulte VLT® Conversores de frequência - Instruções de utilização do Safe Torque Off para obter mais informações sobre o terminal 37 e Safe Torque Off.

4) Ao usar um contator com uma bobina CC interna em combinação 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 (ou, como alternativa, um MOV de 30 V ou 50 V para tempo de resposta mais rápido) através da bobina. Os contatores típicos podem ser adquiridos com esse diodo.

Entradas analógicas	
Número de entradas analógicas	2
Terminal número	53, 54
Modos	Tensão ou corrente
Seleção do modo	Chaves S201 e S202
Modo de tensão	Interruptor S201/interruptor S202=OFF (U)
Nível de tensão	-10 V a +10 V (escalonável)
Resistência de entrada, Ri	Aproximadamente 10 kΩ
Tensão máxima	±20 V
Modo de corrente	Chave S201/chave S202 = ON (I)
Nível de corrente	0/4 a 20 mA (escalonável)
Resistência de entrada, Ri	Aproximadamente 200 Ω
Corrente máxima	30 mA
Resolução das entradas analógicas	10 bits (+ sinal)
Precisão das entradas analógicas	Erro máx. 0,5% da escala total
Largura de banda	100 Hz

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

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

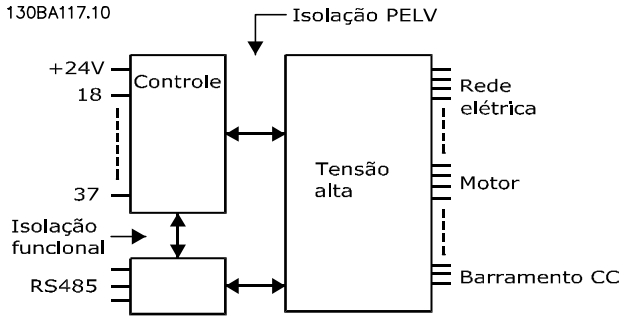


Ilustração 7.1 Isolamento PELV de Entradas Analógicas

Entradas de pulso	
Pulso programável	2/1
Número do terminal do pulso	29, 33[1)]/32[2)], 33[2)]
Frequência máxima no terminal 29, 32, 33	110 kHz (acionado por Push-pull)
Frequência máxima no terminal 29, 32, 33	5 kHz (coletor aberto)
Frequência mínima nos terminais 29, 32, 33	4 Hz
Nível de tensão	Ver *capétulo 7.6.1 Entradas Digitais*
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Resistência de entrada, Ri	Aproximadamente 4 kΩ
Precisão da entrada de pulso (0,1–1 kHz)	Erro máximo: 0,1% do fundo de escala
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 dos demais terminais de alta tensão.

1) As entradas de pulso são 29 e 33.

2) Entradas do encoder: 32=A e 33=B.

Saída analógica	
Número de saídas analógicas programáveis	1
Terminal número	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.

Cartão de controle, comunicação serial RS485	
Terminal número	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
Terminal número	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 V CC	
Terminal número	12, 13
Tensão de saída	24 V +1, –3 V
Carga máxima	200 mA

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

Saídas do relé	
Saídas do relé programáveis	
Número do terminal do Relé 01	1–3 (desativado), 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 a 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	4-6 (desativado), 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 a 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 (NO) (Carga indutiva a cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máxima (CC-1)[1)] em 4-6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga do terminal máxima (CC-13)[1)] em 4-6 (NO) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga do terminal mínima em 1–3 (NC), 1–2 (NO), 4–6 (NC), 4–5 (NO)	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	
Terminal número	50
Tensão de saída	10,5 V ±0,5 V
Carga máxima	15 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: erro ±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	5 ms

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

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.

7.7 Torque de Aperto de Conexão

	Potência [kW]			Torque [Nm]			
Gabinete metálico	**200–240 V**	**380–480 V**	**525–600 V**	**Rede elétrica**	**Motor**	**Terra**	**Relé**
A2	1,1–2,2	1,1–4,0	–	1,8	1,8	3	0,6
A3	3,0–3,7	5,5–7,5	1,1–7,5	1,8	1,8	3	0,6
A4	1,1–2,2	1,1–4,0	–	1,8	1,8	3	0,6
A5	1,1–3,7	1,1–7,5	1,1–7,5	1,8	1,8	3	0,6
B1	5,5–11	11–18	11–18	1,8	1,8	3	0,6
B2	15	22–30	22–30	4,5	4,5	3	0,6
B3	5,5–11	11–18	11–18	1,8	1,8	3	0,6
B4	15–18	22–37	22–37	4,5	4,5	3	0,6
C1	18–30	37–55	37–55	10	10	3	0,6
C2	37–45	75–90	75–90	14/24[1)]	14/24[1)]	3	0,6
C3	22–30	45–55	45–55	10	10	3	0,6
C4	37–45	75–90	75–90	14/24[1)]	14/24[1)]	3	0,6

Tabela 7.8 Aperto dos Terminais

1) Para dimensões de cabo diferentes, em que x ≤95 mm² e y ≥95 mm².

7.8 Fusíveis e Disjuntores

Use fusíveis e/ou disjuntores recomendados no lado da alimentação como proteção no caso de pane em componente do conversor de frequência (primeira falha).

AVISO!

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

Recomendações:

- Fusíveis do tipo gG.
- Disjuntores tipo Moeller. Para outros tipos de disjuntores, assegure que a energia no conversor de frequência seja igual ou inferior à energia fornecida pelos tipos Moeller.

O uso de fusíveis e disjuntores recomendados garante que os possíveis danos ao conversor de frequência fiquem limitados a danos dentro da unidade. Para obter mais informações, consulte *Notas de Aplicação Fusíveis e disjuntores*.

Os fusíveis em *Tabela 7.9* a *Tabela 7.16* são apropriados para uso em um circuito capaz de fornecer 100000 A_{rms} (simétrico), dependendo das características nominais de tensão do conversor de frequência. Com o fusível adequado, as características nominais de corrente de curto-circuito (SCCR) do conversor de frequência são de 100.000 A_{rms}.

7.8.1 Conformidade com a CE

200–240 V

Tipo de gabinete metálico	Potência [kW]	Tamanho de fusível recomendado	Tamanho máximo de fusíveis recomendado	Disjuntor recomendado (Moeller)	Nível de desarme máximo [A]
A2	1,1–2,2	gG-10 (1,1–1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3,0–3,7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	5,5–11	gG-25 (5,5–7,5) gG-32 (11)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15–18	gG-50 (15) gG-63 (18)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	22–30	gG-80 (22) aR-125 (30)	gG-150 (22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	150
C4	37–45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250
A4	1,1–2,2	gG-10 (1,1–1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1–3,7	gG-10 (1,1–1,5) gG-16 (2,2–3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5,5–11	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5–11)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	18–30	gG-63 (18,5) gG-80 (22) gG-100 (30)	gG-160 (18,5–22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	160
C2	37–45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250

Tabela 7.9 200-240 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

380–480 V

Tipo de gabinete metálico	Potência [kW]	Tamanho de fusível recomendado	Tamanho máximo de fusíveis recomendado	Disjuntor recomendado (Moeller)	Nível de desarme máximo [A]
A2	1,1–4,0	gG-10 (1,1–3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5,5–7,5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11–18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22–37	gG-50 (22) gG-63 (30) gG-80 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45–55	gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-150 (45) gG-160 (55)	NZMB2-A200	150
C4	75–90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A4	1,1–4	gG-10 (1,1–3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1,1–7,5	gG-10 (1,1–3) gG-16 (4–7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11–18,5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22–30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37–55	gG-80 (37) gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75–90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabela 7.10 380–480 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

525–600 V

Tipo de gabinete metálico	Potência [kW]	Tamanho de fusível recomendado	Tamanho máximo de fusíveis recomendado	Disjuntor recomendado (Moeller)	Nível de desarme máximo [A]
A3	5,5–7,5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11–18	gG-25 (11) gG-32 (15–18)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22–37	gG-40 (22) gG-50 (30) gG-63 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45–55	gG-63 (45) gG-100 (55)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75–90	aR-160 (75) aR-200 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A5	1,1–7,5	gG-10 (1,1–5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11–18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22–30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37–55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37–45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75–90	aR-200 (75–90)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabela 7.11 525–600 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

7.8.2 Em conformidade com o UL

3x200–240 V

	Fusível máximo recomendado					
Potência [kW]	Bussmann Tipo RK1[1)]	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
1,1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5/7.5	KTN-R-50	JKS-50	JJN-50	–	–	–
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	–	–	–
15	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	–	–	–
18,5–22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	–	–	–
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	–	–	–
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	–	–	–
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	–	–	–

Tabela 7.12 3x200–240 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

	Fusível máximo recomendado							
Potência [kW]	SIBA Tipo RK1	Littelfuse Tipo RK1	Ferraz Shawmut Tipo CC	Ferraz Shawmut Tipo RK1[3]	Bussmann Tipo JFHR2[2]	Littelfuse JFHR2	Ferraz Shawmut JFHR2[4]	Ferraz Shawmut J
1,1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R	FWX-10	–	–	HSJ-10
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R	FWX-15	–	–	HSJ-15
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R	FWX-20	–	–	HSJ-20
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R	FWX-25	–	–	HSJ-25
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R	FWX-30	–	–	HSJ-30
5.5/7.5	5014006-050	KLN-R-50	–	A2K-50-R	FWX-50	–	–	HSJ-50
11	5014006-063	KLN-R-60	–	A2K-60-R	FWX-60	–	–	HSJ-60
15	5014006-080	KLN-R-80	–	A2K-80-R	FWX-80	–	–	HSJ-80
18,5–22	2028220-125	KLN-R-125	–	A2K-125-R	FWX-125	–	–	HSJ-125
30	2028220-150	KLN-R-150	–	A2K-150-R	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	2028220-200	KLN-R-200	–	A2K-200-R	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	2028220-250	KLN-R-250	–	A2K-250-R	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabela 7.13 3x200–240 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

7

1) Fusíveis KTS da Bussmann podem substituir KTN para conversores de frequência de 240 V.

2) Fusíveis FWH da Bussmann podem substituir FWX para conversores de frequência de 240 V.

3) Fusíveis A6KR da Ferraz Shawmut podem substituir A2KR para conversores de frequência de 240 V.

4) Fusíveis A50X da Ferraz Shawmut podem substituir A25X para conversores de frequência de 240 V.

3x380–480 V

	Fusível máximo recomendado					
Potência [kW]	**Bussmann Tipo RK1**	**Bussmann Tipo J**	**Bussmann Tipo T**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**
1,1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1,5–2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11–15	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	–	–	–
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	–	–	–
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	–	–	–
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	–	–	–
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	–	–	–
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	–	–	–
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	–	–	–
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	–	–	–
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	–	–	–

Tabela 7.14 3x380–480 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

	Fusível máximo recomendado							
Potência [kW]	SIBA Tipo RK1	Littelfuse Tipo RK1	Ferraz Shawmut Tipo CC	Ferraz Shawmut Tipo RK1	Bussmann JFHR2	Ferraz Shawmut J	Ferraz Shawmut JFHR2[1)]	Littelfuse JFHR2
1,1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R	FWH-6	HSJ-6	–	–
1,5–2,2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R	FWH-10	HSJ-10	–	–
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R	FWH-15	HSJ-15	–	–
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R	FWH-20	HSJ-20	–	–
5,5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R	FWH-25	HSJ-25	–	–
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R	FWH-30	HSJ-30	–	–
11–15	5014006-040	KLS-R-40	–	A6K-40-R	FWH-40	HSJ-40	–	–
18	5014006-050	KLS-R-50	–	A6K-50-R	FWH-50	HSJ-50	–	–
22	5014006-063	KLS-R-60	–	A6K-60-R	FWH-60	HSJ-60	–	–
30	2028220-100	KLS-R-80	–	A6K-80-R	FWH-80	HSJ-80	–	–
37	2028220-125	KLS-R-100	–	A6K-100-R	FWH-100	HSJ-100	–	–
45	2028220-125	KLS-R-125	–	A6K-125-R	FWH-125	HSJ-125	–	–
55	2028220-160	KLS-R-150	–	A6K-150-R	FWH-150	HSJ-150	–	–
75	2028220-200	KLS-R-200	–	A6K-200-R	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	2028220-250	KLS-R-250	–	A6K-250-R	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabela 7.15 3x380–480 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

1) Fusíveis Ferraz Shawmut A50QS podem substituir fusíveis A50P.

3x525–600 V

	Fusível máximo recomendado									
Potência [kW]	**Bussmann Tipo RK1**	**Bussmann Tipo J**	**Bussmann Tipo T**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**	**SIBA Tipo RK1**	**Littelfuse Tipo RK1**	**Ferraz Shawmut Tipo RK1**	**Ferraz Shawmut J**
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1,5–2,2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11–15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	–	–	–	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	–	–	–	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	–	–	–	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	–	–	–	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	–	–	–	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	–	–	–	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	–	–	–	2028220-125	KLS-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	–	–	–	2028220-150	KLS-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	–	–	–	2028220-200	KLS-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabela 7.16 3x525–600 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

7.9 Valor Nominal da Potência, Peso e Dimensões

Tipo de gabinete metálico [kW]:		**A2**		**A3**		**A4**	**A5**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**
200–240 V		**1,1–2,2**		**3,0–3,7**		**1,1–2,2**	**1,1–3,7**	**5,5–11**	**15**	**5,5–11**	**15–18,5**	**18,5–30**	**37–45**	**22–30**	**37–45**
380–480 V		**1,1–4,0**		**5,5–7,5**		**1,1–4,0**	**1,1–7,5**	**11–18,5**	**22–30**	**11–18,5**	**22–37**	**37–55**	**75–90**	**45–55**	**75–90**
525–600 V				**1,1–7,5**			**1,1–7,5**	**11–18,5**	**11–30**	**11–18,5**	**22–37**	**37–55**	**37–90**	**45–55**	**75–90**
IP NEMA		20 Chassi	21 Tipo 1	20 Chassi	21 Tipo 1	55/66 Type 12/4X	55/66 Type 12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	20 Chassi	20 Chassi	21/55/66 Type 1/12/4X	21/55/66 Type 1/12/4X	20 Chassi	20 Chassi
Altura [mm]															
Gabinete metálico	A[1)]	246	372	246	372	390	420	480	650	350	460	680	770	490	600
Altura da placa traseira	A	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
Altura com a placa de desacoplamento para cabos de Fieldbus	A	374	–	374	–	–	–	–	–	419	595	–	–	630	800
Distância entre a furação de montagem	a	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495	648	739	521	631
Largura [mm]															
Gabinete metálico	B	90	90	130	130	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
Largura da placa traseira	B	90	90	130	130	200	242	242	242	165	231	308	370	308	370
Largura da placa traseira com um opcional C	B	130	130	170	170	–	242	242	242	205	231	308	370	308	370
Distância entre a furação de montagem	b	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200	272	334	270	330
Profundidade[2)] [mm]															
Sem opcionais A/B	C	205	205	205	205	175	200	260	260	248	242	310	335	333	333
Com opcionais A/B	C	220	220	220	220	175	200	260	260	262	242	310	335	333	333
Furos para parafusos [mm]															
	c	8,0	8,0	8,0	8,0	8,2	8,2	12	12	8	–	12	12	–	–
Diâmetro Ø	d	11	11	11	11	12	12	19	19	12	–	19	19	–	–
Diâmetro Ø	e	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	9	9	6,8	8,5	9,0	9,0	8,5	8,5
	f	9	9	9	9	6	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17
Peso máximo [kg]		4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	14	23	27	12	23,5	45	65	35	50

[1)] Consulte *Ilustração 7.2* e *Ilustração 7.3* para saber a furação de montagem superior e inferior.

[2)] A profundidade do gabinete metálico varia com os diferentes opcionais instalados.

Tabela 7.17 Valor Nominal da Potência, Peso e Dimensões

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

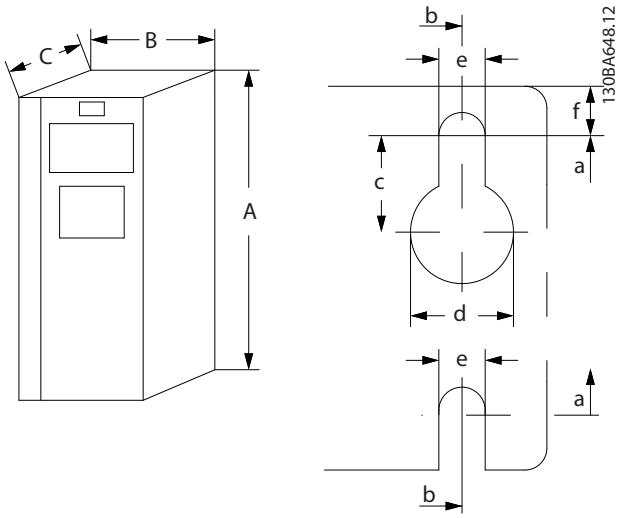


Ilustração 7.2 Furação de montagem na parte superior e inferior (consulte *capétulo 7.9 Valor Nominal da Potência, Peso e Dimensões*)

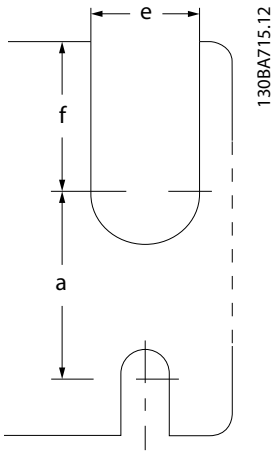


Ilustração 7.3 Furação de montagem na parte superior e inferior (B4, C3 e C4)

7.10 Teste dU/dt

Para evitar danos aos motores sem papel de isolação de fase ou outro reforço de isolamento projetado para operação com o conversor de frequência,instale um filtro dU/dt ou um filtro LC na saída do conversor de frequência.

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

- Indutância do motor.
- Cabo de motor (tipo, seção transversal, comprimento, blindado ou não blindado).

A indução natural causa uma tensão de pico de overshoot na tensão do motor antes de estabilizar. O nível depende da tensão no barramento CC.

O chaveamento dos IGBTs causa tensão de pico nos terminais do motor. O tempo de subida e a tensão de pico afetam a vida útil do motor. Se a tensão de pico for muito alta, motores sem isolação da bobina de fase podem ser prejudicados com o tempo.

Com cabo de motor curto (alguns metros), o tempo de subida e a tensão de pico são mais baixos. O tempo de subida e a tensão de pico aumentam com o comprimento de cabo.

O conversor de frequência atende a IEC 60034-25 e a IEC 60034-17 para o projeto do motor.

Para obter valores aproximados de comprimentos de cabo e tensões não mencionadas a seguir, use as seguintes orientações:

- O tempo de subida aumenta/diminui proporcionalmente ao comprimento de cabo.
- U_{PEAK} = tensão do barramento CC x 1,9 (tensão do barramento CC = tensão de rede x 1,35).
- $$dU/dt = \frac{0.8 \times U_{PEAK}}{Tempo\ de\ subida}$$

Os dados são medidos de acordo com a IEC 60034-17. Os comprimentos de cabo são em metros.

200–240 V (T2)

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
36	240	0,226	0,616	2,142
50	240	0,262	0,626	1,908
100	240	0,650	0,614	0,757
150	240	0,745	0,612	0,655

Tabela 7.18 Conversor de Frequência, P5K5, T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23	0,590	2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

Tabela 7.19 Conversor de Frequência, P7K5, T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Tabela 7.20 Conversor de Frequência, P11, T2

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Tabela 7.21 Conversor de Frequência, P15, T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabela 7.22 Conversor de Frequência, P18K, T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabela 7.23 Conversor de Frequência, P22K, T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Tabela 7.24 Conversor de Frequência, P30K, T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabela 7.25 Conversor de Frequência, P37K, T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabela 7.26 Conversor de Frequência, P45K, T2

380–480 V (T4)

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
5	400	0,640	0,690	0,862
50	400	0,470	0,985	0,985
150	400	0,760	1,045	0,947

Tabela 7.27 Conversor de Frequência, P1K5, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310	–	2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

Tabela 7.28 Conversor de Frequência, P4K0, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
5	400	0,04755	0,739	8,035
50	400	0,207	1,040	4,548
150	400	0,6742	1,030	2,828

Tabela 7.29 Conversor de Frequência, P7K5, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Tabela 7.30 Conversor de Frequência, P11K, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Tabela 7.31 Conversor de Frequência, P15K, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Tabela 7.32 Conversor de Frequência, P18K, T4

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Tabela 7.33 Conversor de Frequência, P22K, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Tabela 7.34 Conversor de Frequência, P30K, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
5	480	0,270	1,276	3,781
50	480	0,435	1,184	2,177
100	480	0,840	1,188	1,131
150	480	0,940	1,212	1,031

Tabela 7.35 Conversor de Frequência, P37K, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
36	400	0,254	1,056	3,326
50	400	0,465	1,048	1,803
100	400	0,815	1,032	1,013
150	400	0,890	1,016	0,913

Tabela 7.36 Conversor de Frequência, P45K, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tabela 7.37 Conversor de Frequência, P55K, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tabela 7.38 Conversor de Frequência, P75K, T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µ s]	U_{PEAK} [kV]	dU/dt [kV/µ s]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tabela 7.39 Conversor de Frequência, P90K, T4

7.11 Características nominais de ruído acústico

Os valores típicos medidos a uma distância de 1 m da unidade:

Tamanho do gabinete metálico	Em velocidade reduzida do ventilador (50%) [dBA]	Velocidade máxima de ventilador [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A4	50	55
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B3	59,4	70,5
B4	53	62,8
C1	52	62
C2	55	65
C3	56,4	67,3
C4	–	–

Tabela 7.40 Valores medidos

7.12 Opcionais Selecionados

7.12.1 Módulo de E/S de Uso Geral MCB 101 do VLT®

MCB 101 é usado como extensão das entradas e saídas digitais e analógicas.

Encaixe o MCB 101 no slot B do conversor de frequência.

Conteúdo:

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

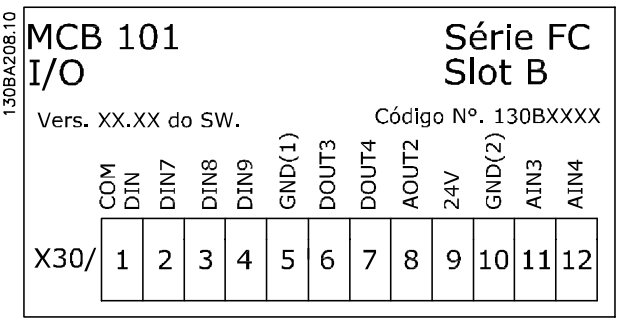


Ilustração 7.4 Opcional de MCB 101

7.12.2 Placa de relé MCB 105 do VLT®

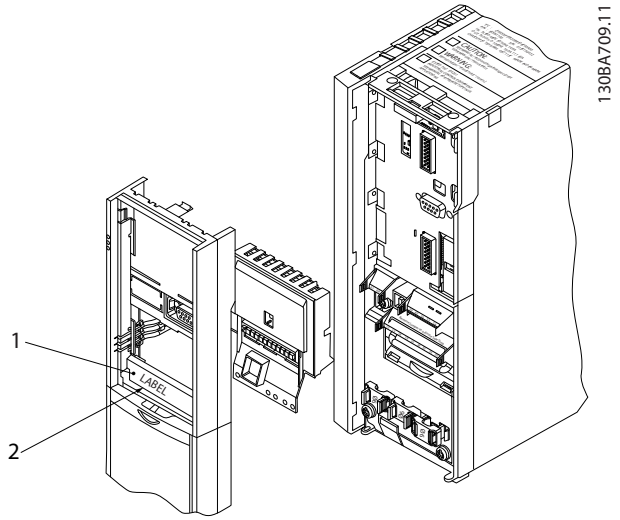
O MCB 105 inclui três peças de contatos SPDT e serve no slot do opcional B.

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 a 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 mín.	6 mínimo^{-1}/20 s^{-1}

1) IEC 947 peça 4 e 5

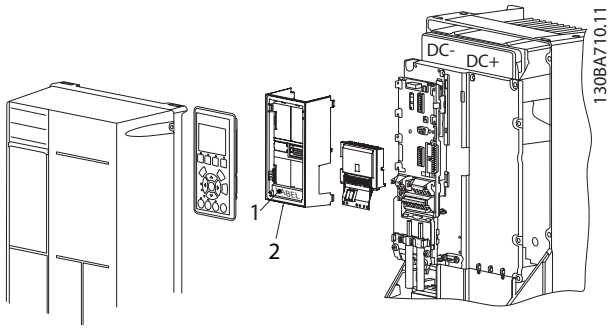
Quando o kit do opcional de relé for encomendado separadamente, ele incluirá:

- Módulo do relé MCB 105.
- Acessório do LCP aumentado e tampa de terminal aumentada.
- Etiqueta para cobrir o acesso aos interruptores S201, S202 e S801.
- Fitas para cabo para fixá-lo no módulo do relé.



1	**ADVERTÊNCIA!** A etiqueta DEVE ser fixada no chassi do LCP, conforme mostrado (aprovado p/ UL).
2	Placa de relé

Ilustração 7.5 Gabinete metálico tamanhos A2, A3 e B3



1	**ADVERTÊNCIA!** A etiqueta DEVE ser fixada no chassi do LCP, conforme mostrado (aprovado p/ UL).
2	Placa de relé

Ilustração 7.6 Gabinete metálico tamanhos A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 e C4

Ilustração 7.7 Etiqueta de Advertência Colocada no Opcional

Como acrescentar o MCB 105:

1. Desconecte a energia do conversor de frequência.
2. Desconecte a energia das conexões energizadas nos terminais de relé.
3. Remova o LCP, a tampa de terminal e o acessório do LCP do conversor de frequência.
4. Encaixe o MCB 105 no slot B.
5. Conecte os cabos de controle e aperte os cabos com as fitas para cabo anexadas.
6. Garanta que o comprimento do fio descascado está correto (consulte *Ilustração 7.9*).
7. Não misture as partes energizadas (alta tensão) com os sinais de controle (baixa tensão) (PELV).
8. Encaixe o dispositivo de fixação do LCP e a tampa de terminal, ambos com tamanho maior.

9. Substitua o LCP.
10. Conecte a energia ao conversor de frequência.
11. Selecione as funções de relé em *parâmetro 5-40 Função do Relé* [6-8], *parâmetro 5-41 Atraso de Ativação do Relé*[6-8] e *parâmetro 5-42 Atraso de Desativação do Relé* [6-8].

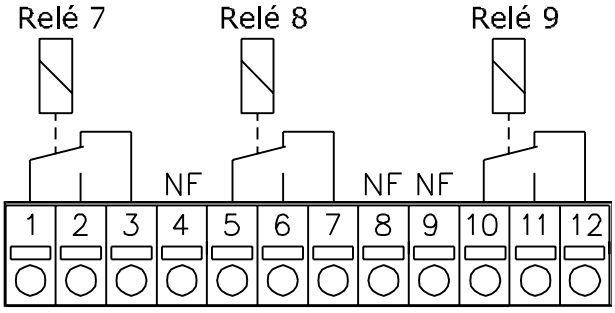
AVISO!

Matriz [6] é o relé 7, matriz [7] é o relé 8 e matriz [8] é o relé 9

AVISO!

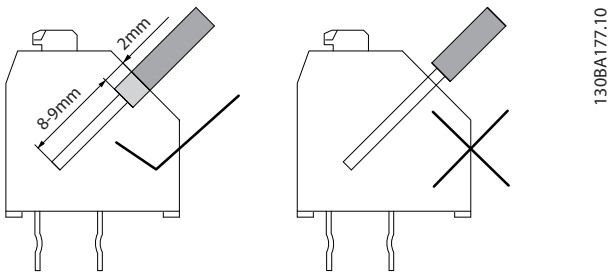
Para acessar o interruptor S801 da terminação RS485 ou os interruptores de corrente/tensão S201/S202, desmonte a placa de relé (consulte *Ilustração 7.5* e *Ilustração 7.6*, posição 2).

7



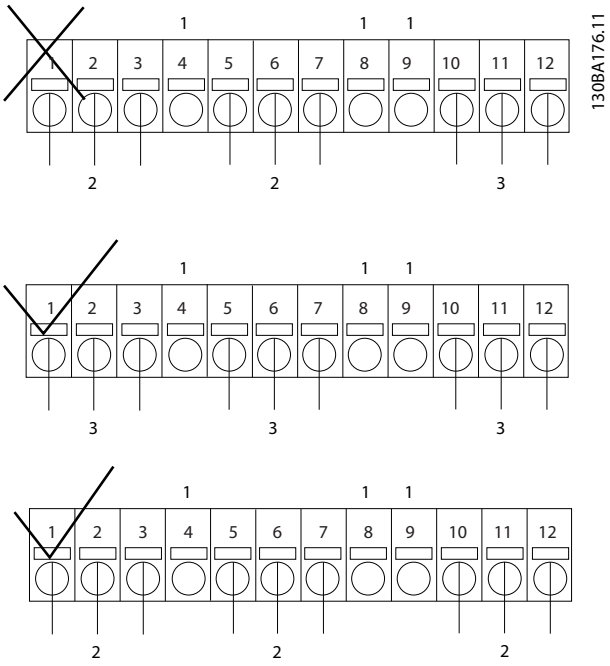
130BA162.10

Ilustração 7.8 Relés



130BA177.10

Ilustração 7.9 Inserção Correta do Fio



130BA176.11

1	NC
2	Peça energizada
3	PELV

Ilustração 7.10 Fiação Correta dos Relés

AVISO!

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

7.12.3 Cartão de Relé Estendido MCB 113 do VLT®

O MCB 113 estende a E/S do conversor de frequência com:

- 7 entradas digitais.
- 2 saídas analógicas.
- 4 relés SPDT.

A E/S estendida aumenta a flexibilidade e permite ficar em conformidade com as recomendações da NAMUR NE37 alemã.
O MCB 113 é um opcional C1 padrão e é detectado automaticamente após a montagem.

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Ilustração 7.11 Conexões elétricas do MCB 113

Para assegurar isolação galvânica entre o conversor de frequência e o cartão do opcional, conecte o MCB 113 a uma fonte de 24 V externa no X48. Se a isolação galvânica não for necessária, o cartão do opcional pode ser alimentado através de uma fonte de 24 V interna do conversor de frequência.

AVISO!

Para conectar tanto sinais de 24 V quanto sinais de alta tensão nos relés, garanta que há um relé sem uso entre o sinal de 24 V e o sinal de alta tensão.

Para fazer setup do MCB 113, use grupos do parâmetro:

- *5-1* Entrada digital.*
- *6-7* Saída Analógica 3.*
- *6-8* Saída Analógica 4.*
- *14-8* Opcionais.*
- *5-4* Relés.*
- *16-6* Entradas e saídas.*

AVISO!

No grupo do parâmetro *5-4* Relé*,

- **Matriz [2] é relé 3.**
- **Matriz [3] é relé 4.**
- **Matriz [4] é relé 5.**
- **Matriz [5] é 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	Possível com um relé sem uso entre
Atraso máximo de transferência	10 ms
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 de transferência	10 ms

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

7.12.4 VLT® LonWorks para ADAP-KOOL® MCA 107

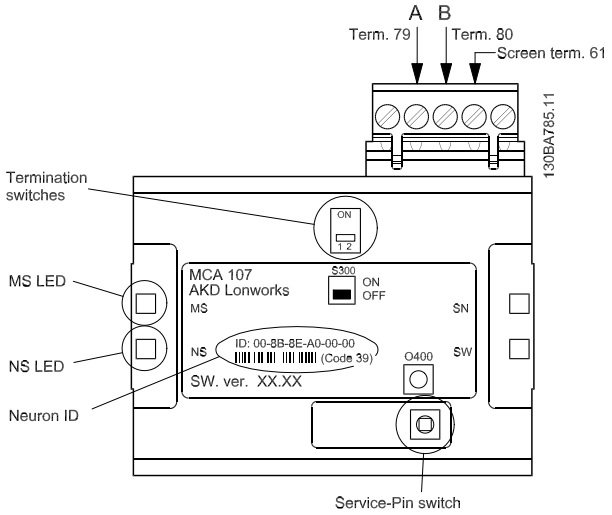


Ilustração 7.12 O opcional AKD LonWorks

S300 alterna entre:

- OFF (Desligado): Sem terminação (configuração de fábrica)
- ON: Terminação simples (120 Ω)

O interruptor de comando O400 ativa a função Pino de Serviço.

Etiqueta do LED	Descrição
MS	LED de Serviço (vermelho)
NS	LED de Status (verde)

Tabela 7.41 LEDs

O ID de neuron está impresso no opcional, em texto e em código de barra (código 39).

8 Apêndice - Desenhos Selecionados

8.1 Desenhos de Conexão de Rede Elétrica

Esta coleção de desenhos tem a finalidade de ajudar o planejamento de acesso na fase de projeto.
Consulte as *instruções de utilização* para procedimentos de instalação, incluindo:

- Requisitos de segurança
- Procedimentos de instalação passo a passo.
- Configurações alternativas.
- Desenhos extras.

Conexão de rede elétrica para gabinetes metálicos tamanhos A2 e A3

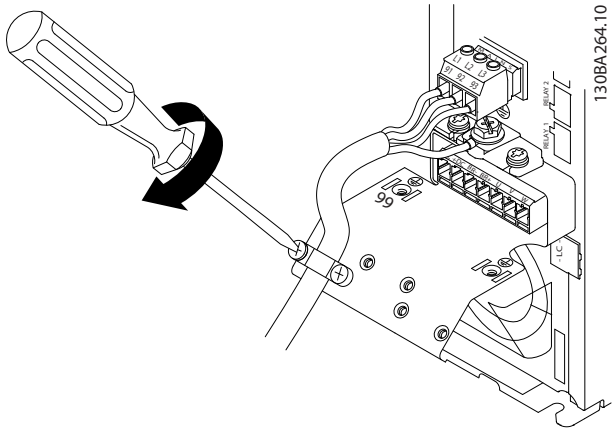


Ilustração 8.1 Abraçadeira do Suporte

Conexão de rede para gabinetes metálicos tamanhos A4/A5

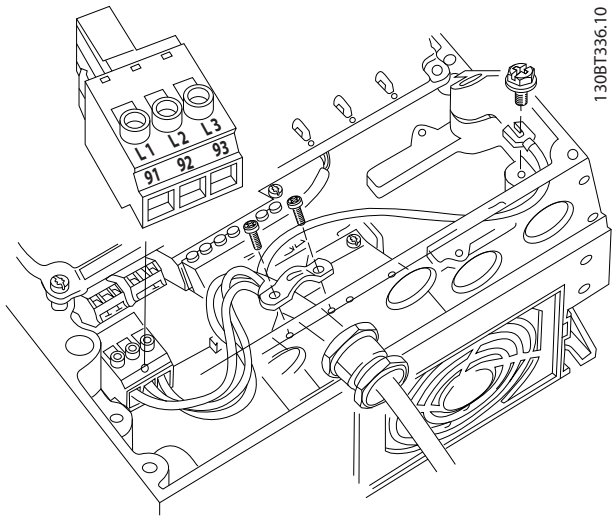


Ilustração 8.2 Rede Elétrica e Aterramento sem Disjuntor

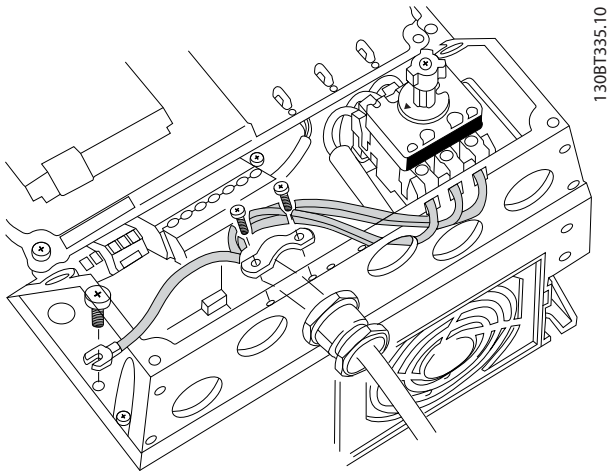


Ilustração 8.3 Rede Elétrica e Aterramento com Disjuntor

Quando for usado um disjuntor (gabinetes metálicos A4/A5), monte o PE no lado esquerdo do conversor de frequência.

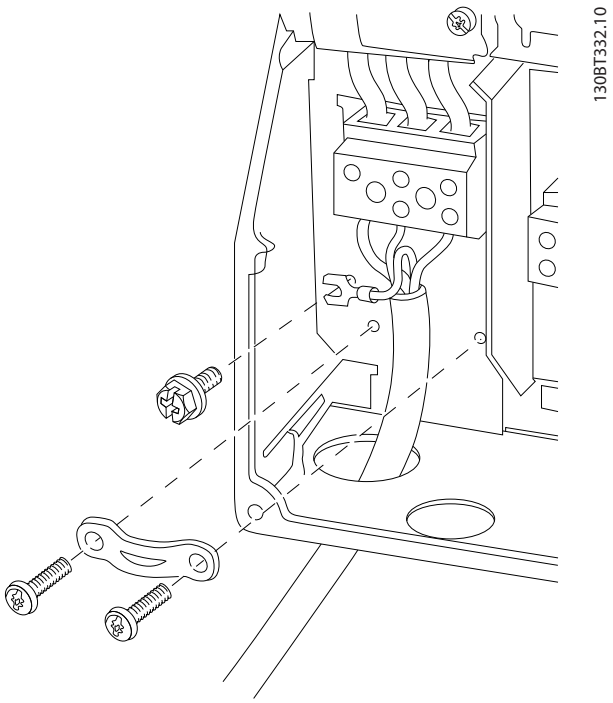


Ilustração 8.4 Conexão de Rede dos Gabinetes Metálicos Tamanhos B1 e B2

8

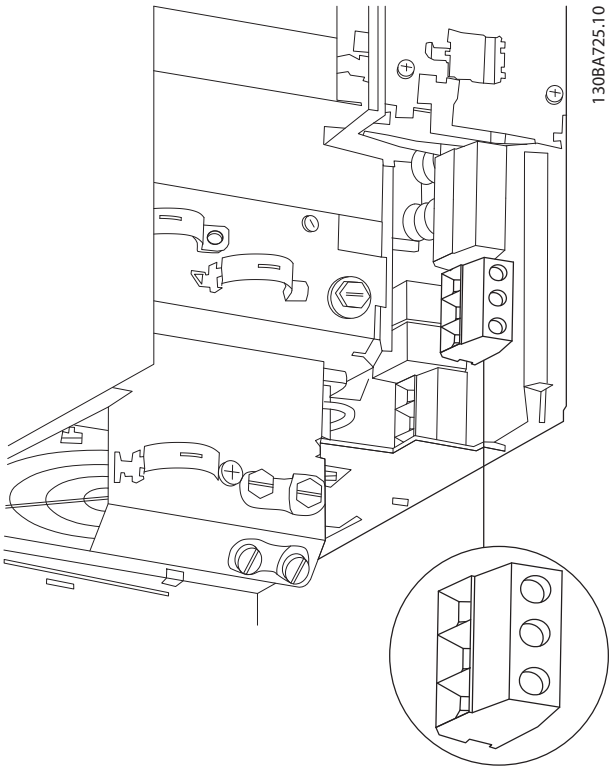


Ilustração 8.5 Conexão de Rede do Gabinete Metálico Tamanho B3

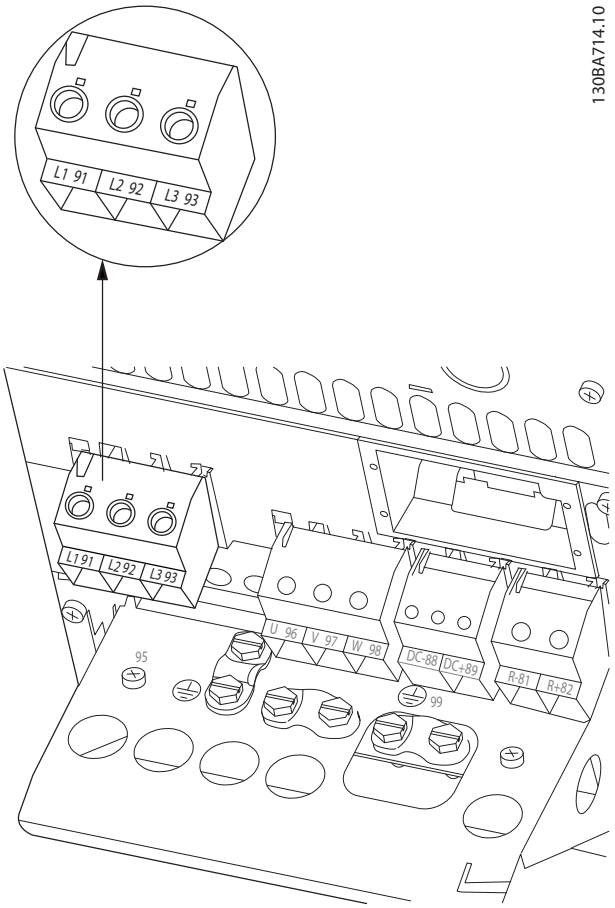


Ilustração 8.6 Conexão de Rede do Gabinete Metálico Tamanho B4

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

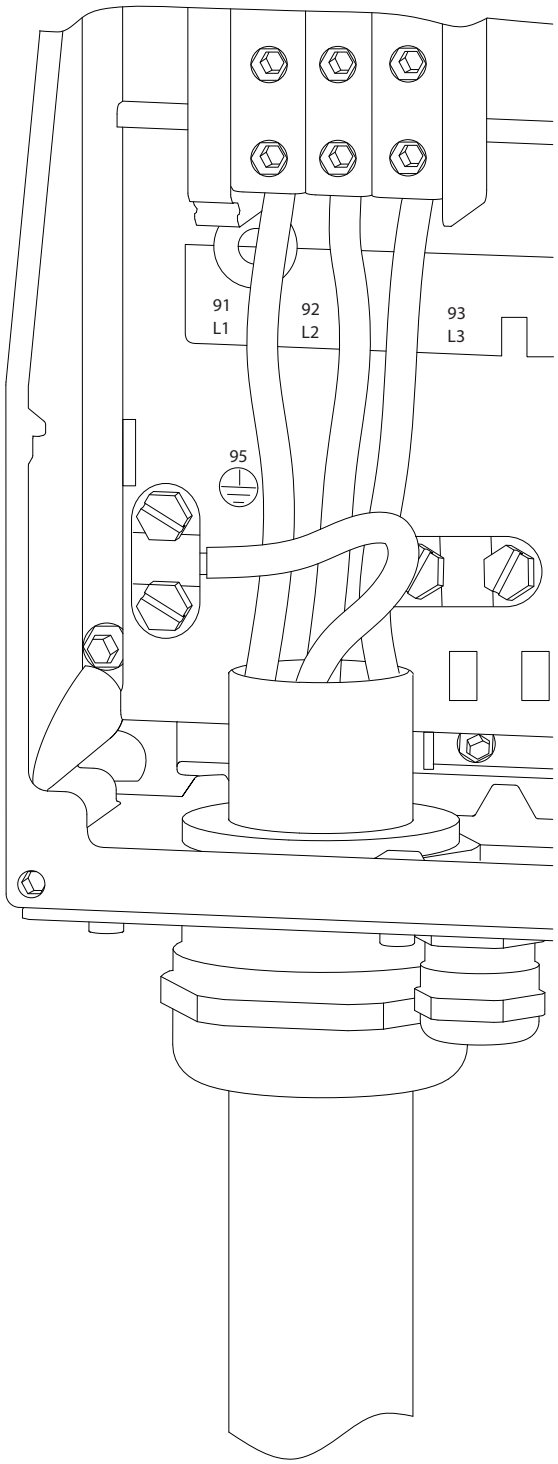


Ilustração 8.7 Conexão de rede do gabinete metálico tamanhos C1 e C2 (IP21/NEMA Tipo 1 e IP55/66/NEMA Tipo 12)

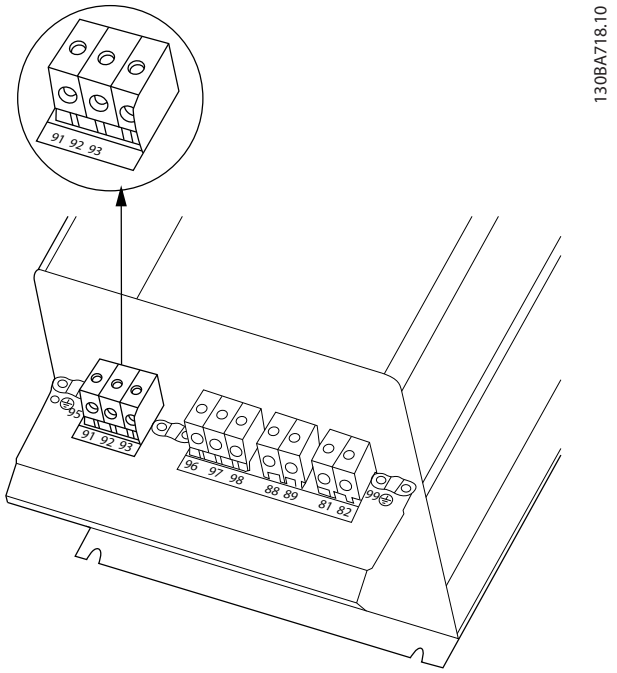


Ilustração 8.8 Conexão de rede do gabinete metálico tamanho C3 (IP20)

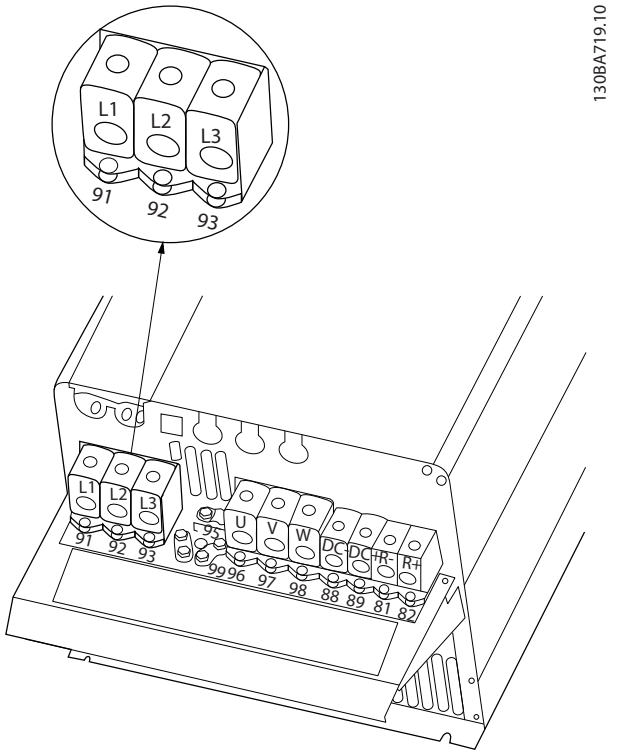


Ilustração 8.9 Conexão de rede do gabinete metálico tamanho C4 (IP20)

8

8.2 Desenhos de Conexão do Motor

Conexão do motor
Esta coleção de desenhos tem a finalidade de ajudar o planejamento de acesso na fase de projeto.
Consulte as *instruções de utilização* para procedimentos de instalação, incluindo:

- Requisitos de segurança
- Procedimentos de instalação passo a passo.
- Descrições dos terminais.
- Configurações alternativas.
- Desenhos extras.

Terminal número	96	97	98	99	
	U	V	W	PE[1)]	Tensão do motor 0-100 % da tensão de rede. 3 fios de saída do motor.
	U1	V1	W1	PE[1)]	Ligados em delta.
	W 2	U2	V2		6 fios de saída do motor.
	U1	V1	W1	PE[1)]	Conexão em estrela U2, V2, W2. U2, V2 e W2 para ser interconectado separadamente.

Tabela 8.1 Descrições dos Terminais

1) Conexão do ponto de aterramento de proteção

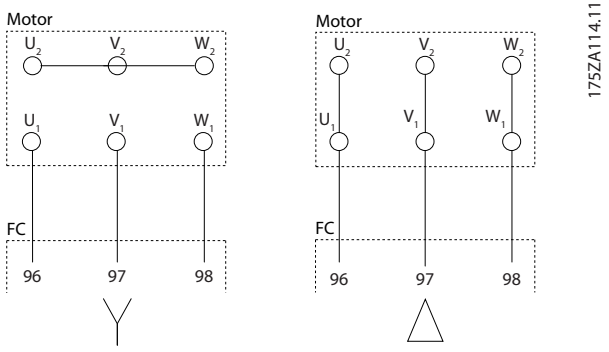


Ilustração 8.10 Conexões delta e em estrela

Todos os tipos de motores assíncronos trifásicos padrão podem ser conectados a um conversor de frequência. Normalmente, os motores menores são ligados em estrela (230/400 V, Y). Os motores grandes normalmente são conectados em delta (400/690 V, Δ). Consulte a plaqueta de identificação do motor para saber o modo de conexão e a tensão corretos.

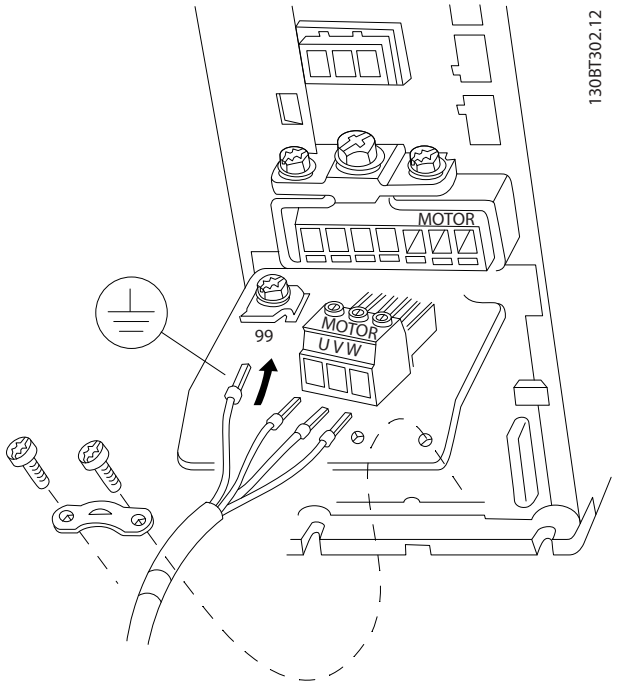


Ilustração 8.11 Conexão do motor para gabinete metálico tamanhos A2 e A3

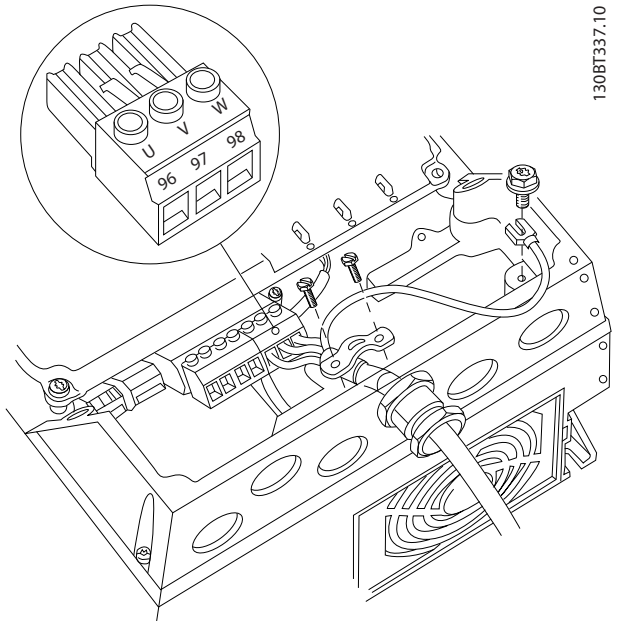


Ilustração 8.12 Conexão do motor para gabinete metálico tamanhos A4/A5

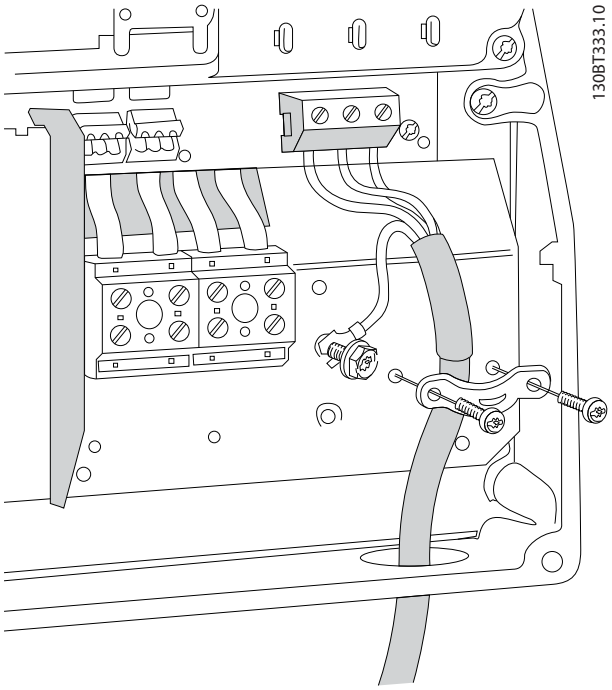


Ilustração 8.13 Conexão do motor para gabinete metálico tamanhos B1 e B2

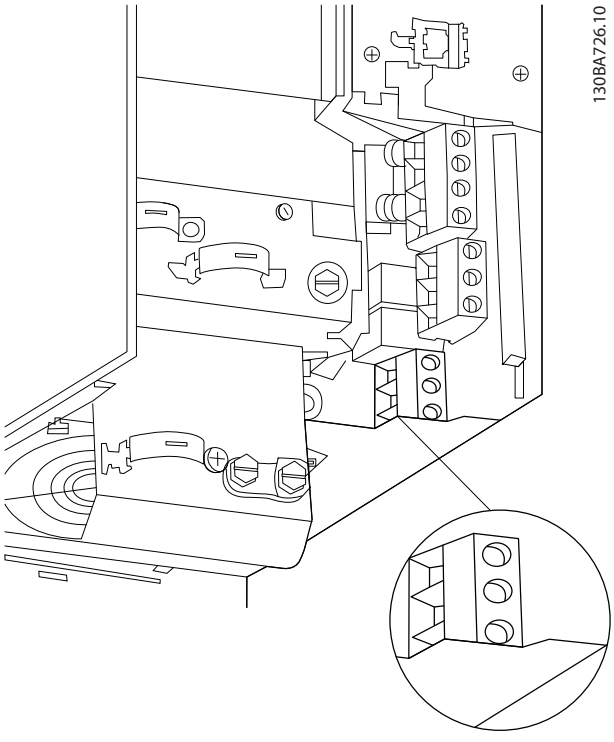


Ilustração 8.14 Conexão do motor para gabinete metálico tamanho B3

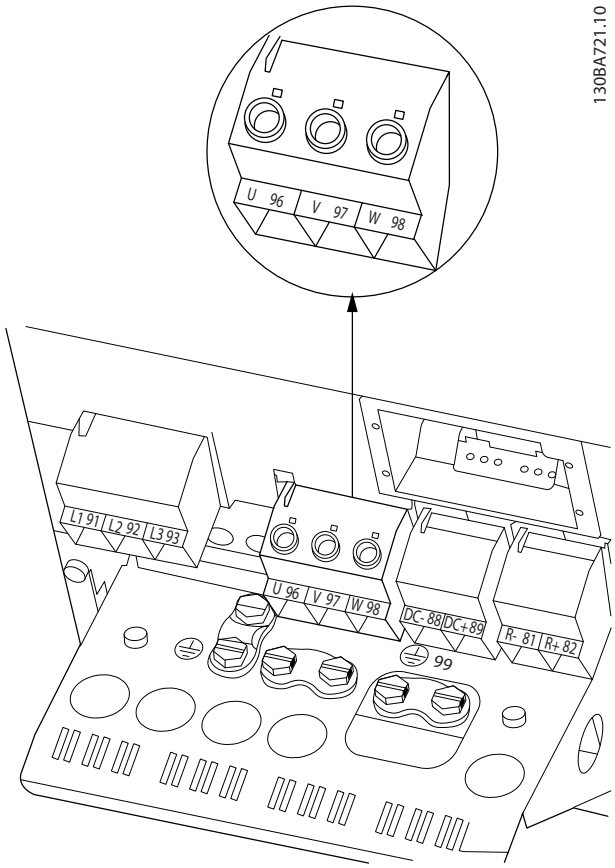


Ilustração 8.15 Conexão do motor para gabinete metálico tamanho B4

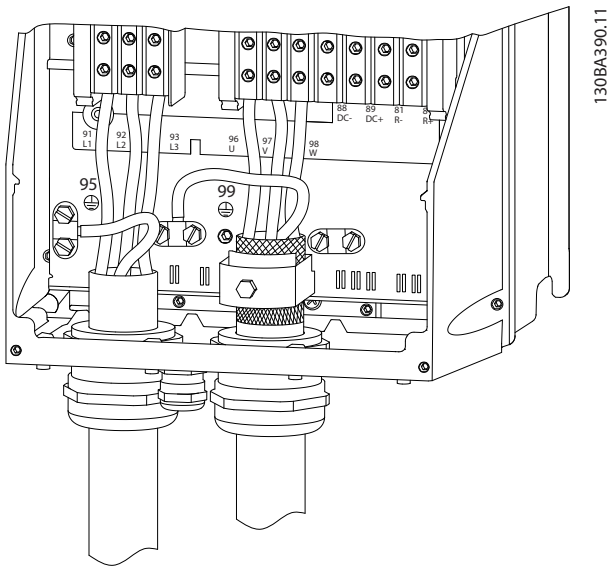


Ilustração 8.16 Conexão do motor de gabinete metálico tamanhos C1 e C2 (IP21/NEMA Tipo 1 e IP55/66/NEMA Tipo 12)

8

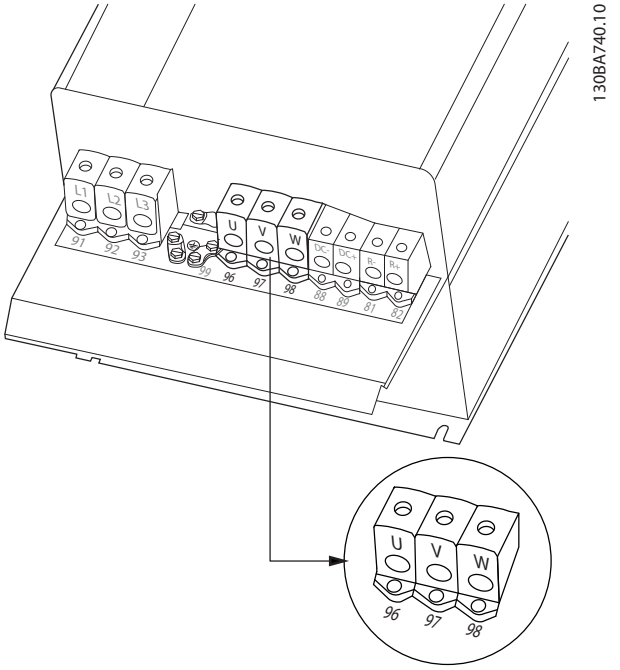


Ilustração 8.17 Conexão do motor para gabinete metálico tamanhos C3 e C4

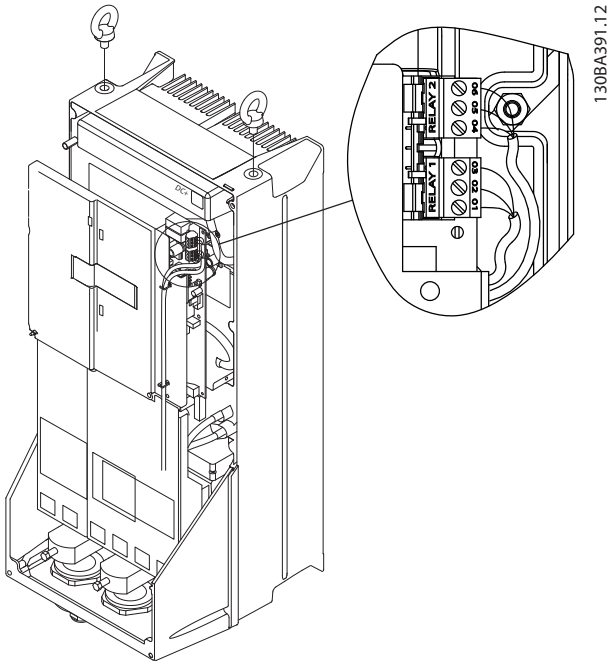


Ilustração 8.19 Terminais para ligações do relé (gabinete metálico tamanhos C1 e C2).

8.3 Desenhos de Terminal de Relé

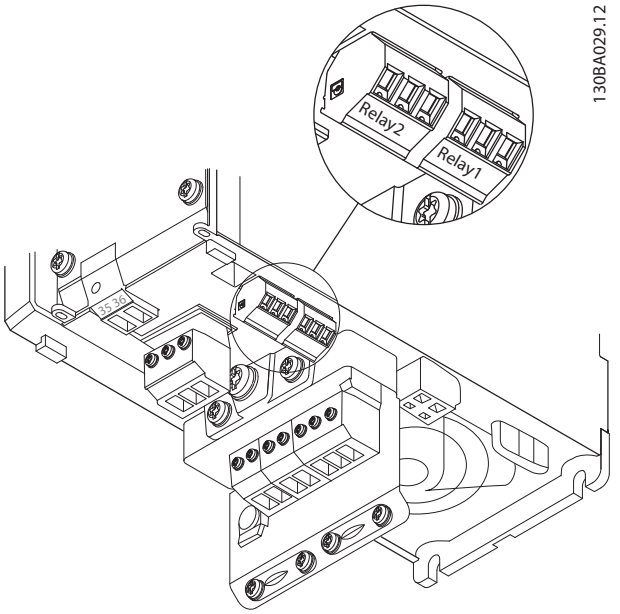


Ilustração 8.18 Terminais de ligações do relé (gabinete metálico tamanhos A2 e A3).

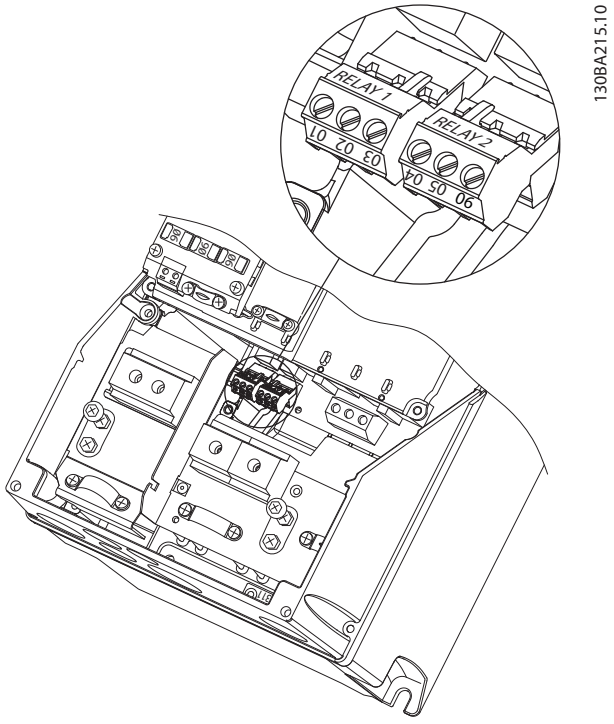
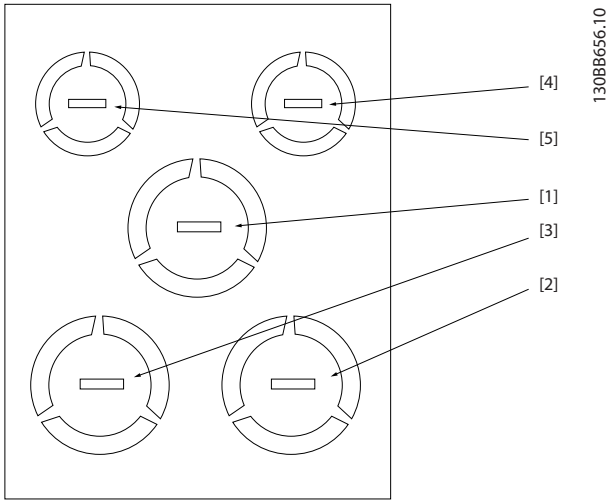


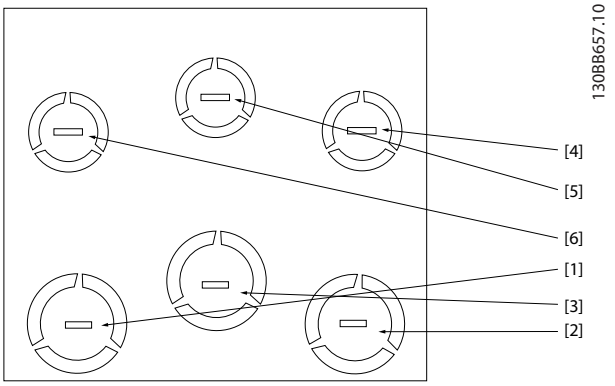
Ilustração 8.20 Terminais para ligações do relé (gabinetes metálicos A5, B1 e B2).

8.4 Orifícios para Entrada de Cabos



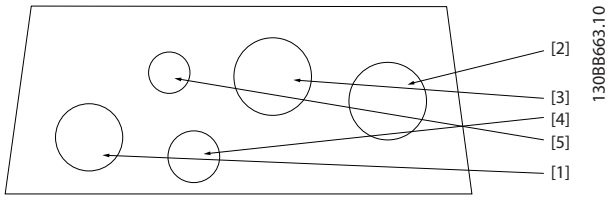
Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	3/4	28,4	M25
2	Motor	3/4	28,4	M25
3	Freio/Load Sharing	3/4	28,4	M25
4	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm				

Ilustração 8.21 Gabinete metálico tamanho A2, IP21



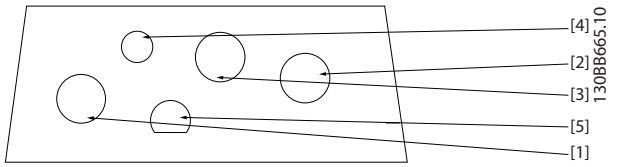
Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	3/4	28,4	M25
2	Motor	3/4	28,4	M25
3	Freio/Load Sharing	3/4	28,4	M25
4	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
6	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm				

Ilustração 8.22 Gabinete metálico tamanho A3, IP21



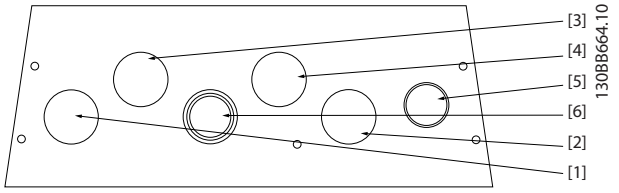
Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	3/4	28,4	M25
2	Motor	3/4	28,4	M25
3	Freio/Load Sharing	3/4	28,4	M25
4	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5	Removido	–	–	–
1) Tolerância ±0,2 mm				

Ilustração 8.23 Gabinete metálico tamanho A4, IP55



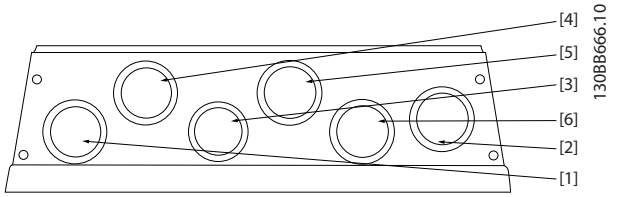
Número do orifício e uso recomendado		Métrica mais próxima
1	Rede elétrica	M25
2	Motor	M25
3	Freio/Load Sharing	M25
4	Cabos de controle	M16
5	Cabos de controle	M20

Ilustração 8.24 Gabinete metálico tamanho A4, IP55 furos roscados para bucha



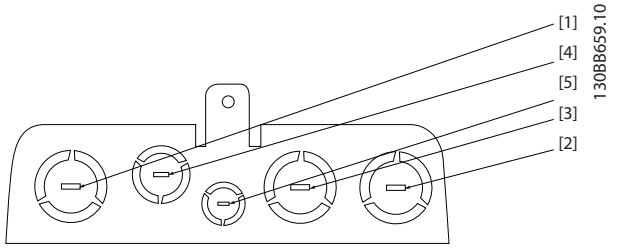
Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	3/4	28,4	M25
2	Motor	3/4	28,4	M25
3	Freio/Load Sharing	3/4	28,4	M25
4	Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5	Cabos de controle[2]	3/4	28,4	M25
6	Cabos de controle[2]	3/4	28,4	M25
1) Tolerância ±0,2 mm 2) Furo de knock-out				

Ilustração 8.25 Gabinete metálico tamanho A5, IP55



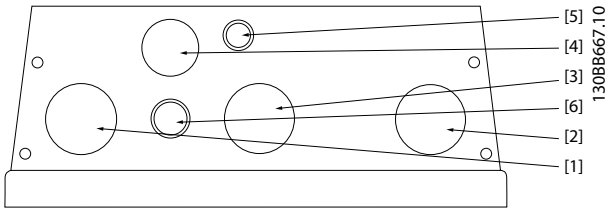
Número do orifício e uso recomendado		Métrica mais próxima
1	Rede elétrica	M25
2	Motor	M25
3	Freio/Load Sharing	28,4 mm[1]
4	Cabos de controle	M25
5	Cabos de controle	M25
6	Cabos de controle	M25
1) Furo de knock-out		

Ilustração 8.26 Gabinete metálico tamanho A5, IP55 furos roscados para bucha



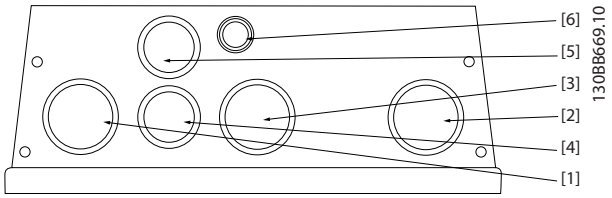
Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	1	34,7	M32
2	Motor	1	34,7	M32
3	Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4	Cabos de controle	1	34,7	M32
5	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm				

Ilustração 8.27 Gabinete metálico tamanho B1, IP21



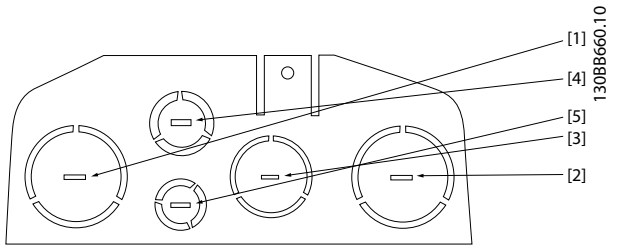
Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	1	34,7	M32
2	Motor	1	34,7	M32
3	Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4	Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5	Cabos de controle[2]	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm 2) Furo de knock-out				

Ilustração 8.28 Gabinete metálico tamanho B1, IP55



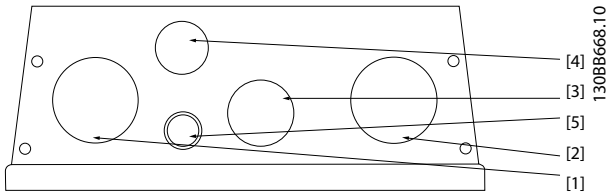
Número do orifício e uso recomendado		Métrica mais próxima
1	Rede elétrica	M32
2	Motor	M32
3	Freio/Load Sharing	M32
4	Cabos de controle	M25
5	Cabos de controle	M25
6	Cabos de controle	22,5 mm[1]
1) Furo de knock-out		

Ilustração 8.29 Gabinete metálico tamanho B1, IP55 furos roscados para bucha



Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	1 1/4	44,2	M40
2	Motor	1 1/4	44,2	M40
3	Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4	Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm				

Ilustração 8.30 Gabinete metálico tamanho B2, IP21

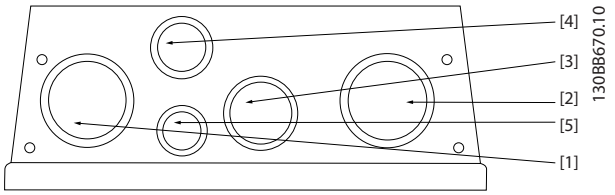


Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	1 1/4	44,2	M40
2	Motor	1 1/4	44,2	M40
3	Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4	Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5	Cabos de controle[2]	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm 2) Furo de knock-out				

Ilustração 8.31 Gabinete Metálico Tamanho B2, IP55

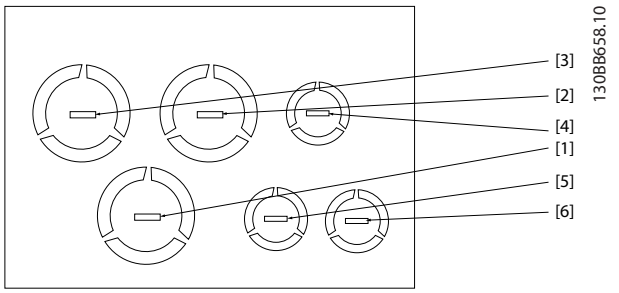
8

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.



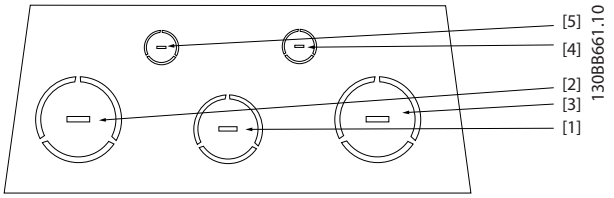
Número do orifício e uso recomendado		Métrica mais próxima
1	Rede elétrica	M40
2	Motor	M40
3	Freio/Load Sharing	M32
4	Cabos de controle	M25
5	Cabos de controle	M20

Ilustração 8.32 Gabinete metálico tamanho B2, IP55 furos roscados para bucha



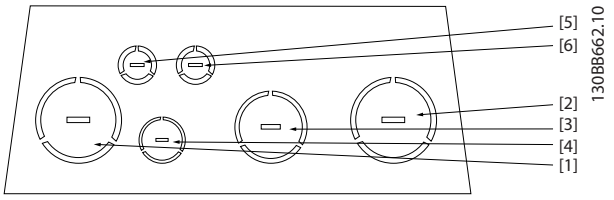
Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1)]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	1	34,7	M32
2	Motor	1	34,7	M32
3	Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
6	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm				

Ilustração 8.33 Gabinete metálico tamanho B3, IP21



Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1)]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	2	63,3	M63
2	Motor	2	63,3	M63
3	Freio/Load Sharing	1 1/2	50,2	M50
4	Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm				

Ilustração 8.34 Gabinete Metálico Tamanho C1, IP21



Número do orifício e uso recomendado		Dimensões[1)]		Métrica mais próxima
		UL [pol]	[mm]	
1	Rede elétrica	2	63,3	M63
2	Motor	2	63,3	M63
3	Freio/Load Sharing	1 1/2	50,2	M50
4	Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
6	Cabos de controle	1/2	22,5	M20
1) Tolerância ±0,2 mm				

Ilustração 8.35 Gabinete Metálico Tamanho C2, IP21

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Índice

"

"Process word"... 78

A

Abreviações... 8, 45

Adaptação automática do motor... 8, 27
consulte também *AMA*

AEO... 8
consulte também *Otimização automática de energia*

Alta tensão... 12

Altitudes elevadas... 40, 101

AMA... 8, 27
consulte também *Adaptação automática do motor*

Ambiente
Industrial... 43, 53, 54
Residenciais... 43, 53, 54

Amortecimento de ressonância... 27

Aperto, terminais... 129

Aplicação
Aplicação... 14
Controle de zona... 14
Controle em cascata... 14
Relógio de tempo real... 93

Aquecedor do gabinete... 36

Armazenagem... 33, 34, 35, 83, 84, 92

Assistente... 14

Aterramento... 27, 44, 48, 52, 143

Auto on (Automático ligado)... 20

Autoramping... 37

B

Backup cinético... 28

Blindagem... 56

Bloco de parâmetro... 76

Bloco de processo... 76

Bloco de texto... 76, 84

Bloqueio... 99

Bloqueio externo... 99

Bypass de frequência... 29

C

CA
Corrente CA... 17, 18
Entrada CA... 17
Forma de onda CA... 17
Rede elétrica CA... 17

Cálculo do fluxo de ar... 36

Campo de endereço... 81

Campo de função... 81

Campo de verificação da CRC... 81

Campo início/parada... 81

Campo PKE... 77

Características nominais de ruído acústico... 138

CC
Barramento CC... 24, 136
Corrente CC... 29
Freio CC... 80, 82, 84, 85

CDM... 50

CFM... 37

Chaveamento
Frequência de chaveamento... 25, 26, 31, 36, 44, 48, 51, 58, 59, 67, 103, 104, 105, 106, 114, 115, 116
Ligando a saída... 25
Perda de chaveamento... 51

Choque... 37

Ciclo útil... 9

Circuito intermediário... 17

Classe de eficiência energética... 125

Comando externo... 17

Comando Funcionar/Parar... 99

Comparador... 29, 30, 93

Compensação de escorregamento... 9, 24

Comprimento
Cabo blindado... 63
Cabo de motor... 27, 39, 40, 41, 48, 56, 58, 62, 67, 70, 72, 101, 102, 136
Cabo de motor não blindado... 55
de Cabo de Motor... 44, 47, 56, 70
Entrada de cabos... 149
Orifícios de entrada... 149

Comprimento do telegrama... 74, 78

Comunicação serial
Bit de control word... 84, 87
Bit de controle... 85, 88
Cartão de controle, comunicação serial USB... 129
Control Word... 84, 87
Status Word... 86, 89

Condensação... 36

Condições de funcionamento extremas... 24

Condições de resfriamento... 63

Conexão delta... 146

Conexão em estrela... 146

Conformidade
CE... 10
C-tick... 11
Em conformidade marítima... 11
Isolação galvânica... 27, 33, 39, 40, 141
Marcação CE... 10
UL listados... 11

Contator... 65

Contator de saída... 58, 62

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Controlador PID..... 19, 23, 28
Controle
Fiação de controle..... 63
Lógica de controle..... 17
Controle da válvula..... 28
Controle de pacotes..... 93
Controle do evaporador de feedback múltiplo..... 14
Controle em cascata..... 14
Controle melhorado..... 16
Controle variável de fluxo e pressão..... 16
Convenções..... 9
Corrente
Alta corrente..... 32
Corrente..... 45
baixa..... 32
CC..... 17
de entrada..... 45
de fuga..... 40, 47, 48
de saída..... 26, 27, 56, 101, 102, 103
de saída nominal..... 8
fundamental..... 45
nominal..... 43
Correntes harmônicas..... 45
Correntes harmônicas individuais..... 46
Distorção de corrente..... 46, 112
Distorção de correntes harmônicas..... 67
Limite de Corrente..... 8, 25, 26
Loops de corrente..... 41
Medição de corrente..... 27
Ripple de corrente..... 32, 67
Sobrecarga de corrente..... 29
Tensão de corrente intermediária..... 40
Corrente de fuga..... 13
Corrente do sensor..... 18
Corrente RMS..... 17
Cos φ..... 54, 66, 139, 141
Curto circuito
Curto circuito..... 10, 17, 27, 31, 36, 55, 65
Curto circuito (fase – fases do motor)..... 24
Proteção contra curto-circuito..... 24
Relação de curto circuito..... 47

D

Dados
Byte de controle de dados..... 75
Byte de controle dos dados..... 74
Campo dos dados..... 81
Tipo de dados..... 78, 84
Definição..... 9, 43, 46, 52
Definição de características nominais de IP..... 39
Derating
Aplicações de torque constante (modo TC)..... 101
Aplicações de torque variável (quadrático) (TV)..... 101
Automático..... 25
Baixa pressão do ar..... 101
Derating..... 26, 31, 35, 91, 101, 102, 103, 104
Funcionando em baixa velocidade..... 101
Manual..... 101
Resfriamento..... 101
Seção transversal grande..... 102
Temperatura ambiente..... 102
Desarme
Bloqueio por desarme..... 10, 24
Desarme..... 10, 25, 26, 28, 31, 32, 55, 58, 65, 80, 85, 86, 87, 89, 90, 100, 101
Desbalanceamento da tensão de alimentação..... 25, 32
Desconexão..... 18, 65
Detecção de final de curva..... 14
Detecção de funcionamento a seco..... 14
Dimensões..... 69, 71, 91, 135, 149, 150, 151, 152
Diodo do retificador..... 45
Diretiva
Baixa tensão..... 10
EMC..... 10
ErP..... 11
Maquinário..... 10
Diretivas
Diretiva de Baixa Tensão..... 10
Diretiva de maquinaria..... 11
Diretiva EMC..... 10
Disjuntor..... 24, 48, 55, 65, 129

E

E/S Analógica..... 66
Economia de energia..... 14, 15, 29
Eficiência
Classe de eficiência..... 49
Classe de eficiência energética..... 49
Eficiência..... 8, 25, 27, 50, 58, 59
do motor..... 59
no uso da energia..... 49
EMC
Característica de EMC..... 52
Efeito de EMC..... 51
EMC..... 7, 40, 43, 44, 63
Emissões..... 40
Implementação de EMC..... 56
Imunidade EMC..... 44
Interferência..... 63
Plano EMC..... 43
Propriedade de EMC..... 52
Requisitos de emissão..... 41, 43
Requisitos de imunidade..... 41, 43
Emissão conduzida..... 42
Emissão irradiada..... 42
Endereço do conversor de frequência..... 74, 75

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Energia de entrada... 17
Energiade entrada... 63
Espaço livre... 36, 40, 62, 63
Espaço livre horizontal... 63
Espaço livre vertical... 63
Estrutura do telegrama... 74
ETR... 8, 25, 27, 58
consulte também *Relé térmico eletrônico*
Exportar as normas de controle... 12

F

Fator de conversão... 78, 84
Fator de potência... 9, 17, 53, 54, 55
Feedback
Conversão de feedback... 24
Feedback... 21, 23, 60, 67, 82, 97
Sinal de feedback... 19, 28
Tratamento do feedback... 23, 35
Fiação
Esquemática de fiação... 60
Fiação... 39, 45, 60, 62, 91
do relé... 140
Filtro
AHF 005... 112
AHF 010... 112
DU/dt... 44, 55, 67, 116, 136
Filtro... 38
de harmônicas... 67, 110, 112, 113, 114
de modo comum... 70
Interferência de radiofrequência... 39
consulte também *RFI*
LC... 55, 56, 57, 136
Modo comum... 117
Onda senoidal... 18, 55, 67
Fluxo de ar... 36, 37, 38, 112
Fluxo variante ao longo de 1 ano... 15
Flying start... 25, 26, 28, 29
Freio
Corrente de frenagem... 85
Frenagem... 29
Opcional do freio... 65
Funcionamento permissivo... 29, 99
Fusível... 24, 65, 91, 129

G

Gerador... 24, 37, 47, 55

H

Hand On (Manual Ligado)... 20
Harmônicas
Análise... 45
Atenuação de harmônicas... 47
Cálculo de harmônicas... 34, 47
Distorção de harmônicas... 9, 40, 45
Distorção harmônica total... 45
Harmônicas... 7, 17, 35, 45, 46, 47, 52, 53, 54, 55
da tensão... 46
Norma de emissão de harmônicas... 46
Requisitos de emissão... 46
Resultado do teste... 46

I

I/O... 65, 66, 67, 6, 140

Í

Índice (IND)... 77, 84
Índice de conversão... 78, 79

I

Inicialização... 9
Instalações lado a lado... 63
Interferência de radiofrequência... 27, 53, 64
consulte também *RFI*
Inversor... 17

J

Jog... 85

K

Kit de gabinete metálico IP21/NEMA Tipo 1... 68
Kit para montagem remota... 70

L

Lambda... 9, 53
LCP... 8, 33, 60, 70, 90
consulte também *Painel de controle local*
Leis da proporcionalidade... 15
Leis de afinidade... 15
Limite de velocidade... 18, 25, 58
Lista de verificação de design do sistema... 91
Load Sharing... 12, 149, 150, 151, 152

M

Malha aberta... 18
Malha fechada... 19, 20, 21, 28, 32, 82
Manutenção... 38
Manutenção preventiva... 34

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

Modbus RTU
Código da Função... 83
Código de exceção... 83
Configuração de rede... 80
Estrutura do enquadramento de mensagem... 80
Estrutura do telegrama... 80
Interface RS485... 79
Protocolo... 79
Visão Geral... 79
Modulação... 8, 26, 102, 103, 104, 105
Modulação por largura de pulso... 18
Momento de inércia... 24
Monitor de resistência de isolamento... 64
Monitor de velocidade mínima... 14
Montagem em parede... 63
Montagem mecânica... 63
Motor
Alternação do motor... 14, 93
Aterramento... 56
Conexão do motor... 146
Corrente de mancal... 44
Corrente do Motor... 17, 25, 59, 87
Fase ausente de motor... 25
Fases do motor... 24
Fiação do motor... 63
Isolação... 44
Proteção térmica do motor... 11, 27, 58, 87, 100
Saída do motor... 124
Starter do motor... 16, 65
Tensão de isolação... 55
Tensão de pico... 136
Tensão do mancal... 55
Tensão do Motor... 136
Tensão térmica... 55
Termistor... 100
Termistor do motor... 100
Torque do motor... 90

N

Nível de tensão... 126
Normas
EN 50598... 49
EN 50598-2... 50
Normas e diretivas
EN 50598-2... 50, 125
Núcleo de modo comum de alta frequência... 70
Número do parâmetro (PNU)... 77

O

Opcionais do gabinete... 39
Opcional
AK-LonWorks... 67
Alimentação de 24 V CC... 67
Cartão de Relé Estendido MCB 113... 67
Controlador em cascata... 34
Placa de relé... 11, 67, 139
Placa de Relé Ext... 140
PROFIBUS... 65
PROFINET... 66
Opcional do equipamento... 7
Otimização automática de energia... 8, 25, 27
consulte também *AEO*
OVC... 24
consulte também *Controle de sobretensão*

P

Painel de controle local... 8, 33, 60
consulte também *LCP*
Parada por inércia... 9, 28, 31, 79, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 93
Partida acidental... 12
Partida/parada... 94
Partida/parada por pulso... 94
PCD... 76, 78
PELV... 8, 27, 39, 40, 100, 101, 139
Perda de energia... 50
Perda de magnetização... 51
Perfil do FC
Comprimento do telegrama (LGE)... 75
Visão geral do protocolo... 74
Período de retorno do investimento... 15
Peso... 35, 91, 117, 135
Pessoal qualificado... 12
Pilz... 65
Placa traseira... 63
Poeira... 34, 38, 39
Ponto de acoplamento comum... 46
Potenciômetro... 98
Pré-aquecimento... 29
Precauções... 12
Proteção de fuga para o terra... 40
Proteção de transiente... 17
Proteção por senha... 14
Proteção térmica... 11
PT1000... 66

Q

Quadro de montagem... 71
Quick Menu... 33

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

R

RCD ... 8, 48, 64

Rede de alimentação pública ... 46

Rede elétrica
- Alimentação de rede elétrica ... 9, 45
- Blindagem da rede elétrica ... 64
- Conexão de rede elétrica ... 143
- Queda da rede elétrica ... 28
- Transiente ... 17, 54

Referência
- Referência ... 95
- externa ... 21
- predefinida ... 21
- Remota ... 20, 21
- Tratamento da referência ... 21, 22

Referência de velocidade ... 98

Referência de velocidade analógica ... 98

Referência do potenciômetro ... 95

Registrador da bobina ... 81

Regra lógica ... 29, 30, 93

Relé
- Ligações do relé ... 61
- Opcional de relé ... 61, 66
- Relé ... 11, 25, 40, 60, 140, 141
- 04 ... 85
- 1 ... 82, 84, 85
- 2 ... 82, 84
- 7 ... 140
- 8 ... 140
- 9 ... 140
- de alarme SPDT ... 64
- de saída ... 27, 88
- integrado ... 80
- SPDT ... 140
- Saída do relé ... 61
- Terminal de relé ... 39, 139, 148

Relé térmico eletrônico ... 58
- consulte também *ETR*

Relógio de tempo real ... 34

Resfriamento ... 27, 28, 32, 34, 36, 38, 58, 63, 65, 101, 112

Resistor do freio
- Resistor do freio ... 8, 24

Retificador ... 17, 18

Retorno do óleo ... 14

Revestimento ... 38, 64

RFI
- Filtro de RFI ... 18, 37, 39, 47, 53, 64, 65
- RFI ... 18, 27, 37, 40, 53, 55

Rotação do motor acidental ... 13

Rotação livre ... 13

RS485
- Conexão de rede ... 73
- Instalação e setup ... 72
- Interface serial RS485 ... 72
- Precauções com EMC ... 73
- RS485 ... 9, 20, 33, 34, 40, 70, 72, 73, 74, 140
- Terminação do bus serial ... 73

Ruído Acústico ... 37

S

Seção do inversor ... 18

Seção do retificador ... 18

Seção intermediária ... 18

Segurança ... 12, 13, 31, 67, 143, 146

Sensor PTC ... 27

Sensor térmico ... 18

Setpoint ... 21

Sistema de energia de reserva ... 55

Sleep mode ... 14, 27, 29, 93

Smart logic control ... 9, 14, 29, 34, 93, 95, 96

SmartStart ... 93

Sobrecarga
- LED de sobrecarga ... 65
- Modo de sobrecarga normal ... 103, 104
- Proteção de sobrecarga ... 14, 25, 65
- Setpoint de sobrecarga ... 27
- Sobrecarga ... 27, 45, 58, 65

Sobretemperatura ... 10, 25, 26, 31, 65, 87

Sobretensão
- Controle de sobretensão ... 24
- Sobretensão ... 24, 37
- gerada pelo motor ... 24

Soft starter ... 16

Software
- HCS ... 55
  - consulte também *Software de cálculo de harmônicas*
- MCT 31 ... 34
- de Cálculo de Harmônicas (HCS) ... 34, 53
- de Setup MCT 10 ... 34

Software de PC ... 33

Solicitação de pedido
- Filtro de harmônicas ... 110
- Filtro de modo comum ... 117
- Filtro de onda senoidal ... 110, 111, 114
- Filtro dU/dt ... 116
- Opcionais e acessórios ... 108

Starter estrela/delta ... 16

Status Word ... 76, 78, 82, 86

STO ... 7, 14, 31, 60, 93

Subtensão ... 52

Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

T

Temperatura
- Controle de temperatura ... 14
- Temperatura ... 36
- ambiente ... 36
- máxima ... 36
- média ... 36

Tempo de descarga ... 13

Tempo de subida ... 136

Terminal 37 ... 31, 60

Termistor ... 9, 39, 58, 65

Teste dU/dt ... 136

Textos programáveis livres ... 14

Torque
- Características de TC ... 9
- Características do torque ... 124
- Características do TV ... 10
- Limite de torque ... 8, 25, 58, 87
- constante ... 8
- nominal ... 59
- total ... 29
- variável ... 8

Transformador ... 45

Transiente ... 38, 48

U

U/f ... 58

Umidade ... 36, 37, 39, 91

UPEAK ... 136

V

Valor do parâmetro (PWE) ... 77

Valor nominal da potência ... 135

Ventilação ... 112

Ventilador ... 10, 14, 16, 27, 28, 32, 34, 36, 37, 38, 69, 101, 112

Versão do software ... 109

Vibração ... 37

VVC+ ... 8, 18

 Danfoss A/S © 08/2015 Todos os direitos reservados.

 Danfoss A/S © 08/2015 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

130R0385 MG16G228 08/2015
MG16G228