MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Guia de Design

VLT® AutomationDrive FC 301/302

0,25-75 kW

www.danfoss.com/drives

THE REAL DRIVE

Índice

1 Introdução 9

1.1 Objetivo do Guia de Design 9

1.2 Recursos adicionais 9

1.3 Abreviações, símbolos e convenções 9

1.4 Definições 10

1.5 Versão do Software e do Documento 11

1.6 Conformidade regulamentar 11

1.6.1 Marcação CE 11

1.6.1.1 Diretiva de Baixa Tensão 11

1.6.1.2 Diretiva EMC 12

1.6.1.3 Diretiva de Maquinaria 12

1.6.2 Em conformidade com o UL 12

1.6.3 Em conformidade com C-tick 12

1.6.4 Em conformidade marítima 12

1.7 Instruções para Descarte 12

1.8 Segurança 12

2 Segurança 13

2.1 Símbolos de Segurança 13

2.2 Pessoal qualificado 13

2.3 Segurança e Precauções 13

3 Princípios Operacionais Básicos 15

3.1 Geral 15

3.2 Descrição da Operação 15

3.3 Sequência de Operação 15

3.3.1 Seção do Retificador 15

3.3.2 Seção Intermediária 15

3.3.3 Seção do Inversor 15

3.3.4 Opcional do Freio 15

3.3.5 Load Sharing 16

3.4 Interface de Controle 16

3.5 Esquemático de fiação 17

3.6 Controladores 19

3.6.1 Princípio de Controle 19

3.6.2 FC 301 vs. FC 302 Princípio de controle 20

3.6.3 Estrutura de Controle no VVC^{plus} 21

3.6.4 Estrutura de Controle em fluxo sensorless (somente FC 302) 22

3.6.5 Estrutura de Controle em Fluxo com Feedback de Motor (somente FC 302) 23

3.6.6 PID 24
3.6.6.1 Controle do PID de Velocidade 24
3.6.6.2 Sintonizando o Controle da Velocidade do PID 27
3.6.6.3 Controle do PID de Processo 27
3.6.6.4 Controle do PID avançado 29
3.6.7 Controle de corrente interno no modo VVC^{plus} 29
3.6.8 Controles Local (Hand On - Manual Ligado) e Remoto (Auto On - Automático Ligado) 29
3.7 Tratamento da Referência 31
3.7.1 Referências 31
3.7.2 Limites de Ref. 33
3.7.3 Escala das Referências Predefinidas e das Referências de Bus 34
3.7.4 Escala de Referências de Pulso e Analógicas e Feedback 34
3.7.5 Banda Morta em Torno de Zero 35

4 Recursos do produto 39
4.1 Recursos operacional automatizados 39
4.1.1 Proteção Contra Curto Circuito 39
4.1.2 Proteção de sobretensão 39
4.1.3 Detecção de fase ausente de motor 40
4.1.4 Detecção de desbalanceamento das fases de rede elétrica 40
4.1.5 Chaveamento na Saída 40
4.1.6 Proteção de Sobrecarga 40
4.1.7 Proteção de Rotor Bloqueado 40
4.1.8 Derating Automático 41
4.1.9 Otimização Automática de Energia 41
4.1.10 Modulação da frequência de chaveamento automática 41
4.1.11 Derating automático para frequência da portadora alta 41
4.1.12 Desempenho de flutuação de potência 41
4.1.13 Amortecimento da ressonância 41
4.1.14 Ventiladores controlados por temperatura 42
4.1.15 Conformidade com o EMC 42
4.1.16 Isolação galvânica dos terminais de controle 42
4.2 Recursos de aplicação personalizada 42
4.2.1 Adaptação Automática do Motor 42
4.2.2 Proteção Térmica do Motor 42
4.2.3 Queda da Rede Elétrica 43
4.2.4 Controlador PID incorporado 43
4.2.5 Nova Partida Automática 44
4.2.6 Flying Start 44
4.2.7 Torque total em velocidade reduzida 44

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

4.2.8 Bypass de frequência 44
4.2.9 Pré-aquecimento do Motor 44
4.2.10 4 Setups Programáveis 44
4.2.11 Frenagem Dinâmica 44
4.2.12 Controle do Freio Mecânico em Malha Aberta 45
4.2.13 Controle de frenagem mecânica em malha fechada/Freio mecânico para içamento 45
4.2.14 Smart Logic Control (SLC) 47
4.2.15 Torque de Segurança Desligado 48
4.3 Danfoss VLT® FlexConcept® 48

5 Integração de Sistemas 49
5.1 Condições Operacionais Ambiente 49
5.1.1 Umidade 49
5.1.2 Temperatura 49
5.1.3 Temperatura e Resfriamento 49
5.1.4 Derating Manual 50
5.1.4.1 Derating devido a funcionamento em baixa velocidade 50
5.1.4.2 Derating para Pressão do Ar Baixa 50
5.1.5 Ruído Acústico 51
5.1.6 Vibração e Choque 51
5.1.7 Atmosferas agressivas 51
5.1.7.1 Gases 51
5.1.7.2 Exposição à poeira 52
5.1.7.3 Atmosferas Potencialmente Explosivas 52
5.1.8 Manutenção 53
5.1.9 Armazenagem 53
5.2 Aspectos Gerais das EMC 54
5.2.1 Resultados de teste de EMC 55
5.2.2 Requisitos de Emissão 56
5.2.3 Requisitos de Imunidade 56
5.2.4 Isolação do Motor 57
5.2.5 Correntes de Mancal do Motor 58
5.3 Interferência/Harmônicas da Alimentação de Rede Elétrica 58
5.3.1 O Efeito de Harmônicas em um Sistema de Distribuição de Energia 59
5.3.2 Normas e Requisitos de Limitação de Harmônicas 59
5.3.3 Atenuação de Harmônicas 60
5.3.4 Cálculo de Harmônicas 60
5.4 Isolação galvânica (PELV) 60
5.4.1 PELV - Tensão Extra Baixa Protetiva 60
5.5 Funções de Frenagem 61

5.5.1 Seleção do Resistor do Freio 61

6 Especificações do Produto 64

6.1 Dados Elétricos 64

6.1.1 Alimentação de Rede Elétrica 200-240 V 64

6.1.2 Alimentação de Rede Elétrica 380-500 V 66

6.1.3 Rede elétrica 525-600 V (somente FC 302) 69

6.1.4 Alimentação de rede elétrica 525-690 V (somenteFC 302) 72

6.2 Especificações Gerais 75

6.2.1 Alimentação de Rede Elétrica 75

6.2.2 Saída do Motor e dados do motor 75

6.2.3 Condições ambiente 76

6.2.4 Especificações de Cabo 76

6.2.5 Entrada/Saída de controle e dados de controle 76

6.2.6 Derating para a Temperatura Ambiente 80

6.2.6.1 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tipo A 80

6.2.6.2 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tipo B 80

6.2.6.3 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tipo C 83

6.2.7 Valores medidos para teste dU/dt 86

6.2.8 Eficiência 88

6.2.9 Ruído Acústico 89

7 Como Fazer o Pedido. 90

7.1 Configurador do Drive 90

7.1.1 Código Tipo 90

7.1.2 Idioma 92

7.2 Códigos de Compra 93

7.2.1 Opcionais e Acessórios 93

7.2.2 Peças de Reposição 95

7.2.3 Sacolas de Acessórios 95

7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301 96

7.2.5 Resistores de frenagem para FC 302 99

7.2.6 Outros resistor de frenagem Flat Pack 104

7.2.7 Filtros de Harmônicas 105

7.2.8 Filtros de Onda Senoidal 107

7.2.9 Filtros dU/dt 109

8 Instalação Mecânica 111

8.1 Segurança 111

8.2 Dimensões Mecânicas 111

8.2.1 Montagem Mecânica 114

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

8.2.1.1 Espaço livre 114
8.2.1.2 Montagem em Parede 114

9 Instalação Elétrica 116
9.1 Segurança 116
9.2 Cabos 117
9.2.1 Torque de Aperto 117
9.2.2 Orifícios de Entrada 118
9.2.3 Aperto da tampa após as conexões feitas 122
9.3 Conexão de Rede Elétrica 122
9.3.1 Fusíveis e Disjuntores 126
9.3.1.1 Fusíveis 126
9.3.1.2 Recomendações 126
9.3.1.3 Conformidade com a CE 127
9.3.1.4 Em conformidade com o UL 130
9.4 Conexão do Motor 135
9.5 Proteção de Corrente de Fuga para o Terra 138
9.6 Conexões Adicionais 139
9.6.1 Relé 139
9.6.2 Disjuntores e Contatores 140
9.6.3 Load Sharing 141
9.6.4 Resistência de Frenagem 141
9.6.5 Software de PC 141
9.6.5.1 MCT 10 142
9.6.5.2 MCT 31 142
9.6.5.3 Software de Cálculo de Harmônicas (HCS) 142
9.7 Informações Adicionais sobre Motor 143
9.7.1 Cabo de Motor 143
9.7.2 Conexão de Vários Motores 143
9.8 Segurança 145
9.8.1 Teste de Alta Tensão 145
9.8.2 Aterramento de EMC 145
9.8.3 Instalação compatível com ADN 146

10 Exemplos de Aplicações 147
10.1 Aplicações usadas comumente 147
10.1.1 Sistema de Drive de Malha Fechada 152
10.1.2 Programação do Limite de Torque e Parada 152
10.1.3 Programação do Controle da Velocidade 153

11 Opcionais e Acessórios 155

11.1 Opcionais de Comunicação 155
11.2 Opcionais de E/S, Feedback e Segurança 155
11.2.1 VLT® Módulo de E/S de Uso Geral MCB 101 155
11.2.2 Opcional do Encoder do VLT® MCB 102 157
11.2.3 VLT® Opcional do Resolver MCB 103 159
11.2.4 VLT® Placa de Relé MCB 105 161
11.2.5 Opcional MCB 108 da Interface Segura do PLC VLT® 163
11.2.6 Cartão do Termistor do PTC VLT® MCB 112 164
11.2.7 Cartão de Relé Estendido VLT® MCB 113 165
11.2.8 VLT® Opcional de Entrada de Sensor MCB 114 167
11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x 168
11.2.10 VLT® C Option Adapter MCF 106 172
11.3 Opcionais de Controle de Movimento 172
11.4 Acessórios 174
11.4.1 Resistores do Freio 174
11.4.2 Filtros de Onda-senoidal 174
11.4.3 Filtros dU/dt 174
11.4.4 Filtros de Modo Comum 174
11.4.5 Filtros de Harmônicas 174
11.4.6 Kit de Gabinete Metálico IP21/Tipo 1 175
11.4.7 Kit para montagem remota do LCP 177
11.4.8 Quadro de Montagem para Gabinetes Metálicos Tipos A5, B1, B2, C1 e C2 178

12 Instalação e Setup do RS-485 180
12.1 Instalação e Setup 180
12.1.1 Visão Geral 180
12.2 Conexão de Rede 181
12.3 Terminação do Bus Serial 181
12.4 Instalação e Setup do RS-485 181
12.5 Visão Geral do Protocolo Danfoss FC 182
12.6 Configuração de Rede 182
12.7 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Protocolo Danfoss FC 182
12.7.1 Conteúdo de um Caractere (byte) 182
12.7.2 Estrutura do Telegrama 182
12.7.3 Comprimento do Telegrama (LGE) 183
12.7.4 Endereço (ADR) do conversor de frequência. 183
12.7.5 Byte de Controle dos Dados (BCC) 184
12.7.6 O Campo de Dados 184
12.7.7 O Campo PKE 185
12.7.8 Número do Parâmetro (PNU) 185

12.7.9 Índice (IND) 185
12.7.10 Valor do Parâmetro (PWE) 186
12.7.11 Tipos de Dados Suportados 186
12.7.12 Conversão 186
12.7.13 Words do Processo (PCD) 187
12.8 Exemplos 187
12.8.1 Gravando um Valor de Parâmetro 187
12.8.2 Lendo um Valor de Parâmetro 187
12.9 Visão Geral do Modbus RTU 188
12.9.1 Premissas 188
12.9.2 O que o Usuário já Deverá Saber 188
12.9.3 Visão Geral do Modbus RTU 188
12.9.4 Conversor de Frequência com Modbus RTU 188
12.10 Configuração de Rede 189
12.11 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Modbus RTU 189
12.11.1 Conversor de Frequência com Modbus RTU 189
12.11.2 Estrutura da Mensagem do Modbus RTU 189
12.11.3 Campo Partida/Parada 189
12.11.4 Campo de Endereço 190
12.11.5 Campo da Função 190
12.11.6 Campo dos Dados 190
12.11.7 Campo de Verificação de CRC 190
12.11.8 Endereçamento do Registrador da Bobina 190
12.11.9 Como controlar o Conversor de Frequência 192
12.11.10 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU 192
12.11.11 Códigos de Exceção do Modbus 192
12.12 Como Acessar os Parâmetros 193
12.12.1 Tratamento de Parâmetros 193
12.12.2 Armazenagem de Dados 193
12.12.3 IND (Índice) 193
12.12.4 Blocos de Texto 193
12.12.5 Fator de conversão 193
12.12.6 Valores de Parâmetros 193
12.13 Danfoss Perfil de Controle do FC 194
12.13.1 Control Word de acordo com o Perfil do FC (*8-10 Perfil de Controle* = Perfil do FC) 194
12.13.2 Status Word de acordo com o Perfil do FC (STW) (*8-10 Perfil de Controle* = Perfil do FC) 195
12.13.3 Valor de Referência de Velocidade Via Bus Serial 196
12.13.4 Control Word de acordo com o Perfil do PROFIdrive (CTW) 197
12.13.5 Status Word de acordo com o Perfil do PROFIdrive (STW) 198

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Índice 200

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

1

1 Introdução

1.1 Objetivo do Guia de Design

O Guia de Design fornece as informações necessárias para a integração do conversor de frequência em uma diversidade de aplicações.

VLT® é marca registrada.

1.2 Recursos adicionais

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

- As *Instruções de Utilização* fornecem informações detalhadas para a instalação e partida do conversor de frequência.
- O *Guia de Programação* fornece mais detalhes sobre como trabalhar com parâmetros e muitos exemplos de aplicação.
- As *Instruções de Utilização de Torque seguro desligado do VLT®* descrevem como usar Danfoss conversores de frequência em aplicações de segurança funcional.
- Publicações e manuais complementares estão disponíveis na Danfoss. Consulte *danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm* para listagens.
- Há equipamento opcional disponível que pode alterar algumas das informações descritas nestas publicações. Certifique-se de verificar as instruções fornecidas com as opções para saber os requisitos específicos.

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

1.3 Abreviações, símbolos e convenções

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
- nota de rodapé
- nome do parâmetro, nome do grupo do parâmetro, opcional de parâmetro

60° AVM	60° Modulação Vetorial Assíncrona
A	Ampère/AMP
CA	Corrente alternada
AD	Descarga aérea
AI	Entrada Analógica
AMA	Adaptação Automática do Motor
AWG	American wire gauge
°C	Graus Celsius
CD	Descarga constante
CM	Modo comum
TC	Torque Constante
CC	Corrente contínua
DI	Entrada digital
DM	Módulo diferencial
TIPO D	Dependente do Drive
EMC	Compatibilidade Eletromagnética
ETR	Relé Térmico Eletrônico
f_{JOG}	Frequência do motor quando a função jog é ativada
f_M	Frequência do motor
f_{MAX}	A frequência de saída máxima do conversor de frequência aplica-se na 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	Grama
Hiperface®	Hiperface® é marca registrada da Stegmann
hp	Cavalo-vapor
HTL	Encoder HTL (10-30 V) pulsos - Transistor Logic 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
$I_{VLT,MAX}$	A máxima corrente de saída
$I_{VLT,N}$	A 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 mili-Henry
min	Minuto
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	Nanofarad
NLCP	Painel de Controle Local Numérico
Nm	Newton-metros
n_s	Velocidade do Motor Síncrono
Parâmetros On-line/Off-line	As alterações nos parâmetros on-line são ativadas imediatamente após a mudança no valor dos dados
$P_{br,cont.}$	Nominal potência do resistor do freio (potência média durante frenagem contínua)
PCB	Placa de Circuito Impresso
PCD	Dados do Processo
PELV	Tensão Extra Baixa Protetiva
P_m	Potência de saída nominal do conversor de frequência como HO
$P_{M,N}$	Potência do motor nominal
Motor PM	Motor de imã permanente
PID de processo	O regulador do PID mantém os valores desejados de 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}	Valor do resistor e resistência do resistor do freio
s	Segundo
SFAVM	Modulação Vetorial Assíncrona orientada a fluxo do estator
STW	Status Word
SMPS	Fonte de alimentação chaveada
THD	Distorção Harmônica Total
T_{LIM}	Limite de torque
TTL	Pulsos do encoder TTL (5 V) - Lógica de Transistor do Transistor
$U_{M,N}$	Tensão do motor nominal
V	Volts
VT	Torque Variável
VVC^{plus}	Controle Vetorial de Tensão

Tabela 1.1 Abreviações

Os símbolos a seguir são usados neste documento.

⚠ADVERTÊNCIA

Indica uma situação potencialmente perigosa que poderá resultar em morte ou ferimentos graves.

⚠CUIDADO

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

AVISO!

Indica informações importantes, inclusive situações que poderá resultar em danos no equipamento ou na propriedade.

1.4 Definições

Parada por inércia
O eixo do motor está em modo livre. Sem torque motor.

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

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

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

Ciclo Útil Intermitente
As características nominais de trabalho intermitente 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.

Setup
Salve a programação do parâmetro em 4 setups. Alterne entre as 4 configurações de parâmetros 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 executadas quando os eventos associados definidos pelo usuário são avaliados como true (verdadeiro) pelo Smart Logic Controller. (Grupo do parâmetro *13-** Smart Logic*.

Barramento Padrão do FC
Inclui o barramento RS-485 com Protocolo Danfoss FC ou protocolo MC. Consulte*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 ex., se houver superaquecimento no conversor de frequência ou quando este estiver protegendo o motor, processo ou mecanismo. Uma nova partida é impedida até a causa da falha ser eliminada e o estado de desarme cancelado pelo acionamento do reset ou, em certas situações, por ser programado para reset automático. O desarme não pode ser utilizado para fins de segurança pessoal.

Bloqueado 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, no caso de curto circuito na saída do conversor. 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. O desarme não pode ser utilizado para fins de segurança pessoal.

Características do TV
Características de torque variável, utilizado em bombas e ventiladores.

Fator de Potência
O fator de potência real (lambda) leva todas as harmônicas em consideração e é sempre menor que o fator de potência (cosphi) que considera somente as 1 as harmônicas de corrente e tensão.

$$\cos\varphi = \frac{P\,[\mathrm{kW}]}{P\,[\mathrm{kVA}]} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\varphi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Cosphi é conhecido também como fator de potência de deslocamento.

Tanto lambda quanto cosphi são determinados para conversores de frequência Danfoss VLT® em *capétulo 6.2.1 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 diferentes correntes harmônicas são baixas.
Todos os Danfoss conversores de frequência têm bobinas CC integradas no barramento CC para ter um fator de potência alto e para reduzir o THD na alimentação de rede elétrica.

1.5 Versão do Software e do Documento

Este manual é revisado e atualizado regularmente. Todas as sugestões sobre para melhorias são bem-vindas. *Tabela 1.2* mostra a versão do documento com a respectiva versão de software.

Edição	Observações	Versão do software
MG33BFxx	Substitui MG33BExx	6,72

Tabela 1.2 Versão do Software e do Documento

1.6 Conformidade regulamentar

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

1.6.1 Marcação CE

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

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

1.6.1.1 Diretiva de Baixa Tensão

Os conversores de frequência são classificados como componentes eletrônicos e devem ter certificação CE de acordo com a diretiva de baixa tensão. A diretiva é aplicável a todos os equipamentos elétricos nas faixas de tensão de 50-1000 V CA e 75-1600 V CC.

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

1

1.6.1.2 Diretiva EMC

Compatibilidade eletromagnética (EMC) significa que a interferência eletromagnética entre aparelhos não prejudica seu desempenho. Os requisitos básicos de proteção da Diretiva EMC 2004/108/EC 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 e deverão ter grau adequado de imunidade a EMI quando instalados e mantidos corretamente e usados como previsto.

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

1.6.1.3 Diretiva de Maquinaria

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

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

Quando conversores de frequência são usados em máquinas com pelo menos uma parte móvel, o fabricante da máquina deve fornecer declaração em conformidade com todos os estatutos e medidas de segurança relevantes.Danfoss As certificações CE atendem a diretiva de maquinaria para conversores de frequência com função de segurança integrada e fornecem uma declaração de conformidade por solicitação.

1.6.2 Em conformidade com o UL

UL listados

Ilustração 1.1 UL

AVISO!

Conversores de frequência de gabinete metálico tipo T7 (525-690 V) não são certificados pelo UL.

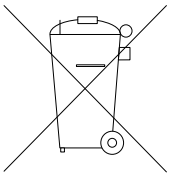
O conversor de frequência atende os requisitos de retenção de memória térmica UL508C. Para obter mais informações consulte a seção *Proteção Térmica do Motor* no *Guia de Design*.

1.6.3 Em conformidade com C-tick

1.6.4 Em conformidade marítima

Para estar em conformidade com o Contrato Europeu com relação ao Transporte internacional de produtos perigosos por cursos d'água terrestres (ADN), consulte *capétulo 9.8.3 Instalação compatível com ADN*.

1.7 Instruções para Descarte



Não descarte equipamento que contiver componentes elétricos junto com o lixo doméstico.
Colete-o separadamente em conformidade com a legislação local atualmente em vigor.

Tabela 1.3 Instruções para Descarte

1.8 Segurança

Os conversores de frequência contêm componentes de alta tensão e têm o potencial de lesão fatal se manipulados incorretamente. Somente técnicos treinados deverão instalar e operar o equipamento. O serviço de manutenção não deve ser tentado sem antes remover a energia do conversor de frequência e aguardar o intervalo de tempo designado para a energia elétrica armazenada dissipar. Consulte *Instruções de utilização* enviadas com a unidade e disponível online para:

- tempo de descarga e
- Instruções de segurança e advertências gerais

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

2 Segurança

2.1 Símbolos de Segurança

Os símbolos a seguir são usados neste documento.

⚠ADVERTÊNCIA

Indica uma situação potencialmente perigosa que poderá resultar em morte ou ferimentos graves.

⚠CUIDADO

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

AVISO!

Indica informações importantes, inclusive situações que poderá resultar em danos no equipamento ou na propriedade.

2.2 Pessoal qualificado

Transporte correto e confiável, armazenagem, instalação, operação e manutenção são necessários para a operação segura do conversor de frequência. Somente pessoal qualificado é permitido instalar ou 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 normas e leis pertinentes. Adicionalmente, o pessoal deve ser familiarizado com as instruções e medidas de segurança descritas neste documento.

2.3 Segurança e Precauções

⚠ADVERTÊNCIA

ALTA TENSÃO

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

- **A instalação, partida e manutenção deverão ser executadas somente por pessoal qualificado.**

⚠ADVERTÊNCIA

PARTIDA ACIDENTAL

Quando o conversor de frequência estiver conectado à rede elétrica CA, o motor pode dar partida a qualquer momento, trazendo risco de morte, ferimentos graves ou danos à propriedade. O motor pode dar partida por meio um interruptor externo, um comando do barramento serial e um sinal de referência de entrada do LCP ou após uma condição de defeito eliminada.

1. **Desconecte o conversor de frequência da rede elétrica sempre que houver necessidade de precauções de segurança pessoal para evitar partida do motor acidental.**
2. **Pressione [Off] no LCP antes de programar parâmetros.**
3. **O conversor de frequência, o motor e qualquer equipamento acionado devem estar em prontidão operacional quando o conversor de frequência estiver conectado à rede elétrica CA.**

2

⚠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 conectado. 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 ferimentos graves.

1. **Pare o motor.**
2. **Desconecte a rede elétrica CA, motores de imã permanente e fontes de alimentação do barramento CC remotas, incluindo backups 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 2.1*.**

Tensão [V]	Tempo de espera mínimo (minutos)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW		5,5-37 kW
380-500	0,25-7,5 kW		11-75 kW
525-600	0,75-7,5 kW		11-75 kW
525-690		1,5-7,5 kW	11-75 kW
Pode haver alta tensão presente mesmo quando os indicadores luminosos de LED estiverem apagados!			

Tabela 2.1 Tempo de Descarga

⚠ADVERTÊNCIA

RISCO DE CORRENTE DE FUGA

As correntes de fuga excedem 3,5 mA. Não aterrar o conversor de frequência 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 realize a instalação, partida e manutenção.**
- **Garanta que os serviços elétricos estejam em conformidade com os códigos elétricos locais e nacionais.**
- **Siga os procedimentos deste manual.**

⚠CUIDADO

ROTAÇÃO LIVRE

A rotação acidental de motores de ímã permanente causa risco de ferimentos pessoais e danos ao equipamento.

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

⚠CUIDADO

RISCO POTENCIAL NO CASO DE FALHA INTERNA

Risco de ferimentos pessoais quando o conversor de frequência não está corretamente fechado.

- **Antes de aplicar potência, assegure que todas as tampas de segurança estejam no lugar e bem presas.**

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

3 Princípios Operacionais Básicos

3.1 Geral

Este capítulo fornece uma visão geral dos principais conjuntos e circuitos do conversor de frequência. Sua finalidade é descrever as funções internas elétricas e 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.

3.2 Descrição da Operação

O conversor de frequência fornece uma quantidade regulada de energia CA da rede elétrica a um motor de indução trifásico padrão para controlar a 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 intermediário
- Inversor
- Controle e regulagem

Em *capétulo 3.3 Sequência de Operação* esses módulos são cobertos com mais detalhe e descrevem como a energia e os sinais de controle percorrem o conversor de frequência.

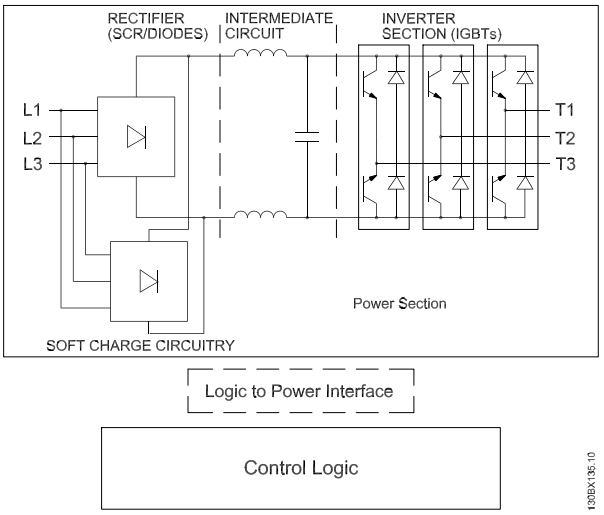


Ilustração 3.1 Lógica de Controle Interno

3.3 Sequência de Operação

3.3.1 Seção do Retificador

Quando a potência de entrada é aplicada ao conversor de frequência pela primeira vez, passa através dos terminais de entrada (L1, L2 e L3) e segue para a desconexão ou/e opcional do filtro de RFI, dependendo da configuração da unidade.

3.3.2 Seção Intermediária

Após a seção do retificador, a tensão passa para a seção intermediária. Essa tensão retificada é suavizada por um circuito de filtro senoidal que consiste no indutor do barramento CC e no banco de capacitores do barramento CC.

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.

3.3.3 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^{plus} PWM no cartão de controle, fornece desempenho ideal e perdas mínimas no motor.

3.3.4 Opcional do Freio

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

A função do IGBT do freio é limitar a tensão no circuito intermediário toda vez que o limite máximo de tensão for excedido. Esta ação é executada chaveando o resistor montado externamente através do bus CC, para remover a tensão CC excedente presente nos capacitores do bus. Tensão em excesso no barramento CC geralmente é resultado de uma carga de arrasto que faz com que a energia regenerativa retorne ao barramento CC. Isso acontece, por exemplo, quando a carga aciona o motor fazendo a tensão retornar ao circuito do barramento CC.

3

Instalar o resistor de frenagem externamente tem as vantagens de selecionar o resistor com base na necessidade da aplicação, dissipar a energia fora do painel de controle e proteger o conversor de frequência de superaquecimento se o resistor de frenagem ficar sobrecarregado.

O sinal do gate do IGBT do freio tem origem no cartão de controle e é enviado ao IGBT do freio através do cartão de potência e do cartão do drive do gate. Adicionalmente, o cartão de potência e o cartão de controle monitoram o IGBT do freio e a conexão do resistor de frenagem por curtos-circuitos e sobrecargas.

3.3.5 Load Sharing

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

O uso dos terminais de Load Sharing pode assumir duas configurações diferentes.

Em um dos métodos, os terminais são usados para unir os circuitos do barramento CC de diversos conversores de frequência juntos. Isso permite que um conversor de frequência em modo regenerativo compartilhe sua tensão de barramento em excesso com outra unidade que esteja funcionando um motor. Load sharing dessa maneira pode reduzir a necessidade de resistor do freio dinâmico externo enquanto também economiza energia. Em teoria, o número de unidades que podem ser conectadas dessa maneira é infinito, no entanto, cada unidade deve ter as mesmas características nominais de tensão. Além disso, dependendo da capacidade e do número de unidades é possível que seja necessário instalar reatores CC e fusíveis CC nas conexões do barramento CC e reatores CA na rede elétrica. A tentativa de obter essa configuração exige considerações específicas e não deverá ser tentada sem primeiro consultar a Engenharia de Aplicações da Danfoss.

No segundo método, o conversor de frequência é energizado exclusivamente a partir de uma fonte CC. O que é um pouco mais complicado. Primeiro, é necessário dispor de uma fonte de alimentação CC. Segundo, é necessário também um meio para carregar lentamente o barramento CC na energização. Por último, é necessário uma fonte de tensão de rede para energizar os ventiladores internos da unidade. Novamente, tal configuração não deverá ser tentada sem primeiro consultar a Engenharia de Aplicações da Danfoss.

3.4 Interface de Controle

3.4.1 Princípio de Controle

O conversor de frequência recebe entrada de controle de várias origens.

- Painel de controle local (modo manual)
- Terminais de controle programáveis analógicos, digitais e analógicas/digitais (modo automático)
- As portas RS-485, USB ou de comunicação serial (modo automático)

Quando conectado e programado corretamente, terminais de controle fornecem feedback, referência e outros sinais de entrada ao conversor de frequência; status de saída e condições de falha do conversor de frequência, relés para operar equipamento auxiliar e serial.interface de comunicação serial. Um 24 V comum é também fornecido. 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 a menos que pedida pela fábrica.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

3.5 Esquemático de fiação

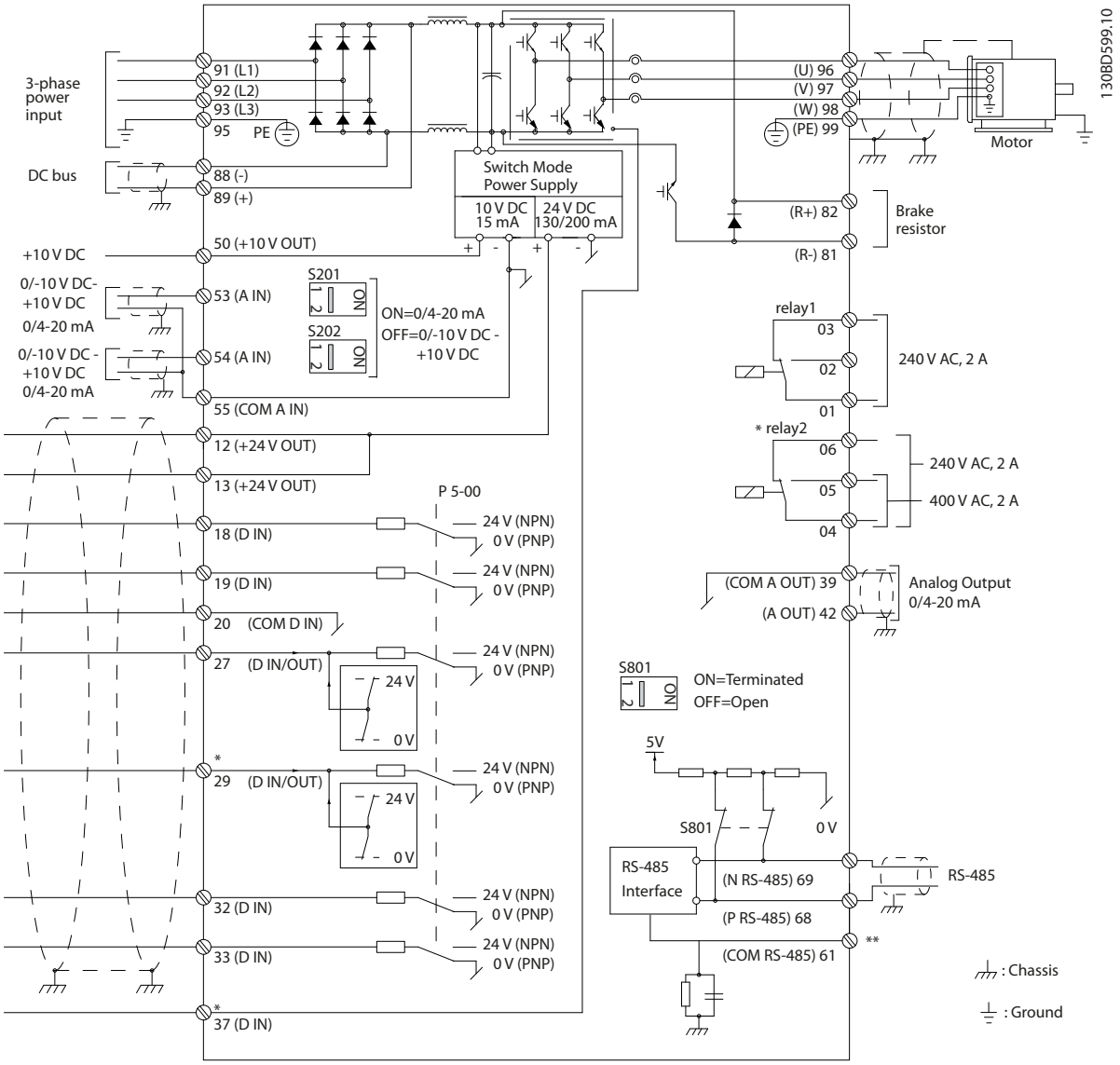
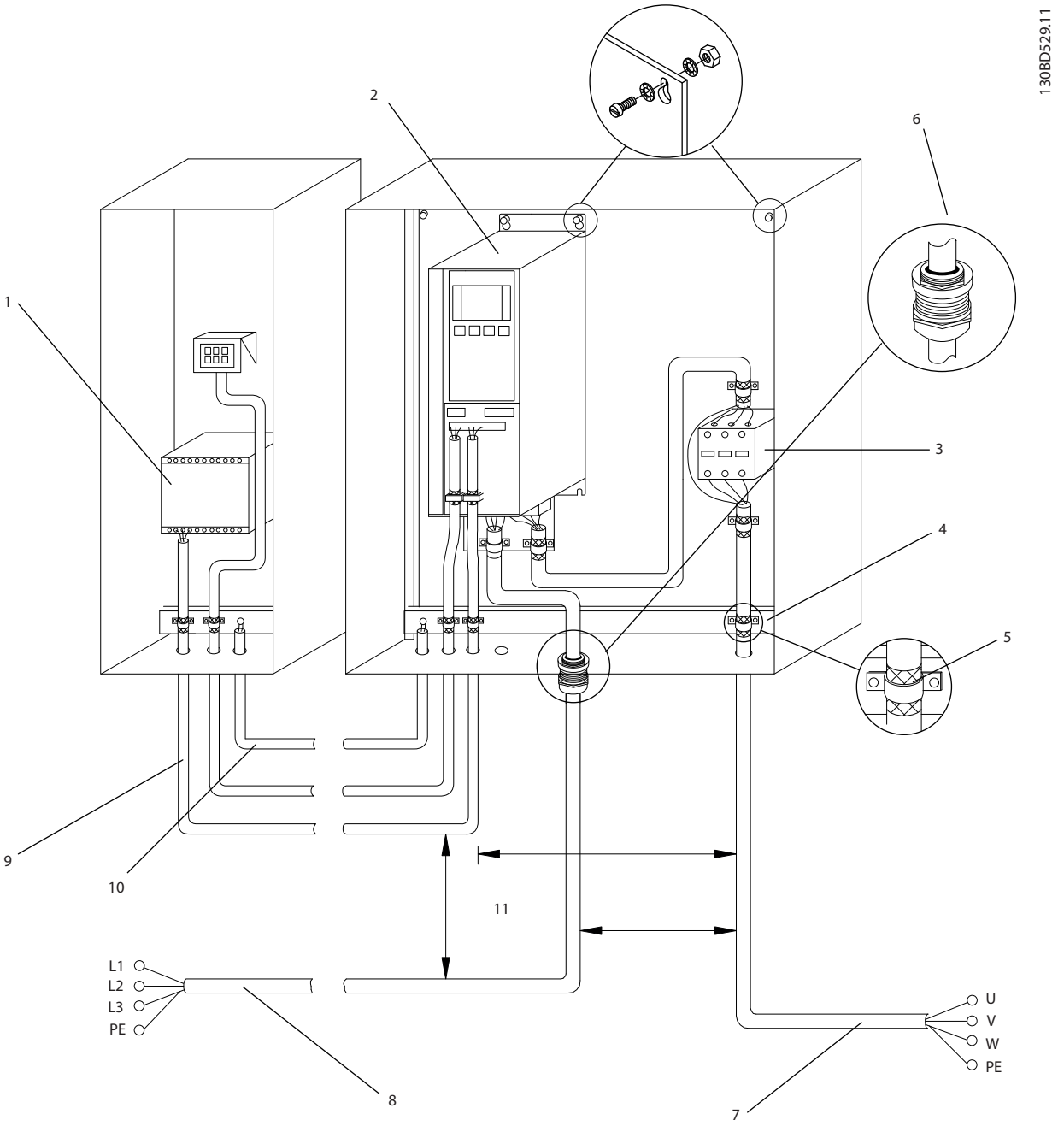


Ilustração 3.2 Esquemático de fiação básica

A = analógica, D = digital

*Terminal 37 (opcional) é usado para Torque seguro desligado. Para as instruções de instalação de Torque seguro desligado, consulte as *instruções de utilização do Torque seguro desligado para* Danfoss *Conversores de frequência VLT®* . O terminal 37 não está incluído no FC 301 (exceto gabinete metálico tipo A1). O Relé 2 e o Terminal 29, não têm função no FC 301.

**Não conectar a blindagem do cabo.



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

Ilustração 3.3 Compatível-com EMC Conexão Elétrica

Para obter mais informações sobre EMC, consulte *capétulo 4.1.15 Conformidade com o EMC*.

AVISO!

INTERFERÊNCIA DE EMC

Use cabos blindados para o motor e a fiação de controle, e cabos separado para a potência de entrada, a 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 espaçamento mínimo de 200 mm (7,9 pol.) entre cabo de potência, cabo de motor e cabos de controle.

3.6 Controladores

3.6.1 Princípio de Controle

Um conversor de frequência retifica a tensão CA da rede elétrica para tensão contínua CC e, em seguida, esta tensão CC é transformada em corrente CA com amplitude e frequência variáveis.

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

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

Controle da velocidade

Há dois tipos de controle da velocidade:

- Controle de malha aberta de velocidade que não requer qualquer feedback de motor (sem sensores).
- O controle do PID de malha fechada de velocidade requer um feedback de velocidade em uma entrada. Um controle da velocidade de malha fechada adequadamente otimizado tem maior precisão que um controle da velocidade de malha aberta.

Seleciona qual entrada utilizar como feedback do PID de velocidade em *7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.*

Controle de torque

A função de controle de torque é utilizada em aplicações onde o torque no eixo de saída do motor estiver controlando a aplicação como controle de tensão. O controle de torque pode ser selecionado no *1-00 Modo Configuração*, em VVC^{plus} *[4] Torque de malha aberta* ou Controle de fluxo de malha fechada com *[2] feedback de velocidade do motor*. A configuração do torque é feita estabelecendo uma referência analógica, digital ou por controle do bus. O fator de limite de velocidade máx. é programado em *4-21 Fte Fator Limite de veloc*. Ao utilizar o controle de torque, recomenda-se executar um procedimento de AMA completo, uma vez que os dados corretos do motor são alta importância para o desempenho ótimo.

- Malha fechada no modo de fluxo com feedback do encoder oferece um desempenho superior, em todos os quadrantes e em todas as velocidades do motor.
- Malha aberta no modo VVC^{plus}. A função é utilizada em aplicações mecânicas robustas, mas a precisão é limitada. A função do torque de malha aberta funciona basicamente somente em um sentido da rotação. O torque é calculado com base na medição de corrente, internamente no conversor de frequência.

Referência de velocidade/torque

O referencial para estes controles pode ser uma referência única ou a soma de diversas referências, inclusive referências escalonadas relativamente. O tratamento das referências está explicado em detalhes em *capétulo 3.7 Tratamento da Referência*.

3.6.2 FC 301 vs. FC 302 Princípio de controle

O FC 301 é um conversor de frequência de uso geral, para aplicações de velocidade variável. O princípio de controle baseia-se no Controle Vetorial de Tensão (VVC^{plus}).
FC 301 pode operar tanto motor assíncrono quanto motor PM.
O princípio de detecção de corrente do FC 301 baseia-se na medida da corrente no barramento CC ou nas fases do motor.
A proteção da falha de aterramento no lado do motor é solucionada por um circuito de dessaturação nos IGBTs conectado à placa de controle.
O comportamento do FC 301, relativamente ao curto circuito, depende do transdutor de corrente no barramento CC positivo e da proteção de saturação com feedback dos 3 IGBTs inferiores e do freio.

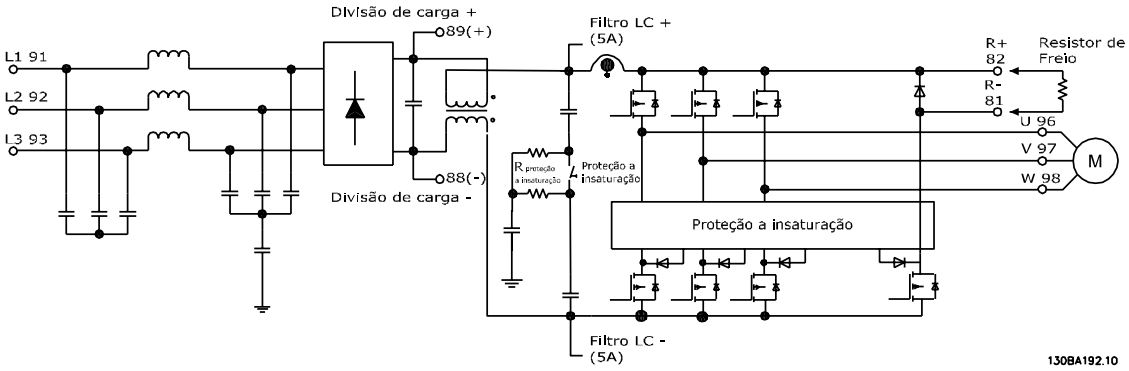


Ilustração 3.4 Princípio de controle FC 301

O FC 302 é um conversor de frequência de alto desempenho para aplicações com alto grau de solicitação. O conversor de frequência pode tratar diversos tipos de princípios de controle do motor como o modo especial do motor U/f, VVC^{plus} ou controle de motor Flux Vector.
FC 302 é capaz de tratar Motores Síncronos de Imã Permanente (Servo motores sem escova), bem como motores assíncronos de gaiola normais.
O comportamento do FC 302, relativamente ao curto circuito, depende dos 3 transdutores de corrente nas fases do motor, e da proteção de dessaturação com feedback do freio.

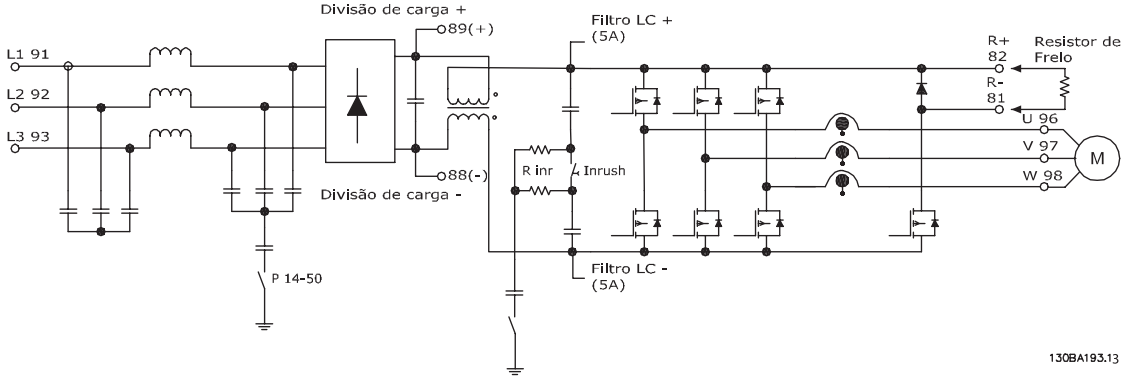


Ilustração 3.5 Princípio de controle FC 302

3.6.3 Estrutura de Controle no VVC^plus

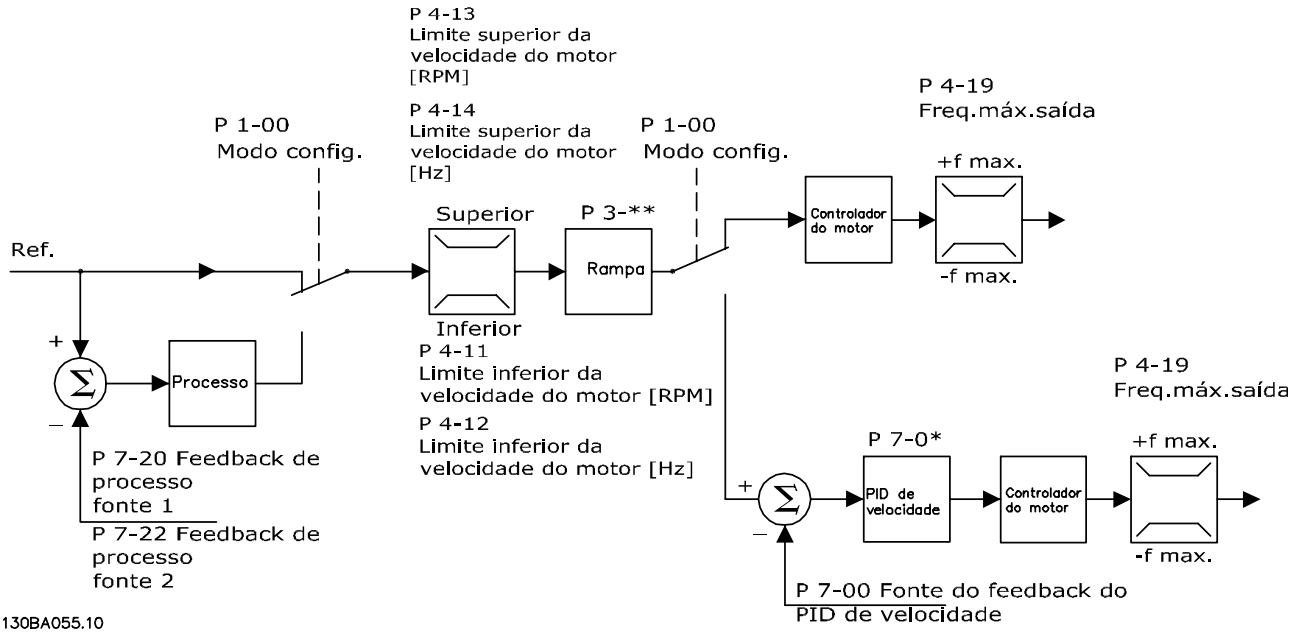


Ilustração 3.6 Estrutura de Controle no VVC^plus Configurações de malha aberta e de malha fechada

Consulte *Parâmetros ativos/inativos no diferentes modos de controle do drive* no *Guia de Programação* para obter uma visão geral de qual configuração de controle está disponível, dependendo da seleção do motor CA ou o motor não saliente PM. Na configuração mostrada em *Ilustração 3.6*, *1-01 Principio de Controle do Motor* está programado para [1] VVC^plus e *1-00 Modo Configuração* está programado para *[0] Malha aberta de velocidade*. A referência resultante do sistema de tratamento da referência é recebida e alimentada por meio da limitação de rampa e da limitação de velocidade, antes de ser enviada para o controle do motor. A saída do controle do motor fica assim restrita pelo limite de frequência máximo.

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

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

3

3.6.4 Estrutura de Controle em fluxo sensorless (somente FC 302)

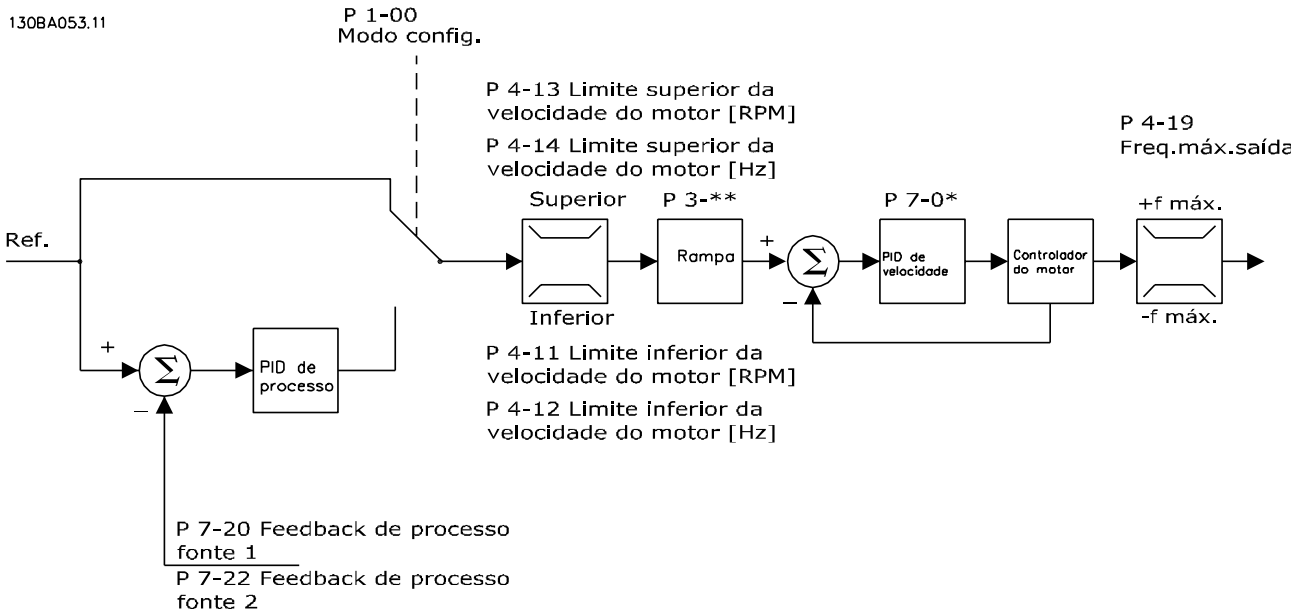


Ilustração 3.7 Estrutura de Controle nas Configurações de Malha Aberta e Malha Fechada do Fluxo Sensorless

Consulte *Parâmetros Ativos/Inativos em Diferentes Modos de Controle do Drive no Guia de Programação* para ter uma visão geral de qual configuração de controle está disponível, dependendo da seleção de motor CA ou motor PM não saliente. Na configuração mostrada, *1-01 Principio de Controle do Motor* está programado para *[2] Fluxo sensorless* e *1-00 Modo Configuração* está programado para *[0] Malha aberta de velocidade*. A referência resultante do sistema de tratamento da referência é alimentada por meio das limitações de rampa e de velocidade, conforme determinado pelas programações do parâmetro indicadas.

Um feedback de velocidade estimada é gerado para o PID de Velocidade para controlar a frequência de saída.
O PID de velocidade deve ser programado com seus parâmetros P, I e D (grupo do parâmetro *7-0* Controle do PID de Velocidade*.

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

3.6.5 Estrutura de Controle em Fluxo com Feedback de Motor (somente FC 302)

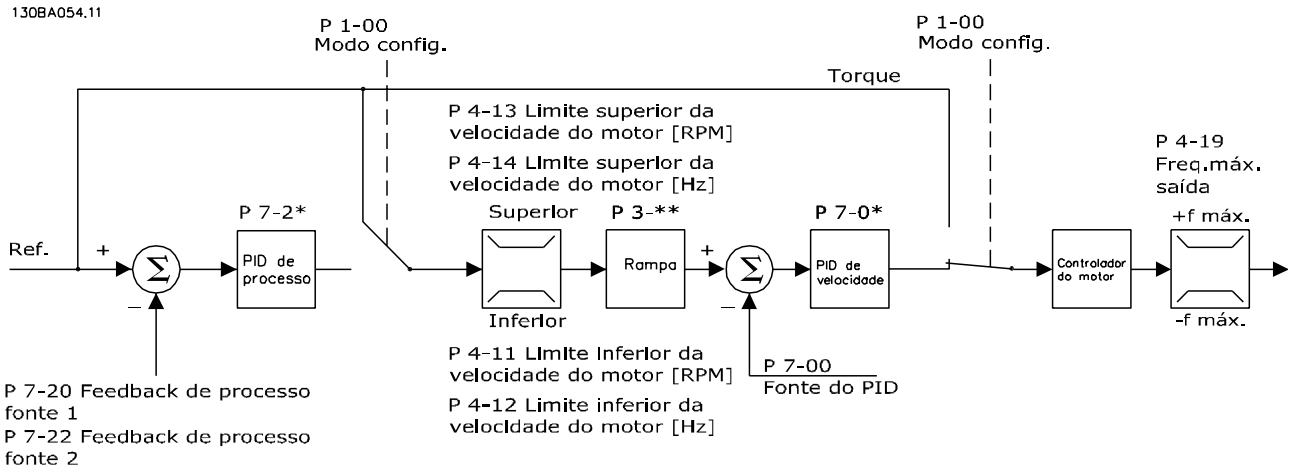


Ilustração 3.8 Estrutura de Controle na Configuração de Fluxo com feedback de motor (disponível somente em FC 302)

Consulte *Parâmetros ativos/inativos no diferentes modos de controle do drive* no *Guia de Programação* para obter uma visão geral de qual configuração de controle está disponível, dependendo da seleção do motor CA ou o motor não saliente PM. Na configuração mostrada, *1-01 Principio de Controle do Motor* está programado para *[3] Fluxo com feedback de motor* e *1-00 Modo Configuração* está programado para *[1] Malha fechada de velocidade*.

O controle do motor nessa configuração está baseado em um sinal de feedback de um encoder ou resolver montado diretamente no motor (programado em no par. *1-02 Fonte Feedbck.Flux Motor*).

Selecione [1] Malha fechada de velocidade em *1-00 Modo Configuração* para usar a referência resultante como entrada do controle do PID de Velocidade. Os parâmetros de controle do PID de Velocidade estão localizados no grupo do parâmetro *7-0* Controle do PID de Velocidade*.

Selecione *[2] Torque* em *1-00 Modo Configuração* para utilizar a referência resultante diretamente como referência de torque. O controle de torque só pode ser selecionado na configuração *Fluxo com feedback de motor* (*1-01 Principio de Controle do Motor*). Quando esse modo for selecionado, a referência usa a unidade Nm. Este controle não requer nenhum feedback de torque, pois o torque é calculado com base na medição de corrente do conversor de frequência.

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

3.6.6 PID

3.6.6.1 Controle do PID de Velocidade

O Controle do PID de Velocidade mantém uma velocidade do motor constante independentemente da carga em mudança no motor.

1-00 Modo Configuração	1-01 Principio de Controle do Motor			
	U/f	VVC^{plus}	Fluxo Sensorless	Fluxo c/feedback do encoder
[0] Malha aberta de velocidade	ACTIVE	ACTIVE	ACTIVE	N.A.
[1] Malha fechada de velocidade	N.A.	Inativo	N.A.	ACTIVE
[2] Torque	N.A.	N.A.	N.A.	Inativo
[3] Processo	Inativo	Inativo	Inativo	N.A.
[4] Torque, malha aberta	N.A.	Inativo	N.A.	N.A.
[5] Wobble	Inativo	Inativo	Inativo	Inativo
[6] Bobinador de Superfície	Inativo	Inativo	Inativo	N.A.
[7] OL de velocidade do PID estendido	Inativo	Inativo	Inativo	N.A.
[8] CL de Velocidade do PID estendido	N.A.	Inativo	N.A.	Inativo

Tabela 3.1 Configurações de Controle com Controle da Velocidade Ativo

"N.A." significa que o modo específico está totalmente indisponível. "Inativo" significa que o modo específico está disponível, porém o Controle da Velocidade não está ativo nesse modo.

AVISO!

O PID de Controle da Velocidade funciona com a programação do parâmetro padrão, mas é fortemente recomendável otimizar o desempenho de controle do motor. Os dois princípios de controle dos motores de Fluxo são particularmente dependentes da sintonização adequada para produzir seu potencial pleno.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Tabela 3.2 resume as características que podem ser configuradas para controle da velocidade. Consulte Guia de Programação VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302 para obter detalhes sobre programação.

Parâmetro	Descrição da função	
7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	Selecione a entrada onde o PID de Velocidade deve obter o feedback.	
7-02 Ganho Proporcional do PID de Velocidad	Quanto maior o valor, mais rápido será o controle. Entretanto, valores muito altos podem gerar oscilações.	
7-03 Tempo de Integração do PID de velocid.	Elimina erros de velocidade de estado estável. Valores menores significam reações rápidas. No entanto, valores muito baixos podem ocasionar oscilações.	
7-04 Tempo de Diferenciação do PID d veloc	Fornece um ganho proporcional à taxa de variação do feedback. Um valor zero desabilita o diferenciador.	
7-05 Lim do Ganho Diferencial do PID d Veloc	Se houver variações rápidas da referência ou do feedback, em uma aplicação específica - o que significa que o erro muda rapidamente - o diferenciador logo pode se tornar predominante em excesso. Isto ocorre porque ele reage às variações no erro. Quanto mais rápida a variação do erro, maior será o ganho diferencial. O ganho diferencial pode, portanto, ser limitado, para permitir a programação de um tempo de diferenciação razoável, para variações lentas, e um ganho adequadamente rápido, para variações rápidas.	
7-06 Tempo d FiltrPassabaixa d PID d veloc	Um filtro passa-baixa que amortiza oscilações no sinal de feedback e melhora o desempenho do estado estável. Entretanto, tempo do filtro muito longo deteriora o desempenho dinâmico do controle do PID de Velocidade. Programações práticas do parâmetro 7-06 obtidas do número de pulsos por revolução do encoder (PPR):	
	Encoder PPR	**7-06 Tempo d FiltrPassabaixa d PID d veloc**
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms
7-07 Veloc.PID Fdbck Rel.Engrenag	O conversor de frequência multiplica o feedback de velocidade por essa relação.	
7-08 Fator Feed Forward PID Veloc	O sinal de referência efetua bypass do controlador de velocidade de acordo com o valor especificado. Este recurso aumenta o desempenho dinâmico do loop de controle da velocidade.	
7-09 Speed PID Error Correction w/ Ramp	O erro de velocidade entre a velocidade de rampa e a velocidade real é mantido com relação à programação deste parâmetro. Se o erro de velocidade exceder essa entrada de parâmetro, o erro de velocidade é corrigido via rampa de maneira controlada.	

Tabela 3.2 Parâmetros Relevantes para Controle da Velocidade

Programe na ordem mostrada (consulte explicação das configurações no *Guia de Programação*)
Em *Tabela 3.3* presume-se que todos os outros parâmetros e interruptores permanecem na sua configuração padrão.

Função	Parâmetro	Configuração
1) Assegure-se de que o motor esteja funcionando apropriadamente. Proceda da seguinte maneira:		
Programe os parâmetros do motor utilizando os dados da plaqueta de identificação.	1-2*	Como especificado na plaqueta de identificação do motor
Execute uma Adaptação Automática do Motor.	1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)	[1] Ative AMA completa
2) Verifique se o motor está funcionando e o encoder anexado adequadamente. Proceda da seguinte maneira:		
Pressione [Hand On] no LCP. Verifique se o motor está funcionando e observe em que sentido ele gira (daqui em diante denominado "sentido positivo").		Programe uma referência positiva.

3

Função	Parâmetro	Configuração
Ir para *16-20 Ângulo do Motor*. Gire o motor lentamente no sentido positivo. O motor deve ser girado tão lentamente (apenas algumas RPM) que permita determinar se o valor no par. *16-20 Ângulo do Motor* está aumentando ou diminuindo.	16-20 Ângulo do Motor	N.A. (parâmetro do tipo somente leitura) Observação: Um valor crescente atinge um máximo de 65.535 e inicia novamente em 0
Se *16-20 Ângulo do Motor* estiver decrescendo, altere o sentido do encoder em *5-71 Term 32/33 Sentido do Encoder*.	5-71 Term 32/33 Sentido do Encoder	[1] Sentido anti-horário (se *16-20 Ângulo do Motor* estiver decrescendo)
3) Assegure-se de que os limites do conversor de frequências estão programados com valores seguros:		
Programe limites aceitáveis para as referências.	3-02 Referência Mínima 3-03 Referência Máxima	0 RPM (padrão) 1500 RPM (padrão)
Verifique se as programações de rampa estão dentro das capacidades do conversor de frequência e das especificações de operação permitidas para a aplicação.	3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1 3-42 Tempo de Desaceleração da Rampa 1	configuração padrão configuração padrão
Programe limites aceitáveis para a frequência e a velocidade do motor.	4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM] 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM] 4-19 Freqüência Máx. de Saída	0 RPM (padrão) 1.500 RPM (padrão) 60 Hz (padrão 132 Hz)
4) Configure o Controle da Velocidade e selecione o princípio de Controle do Motor:		
Ativação do Controle da Velocidade.	*1-00 Modo Configuração*	[1] Malha fechada de velocidade
Seleção do Princípio de Controle do Motor.	1-01 Principio de Controle do Motor	[3] Flux c/ feedb. motor
5) Configure e escale a referência para o Controle da Velocidade:		
Programe a Entrada Analógica 53 como Fonte da referência.	3-15 Fonte da Referência 1	Não necessário (padrão)
Gradue a Entrada Analógica 53 de 0 RPM (0 V) até 1500 RPM (10 V).	6-1*	Não necessário (padrão)
6) Configure o sinal do encoder HTL 24 V como feedback para o Controle do Motor e Controle da Velocidade:		
Programe as entradas digitais 32 e 33 como entradas do encoder HTL.	5-14 Terminal 32, Entrada Digital 5-15 Terminal 33 Entrada Digital	[0] Sem operação (padrão)
Selecione o terminal 32/33 como feedback de motor.	1-02 Fonte Feedbck.Flux Motor	Não necessário (padrão)
Selecione o terminal 32/33 como feedback do PID de Velocidade.	7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	Não necessário (padrão)
7) Ajuste os parâmetros do PID de Controle da Velocidade:		
Utilize as orientações de sintonização quando relevante ou sintonize manualmente.	7-0*	Consulte as diretrizes
8) Salve para concluir:		
Salve a programação do parâmetro no LCP para segurança.	0-50 Cópia do LCP	[1] Todos para o LCP

Tabela 3.3 Sequência da Programação

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

3.6.6.2 Sintonizando o Controle da Velocidade do PID

As seguintes orientações de sintonização são relevantes ao utilizar um dos princípios de controle do motor de Fluxo em aplicações onde a carga é principalmente inercial (com bem pouco atrito).

O valor do par. *30-83 Ganho Proporcional do PID de Velocidad* depende das inércias do motor e da carga combinadas, e a largura da banda pode ser calculada utilizando a fórmula seguinte:

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

AVISO!

***1-20 Potência do Motor [kW]* é a potência do motor em [kW] (por exemplo, insira '4' kW em vez de '4000' W na fórmula).**

Um valor prático para a largura de banda é 20 rad/s. Verifique o resultado do cálculo do *7-02 Ganho Proporcional do PID de Velocidad* com relação à fórmula a seguir (desnecessário se um feedback de alta resolução estiver sendo utilizado, por exemplo, o feedback do SinCos):

$$Par.\ 7-02_{MÁX.} = \frac{0.01 \times 4 \times Encoder\ Resolução \times Par.\ 7-06}{2 \times \pi} \times$$

$Max\ torque\ torque\ [\%]$

O valor inicial recomendado para o *7-06 Tempo d FiltrPassabaixa d PID d veloc* é 5 ms (resolução do encoder menor requer valor de filtro maior). Tipicamente, um ripple de torque máx. de 3% é aceitável. Para Encoder incremental, a resolução do encoder pode ser encontrada em *5-70 Term 32/33 Pulsos Por Revolução* (HTL 24 V em conversor de frequência padrão) ou *17-11 Resolução (PPR)* (TTL 5 V no Opcional de Encoder MCB 102).

Geralmente, o limite prático máximo de *7-02 Ganho Proporcional do PID de Velocidad* é determinado pela resolução do encoder e o tempo do filtro de feedback, mas outros fatores na aplicação poderão limitar o *7-02 Ganho Proporcional do PID de Velocidad* a um valor menor.

Para minimizar o overshoot, o *7-03 Tempo de Integração do PID de velocid.* pode ser programado para aproximadamente 2,5 s (varia com a aplicação).

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

3.6.6.3 Controle do PID de Processo

Use o Controle do PID de Processo para controlar os parâmetros da aplicação, que podem ser medidos por um sensor (ou seja, pressão, temperatura, fluxo) e ser afetados pelo motor conectado através de uma bomba, ventilador ou de outra maneira.

Tabela 3.4 mostra as configurações de controle onde o Controle de Processo é possível. Quando um princípio de controle do motor flux vector for utilizado, tenha o cuidado de ajustar também os parâmetros do PID de Controle da Velocidade. Consulte *capétulo 3.6 Controladores* para observar onde o controle da velocidade está ativo.

1-00 Modo Configuração	1-01 Principio de Controle do Motor			
	U/f	Controle Vetorial Avançado	Fluxo Sensorless	Fluxo c/ feedback do encoder
[3] Processo	Inativo	Processo	Processo & Velocidade	Processo & Velocidade

Tabela 3.4 Configurações de controle com controle de processo

AVISO!

O PID de controle de processo funciona com a programação do parâmetro padrão, mas é fortemente recomendável otimizar o desempenho do controle da aplicação. Os dois princípios de controle do motor de Fluxo são especialmente dependentes do ajuste adequado do PID de Controle da Velocidade (antes do ajuste do PID de Controle de Processo) para produzir todo o seu potencial.

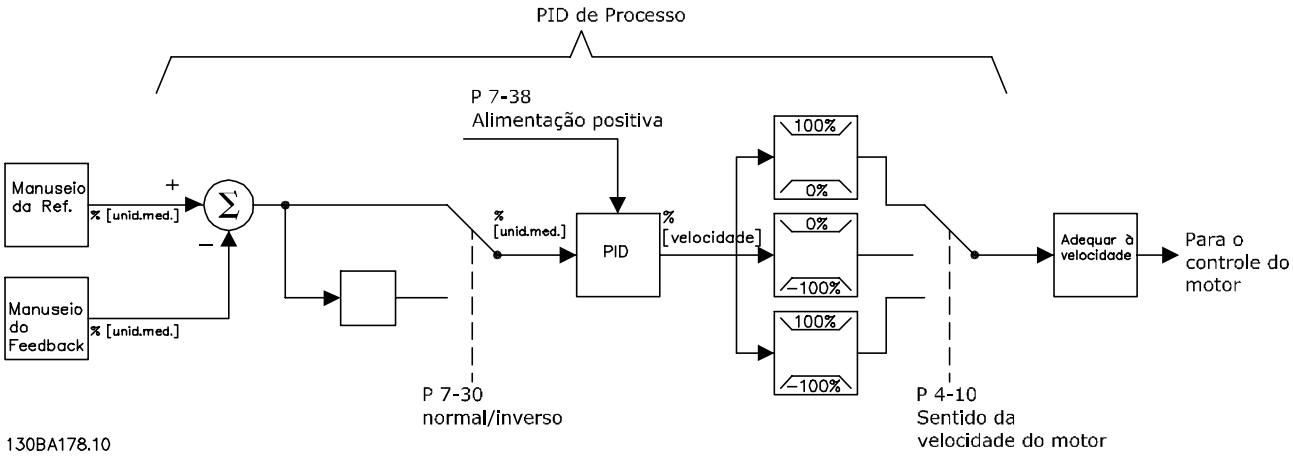


Ilustração 3.9 Diagrama de Controle do PID de Processo

Tabela 3.5 resume as características que podem ser programadas para o controle de processo.

Parâmetro	Descrição da função
7-20 Fonte de Feedback 1 PID de Processo	Selecione a Origem (ou seja, entrada de pulso ou analógica) do feedback fornecido ao PID de Processo.
7-22 Fonte de Feedback 2 PID de Processo	Opcional: Determine se (e de onde) o PID de Processo deve obter um sinal de feedback adicional. Se uma fonte do feedback adicional for selecionada, os dois sinais de feedback são unificados antes de serem utilizados no controle do PID de processo.
7-30 Cntrl Norml/Invers do PID d Proc.	Em *[0] Operação normal*, o Controle de Processo responderá com um incremento de velocidade do motor, se o feedback tornar-se menor que a referência. Na mesma situação, porém, em *[1] Operação inversa*, o Controle de Processo responde com velocidade do motor decrescente.
7-31 Anti Windup PID de Proc	A função anti-windup assegura que, quando um limite de frequência ou um limite de torque for alcançado, o integrador seja ajustado com um ganho que corresponda à frequência real. Isso evita a integração no caso de um erro que não pode, de nenhuma maneira, ser compensado por meio de uma alteração da velocidade. Esta função pode ser desativada selecionando-se *[0] Off* (desligado).
7-32 Velocidade Inicial do PID do Processo	Em algumas aplicações pode-se levar um tempo muito longo para atingir a velocidade/ setpoint requerido. Nessas aplicações pode ser vantajoso programar uma velocidade fixa do motor, a partir do conversor de frequência, antes que o controle de processo seja ativado. Isto pode ser feito programando um Valor Inicial do PID de Processo (velocidade), no par. *7-32 Velocidade Inicial do PID do Processo*.
7-33 Ganho Proporc. do PID de Processo	Quanto maior o valor, mais rápido será o controle. Entretanto, valores muito grandes podem gerar oscilações.
7-34 Tempo de Integr. do PID de velocid.	Elimina erros de velocidade de estado estável. Valores menores significam reações rápidas. Entretanto, valores muito pequenos podem gerar oscilações.
7-35 Tempo de Difer. do PID de veloc	Fornece um ganho proporcional à taxa de variação do feedback. Um valor zero desabilita o diferenciador.
7-36 Dif.do PID de Proc.- Lim. de Ganho	Se houver variações rápidas da referência ou do feedback, em uma aplicação específica - o que significa que o erro muda rapidamente - o diferenciador logo pode se tornar predominante em excesso. Isto ocorre porque ele reage às variações no erro. Quanto mais rápida a variação do erro, maior será o ganho diferencial. O ganho diferencial pode, desse modo, ser limitado para permitir a programação de um tempo de diferenciação razoável, para variações lentas.
7-38 Fator do Feed Forward PID de Proc.	Em aplicações onde há uma boa correlação (e aproximadamente linear) entre a referência do processo e a velocidade do motor necessária para obter essa referência, o Fator de feed forward pode ser utilizado para conseguir um desempenho dinâmico melhor do Controle do PID de Processo.

Parâmetro	Descrição da função
5-54 Const de Tempo do Filtro de Pulso #29 (Term. pulso 29), 5-59 Const de Tempo do Filtro de Pulso #33 (Term. pulso 33), 6-16 Terminal 53 Const. de Tempo do Filtro (Term. analógico 53), 6-26 Terminal 54 Const. de Tempo do Filtro (Term. analógico 54) 6-36 Term. X30/11 Constante Tempo do Filtro 6-46 Term. X30/12 Constante Tempo do Filtro 35-46 Term. X48/2 Filter Time Constant	Se ocorrerem oscilações do sinal de feedback de corrente/tensão, estas podem ser amortecidas pela utilização de um filtro passa-baixa. Esta constante de tempo representa o limite de velocidade dos ripples que ocorrem no sinal de feedback. Exemplo: Se o filtro passa-baixa tiver sido ajustado para 0,1 s, a velocidade limite é 10 RAD/s (o recíproco de 0,1 s), correspondente a (10/(2 x π)) = 1,6 Hz. Isso significa que todas as correntes/tensões que variarem mais de 1,6 oscilações por segundo serão amortecidas pelo filtro. O controle é executado somente em um sinal de feedback que varia em uma frequência (velocidade) menor que 1,6 Hz. O filtro passa-baixa melhora o desempenho no estado estável, porém, a seleção de um tempo do filtro muito longo deteriora o desempenho dinâmico do controle do PID de processo.

Tabela 3.5 Parâmetros relevantes para o controle de processo

3.6.6.4 Controle do PID avançado

Consulte o *Guia de programação VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302* para parâmetros do controle do PID avançado

3.6.7 Controle de corrente interno no modo VVC^plus

Quando a corrente do motor/torque exceder o limite de torque programado em *4-16 Limite de Torque do Modo Motor*, *4-17 Limite de Torque do Modo Gerador* e *4-18 Limite de Corrente*, o controle de limite de corrente integral está ativo. Quando o conversor de frequência estiver no limite de corrente durante a operação do motor ou durante a operação regenerativa, o conversor de frequência tenta chegar abaixo do limite de torque predefinido tão rápido quanto possível sem perder o controle do motor.

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

O conversor de frequência pode ser operado manualmente por meio do painel de controle local(LCP) ou remotamente por intermédio de entradas analógicas ou digitais e o barramento serial. Se permitido em *0-40 Tecla [Hand on] (Manual ligado) do LCP*, *0-41 Tecla [Off] do LCP*, *0-42 Tecla [Auto on] (Automát. ligado) do LCP* e *0-43 Tecla [Reset] do LCP* é possível iniciar e parar o conversor de frequência pressionando o LCP [Hand On] e [Off]. Os alarmes podem ser reinicializados por meio de [Reset]. Após pressionar [Hand On], o conversor de frequência entra em modo Manual e segue (como padrão) a referência local que pode ser programada com as teclas de seta no LCP.

Após pressionar [Auto On], o conversor de frequência entra em modo Automático e segue (como padrão) a referência remota. Neste modo é possível controlar o conversor de frequência através das entradas digitais e das diversas interfaces seriais (RS-485, USB ou um opcional de fieldbus). Veja mais sobre partida, parada, alteração de rampas e configuração de parâmetros etc. no grupo do parâmetro *5-1* Entradas Digitais* ou grupo do parâmetro *8-5* Comunicação Serial*.

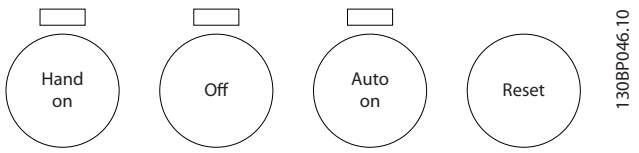


Ilustração 3.10 Teclas de Operação

3

Referência Ativa e Modo Configuração

A referência ativa pode ser tanto a referência local ou a referência remota.

Em *3-13 Tipo de Referência* a referência local pode ser selecionada permanentemente escolhendo *[2] Local*. Para selecionar a referência remota permanentemente, escolha *[1] Remoto*. Ao selecionar *Dependente do Manual/ Automático [0]* (padrão) a fonte da referência dependerá de qual modo estará ativo. (Modo Manual ou Modo Automático).

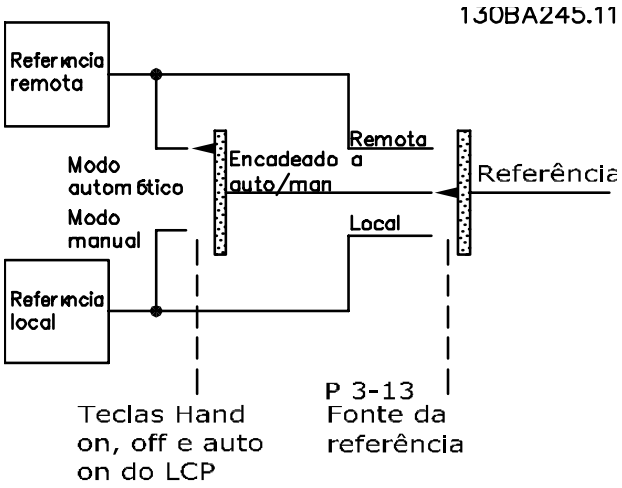


Ilustração 3.11 Referência Ativa

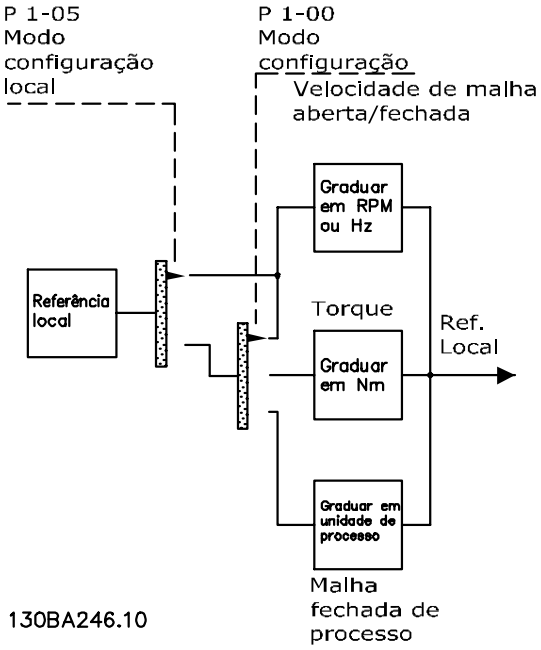


Ilustração 3.12 Modo Configuração

Teclas [Hand On] (Manual Ligado) e [Auto On] (Automático Ligado)	**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 3.6 Condições de Ativação de Referência Remota/Local

1-00 Modo Configuração determina qual tipo de princípio de controle da aplicação (ou seja, Velocidade, Torque ou Controle de Processo) é utilizado quando a referência remota estiver ativa. *1-05 Config. Modo Local* determina o tipo de princípio de controle da aplicação que é utilizado quando a referência local estiver ativa. Uma delas está sempre ativa, porém ambas não podem estar ativas simultaneamente.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

3.7 Tratamento da Referência

3.7.1 Referências

Referência Analógica
Um sinal analógico aplicado na entrada 53 ou 54. O sinal pode ser tensão 0-10 V (FC 301 e FC 302) ou -10 a +10 V (FC 302). Sinal de corrente 0-20 mA ou 4-20 mA.

Referência Binária
Um sinal aplicado na porta de comunicação serial (RS-485 terminais 68–69).

Referência Predefinida
Uma referência predefinida a ser programada de -100% a +100% da faixa de referência. Podem ser selecionadas 8 referências predefinidas por meio dos terminais digitais.

Referência de Pulso
Uma referência de pulso aplicada no terminal 29 ou 33, selecionada pelo *5-13 Terminal 29, Entrada Digital* ou *5-15 Terminal 33 Entrada Digital* Pulso baseado em tempo [32]. Escala no grupo do parâmetro *5-5* Entrada de Pulso*.

Ref_{MAX}
Determina a relação entre a entrada de referência a 100% do valor de escalonamento total (tipicamente 10 V, 20 mA) e a referência resultante. O valor de referência máxima é programado no *3-03 Referência Máxima*.

Ref_{MIN}
Determina a relação entre a entrada de referência, em 0% do valor de fundo de escala (tipicamente 0 V, 0 mA, 4 mA) e a referência resultante. O valor mínimo de referência é programado no *3-02 Referência Mínima*.

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

Referência Remota
O sistema de tratamento da referência para calcular a referência remota é mostrado em *Ilustração 3.13*.

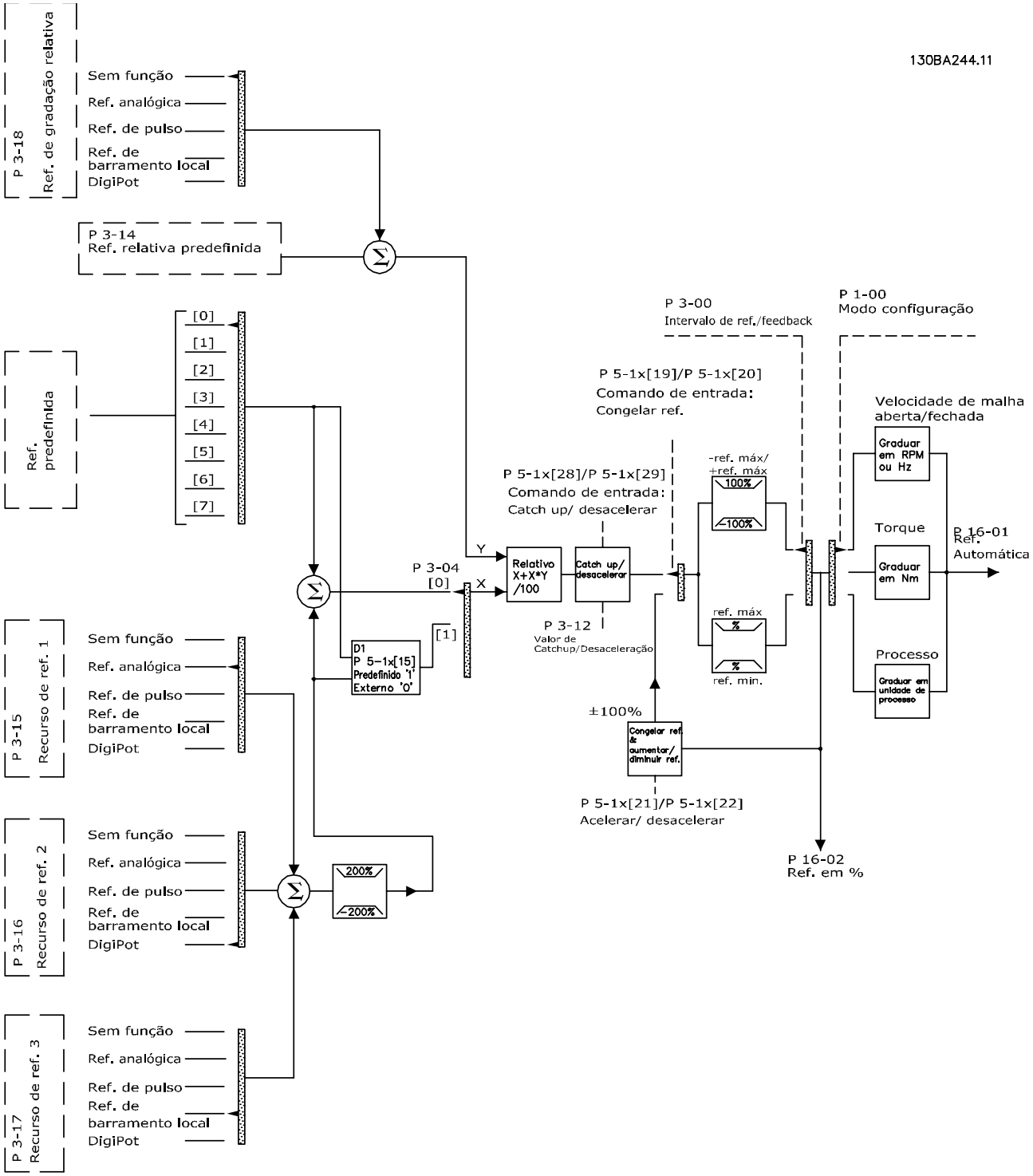


Ilustração 3.13 Referência Remota

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

A referência remota é calculada uma vez a cada intervalo de varredura e consiste inicialmente em 2 tipos de entradas de referência:

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

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

3.7.2 Limites de Ref.

3-00 Intervalo de Referência, *3-02 Referência Mínima* e *3-03 Referência Máxima* juntos definem a faixa permitida da soma de todas as referências. A soma de todas as referências é grampeada quando necessário. A relação entre a referência resultante (após grampeamento) e a soma de todas as referências é mostrada em *Ilustração 3.14*.

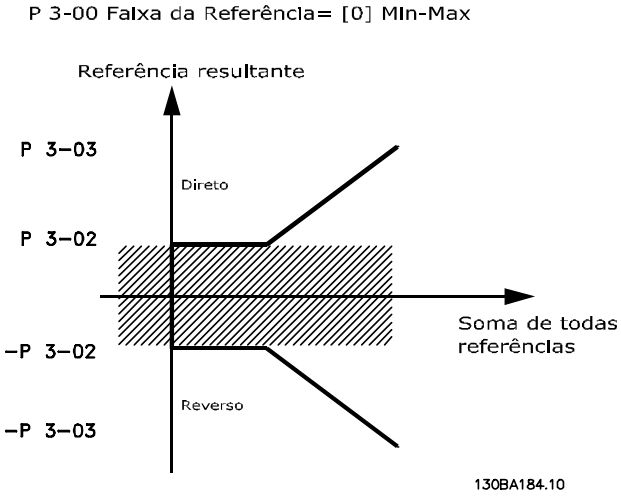


Ilustração 3.14 Relação entre a Referência Resultante e a Soma de Todas as Referências

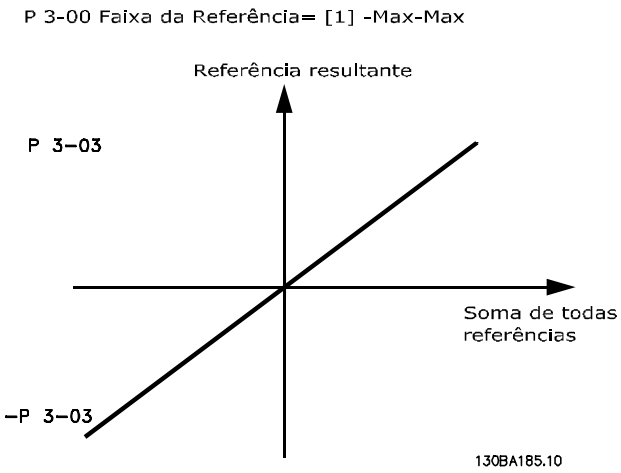


Ilustração 3.15 Referência Resultante

O valor do *3-02 Referência Mínima* não pode ser programado para um valor menor que zero, a menos que o *1-00 Modo Configuração* esteja programado para *[3] Processo*. Nesse caso, as relações a seguir entre a referência resultante (após grampeamento) e a soma de todas as referências são mostradas em *Ilustração 3.16*.

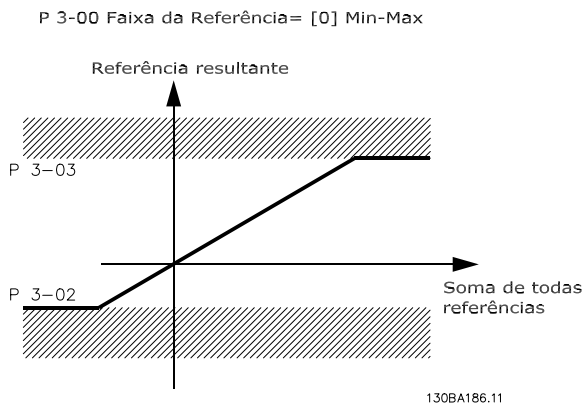


Ilustração 3.16 Soma de todas as referências com *1-00 Modo Configuração* programado para *[3] Processo*

3.7.3 Escala das Referências Predefinidas e das Referências de Bus

As referências predefinidas são graduadas de acordo com as regras seguintes:

- Quando *3-00 Intervalo de Referência*: [0] Referência 0% Mín. - Máx. igual a 0 [unidade] em que unidade pode ser qualquer unidade, por exemplo, rpm, m/s, bar etc. Referência 100% igual a Máx. (abs (*3-03 Referência Máxima*), abs (*3-02 Referência Mínima*)).
- Quando *3-00 Intervalo de Referência*: [1] -Max - +Max, referência 0% igual a 0 [unidade], -referência 100% igual a -Referência Máx, referência 100% igual à Referência Máx.

As referências de Bus são graduadas de acordo com as regras seguintes:

- Quando *3-00 Intervalo de Referência*: [0] Mín - Máx Para obter resolução máxima na referência do bus, a escala no bus é: Referência 0% igual à Referência Mín. e Referência 100% igual à Referência Máx.
- Quando *3-00 Intervalo de Referência*: [1] -Max - +Max, -Referência 100% igual a -Referência Máx, Referência 100% igual à Referência Máx.

3.7.4 Escala de Referências de Pulso e Analógicas e Feedback

As referências e o feedback são graduados a partir das entradas analógica e de pulso, da mesma maneira. A única diferença é que uma referência acima ou abaixo dos "terminais" mínimo e máximo especificados (P1 e P2 em *Ilustração 3.17*) é grampeada, enquanto que um feedback acima ou abaixo não é.

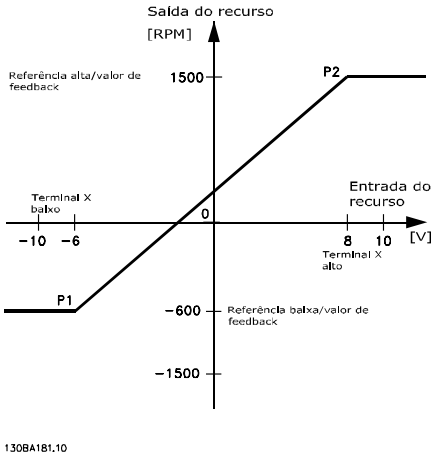


Ilustração 3.17 Escala de Referências de Pulso e Analógicas e Feedback

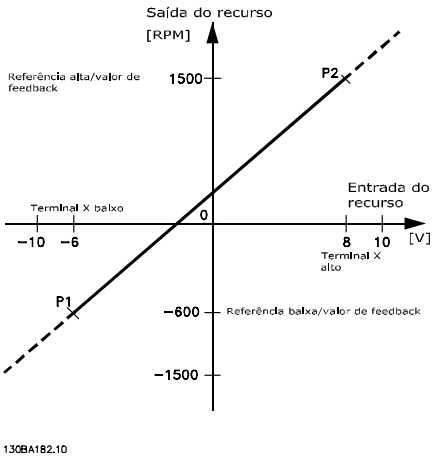


Ilustração 3.18 Escala de Saída de Referência

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

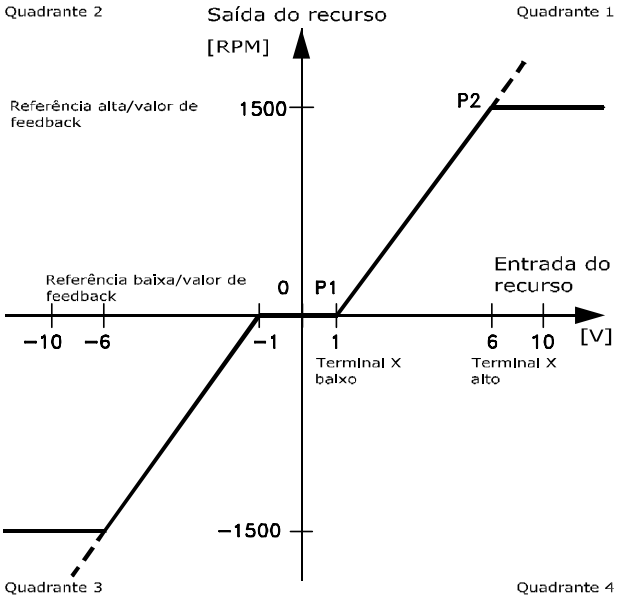
3.7.5 Banda Morta em Torno de Zero

Em alguns casos, a referência (em raros casos também o feedback) deve ter uma banda morta em torno de zero (ou seja, para assegurar que a máquina está parada quando a referência estiver "perto do zero").

Para ativar a banda morta e programar a quantidade de banda morta, defina o seguinte:

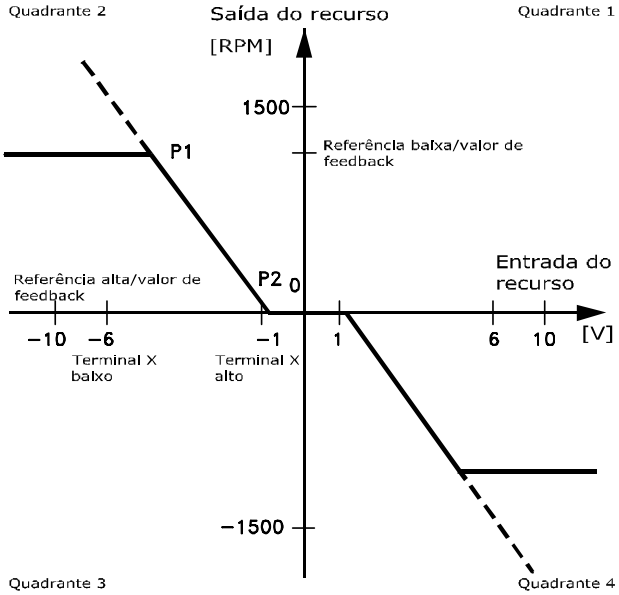
- O valor mínimo de referência ou o valor de referência máxima deve ser zero. Em outras palavras; P1 ou P2 devem estar no eixo X em *Ilustração 3.19*.
- E ambos os pontos que definem o gráfico em escala estão no mesmo quadrante.

O tamanho da banda morta é definido por P1 ou P2 como mostrado em *Ilustração 3.19*.



130BA179.10

Ilustração 3.19 Banda Morta



130BA180.10

Ilustração 3.20 Banda Morta Reversa

Assim, um terminal de referência P1 = (0 V, 0 RPM) não resulta em banda morta, mas um terminal de referência de, por exemplo, P1 = (1 V, 0 RPM) resulta em uma banda morta de -1 V a +1 V nesse caso desde que o terminal P2 esteja posicionado no 1º Quadrante ou no 4º Quadrante.

Ilustração 3.21 mostra como entrada de referência com limites dentro de Mín. – Máx. limita as braçadeiras.

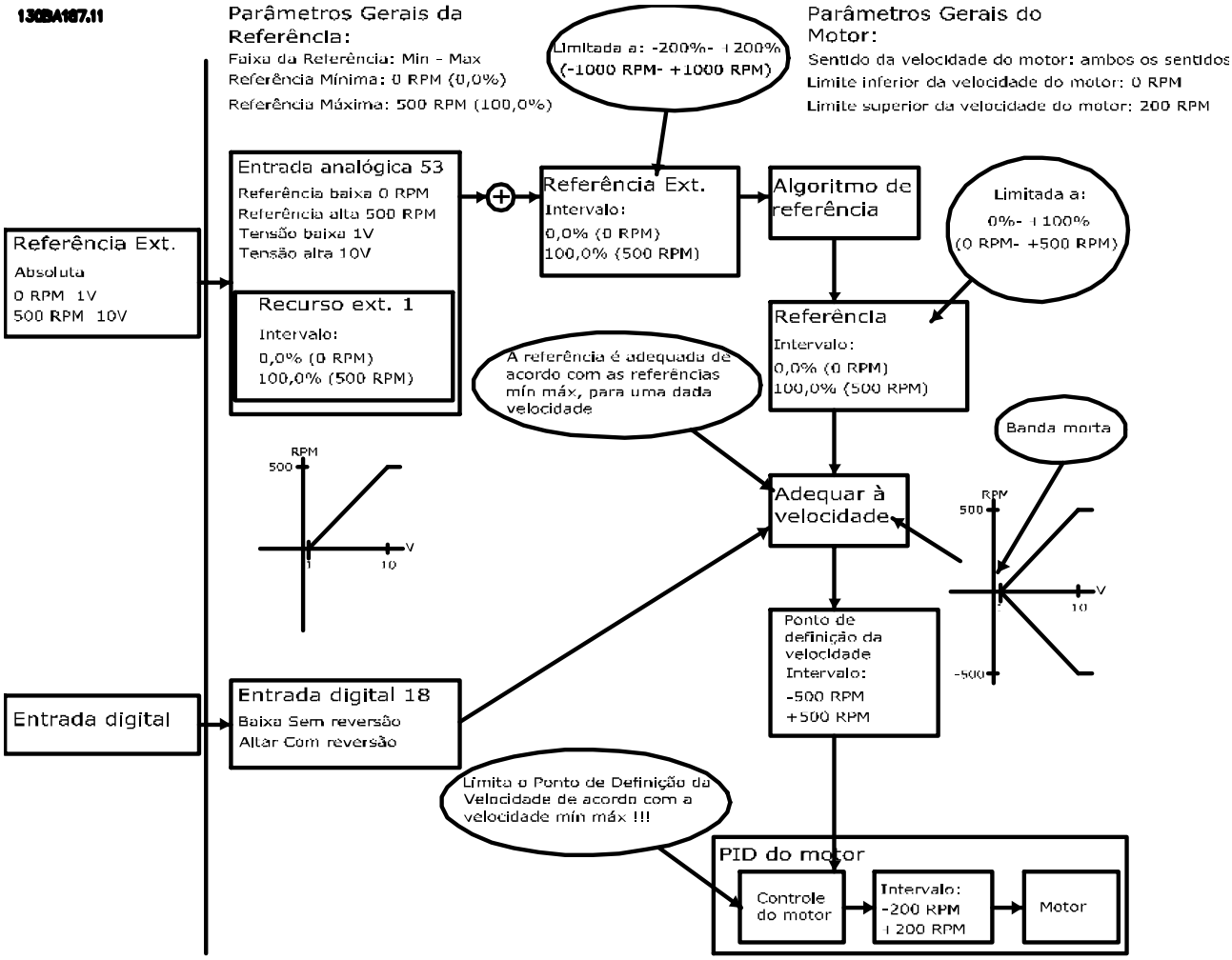


Ilustração 3.21 Referência Positiva com Banda morta, Entrada Digital para Disparo Reverso

Ilustração 3.22 mostra como a entrada de referência com limites fora dos limites -Máx a +Máx limita as braçadeiras aos limites inferior e superior das entradas antes de ser adicionada à referência real. *Ilustração 3.22* também mostra como a referência real está presa a -Máx a +Máx pelo algoritmo de referência.

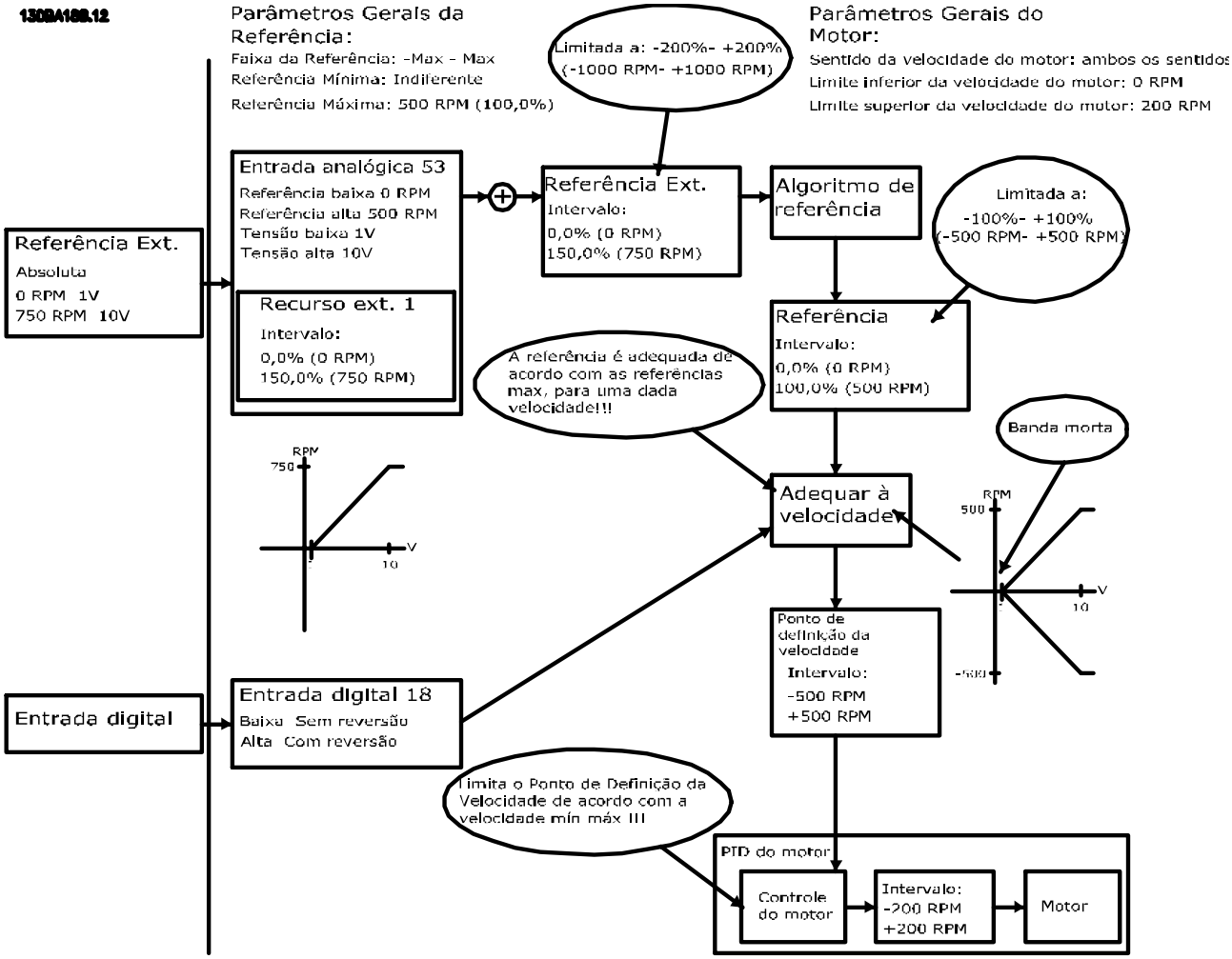


Ilustração 3.22 Referência Positiva com Banda morta, Entrada Digital para Disparo Reverso. Regras de Grampeamento

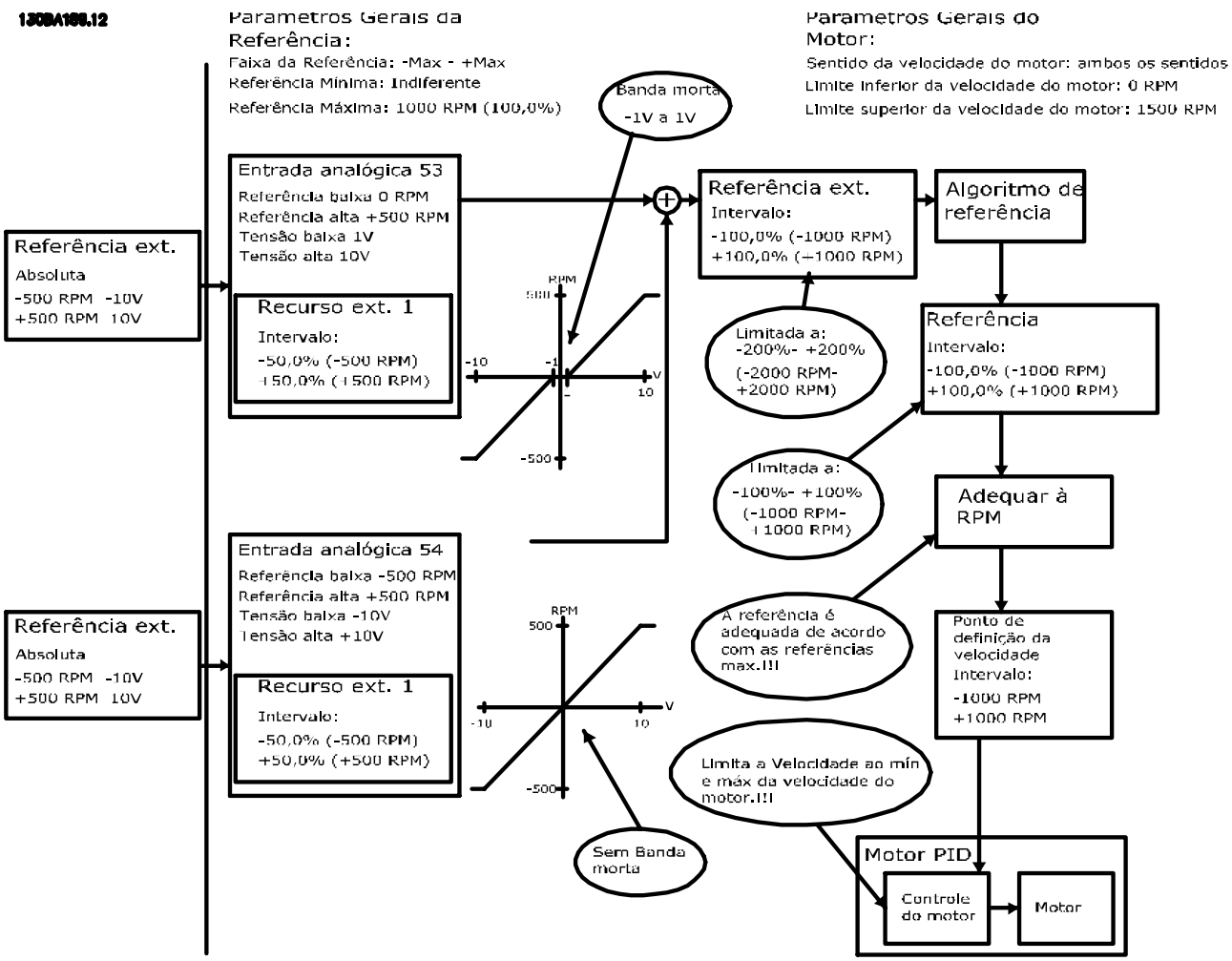


Ilustração 3.23 Referência negativa para positiva com banda morta, o Sinal determina o sentido, -Máx para +Máx

4 Recursos do produto

4.1 Recursos operacional automatizados

Esses recursos ficam ativos assim que o conversor de frequência estiver operando. Não precisam de configuração ou programação. Entender que esses recursos estão presentes pode otimizar um projeto de sistema e, possivelmente, evitar introduzir componentes ou funcionalidade redundante.

O conversor de frequência tem uma faixa de funções de proteção integradas para proteger si próprio e o o motor se estiver funcionando.

4.1.1 Proteção Contra Curto Circuito

Motor (fase-fase)
O conversor de frequência é protegido contra curtos circuitos no lado do motor pela medição de corrente em cada uma das três fases do motor ou no barramento CC. Um curto circuito entre duas fases de saída causa uma sobrecarga de corrente no inversor. O inversor é desligado quando a corrente de curto circuito ultrapassar 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. Ainda assim é recomendável usar fusíveis e/ou disjuntores no lado da alimentação como proteção no caso de defeito em componente do conversor de frequência (primeira falha). Consulte *capétulo 9.3 Conexão de Rede Elétrica* para obter mais informações.

AVISO!

Isso é obrigatório para garantir estar em conformidade com IEC 60364 para CE ou NEC 2009 para UL.

Resistor do freio
O conversor de frequência é protegido de curto circuito no resistor do freio.

Load Sharing
Para proteger o barramento CC contra curtos circuitos e os conversores de frequência de sobrecarga, instale fusíveis CC em série com os terminais de load sharing de todas as unidades conectadas. Consulte *capétulo 9.6.3 Load Sharing* para obter mais informações.

4.1.2 Proteção de sobretensão

Sobretensão gerada pelo motor
A tensão no circuito intermediário aumenta quando o motor atua como um gerador. Isso ocorre nas seguintes situações:

- A carga aciona o motor (em frequência de saída constante do conversor de frequência), ou seja, a carga gera energia.
- Durante a desaceleração (rampa descendente) se o momento de inércia estiver alto, o atrito é baixo e o tempo de desaceleração é 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 rotação, a Força Contra Eletro Motriz do motor PM pode potencialmente exceder a tolerância de tensão máxima do conversor de frequência e causar danos. Para ajudar a evitar isso, o valor de *4-19 Freqüência Máx. de Saída* é limitado automaticamente com base em um cálculo externo baseado no valor de *1-40 Força Contra Eletromotriz em 1000RPM*, *1-25 Velocidade nominal do motor* e *1-39 Pólos do Motor*.

AVISO!

Para evitar que o motor desenvolva velocidades excessivas (por exemplo, devido a efeitos excessivo de rotação livre), equipe o conversor de frequência com um resistor do freio.

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

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

O freio CA é uma alternativa melhorar a frenagem sem usar um resistor do freio. Esta função controla uma sobremagnetização do motor quando o motor funciona como gerador. Esta função pode melhorar a OVC. Aumentar as perdas elétricas no motor permite que a função OVC aumente o torque de frenagem sem exceder o limite de sobretensão.

AVISO!

O freio CA não é tão eficaz quanto a frenagem dinâmica com um resistor.

Controle de sobretensão (OVC)
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 para motor PM com todos os núcleos de controle, PM VVC^{plus}, Flux OL e Flux CL para motores PM.

AVISO!

O OVC não deve ser ativado em aplicações em guindastes.

4.1.3 Detecção de fase ausente de motor

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

4.1.4 Detecção de desbalanceamento das fases de rede elétrica

A operação em condições de desbalanceamento crítico da rede elétrica reduz a vida útil do motor. As condições são consideradas graves se o motor funcionar continuamente próximo da carga nominal. A configuração padrão desarma o conversor de frequência no caso de desbalanceamento de rede (*14-12 Função no Desbalanceamento da Rede*).

4.1.5 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. Ativar flying start para capturar um motor em rotação.

4.1.6 Proteção de Sobrecarga

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

Limite de Corrente
O limite de corrente e controlado no *4-18 Limite de Corrente* e o tempo antes do desarme do conversor de frequência é controlado em *14-24 AtrasoDesarmLimCorrnte*.

Limite de Velocidade
Limite de velocidade mínimo: *4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM]* ou *4-12 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [Hz]* limita a faixa de velocidade operacional, por exemplo, entre 30 e 50/60 Hz.
Limite de velocidade máx.: (*4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM]* ou *4-19 Freqüência Máx. de Saída* limita a velocidade de saída máx. 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 é mostrada em *Ilustração 4.1*

Limite de Tensão
Quando um determinado nível de tensão codificado no hardware é atingido, o inversor desliga para proteger os transistores e os capacitores do circuito intermediário.

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

4.1.7 Proteção de Rotor Bloqueado

Pode haver situações em que o rotor está bloqueado devido ao excesso de carga ou alguns outros fatores (mancal ou aplicação criar situação de rotor bloqueado). Isso leva a superaquecimento do enrolamento do motor (movimento livre de rotor é necessário para resfriamento adequado). O conversor de frequência é capaz de detectar a situação de rotor bloqueado com controle de fluxo PM de malha aberta e controle PM VVC^{plus} (*30-22 Locked Rotor Protection*).

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

4.1.8 Derating Automático

O conversor de frequência verifica constantemente os níveis críticos:

- Temperatura alta crítica no cartão de controle ou 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 críticas e velocidade do motor baixa, os conversores de frequência também podem forçar o padrão PWM para SFAVM.

AVISO!

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

4.1.9 Otimização Automática de Energia

A otimização automática de energia (AEO), orienta o conversor de frequência para continuamente monitorar a carga do motor e ajustar a tensão de saída para maximizar a eficiência. Sob carga leve, a tensão é reduzida e a corrente do motor é minimizada. O motor é beneficiado pela maior eficiência, aquecimento reduzido e operação mais silenciosa. Não há necessidade de selecionar uma curva V/Hz porque o conversor de frequência ajusta automaticamente a tensão do motor.

4.1.10 Modulação da frequência de chaveamento automática

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

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

4.1.11 Derating automático para frequência da portadora alta

O conversor de frequência foi projetado para a operação de carga total contínua em frequências da portadora entre 3,0 e 4,5 kHz. A frequência da portadora superior a 4,5 kHz gera calor aumentado no conversor de frequência e requer que a corrente de saída seja reduzida.

Um recurso automático do conversor de frequência é o controle da frequência da portadora dependente da carga. Este recurso permite o motor ser beneficiado com a frequência da portadora mais alta que a carga permite.

4.1.12 Desempenho de flutuação de potência

O conversor de frequência resiste às flutuações da rede elétrica como transiente, quedas momentâneas, quedas de tensão curtas e oscilações. 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 ativado automaticamente após um desarme da tensão. E com o flying start, o conversor de frequência sincroniza a rotação do motor antes da partida.

4.1.13 Amortecimento da ressonância

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

4.1.14 Ventiladores controlados por temperatura

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

4.1.15 Conformidade com o EMC

Interferência eletromagnética (EMI) ou 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 drives IEC 61800-3 e também com a norma europeia EN 55011. Para estar em conformidade com os níveis de emissões no EN 55011, o cabo de motor deve ser blindado e adequadamente terminado. Para obter mais informações sobre o desempenho de EMC, consulte *capétulo 5.2.1 Resultados de teste de EMC*.

4.1.16 Isolação galvânica dos terminais de controle

Todos os terminais de controle e terminais de relé de saída são isolados galvanicamente da energia da rede elétrica. 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 extra baixa (PELV) de isolamento.

Os componentes que formam a isolação galvânica são

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

4.2 Recursos de aplicação personalizada

Estes são os recursos mais comuns programados para uso no conversor de frequência para o desempenho do sistema melhorado. Eles exigem programação ou configuração mínimas. A compreensão que esses recursos estão disponíveis pode otimizar um projeto de sistema e possivelmente evitar a introdução de componentes ou funcionalidades redundantes. Consulte o *Guia de Programação* específico do produto para obter instruções sobre a ativação dessas funções.

4.2.1 Adaptação Automática do Motor

A Adaptação Automática do Motor (AMA) é um procedimento de teste automatizado usado para medir as características do motor. A AMA fornece um modelo eletrônico preciso do motor. Isso permite que o conversor de frequência calcule o desempenho ideal e a eficiência do motor. Realizar o procedimento AMA também maximiza o recurso de otimização de energia automática do conversor de frequência. A AMA é realizada sem o motor em rotação e sem desacoplar a carga do motor.

4.2.2 Proteção Térmica do Motor

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

- Via sensor de temperatura direto por meio de um dos seguintes
  - O sensor KTY ou PTC na fiação do motor e conectado a um AI ou DI padrão
  - PT100 ou PT1000 na fiação do motor e nos rolamentos do motor, conectado no Cartão de entrada do sensor MCB 114
  - A entrada do termistor PTC no Cartão do Termistor do PTC MCB 112 (aprovado ATEX)
- Chave térmica mecânica (tipo Klixon) em um DI
- Via o Relé térmico eletrônico (ETR) integrado

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 ponto de ajuste 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.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

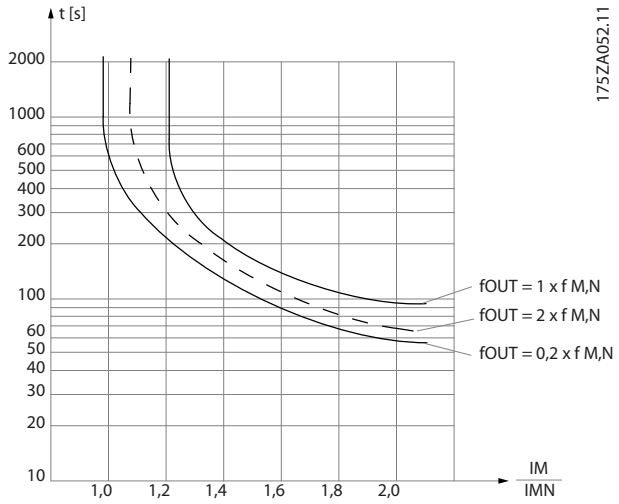


Ilustração 4.1 Características ETR

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 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 baseado na corrente e velocidade reais. A temperatura calculada fica visível com um parâmetro de leitura *16-18 Térmico Calculado do Motor*. Uma versão especial do ETR também está disponível para motores EX-e em áreas ATEX. Esta função possibilita inserir uma curva específica para proteger o motor Ex-e. O Guia de programação conduz o usuário através do setup.

4.2.3 Queda da Rede Elétrica

Durante uma queda da rede elétrica o conversor de frequência continuará funcionando até que a tensão no circuito intermediário caia abaixo do nível mínimo de parada; normalmente 15% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa do conversor. 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 (*14-10 Falh red elétr*) para diferentes tipos de comportamento durante a queda da rede elétrica, por exemplo:

- Bloqueio por desarme após o barramento CC estar esgotado
- Parada por inércia com flying start quando a rede elétrica retornar (*1-73 Flying Start*)
- Backup cinético
- Desaceleração controlada

Flying start
Essa seleção permite assumir o controle de um motor que esteja girando livremente devido a uma queda da rede elétrica. Essa opção é bastante 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 ao retornar a rede elétrica, sem fazer a aplicação parar 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 podem ser configurado em *14-10 Falh red elétr* e *1-73 Flying Start*.

4.2.4 Controlador PID incorporado

O controlador proporcional, integral, derivativo (PID) integrado está disponível, eliminando a necessidade de dispositivos de controle auxiliares. O controlador PID mantém controle constante dos sistemas de malha fechada em que pressão, temperatura e fluxo regulados ou outros requisitos do sistema devem ser mantidos. O conversor de frequência pode fornecer controle autoconfiante da velocidade do motor em resposta ao sinal de feedback de sensores remotos.

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

4.2.5 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 reinicialização 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.

4

4.2.6 Flying Start

O flying start permite ao conversor de frequência sincronizar com um motor em operação girando até em velocidade 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.

4.2.7 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 dos conversores de torque variável que fornecem torque do motor reduzido em velocidade baixa ou conversores de torque constante que fornecem tensão, calor e ruído do motor em excesso a menos que a velocidade total.

4.2.8 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.

4.2.9 Pré-aquecimento do Motor

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

4.2.10 4 Setups Programáveis

O conversor de frequência tem quatro setups que podem ser programados de forma independente. Usando setup múltiplo é possível alternar entre funções programadas de forma independente ativadas por entradas digitais ou comando serial. Setups independentes são usados, por exemplo, para alterar referências ou para operação dia/noite ou verão/inverno ou para controlar vários motores. A configuração ativa é exibida no LCP.

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

4.2.11 Frenagem Dinâmica

A Frenagem Dinâmica é estabelecida por:

- **resistor do freio**
  Um IGBT do freio mantém a sobretensão em um determinado limite ao direcionar a energia de frenagem do motor para o resistor do freio conectado (*2-10 Função de Frenagem* =[1]).
- **Freio CA**
  A energia de frenagem é distribuída no motor ao alterar as condições de perda no motor. A função de frenagem CA não pode ser usada em aplicações com alta frequência de ciclo, pois isso superaquece o motor (*2-10 Função de Frenagem* = [2]).
- **Freio CC**
  Uma corrente CC sobremodulada adicionada à corrente CA funciona como um freio de corrente parasita (*2-02 Tempo de Frenagem CC* ≠ 0 s).

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

4.2.12 Controle do Freio Mecânico em Malha Aberta

Parâmetros para controlar a operação de um freio eletro-magnético (mecânico), tipicamente necessário em aplicações em guindastes.
Para controlar um freio mecânico, requer-se uma saída do relé (relé 01 ou relé 02) ou uma saída digital programada (terminal 27 ou 29). Normalmente, esta saída deve estar fechada, durante o período em que o conversor de frequência não for capaz de 'manter' o motor devido, por exemplo, à carga excessiva. Selecione *[32] Controle do Freio Mecânico* para aplicações com freio eletromagnético em *5-40 Função do Relé*, *5-30 Terminal 27 Saída Digital* ou *5-31 Terminal 29 Saída Digital*. Ao selecionar *[32] Controle do freio mecânico*, o freio mecânico fica fechado desde a partida até a corrente de saída ficar acima do nível selecionado em *2-20 Corrente de Liberação do Freio*. Durante a parada, o freio mecânico é ativado quando a velocidade cair abaixo do nível especificado em *2-21 Velocidade de Ativação do Freio [RPM]*. Se o conversor de frequência entrar em uma condição de alarme ou em uma situação de sobrecarga de corrente ou sobretensão, o freio mecânico será acionado imediatamente. Este é também o caso durante o Torque seguro desligado.

4

AVISO!

O modo proteção e os recursos de atraso do desarme (*14-25 Atraso do Desarme no Limite de Torque* e *14-26 Atraso Desarme-Defeito Inversor*) podem retardar a ativação do freio mecânico em uma condição de alarme. Estes recursos devem estar desabilitados em aplicações em guindastes.

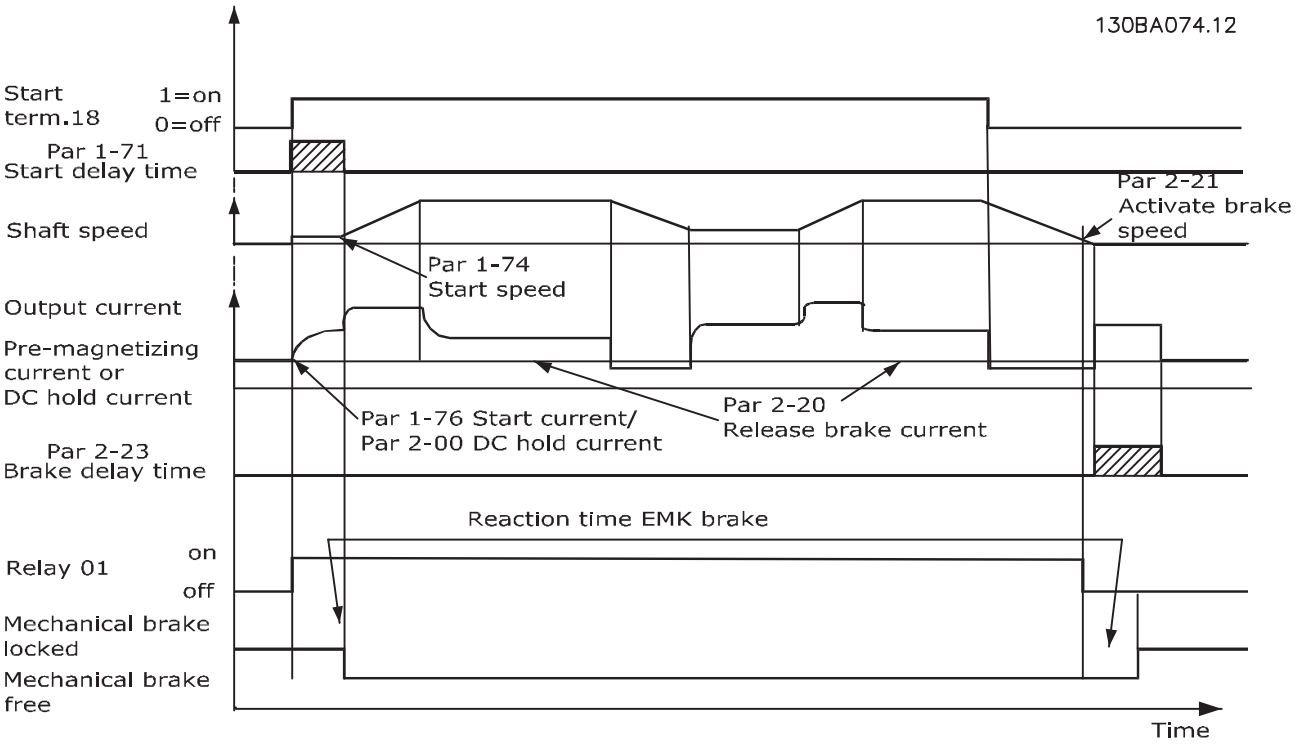


Ilustração 4.2 Freio Mecânico

4.2.13 Controle de frenagem mecânica em malha fechada/Freio mecânico para içamento

O controle do freio mecânico para içamento suporta as seguintes funções:

- Dois canais para feedback do freio mecânico para oferecer proteção adicional contra comportamento acidental resultante de cabo rompido.
- Monitoramento de feedback do freio mecânico em todo o ciclo completo. Isso ajuda proteger o freio mecânico - especialmente se mais conversores de frequência estão conectados ao mesmo eixo.

- Sem aceleração até o feedback confirmar que o freio mecânico está aberto.
- Controle de carga melhorado na parada. Se *2-23 Atraso de Ativação do Freio* for ajustado muito curto, W22 é ativado e o torque não é permitido para desaceleração.
- A transição quando o motor assume a carga do freio pode ser configurada. *2-28 Fator de Ganho do Boost* pode ser aumentado para minimizar o movimento. Para muito transição suave altere a programação do controle da velocidade para a posição controle durante a alteração.
    - Programe *2-28 Fator de Ganho do Boost* para 0 para ativar o Controle de Posição durante *2-25 Tempo de Liberação do Freio*. Isso ativa os parâmetros *2-30 Position P Start Proportional Gain* a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time*, que são parâmetros PID para o Controle de Posição.

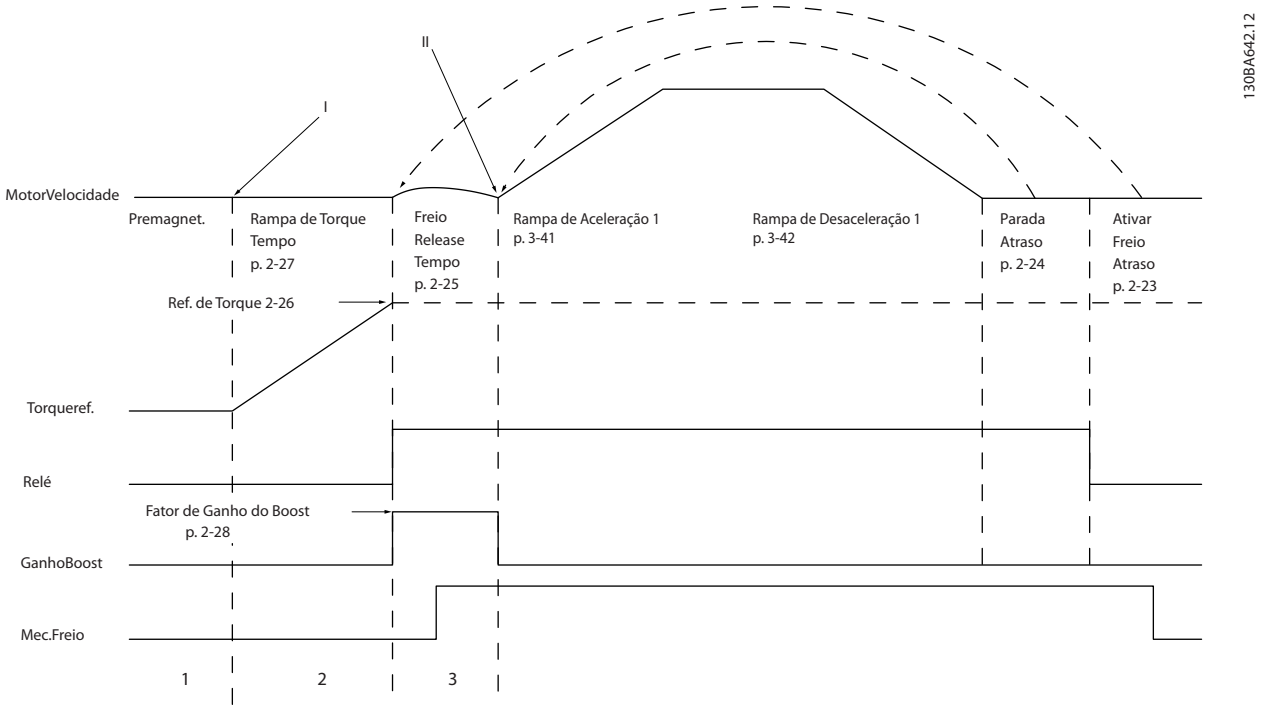


Ilustração 4.3 Sequência de liberação do freio para controle do freio mecânico do içamento Esse controle de frenagem está disponível em FLUX somente com o feedback de motor, disponível para motores assíncronos e motor PM não saliente.

2-26 Ref. de Torque a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* estão disponíveis somente para o controle do freio mecânico para içamento (FLUX com feedback de motor). *2-30 Position P Start Proportional Gain* a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* podem ser programados para mudança com transição muito suave de controle da velocidade para controle de função durante *2-25 Tempo de Liberação do Freio* - o tempo em que a carga é transferida do freio mecânico para o conversor de frequência.
2-30 Position P Start Proportional Gain a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* são ativados quando *2-28 Fator de Ganho do Boost* estiver programado para 0. Consulte *Ilustração 4.3* para obter mais informações.

AVISO!

Para obter um exemplo de controle do freio mecânico avançado para aplicações em guindastes, consulte *capétulo 10 Exemplos de Aplicações*.

4.2.14 Smart Logic Control (SLC)

O Smart Logic Control (SLC) é uma sequência de ações definidas pelo usuário (consulte o *13-52 Ação do SLC* [x]) executada pelo SLC quando o *evento* associado definido pelo usuário (consulte o *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 de um Comparador se torne TRUE (Verdadeira). Isso leva a uma ação associada, como mostrado em *Ilustração 4.4*.

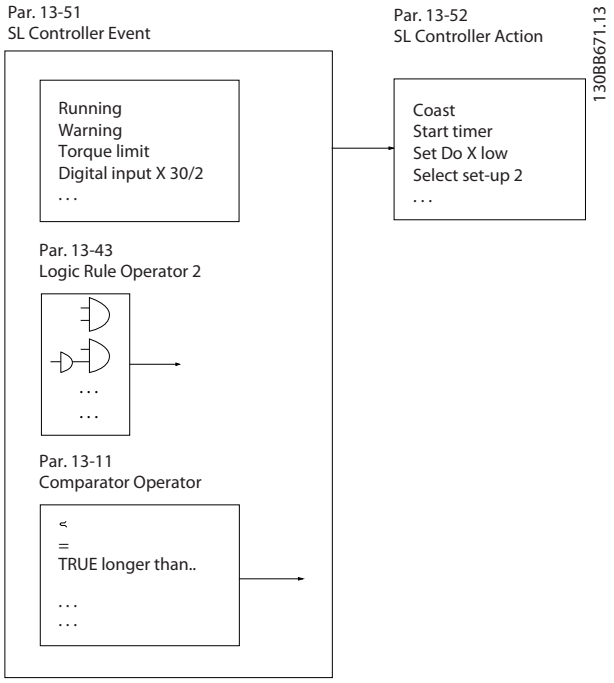


Ilustração 4.4 Evento e ação do SCL

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. Depois disso, as condições de *evento* [1] são avaliadas e, se avaliadas como TRUE (Verdadeiro), *ação* [1] é executado e assim por diante. Apenas um *evento* é avaliado a qualquer momento. Se um *evento* for avaliado como FALSE (Falso), nada acontece (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 o evento [0]/*ação* [0]. *Ilustração 4.5* mostra um exemplo com quatro eventos/ ações:

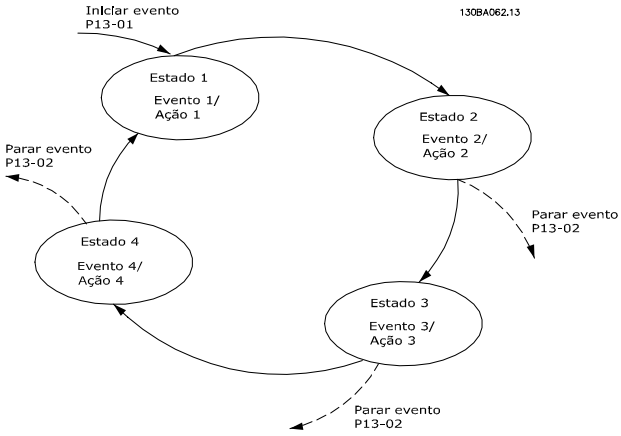


Ilustração 4.5 Ordem de execução quando 4 eventos/ações são programados

Comparadores
Os comparadores são utilizados para comparar variáveis contínuas (ou seja, frequência de saída, corrente de saída, entrada analógica etc.) com um valor predefinido fixo.

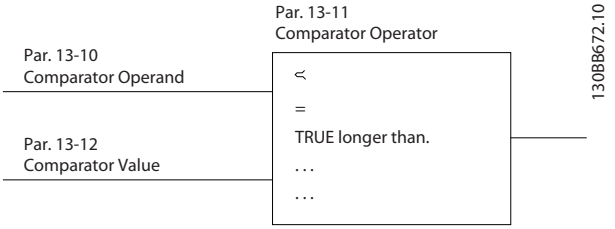


Ilustração 4.6 Comparadores

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 E, OU e NÃO.

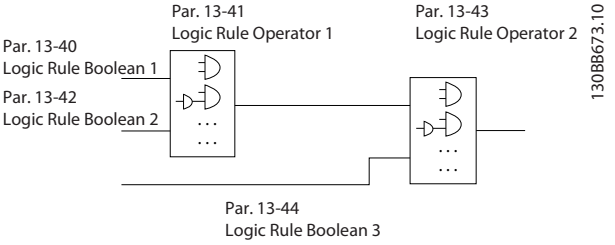


Ilustração 4.7 Regras Lógicas

4.2.15 Torque de Segurança Desligado

Para obter informações sobre Torque Seguro Desligado, consulte as *Instruções de Utilização do VLT® série FC Torque Seguro Desligado*.

4.3 Danfoss VLT® FlexConcept®

4

Danfoss VLT® FlexConcept® é uma solução de conversor de frequência econômico, flexível e eficiente no uso de energia, principalmente para transportadores. O conceito consiste no VLT® OneGearDrive® acionado pelo VLT® AutomationDrive FC 302 ou VLT® Decentral Drive FCD 302.

OneGearDrive é basicamente um motor de imã permanente com uma engrenagem cônica. A engrenagem cônica pode ser entregue com diferentes relações de engrenagem.

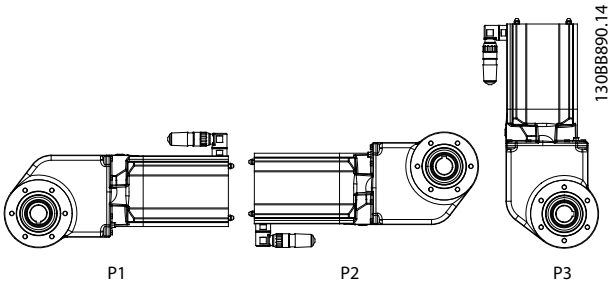


Ilustração 4.8 OneGearDrive

O OneGearDrive pode ser acionado por VLT® AutomationDrive FC 302 e VLT® Decentral Drive FCD 302 nos seguintes tamanhos de potência dependendo das demandas da aplicação real:

- 0,75 kW
- 1,1 kW
- 1,5 kW
- 2,2 kW
- 3,0 kW

Quando *[1] PM, SPM não saliente* estiver selecionado em no FC 302 ou FCD 302, o OneGearDrive pode ser selecionado em *1-11 Motor Model* e os parâmetros recomendados são programados automaticamente.

Para obter mais informações, consulte o *Guia de Programação do VLT® AutomationDrive FC 301/FC 302, o Guia de Seleção do VLT® OneGearDrive* e *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/VLTFlexConcept/*

5 Integração de Sistemas

5.1 Condições Operacionais Ambiente

5.1.1 Umidade

Embora o conversor de frequência possa operar adequadamente em umidade alta (umidade relativa de até 95%), a condensação deve sempre 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. É aconselhável instalar 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. No entanto, assegure que a dissipação de energia é suficiente para manter o circuito do conversor de frequência isento de umidade.

5.1.2 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 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 ar condicionado adicional do gabinete ou do local de instalação.

5.1.3 Temperatura e Resfriamento

Os conversores de frequência são equipados com ventiladores integrados para assegurar 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, garantindo que o ar interno seja circulado para evitar pontos quentes. O ventilador principal é controlado pela temperatura interna no conversor de frequência e a velocidade aumenta gradualmente junto com a temperatura, reduzindo o ruído e o consumo de energia quando a necessidade for baixa e garantindo resfriamento máximo quando houver necessidade. O controle do ventilador pode ser adaptado via *14-52 Controle do Ventilador* para acomodar qualquer aplicação, também para proteger contra efeitos negativos da refrigeração em climas muito frios. Em caso de excesso de temperatura dentro do conversor de frequência, ele faz derate da frequência de chaveamento e –padrão, consulte *capétulo 5.1.4 Derating Manual* para obter mais informações.

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.
- Não exceda a temperatura média máxima de 24 horas.
  (A temperatura média de 24 horas é a temperatura ambiente máxima menos 5 °C. Exemplo: a temperatura máxima é 50 °C, temperatura média máxima de 24 horas é 45 °C).
- Observe os requisitos mínimos de espaço livre acima e abaixo (*capétulo 8.2.1.1 Espaço livre*).
- Como regra prática, a vida útil dos componentes eletrônicos diminui em 50% a cada 10 °C quando operados acima da sua temperatura nominal.

- Até mesmo dispositivos com altas características nominais de proteção devem seguir as faixas de temperatura ambiente especificadas.
- Poderá ser necessário ar condicionado adicional do gabinete ou do local de instalação.

5.1.4 Derating Manual

Considere derating quando qualquer das condições a seguir estiver presente.

5

- Operar acima de 1000 m (baixa pressão do ar)
- Baixa velocidade de operação
- Cabos longos do motor
- Cabos com seção transversal grande
- Alta temperatura ambiente

Para obter mais informações, consulte *capétulo 6.2.6 Derating para a Temperatura Ambiente*.

5.1.4.1 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 for funcionar continuamente em um valor de RPM menor que a metade do valor nominal, o motor deve ser suprido com ar para resfriamento adicional (ou 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 limites ao tamanho do motor.

Aplicações (Quadrática) de Torque Variável (TV)
Em aplicações de VT como bombas centrífugas e ventiladores, onde 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.

5.1.4.2 Derating para Pressão do Ar Baixa

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

Abaixo de 1.000 m de altitude, não há necessidade de derating, mas, acima de 1.000 m, deve ser efetuado o derating da temperatura ambiente (T_{AMB}) ou da corrente de saída máx.(I_{out}), conforme *Ilustração 5.1*.

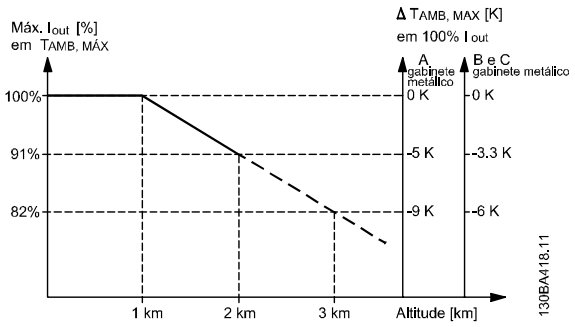


Ilustração 5.1 Derating da corrente de saída versus altitude a $T_{AMB, MAX}$ para chassi de tamanhos A, B e C. Em altitudes acima de 2.000 m, entre em contacto com a Danfoss com relação à PELV.

Uma alternativa é diminuir a temperatura ambiente em altitudes elevadas e, consequentemente, garantir 100% da corrente de saída para essas altitudes. Como exemplo de como ler o gráfico, a situação a 2.000 m é elaborada para um gabinete metálico tipo B com $T_{AMB, MAX}$ = 50 °C. À temperatura de 45 °C ($T_{AMB, MAX}$ - 3,3 K), 91% da corrente de saída nominal está disponível. À temperatura de 41,7 °C, 100% da corrente de saída nominal está disponível.

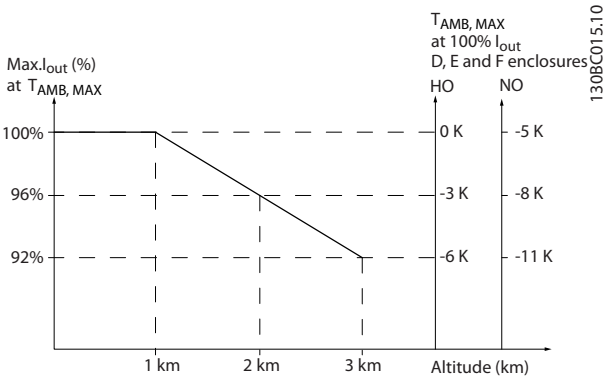


Ilustração 5.2 Derating da corrente de saída versus altitude a $T_{AMB, MAX}$ para gabinete metálico tipos D3h.

5.1.5 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 *capétulo 6.2.9 Ruído Acústico* para saber as características nominais de ruído acústico.

5.1.6 Vibração e Choque

O conversor de frequência foi testado de acordo com um procedimento baseado nas normas IEC 68-2-6/34/35 e 36. Esses testes submetem a unidade a forças de 0,7 g na faixa de 18 a 1000 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 parafusados na parede ou no piso.

5.1.7 Atmosferas agressivas

5.1.7.1 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 conformante. Consulte *Tabela 5.1* para saber os valores do revestimento conformante.

AVISO!

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

Tipo de gás	Unidade	Classe				
		3C1	3C2		3C3	
			Valor médio	Valor máximo	Valor médio	Valor máximo
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 5.1 Características nominais da classe de revestimento conformante

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

5.1.7.2 Exposição à poeira

A instalação de conversores de frequência em ambientes com grande exposição à poeira geralmente é inevitável. A poeira afeta 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. Tome em consideração 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. Isso 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 para 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. Isso leva a danos no rolamento e falha do ventilador.

Filtros
Os 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 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.

5.1.7.3 Atmosferas Potencialmente Explosivas

Sistemas operado em atmosferas potencialmente explosivas devem atender condições especiais. A diretiva 94/9/EC descreve a operação de dispositivos eletrônicos em atmosferas potencialmente explosivas.

Motores controlados por conversores de frequência em atmosferas potencialmente explosivas devem ser monitorados quanto à temperatura usando um sensor de temperatura PTC. Motores com classe de proteção de ignição d ou e são aprovados para esse ambiente.

- Classificação e consiste em impedir qualquer ocorrência de faísca. O FC 302 com versão do firmware V6.3x ou maior está equipado com uma função de "monitoramento térmico ATEX ETR" para operação de motores Ex-e especialmente aprovados. Quando combinado com um dispositivo de monitoramento PTC aprovado por ATEX como o Cartão do Termistor do PTC MCB 112 a instalação não precisa da aprovação individual de uma organização aprovada, ou seja, sem necessidade de pares correspondentes.
- A classificação d consiste em garantir que se ocorrer uma faísca, ela é contida em uma área protegida. Embora não exija aprovação, fiação e restrição especiais são necessárias.
- A combinação d/e é usada com mais frequência em atmosferas potencialmente explosivas. O motor tem uma classe de proteção de ignição, enquanto que o cabo de motor e o ambiente de conexão está em conformidade com a classificação e. A restrição no espaço da conexão e consiste na tensão máxima permitida nesse espaço. A tensão de saída de um conversor de frequência é limitada geralmente à tensão de rede. A modulação da tensão de saída pode gerar alta tensão de pico inadmissível para a classificação e. Na prática, usar um filtro de onda senoidal na saída do conversor de frequência mostrou ser um meio eficaz de atenuar a alta tensão de pico.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

AVISO!

Não instale conversor de frequência em uma atmosfera potencialmente explosiva. Instale o conversor de frequência em um gabinete fora dessa área. Usando um filtro de onda senoidal na saída do conversor de frequência também é recomendável para atenuar a elevação da tensão dU/dt e a tensão de pico. Mantenha o cabo de motor o mais curto possível.

AVISO!

As unidades VLT® AutomationDrive com o opcional MCB 112 possuem a capacidade de monitoramento do sensor do termistor do motor certificado pela PTB para atmosferas potencialmente explosivas. Cabos de motor blindados não são necessários quando os conversores de frequência são operados com filtros de saída de onda senoidal.

5.1.8 Manutenção

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

5.1.9 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.

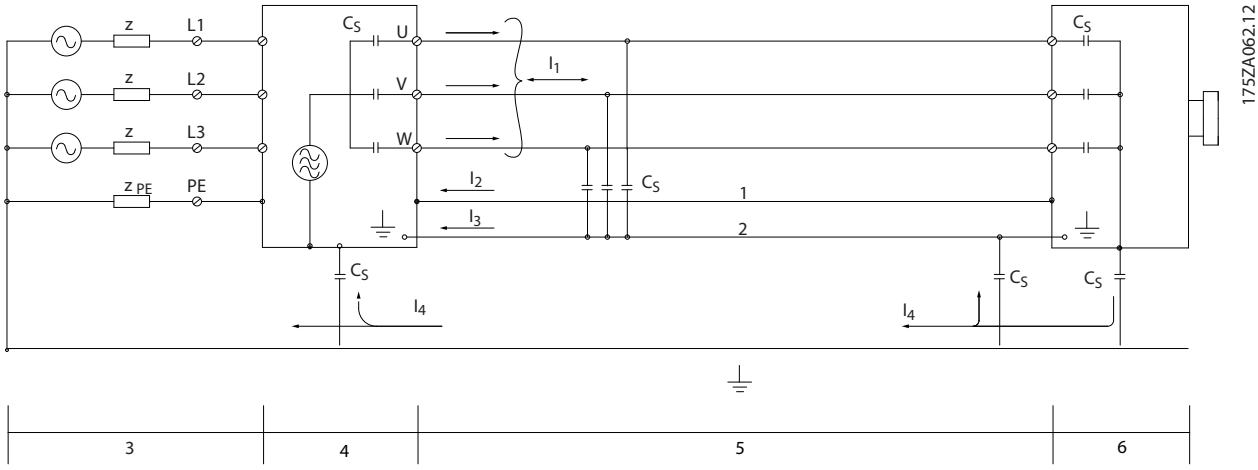
Recomenda-se manter o equipamento selados em sua embalagem até a instalação.

5.2 Aspectos Gerais das EMC

Geralmente, a interferência elétrica é conduzida 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.
Como mostrado em *Ilustração 5.3*, a capacitância do cabo de motor junto com um alto dU/dt da tensão do motor gera corrente de fuga.
O uso de um cabo de motor blindado aumenta a corrente de fuga (consulte *Ilustração 5.3*) 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, de acordo com *Ilustração 5.3*.

5

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 de modo a 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 ou freio, monte a blindagem no gabinete em ambas as extremidades. No entanto, em algumas situações é necessário romper a blindagem para impedir loops de corrente.



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

Ilustração 5.3 Situação que Gera Corrente de Fuga

Nos casos em que a blindagem deve ser colocada em uma placa de suporte do conversor de frequência, esta placa deve ser de metal porque as correntes da blindagem deverão ser conduzidas de volta à unidade. Além disso, garanta que haja um bom contacto elétrico da placa de suporte, por meio dos parafusos de montagem com o chassi do conversor de frequência.

Quando se usam cabos não blindados, alguns requisitos de emissão não são cumpridos, embora os requisitos de imunidade 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. Interferência nas frequências de rádio superior a 50 MHz (em suspensão no ar) é produzida especialmente pela eletrônica de controle.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

5.2.1 Resultados de teste de EMC

Os resultados de testes a seguir foram obtidos utilizando um sistema com um conversor de frequência, um cabo de controle blindado, uma caixa de controle com potenciômetro e um cabo de motor blindado e de motor único (Ölflex Classic 100 CY) na frequência de chaveamento nominal. *Tabela 5.2* indica o comprimento de cabo de motor máximo para conformidade.

AVISO!

As condições podem mudar de maneira significativa para outros setups.

AVISO!

Consulte *Tabela 9.19* para cabos de motor paralelos.

Tipo do filtro de RFI		Emissão conduzida			Emissão irradiada		
		Comprimento de cabo [m]					
Normas e requisitos	EN 55011/CISPR 11	Classe B	Classe A Grupo 1	Classe A Grupo 2	Classe B	Classe A Grupo 1	Classe A Grupo 2
	EN/IEC 61800-3	Categoria C1	Categoria C2	Categoria C3	Categoria C1	Categoria C2	Categoria C3
H1							
FC 301	0-37 kW 200-240 V	10	50	50	No	Sim	Sim
	0-75 kW 380-480 V	10	50	50	No	Sim	Sim
FC 302	0-37 kW 200-240 V	50	150	150	No	Sim	Sim
	0-75 kW 380-480 V	50	150	150	No	Sim	Sim
H2/H5							
FC 301	0-3,7 kW 200-240 V	No	No	5	No	No	Sim
FC 302	5,5-37 kW 200-240 V[2)]	No	No	25	No	No	Sim
	0-7,5 kW 380-500 V	No	No	5	No	No	Sim
	11-75 kW 380-500 V[2)]	No	No	25	No	No	Sim
	11-22 kW 525-690 V[2)]	No	No	25	No	No	Sim
	30-75 kW 525-690 V[2)]	No	No	25	No	No	Sim
H3							
FC 301	0-1,5 kW 200-240 V	2,5	25	25	No	Sim	Sim
	0-1,5 kW 380-480 V	2,5	25	25	No	Sim	Sim
H4							
FC 302	1,1-7,5 kW 525-690 V	No	100	100	No	Sim	Sim
	11-22 kW 525-690 V	No	100	100	No	Sim	Sim
	11-37 kW 525-690 V[3)]	No	150	150	No	Sim	Sim
	30-75 kW 525-690 V	No	150	150	No	Sim	Sim
Hx[1)]							
FC 302	0,75-75 kW 525-600 V	No	No	No	No	No	No

Tabela 5.2 Resultados de teste de EMC (emissão) Comprimento de cabo de motor máximo

[1)] As versões Hx podem ser usadas de acordo com EN/IEC 61800-3 categoria C4.

[2)] T5, 22-45 kW e T7, 22-75 kW em conformidade com classe A grupo 1 com cabo de motor de 25 m. Alguns restrições para a instalação se aplicam (entre em contato com a DanfossDanfoss para saber detalhes).

Hx, H1, H2, H3, H4 ou H5 é definido no código do tipo pos. 16-17 para filtros de EMC, ver Tabela 7.1.

[3)] IP20.

5

5.2.2 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 5.3* 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 operação 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. Deve se elaborar um plano de EMC.

Tabela 5.3 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 5.4*.

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 ambiente industrial leve.	Classe B
Segundo ambiente (ambiente industrial)	EN/IEC 61000-6-4 Norma de emissão para ambiente industrial.	Classe A Grupo 1

Tabela 5.4 Correlação entre normas de emissão genéricas e EN 55011

5.2.3 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 da Danfoss estão em conformidade com os requisitos do ambiente industrial e, consequentemente, atendem também a conformidade com os requisitos mais brandos para os ambientes residencial e de escritório com uma boa margem de segurança.

Para documentar a imunidade contra interferência de fenômenos elétricos, 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 causadas por 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):** Transientes por faísca elétrica: Simulação da interferência originada pelo chaveamento de um contator, relé ou dispositivos similares.

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transientes de sobretensão: Simulação de transientes temporários originados por, por exemplo, relâmpagos que atingem instalações próximas.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo comum de RF: Simulação do efeito de equipamento de radiotransmissão, ligado aos cabos de conexão.

Consulte *Tabela 5.5*.

Padrão básico	Ruptura IEC 61000-4-4	Sobretensão IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Campo eletromagnético irradiado IEC 61000-4-3	Tensão do modo comum de RF IEC 61000-4-6
Critério de aceitação	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
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}
Freio	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Load Sharing	4 kV CM	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Fios de controle	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Barramento padrão	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Fios de relé	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Aplicação e opcionais de fieldbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Cabo do LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
24 V CC externa	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V_{RMS}
Gabinete metálico	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabela 5.5 Formulário de Imunidade EMC

[1)] Injeção na blindagem do cabo

5.2.4 Isolação do Motor

Projetos modernos de motores 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, é necessário 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 6.2 Especificações Gerais*, as características nominais de isolação do motor indicadas em *Tabela 5.6* são recomendáveis. Se um motor tiver características nominais de isolamento menores, é recomendável usar um filtro dU/dt ou de onda senoidal.

Tensão de Rede Nominal [V]	Isolação do Motor [V]
$U_N \leq 420$	Padrão $U_{LL} = 1300$
$420 V < U_N \leq 500$	Reforçado $U_{LL} = 1600$
$500 V < U_N \leq 600$	Reforçado $U_{LL} = 1800$
$600 V < U_N \leq 690$	Reforçado $U_{LL} = 2000$

Tabela 5.6 Isolação do Motor

5.2.5 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
- motor

Estratégias Atenuantes Padrão

1. Utilize um mancal isolado.
2. Aplique procedimentos de instalação rigorosos:
   - 2a Garanta que o motor e o motor de carga 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 Garanta uma boa conexão de alta frequência entre o motor e o conversor de frequência, por exemplo, com um cabo blindado que tenha 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.
3. Diminua a frequência de chaveamento do IGBT.
4. Modifique a forma de onda do inversor, 60° AVM vs. SFAVM.
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 assegurar que a tensão de linha esteja balanceada em relação ao terra. Isso pode ser difícil para IT, TT, TN-CS ou para sistemas com ponto aterrado.
9. Use um filtro dU/dt ou senoidal.

5.3 Interferência/Harmônicas da Alimentação de Rede Elétrica

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 Fourier e dividida em correntes de ondas senoidais com diferentes frequências, ou seja, correntes harmônicas I_N diferentes 50 Hz como a frequência básica:

Correntes harmônicas	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabela 5.7 Corrente não senoidal transformada

As harmônicas de corrente não contribuem diretamente para o consumo de energia elétrica, mas aumentam a perda por calor na instalação (transformador, cabos). Consequentemente, em instalações com alta porcentagem de carga de retificador, é importante manter as correntes harmônicas em um nível baixo, para evitar sobrecarga do transformador e temperatura alta nos cabos.

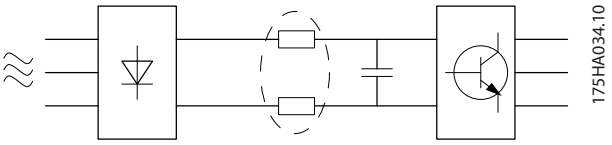


Ilustração 5.4 Bobinas de Circuito Intermediário

AVISO!

Algumas das correntes harmônicas podem interferir em equipamentos de comunicação que estiverem conectados no mesmo transformador ou causar ressonância vinculada com unidades de correção do fator de potência.

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

Tabela 5.8 Correntes Harmônicas Comparadas com a Entrada RMS Corrente

Para garantir correntes harmônicas baixas, o conversor de frequência é equipado com bobinas de circuito intermediário por padrão. As bobinas CC reduzem a distorção de harmônicas total (THD) para 40%.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

5.3.1 O Efeito de Harmônicas em um Sistema de Distribuição de Energia

No *Ilustração 5.5* 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 juntas é o PCC2. Cada carga é conectada através de cabos que têm uma impedância Z_1, Z_2, Z_3.

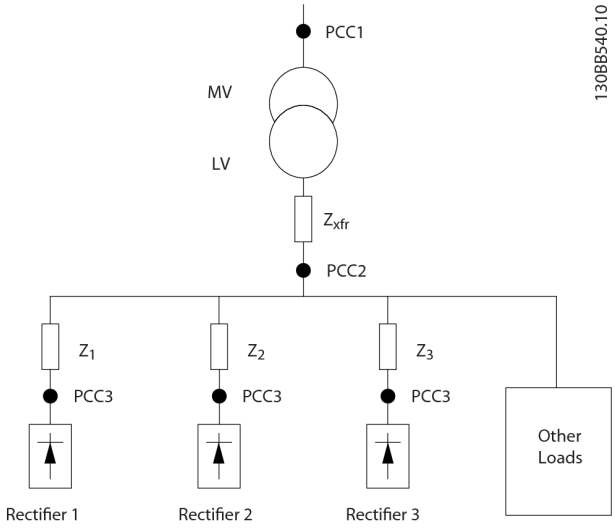


Ilustração 5.5 Sistema de Distribuição Pequeno

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}, definida como a relação entre a energia aparente de curto circuito da alimentação no PCC (S_{sc}) e a energia aparente nominal da carga (S_{equ}).

$$Rsce = \frac{Sce}{Sequ}$$

onde $Ssc = \frac{U^2}{Zalimentação}$ e $Sequ = U \times Iequ$

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

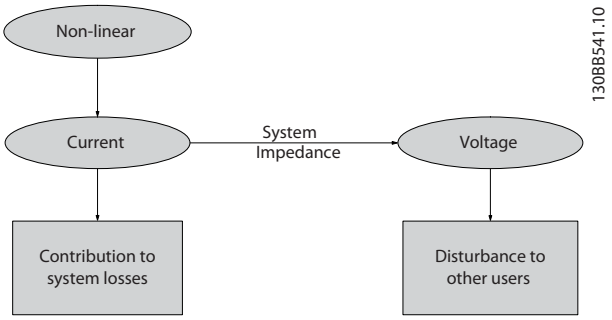


Ilustração 5.6 Efeitos Negativos das Harmônicas

5.3.2 Normas e Requisitos de Limitação de Harmônicas

Os requisitos para a limitação de harmônicas podem ser

- requisitos específicos da aplicação
- padrões de que devem ser observados

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

Exemplo
Um transformador de 250 kVA com dois motores de 110 kW conectados é suficiente se um dos motores estiver conectado diretamente na linha e o outro for alimentado por meio de um conversor de frequência. No entanto, o transformador estará subdimensionado se os dois motores forem fornecidos pelo conversor de frequência. Usando meios adicionais de redução de harmônicas dentro da instalação ou escolhendo variantes de 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 AHF 005/010* para obter detalhes específicos de cada padrão.

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

5.3.3 Atenuação de Harmônicas

Nos casos em que for necessária supressão adicional de harmônicas, a Danfoss oferece uma ampla linha de equipamento de atenuação. Estes 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 (IEEE519, 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.

5.3.4 Cálculo de Harmônicas

Danfoss oferece ferramentas para o cálculo de harmônicas, consulte *capétulo 9.6.5 Software de PC*.

5.4 Isolação galvânica (PELV)

5.4.1 PELV - Tensão Extra Baixa Protetiva

A PELV oferece proteção por meio da Tensão Extra Baixa. A proteção contra choque elétrico é garantida quando a alimentação elétrica é do tipo PELV e a instalação é efetuada como descrito nas normas locais/nacionais sobre alimentações PELV.

Todos os terminais de controle e terminais de relé 01-03/04-06 estão em conformidade com a PELV (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.

Os componentes do isolamento elétrico, como descrito a seguir, também estão de acordo com os requisitos relacionados à alta isolação e com o teste relevante, conforme descrito na EN 61800-5-1.
A isolação galvânica PELV pode ser mostrada em 6 locais (ver *Ilustração 5.7*): Para manter a PELV, todas as conexões feitas nos terminais de controle deverão ser PELV, por exemplo, o termistor deverá ter isolamento reforçado/duplo.

1. Fonte de alimentação (SMPS) isolação de sinal incl. do barramento CC.
2. O gate drive que faz os IGBTs (transformadores/acopladores ópticos de disparo) funcionarem.
3. Transdutores de corrente.
4. Acoplador óptico, módulo de frenagem.
5. Inrush interno, RFI e circuitos de medição de temperatura.
6. Relés personalizados.
7. Freio mecânico.

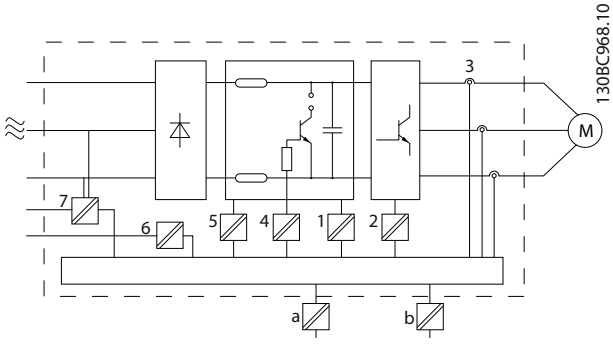


Ilustração 5.7 Isolação Galvânica

A isolação galvânica funcional (a e b no desenho) é para o opcional de backup de 24 V e para a interface do barramento RS 485 padrão.

ADVERTÊNCIA

Instalação em altitudes elevadas:
Em altitudes superiores a 2.000 m, entre em contato com a Danfoss com relação à PELV.

ADVERTÊNCIA

Tocar as partes elétricas pode ser fatal - mesmo após o equipamento ter sido desconectado da rede elétrica. Certifique-se de que as outras entradas de tensão tenham sido desconectadas, como a Load Sharing (conexão do circuito intermediário CC) e a conexão do motor do backup cinético.
Antes de tocar em qualquer componente elétrico, aguarde pelo menos o tempo indicado em *Tabela 2.1*. Tempo menor é permitido somente se indicado na plaqueta de identificação da unidade específica.

5.5 Funções de Frenagem

A função de frenagem é aplicada para frear a carga do eixo do motor, como uma frenagem dinâmica ou como uma frenagem mecânica.

5.5.1 Seleção do Resistor do Freio

Ao utilizar um resistor do freio assegura-se que a energia será absorvida neste resistor do freio e não no conversor de frequência. Para obter mais informações consulte o *Guia de Design do Resistor do Freio*.

Se a quantidade de energia cinética transferida ao resistor em cada período de frenagem não for conhecida, a potência média pode ser calculada com base no tempo de ciclo e no tempo de frenagem, também chamado de ciclo útil intermitente. O ciclo útil intermitente do resistor é uma indicação do ciclo útil em que o resistor está ativo. *Ilustração 5.8* mostra um ciclo de frenagem típico.

AVISO!

Os fabricantes de motores frequentemente utilizam S5 quando divulgam a carga permissível, que é uma expressão do ciclo útil intermitente.

O ciclo útil intermitente do resistor é calculado da seguinte maneira:

Ciclo útil = t_b/T

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

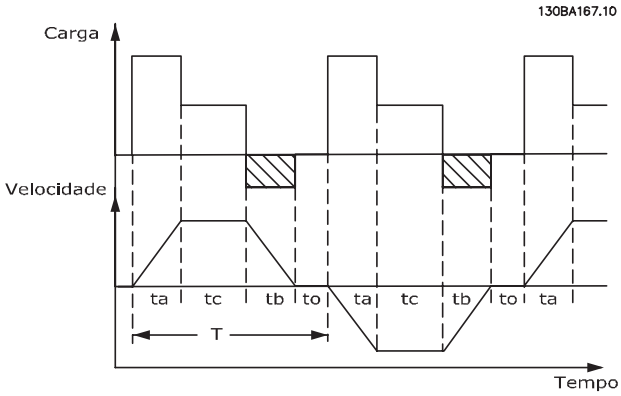


Ilustração 5.8 Ciclo da Frenagem Típico

	Tempo de ciclo (s)	Ciclo útil da frenagem com torque 100%	Ciclo útil da frenagem em torque excessivo (150/160%)
200-240 V			
PK25-P11K	120	Contínua	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	Contínua	40%
P90K-P160	600	Contínua	10%
P200-P800	600	40%	10%
525-600 V			
PK75-P75K	120	Contínua	40%
525-690 V			
P37K-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40% [1]	10% [2]
P630-P1M0	600	40%	10%

Tabela 5.9 Frenagem em nível de torque de Sobrecarga alta

[1] 500 kW em torque de frenagem de 86%/560 kW em torque de frenagem de 76%
[2] 500 kW em torque de frenagem de 130%/560 kW em torque de frenagem de 115%

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

AVISO!

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

5

A carga máxima permitida no resistor do freio é indicada como a potência de pico, em um determinado ciclo útil intermitente, e pode ser calculada do seguinte modo:

$$ED\,(dutycycle) = \frac{tb}{T\ ciclo}$$

onde tb é o tempo de frenagem, em segundos, e o Tcycle é o tempo de ciclo total.

A resistência do freio é calculada como segue:

$$Rbr\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{Ppico}$$

onde

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

A resistência de frenagem depende da tensão no circuito intermediário (U_{dc}).
A função de frenagem FC 301 e FC 302 é estabelecida em quatro áreas da rede elétrica.

Tamanho	Freio ativo	Advertência antes de desativar	Desativar (desarme)
FC 301/FC 302 200-240 V	390 V	405 V	410 V
FC 301 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 380-500 V	810 V	840 V	850 V
FC 302 525-600 V	943 V	965 V	975 V
FC 302 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabela 5.10 Limites de Freio [UDC]

AVISO!

Verifique se o resistor de frenagem pode suportar tensão de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V ou 1130 V - a menos que resistores de frenagem Danfoss sejam usados.

A Danfoss recomenda o resistor Rrec, ou seja, aquele que garante que o conversor de frequência é capaz de frear completamente, em condições de máximo torque de frenagem ($M_{br(\%)}$) de 160%. A fórmula pode ser escrita como:

$$Rrec\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{Pmotor \times Mbr\,(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

η_{motor} está tipicamente em 0,90
η_{VLT} está tipicamente em 0,98

Para conversores de frequência de 200 V, 480 V, 500 V e 600 V, R_{rec} a 160% de torque de frenagem é escrito como:

$$200\,V: Rrec = \frac{107780}{Pmotor}\,[\Omega]$$

$$480\,V: Rrec = \frac{375300}{Pmotor}\,[\Omega]\ ^{1)}$$

$$480\,V: Rrec = \frac{428914}{Pmotor}\,[\Omega]\ ^{2)}$$

$$500\,V: Rrec = \frac{464923}{Pmotor}\,[\Omega]$$

$$600\,V: Rrec = \frac{630137}{Pmotor}\,[\Omega]$$

$$690\,V: Rrec = \frac{832664}{Pmotor}\,[\Omega]$$

1) Para conversores de frequência ≤ 7,5 kW potência no eixo
2) Para conversores de frequência 11 - 75 kW de potência no eixo

AVISO!

A resistência selecionada do resistor do circuito de freio não deve ser maior que aquela recomendada pela Danfoss. Se um resistor do freio com um valor ôhmico maior for selecionado, o torque de frenagem de 160% pode não ser obtido, porque há risco do conversor de frequência desligar por questões de segurança.

AVISO!

Se ocorrer um curto circuito no transistor do freio, a dissipação de energia no resistor do freio somente poderá ser evitada por meio de um interruptor de rede elétrica ou um contator que desconecte a rede elétrica do conversor de frequência. (O contator pode ser controlado pelo conversor de frequência).

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

⚠CUIDADO

O resistor do freio fica quente durante e após a frenagem.

- **Para evitar ferimentos pessoais, não toque no resistor do freio**
- **Coloque o resistor de frenagem em um ambiente seguro para prevenir risco de incêndio**

⚠CUIDADO

Os conversores de frequência com gabinetes tamanhos D-F contêm mais de um circuito de frenagem. Por isso, use um resistor de frenagem por circuito de frenagem nesses tipos de gabinetes.

5.5.2 Cabeamento do Resistor do Freio

EMC (cabos trançados/blindagem)
Para atender ao desempenho de EMC especificado do conversor de frequência, use cabos/fios blindados. Se fios não blindados forem usados, é recomendável torcer os fios para reduzir o ruído elétrico entre o resistor do freio e o conversor de frequência.

Para um desempenho de EMC melhorado, utilize uma malha metálica.

5.5.3 Controle com a Função de Frenagem

O freio é protegido contra curtos circuitos do resistor do freio, e o transistor do freio é monitorado para garantir que curtos circuitos no transistor serão detectados. Uma saída de relé/digital pode ser utilizada para proteger o resistor do freio de sobrecargas, em conexão com um defeito no conversor de frequência.
Além disso, o freio possibilita a leitura da potência instantânea e da potência média durante os últimos 120 s. O freio também pode monitorar a energização da potência e assegurar que não exceda o limite selecionado em *2-12 Limite da Potência de Frenagem (kW)*. No *2-13 Monitoramento da Potência d Frenagem*, selecione a função a ser executada quando a potência transmitida ao resistor do freio ultrapassar o limite programado no *2-12 Limite da Potência de Frenagem (kW)*.

AVISO!

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

O controle de sobretensão (OVC) (com exceção do resistor do freio) pode ser selecionado como uma função de frenagem alternativa em *2-17 Controle de Sobretensão*. Esta função está ativa para todas as unidades. A função assegura que um desarme pode ser evitado se a tensão do barramento CC aumentar. Isso é feito aumentando a frequência de saída para limitar a tensão do barramento CC. Essa é uma função bastante útil, por exemplo, se o tempo de desaceleração for muito curto, pois o desarme do conversor de frequência é evitado. Nessa situação, o tempo de desaceleração é prolongado.

AVISO!

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

6 Especificações do Produto

6.1 Dados Elétricos

6.1.1 Alimentação de Rede Elétrica 200-240 V

Designação de tipo	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Potência no Eixo Típica [kW]	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7
Gabinete IP20 (somente FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
Gabinete Metálico IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Gabinete IP55, IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Corrente de saída									
Contínua (200-240 V) [A]	1,8	2,4	3,5	4,6	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
Intermitente (200-240 V) [A]	2,9	3,8	5,6	7,4	10,6	12,0	17,0	20,0	26,7
Contínua kVA (208 V) [kVA]	0,65	0,86	1,26	1,66	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
Corrente máx. de entrada									
Contínua (200-240 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,1	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
Intermitente (200-240 V) [A]	2,6	3,5	5,1	6,6	9,4	10,9	15,2	18,1	24,0
Especificações Adicionais									
Seção transversal máx. do cabo[4)] para a rede elétrica, motor, freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (mín. 0,2 (24))								
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)								
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	21	29	42	54	63	82	116	155	185
Eficiência[2)]	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabela 6.1 Alimentação de Rede Elétrica 200-240 V, PK25-P3K7

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Designação de tipo	P5K5		P7K5		P11K	
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Gabinete Metálico IP20	B3		B3		B4	
Gabinete Metálico IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2	
Corrente de saída						
Contínua (200-240 V) [A]	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Intermitente (60 s sobrecarga) (200-240 V) [A]	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
Contínua kVA (208 V) [kVA]	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
Corrente máx. de entrada						
Contínua (200-240 V) [A]	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Intermitente (60 s sobrecarga) (200-240 V) [A]	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Especificações Adicionais						
IP20 seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica, freio, motor e load sharing [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,-,- (2,-,-)	
IP21 seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica, freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	16,10,16 (6,8,6)		16,10,16 (6,8,6)		35,-,- (2,-,-)	
IP21 seção transversal máx. do cabo[4)] do motor [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,25,25 (2,4,4)	
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6,8,8)					
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	239	310	371	514	463	602
Eficiência[2)]	0,96		0,96		0,96	

Tabela 6.2 Alimentação de Rede Elétrica 200-240 V, P5K5-P11K

Designação de tipo	P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Gabinete Metálico IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Gabinete Metálico IP21, IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
Corrente de saída										
Contínua (200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Intermitente (60 s sobrecarga) (200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
Contínua kVA (208 V [kVA]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
Corrente máx. de entrada										
Contínua (200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154
Intermitente (60 s sobrecarga) (200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169
Especificações Adicionais										
IP20 seção transversal máx. do cabo para rede elétrica, freio, motor e load sharing [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300MCM)		150 (300MCM)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo para rede elétrica e motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300MCM)		150 (300MCM)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo para freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350MCM, 300MCM, 4/0)	
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Eficiência[2)]	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabela 6.3 Alimentação de Rede Elétrica 200-240 V, P15K-P37K

6.1.2 Alimentação de Rede Elétrica 380-500 V

Designação de tipo	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Potência no Eixo Típica [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Gabinete IP20 (somente FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	-
Gabinete Metálico IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Gabinete IP55, IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Corrente de saída Sobrecarga alta 160% durante 1 minuto										
Potência no eixo [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Contínua (380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Intermitente (380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	9,0	11,5	16	20,8	25,6
Contínua (441-500 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Intermitente (441-500 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,3	5,4	7,7	10,1	13,1	17,6	23,2
Contínua kVA (400 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11
Contínua kVA (460 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Corrente máx. de entrada										
Contínua (380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Intermitente (380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4	14,4	18,7	23
Contínua (441-500 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13
Intermitente (441-500 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1	11,8	15,8	20,8
Especificações Adicionais										
IP20, IP21 seção transversal máx. do cabo[4] para rede elétrica, motor, freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (min. 0,2(24))									
IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo[4] para rede elétrica, motor, freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12)									
Seção transversal máx. do cabo[4] para desconexão [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)									
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3]	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Eficiência[2]	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabela 6.4 Alimentação de Rede Elétrica 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), PK37-P7K5

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Designação de tipo	P11K		P15K		P18K		P22K	
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22,0	22,0	30,0
Potência no Eixo Típica [HP] em 460 V	15	20	20	25	25	30	30	40
Gabinete Metálico IP20	B3		B3		B4		B4	
Gabinete metálico IP21	B1		B1		B2		B2	
Gabinete Metálico IP55, IP66	B1		B1		B2		B2	
Corrente de saída								
Contínua (380-440 V) [A]	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Intermitente (60 s sobrecarga) (380-440 V) [A]	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Contínua (441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
Intermitente (60 s sobrecarga) (441-500 V) [A]	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	57,2
Contínua kVA (400 V) [kVA]	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
Contínua kVA (460 V) [kVA]		21,5		27,1		31,9		41,4
Corrente máx. de entrada								
Contínua (380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
Intermitente (60 s sobrecarga) (380-440 V) [A]	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Contínua (441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
Intermitente (60 s sobrecarga) (441-500 V) [A]	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Especificações adicionais								
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica, freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo[4)] para o motor [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
IP20 seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica, freio, motor e load sharing [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)							
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	291	392	379	465	444	525	547	739
Eficiência[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabela 6.5 Alimentação de Rede Elétrica 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P11K-P22K

Designação de tipo	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Gabinete metálico IP21	C1		C1		C1		C2		C2	
Gabinete Metálico IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Gabinete Metálico IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
Corrente de saída										
Contínua (380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Intermitente (60 s sobrecarga) (380-440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Contínua (441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Intermitente (60 s sobrecarga) (441-500 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
Contínua kVA (400 V) [kVA]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
Contínua kVA (460 V) [kVA]		51,8		63,7		83,7		104		128
Corrente máx. de entrada										
Contínua (380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Intermitente (60 s sobrecarga) (380-440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Contínua (441-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Intermitente (60 s sobrecarga) (441-500 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Especificações adicionais										
IP20 seção transversal máx. do cabo para rede elétrica e motor [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
IP20 seção transversal máx. do cabo para rede elétrica e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo para rede elétrica e motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300MCM)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo para freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão da rede elétrica [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Eficiência[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

Tabela 6.6 Alimentação de Rede Elétrica 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P30K-P75K

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

6.1.3 Rede elétrica 525-600 V (somente FC 302)

Designação de tipo	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Potência no Eixo Típica [kW]	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Gabinete metálico IP20, IP21	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Gabinete metálico IP55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Corrente de saída								
Contínua (525-550 V) [A]	1,8	2,6	2,9	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5
Intermitente (525-550 V) [A]	2,9	4,2	4,6	6,6	8,3	10,2	15,2	18,4
Contínua (551-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intermitente (551-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Contínua kVA (525 V) [kVA]	1,7	2,5	2,8	3,9	5,0	6,1	9,0	11,0
Contínua kVA (575 V) [kVA]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Corrente máx. de entrada								
Contínua (525-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	4,1	5,2	5,8	8,6	10,4
Intermitente (525-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,6	8,3	9,3	13,8	16,6
Especificações adicionais								
Seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica, motor, freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (mín. 0,2 (24))							
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	35	50	65	92	122	145	195	261
Eficiência[2)]	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabela 6.7 Alimentação de rede elétrica 525-600 V (somente FC 302), PK75-P7K5

Designação de tipo	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Potência no Eixo Típica [HP] em 575 V	15	20	20	25	25	30	30	40	40	50
Gabinete Metálico IP20	B3		B3		B4		B4		B4	
Gabinete metálico IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2		B2		C1	
Corrente de saída										
Contínua (525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Intermitente (525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Contínua (551-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Intermitente (551-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
Contínua kVA (550 V) [kVA]	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
Contínua kVA (575 V) [kVA]	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40,8	40,8	51,8
Corrente máx. de entrada										
Contínua a 550 V [A]	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Intermitente a 550 V [A]	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Contínua a 575 V [A]	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Intermitente a 575 V [A]	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Especificações adicionais										
IP20 seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica, freio, motor e load sharing [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica, freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)		16, 10, 10 (6, 8, 8)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		50,-,- (1,-,-)	
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo[4)] para o motor [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		50,-,- (1,-,-)	
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)								50, 35, 35 (1, 2, 2)	
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Eficiência[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabela 6.8 Alimentação de rede elétrica 525-600 V (somente FC 302), P11K-P30K

Designação de tipo	P37K		P45K		P55K		P75K	
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Potência no Eixo Típica [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Potência no Eixo Típica [HP] em 575 V	50	60	60	74	75	100	100	120
Gabinete Metálico IP20	C3	C3	C3		C4		C4	
Gabinete metálico IP21, IP55, IP66	C1	C1	C1		C2		C2	
Corrente de saída								
Contínua (525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Intermitente (525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Contínua (551-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Intermitente (551-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
Contínua kVA (550 V) [kVA]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100,0	100,0	130,5
Contínua kVA (575 V) [kVA]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
Corrente máx. de entrada								
Contínua a 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Intermitente a 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Contínua a 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Intermitente a 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Especificações adicionais								
IP20 seção transversal máx. do cabo para rede elétrica e motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
IP20 seção transversal máx. do cabo para rede elétrica e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo para rede elétrica e motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
IP21, IP55, IP66 seção transversal máx. do cabo para freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão da rede elétrica [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350MCM, 300MCM, 4/0)	
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Eficiência[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabela 6.9 Alimentação de rede elétrica 525-600 V (somente FC 302), P37K-P75K

6.1.4 Alimentação de rede elétrica 525-690 V (somenteFC 302)

Designação de tipo	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	HO/SEM	HO/SEM	HO/SEM	HO/SEM	HO/SEM	HO/SEM	HO/SEM
Potência no Eixo Típica (kW)	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Gabinete metálico IP20	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Corrente de saída							
Contínua (525-550V) [A]	2,1	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intermitente (525-550V) [A]	3,4	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Contínua (551-690V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,5	5,5	7,5	10,0
Intermitente (551-690V) [A]	2,6	3,5	5,1	7,2	8,8	12,0	16,0
Contínua KVA 525 V	1,9	2,5	3,5	4,5	5,5	8,2	10,0
Contínua KVA 690 V	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9,0	12,0
Corrente máx. de entrada							
Contínua (525-550V) [A]	1,9	2,4	3,5	4,4	5,5	8,1	9,9
Intermitente (525-550V) [A]	3,0	3,9	5,6	7,0	8,8	12,9	15,8
Contínua (551-690V) [A]	1,4	2,0	2,9	4,0	4,9	6,7	9,0
Intermitente (551-690V) [A]	2,3	3,2	4,6	6,5	7,9	10,8	14,4
Especificações adicionais							
Seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica, motor, freio e Load Sharing [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12)(mín. 0,2 (24))						
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão [mm^2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
Perda de energia estimada em carga nominal máx. (W)[3)]	44	60	88	120	160	220	300
Eficiência[2)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabela 6.10 Gabinete metálico A3, Alimentação de rede elétrica 525-690 V IP20/Chassi protegido, P1K1-P7K5

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Designação de tipo	P11K		P15K		P18K		P22K	
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	SA	SN	SA	SN	SA	SN	SA	SN
Potência no Eixo Típica a 550 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Potência no Eixo Típica a 690 V [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Gabinete metálico IP20	B4		B4		B4		B4	
Gabinete metálico IP21, IP55	B2		B2		B2		B2	
Corrente de saída								
Contínua (525-550V) [A]	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Intermitente (60 s de sobrecarga) (525-550 V) [A]	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Contínua (551-690V) [A]	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Intermitente (60 s de sobrecarga) (551-690 V) [A]	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
KVA contínuo (a 550 V) [KVA]	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
KVA contínua (a 690 V) [KVA]	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
Corrente máx. de entrada								
Contínua (a 550 V) (A)	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermitente (sobrecarga durante 60 s (a 550 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Contínua (a 690 V) (A)	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermitente (sobrecarga durante 60 s (a 690 V) (A)	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Especificações adicionais								
Seção transversal máx. do cabo[4)] para rede elétrica/motor, divisão da carga e freio [mm^2] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)							
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão da rede elétrica [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)							
Perda de energia estimada em carga nominal máx. (W)[3)]	150	220	220	300	300	370	370	440
Eficiência[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabela 6.11 Gabinete B2/B4, Alimentação de rede elétrica 525-690 V IP20/IP21/IP55 - Chassi/NEMA 1/NEMA 12 (FC 302 somente), P11K-P22K

Designação de tipo	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Sobrecarga Alta/Normal[1)]	SA	SN	SA	SN	SA	SN	SA	SN	SA	SN
Potência no Eixo Típica a 550 V (kW)	22	30	30	37	37	45	45	55	50	75
Potência no Eixo Típica a 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Gabinete metálico IP20	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Gabinete metálico IP21, IP55	C2		C2		C2		C2		C2	
Corrente de saída										
Contínua (525-550V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Intermitente (60 s de sobrecarga) (525-550 V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Contínua (551-690V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Intermitente (60 s de sobrecarga) (551-690 V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
KVA contínuo (a 550 V) [KVA]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
KVA contínua (a 690 V) [KVA]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
Corrente máx. de entrada										
Contínua (a 550 V) [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Intermitente (sobrecarga durante 60 s (a 550 V) [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Contínua (a 690 V) [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Intermitente (sobrecarga durante 60 s (a 690 V) (A)	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
Especificações adicionais										
Seção transversal máx. do cabo para rede elétrica e motor [mm^2] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Seção transversal máx. do cabo para divisão da carga e freio [mm^2] ([AWG])	95 (3/0)									
Seção transversal máx. do cabo[4)] para desconexão da rede elétrica [mm^2] ([AWG])	95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Perda de energia estimada em carga nominal máx. [W][3)]	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Eficiência[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabela 6.12 Gabinete metálico B4, C2, C3, Alimentação de rede elétrica 525-690 V IP20/IP21/IP55 - Chassi/NEMA1/NEMA 12 (FC 302 somente), P30K-P75K

Para saber as características nominais dos fusíveis, ver capétulo 9.3.1 Fusíveis e Disjuntores.

1) Sobrecarga alta = torque de 150% ou 160% durante 60 s. Sobrecarga normal=torque de 110% durante 60 s.

2) Medido com cabos de motor blindados de 5 m, com carga nominal e frequência nominal.

3) A perda de energia típica é em condições de carga nominais e espera-se que esteja dentro de ±15% (a tolerância está relacionada à variedade de condições de tensão e cabo).
Os valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória de eff2/eff3). Os motores com eficiência inferior também contribuem para a perda de energia no conversor de frequência e vice-versa.
Se a frequência de chaveamento for aumentada, comparada com a configuração padrão, as perdas de energia podem elevar-se consideravelmente.
Os consumos de energia típicos do LCP e o do cartão de controle estão incluídos. Outros opcionais e a carga do cliente podem contribuir com até 30 W para as perdas. (Embora normalmente somente 4 W extras para um cartão de controle totalmente carregado ou opcionais do slot A ou slot B, cada).
Embora as medições sejam feitas com equipamento de ponta, deve-se permitir certa imprecisão nas medições (± 5%).

4) Os três valores da seção transversal máxima do cabo são para fio único, fio flexível e fio flexível com bucha, respectivamente.

6.2 Especificações Gerais

6.2.1 Alimentação de Rede Elétrica

Alimentação de rede elétrica	
Terminais de alimentação (6-pulsos)	L1, L2, L3
Tensão de alimentação	200-240 V ±10%
Tensão de alimentação	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V ±10%
Tensão de alimentação	FC 302: 525-600 V ±10%
Tensão de alimentação	FC 302: 525-690 V ±10%

tensão de rede baixa/queda da rede elétrica

Durante uma queda de tensão de rede ou queda da rede elétrica, o conversor de frequência continua até a tensão no circuito intermediário cair abaixo do nível mínimo de parada, que normalmente corresponde a 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 máx. 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)	próximo do valor unitário (> 0,98)
Comutação na entrada de alimentação L1, L2, L3 (energizações) ≤ 7,5 kW	máximo de 2 vezes/min.
Chaveamento na alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações) 11 - 75 kW	máximo de 1 vez/min.
Comutação na entrada de alimentação L1, L2, L3 (energizações) ≥ 90 kW	máximo de 1 vez/ 2 min.
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 Ampères RMS simétricos, máximo de 240/500/600/690 V.

6.2.2 Saída do Motor e dados do motor

Saída do Motor (U, V, W)	
Tensão de saída	0-100% da tensão de alimentação
Frequência de saída	0-590 Hz[3)]
Frequência de saída no modo de fluxo	0-300 Hz
Chaveamento na saída	Ilimitado
Tempos de rampa	0,01-3600 s

Características do torque	
Torque de partida (torque constante)	máximo de 160% durante 60 s[1)] uma vez em 10 min.
Torque de sobrecarga/partida (torque variável)	máximo de 110% até 0,5 s[1)] uma vez em 10 min.
Tempo de subida do torque em FLUX (para fsw de 5 kHz)	1 ms
Tempo de subida do torque no VVC^{plus} (independente de fsw)	10 ms

[1)] A porcentagem está relacionada ao torque nominal.

[2)] O tempo de resposta do torque depende da aplicação e da carga, mas como regra geral o incremento do torque de 0 até a referência é 4-5 x o tempo de subida do torque.

[3)] Versões especiais do cliente com frequência de saída de 0-1000 Hz estão disponíveis.

6.2.3 Condições ambiente

Ambiente	
Gabinete metálico	IP20/Chassi, IP21/Tipo 1, IP55/ Tipo 12, IP66/ Tipo 4X
Teste de vibração	1,0 g
Máx. THVD	10%
Umidade relativa máx.	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	Máx. 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
Normas de EMC, Emissão	EN 61800-3, EN 55011[1)]
Normas de EMC, Imunidade	EN61800-3, EN 61000-6-1/2

[1)] Consulte capétulo 5.2.1 Resultados de teste de EMC.

6.2.4 Especificações de Cabo

Comprimentos de cabo e seções transversais de cabos de controle[1)]	
Comprimento de cabo de motor máx., blindado	150 m
Comprimento de cabo de motor máx., não blindado	300 m
Seção transversal máxima para terminais de controle, fio flexível/ rígido sem encapamento do terminal do cabo	1,5 mm^2/16 AWG
Seção transversal máxima para terminais de controle, fio flexível com buchas de terminal do cabo	1 mm^2/18 AWG
Seção transversal máxima para terminais de controle, fio flexível com buchas de terminal do cabo com colar	0,5 mm^2/20 AWG
Seção transversal mínima para terminais de controle	0,25 mm^2/24 AWG

[1)] Para cabos de energia, consulte as tabelas de dados elétricos em capétulo 6.1 Dados Elétricos.

6.2.5 Entrada/Saída de controle e dados de controle

6.2.5.1 Entradas Digitais

Entradas digitais	
Entradas digitais programáveis	FC 301: 4 (5)[1)]/FC 302: 4 (6)[1)]
Terminal número	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
Lógica	PNP ou NPN
Nível de tensão	0 até 24 V CC
Nível de tensão, '0' lógico PNP	< 5 V CC
Nível de tensão, "1" lógico PNP	> 10 V CC
Nível de tensão, '0' lógico NPN[2)]	> 19 V CC
Nível de tensão, '1' lógico NPN[2)]	< 14 V CC
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Faixa de frequência de pulso	0 até 110 kHz
(Ciclo útil) Largura de pulso mín.	4,5 ms
Resistência de entrada, Ri	aprox. 4 kΩ

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Parada segura Terminal 37[3, 4] (Terminal 37 está fixo na lógica PNP)	
Nível de tensão	0-24 V CC
Nível de tensão, '0' lógico PNP	< 4 V CC
Nível de tensão, "1" lógico 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 o Terminal 37 de entrada de parada segura.

[3] Consulte VLT® Conversores de frequência - Instruções de utilização do Torque seguro desligado para obter mais informações sobre o terminal 37 e Parada segura.

4) Ao usar um contator com uma bobina CC interna em combinação com Parada Segura é importante fazer um caminho de retorno para a corrente da bobina ao desligar. Isso pode ser feito usando um diodo de roda livre (ou, como alternativa, um MOV de 30 ou 50 V para tempo de resposta mais rápido) através da bobina. Os contatores típicos podem ser adquiridos com esse diodo.

6

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	Chave S201/chave S202 = OFF (U)
Nível de tensão	-10 até +10 V (escalonável)
Resistência de entrada, Ri	aprox. 10 kΩ
Tensão máx.	± 20 V
Modo de corrente	Chave S201/chave S202 = ON (I)
Nível de corrente	0/4 a 20 mA (escalonável)
Resistência de entrada, Ri	aprox. 200 Ω
Corrente máx.	30 mA
Resolução das entradas analógicas	10 bits (+ sinal)
Precisão das entradas analógicas	Erro máx. 0,5% do fundo de escala
Largura de banda	100 Hz

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

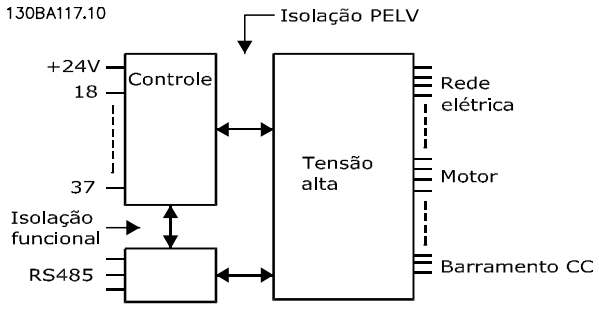


Ilustração 6.1 Isolamento PELV

Entradas de pulso/encoder	
Entradas de pulso/encoder programáveis	2/1
Número do terminal de pulso/encoder	29[1], 33[2] / 32[3], 33[3]
Frequência máx. nos terminais 29, 32, 33	110 kHz (acionado por Push-pull)
Frequência máx. nos terminais 29, 32, 33	5 kHz (coletor aberto)
Frequência mín. nos terminais 29, 32, 33	4 Hz
Nível de tensão	ver a seção sobre Entrada digital
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Resistência de entrada, Ri	aprox. 4 kΩ
Precisão da entrada de pulso (0,1 - 1 kHz)	Erro máx.: 0,1% do fundo de escala
Precisão da entrada do encoder (1 - 11 kHz)	Erro máx.: 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] FC 302 somente

[2] As entradas de pulso são 29 e 33

[3] Entradas do encoder: 32 = A e 33 = B

Saída digital	
Saídas digitais/pulso programáveis	2
Terminal número	27, 29[1]
Nível de tensão na saída de frequência/digital	0-24 V
Corrente de saída máx. (dissipador ou fonte)	40 mA
Carga máx. na saída de frequência	1 kΩ
Carga capacitiva máx. 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 máx.: 0,1% do fundo de escala
Resolução das saídas de frequência	12 bit

[1] Os terminais 27 e 29 podem também ser programáveis como entrada.

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

Saída analógica	
Número de saídas analógicas programáveis	1
Terminal número	42
Faixa atual na saída analógica	0/4 a 20 mA
Carga máx. do GND - saída analógica menor que	500 Ω
Precisão na saída analógica	Erro máx.: 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, saída 24 V CC	
Terminal número	12, 13
Tensão de saída	24 V +1, -3 V
Carga máx.	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.

Cartão de controle, saída 10 V CC	
Terminal número	±50
Tensão de saída	10,5 V ±0,5 V
Carga máx.	15 mA

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

Cartão de controle, comunicação serial RS-485	
Terminal número	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Terminal número 61	Ponto comum dos terminais 68 e 69

A comunicação serial RS-485 está funcionalmente separada de outros circuitos centrais e isolada galvanicamente da tensão de alimentação (PELV).

Cartão de controle, comunicação serial USB	
Padrão USB	1,1 (Velocidade máxima)
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.

Saídas do relé	
Saídas do relé programáveis	FC 301 todo kW: 1/FC 302 todo kW: 2
Número do Terminal do Relé 01	1-3 (freio ativado), 1-2 (freio desativado)
Carga do terminal máx. (CA-1)[1] no 1-3 (NC), 1-2 (NO) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga do terminal máx. (CA-15)[1] (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máx. (CC-1)[1] no 1-2 (NO), 1-3 (NC) (Carga resistiva)	60 V CC, 1 A
Carga do terminal máx. (CC-13)[1] (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Relé 02 (FC 302 somente) Terminal número	4-6 (freio ativado), 4-5 (freio desativado)
Carga do terminal máx. (CA-1)[1] no 4-5 (NO) (Carga resistiva)[2][3] Sobretensão cat. II	400 V CA, 2 A
Carga do terminal máx. (CA-15)[1] no 4-5 (NO) (Carga indutiva em cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máx. (CC-1)[1] no 4-5 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga do terminal máx. (CC-13)[1] no 4-5 (NO) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga do terminal máx. (CA-1)[1] no 4-6 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga do terminal máx. (CA-15)[1] no 4-6 (NC) (Carga indutiva em cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máx. (CC-1)[1] no 4-6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga do terminal máx. (CC-13)[1] no 4-6 (NC) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga do terminal mín. 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 parte 4 e 5
Os contactos 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

Desempenho do cartão de controle	
Intervalo de varredura	1 ms

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)	≤ 2 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: error ±8 rpm
Precisão de velocidade (malha fechada), dependendo da resolução do dispositivo de feedback	0-6000 rpm: error ±0,15 rpm
Precisão do controle de torque (feedback de velocidade)	erro máx. ±5% do torque nominal

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

6.2.6 Derating para a Temperatura Ambiente

6.2.6.1 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tipo A

60° AVM - Modulação por largura de pulso

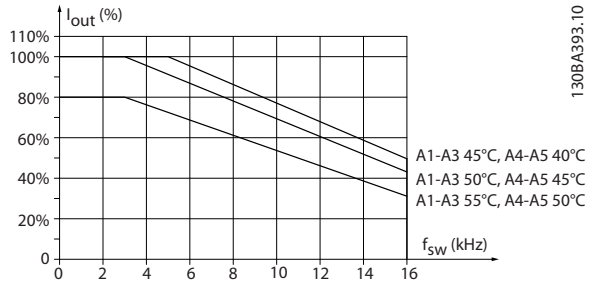


Ilustração 6.2 Derating de I_{out} para $T_{AMB, MAX}$ Diferentes para Gabinete tipo A, que usando 60° AVM

SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona da Frequência do Estator)

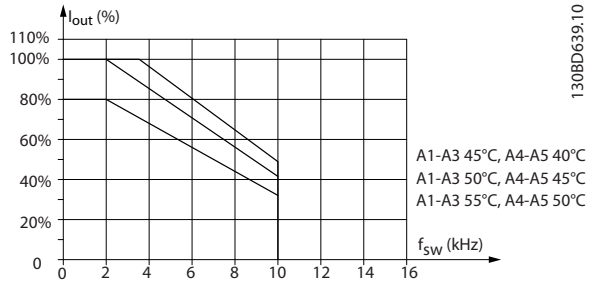


Ilustração 6.3 Derating de I_{out} para $T_{AMB, MAX}$ Diferentes para Gabinetes tipo A, que usam SFAVM

Ao utilizar somente cabo de motor de 10 m ou mais curto no gabinete metálico tipo A, será necessário menos derating. Isso se deve ao fato de o comprimento do cabo de motor ter impacto relativamente alto no derating recomendado.

60° AVM

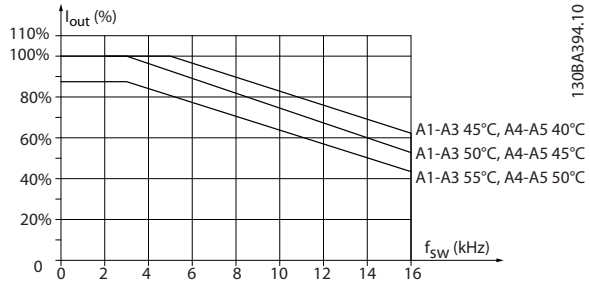


Ilustração 6.4 Derating de I_{out} para $T_{AMB, MAX}$ Diferentes, para Gabinetes tipo A, que usam 60° AVM e um cabo de motor de no máximo 10 m

SFAVM

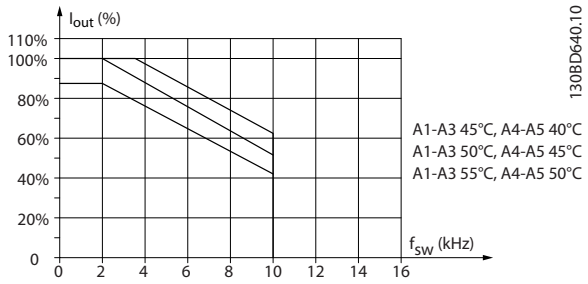


Ilustração 6.5 Derating de I_{out} para $T_{AMB, MAX}$ Diferentes, para Gabinetes tipo A, que usam SFAVM e um cabo de motor de no máximo 10 m

6.2.6.2 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tipo B

Gabinete B, T2, T4 e T5

Para o gabinete metálico tipos B e C, o derating também depende do modo de sobrecarga selecionado no *1-04 Modo Sobrecarga*

60° AVM - Modulação por largura de pulso

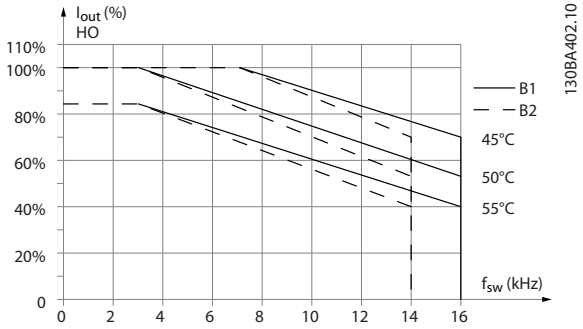


Ilustração 6.6 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos B1 e B2, utilizando 60° AVM no modo alta sobrecarga (160% de sobretorque)

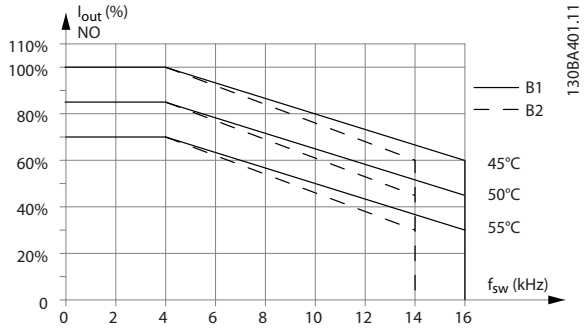


Ilustração 6.7 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos B1 e B2, utilizando 60° AVM no modo sobrecarga Normal (110% de sobretorque)

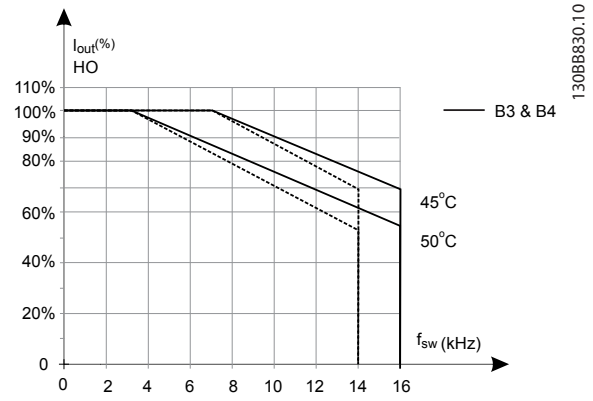


Ilustração 6.8 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos B3 e B4, utilizando 60° AVM no modo alta sobrecarga (160% de sobretorque)

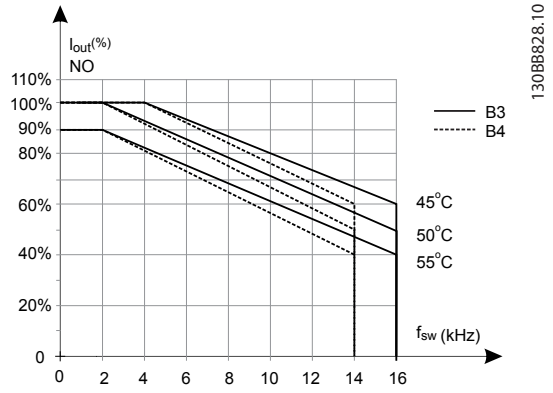


Ilustração 6.9 Derating de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos B3 e B4, utilizando 60° AVM no modo sobrecarga Normal (110% de sobretorque)

SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona da Frequência do Estator)

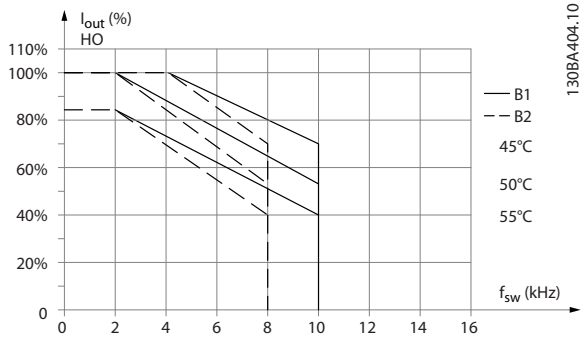


Ilustração 6.10 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos B1 e B2, usando SFAVM no modo sobrecarga alta (160% de sobretorque)

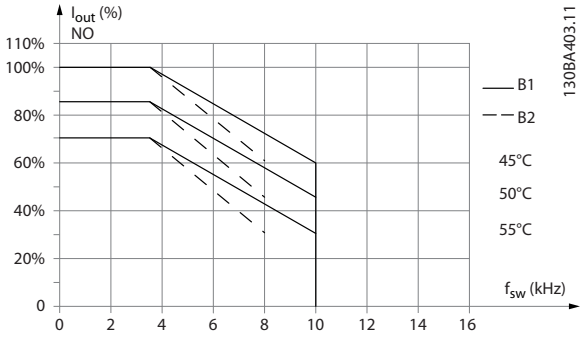


Ilustração 6.11 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos B1 e B2, usando SFAVM no modo sobrecarga Normal (110% de sobretorque)

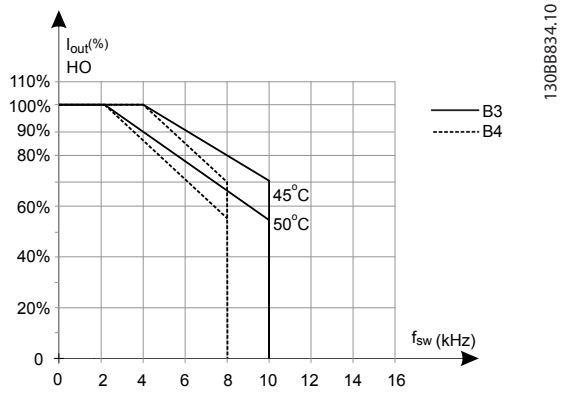


Ilustração 6.12 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos B3 e B4, usando SFAVM no modo sobrecarga alta (160% de sobretorque)

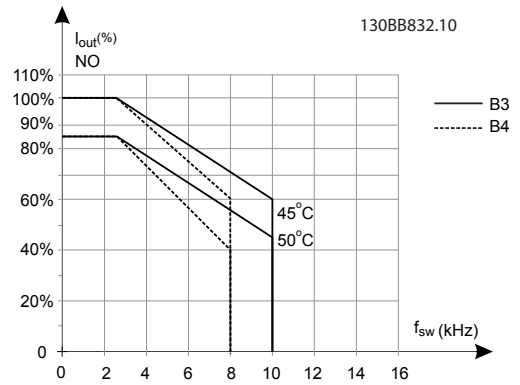


Ilustração 6.13 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos B3 e B4, usando SFAVM no modo sobrecarga Normal (110% de sobretorque)

Gabinetes metálicos B, T6
60° AVM - Modulação por largura de pulso

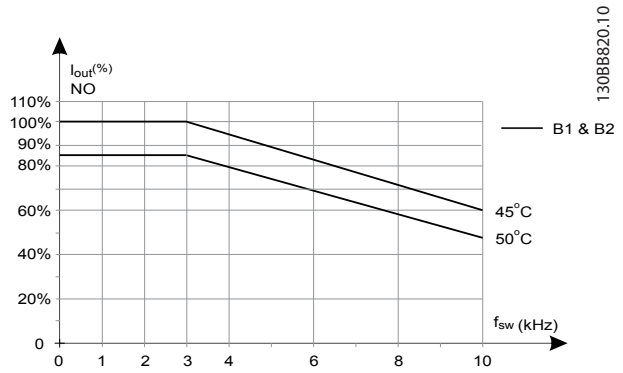


Ilustração 6.14 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tipo B, 60° AVM, NO

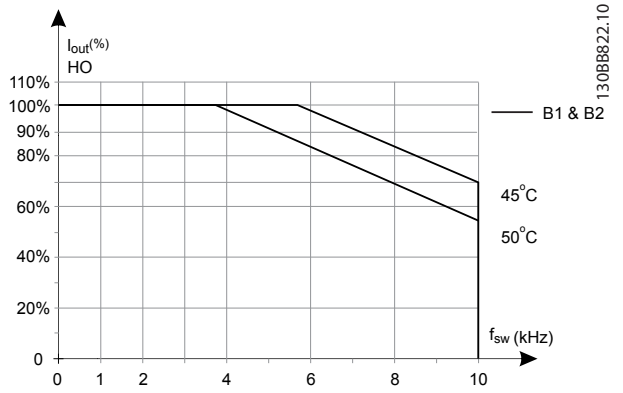


Ilustração 6.15 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tipo B, 60° AVM, HO

SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona da Frequência do Estator)

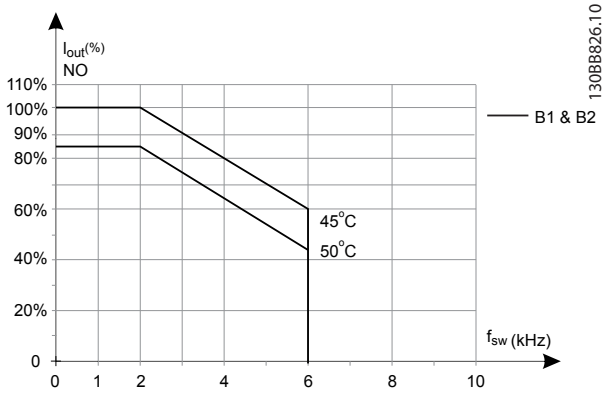


Ilustração 6.16 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tipo B; SFAVM, NO

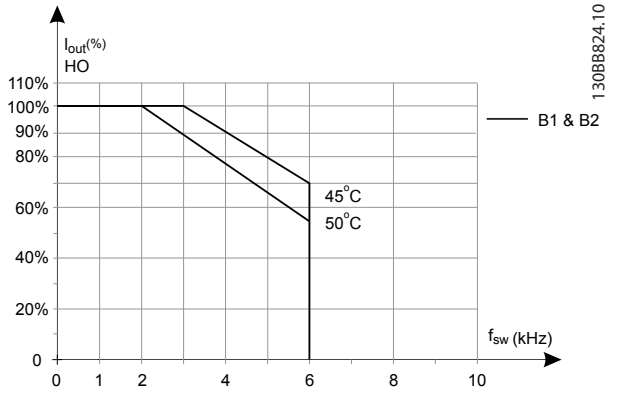


Ilustração 6.17 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tipo B; SFAVM, HO

Gabinetes metálicos B, T7
Gabinetes metálicos B2 e B4, 525-690 V
60° AVM - Modulação por largura de pulso

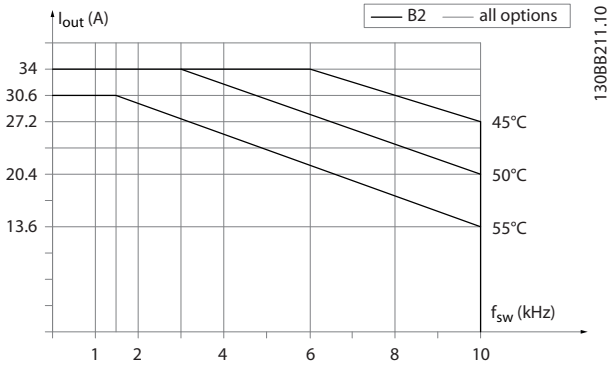


Ilustração 6.18 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tipo B2 e B4, 60º AVM. Observação: O gráfico é desenhado com a corrente como valor absoluto e é válido tanto para sobrecarga alta quanto normal.

SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona da Frequência do Estator)

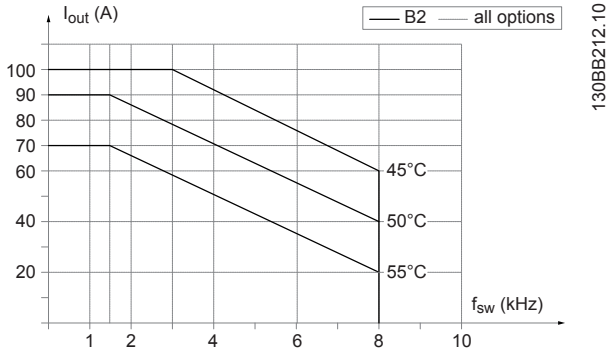


Ilustração 6.19 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tipos B2 e B4, SFAVM. Observação: O gráfico é desenhado com a corrente como valor absoluto e é válido tanto para sobrecarga alta quanto normal.

6.2.6.3 Derating para a temperatura ambiente, gabinete metálico tipo C

Gabinetes metálicos C, T2, T4 e T5
60° AVM - Modulação por largura de pulso

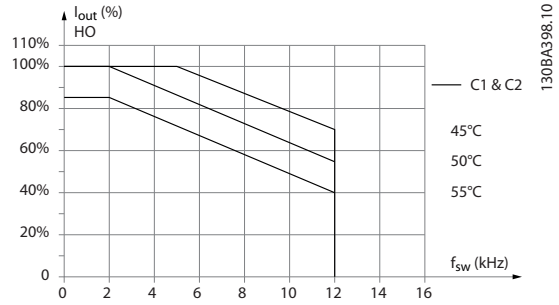


Ilustração 6.20 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos C1 e C2, utilizando 60° AVM no modo alta sobrecarga (160% de sobretorque)

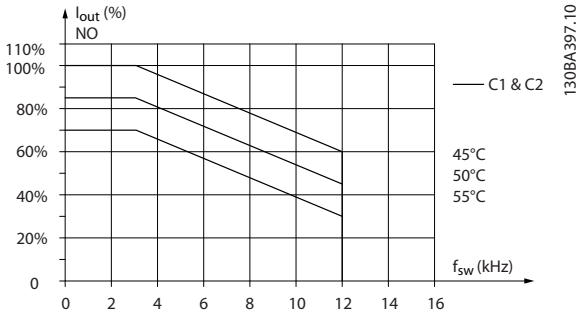


Ilustração 6.21 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos C1 e C2, utilizando 60° AVM n o modo sobrecarga Normal (110% de sobretorque)

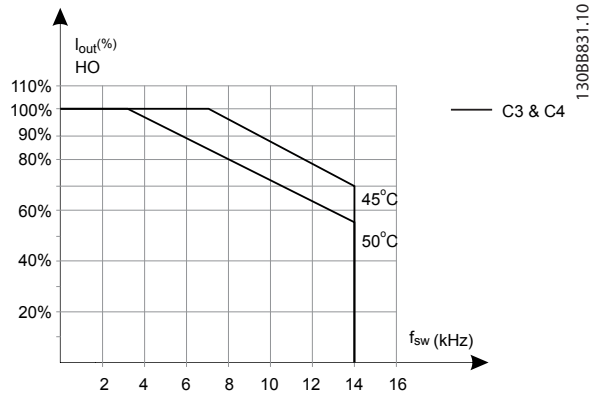


Ilustração 6.22 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos C3 e C4, utilizando 60° AVM no modo sobrecarga alta (160% de sobretorque)

6

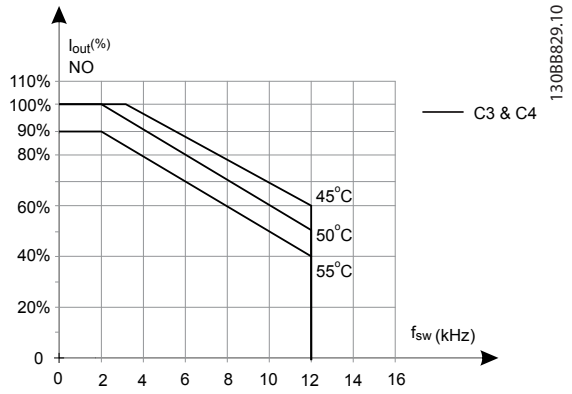


Ilustração 6.23 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos C3 e C4, utilizando 60° AVM no modo sobrecarga Normal (110% de sobretorque)

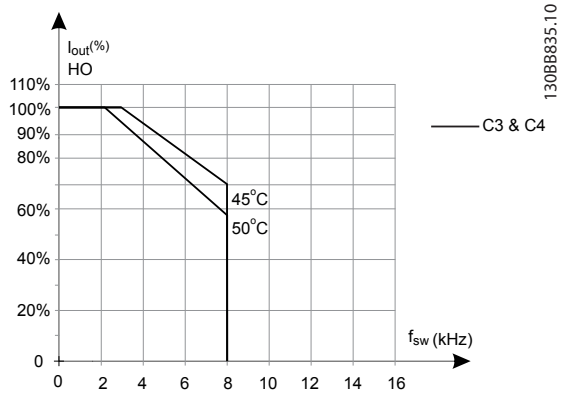


Ilustração 6.26 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos C3 e C4, usando SFAVM no modo sobrecarga alta (160% de sobretorque)

SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona da Frequência do Estator)

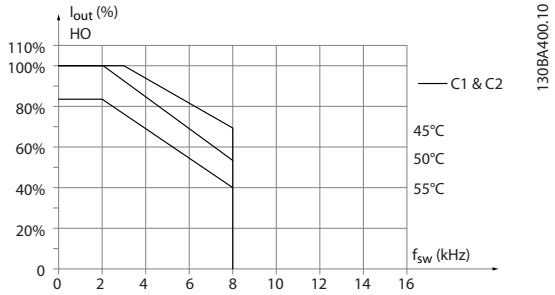


Ilustração 6.24 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos C1 e C2, usando SFAVM no modo sobrecarga alta (160% de sobretorque)

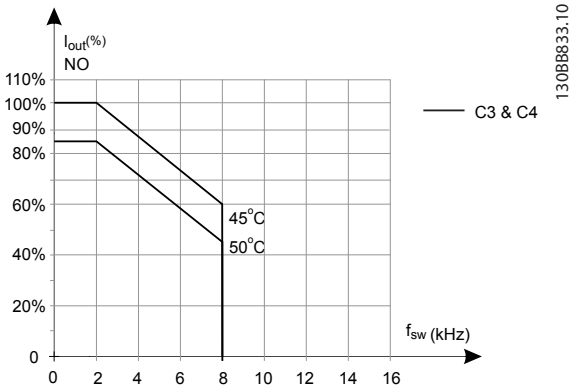


Ilustração 6.27 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos C3 e C4, usando SFAVM no modo sobrecarga Normal (110% de sobretorque)

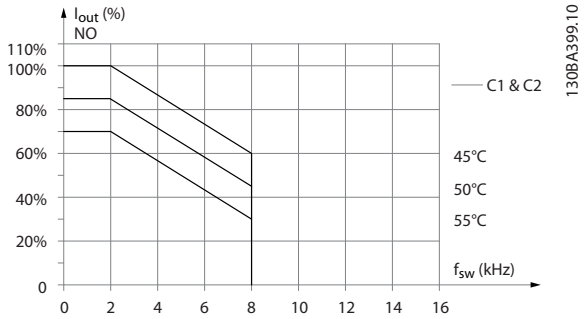


Ilustração 6.25 Derating da I_{out} para diferentes $T_{AMB, MAX}$ do gabinete metálico tipos C1 e C2, usando SFAVM no modo sobrecarga Normal (110% de sobretorque)

Gabinetes tipos C, T6
60° AVM - Modulação por largura de pulso

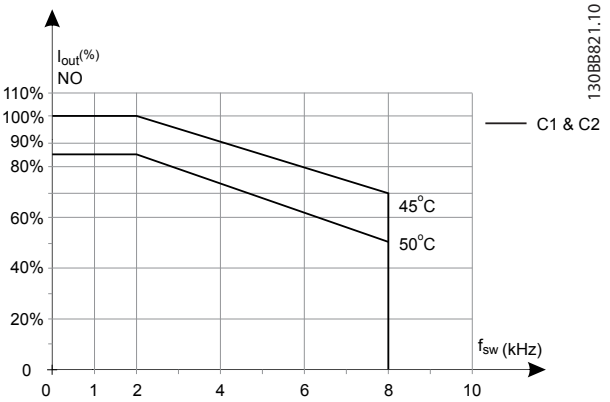


Ilustração 6.28 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tipo C, 60° AVM, NO.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

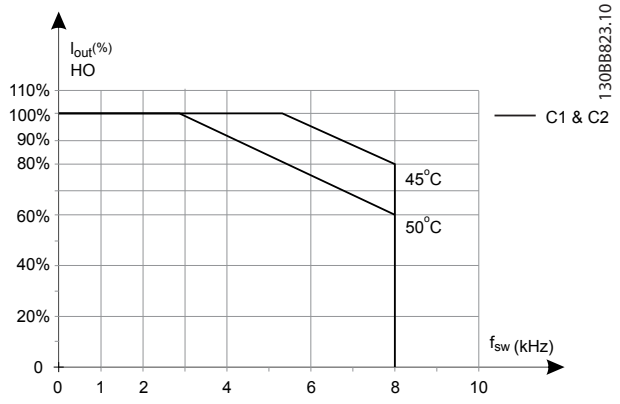


Ilustração 6.29 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tipos C, 60° AVM, HO

SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona da Frequência do Estator)

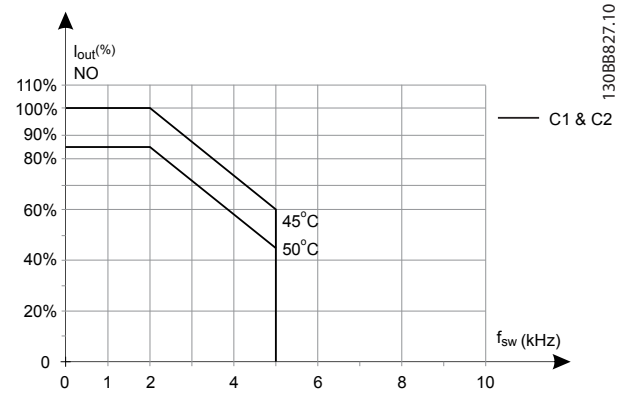


Ilustração 6.30 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tipos C; SFAVM, NO

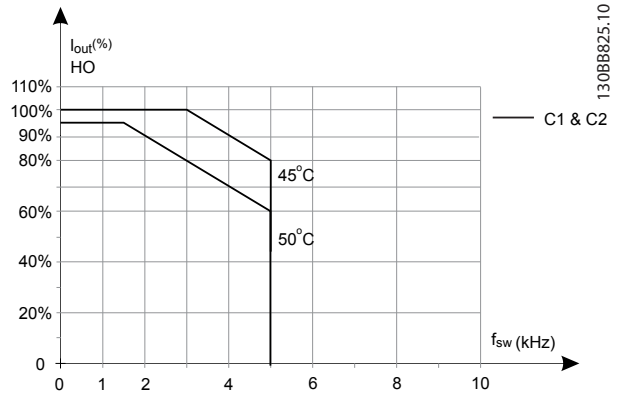


Ilustração 6.31 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para conversores de frequência de 600 V, gabinete metálico tipos C; SFAVM, HO

Gabinete metálico tipo C, T7
60° AVM - Modulação por largura de pulso

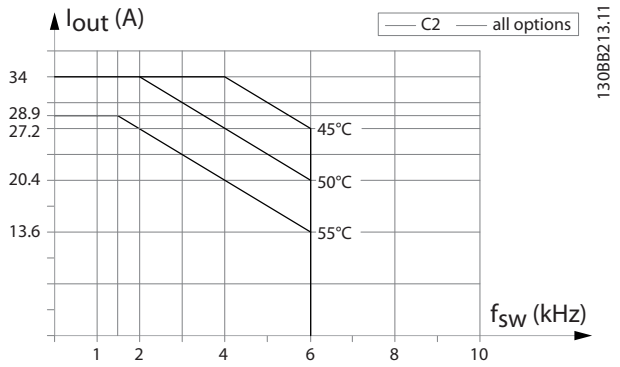


Ilustração 6.32 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tipo C2, 60º AVM. Observação: O gráfico é desenhado com a corrente como valor absoluto e é válido tanto para sobrecarga alta quanto normal.

SFAVM - Stator Frequency Asyncron Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona da Frequência do Estator)

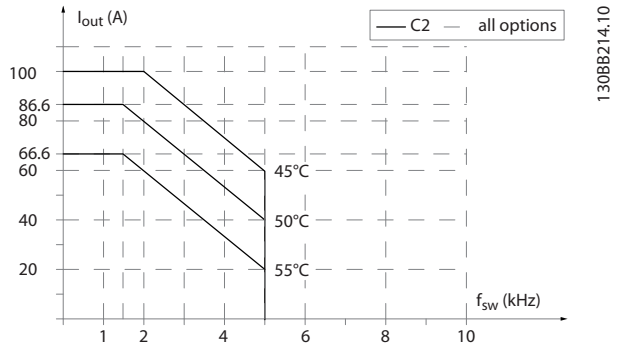


Ilustração 6.33 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tipo C2, SFAVM. Observação: O gráfico é desenhado com a corrente como valor absoluto e é válido tanto para sobrecarga alta quanto normal.

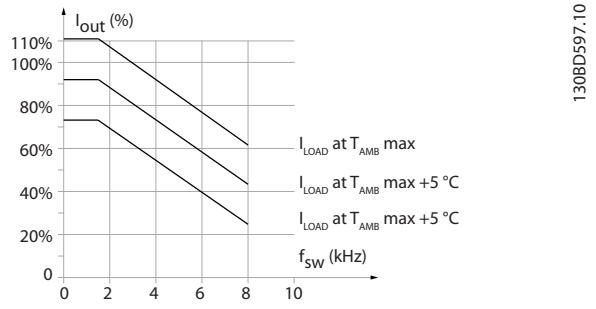


Ilustração 6.34 Derating da corrente de saída com frequência de chaveamento e temperatura ambiente para gabinete metálico tipo C3

6

6.2.7 Valores medidos para 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, é altamente recomendável instalar 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.

A tensão de pico nos terminais do motor é causada pelo chaveamento dos IGBTs. 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 (100 m).

O conversor de frequência atende a IEC 60034-25 e a IEC 60034-17 para o projeto do motor.

200-240 V (T2)

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	240	0,13	0,510	3,090
50	240	0,23		2,034
100	240	0,54	0,580	0,865
150	240	0,66	0,560	0,674

Tabela 6.13 P5K5T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,264	0,624	1,890
136	240	0,536	0,596	0,889
150	240	0,568	0,568	0,800

Tabela 6.14 P7K5T2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,802
150	240	0,708	0,587	0,663

Tabela 6.15 P11KT2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabela 6.16 P15KT2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

Tabela 6.17 P18KT2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,822
150	240	0,488	0,538	0,882

Tabela 6.18 P22KT2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabela 6.19 P30KT2

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

Tabela 6.20 P37KT2

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

380-500 V (T4)

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,640	0,690	0,862
50	480	0,470	0,985	0,985
150	480	0,760	1,045	0,947

Tabela 6.21 P1K5T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,172	0,890	4,156
50	480	0,310		2,564
150	480	0,370	1,190	1,770

Tabela 6.22 P4K0T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,04755	0,739	8,035
50	480	0,207		4,548
150	480	0,6742	1,030	2,828

Tabela 6.23 P7K5T4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabela 6.24 P11KT4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

Tabela 6.25 P15KT4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	480	0,312		2,846
100	480	0,556	1,250	1,798
150	480	0,608	1,230	1,618

Tabela 6.26 P18KT4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,288		3,083
100	480	0,492	1,230	2,000
150	480	0,468	1,190	2,034

Tabela 6.27 P22KT4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabela 6.28 P30KT4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

Tabela 6.29 P37KT4

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	480	0,256	1,230	3,847
50	480	0,328	1,200	2,957
100	480	0,456	1,200	2,127
150	480	0,960	1,150	1,052

Tabela 6.30 P45KT4

380-500 V (T5)

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabela 6.31 P55KT5

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabela 6.32 P75KT5

600 V (T6)

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tabela 6.33 P15KT6

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tabela 6.34 P30KT6

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabela 6.35 P75KT6

525-690 V (T7)

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
80	690	0,58	1,728	2369
130	690	0,93	1,824	1569
180	690	0,925	1,818	1570

Tabela 6.36 P7K5T7

Comprimento de cabo [m]	Tensão de rede [V]	Tempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
6	690	0,238	1416	4739
50	690	0,358	1764	3922
150	690	0,465	1872	3252

Tabela 6.37 P45KT7

6.2.8 Eficiência

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 se altera, mesmo que outras características U/f sejam escolhidas. 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 6.35*. Multiplique o fator neste gráfico com o fator de eficiência específico indicado em *capétulo 6.2 Especificações Gerais*

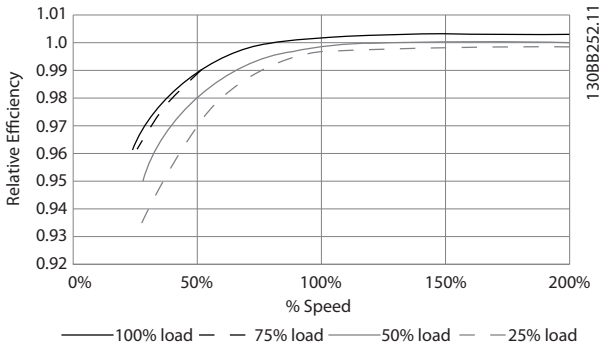


Ilustração 6.35 Curvas de Eficiência Típicas

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.

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.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

- A frequência de chaveamento não afeta a eficiência de motores pequenos. Os motores acima de 11 kW têm a sua eficiência melhorada e 1-2%. Isso se deve à forma senoidal da corrente do motor, quase perfeita, em frequências de chaveamento altas.

Eficiência do sistema
Para calcular a eficiência do sistema, a eficiência do conversor de frequência é multiplicada pela eficiência do motor.

6.2.9 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 6.38* para saber as características nominais de ruído acústico.

Tipo de gabinete metálico	50% da velocidade do ventilador [dBA]	Velocidade máxima de ventilador [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Tabela 6.38 Características nominais de ruído acústico

Os valores são medidos a 1 m da unidade.

7 Como Fazer o Pedido.

7.1 Configurador do Drive

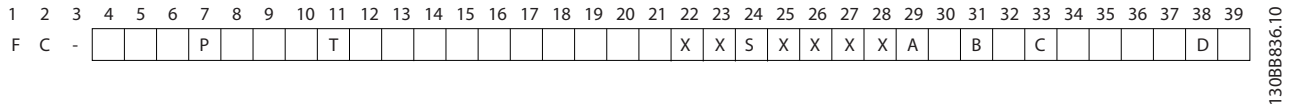


Ilustração 7.1 Exemplo de código do tipo

Configure o conversor de frequência apropriado para a aplicação certa no Configurador de Drive baseado na Internet e gere a string do código do tipo. O Configurador de Drive gera automaticamente um código de vendas com oito dígitos para ser encaminhado ao escritório de vendas local.
Além disso, também é possível estabelecer uma lista de projeto com diversos produtos e enviá-la a um representante de vendas da Danfoss.

7

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

7.1.1 Código Tipo

Um exemplo de código do tipo é:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

O significado dos caracteres na string pode ser encontrado em *Tabela 7.1* e *Tabela 7.2*. No exemplo acima, um Profibus DP V1 e um opcional de backup de 24 V estão integrados.

Descrição	Posição	Opções possíveis
Grupo de produto	1-3	FC 30x
Série do Drive	4-6	301: FC 301 302: FC 302
Valor nominal da potência	8-10	0,25-75 kW
Fases	11	Trifásico (T)
Tensão de rede	11-12	T2: 200-240 V T4: 380-480 V T5: 380-500 V T6: 525-600 V T7: 525-690 V
Gabinete Metálico	13-15	E20: IP20 E55: IP55/NEMA Tipo 12 P20: IP20 (c/ placa traseira) P21: IP21/ NEMA Tipo 1 (c/ placa traseira) P55: IP55/ NEMA Tipo 12 (c/ placa traseira) Z20: IP 20[1)] E66: IP66

Descrição	Posição	Opções possíveis
Filtro de RFI	16-17	Hx: Nenhum filtro de EMC instalado no conversor de frequência (somente para unidades de 600 V) H1: Filtro de EMC integrado. Satisfaz a EN 55011 Classe A1/B e a EN/IEC 61800-3 Categoria 1/2 H2: Sem filtro de EMC adicional. Satisfaz a EN 55011 Classe A2 e a EN/IEC 61800-3 Categoria 3 H3: H3 - Filtro de EMC integrado. Satisfaz a EN 55011 classe A1/B e a EN/IEC 61800-3 Categoria 1/2 (apenas o gabinete tipo A1)[1)] H4: Filtro de EMC integrado. Satisfaz a EN 55011 classe A1 e a EN/IEC 61800-3 Categoria 2 H5: Versões marítimas. Atendem os mesmos níveis de emissões que as versões H2
Freio	18	B: Circuito de frenagem incluso X: Circuito de frenagem não incluso T: Parada Segura Sem freio[1)] U: Parada segura, circuito de frenagem[1)]
Display.	19	G: Painel de Controle Local Gráfico (LCP) N: Painel de Controle Local Numérico (LCP) X: Sem Painel de Controle Local
Revestimento de PCB	20	C: Revestido de PCB R: Reforçado X: Não revestido de PCB
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem opcional de rede elétrica 1: Desconexão da Rede Elétrica 3: Desligamento da rede elétrica e fusível[2)] 5: Desligamento da rede elétrica, Fusível e Load Sharing[2,3)] 7: Fusível[2)] 8: Desligamento da rede elétrica e Load Sharing[3)] A: Fusível e Load Sharing[2,3)] D: Load Sharing[3)]
Adaptação	22	X: Entradas de cabo padrão O: Rosca métrica européia nas entradas de cabos (somente A4, A5, B1, B2, C1, C2) S: Entradas de cabos imperiais (somente A5, B1, B2, C1 e C2)
Adaptação	23	X: Sem adaptação
Release de software	24-27	SXXX: Release mais recente - software padrão
Idioma do software	28	X: Não usado

[1)]: FC 301/somente gabinete tipo A1

[2)] Somente para o mercado norte-americano

[3)]: Chassi A e B3 têm Load Sharing integrada por padrão

Tabela 7.1 Código do tipo de pedido do gabinete tipos A, B e C

Descrição	Posição	Opções possíveis
Opcionais A	29-30	AX: Sem opcional A A0: MCA 101 Profibus DP V1 (standard) A4: MCA 104 DeviceNet (standard) A6: MCA 105 CANOpen (standard) AN: MCA 121 Ethernet IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP AT: MCA 113 Profibus converter VLT 3000 AU: MCA 114 Profibus Converter VLT 5000 AY: MCA 123 Powerlink A8: MCA 124 EtherCAT

Descrição	Posição	Opções possíveis
Opcionais B	31-32	BX: Sem opcionais BK: Opcional de E/S de Uso Geral do MCB 101 BR: MCB 102 Opcional de encoder BU: MCB 103 Opcional de resolver BP: Opcional de relé do MCB 105 BZ: MCB 108 Interface Segura do PLC B2: MCB 112 Cartão do Termistor do PTC B4: Entrada do Sensor MCB 114 VLT B6: MCB 150 Safe Option TTL B7: MCB 151 Safe Option HTL
C0 opcionais	33-34	CX: Sem opcionais C4: MCO 305, Controlador de Movimento Programável
Opcionais C1	35	X: Sem opcionais R: MCB 113 Ext. Placa de Relé Ext. Z: MCA 140 Opcional de OEM do Modbus RTU
Software do opcional C/ opcionais E1	36-37	XX: Controlador padrão 10: MCO 350 Controle de Sincronização 11: MCO 351 Controle de Posicionamento
Opcionais D	38-39	DX: Sem opcionais D0: MCB 107 Backup 24 V CC ext.

Tabela 7.2 Código do tipo de pedido, opções

AVISO!

Para capacidades de potências sobre 75 kW, consulte a *VLT® AutomationDrive FC 300 90-1400 kW Guia de Design*.

7.1.2 Idioma

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

Pacote de Idiomas 1	Pacote de Idiomas 2	Pacote de Idiomas 3	Pacote de Idiomas 4
Inglês	Inglês	Inglês	Inglês
Alemão	Alemão	Alemão	Alemão
Francês	Chinês	Eslovaco	Espanhol
Dinamarquês	Coreano	Búlgaro	Inglês EU
Holandês	Japonês	Sérvio	Grego
Espanhol	Tailandês	Romeno	Português do Brasil
Sueco	Chinês Tradicional	Húngaro	Turco
Italiano	Indonésio	Tcheco	Polonês
Finlandês		Russo	

Tabela 7.3 Pacotes de idiomas

Para fazer pedido de conversores de frequencia com um pacote de idiomas diferente, entre em contato com o escritório de vendas local.

7.2 Códigos de Compra

7.2.1 Opcionais e Acessórios

Descrição	Código nº.	
	Sem camada de verniz	Revestido
Hardwares diversos		
Kit completo do painel do gabinete VLT® tipo A5	130B1028	
Kit completo do painel do gabinete VLT® tipo B1	130B1046	
Kit completo do painel do gabinete VLT® tipo B2	130B1047	
Kit completo do painel do gabinete VLT® tipo C1	130B1048	
Kit completo do painel do gabinete VLT® tipo C2	130B1049	
Quadro de montagem para gabinete VLT® tipo A5	130B1080	
Quadro de montagem para gabinete VLT® tipo B1	130B1081	
Quadro de montagem para gabinete VLT® tipo B2	130B1082	
Quadro de montagem para gabinete VLT® tipo C1	130B1083	
Quadro de montagem para gabinete VLT® tipo C2	130B1084	
Kit VLT® IP 21/Tipo 1, gabinete tipo A1	130B1121	
Kit VLT® IP 21/Tipo 1, gabinete tipo A2	130B1122	
Kit VLT® IP 21/Tipo 1, gabinete tipo A3	130B1123	
Kit VLT® IP 21/Tipo 1 superior, gabinete tipo A2	130B1132	
Kit VLT® IP 21/Tipo 1 superior, gabinete tipo A3	130B1133	
Placa traseira IP55/tipo12 VLT® gabinete tipo A5	130B1098	
Placa traseira IP21/Tipo 1, IP55/Tipo 12 VLT® gabinete tipo B1	130B3383	
Placa traseira IP21/Tipo 1, IP55/Tipo 12 VLT® gabinete tipo B2	130B3397	
Placa traseira IP20/Tipo 1 VLT® gabinete tipo B4	130B4172	
Placa traseira IP21/Tipo 1, IP55/Tipo 12 VLT® gabinete tipo C1	130B3910	
Placa traseira IP21/Tipo 1, IP55/Tipo 12 VLT® gabinete tipo C2	130B3911	
Placa traseira IP20/Tipo 1 VLT®, gabinete tipo C3	130B4170	
Placa traseira IP20/Tipo 1 VLT® gabinete tipo C4	130B4171	
Placa traseira IP66/Tipo 4X VLT® gabinete tipo A5	130B3242	
Placa traseira em aço inoxidável IP66/Tipo 4X VLT® gabinete tipo B1	130B3434	
Placa traseira em aço inoxidável IP66/Tipo 4X VLT® gabinete tipo B2	130B3465	
Placa traseira em aço inoxidável IP66/Tipo 4X VLT® gabinete tipo C1	130B3468	
Placa traseira em aço inoxidável IP66/Tipo 4X VLT® gabinete tipo C2	130B3491	
Conector Profibus Adaptador Sub-D9 VLT®	130B1112	
Kit da placa da tela do Profibus para o IP20, gabinete metálico tipos A1, A2 e A3	130B0524	
Bloco dos terminais para a conexão de barramento CC em gabinete tipos A2/A3	130B1064	
Parafusar terminais VLT®	130B1116	
Extensão USB com cabo de 350 mm VLT®	130B1155	
Extensão USB, cabo de 650 mm VLT®	130B1156	
Estrutura traseira A2 VLT® 1 para resistor do freio	175U0085	
Estrutura traseira A3 VLT® para 1 resistor do freio	175U0088	
Estrutura traseira A2 VLT® para 2 resistores do freio	175U0087	
Traseira A3 VLT® para 2 resistores do freio	175U0086	
Painel de Controle Local		
Painel de controle local numérico LCP 101 VLT®	130B1124	
Painel de controle local gráfico LCP 102 VLT®	130B1107	
Cabo para LCP 2, 3 m VLT®	175Z0929	
Kit de montagem do painel para todos os tipos LCP VLT®	130B1170	

Descrição	Código nº.	
	Sem camada de verniz	Revestido
Kit de montagem do painel, LCP gráfico VLT®	130B1113	
Kit de montagem do painel, LCP numérico VLT®	130B1114	
Kit de montagem do LCP, sem LC VLT®	130B1117	
Tampa cega do kit de montagem do LCP IP55/66, 8 m VLT®	130B1129	
Painel de controle do LCP 102, gráfico VLT®	130B1078	
Cobertura cega, com logotipo Danfoss IP55/66 VLT®	130B1077	
Opcionais para o slot A		
Profibus DP V1 MCA 101 VLT®	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
CAN Aberto MCA 105 VLT®	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	130B1245	
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114		130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
POWERLINK	130B1489	130B1490
EtherCAT	130B5546	130B5646
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
Opcionais para o slot B		
E/S de uso geral VLT® MCB 101	130B1125	130B1212
Entrada do encoder VLT® MCB 102	130B1115	130B1203
Entrada do resolver VLT® MCB 103	130B1127	130B1227
Opcional do relé VLT® MCB 105	130B1110	130B1210
E/S do PLC segura VLT® MCB 108	130B1120	130B1220
Cartão do Termistor do PTC VLT® MCB 112		130B1137
VLT® Safe Option MCB 140	130B6443	
VLT® Safe Option MCB 141	130B6447	
VLT® Safe option MCB 150		130B3280
VLT® Safe option MCB 151		130B3290
Kits de montagem para opcionais C		
Kit de montagem para opcional C, 40 mm VLT® gabinete tipos A2/A3	130B7530	
Kit de montagem para opcional C, 60 mm VLT® gabinete tipos A2/A3	130B7531	
Kit de montagem para opcional C VLT® gabinete tipo A5	130B7532	
Kit de montagem para opcional C VLT® gabinete tipos B/C/D/E/F (exceto B3)	130B7533	
Kit de montagem para opcional C, 40 mm VLT® gabinete tipo B3	130B1413	
Kit de montagem para opcional C, 60 mm VLT® gabinete tipo B3	130B1414	
Opcionais para o Slot C		
VLT® Motion Control MCO 305	130B1134	130B1234
Contr.de sincronização VLT® MCO 350	130B1152	130B1252
Posição VLT®. Controlador MCO 351	130B1153	120B1253
Controlador de Bobinador Central	130B1165	130B1166
Cartão de Relé Estendido VLT® MCB 113	130B1164	130B1264
Adaptador do opcional C VLT® MCF 106		130B1230
Opcional para o Slot D		
Alimentação de 24 V CC VLT® MCB 107	130B1108	130B1208
VLT® EtherNet/IP MCA 121	175N2584	
Kit do monitor de corrente de fuga VLT® gabinete tipos A2/A3	130B5645	
Kit do monitor de corrente de fuga VLT® gabinete tipo B3	130B5764	

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Descrição	Código nº.	
	Sem camada de verniz	Revestido
Kit do monitor de corrente de fuga VLT® gabinete tipo B4	130B5765	
Kit do monitor de corrente de fuga VLT® gabinete tipo C3	130B6226	
Kit do monitor de corrente de fuga VLT® gabinete tipo C4	130B5647	
Software de PC		
Ferramenta de controle de movimento VLT® MCT 10, 1 licença	130B1000	
Ferramenta de controle de movimento VLT® MCT 10, 5 licenças	130B1001	
Ferramenta de controle de movimento VLT® MCT 10, 10 licenças	130B1002	
Ferramenta de controle de movimento VLT® MCT 10, 25 licenças	130B1003	
Ferramenta de controle de movimento VLT® MCT 10, 50 licenças	130B1004	
Ferramenta de controle de movimento VLT® MCT 10, 100 licenças	130B1005	
Ferramenta de controle de movimento VLT® MCT 10, >100 licenças	130B1006	
Os opcionais podem ser encomendados como opcionais instalados na fábrica, consulte as informações sobre pedidos, *capétulo 7.1 Configurador do Drive*.		

Tabela 7.4 Números do pedido para opcionais e acessórios

7.2.2 Peças de Reposição

Consulte a loja VLT ou o configurador para peças de reposição disponíveis para sua especificação *VLTShop.danfoss.com*.

7.2.3 Sacolas de Acessórios

Tipo	Descrição	Código nº.
Sacolas de Acessórios		
Sacola de acessórios A1	Sacola de acessórios, gabinete metálico tipo A1	130B1021
Sacola de acessórios A2/A3	Sacola de acessórios, gabinete tipo A2/A3	130B1022
Sacola de acessórios A5	Sacola de acessórios, gabinete tipo A5	130B1023
Sacola de acessórios A1-A5	Sacola de acessórios, gabinete tipo A1-A5 Conector do freio e do Load Sharing	130B0633
Sacola de acessórios B1	Sacola de acessórios, gabinete tipo B1	130B2060
Sacola de acessórios B2	Sacola de acessórios, gabinete tipo B2	130B2061
Sacola de acessórios B3	Sacola de acessórios, gabinete tipo B3	130B0980
Sacola de acessórios B4	Sacola de acessórios, gabinete tipo B4,18,5-22 kW	130B1300
Sacola de acessórios B4	Sacola de acessórios, gabinete tipo B4, 30 kW	130B1301
Sacola de acessórios C1	Sacola de acessórios, gabinete tipo C1	130B0046
Sacola de acessórios C2	Sacola de acessórios, gabinete tipo C2	130B0047
Sacola de acessórios C3	Sacola de acessórios, gabinete tipo C3	130B0981
Sacola de acessórios C4	Sacola de acessórios, gabinete tipo C4, 55 kW	130B0982
Sacola de acessórios C4	Sacola de acessórios, gabinete tipo C4, 75 kW	130B0983

Tabela 7.5 Códigos de compra de sacolas de acessórios

7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301

T2, Frenagem horizontal, 10% ciclo útil

FC 301				Frenagem horizontal, 10% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss				Seção transv-ersal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	166	188,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	121	138,4	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	29,1	32,3	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	25,9	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabela 7.6 T2, Frenagem horizontal, 10% ciclo útil

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

FC 301				Frenagem vertical, 40% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss				Seção transversal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	166	188,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	121	138,4	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	29,1	32,3	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	25,9	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17.000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabela 7.7 T2, Frenagem vertical, 40% ciclo útil

FC 301				Frenagem horizontal, 10% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss				Seção transversal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	620	749,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	485	547,6	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	329	365,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,5	240	263,0	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	2,2	161	176,5	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	3	117	127,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	4	86,9	94,6	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	5,5	62,5	68,2	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	7,5	45,3	49,6	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	11	34,9	38,0	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	15	25,3	27,7	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	22	16,9	18,7	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	30	13,2	14,5	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	37	10,6	11,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	45	8,7	9,6	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	55	6,6	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	75	4,2	5,7	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabela 7.8 T4, Frenagem horizontal 10% ciclo útil

FC 301				Frenagem vertical, 40% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss				Seção transversal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20		
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	620	749,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	0,75	485	547,6	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,1	329	365,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	1,5	240	263,0	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	2,2	161	176,5	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	3	117	127,9	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	4	86,9	94,6	110	1.700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	5,5	62,5	68,2	80	2.200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	7,5	45,3	49,6	56	3.200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	11	34,9	38,0	38	5.000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	15	25,3	27,7	28	6.000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	8.000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	22	16,9	18,7	19	10.000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	30	13,2	14,5	14	14.000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	37	10,6	11,7	12	17.000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	45	8,7	9,6	9,5	21.000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	55	6,6	7,8	7,0	26.000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	75	4,2	5,7	5,5	36.000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabela 7.9 T4, Frenagem vertical, 40% ciclo útil

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

7.2.5 Resistores de frenagem para FC 302

FC 302				Frenagem horizontal, 10% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss				Seção transversal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	188	215,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	130	158,1	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	31,5	37,0	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	29,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	14,7
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1.700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2.200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2.800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3.200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabela 7.10 T2, Frenagem horizontal, 10% ciclo útil

FC 302				Frenagem vertical, 40% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss				Seção transversal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20		
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	188	215,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	130	158,1	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	31,5	37,0	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	29,7	27	1.400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2.200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9,0	5.500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6.000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8.000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9.000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14.000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17.000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabela 7.11 T2, Frenagem vertical, 40% ciclo útil

FC 302				Frenagem horizontal, 10% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss					
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20	Seção transv-ersal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T5	0,55	620	928,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,75	558	678,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T5	1,1	382	452,5	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T5	1,5	260	325,9	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T5	2,2	189	218,6	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T5	3	135	158,5	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T5	4	99,0	117,2	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T5	5,5	72,0	84,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T5	7,5	50,0	61,4	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T5	11	36,0	41,2	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T5	15	27,0	30,0	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T5	22	18,0	20,3	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T5	30	13,4	15,8	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T5	37	10,8	12,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T5	45	8,8	10,4	9,5	4.200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T5	55	6,5	8,5	7,0	5.500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T5	75	4,2	6,2	5,5	7.000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabela 7.12 T5, Frenagem horizontal 10% ciclo útil

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

FC 302				Frenagem vertical, 40% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss					
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20	Seção transv-ersal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,55	620	928,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T5	0,75	558	678,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T5	1,1	382	452,5	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T5	1,5	260	325,9	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T5	2,2	189	218,6	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T5	3	135	158,5	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T5	4	99,0	117,2	110	1.700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T5	5,5	72,0	84,4	80	2.200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T5	7,5	50,0	61,4	56	3.200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T5	11	36,0	41,2	38	5.000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T5	15	27,0	30,0	28	6.000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	8.000	-	-	-	175u3238	4	19
T5	22	18,0	20,3	19	10.000	-	-	-	175u3203	4	23
T5	30	13,4	15,8	14	14.000	-	-	-	175u3206	10	32
T5	37	10,8	12,7	12	17.000	-	-	-	175u3210	10	38
T5	45	8,8	10,4	9,5	21.000	-	-	-	175u3213	16	47
T5	55	6,5	8,5	7,0	26.000	-	-	-	175u3216	25	61
T5	75	4,2	6,2	5,5	36.000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabela 7.13 T5, Frenagem vertical, 40% ciclo útil

FC 302				Frenagem horizontal, 10% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss					
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20	Seção transv-ersal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,1	550	611,3	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	380	441,9	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	2,2	260	296,4	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	3	189	214,8	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	4	135	159,2	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	5,5	99,0	114,5	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	7,5	69,0	83,2	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	11	48,6	56,1	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	15	35,1	40,8	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	18,5	27,0	32,9	31	1.700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	22	22,5	27,6	27	2.200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	30	17,1	21,4	19	2.800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	37	13,5	17,3	14	3.200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	45	10,8	14,2	13,5	4.200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	55	8,8	11,6	11	5.500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	75	6,6	8,4	7,0	7.000	-	-	-	175u3245	10	32

Tabela 7.14 T6, Frenagem horizontal, 10% ciclo útil

FC 302				Frenagem vertical, 40% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss					
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20	Seção transv-ersal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,1	550	611,3	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	1,5	380	441,9	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	2,2	260	296,4	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	3	189	214,8	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	4	135	159,2	145	1.700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	5,5	99,0	114,5	100	2.200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	7,5	69,0	83,2	72	3.200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	11	48,6	56,1	52	5.500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	15	35,1	40,8	38	6.000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	18,5	27,0	32,9	31	8.000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	22	22,5	27,6	27	10.000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	30	17,1	21,4	19	14.000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	37	13,5	17,3	14	17.000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	45	10,8	14,2	13,5	21.000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	55	8,8	11,6	11	26.000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	75	6,6	8,4	7,0	30.000	-	-	-	175u3241	35	66

Tabela 7.15 T6, Frenagem vertical, 40% ciclo útil

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

FC 302				Frenagem vertical, 40% ciclo útil							
Dados do conversor de frequência				Dados do resistor de frenagem						Instalação	
						Número da peça Danfoss					
Tipo de rede elétrica	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br.nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Fio IP54	Parafuse o terminal IP21	Parafuse o terminal IP65	Bolt connection IP20	Seção transv-ersal do cabo [mm²]	Relé térmico [A]
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1.130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1.700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2.200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3.200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	69,7	76,2	72	4.200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	15	46,8	55,5	52	6.000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	18,5	36,0	44,7	42	8.000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	22	29,0	37,5	31	10.000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	30	22,5	29,1	27	14.000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	37	18,0	23,5	22	17.000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	45	13,5	19,3	15,5	21.000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	55	13,5	15,7	13,5	26.000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	75	8,8	11,5	11	36.000	-	-	-	175u3212	25	57

Tabela 7.16 T7, Frenagem vertical, 40% ciclo útil

Frenagem horizontal: Ciclo útil de 10% e máximo de 120 taxas de repetição em conformidade com o perfil do freio de referência. A potência média corresponde a 6%.

Frenagem vertical: Ciclo útil de 40% e máximo de 120 taxas de repetição em conformidade com o perfil do freio de referência. A potência média corresponde a 27%.

Seção transversal do cabo: Valor mínimo recomendado baseado em cabo de cobre com isolamento de PVC, 30 °C de temperatura ambiente com dissipação normal de calor.

Todo o cabeamento deve estar em conformidade com as normas nacionais e locais sobre seções transversais de cabo e temperatura ambiente.

Relé térmico: Ajuste da corrente de frenagem do relé térmico externo. Todos os resistores possuem um interruptor de relé térmico integrado N.C.

O IP54 é com cabo não blindado fixo de 1.000 mm. Montagem vertical e horizontal. Derating necessário pela montagem horizontal.

IP21 e IP65 são com terminal de parafuso para o final do cabo. Montagem vertical e horizontal. Derating necessário pela montagem horizontal.

O IP20 é com conexão de parafuso para o final do cabo. Montagem no piso.

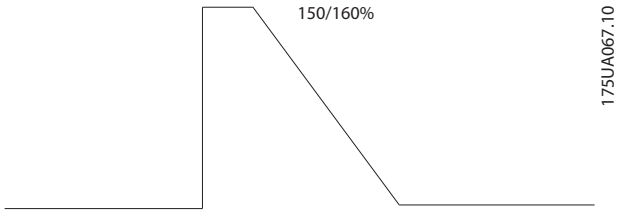


Ilustração 7.2 Cargas horizontais

Ilustração 7.3 Cargas verticais

7.2.6 Outros resistor de frenagem Flat Pack

				Flat pack IP65 para transportadores horizontais		
FC 301	**P_m**	**R_{min}**	**$R_{br,\ nom}$**	**R_{rec} por item**	**Ciclo útil**	**Código n°.**
T2	**[kW]**	**[Ω]**	**[Ω]**	**[Ω//W]**	**[%]**	**175Uxxxx**
PK25	0,25	368	416	430/100	40	1002
PK37	0,37	248	281	330/100 ou 310/200	27 ou 55	1003 ou 0984
PK55	0,55	166	189	220/100 ou 210/200	20 ou 37	1004 ou 0987
PK75	0,75	121	138	150/100 ou 150/200	14 ou 27	1005 ou 0989
P1K1	1,1	81,0	92	100/100 ou 100/200	10 ou 19	1006 ou 0991
P1K5	1,5	58,5	66,5	72/200	14	0992
P2K2	2,2	40,2	44,6	50/200	10	0993
P3K0	3	29,1	32,3	35/200 ou 72/200	7 14	0994 ou 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	25,9	60/200	11	2 x 0996

Tabela 7.17 Outros Flat Packs para conversor de frequência com alimentação de rede elétrica
FC 301 Rede elétrica: 200-240 V (T2)

7

				Flat pack IP65 para transportadores horizontais		
FC 302	**P_m**	**R_{min}**	**$R_{br.\ nom}$**	**R_{rec} por item**	**Ciclo útil**	**Código n°.**
T2	**[kW]**	**[Ω]**	**[Ω]**	**[Ω/W]**	**[%]**	**175Uxxxx**
PK25	0,25	380	475	430/100	40	1002
PK37	0,37	275	321	330/100 ou 310/200	27 ou 55	1003 ou 0984
PK55	0,55	188	216	220/100 ou 210/200	20 ou 37	1004 ou 0987
PK75	0,75	130	158	150/100 ou 150/200	14 ou 27	1005 ou 0989
P1K1	1,1	81,0	105,1	100/100 ou 100/200	10 ou 19	1006 ou 0991
P1K5	1,5	58,5	76,0	72/200	14	0992
P2K2	2,2	45,0	51,0	50/200	10	0993
P3K0	3	31,5	37,0	35/200 ou 72/200	7 ou 14	0994 ou 2 x 0992
P3K7	3,7	22,5	29,7	60/200	11	2 x 0996

Tabela 7.18 Outros Flat Packs para conversor de frequência com alimentação de rede elétrica
FC 302 Rede elétrica: 200-240 V (T2)

				Flat pack IP65 para transportadores horizontais		
FC 301	**P_m**	**R_{min}**	**$R_{br.\ nom}$**	**R_{rec} por item**	**Ciclo útil**	**Código n°.**
T4	**[kW]**	**[Ω]**	**[Ω]**	**[Ω/W]**	**[%]**	**175Uxxxx**
PK37	0,37	620	1121	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	750	830/100	20	1000
PK75	0,75	485	548	620/100 ou 620/200	14 ou 27	1001 ou 0982
P1K1	1,1	329	365	430/100 ou 430/200	10 ou 20	1002 ou 0983
P1K5	1,5	240,0	263,0	310/200	14	0984
P2K2	2,2	161,0	176,5	210/200	10	0987
P3K0	3	117,0	127,9	150/200 ou 300/200	7 ou 14	0989 ou 2 x 0985
P4K0	4	87	95	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	63	68	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	45	50	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	34,9	38,0	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	25,3	27,7	72/240	4	2 x 0091

Tabela 7.19 Outros Flat Packs para conversor de frequência com alimentação de rede elétrica
FC 301 Rede elétrica: 380-480 V (T4)

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br.\ nom}$	Flat pack IP65 para transportadores horizontais		
				R_{rec} por item	Ciclo útil	Código n°.
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1389	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	929	830/100	20	1000
PK75	0,75	558	678	620/100 ou 620/200	14 ou 27	1001 ou 0982
P1K1	1,1	382	453	430/100 ou 430/200	10 ou 20	1002 ou 0983
P1K5	1,5	260,0	325,9	310/200	14	0984
P2K2	2,2	189,0	218,6	210/200	10	0987
P3K0	3	135,0	158,5	150/200 ou 300/200	7 ou 14	0989 ou 2 x 0985
P4K0	4	99	117	240/200	10	2 x 0986
P5K5	5,5	72	84	160/200	8	2 x 0988
P7K5	7,5	50	61	130/200	6	2 x 0990
P11K	11	36,0	41,2	80/240	5	2 x 0090
P15K	15	27,0	30,0	72/240	4	2 x 0091

Tabela 7.20 Outros Flat Packs para conversor de frequência com alimentação de rede elétrica FC 302 Rede elétrica: 380-500 V (T5)

O IP65 é um tipo de flat pack com cabo fixo.

7.2.7 Filtros de Harmônicas

Os Filtros de harmônicas são utilizados para reduzir as frequências harmônicas de rede elétrica.

- AHF 010: 10% de distorção de corrente
- AHF 005: 5% de 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 de corrente e de potência		Motor típico	Características nominais de corrente do filtro	N°. para pedido AHF 005		N°. para pedido AHF 010	
			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
P11K	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
P15K	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
P18K	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
P22K	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
P30K	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
P37K	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
P45K	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
P55K	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
P75K	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207

Tabela 7.21 Filtros de harmônicas para 380-415 V, 50 Hz

Características nominais de corrente e de potência		Motor típico	Características nominais de corrente do filtro	N°. para pedido AHF 005		N°. para pedido AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
P11K	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
P15K	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
P18K	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
P22K	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
P30K	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
P37K	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
P45K	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
P55K	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
P75K	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498

Tabela 7.22 Filtros de harmônicas para 380-415 V, 60 Hz

Características nominais de corrente e de potência		Motor típico	Características nominais de corrente do filtro	N°. para pedido AHF 005		N°. para pedido AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1-7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
P5K5-P7K5	9,9+13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
P11K	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
P15K	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
P18K	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
P22K	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
P30K	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
P37K	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
P45K	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
P55K	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
P75K	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494

Tabela 7.23 Filtros de harmônicas para 440-480 V, 60 Hz

Características nominais de corrente e de potência		Motor típico	Características nominais de corrente do filtro	N°. para pedido AHF 005		N°. para pedido AHF 010	
			60 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
P15K	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
P18K	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P22K	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P30K	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
P37K	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
P45K	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
P55K	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
P75K	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220

Tabela 7.24 Filtros de harmônicas para 600 V, 60 Hz

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Características nominais de corrente e de potência		Motor típico	Características nominais de potência e de corrente		Motor típico	Características nominais de corrente do filtro	N°. para pedido AHF 005		N°. para pedido AHF 010	
500-550 V			551-690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
P15K	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
P18K	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
P22K	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
P30K	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
P37K	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
P45K	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
P55K	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
P75K	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288

Tabela 7.25 Filtros de harmônicas para 500-690 V, 50 Hz

7.2.8 Filtros de Onda Senoidal

Características nominais de potência e de corrente do conversor de frequência						Características nominais de corrente do filtro			frequência de chavea-mento	Código n°.	
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]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	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 7.26 Filtros de onda senoidal para conversor de frequência com 380-500 V

*[1)] Números para pedido marcados com * são IP23.*

Características nominais de potência e de corrente do conversor de frequência						Características nominais de corrente do filtro			frequência de chavea-mento	Código n°.	
525-600 V		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		
0,75	1,7	1,1	1,6	-	-	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2								
1,5	2,7	2,2	3,2								
2,2	3,9	3,0	4,5								
3	4,9	4,0	5,5	-	-	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5								
5,5	9	7,5	10								
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 7.27 Filtros de onda senoidal para conversores de frequência com 525-690 V

*[1)] Números para pedido marcados com * são IP23.*

Parâmetro	Configuração
14-00 Padrão de Chaveamento	[1] SFAVM
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 mais baixa que a especificada pelo filtro individual
14-55 Filtro Saída	[2] Filtro de Onda Senoidal Fixo
14-56 Capacitância do Filtro Saída	Configurar de acordo com o filtro individual. Indicado na etiqueta de produto do filtro e no manual do filtro de saída (somente necessário para operação FLUX)
14-57 Indutância do Filtro de Saída	Configurar de acordo com o filtro individual. Indicado na etiqueta de produto do filtro e no manual do filtro de saída (somente necessário para operação FLUX)

Tabela 7.28 Programação dos parâmetros para operação de filtro de onda senoidal

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

7.2.9 Filtros dU/dt

Características nominais do conversor de frequência [V]										Características nominais de corrente do filtro [V]				Código n°.		
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*	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	103B2841	103B2842	103B2843
-	-							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	-	-	-	-	-	-	-	-							

* Gabinetes tipos dedicado A3 suportando montagem em piso e montagem no estilo livro. Conexão de cabo blindado fixo para o conversor de frequência.

Tabela 7.29 Filtros dU/dt para 200-690 V

Parâmetro	Configuração
14-01 Freqüência de Chaveamento	A operação da frequência de chaveamento maior que a especificada pelo filtro individual não é recomendável
14-55 Filtro Saída	[0] Sem filtro
14-56 Capacitância do Filtro Saída	Não usado
14-57 Indutância do Filtro de Saída	Não usado

Tabela 7.30 Programação do parâmetro para operação do filtro dUdt

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

8 Instalação Mecânica

8.1 Segurança

Consulte *capétulo 2 Segurança* para instruções de segurança gerais.

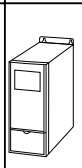
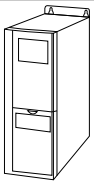
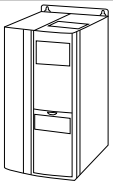
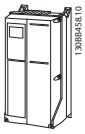
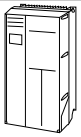
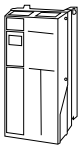
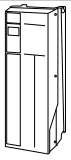
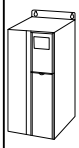
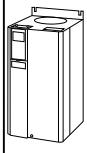
⚠ADVERTÊNCIA

Esteja atento aos requisitos que se aplicam à integração e ao kit de montagem em campo. Observe as informações na lista para evitar ferimentos graves ou dano a equipamento, especialmente na instalação de unidades grandes.

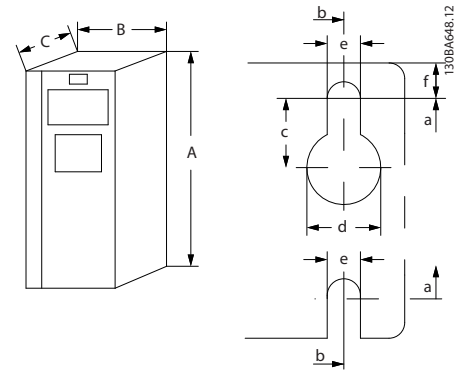
AVISO!

O conversor de frequência é refrigerado pela circulação do ar.
Para proteger a unidade contra superaquecimento,
deve-se garantir que a temperatura ambiente NÃO ultrapasse a temperatura máxima definida para o conversor de frequência e que a média de temperatura de 24 horas não seja excedida. Localize a temperatura máxima em *capétulo 6.2.3 Condições ambiente*. A temperatura média de 24 horas é 5 ºC abaixo da temperatura máxima.

8.2 Dimensões Mecânicas

Tipo de Gabinete Metálico			A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4
Power [kW]	200-240 V		0,25–1,5	0.25-2.2		3-3,7		0.25-2.2	0.25-3.7	5.5-7.5	11	5.5-7.5	11-15
	380-480/500 V		0.37-1.5	0.37-4.0		5.5-7.5		0,37-4	0.37-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-600 V					0.75-7.5			0.75-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-690 V					1.1-7.5					11-22		11-30
Ilustrações													
IP			20	20	21	20	21	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA			Chassi	Chassi	Tipo 1	Chassi	Tipo 1	Type 12/4X	Type 12/4X	Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Chassi	Chassi
Altura [mm]													
Altura da placa traseira		A	200	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520
Altura com a placa de desaco-plamento para cabos de Fieldbus		A	316	374	-	374	-	-	-	-	-	420	595
Distância entre a furação de montagem		a	190	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495

Tipo de Gabinete Metálico			A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4
Power [kW]	200-240 V		0,25–1,5	0.25-2.2		3-3,7		0.25-2.2	0.25-3.7	5.5-7.5	11	5.5-7.5	11-15
	380-480/500 V		0.37-1.5	0.37-4.0		5.5-7.5		0,37-4	0.37-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-600 V					0.75-7.5			0.75-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-690 V					1.1-7.5					11-22		11-30
Largura [mm]													
Largura da placa traseira		B	75	90	90	130	130	200	242	242	242	165	230
Largura da placa traseira com um opcional C		B	-	130	130	170	170	-	242	242	242	205	230
Largura da placa traseira com dois opcionais C		B	-	150	150	190	190	-	242	242	242	225	230
Distância entre a furação de montagem		b	60	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200
Profundidade [mm]													
Profundidade sem opcionais A/B		C	207	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242
Com opcionais A/B		C	222	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242
Furos para parafusos [mm]													
		c	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,25	8,25	12	12	8	-
		d	ø8	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	-
		e	ø5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø6,5	ø9	ø9	6,8	8,5
		f	5	9	9	6,5	6,5	6	9	9	9	7,9	15
Peso máx. [kg]			2,7	4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	13.5/14.2	23	27	12	23,5
Torque de aperto da tampa dianteira [Nm]													
Tampa plástica (IP baixo)			Clique	Clique		Clique		-	-	Clique	Clique	Clique	Clique
Tampa metálica (IP55/66)			-	-		-		1,5	1,5	2,2	2,2	-	-



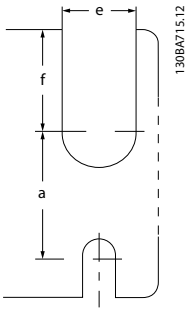
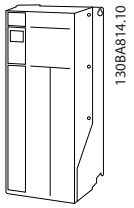
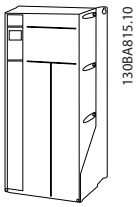
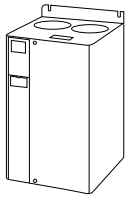
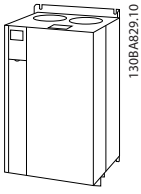
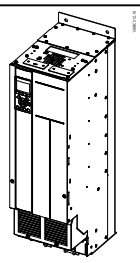
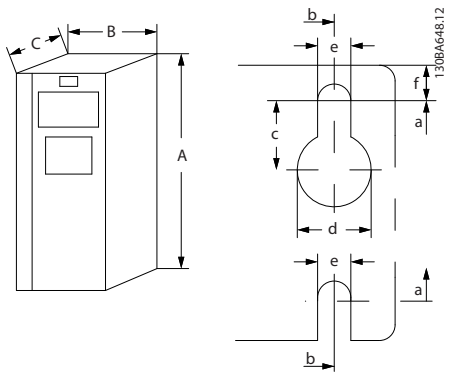


Ilustração 8.1 Furação de montagem na parte superior e inferior (somente B4, C3 e C4)

Tabela 8.1 Dimensões mecânicas, gabinetes tipos A e B

Tipo de Gabinete Metálico			C1	C2	C3	C4	D3h
Power [kW]	200-240 V		15-22	30-37	18,5-22	30-37	-
	380-480/500 V		30-45	55-75	37-45	55-75	-
	525-600 V		30-45	55-90	37-45	55-90	-
	525-690 V			30-75	37-45		55-75
Ilustrações							
IP			21/55/66	21/55/66	20	20	20
NEMA			Type 1/12/4X	Type 1/12/4X	Chassi	Chassi	Chassi
Altura [mm]							
Altura da placa traseira		A	680	770	550	660	909
Altura com a placa de desacoplamento para cabos de Fieldbus		A	-	-	630	800	-
Distância entre a furação de montagem		a	648	739	521	631	-
Largura [mm]							
Largura da placa traseira		B	308	370	308	370	250
Largura da placa traseira com um opcional C		B	308	370	308	370	-
Largura da placa traseira com dois opcionais C		B	308	370	308	370	-
Distância entre a furação de montagem		b	272	334	270	330	-
Profundidade [mm]							
Profundidade sem opcionais A/B		C	310	335	333	333	275
Com opcionais A/B		C	310	335	333	333	275
Furos para parafusos [mm]							
		c	12,5	12,5	-	-	-
		d	ø19	ø19	-	-	-
		e	ø9	ø9	8,5	8,5	-
		f	9,8	9,8	17	17	-
Peso máx. [kg]			45	65	35	50	62
Torque de aperto da tampa dianteira [Nm]							
Tampa plástica (IP baixo)			Clique	Clique	2,0	2,0	-
Tampa metálica (IP55/66)			2,2	2,2	2,0	2,0	-



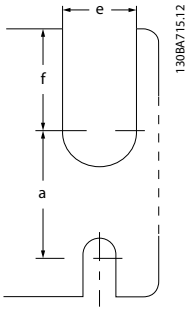


Ilustração 8.1 Furação de montagem na parte superior e inferior (somente B4, C3 e C4)

Tabela 8.2 Dimensões mecânicas, gabinetes tipos C e D

AVISO!

Sacolas de acessórios contendo os parafusos, abraçadeiras e conectores necessários estão incluídas com os conversores de frequência na entrega.

8.2.1 Montagem Mecânica

8.2.1.1 Espaço livre

Todos os tipos de gabinete metálico permitem instalação lado a lado, exceto quando um Kit de Gabinete Metálico IP21/IP4X/TIPO 1 for usado (consulte *capétulo 11 Opcionais e Acessórios*).

Montagem lado a lado
Os gabinetes metálicos tipos IP20 A e B podem ser dispostos lado a lado sem espaço livre necessário entre eles, mas a ordem de montagem é importante. *Ilustração 8.1* mostra como montar os chassis corretamente.

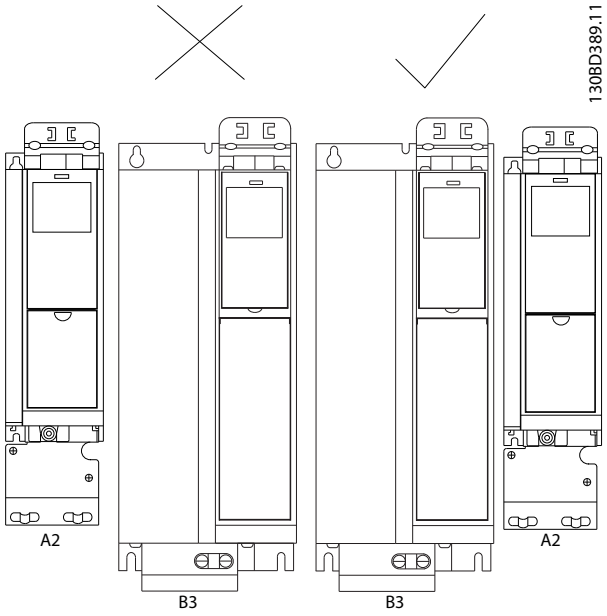


Ilustração 8.1 Montagem lado a lado correta

Se for usado o kit do Gabinete metálico IP21 nos tamanhos de chassi A1, A2 ou A3, deverá haver uma folga entre os conversores de frequência de no mín. 50 mm.

Para se obter condições de resfriamento ótimas, deve-se deixar um espaço livre para circulação de ar, acima e abaixo do conversor de frequência. Consulte *Tabela 8.3*.

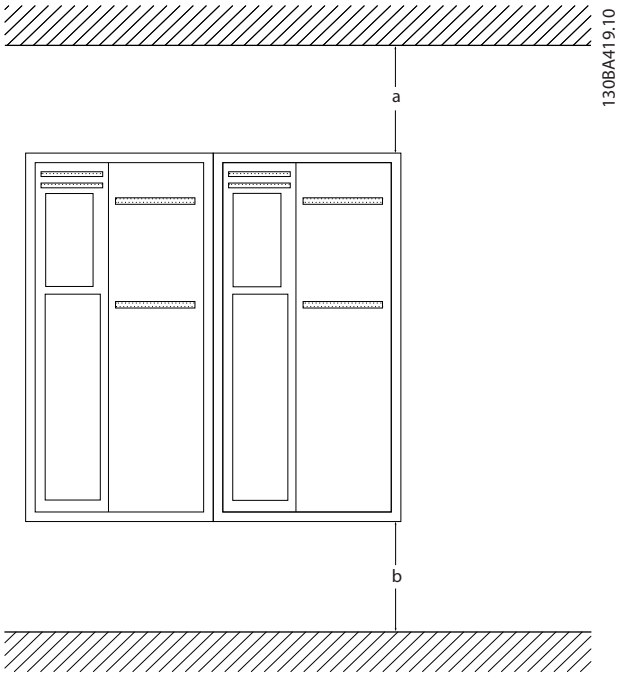


Ilustração 8.2 Espaço livre

Tipo de Gabinete Metálico	A1*/A2/A3/A4/ A5/B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Tabela 8.3 Passagem de Ar para Tipos de Gabinete Metálico Diferentes

8.2.1.2 Montagem em Parede

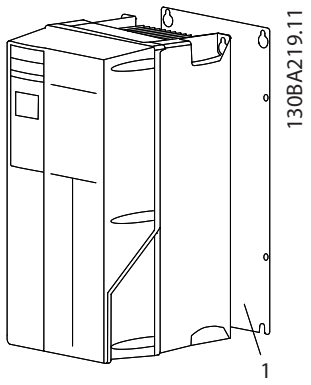
Ao montar em uma parede com fundo sólido a instalação é direta.

1. Faça os furos de acordo com as medidas fornecidas.
2. Providencie parafusos adequados para a superfície de montagem do conversor de frequência. Reapertar todos os quatro parafusos.

Se o conversor de frequência for montado em uma parede com fundo não sólido, equipe o conversor de frequência com uma placa traseira, "1", devido ao ar de refrigeração insuficiente no dissipador de calor.

AVISO!

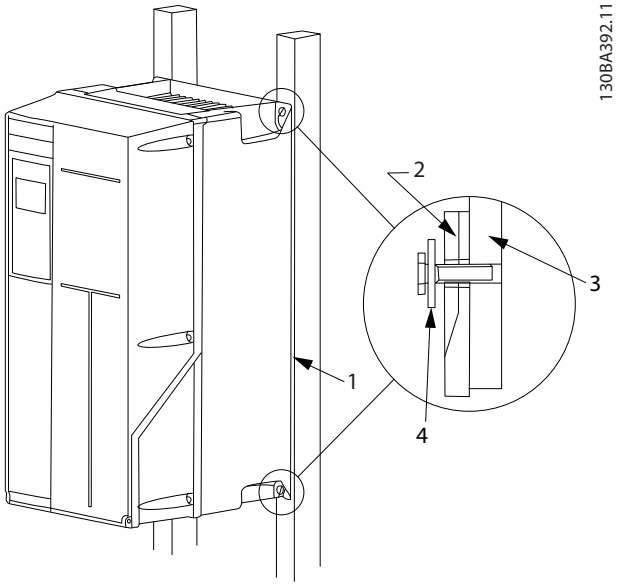
A placa traseira é relevante somente para A4, A5, B1, B2, C1 e C2.



1	Placa traseira

Ilustração 8.3 Montagem em uma parede com fundo não sólido requer uma placa traseira

Para conversores de frequência com IP66 tome cuidado extra para manter a superfície resistente a corrosivos. Um arruela de fibra ou de nylon pode ser usada para proteger o revestimento de epoxy.



1	Placa traseira
2	Conversor de frequência IP66
3	Placa base
4	Arruela de fibra

Ilustração 8.4 Montagem em uma parede não sólida

9 Instalação Elétrica

9.1 Segurança

Consulte *capétulo 2 Segurança* para instruções de segurança gerais.

⚠ADVERTÊNCIA

TENSÃO INDUZIDA

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

- **estenda os cabos de motor de saída separadamente ou**
- **use cabos blindados**

⚠CUIDADO

PERIGO DE CHOQUE

O conversor de frequência pode causar uma corrente CC no condutor PE.

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

Falhar em seguir as recomendações a seguir significa que o RCD poderá não fornecer a proteção pretendida.

⚠ADVERTÊNCIA

RISCO DE CORRENTE DE FUGA

As correntes de fuga excedem 3,5 mA. Não aterrar o conversor de frequência corretamente poderá resultar em morte ou lesões graves.

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

Para segurança elétrica

- Aterre o conversor de frequência de acordo com os padrões e diretivas aplicáveis.
- Use um fio terra dedicado para potência de entrada, potência do motor e fiação de controle.
- Não aterre um conversor de frequência a outro, em estilo "encadeado".
- Mantenha as conexões do fio terra tão curtas quanto possível.
- Atenda os requisitos de fiação do fabricante do motor.
- Seção transversal mínima do cabo: 10 mm^2 (ou 2 fios terra nominais terminados separadamente).

Para instalação compatível com EMC

- Estabeleça contato elétrico entre a blindagem do cabo e o gabinete metálico do conversor de frequência usando bucha do cabo metálica ou as braçadeiras fornecidas com o equipamento (consulte *capétulo 9.4 Conexão do Motor*).
- Use fio com filamentos grossos para reduzir a interferência elétrica.
- Não use rabichos.

AVISO!

EQUALIZAÇÃO POTENCIAL

Riscos de interferência elétrica quando o potencial do ponto de aterramento entre o conversor de frequência e o sistema é diferente. Instale cabos de equalização entre os componentes do sistema. Recomenda-se a seção transversal do cabo: 16 mm^2.

⚠ADVERTÊNCIA

RISCO DE CORRENTE DE FUGA

As correntes de fuga excedem 3,5 mA. Não aterrar o conversor de frequência corretamente poderá resultar em morte ou lesões graves.

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

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

9.2 Cabos

AVISO!

Geral sobre Cabos

Todo o cabeamento deve estar em conformidade com as normas nacionais e locais sobre seções transversais de cabo e temperatura ambiente. Recomendam-se condutores de cobre (75 °C).

Condutores de Alumínio

O bloco de terminais pode aceitar condutores de alumínio, porém, as superfícies destes condutores devem estar limpas, sem oxidação e seladas com Vaselina neutra isenta de ácidos, antes de conectar o condutor.

Além disso, o parafuso de terminal deve ser reapertado após dois dias devido à maleabilidade do alumínio. É extremamente importante manter a conexão à prova de gás, caso contrário a superfície do alumínio oxida novamente.

9.2.1 Torque de Aperto

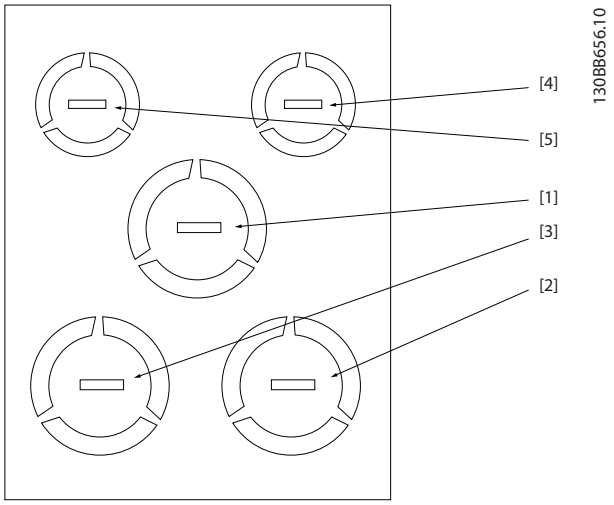
Tipo de Gabinete Metálico	200-240 V [kW]	380-500 V [kW]	525-690 V [kW]	Cabo para	Torque de aperto [Nm]
A1	0.25-1.5	0.37-1.5	-	Cabo de motor, rede elétrica, resistor do freio e Load Sharing	0.5-0.6
A2	0.25-2.2	0,37-4	-		
A3	3-3,7	5.5-7.5	1.1-7.5		
A4	0.25-2.2	0,37-4			
A5	3-3,7	5.5-7.5	-		
B1	5.5-7.5	11-15	-	Cabo de motor, rede elétrica, resistor do freio e Load Sharing	1,8
				Relé	0.5-0.6
				Terra	2-3
B2	11	18,5-22	11-22	Cabos para rede elétrica, resistor do freio, Load Sharing	4,5
				Cabos de motor	4,5
				Relé	0.5-0.6
				Terra	2-3
B3	5.5-7.5	11-15	-	Cabo de motor, rede elétrica, resistor do freio e Load Sharing	1,8
				Relé	0.5-0.6
				Terra	2-3
B4	11-15	18,5-30	11-30	Cabo de motor, rede elétrica, resistor do freio e Load Sharing	4,5
				Relé	0.5-0.6
				Terra	2-3
C1	15-22	30-45	-	Cabos para rede elétrica, resistor do freio, Load Sharing	10
				Cabos de motor	10
				Relé	0.5-0.6
				Terra	2-3
C2	30-37	55-75	30-75	Rede elétrica, cabos de motor	14 (até 95 mm^2) 24 (acima de 95 mm^2)
				Load Sharing, cabos do freio	14
				Relé	0.5-0.6
				Terra	2-3
C3	18,5-22	30-37	37-45	Cabo de motor, rede elétrica, resistor do freio e Load Sharing	10
				Relé	0.5-0.6
				Terra	2-3
C4	37-45	55-75	-	Rede elétrica, cabos de motor	14 (até 95 mm^2) 24 (acima de 95 mm^2)
				Load Sharing, cabos do freio	14
				Relé	0.5-0.6
				Terra	2-3

Tabela 9.1 Torque de Aperto para Cabos

9.2.2 Orifícios de Entrada

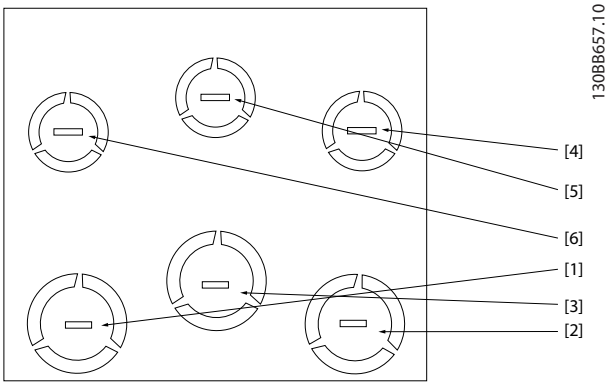
1. Remover a entrada para cabos do conversor de frequência (Evitando que objetos estranhos caiam no conversor de frequência, ao remover os protetores para expansão).
2. A entrada para cabo deve ser apoiada ao redor do extrator que será removido.
3. O protetor pode, agora, ser removido com um mandril e um martelo robustos.
4. Remover as rebarbas do furo.
5. Monte a entrada para cabo no conversor de frequência.

As sugestões de uso dos orifícios são recomendações, mas outras soluções são possíveis. Os furos não usados de entrada de cabo podem ser vedados com anéis isolantes de borracha (para IP21).



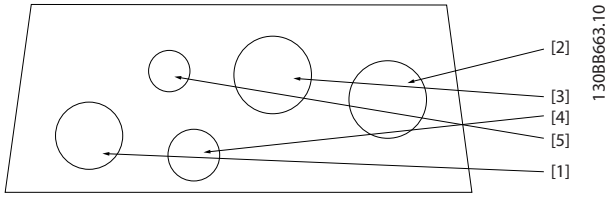
Número do orifício e uso recomendado	Dimensões[1)]		Métrica mais próxima
	UL [pol]	[mm]	
1) Rede elétrica	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freio/Load Sharing	3/4	28,4	M25
4) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
[1)]Tolerância ± 0,2 mm			

Ilustração 9.1 A2 - IP21



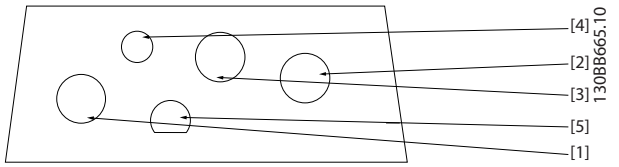
Número do orifício e uso recomendado	Dimensões[1)]		Métrica mais próxima
	UL [pol]	[mm]	
1) Rede elétrica	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freio/Load Sharing	3/4	28,4	M25
4) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
6) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
[1)]Tolerância ± 0,2 mm			

Ilustração 9.2 A3 - IP21



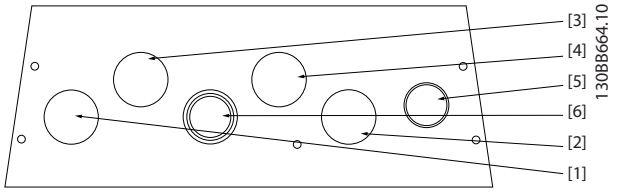
Número do orifício e uso recomendado	Dimensões[1)]		Métrica mais próxima
	UL [pol]	[mm]	
1) Rede elétrica	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freio/Load Sharing	3/4	28,4	M25
4) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5) Removido	-	-	-
[1)] Tolerância ± 0,2 mm			

Ilustração 9.3 A4 - IP55



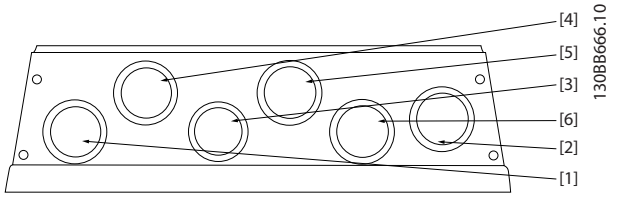
Número do orifício e uso recomendado	Métrica mais próxima
1) Rede elétrica	M25
2) Motor	M25
3) Freio/Load Sharing	M25
4) Cabos de controle	M16
5) Cabos de controle	M20

Ilustração 9.4 A4 - IP55 Furos roscados para bucha



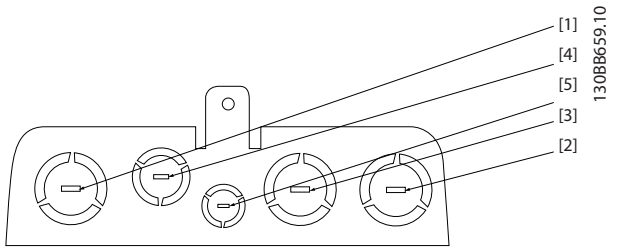
Número do orifício e uso recomendado	Dimensões[1]		Métrica mais próxima
	UL [pol]	[mm]	
1) Rede elétrica	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freio/Load Sharing	3/4	28,4	M25
4) Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5) Cabos de controle[2]	3/4	28,4	M25
6) Cabos de controle[2]	3/4	28,4	M25
[1] Tolerância ± 0,2 mm [2] Furo de knock-out			

Ilustração 9.5 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	

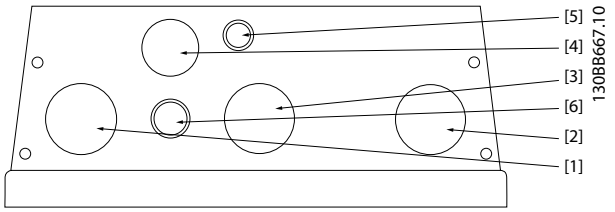
Ilustração 9.6 A5- IP55 Furos roscados para bucha



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			

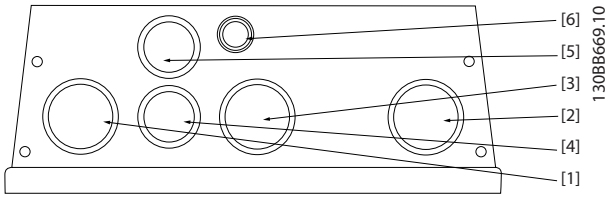
Ilustração 9.7 B1 - IP21

9



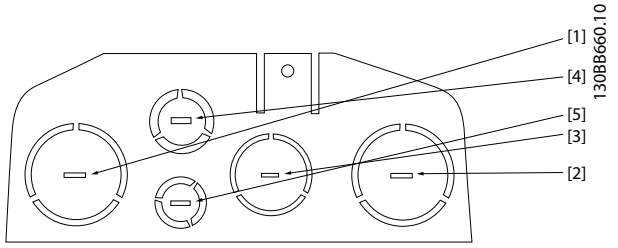
Número do orifício e uso recomendado	Dimensões[1]		Métrica mais próxima
	UL [pol]	[mm]	
1) Rede elétrica	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4) Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5) Cabos de controle[2]	1/2	22,5	M20
[1] Tolerância ± 0,2 mm [2] Furo de knock-out			

Ilustração 9.8 B1 - IP55



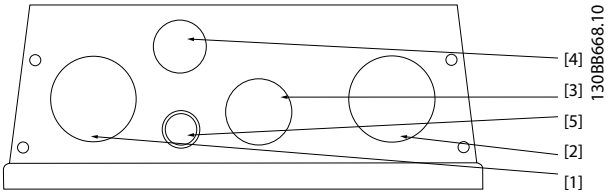
Número do orifício e uso recomendado	Métrica mais próxima
1) Rede elétrica	M32
2) Motor	M32
3) Freio/Load Sharing	M32
4) Cabos de controle	M25
5) Cabos de controle	M25
6) Cabos de controle	22,5 mm[1]
[1] Furo de knock-out	

Ilustração 9.9 B1 - IP55 Furos roscados para bucha



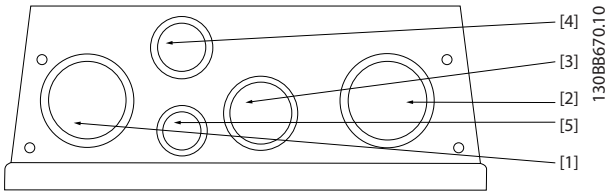
Número do orifício e uso recomendado	Dimensões[1]		Métrica mais próxima
	UL [pol]	[mm]	
1) Rede elétrica	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4) Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
[1] Tolerância ± 0,2 mm			

Ilustração 9.10 B2 - IP21



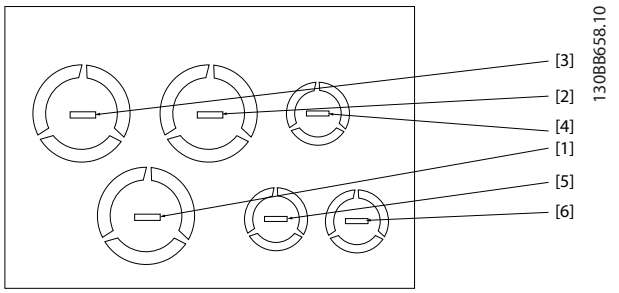
Número do orifício e uso recomendado	Dimensões[1]		Métrica mais próxima
	UL [pol]	[mm]	
1) Rede elétrica	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4) Cabos de controle	3/4	28,4	M25
5) Cabos de controle[2]	1/2	22,5	M20
[1] Tolerância ± 0,2 mm [2] Furo de knock-out			

Ilustração 9.11 B2 - IP55



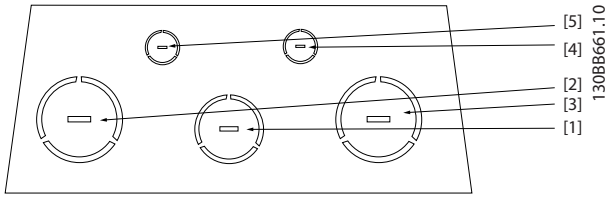
Número do orifício e uso recomendado	Métrica mais próxima
1) Rede elétrica	M40
2) Motor	M40
3) Freio/Load Sharing	M32
4) Cabos de controle	M25
5) Cabos de controle	M20

Ilustração 9.12 B2 - IP55 Furos roscados para bucha



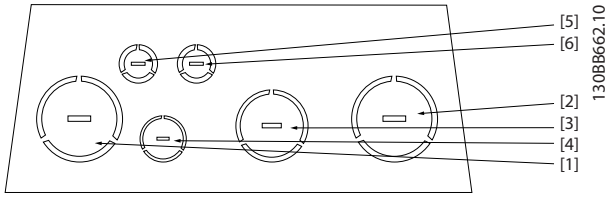
Número do orifício e uso recomendado	Dimensões[1)]		Métrica mais próxima
	UL [pol]	[mm]	
1) Rede elétrica	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Freio/Load Sharing	1	34,7	M32
4) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
5) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
6) Cabos de controle	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerância ± 0,2 mm			

Ilustração 9.13 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 9.14 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 9.15 C2 - IP21

9.2.3 Aperto da tampa após as conexões feitas

Tipo de Gabinete Metálico	IP20	IP21	IP55	IP66
A1	*	-	-	-
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	*	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-
* = Nenhum parafuso para apertar - = Não existe				

Tabela 9.2 Aperto da tampa (Nm)

9.3 Conexão de Rede Elétrica

É obrigatório aterrar a conexão de rede corretamente usando o terminal 95 do conversor de frequência, consulte *capétulo 9.1.1 Aterramento*.

A seção transversal do cabo de conexão do terra deve ter no mínimo 10 mm^2 ou 2 fios de rede elétrica terminados separadamente, conforme a EN 50178.
Use cabo não blindado.

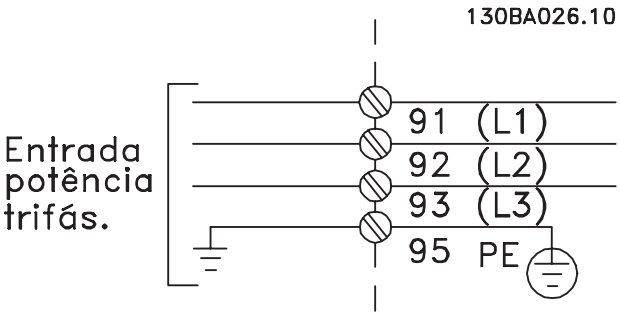


Ilustração 9.16 Conexão de Rede Elétrica

AVISO!

Usar fusíveis e/ou disjuntores no lado da alimentação é obrigatório para garantir que está em conformidade com a IEC 60364 para CE ou NEC 2009 para UL, consulte *capétulo 9.3.1.4 Em conformidade com o UL*.

AVISO!

Exceder 480 V RMS

RISCO DE DANOS AO CONVERSOR DE FREQUÊNCIA COM FILTRO DE RFI INSTALADO

Quando instalada em uma grade com aterramento em delta ou uma grade de TI (incluindo condição de falha de aterramento), a tensão de entrada da rede elétrica na faixa de 380-500 V (T4, T5) não deve exceder 480 V RMS entre a rede elétrica e o aterramento.

Para alguns gabinetes metálicos, a montagem é diferente se o conversor de frequência vier configurado de fábrica com um disjuntor de rede elétrica. Os diversos cenários são ilustrados a seguir.

Conexão de rede para gabinetes metálicos A1, A2 e A3:

AVISO!

O conector plugue de energia pode ser usado em conversores de frequência de até 7,5 kW.

1. Encaixe os dois parafusos na placa de desacoplamento, deslize-os até a posição e aperte os parafusos.
2. Certifique-se de que o conversor de frequência está aterrado corretamente. Conecte a conexão do terra (terminal 95). Use um parafuso da sacola de acessórios.
3. Coloque o conector plugue 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3) encontrado na sacola de acessórios, nos terminais rotulados REDE ELÉTRICA na parte inferior do conversor de frequência.
4. Fixe os cabos da rede elétrica no conector plugue.
5. Apoie o cabo com as presilhas de suporte anexas.

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

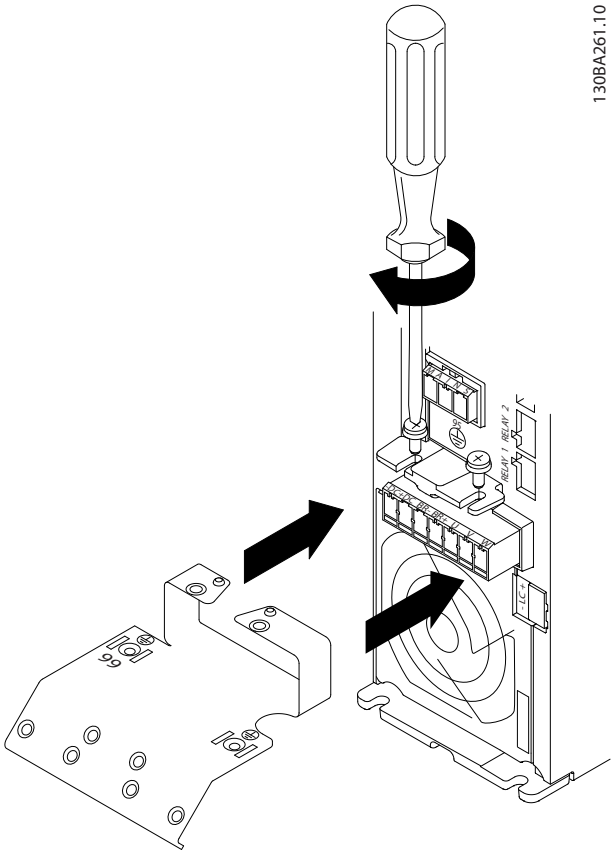


Ilustração 9.17 Placa de suporte

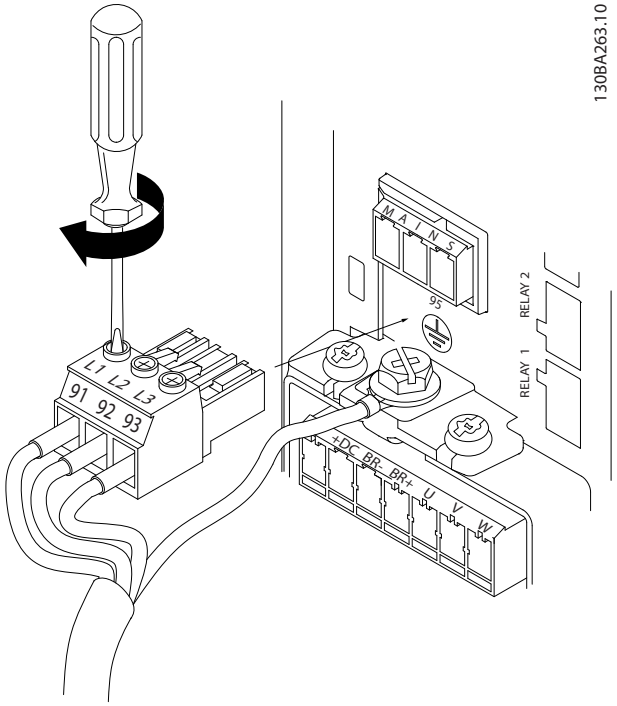


Ilustração 9.19 Montagem do plugue de rede elétrica e aperto de fios

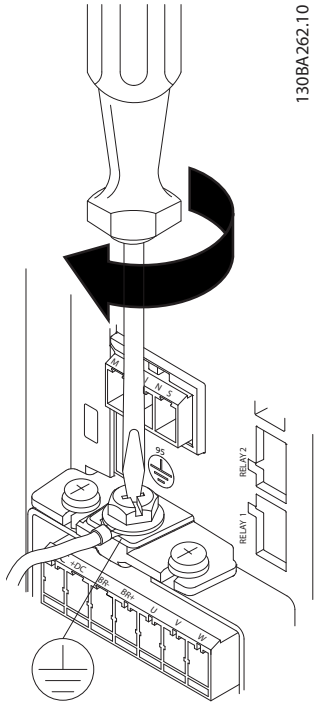


Ilustração 9.18 Aperto do cabo de aterramento

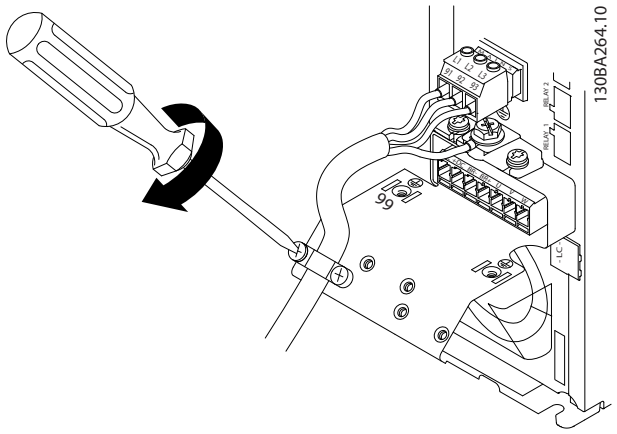


Ilustração 9.20 Aperte a braçadeira de suporte

9

Gabinete metálico de conector de rede elétrica A4/A5

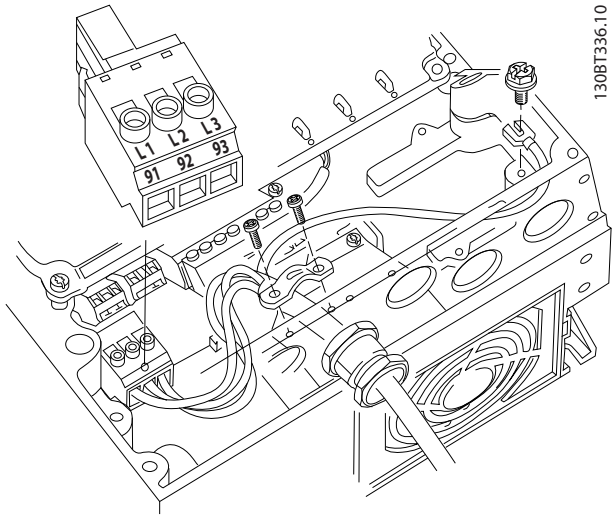


Ilustração 9.21 Conectando à rede elétrica e ao ponto de aterramento sem disjuntor

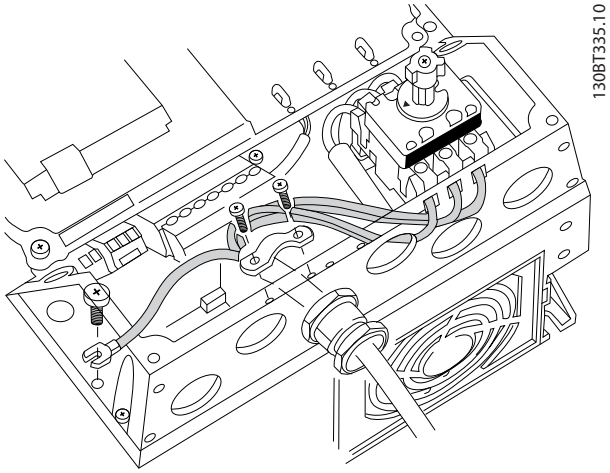


Ilustração 9.22 Conectando à rede elétrica e ao ponto de aterramento com disjuntor

Quando for utilizado um disjuntor (gabinetes metálicos A4/A5), monte o PE no lado esquerdo do conversor de frequência.

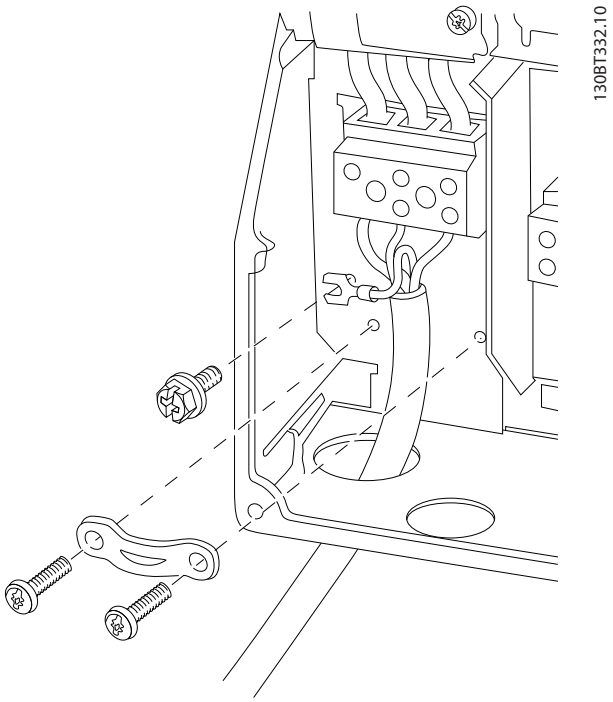


Ilustração 9.23 Gabinete metálicos para conexão de rede B1 e B2

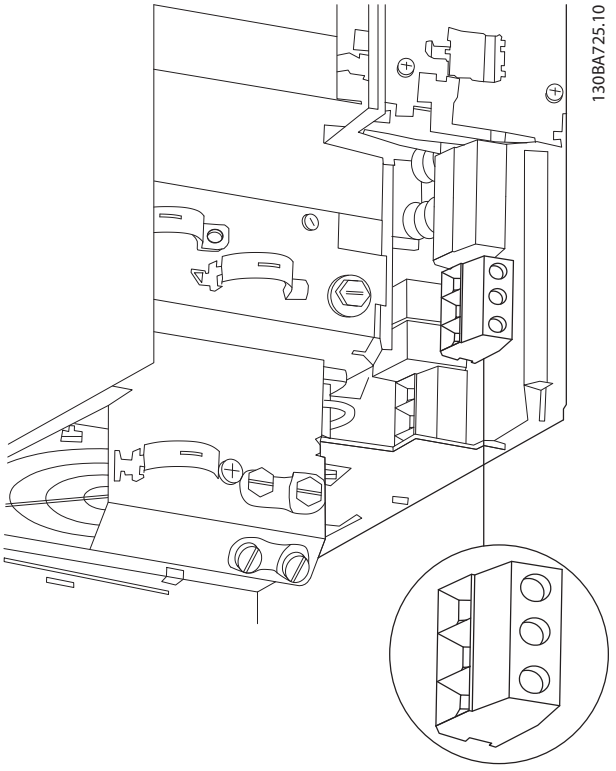


Ilustração 9.24 Gabinete metálico da conexão de rede B3

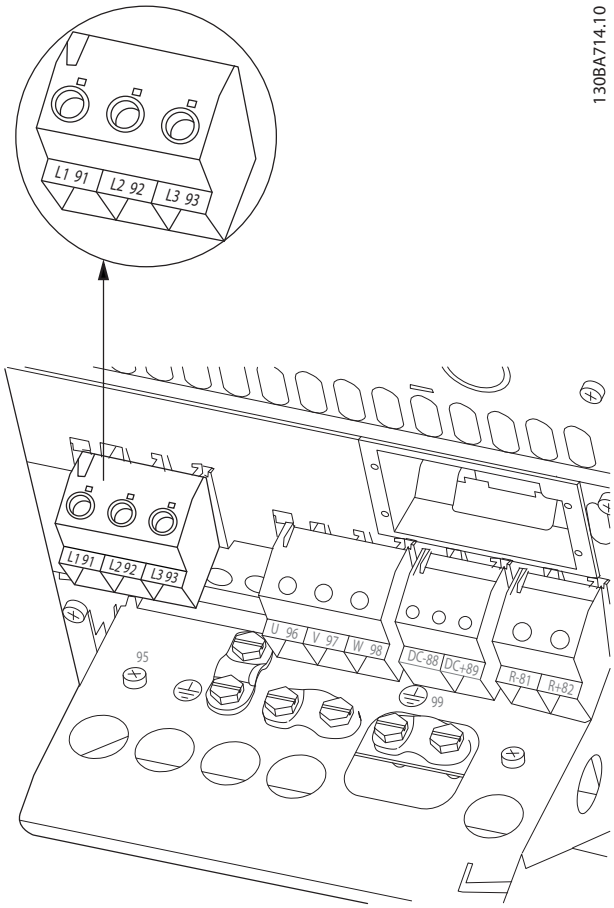


Ilustração 9.25 Gabinete metálico da conexão de rede B4

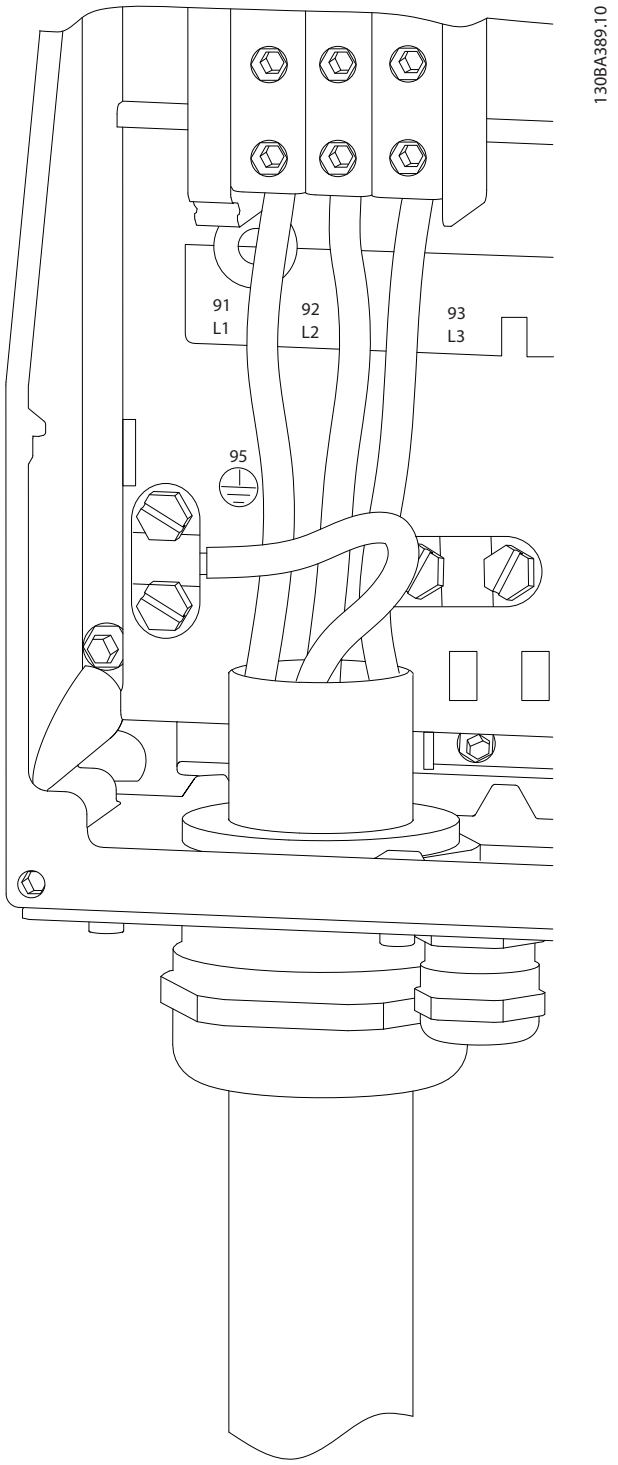


Ilustração 9.26 Gabinete metálicos para conexão de rede C1 e C2 (IP21/NEMA Tipo 1 e IP55/66/NEMA Tipo 12)

9

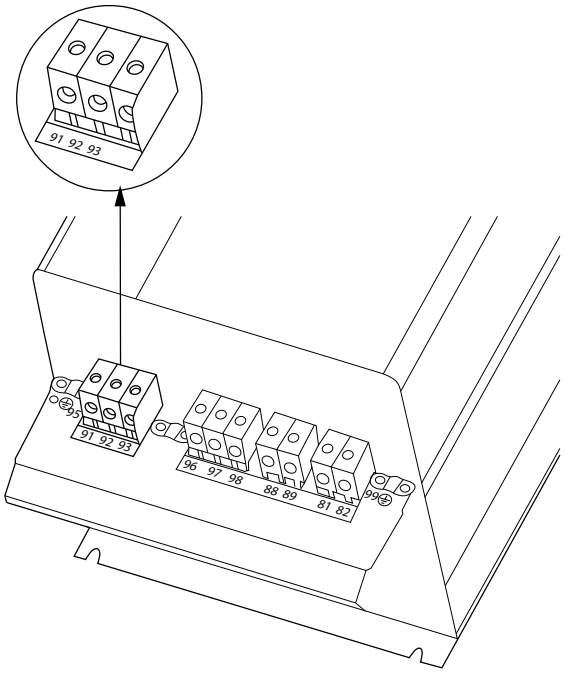


Ilustração 9.27 Gabinete metálico da conexão de rede C3 (IP20)

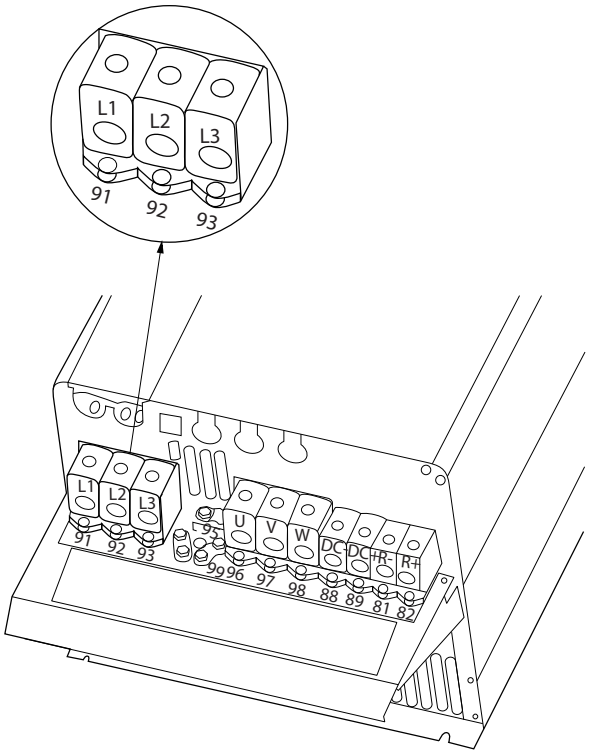


Ilustração 9.28 Gabinete metálico da conexão de rede C4 (IP20)

9.3.1 Fusíveis e Disjuntores

9.3.1.1 Fusíveis

É recomendável usar fusíveis e/ou disjuntores no lado da alimentação como proteção no caso de defeito em componente dentro do conversor de frequência (primeira falha).

AVISO!

Utilizar fusíveis e/ou disjuntores no lado da alimentação é obrigatório para garantir que está em conformidade com a IEC 60364 para CE ou NEC 2009 para UL.

Proteção do Circuito de Derivação
Para proteger a instalação contra perigos elétricos e de incêndio, todos os circuitos de derivação em uma instalação, engrenagens de chaveamento, máquinas etc. devem estar protegidos contra curtos circuitos e sobrecorrente de acordo com as regulamentações nacionais/internacionais.

AVISO!

As recomendações dadas não englobam proteção do circuito de derivação para UL.

Proteção contra curto circuito A
Danfoss recomenda usar os fusíveis/disjuntores mencionados a seguir para proteger a equipe de manutenção e a propriedade em caso de falha de componente no conversor de frequência.

9.3.1.2 Recomendações

As tabelas em *capétulo 9.3.1 Fusíveis e Disjuntores* listam as correntes nominais recomendáveis. Os fusíveis recomendados são do tipo gG para tamanhos de potência de pequena a média. Para potências maiores, são recomendados fusíveis aR. Para disjuntores, são recomendáveis os tipos Moeller. Outros tipos de disjuntores podem ser usados, desde que limitem a energia no conversor de frequência para um nível igual ou inferior ao dos tipos Moeller.

Se fusíveis/disjuntores forem escolhidos de acordo com as recomendações, os possíveis danos no conversor de frequência serão limitados principalmente a danos dentro da unidade.

Para obter mais informações, consulte *Notas de Aplicação Fusíveis e disjuntores, MN90T*.

9.3.1.3 Conformidade com a CE

É obrigatório que os fusíveis ou disjuntores atendam a IEC 60364. A Danfoss recomenda utilizar uma seleção dos itens a seguir.

Os fusíveis a seguir são apropriados para uso em um circuito capaz de fornecer 100.000 A_{rms} (simétrico), 240 V, 500 V, 600 V ou 690 V 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 é 100.000 A_{rms}.

Os seguintes fusíveis certificados pelo UL são apropriados:

- Fusíveis UL248-4 classe CC
- Fusíveis UL248-8 classe J
- Fusíveis UL248-12 classe R (RK1)
- Fusíveis UL248-15 classe T

Os seguintes tipos e tamanhos máximos de fusível foram testados:

Gabinete metálico	Potência [kW]	Tamanho de fusível recomendado	Máx. de fusíveis recomendados	Disjuntor recomendado Moeller	Nível máx. de desarme [A]
A1	0.25-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-7.5	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	11	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	7,5-15	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	15-22	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	18,5-22	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

Tabela 9.3 200-240 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

Gabinete metálico	Potência [kW]	Tamanho de fusível recomendado	Máx. de fusíveis recomendados	Disjuntor Moeller recomendado	Nível máx. de desarme [A]
A1	0.37-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.37-4.0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,37-4	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.37-7.5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-15	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	18,5-22	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	30-45	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabela 9.4 380-500 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Gabinete metálico	Potência [kW]	Tamanho de fusível recomendado	Máx. de fusíveis recomendados	Disjuntor recomendado Moeller	Nível máx. de desarme [A]
A2	0-75-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.75-7.5	gG-10 (0,75-5,5) 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
B3	11-15	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	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	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabela 9.5 525-600 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

Gabinete metálico	Potência [kW]	Tamanho de fusível recomendado	Máx. de fusíveis recomendados	Disjuntor recomendado Moeller	Nível máx. de desarme [A]
A3	1,1	gG-6	gG-25	PKZM0-16	16
	1,5	gG-6	gG-25		
	2,2	gG-6	gG-25		
	3	gG-10	gG-25		
	4	gG-10	gG-25		
	5,5	gG-16	gG-25		
	7,5	gG-16	gG-25		
B2/B4	11	gG-25 (11)	gG-63	-	-
	15	gG-32 (15)			
	18	gG-32 (18)			
	22	gG-40 (22)			
B4/C2	30	gG-63 (30)	gG-80 (30)	-	-
C2/C3	37	gG-63 (37)	gG-100 (37)		
	45	gG-80 (45)	gG-125 (45)		
C2	55	gG-100 (55)	gG-160 (55-75)		
	75	gG-125 (75)			

Tabela 9.6 525-690 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

9.3.1.4 Em conformidade com o UL

Os fusíveis a seguir são apropriados para uso em um circuito capaz de fornecer 100.000 A_{rms} (simétrico), 240 V, 500 V ou 600 V 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 é 100.000 A_{rms}.

É obrigatório que os fusíveis ou disjuntores atendam a NEC 2009. A Danfoss recomenda o uso de uma seleção dos itens a seguir.

	Fusível máx. recomendado					
Potência [kW]	**Bussmann Tipo RK1[1)]**	**Bussmann Tipo J**	**Bussmann Tipo T**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	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	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7,5	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15-18,5	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
22	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
30	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
37	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

Tabela 9.7 200-240 V, Gabinete Metálico Tipos A, B e C

	Fusível máx. recomendado			
Potência [kW]	**SIBA Tipo RK1**	**Littelfuse Tipo RK1**	**Ferraz-Shawmut Tipo CC**	**Ferraz-Shawmut Tipo RK1[3)]**
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R
0.55-1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
7,5	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
11	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
15-18,5	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
22	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
30	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
37	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tabela 9.8 200-240 V, Gabinete Metálico Tipos A, B e C

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

	Fusível máx. recomendado			
Potência [kW]	Bussmann Tipo JFHR2[2)]	Littelfuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2[4)]	Ferraz-Shawmut J
0.25-0.37	FWX-5	-	-	HSJ-6
0.55-1.1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5	FWX-50	-	-	HSJ-50
7,5	FWX-60	-	-	HSJ-60
11	FWX-80	-	-	HSJ-80
15-18,5	FWX-125	-	-	HSJ-125
22	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
30	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
37	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabela 9.9 200-240 V, Gabinete Metálico Tipos A, B e C

[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.

9

	Fusível máx. recomendado					
Potência [kW]	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
0,37-1,1	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	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
45	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
55	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
75	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabela 9.10 380-500 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

	Fusível máx. recomendado			
Potência [kW]	SIBA Tipo RK1	Littelfuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo CC	Ferraz-Shawmut Tipo RK1
0,37-1,1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
18	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
22	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
30	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
37	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
45	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
55	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
75	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

Tabela 9.11 380-500 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

9

	Fusível máx. recomendado			
Potência [kW]	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz-Shawmut JFHR2[1)]	Littelfuse JFHR2
0,37-1,1	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	FWH-50	HSJ-50	-	-
18	FWH-60	HSJ-60	-	-
22	FWH-80	HSJ-80	-	-
30	FWH-100	HSJ-100	-	-
37	FWH-125	HSJ-125	-	-
45	FWH-150	HSJ-150	-	-
55	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
75	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabela 9.12 380-500 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

[1)] Os fusíveis Ferraz-Shawmut A50QS podem ser substituídos por fusíveis A50P.

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

	Fusível máx. recomendado					
Potência [kW]	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
0.75-1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	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	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
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-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabela 9.13 525-600 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

	Fusível máx. recomendado			
Potência [kW]	SIBA Tipo RK1	Littelfuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo RK1	Ferraz-Shawmut J
0.75-1.1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
15	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
18	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
22	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
30	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
37	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
45	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
55	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
75	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabela 9.14 525-600 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

	Fusível máx. 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-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	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	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
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-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabela 9.15 525-690 V, Gabinete metálico Tipos A, B e C

	Fusível máx. recomendado							
Potência [kW]	Pré-fusível máx.	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	LittelFuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267/E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ
11	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
15-18,5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
22	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
30	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
37	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
45	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
55	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
75	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tabela 9.16 525-690 V, Gabinete metálico tipos B e C

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

9.4 Conexão do Motor

⚠ADVERTÊNCIA

TENSÃO INDUZIDA

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

- **estenda os cabos de motor de saída separadamente ou**
- **use cabos blindados**

Conexão do Motor

AVISO!

Para estar em conformidade com especificações de emissão EMC, são necessários cabos blindados/ encapados metalicamente. Para obter mais informações, consulte *capétulo 5.2.1 Resultados de teste de EMC* e *Ilustração 3.3*.

Consulte *capétulo 6.2 Especificações Gerais* para saber o dimensionamento correto do comprimento e da seção transversal do cabo de motor.

Term. nº	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
	W2	U2	V2		6 fios de saída do motor
	U1	V1	W1	PE[1)]	U2, V2, W2 ligados em estrela U2, V2 e W2 a serem interconectados separadamente.

Tabela 9.17 Descrições dos Terminais

1) Conexão do Terra Protegida

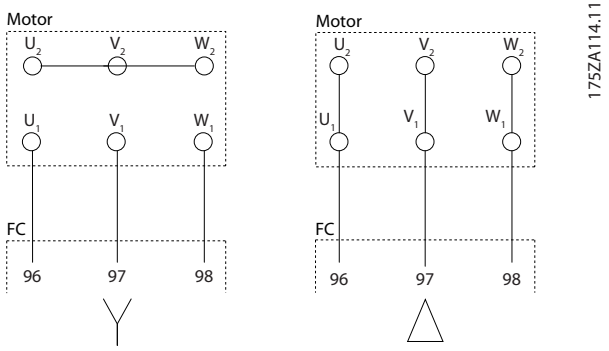


Ilustração 9.29 Conexões delta e em estrela

AVISO!

Em motores sem o papel de isolação de fases ou outro reforço de isolação adequado para operação com fonte de tensão (como um conversor de frequência), instale um filtro de Onda senoidal, na saída do conversor de frequência.

Blindagem de cabos

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

AVISO!

Descasque um pedaço do cabo de motor para expose a blindagem atrás a braçadeira de cabo E conecte a conexão do terra ao terminal 99.

Conecte a malha da blindagem do cabo de motor à placa de desacoplamento do conversor de frequência e ao compartimento metálico do motor.
Faça as conexões da malha de blindagem com a maior área superficial possível (braçadeira de cabo). Isto pode ser conseguido utilizando os dispositivos de instalação, fornecidos com o conversor de frequência.
Se for necessário abrir a malha de blindagem, para instalar um isolador para o motor ou o relé do motor, a malha de blindagem deve ter continuidade com a menor impedância de HF possível.

comprimento de cabo e seção transversal

O conversor de frequência foi testado com um determinado comprimento de cabo e uma determinada seção transversal. Se a seção transversal for aumentada, a capacitância do cabo - e, portanto, a corrente de fuga - poderá aumentar e o comprimento de cabo deverá ser reduzido na mesma proporção. Mantenha o cabo de motor o mais curto possível, a fim de reduzir o nível de ruído e correntes de fuga.

frequência de chaveamento

Quando conversores de frequência forem utilizados com filtros de onda senoidal para reduzir o ruído acústico de um motor, a frequência de chaveamento deve ser ajustada de acordo com as instruções do filtro de onda senoidal em *14-01 Freqüência de Chaveamento*.

1. Fixe a placa de desacoplamento na parte inferior do conversor de frequência, com parafusos e arruelas contidos na sacola de acessórios.
2. Conecte o cabo de motor aos terminais 96 (U), 97 (V) e 98 (W).
3. Conecte a conexão do terra (terminal 99) na placa de desacoplamento com parafusos da sacola de acessórios.

9

4. Insira os conectores plugue 96 (U), 97 (V), 98 (W) (até 7,5 kW) e o cabo de motor nos terminais identificados com a etiqueta MOTOR.
5. Aperte o cabo blindado à placa de desacoplamento, com parafusos e arruelas da sacola de acessórios.

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 o modo de conexão e a tensão corretos.

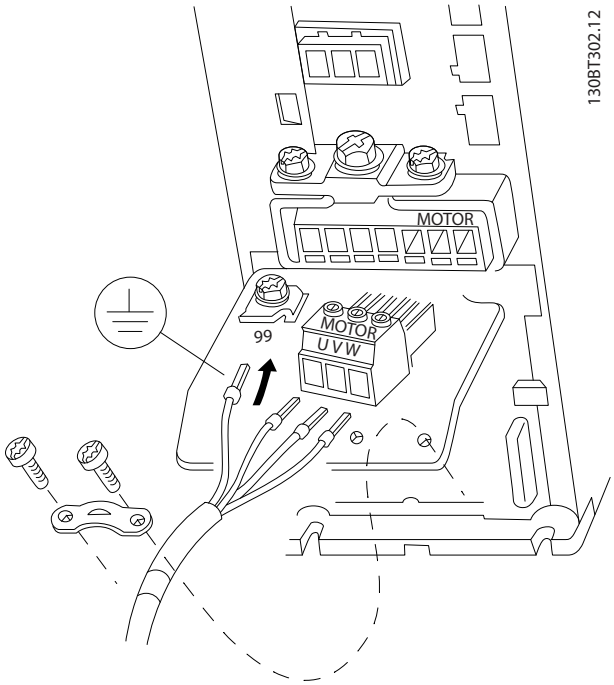


Ilustração 9.30 Conexão do Motor para Gabinetes Metálicos A1, A2 e A3

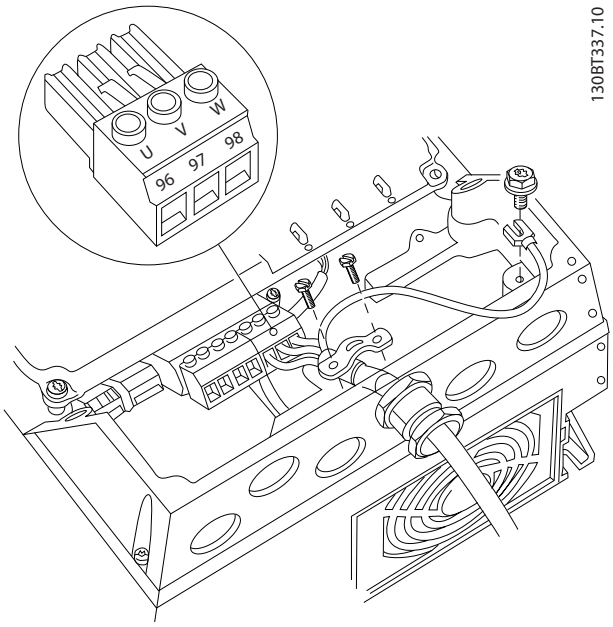


Ilustração 9.31 Conexão do motor para gabinete metálicos A4/A5

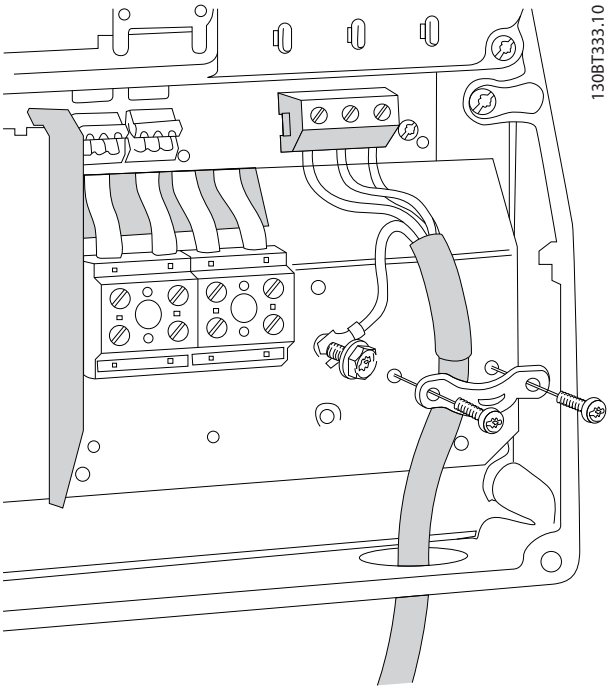


Ilustração 9.32 Conexão do Motor para Gabinetes Metálicos B1 e B2

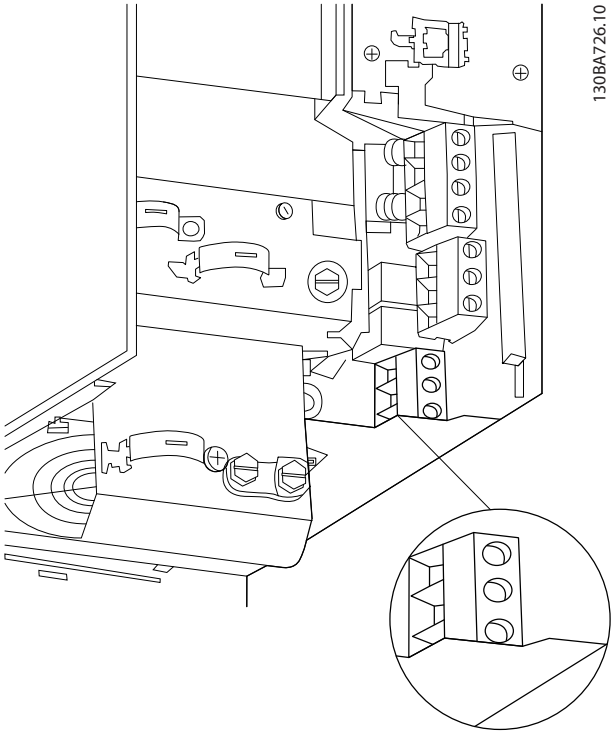


Ilustração 9.33 Conexão do Motor para gabinete metálico B3

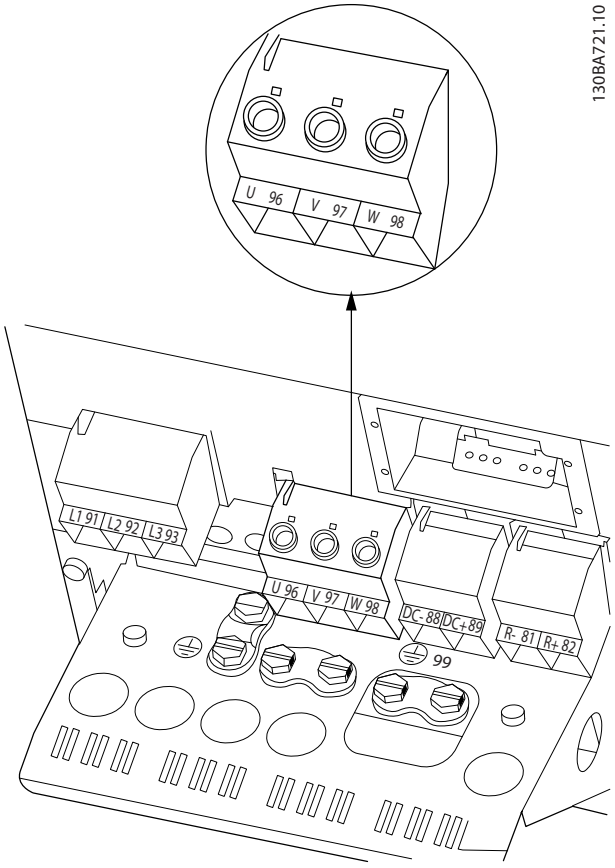


Ilustração 9.34 Conexão do Motor para Gabinete Metálico B4

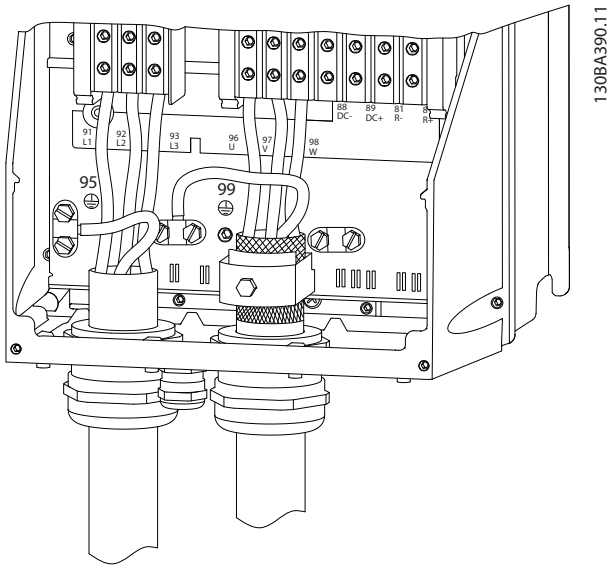


Ilustração 9.35 Conexão do Motor para gabinetes metálicos C1 e C2 (IP21/NEMA Tipo 1 e IP55/66/NEMA Tipo 12)

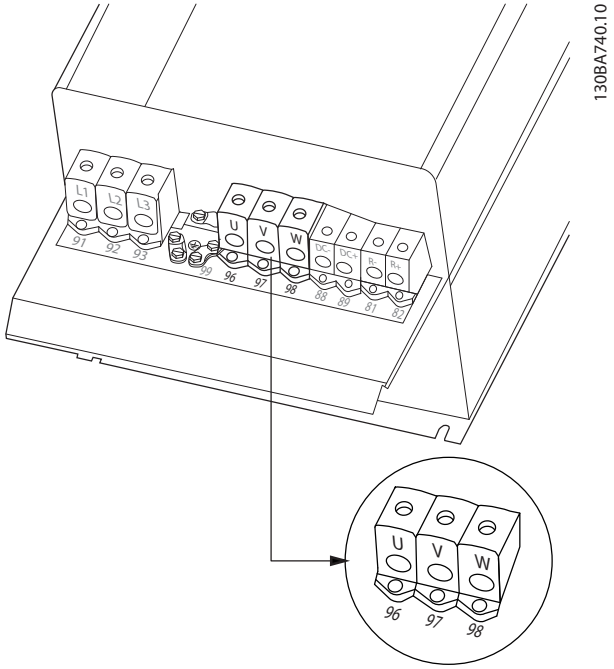


Ilustração 9.36 Conexões do Motor para Gabinetes Metálicos C3 e C4

9

9.5 Proteção de Corrente de Fuga para o Terra

Siga os códigos locais e nacionais com relação ao aterramento de proteção do equipamento com uma corrente de fuga > 3,5 mA.
A conexão do terra de proteção deve ter uma seção transversal mínima de 10 mm^2 ou consistir em 2 fios separados cada um com a mesma seção transversal como os fios de fase. 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.
A corrente de fuga para o terra é composta de várias contribuições e depende de várias configurações do sistema,incluindo filtro de RFI, comprimento de cabo de motor, blindagem do cabo de motor e potência do conversor de frequência.

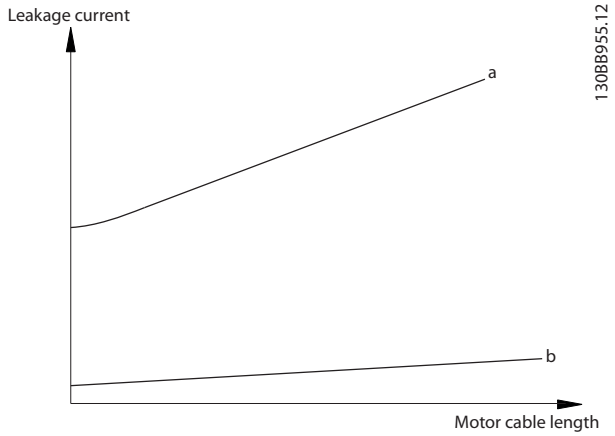


Ilustração 9.37 A Influência do Comprimento de Cabo de Motor e do Tamanho da Potência na Corrente de Fuga. Intensidade da potência a > Intensidade da potência b

A corrente de fuga também depende da distorção da linha.

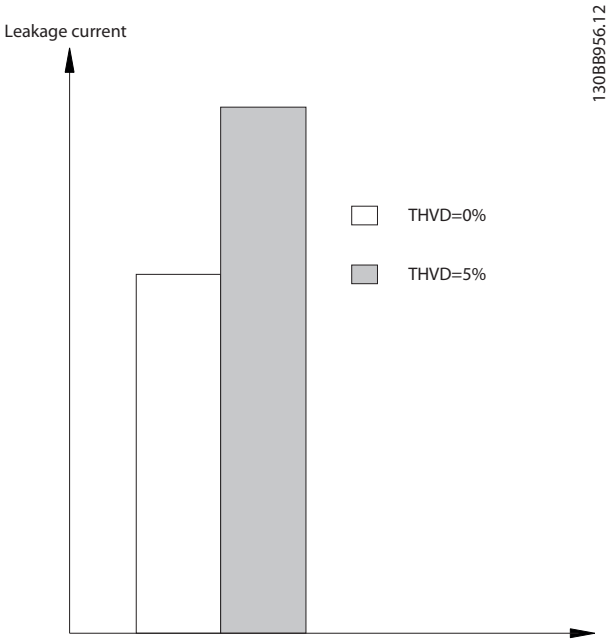


Ilustração 9.38 Distorção da Linha Influencia a Corrente de Fuga

EN/IEC61800-5-1 (Norma de Produto de Sistema de Drive de Potência) exige cuidado especial se a corrente de fuga exceder 3,5 mA. O aterramento deve ser reforçado de uma destas maneiras:

- Fio de aterramento (terminal 95) de pelo menos 10 mm^2
- Dois fios de aterramento separados, ambos seguindo 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 somente RCDs de tipo B que forem capazes de detectar correntes CA e CC
- Use RCDs com atraso para prevenir falhas decorrentes de correntes transientes do ponto de aterramento
- 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.

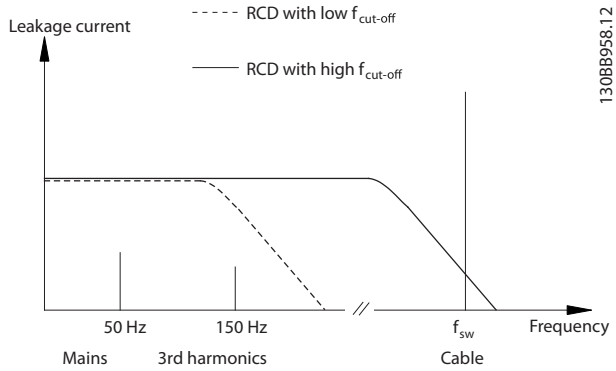


Ilustração 9.39 Principais Contribuições para a Corrente de Fuga

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

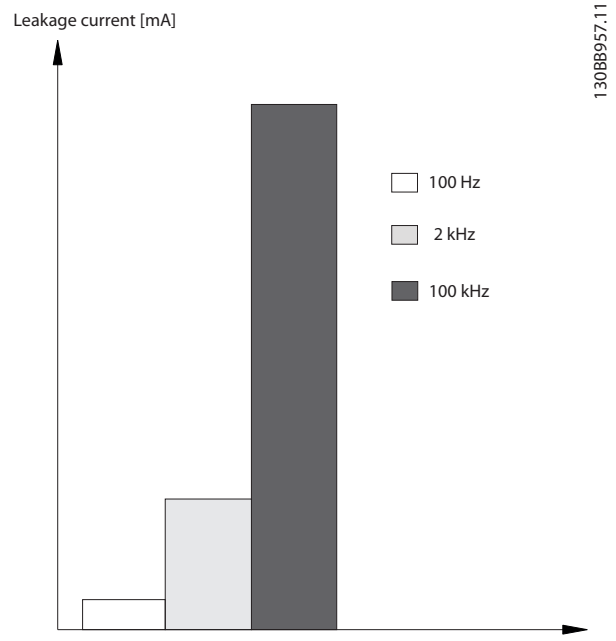


Ilustração 9.40 A influência da frequência de desativação do RCD sobre o que é respondido/medido

9.6 Conexões Adicionais

9.6.1 Relé

Relé 1

- Terminal 01: comum
- Terminal 02: normalmente aberto 240 V
- Terminal 03: normalmente fechado 240 V

Relé 2 (Não FC 301)

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

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

Saídas de relé adicionais utilizando o módulo opcional de relé MCB 105.

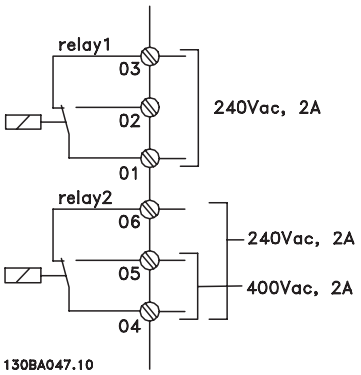


Ilustração 9.41 Saídas de relé 1 e 2

Para definir a saída do relé, consulte o grupo do parâmetro *5-4* Relés*.

N°.	01-02	freio desabilitado (normalmente aberto)
	01-03	freio ativado (normalmente fechado)
	04-05	freio desabilitado (normalmente aberto)
	04-06	freio ativado (normalmente fechado)

Tabela 9.18 Descrição de relés

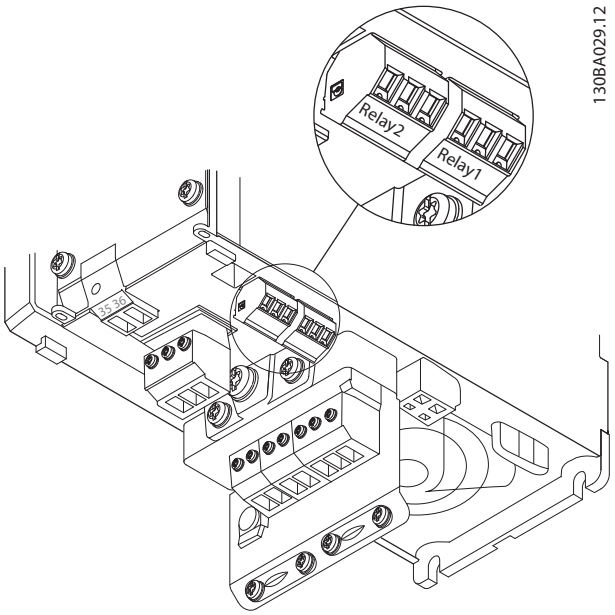


Ilustração 9.42 Terminais para ligações do relé (Gabinete Metálico Tipos A1, A2 e A3)

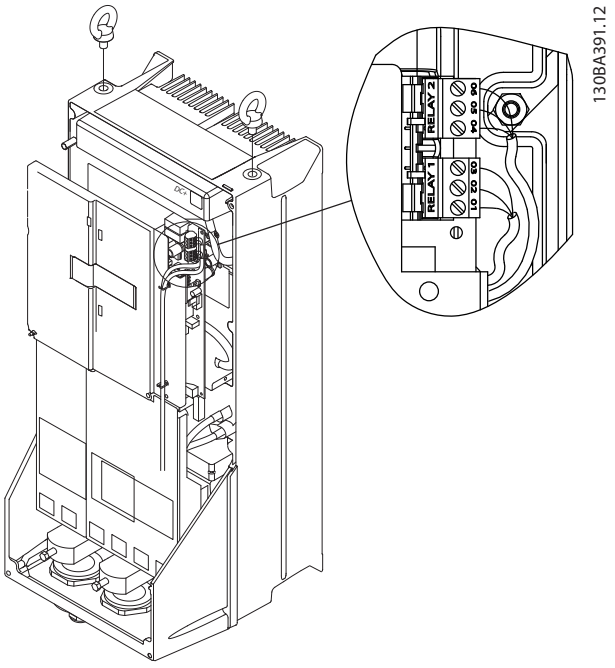


Ilustração 9.43 Terminais para Ligações do Relé (Gabinete Metálico Tipos C1 e C2)

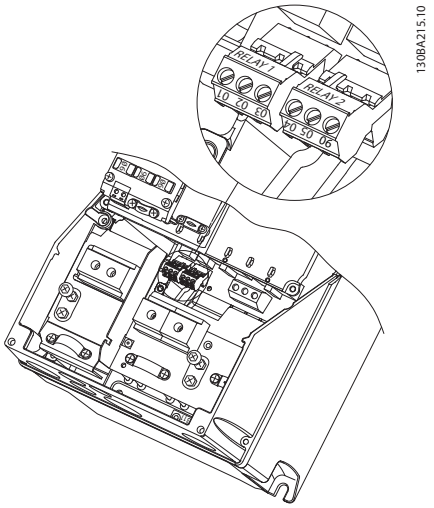


Ilustração 9.44 Terminais para Ligações do Relé (Gabinete Metálico Tipos A5, B1 e B2)

9.6.2 Disjuntores e Contatores

Montagem do IP55/NEMA Tipo 12 (gabinete metálico tipo A5) com disjuntor de rede elétrica

A chave de rede elétrica está localizada no lado esquerdo em gabinetes metálicos tipos B1, B2, C1 e C2. No gabinete metálico A5, a chave de rede elétrica encontra-se na lateral direita.

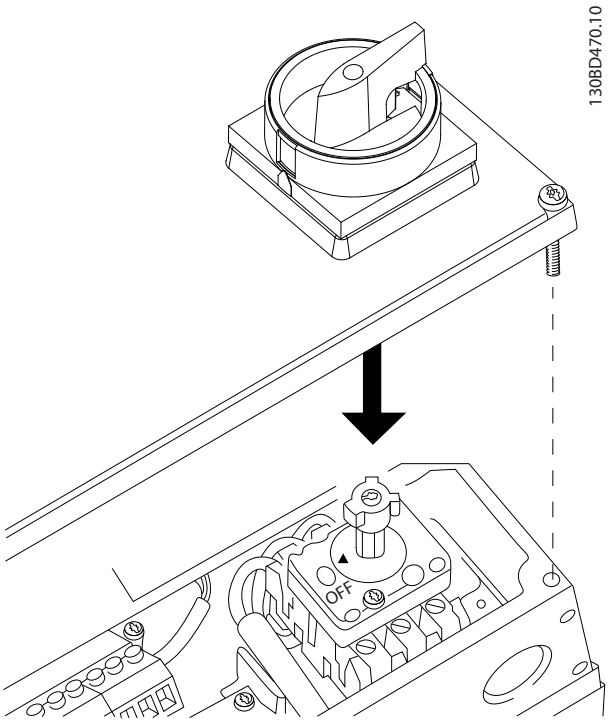
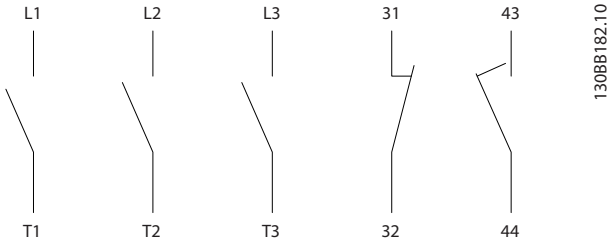
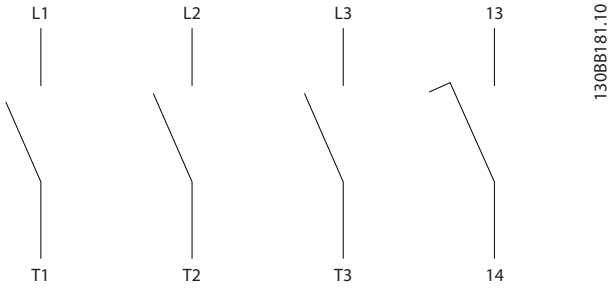


Ilustração 9.45 Localização do interruptor de rede elétrica



Tipo de Gabinete Metálico	Tipo
A4/A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303

Ilustração 9.46 Conexões de Terminal para A4, A5, B1, B2



Tipo de Gabinete Metálico	Tipo
C1	Kraus&Naimer KG100 T303
C1	Kraus&Naimer KG105 T303
C2	Kraus&Naimer KG160 T303

Ilustração 9.47 Conexões de Terminal para C1, C2

9.6.3 Load Sharing

Os terminais de comunicação serial CC são usados para backup CC, com o circuito intermediário alimentado a partir de uma fonte externa. Usa os terminais 88 e 89.

O cabo de conexão deverá ser blindado e o comprimento máximo do conversor de frequência até o barramento CC está limitado a 25 metros (82 pés).
A Load Sharing permite ligar os circuitos intermediários CC de vários conversores de frequência.

CUIDADO

Observe que tensões de até 1099 V CC podem ocorrer nos terminais.
Load Sharing requer equipamento extra e considerações de segurança.

CUIDADO

Observe que desconectar da rede elétrica pode não isolar o conversor de frequência devido à conexão do barramento CC.

9.6.4 Resistência de Frenagem

O cabo de conexão para o resistor do freio deve ser blindado e o comprimento máx. do conversor de frequência até o barramento CC está limitado a 25 metros (82 pés).

1. Conecte a malha da blindagem por meio de braçadeira de cabo à placa traseira condutiva no conversor de frequência e ao gabinete metálico do resistor do freio.
2. Dimensione a seção transversal do cabo do freio de forma a corresponder ao torque do freio.

Os terminais 81 e 82 são terminais do resistor do freio.

AVISO!

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

CUIDADO

Observe que podem ocorrer tensões de até 1099 V CC nos terminais, dependendo da tensão de alimentação.

9.6.5 Software de PC

O PC é conectado por meio de um cabo USB padrão (host/dispositivo) ou por meio da interface RS-485.

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 em *Conexão de rede elétrica CA* nas *Instruções de Utilização* pode danificar o controlador do host USB através da blindagem do cabo USB.
É recomendável usar um isolador USB com isolação galvânica para proteger o controlador do host USB do PC de diferenças potenciais de aterramento ao conectar o PC a um conversor de frequência por meio de um cabo USB.

É recomendável não usar 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.

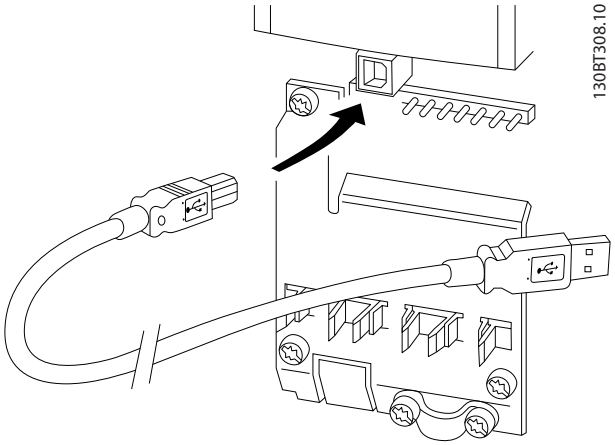


Ilustração 9.48 Conexão USB

9.6.5.1 MCT 10

Para controlar o conversor de frequência a partir de um PC, instale o Software de Setup do MCT 10.

Armazenagem de dados no PC via Software de Setup do MCT 10

1. Conecte um PC à unidade, através de uma porta de comunicação USB.
2. Abra o Software de Setup do MCT 10.
3. Selecione a porta USB na seção *network*.
4. Selecione *copy*.
5. Selecione a seção *project*.
6. Selecione *paste*.
7. Selecione *save as*.

Todos os parâmetros são armazenados nesse instante.

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

1. Conecte um PC à unidade, através de uma porta de comunicação USB.
2. Abra o Software de Setup do 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 do MCT 10. Faça o download de *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/*.

9.6.5.2 MCT 31

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 de outros fabricantes com dispositivos de redução adicional de harmônicas como os filtros Danfoss AHF e os retificadores de 12-18 pulsos podem ser calculadas.

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

9.6.5.3 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.

Consulte *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

9.7 Informações Adicionais sobre Motor

9.7.1 Cabo de Motor

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:

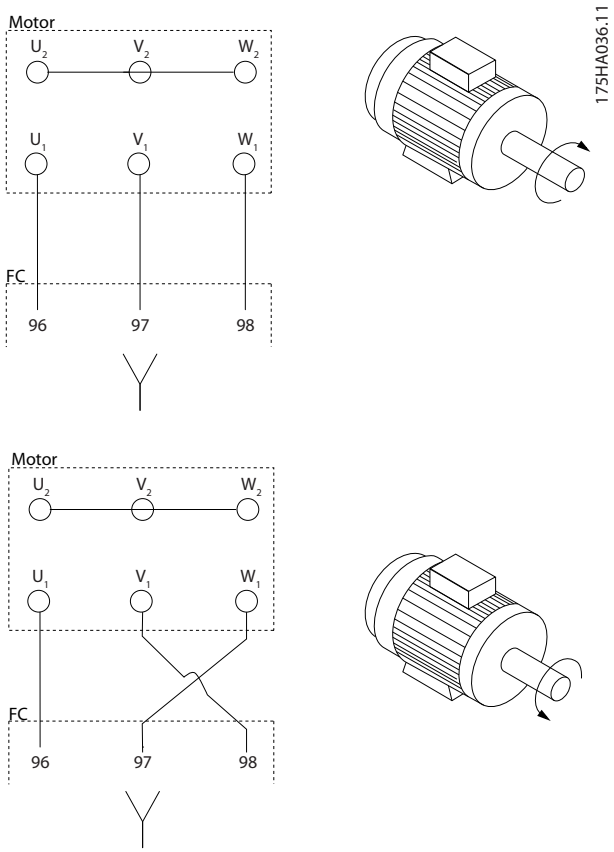


Ilustração 9.49 Conexão de terminal para rotação em sentido horário e anti-horário

O sentido de rotação pode ser mudado comutando 2 fases do cabo de motor ou alterando a configuração de *4-10 Sentido de Rotação do Motor*.

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

9.7.2 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^{plus} 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 9.51*.
- O comprimento de cabo de motor total especificado em *Tabela 5.2* é válido desde que os cabos paralelos sejam mantidos curtos (menos que 10 m cada), consulte *Ilustração 9.53* e *Ilustração 9.54*.
- Considere a queda de tensão no cabo de motor, consulte *Ilustração 9.54*.
- Para cabos paralelos longos, use filtro LC, consulte *Ilustração 9.54*.
- Para cabos longos sem conexão em paralelo, consulte *Ilustração 9.55*.

AVISO!

Quando motores forem ligados em paralelo, o par. *1-02 Fonte Feedbck.Flux Motor* não pode ser usado e o par. *1-01 Principio de Controle do Motor* deve ser programado para *[0] U/f*.

9

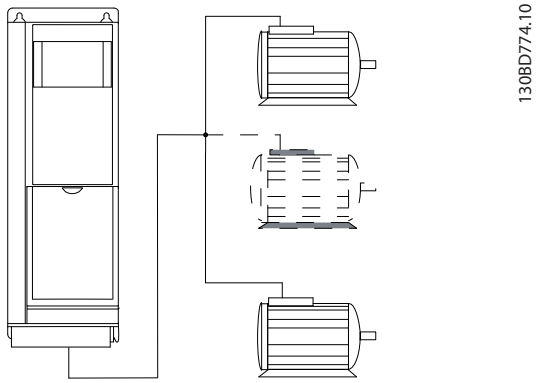


Ilustração 9.50 Conexão de Junta Comum para Comprimento de Cabo Curto

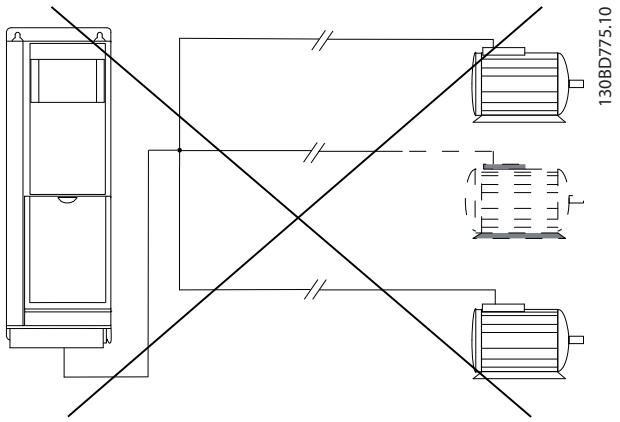


Ilustração 9.51 Conexão de Junta Comum para Comprimento de Cabo Longo

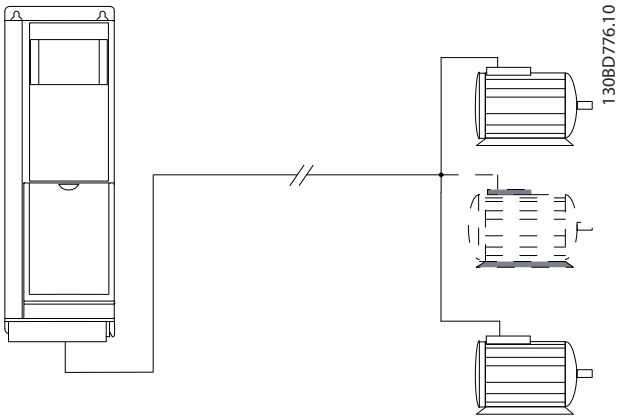


Ilustração 9.52 Cabos Paralelos sem Carga

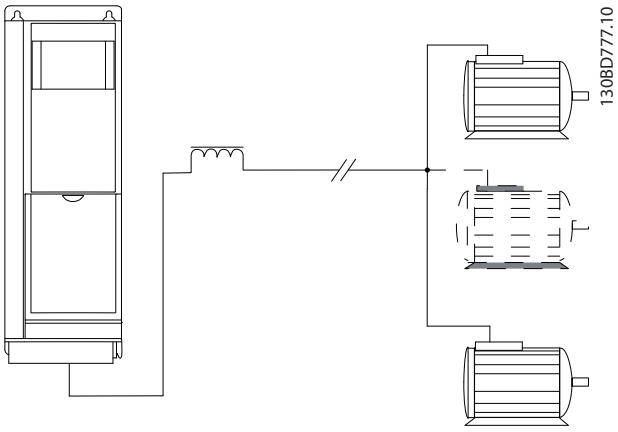


Ilustração 9.53 Cabos Paralelos com Carga

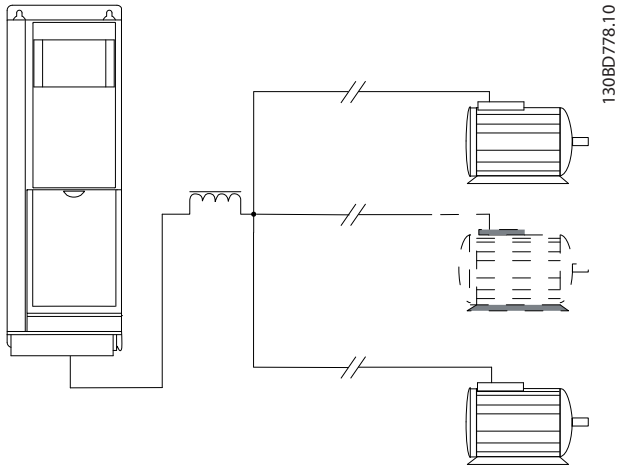


Ilustração 9.54 Filtro LC para cabos paralelos longos

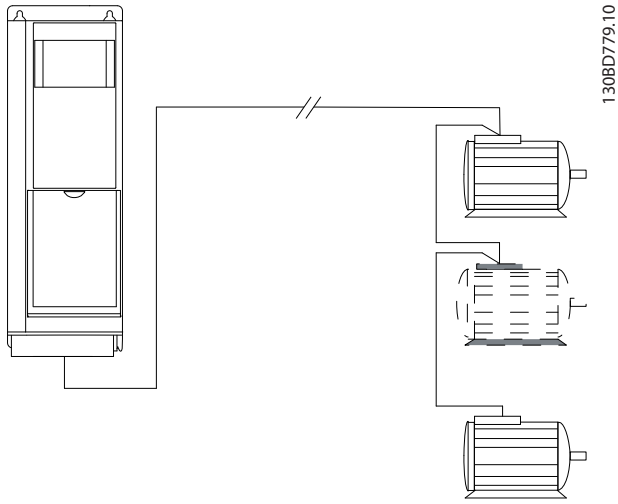


Ilustração 9.55 Cabos longos em conexão em série

Tipos de gabinetes	Tamanho da Potência [kW]	Tensão [V]	1 cabo [m]	2 cabos [m]	3 cabos [m]	4 cabos [m]
A1, A2, A4, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1-7.5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tabela 9.19 Comprimento de cabo máx. para cada cabo paralelo

9.8 Segurança

9.8.1 Teste de Alta Tensão

Execute um teste de alta tensão provocando curto circuito nos terminais U, V, W, L_1, L_2 e L_3. Aplique o máximo de 2,15 kV CC para conversores de frequência de 380-500 V e 2,525 kV CC para conversores de frequência de 525-690 V durante um segundo entre esse curto circuito e o chassi.

9

⚠ADVERTÊNCIA

Ao executar testes de alta tensão de toda a instalação, interrompa a conexão do motor e da rede elétrica se as correntes de fuga estiverem muito altas.

9.8.2 Aterramento de EMC

Prática de aterramento de EMC adequado

- Respeitar o aterramento de segurança.
- Manter a conexão do terra tão curta quanto possível resulta no melhor desempenho de EMC.
- Fios com maior quadrado têm menor impedância e melhor aterramento de EMC.
- Quando forem usados mais dispositivos com gabinetes metálicos, monte-os em uma placa de montagem metálica comum para melhorar o desempenho de EMC.

AVISO!

Se necessário, use arruelas para apertar parafusos, por exemplo, no caso de peças pintadas.

⚠CUIDADO

RISCO POTENCIAL NO CASO DE FALHA INTERNA
Risco de ferimentos pessoais quando o conversor de frequência não está corretamente fechado.

- **Antes de aplicar potência, assegure que todas as tampas de segurança estejam no lugar e bem presas.**

9.8.3 Instalação compatível com 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, IP21 ou IP54, evitar risco de formação de faíscas da seguinte maneira:

- Não instale um interruptor da rede elétrica.
- Garanta que *14-50 Filtro de RFI* está programado para *[1] Ligado*.
- Remova todos os plugue de relé marcados "RELÉ". Consulte *Ilustração 9.56*.
- Verifique quais opcionais de relé estão instalados, se houver. O único opcional de relé permitido é o Cartão de Relé Estendido MCB 113.

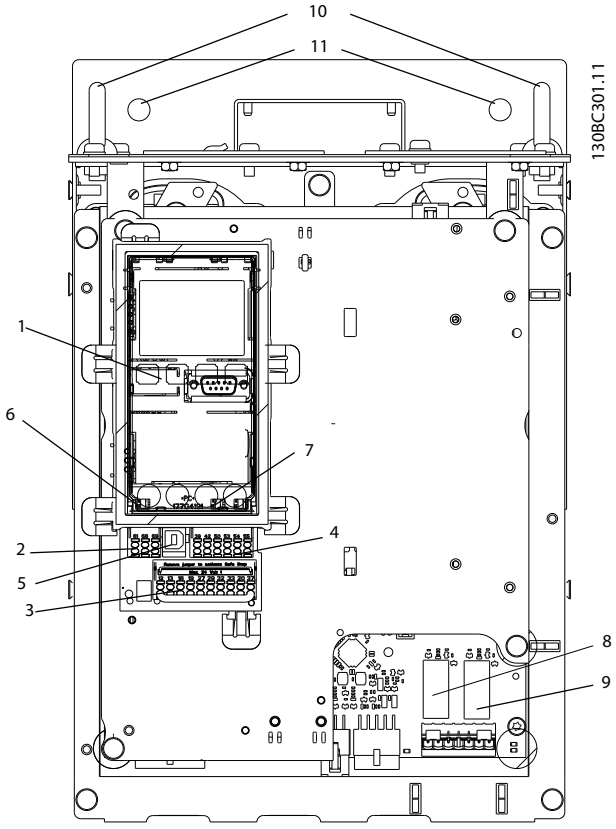


Ilustração 9.56 Localização dos plugues do relé, Pos. 8 e 9

A declaração do fabricante está disponível por solicitação.

10 Exemplos de Aplicações

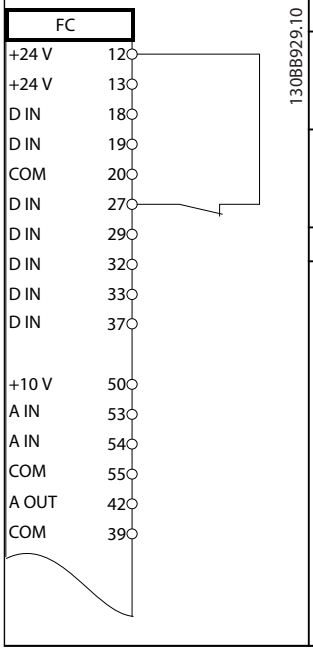
10.1 Aplicações usadas comumente

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 *0-03 Definições Regionais*)
- Os parâmetros associados aos terminais e suas configurações estão mostrados ao lado dos desenhos
- Onde for necessário ajuste dos interruptores dos terminais analógicos A53 ou A54, também será mostrado

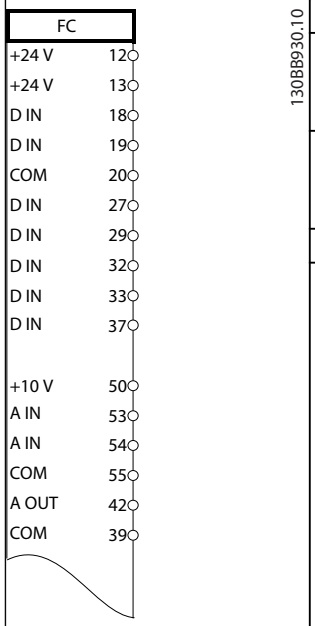
CUIDADO

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



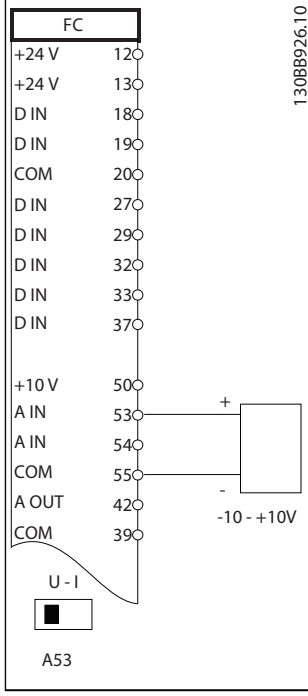
	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)	[1] Ativar AMA completa
	5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[2]* Parada por inércia inversa
	= Valor Padrão	
	Notas/comentários: O grupo do parâmetro *1-2* Dados do Motor* deve ser programado de acordo com o motor	

Tabela 10.1 AMA com T27 conectado



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA)	[1] Ativar AMA completa
	5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[0] Sem operação
	= Valor Padrão	
	Notas/comentários: O grupo do parâmetro *1-2* Dados do Motor* deve ser programado de acordo com o motor	

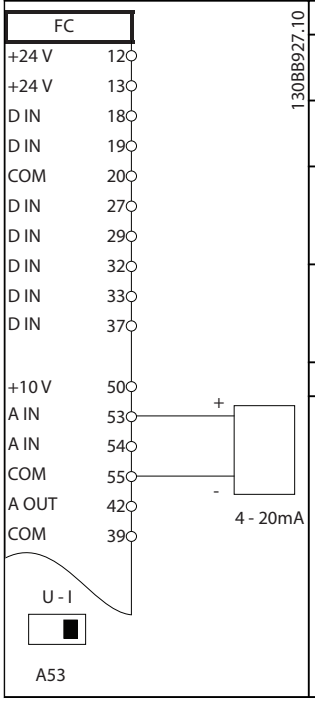
Tabela 10.2 AMA sem T27 conectado



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	6-10 Terminal 53 Tensão Baixa	0,07 V*
	6-11 Terminal 53 Tensão Alta	10 V*
	6-14 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Baixo	0 rpm
	6-15 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Alto	1.500 RPM
	= Valor Padrão	
	Notas/comentários:	

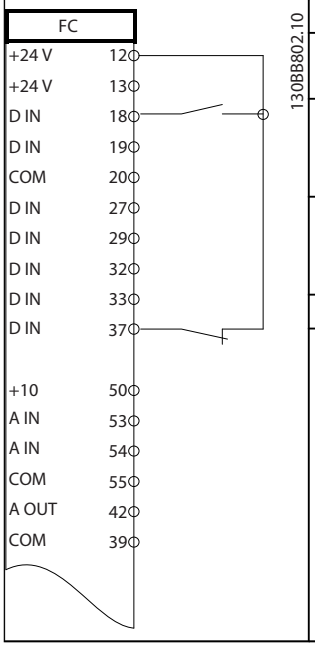
Tabela 10.3 Referência de Velocidade Analógica (Tensão)

10



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	6-12 Terminal 53 Corrente Baixa	4 mA*
	6-13 Terminal 53 Corrente Alta	20 mA*
	6-14 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Baixo	0 rpm
	6-15 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Alto	1.500 RPM
= Valor Padrão		
Notas/comentários:		

Tabela 10.4 Referência de Velocidade Analógica (Corrente)



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	5-10 Terminal 18 Entrada Digital	[8] Partida*
	5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[0] Sem operação
	5-19 Terminal 37 Parada Segura	[1] Alarme Parada Segura
= Valor Padrão		
Notas/comentários: Se *5-12 Terminal 27, Entrada Digital* estiver programado para *[0] Sem operação* não é necessário um fio de jumper para o terminal 27.		

Tabela 10.5 Comando de Partida/Parada com Torque Seguro Desligado

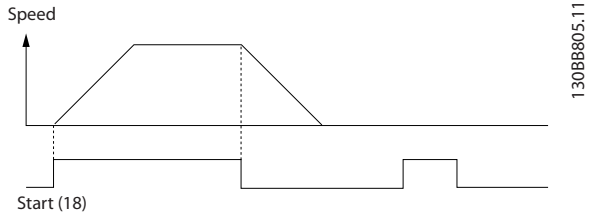
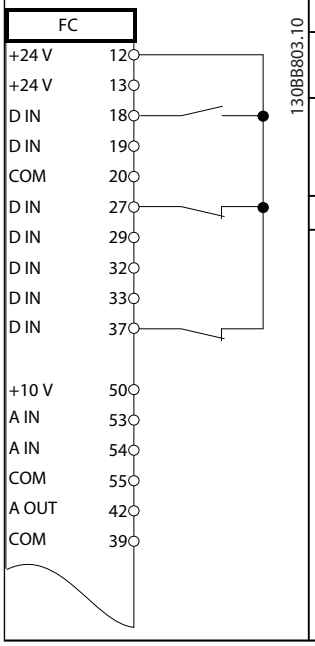


Ilustração 10.1 Partida/Parada com Torque Seguro Desligado



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

Tabela 10.6 Parada/Partida por Pulso

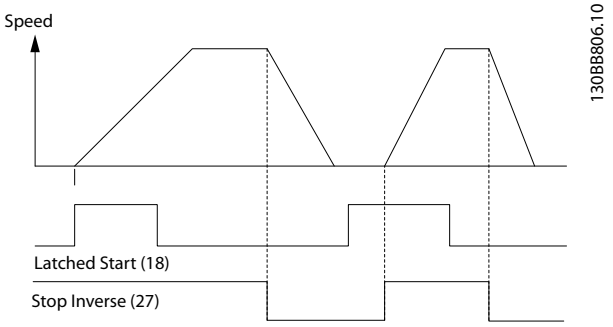
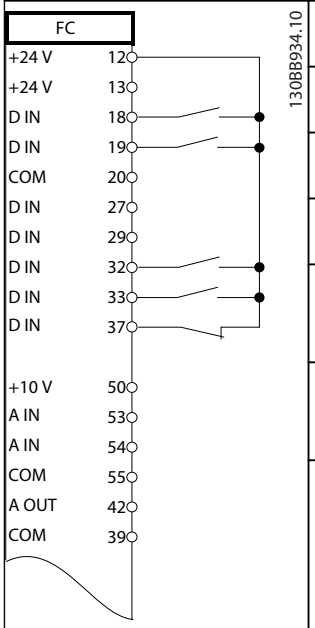


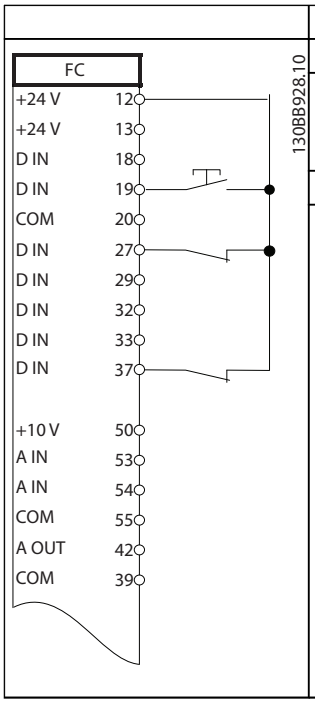
Ilustração 10.2 Partida por pulso/parada por inércia inversa

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.



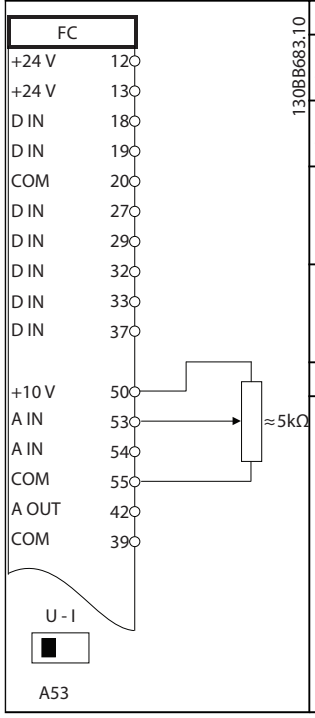
Parâmetros	
Função	**Configur-ação**
5-10 Terminal 18 Entrada Digital	[8] Partida
5-11 Terminal 19, Entrada Digital	[10] Reversão*
5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[0] Sem operação
5-14 Terminal 32, Entrada Digital	[16] Ref predefinida bit 0
5-15 Terminal 33 Entrada Digital	[17] Ref predefinida bit 1
3-10 Referência Predefinida	
Ref. predefinida 0	25%
Ref. predefinida 1	50%
Ref. predefinida 2	75%
Ref. predefinida 3	100%
= Valor Padrão	
Notas/comentários	

Tabela 10.7 Partida/parada com reversão e 4 velocidades pré-programadas



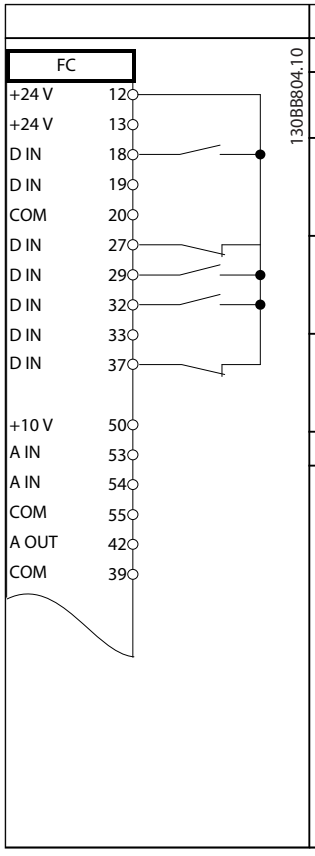
Parâmetros	
Função	**Configuração**
5-11 Terminal 19, Entrada Digital	[1] Reinicia-lização
= Valor Padrão	
Notas/comentários	

Tabela 10.8 Reset do Alarme Externo



Parâmetros	
Função	**Configuração**
6-10 Terminal 53 Tensão Baixa	0,07 V*
6-11 Terminal 53 Tensão Alta	10 V*
6-14 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Baixo	0 rpm
6-15 Terminal 53 Ref./Feedb. Valor Alto	1.500 RPM
= Valor Padrão	
Notas/comentários	

Tabela 10.9 Referência de Velocidade (utilizando um Potenciômetro Manual)



Parâmetros	
Função	**Configuração**
5-10 Terminal 18 Entrada Digital	[8] Partida*
5-12 Terminal 27, Entrada Digital	[19] Congelar referência
5-13 Terminal 29, Entrada Digital	[21] Aceleração
5-14 Terminal 32, Entrada Digital	[22] Desace-leração
= Valor Padrão	
Notas/comentários	

Tabela 10.10 Aceleração/Desaceleração

10

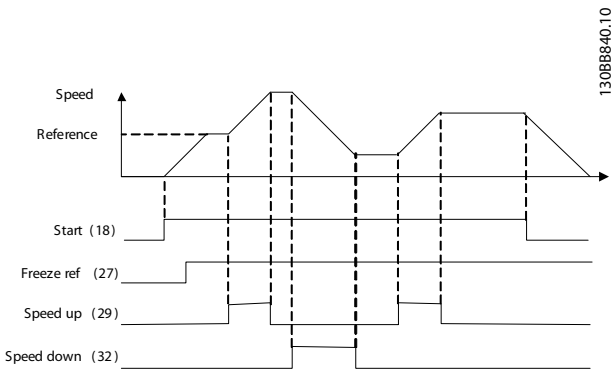
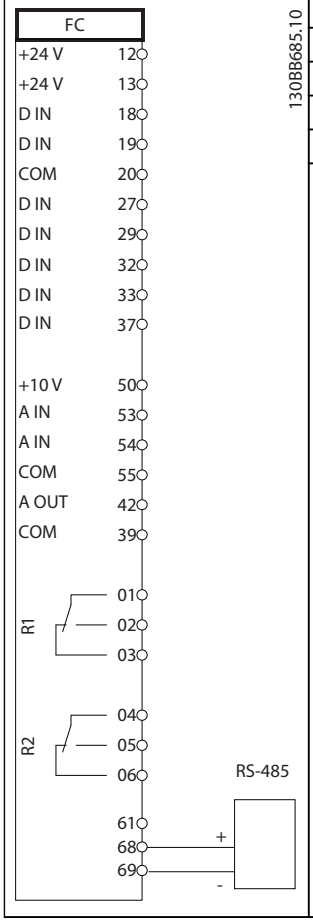
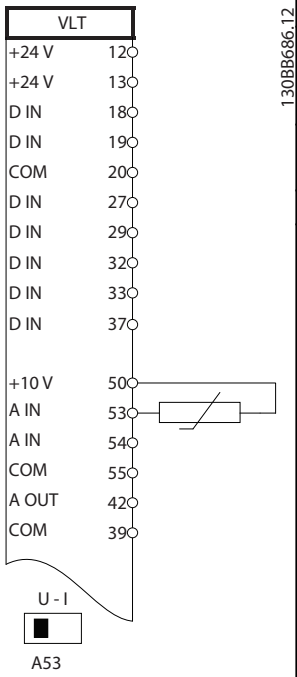


Ilustração 10.3 Aceleração/Desaceleração



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	8-30 Protocolo	FC*
	8-31 Endereço	1*
	8-32 Baud Rate	9,600*
	= Valor Padrão	
	Notas/comentários: Selecione protocolo, endereço e baud rate nos parâmetros mencionados anteriormente.	

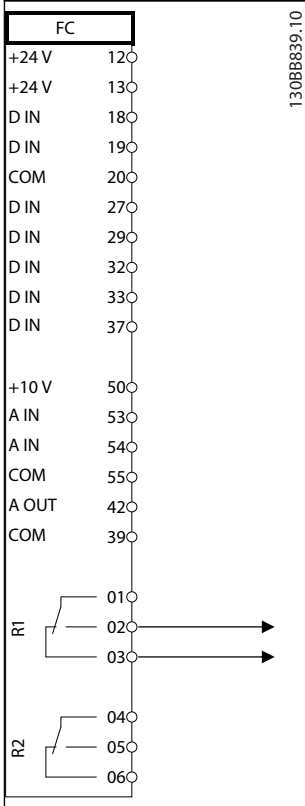
Tabela 10.11 Conexão de rede do RS-485



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	1-90 Proteção Térmica do Motor	[2] Desarme do termistor
	1-93 Fonte do Termistor	[1] Entrada analógica 53
	= Valor Padrão	
	Notas/comentários: Se somente uma advertência for desejada, programe *1-90 Proteção Térmica do Motor* para *[1] Advertência do termistor*.	

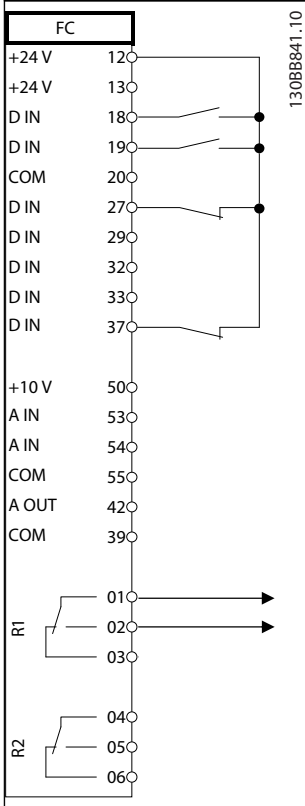
Tabela 10.12 Termistor do motor

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.



	Parâmetros
Função	**Configuração**
4-30 Função Perda Fdbk do Motor	[1] Advertência
4-31 Erro Feedb Veloc. Motor	100 rpm
4-32 Timeout Perda Feedb Motor	5 s
7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	[2] MCB 102
17-11 Resolução (PPR)	1024*
13-00 Modo do SLC	[1] On
13-01 Iniciar Evento	[19] Advertência
13-02 Parar Evento	[44] Tecla Reset
13-10 Operando do Comparador	[21] Advertência nº.
13-11 Operador do Comparador	[1] ≈*
13-12 Valor do Comparador	90
13-51 Evento do SLC	[22] Comparador 0
13-52 Ação do SLC	[32] Definir saída digital A baixa
5-40 Função do Relé	[80] Saída digital A do SL
= Valor Padrão	
Notas/comentários: Se o limite no monitor de feedback for excedido, a Advertência 90 será emitida. O SLC monitora a Advertência 90 e no caso de essa Advertência 90 tornar-se TRUE, o relé 1 é acionado. O equipamento externo pode indicar que manutenção é necessária. Se o erro de feedback ficar abaixo do limite novamente dentro de 5 s, o conversor de frequência continua e a advertência desaparece. Mas o relé 1 ainda é acionado até [Reset] no LCP.	

Tabela 10.13 Usando o SLC para Programar um Relé



	Parâmetros
Função	**Configuração**
1-00 Modo Configuração	[0] Malha aberta de velocidade
1-01 Principio de Controle do Motor	[1] VVC^{plus}
5-40 Função do Relé	[32] Ctrl. freio mecân.
5-10 Terminal 18 Entrada Digital	[8] Partida*
5-11 Terminal 19, Entrada Digital	[11] Partida reversa
1-71 Atraso da Partida	0,2
1-72 Função de Partida	[5] VVC^{plus}/ FLUXO no sentido horário
1-76 Corrente de Partida	$I_{m,n}$
2-20 Corrente de Liberação do Freio	Dependente da aplicação
2-21 Velocidade de Ativação do Freio [RPM]	Metade do deslizamento nominal do motor
= Valor Padrão	
Notas/comentários:	

Tabela 10.14 Controle do Freio Mecânico (Malha Aberta)

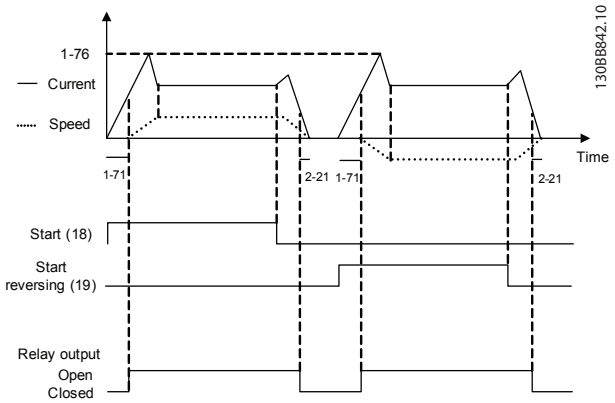


Ilustração 10.4 Controle do Freio Mecânico (Malha Aberta)

10

10.1.1 Sistema de Drive de Malha Fechada

Um sistema de conversor de frequência normalmente consiste em mais elementos, como:

- Motor
- Caixa de câmbio
- Freio Mecânico
- Conversor de frequência
- Encoder como sistema de feedback
- Resistor do freio para a frenagem dinâmica
- Transmissão
- Carga

As aplicações que exigem controle do freio mecânico geralmente precisam de um resistor do freio.

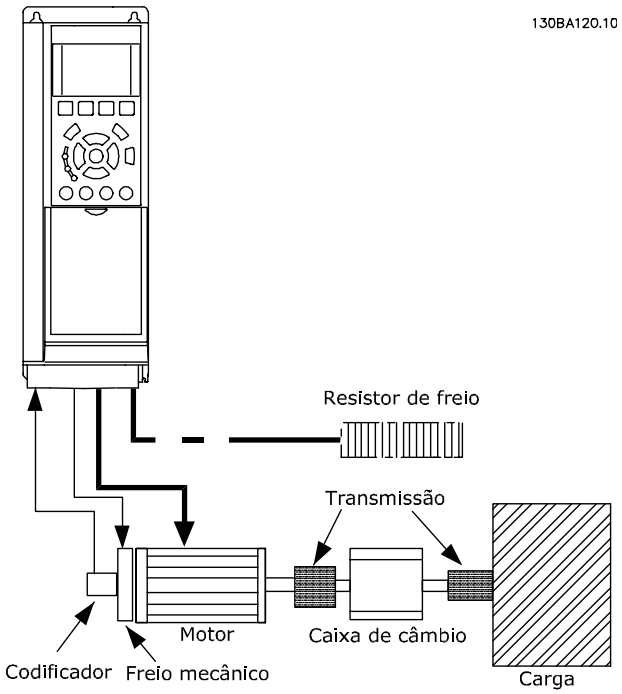


Ilustração 10.5 Exemplo de FC 302 controle da velocidade de malha fechada

10.1.2 Programação do Limite de Torque e Parada

Nas aplicações com um freio eletromecânico externo, como nas aplicações em guindastes é possível parar um conversor de frequência por meio de um comando de parada 'padrão' e, simultaneamente, ativar o freio eletro-mecânico externo.
O exemplo abaixo ilustra a programação das conexões do conversor de frequência.
O freio externo pode ser conectado ao relé 1 ou 2.
Programe o terminal 27 para *[2] Parada por inércia, inversão* ou *[3] Parada por inércia e Reset, inversão* e programe o terminal 29 para *[1] Saída do modo terminal 29* e *[27] Limite de torque e parada*.

Descrição
Se houver um comando de parada ativo, através do terminal 18, e o conversor de frequência não estiver no limite de torque, o motor desacelerará até 0 Hz.
Se o conversor de frequência estiver no limite de torque e um comando de parada for ativado, o terminal 29 Saída (programado para *[27] Limite de torque e parada*) é ativado.
O sinal do terminal 27 muda de '1 lógico' para '0 lógico' e o motor começa a parada por inércia, garantindo assim que o içamento pare, mesmo se o próprio conversor de frequência não puder controlar o torque necessário (por exemplo, devido a uma sobrecarga excessiva).

- Partida/parada através do terminal 18
  5-10 Terminal 18 Entrada Digital, *[8] Partida*
- Parada rápida através do terminal 27
  5-12 Terminal 27, Entrada Digital, *[2] Parada por inércia, inversão*
- Terminal 29 Saída
  5-02 Modo do Terminal 29, *[1] Terminal 29 Modo Saída*
  5-31 Terminal 29 Saída Digital, *[27] Limite de Torque e Parada*
- Saída do relé [0] (Relé 1)
  5-40 Função do Relé, *[32] Controle do Freio Mecânico*

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

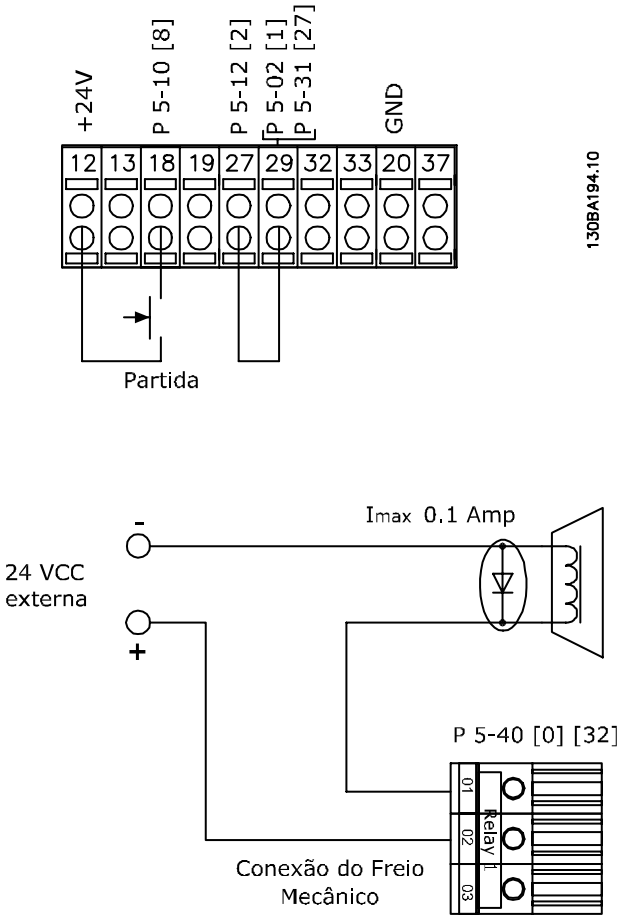


Ilustração 10.6 Freio Eletromecânico Externo

10.1.3 Programação do Controle da Velocidade

A velocidade do motor requerida é programada por meio de um potenciômetro conectado no terminal 53. A faixa de velocidade é de 0 a 1500 rpm, correspondendo a 0 a 10 V no potenciômetro. A partida e a parada são controladas por uma chave conectada ao terminal 18. O PID de Velocidade monitora as RPM reais do motor com um encoder incremental (HTL) de 24 V como feedback. O sensor de feedback é um encoder (1024 pulsos por revolução) conectado aos terminais 32 e 33.

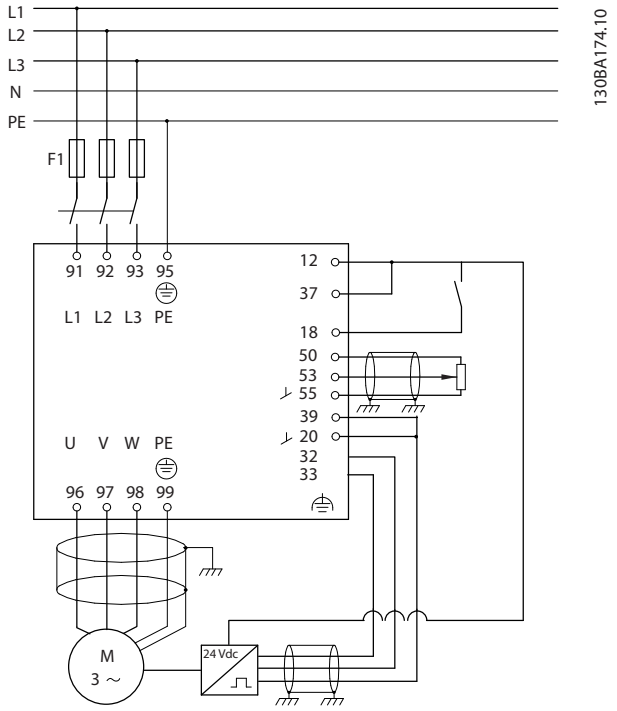
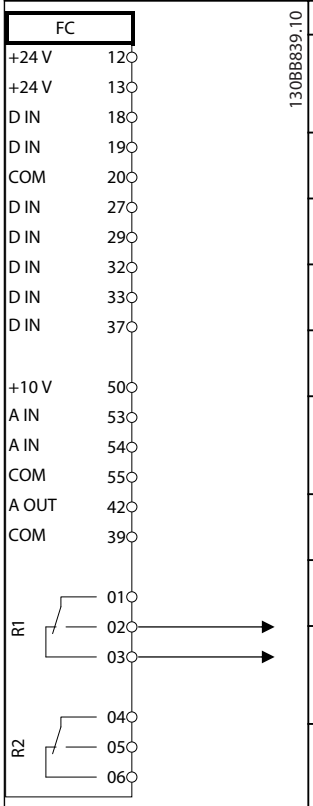


Ilustração 10.7 Exemplo - Conexões de Controle da Velocidade

10

Exemplo de Aplicação



	Parâmetros	
	Função	**Configuração**
	7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.	[2] MCB 102
	17-11 Resolução (PPR)	1024*
	13-00 Modo do SLC	[1] On
	13-01 Iniciar Evento	[19] Advertência
	13-02 Parar Evento	[44] Tecla Reset
	13-10 Operando do Comparador	[21] Advertência nº.
	13-11 Operador do Comparador	[1] ≈*
	13-12 Valor do Comparador	90
	13-51 Evento do SLC	[22] Comparador 0
	13-52 Ação do SLC	[32] Definir saída digital A baixa
	5-40 Função do Relé	[80] Saída digital do SL A
	* = Valor Padrão	
	Notas/comentários: A Advertência 90 será emitida quando o sinal de feedback do encoder não corresponder à referência. O SLC monitora a Advertência 90 e no caso de essa Advertência 90 tornar-se TRUE, o Relé 1 é acionado. O equipamento poderá indicar que manutenção pode ser necessária.	

Tabela 10.15 Usando o SLC para Programar um Relé

10

11 Opcionais e Acessórios

11.1 Opcionais de Comunicação

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- CAN Aberto MCA 105 VLT®
- VLT® EtherCAT MCA 124
- VLT® PROFIBUS Converter MCA 114
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122
- VLT® POWERLINK MCA 122
- Conversor de VLT® DeviceNet MCA 194

11.2 Opcionais de E/S, Feedback e Segurança

11.2.1 VLT® Módulo de E/S de Uso Geral MCB 101

MCB 101 é usado como extensão das entradas digital e analógica de FC 301 e FC 302.

Encaixe o MCB 101 no slot B no VLT® AutomationDrive.

Conteúdo:

- Módulo Opcional MCB 101
- Recurso estendido para o LCP
- Tampa de terminal

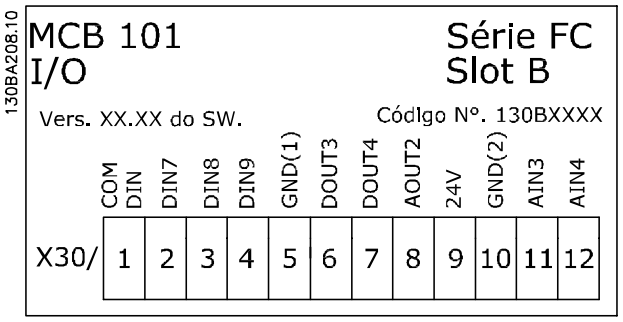


Ilustração 11.1 Opcional MCB 101

11.2.1.1 Isolação Galvânica no MCB 101

As entradas digital/analógica são isoladas galvanicamente de outras entradas/saídas no MCB 101 e no cartão de controle do conversor de frequência. As saídas digital/analógica no MCB 101 estão isoladas galvanicamente das demais entradas/saídas do MCB 101, porém, não das respectivas no cartão de controle do conversor de frequência.

Se as entradas digitais 7, 8 ou 9 devem ser chaveadas com a fonte de alimentação de 24 V interna (terminal 9), estabeleça a conexão entre os terminais 1 e 5, consulte *Ilustração 11.2*.

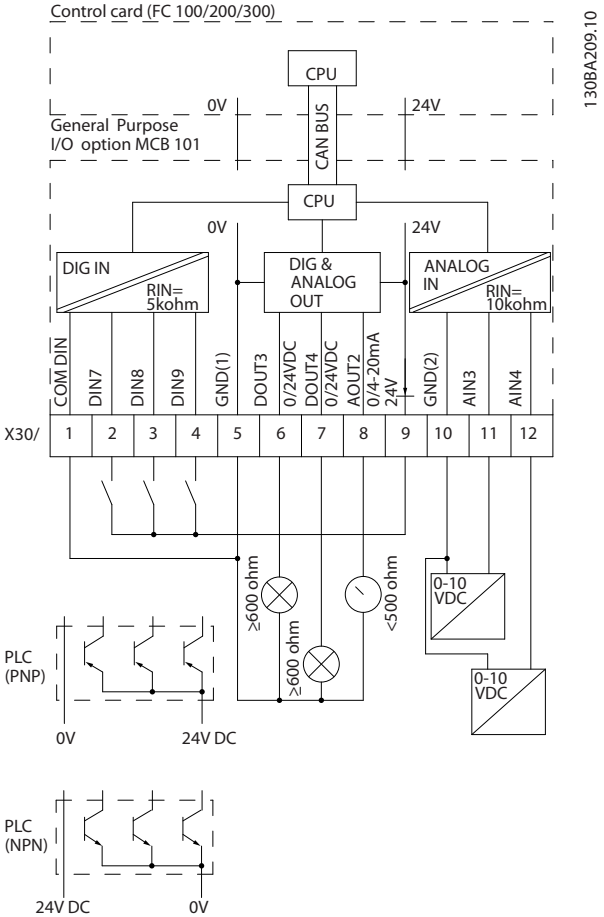


Ilustração 11.2 Diagrama de Princípios

11

Entrada digital - terminal X30/1-4	
Nº de entradas digitais	3
Terminal número	X30,2, X30,3, X30,4
Lógica	PNP ou NPN
Nível de tensão	0-24 V CC
Nível de tensão, '0' lógico PNP (GND = 0 V)	< 5 V CC
Nível de tensão, '1' lógico PNP (GND = 0 V)	> 10 V CC
Nível de tensão, '0' lógico NPN (GND = 24 V)	< 14 V CC
Nível de tensão, '1' lógico NPN (GND = 24 V)	> 19 V CC
Tensão máxima na entrada	28 V contínuos
Faixa de frequência de pulso	0 até 110 kHz
Ciclo útil, largura de pulso mín.	4,5 ms
Impedância de entrada	> 2 kΩ

Entrada analógica - terminal X30/11, 12	
Número de entradas analógicas	2
Terminal número	X30,11, X30,12
Modos	Tensão
Nível de tensão	0-10 V
Impedância de entrada	> 10 kΩ
Tensão máx.	20 V
Resolução das entradas analógicas	10 bits (+ sinal)
Precisão das entradas analógicas	Erro máx. 0,5% do fundo de escala
Largura de banda	FC 301: 20 Hz/ FC 302: 100 Hz

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

Saída analógica - terminal X30/8	
Número de saídas analógicas	1
Terminal número	X30.8
Faixa atual na saída analógica	0-20 mA
GND de carga máx. - saída analógica	500 Ω
Precisão na saída analógica	Erro máx.: 0,5% do fundo de escala
Resolução na saída analógica	12 bit

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

11.2.2 Opcional do Encoder do VLT® MCB 102

O módulo do encoder pode ser utilizado como fonte do feedback do controle de Fluxo de malha fechada (par. *1-02 Fonte Feedbck.Flux Motor*) assim como do controle da velocidade de malha fechada (par. *7-00 Fonte do Feedb. do PID de Veloc.*). Configure o opcional do encoder no grupo do parâmetro *17-** Opcional de Feedback*.

Usado para

- VVC^{plus} malha fechada
- Controle da Velocidade do Flux Vector
- Controle de Torque do Flux Vector
- Motor de ímã permanente

Tipos de encoder suportados:
Encoder incremental: Tipo TTL 5 V, RS-422, frequência máx.: 410 kHz
Encoder incremental: 1 Vpp, seno-coseno
Encoder Hiperface®: Absoluto e Seno-Coseno (Stegmann/ SICK)
Encoder EnDat: Absoluto e Seno-Coseno (Stegmann/SICK) suporta a versão 2.1
Encoder SSI: Absoluta

AVISO!

Encoders incrementais não são recomendados para usar com motores PM devido ao risco de polaridade incorreta.

AVISO!

Recomenda-se enfaticamente sempre fazer a alimentação do encoder através do MCB 102. Deverá ser evitado usar fonte de alimentação externa para o encoder.

Monitor do encoder:
Os 4 canais do encoder (A, B, Z e D) são monitorados, circuito aberto e curto circuito podem ser detectados. Há um LED verde para cada canal, que acende quando o canal está OK.

AVISO!

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

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

- Opcional MCB 102 do Encoder
- Dispositivo aumentado do LCP e tampa de terminal aumentada

O opcional de encoder não suporta conversores de frequência FC 302, fabricados antes da semana 50/2004.
Versão mín. do software: 2,03 (*15-43 Versão de Software*)

Connector Designation X31	Encoder incremental (consulte *Ilustração 11.3*o)	Encoder SinCos Hiperface® (consulte *Ilustração 11.4*)	Encoder EnDat	Encoder SSI	Descrição
1	NC			24 V*	Saída 24 V (21-25 V, I_{max}:125 mA)
2	NC	8 VCC			Saída 8 V (7-12V, I_{max}: 200mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V*	Saída 5 V (5 V ± 5%, I_{max}: 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Entrada A	+COS	+COS		Entrada A
6	Entrada A inv	REFCOS	REFCOS		Entrada A inv
7	Entrada B	+SIN	+SIN		Entrada B
8	Entrada B inv	REFSIN	REFSIN		Entrada B inv
9	Entrada Z	+Dados RS-485	Saída do oscilador	Saída do oscilador	Entrada Z OU +Dados RS-485
10	Entrada Z inv	-Dados RS-485	Saída do oscilador inv.	Saída do oscilador inv.	Entrada Z OU -Dados RS-485
11	NC	NC	Dados de entrada	Dados de entrada	Uso futuro
12	NC	NC	Dados de entrada inv.	Dados de entrada inv.	Uso futuro
Máx. 5 V em X31,5-12					

Tabela 11.1 Conexões do Encoder

** Alimentação para encoder: consultar dados sobre encoder*

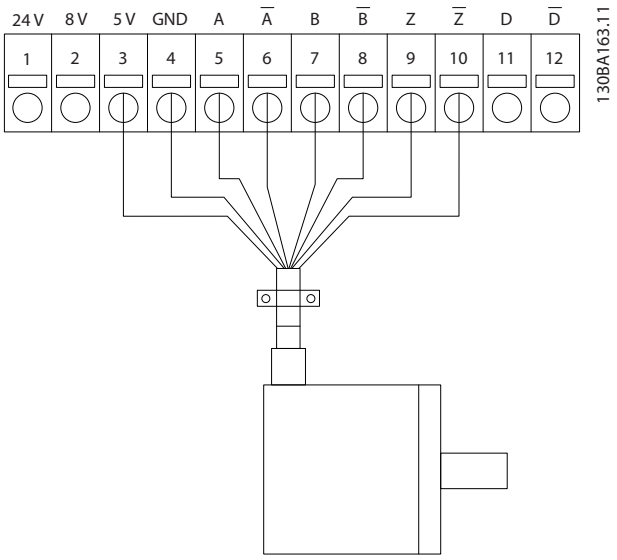


Ilustração 11.3 Encoder incremental

AVISO!

Comprimento de cabo máx. 150 m.

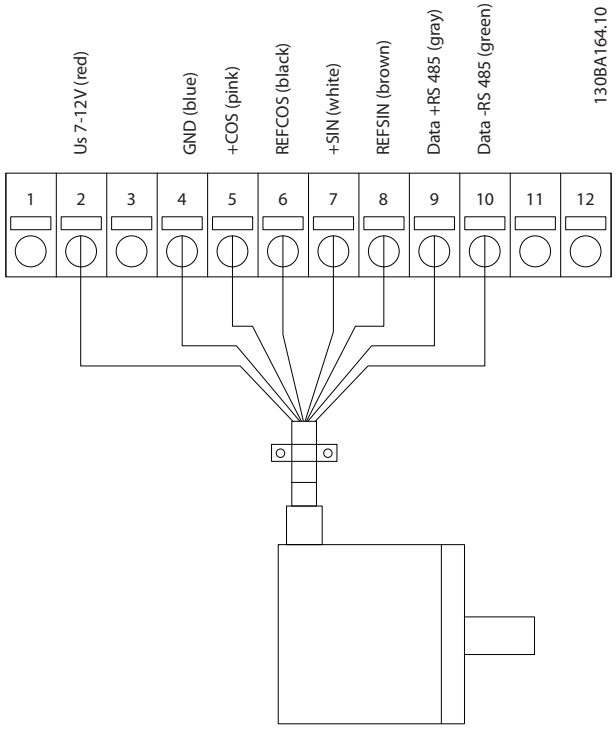


Ilustração 11.4 Encoder SinCos Hiperface

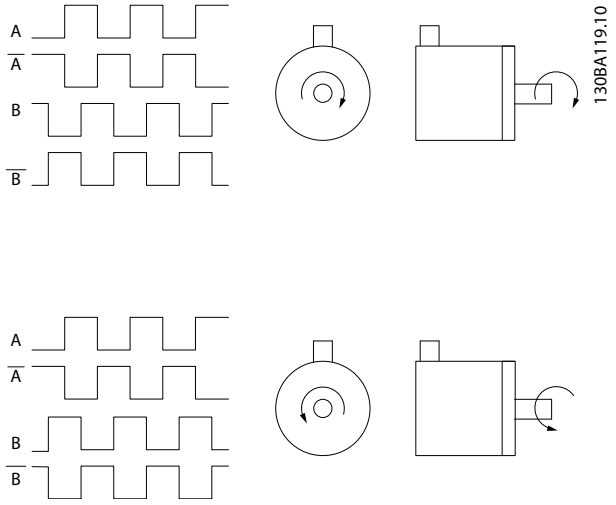


Ilustração 11.5 Sentido da rotação

11.2.3 VLT® Opcional do Resolver MCB 103

O Opcional do Resolver MCB 103 é utilizado para fazer interface do feedback de motor do resolver VLT® AutomationDrive. Os resolvers são utilizados basicamente como dispositivos de feedback de motor, para motores síncronos sem escova com Imã Permanente.

O kit do opcional do Resolver encomendado separadamente inclui:

- Opcional MCB 103 do Resolver
- Dispositivo aumentado do LCP e tampa de terminal aumentada

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

O Opcional do Resolver MCB 103 suporta diversos tipos de resolvers.

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

Tabela 11.2 Especificações do resolver

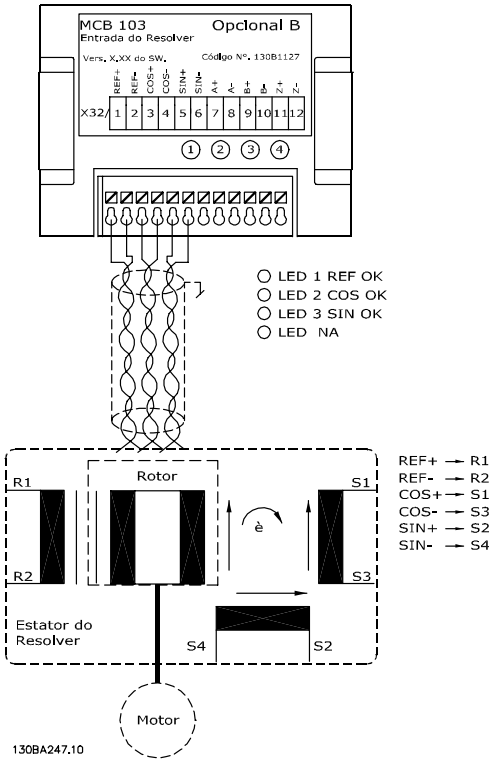


Ilustração 11.6 MCB 103 Entrada do Resolver

11

Indicadores LED
LED 1 acende quando o sinal de referência está OK no resolver
LED 2 acende quando o sinal Cosinus está OK, a partir do resolver
LED 3 acende quando o sinal Sinus está OK no resolver.

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

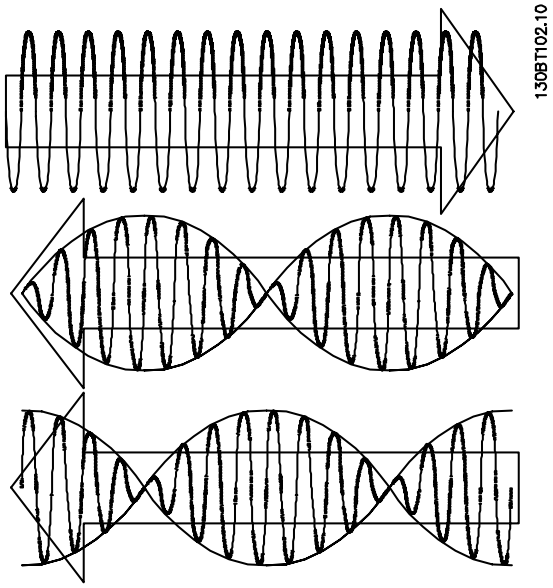


Ilustração 11.7 Motor de Ímã Permanente (PM) com o resolver como feedback de velocidade.

Exemplo de setup
Neste exemplo, utiliza-se um Motor de Ímã Permanente (PM - Permanent Magnet) com o resolver como feedback de velocidade. Um motor PM normalmente deve funcionar em modo de fluxo.
Fiação
O máximo comprimento de cabo é 150 m, se for utilizado um cabo do tipo par trançado.

AVISO!

Os cabos do resolver devem ser blindados e separados dos cabos de motor.

AVISO!

A blindagem do cabo do resolver deve estar conectada corretamente à placa de desacoplamento e ao chassi (ponto de aterramento) no lado do motor.

AVISO!

Use somente cabo de motor e cvabos de circuito de frenagem blindados.

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

Tabela 11.3 Parâmetros a Ajustar

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

11.2.4 VLT® Placa de Relé MCB 105

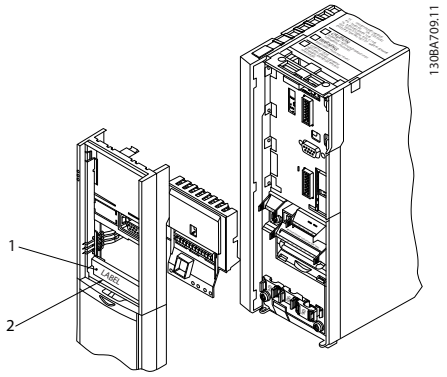
O Opcional de Relé MCB 105 inclui 3 peças de contatos SPDT e deve ser instalado no slot B do opcional.

Dados Elétricos	
Carga do terminal máx. (CA-1)[1)] (Carga resistiva)	240 V CA 2 A
Carga do terminal máx. (CA-15)[1)] (carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga do terminal máx. (CC-1)[1)] (Carga resistiva)	24 V CC 1 A
Carga do terminal máx. (CC-13)[1)] (Carga indutiva)	24 V CC 0,1 A
Carga mín. no terminal (CC)	5 V 10 mA
Velocidade de chaveamento máx. em carga nominal/carga mín.	6 min^{-1}/20 s^{-1}

[1)] IEC 947 peça 4 e 5

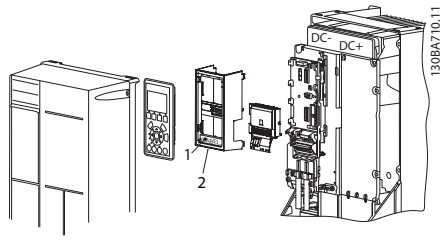
Quando o kit do opcional de relé for encomendado separadamente, inclui

- Módulo do Relé do MCB 105
- Acessório de LCP aumentado e tampa de terminal aumentada
- Etiqueta para cobertura do acesso às chaves S201, S202 e S801
- Fitas para cabo, para fixá-los no módulo do relé



1	**IMPORTANTE !** A etiqueta DEVE ser fixada na estrutura do LCP, como mostrado (aprovado pelo UL).
2	Placa de relé

Ilustração 11.8 Tipos de Gabinetes Metálicos A2-A3-B3



1	**IMPORTANTE !** A etiqueta DEVE ser fixada na estrutura do LCP, como mostrado (aprovado pelo UL).
2	Placa de relé

Ilustração 11.9 Tipos de Gabinetes Metálicos A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

⚠ADVERTÊNCIA

Alimentação da Advertência Dual

Como acrescentar o Opcional da Placa de Relé MCB 105:

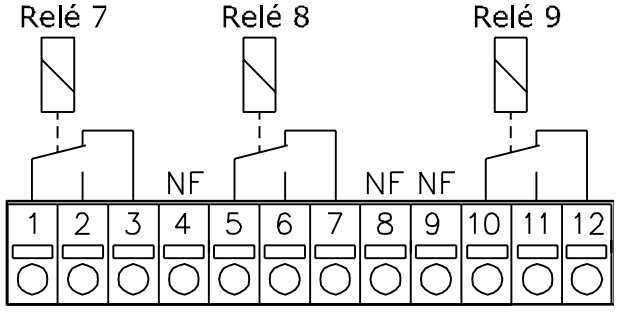
1. Desconecte a energia do conversor de frequência.
2. Desconecte a energia das conexões energizadas nos terminais de relé.
3. Remova o LCP, a tampa de terminal e o acessório do LCP do conversor de frequência.
4. Instale o opcional MCB 105 no slot B.
5. Conecte os cabos de controle e aperte os cabos com as fitas para cabo anexadas.
6. Garanta que o comprimento do fio descascado o correto (consulte o desenho a seguir*Ilustração 11.11*).
7. Não misture as partes energizadas (alta tensão) com os sinais de controle (baixa tensão) (PELV).
8. Encaixe o acessório do LCP aumentado e a tampa de terminal aumentada.
9. Substitua o LCP.
10. Conecte a energia ao conversor de frequência.
11. Selecione as funções de relé, nos *5-40 Função do Relé* [6-8], *5-41 Atraso de Ativação do Relé* [6-8] e *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.

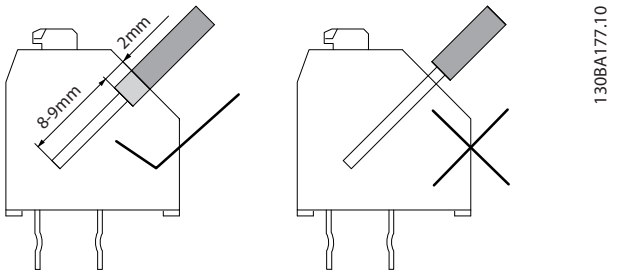
AVISO!

Para acessar a chave de terminação S801 ou os interruptores de corrente/tensão S201/S202 do RS 485, desmonte a placa de relé (consulte *Ilustração 11.8* e *Ilustração 11.9*, posição 2).



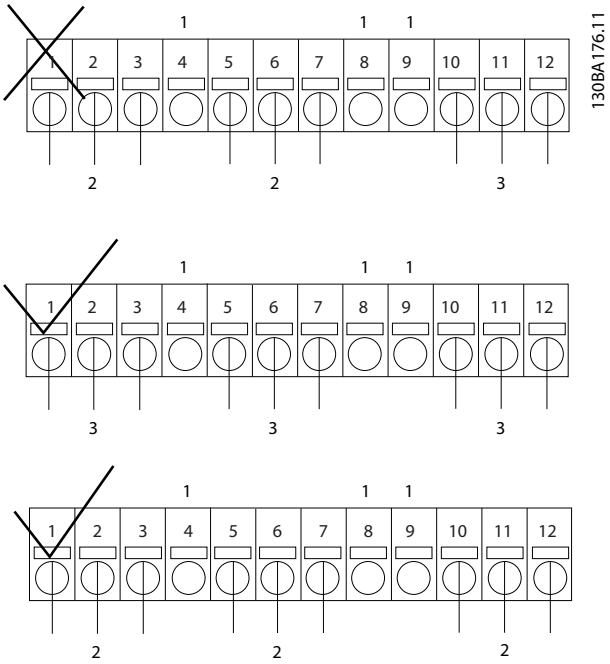
130BA162.10

Ilustração 11.10 Relés



130BA177.10

Ilustração 11.11 Inserção Correta do Fio



130BA176.11

1	NC
2	Peça energizada
3	PELV

Ilustração 11.12 Fiação Correta dos Relés

AVISO!

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

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

11.2.5 Opcional MCB 108 da Interface Segura do PLC VLT®

O Opcional de Interface Segura do PLC MCB 108 foi projetado para ser integrado entre o Polo duplo seguro (mais/menos) no PLC Seguro e a entrada Parada Segura em FC 302. A interface de PLC Seguro permite a saída segura no PLC Seguro para manter os pulsos de teste na saída positiva ou negativa sem interferir no sinal de sensor para parada segura T37.
Pode ser usado em combinação com dispositivos de segurança para atender o requisito de IEC61800-5-2 SIL 2, ISO13849-1 cat. 3 para Torque Seguro Desligado (STO).

O Módulo Opcional MCB 108 está isolado galvanicamente via conversor CC/CC interno e pode ser encaixado no slot B do opcional.

Tensão de entrada (CC)	18-28 V CC
Entrada de corrente típica (CC)	60 mA
Entrada de corrente máx. (CC)	110 mA CC
Corrente de inrush máx. (CC)	500 mA CC
Tensão de saída (CC)	20 V CC a Vin = 24 V
Ligar atraso	1 ms
Desligar atraso	3 ms

Observe as precauções a seguir

- O FC 302 com MCB 108 (incluindo as conexões entre X31/9 e Terminal 37) deve ser colocado dentro de um gabinete metálico IP54.
- Ativação de Parada Segura (ou seja, remoção da tensão de alimentação de 24 V CC do terminal 37 removendo a tensão da entrada de polo duplo do MCB 108) não oferece segurança elétrica.
- O dispositivo de segurança conectado à entrada de polo duplo do MCB 108 deve atender os requisitos de cat.3/PL d de acordo com ISO 13849-1 para interromper a tensão/corrente do MCB 108. Isso também se aplica às conexões entre o MCB 108 e o dispositivo de segurança.
- Leia e siga as instruções do dispositivo de segurança para conectá-lo corretamente ao MCB 108.

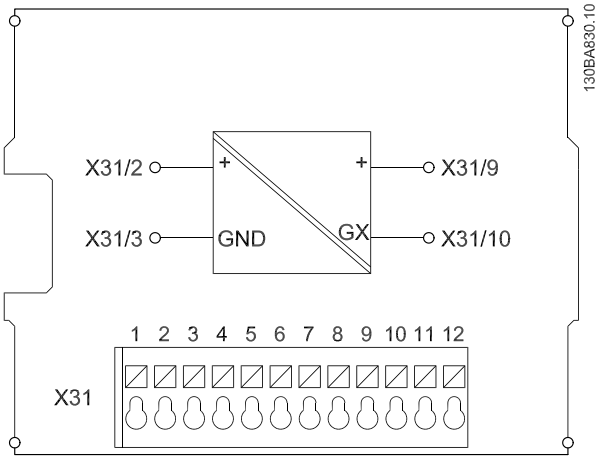


Ilustração 11.13 Interface segura do PLC MCB 108 do Módulo Opcional

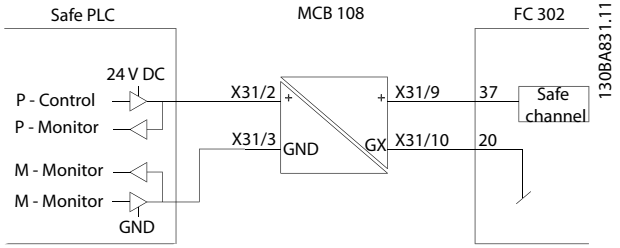


Ilustração 11.14 Conexão da Interface segura do PLC MCB 108

11.2.6 Cartão do Termistor do PTC VLT® MCB 112

O opcional de MCB 112 possibilita monitorar a temperatura de um motor elétrico por meio de uma entrada do termistor PTC isolada galvanicamente. É um opcional B para conversor de frequência com Torque Seguro Desligado.

Para saber as diferentes possibilidades de aplicação, consulte *capétulo 10 Exemplos de Aplicações*.

X44/1 e X44/2 são as entradas do termistor. X44/12 ativa o Torque Seguro Desligado do conversor de frequência (T-37) se os valores do termistor tornarem isso necessário e X44/10 informa ao conversor de frequência que um pedido de toque seguro desligado veio do MCB 112 para assegurar um tratamento conveniente do alarme. Um dos parâmetros de entradas digitais (ou uma entrada digital de um opcional montado) deve ser programada para *[80] Cartão PTC 1* para usar as informações do X44/10. Configure *5-19 Terminal 37 Parada Segura* para a funcionalidade Torque Seguro Desligado desejada (o padrão é Alarme de parada segura).

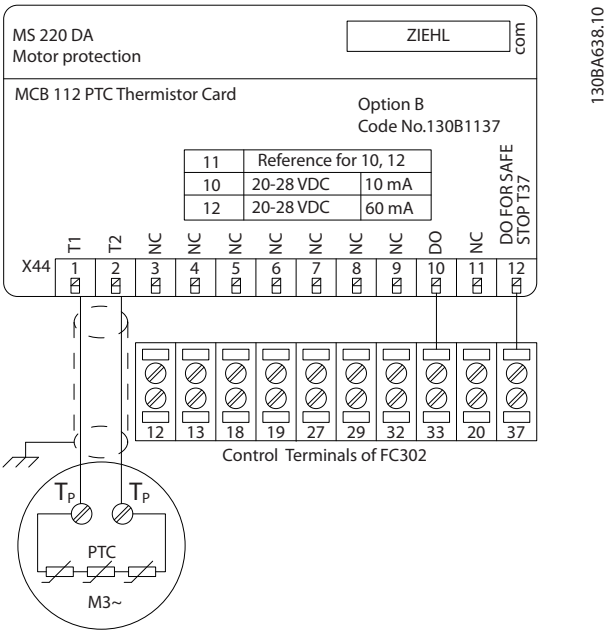


Ilustração 11.15 Instalação de MCB 112

Certificação ATEX com oFC 102, FC 202 e FC 302
O MCB 112 foi certificado para ATEX, o que significa que o conversor de frequência com o MCB 112 pode agora ser usado com motores em atmosferas potencialmente explosivas. Consulte as *Instruções de Utilização do VLT® Cartão do Termistor do PTC MCB 112* para obter mais informações.

Ilustração 11.16 ATmosfera EXplosiva (ATEX)

Dados Elétricos

Conexão do resistor	
PTC em conformidade com a DIN 44081 e a DIN 44082	
Número	1..6 resistores em série
Válvula de Desligar	3,3 Ω.... 3,65 Ω ... 3,85 Ω
Valor do reset	1,7 Ω .... 1,8 Ω ... 1,95 Ω
Tolerância do disparo	± 6 °C
Resistência coletiva do loop do sensor	< 1,65 Ω
Tensão do terminal	≤ 2,5 V para R ≤ 3,65 Ω, ≤ 9 V para R = ∞
Corrente do sensor	≤ 1 mA
Curto circuito	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Consumo de energia	60 mA

Condições de teste	
EN 60 947-8	
Tensão para medição da resistência de sobretensão	6000 V
Categoria da sobretensão	III
Grau de poluição	2
Tensão Vbis para medição da isolação	690 V
Isolação galvânica confiável até Vi	500 V
Temperatura ambiente perm.	-20 °C a +60 °C
	EN 60068-2-1 Calor seco
Umidade	5-95%, sem condensação permissível
Resistência da Vibração	10 a 1000 Hz 1,14 g
Resistência de choque	50 g

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

11.2.7 Cartão de Relé Estendido VLT® MCB 113

O MCB 113 adiciona 7 entradas digitais, 2 saídas analógicas e 4 relés SPDT à E/S padrão do conversor de frequência para maior flexibilidade e para estar em conformidade com as recomendações da NAMUR NE37 Alemã.
O MCB 113 é um opcional C1 padrão do VLT® AutomationDrive e é detectado automaticamente após a montagem.

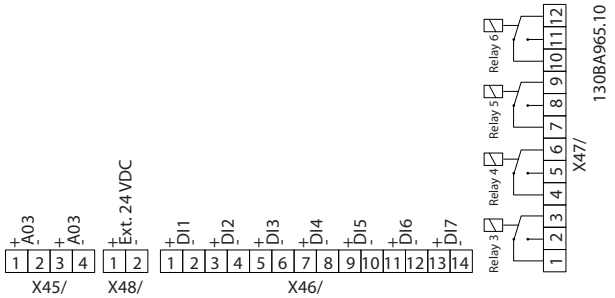


Ilustração 11.17 Conexões Elétricas do MCB 113

O MCB 113 pode ser conectado a uma fonte externa de 24 V no X58/ para assegurar isolação galvânica entre o VLT® AutomationDrive e o cartão do opcional. Se a isolação galvânica não for necessária, o cartão do opcional pode ser alimentado por uma fonte de 24 V interna do conversor de frequência.

AVISO!

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

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

AVISO!

No grupo do parâmetro *5-4* Relé*, Matriz [2] é relé 3, matriz [3] é relé 4, matriz [4] é relé 5 e 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 cos =0,4	3,5 A
Categoria de sobretensão (contato-ponto de aterramento)	III
Categoria de sobretensão (contacto-contacto)	II
Combinação de sinais de 250 V e 24 V	E possível com um relé sem uso entre os sinais
Atraso máximo do resultado	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 do resultado	10 ms

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

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

11.2.8 VLT® Opcional de Entrada de Sensor MCB 114

O cartão opcional de entrada do sensor MCB 114 pode ser usado nos seguintes casos:

- Entrada de sensor dos transmissores de temperatura PT100 e PT1000 para monitorar temperaturas de mancal
- Como extensão geral de entradas analógicas com uma entrada adicional para controle multizona ou medições de pressão do diferencial
- Suporte estendido Controladores PID com E/S para setpoint, entradas de transmissor/sensor

Motores típicos, projetados com sensores de temperatura para proteger os mancais de ficarem sobrecarregados, estão equipados com 3 sensores de temperatura PT100/1000; um na frente, um no mancal na extremidade traseira e um nas fiações do motor. O Opcional de MCB 114 da Danfoss suporta sensores de 2 ou 3 fios com limites de temperatura individuais para superaquecimento/subtemperatura. Uma detecção automática do tipo de sensor, PT100 ou PT1000 ocorre na energização.

O opcional pode gerar um alarme se a temperatura medida estiver abaixo do limite inferior ou acima do limite superior especificado pelo usuário. A temperatura individual medida em cada entrada de sensor pode ser lida no display ou por parâmetros de leitura. Se ocorrer um alarme, as saídas digitais ou os relés podem ser programados para estarem ativos altos selecionando *[21] Advertência térmica* no grupo do parâmetro *5-** Entrada/Saída Digital*.

Uma condição de falha tem um número de advertência/alarme comum associado, que é Alarme/Advertência 20, Erro de entrada de temperatura. Qualquer saída presente pode ser programada para estar ativa no caso de aparecer advertência ou alarme.

11.2.8.1 Especificações Mecânicas e Elétricas

Entrada analógica	
Número de entradas analógicas	1
Formato	0–20 mA ou 4–20 mA
Fios	2
Impedância de entrada	<200 Ω
Taxa de amostras	1 kHz
Filtro de 3ª ordem	100 Hz a 3 dB

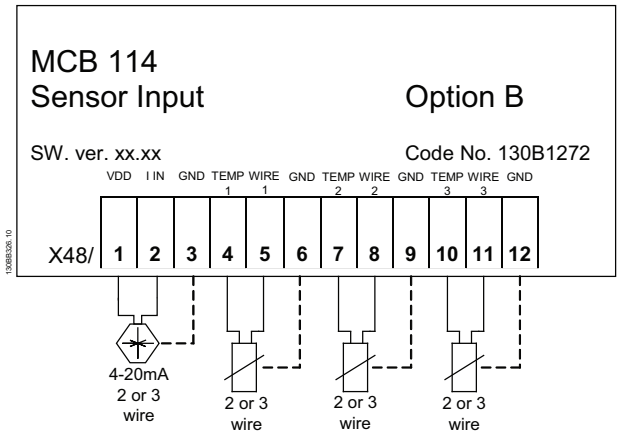
O opcional é capaz de fornecer ao sensor analógico 24 V CC (terminal 1).

Entrada de Sensor de Temperatura	
Numero de entradas analógicas que suportam PT100/1000	3
Tipo de sinal	PT100/1000
Conexão	PT 100 2 ou 3 fios/PT1000 2 ou 3 fios
Entrada de frequência PT100 e PT1000	1 Hz para cada canal
Resolução	10 bits
	-50–204 °C
Faixa de temperatura	-58–399 °F

Isolação Galvânica	
Os sensores a serem conectados devem ser isolados galvanicamente do nível de tensão de rede	IEC 61800-5-1 e UL508C

Cabeamento	
Comprimento de cabo de sinal máximo	500 m

11.2.8.2 Fiação Elétrica



Terminal número	Nome	Função
1	VDD	24 V CC para alimentar sensor de 4-20 mA
2	I em	Entrada de 4-20 mA
3	GND	Entrada analógica GND
4, 7, 10	Temp. 1, 2, 3	Entrada de temperatura
5, 8, 11	Fio 1, 2, 3	Entrada do 3º fio se forem usados sensores de 3 fios
6, 9, 12	GND	Entrada de temp. GND

Ilustração 11.18 MCB 114

11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x

AVISO!

Para obter mais informações sobre o MCB 15x consulte as *Instruções de Utilização do Opcional de Segurança MCB 15x.*

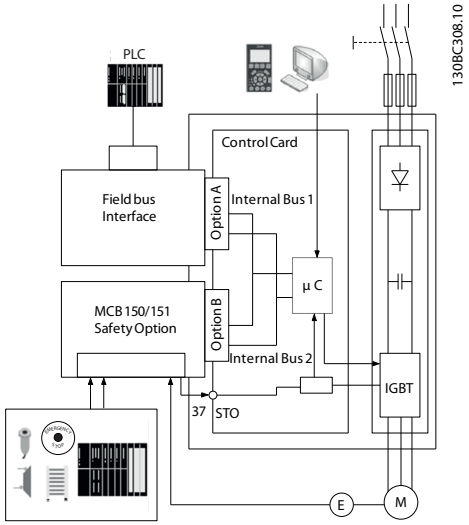


Ilustração 11.19 Sistema de Drive Seguro

O MCB 15x executa funções de segurança acordo com a EN IEC 61800-5-2. Ele monitora as sequências de movimento seguro em conversores de frequência, que são parados e desligados com segurança no caso de um erro. O MCB 15x está instalado em um VLT® AutomationDrive FC 302 e precisa de um sinal de uma unidade de sensor. Um sistema de drive seguro do Danfoss consiste no seguinte

- Conversor de frequência, VLT® AutomationDriveFC 302
- MCB 15x instalado no conversor de frequência

O MCB 15x

- ativa funções de segurança
- monitora sequences de movimento seguro
- sinaliza o status das funções de segurança ao sistema de controle de segurança por meio do fieldbus Profibus possivelmente conectado
- Ativa a reação a falha selecionada Torque Seguro Desligado ou Parada Segura 1 no caso de um erro

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Há 2 variantes do MCB 15x, uma com interface do encoder HTL (MCB 151) e uma com interface do encoder TTL (MCB 150).

O Opcional Seguro MCB 15x é construído como opcional padrão do VLT® AutomationDrive FC 302 e é detectado automaticamente após a montagem.

O MCB 15x pode ser usado para monitorar a parada, a partida ou a velocidade de um dispositivo rotativo ou com movimento lateral. Como monitor de velocidade, o opcional geralmente é usado em combinação com proteção rígida, portas de acesso e portas de segurança com interruptores de segurança de travamento ou destravamento de solenoide. Quando a velocidade do dispositivo monitorado cair abaixo do ponto de chaveamento programado (onde a velocidade não é mais considerado perigosa), o MCB 15x programa saída baixa.S37 Isso permite ao operador abrir a porta de segurança. Em aplicações de monitoramento da velocidade, a saída de segurança S37 é alta para operação (quando a velocidade do motor do dispositivo monitorado estiver abaixo do ponto de chaveamento programado). Quando a velocidade exceder o valor programado, indicando velocidade muito alta (perigosa), a saída de segurança é baixa.

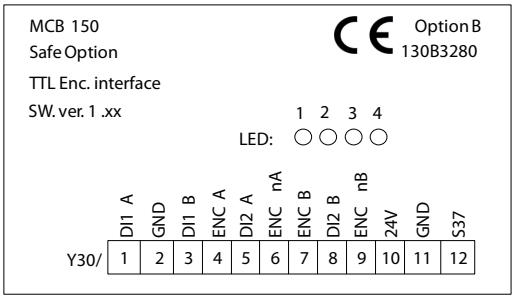
O conversor de frequência

- remove a energia para o motor
- alterna o motor para isento de torque, se Torque Seguro Desligado estiver ativado

O sistema de controle de segurança

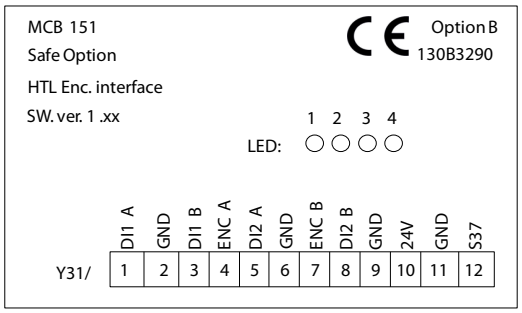
- ativa as funções de segurança via entradas do MCB 15x
- avalia sinais de dispositivos de segurança, como
  - Botões de comando de E-STOP
  - Interruptor magnético sem contato
  - Chave de bloqueio
  - Dispositivos de cortina de luz
- processa a função de status do MCB 15x
- fornece conexão segura entre o MCB 15x e o sistema de controle de segurança
- fornece detecção de falha na ativação de funções de segurança (curto-circuito nos contatos, curto--circuito) no sinal entre o sistema de controle de segurança e o MCB 15x

Visão frontal



130BC306.10

Ilustração 11.20 MCB 150



130BC307.10

Ilustração 11.21 MCB 151

11

Especificações Técnicas

MCB 150/MCB 151	
Consumo de energia	2 W (consumo de energia equivalente relacionado à VDD)
Consumo de corrente VCC (5 V)	< 200 mA
Consumo de corrente VDD (24 V)	< 30 mA (< 25 mA para MCB 150)

Entradas digitais	
Nº de entradas digitais	Entrada Digital de Segurança 4 (2 x 2 canais)
Faixa da tensão de entrada	0 a 24 V CC
Tensão de entrada, '0' lógico	< 5 V CC
Tensão de entrada, '1' lógico	> 12 V CC
Tensão de entrada (máx.)	28 V CC
Corrente de entrada (min)	6 mA @Vin=24 V (corrente de inrush 12 mA de pico)
Resistência de entrada	aprox. 4 kΩ
Isolação galvânica	No
À prova de curto-circuito	Sim
Tempo de reconhecimento do pulso de entrada (min)	3 ms
Tempo de discrepância (min)	9 ms
Comprimento de cabo	< 30 m (cabo blindado ou cabo não-blindado) > 30 m (cabo blindado)

Saída digital (Saída segura)	
Número de saídas	1
Tensão de saída baixa	< 2 V CC
Tensão de saída alta	> 19,5 V CC
Tensão de saída (máx.)	24,5 V CC
Corrente de saída nominal (a 24 V)	< 100 mA
Corrente de saída nominal (a 0 V)	< 0,5 mA
Isolação Galvânica	No
Pulso de teste de diagnóstico	300 us
À prova de curto-circuito	Sim
Comprimento de cabo	< 30 m (cabo blindado)

Entrada do encoder TTL (MCB 150)	
Número de entradas do encoder	4 (2 x entradas diferenciais A/A, B/B)
Tipos de encoder	TTL, RS-422/RS-485 encoders incrementais
Faixa de tensão diferencial de entrada	-7 a +12 V CC
Tensão do modo comum de entrada	-12 a +12 V CC
Tensão de entrada, '0' lógico (dif.)	< -200 mV CC
Tensão de entrada, '1' lógico (dif.)	> +200 mV CC
Resistência de entrada	aprox. 120 Ω
Frequência máxima	410 KHz
À prova de curto-circuito	Sim
Comprimento de cabo	< 150 m (testado com cabo blindado - Heidenhain AWM estilo 20963 80 °C 30 V E63216, 100 m de cabo de motor blindado, sem carga no motor)

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Entrada do encoder HTL (MCB 151)	
Número de entradas do encoder	2 (2 x entradas de terminação única A; B)
Tipos de encoder	Encoders incrementais HTL; Sensor de proximidade HTL
Entrada lógica	PNP
Faixa da tensão de entrada	0 a 24 V CC
Tensão de entrada, '0' lógico	< 5 V CC
Tensão de entrada, '1' lógico	> 12 V CC
Tensão de entrada (máx.)	28 V CC
Resistência de entrada	aprox. 4 Ω
Frequência máxima	110 kHz
À prova de curto-circuito	Sim
Comprimento de cabo	< 100 m (testado com cabo blindado - Heidenhain AWM estilo 20963 80 °C 30 V E63216, 100 m cabo de motor blindado, sem carga no motor)

Saída de alimentação 24 V	
Tensão de alimentação	24 V CC (Tolerância de tensão: +0,5 V CC a -4,5 V CC)
Corrente de saída máxima	150 mA
À prova de curto-circuito	Sim
Comprimento de cabo	< 30 m (cabo blindado ou cabo não-blindado) > 30 m (cabo blindado)

Seção de E/S do terra	
Comprimento de cabo	< 30 m (cabo blindado ou cabo não-blindado) > 30 m (cabo blindado)

Seções transversais de cabos	
Entradas digitais/tensão de alimentação de saída	0,75 mm^2/AWG 18, AEH sem colar plástico de acordo com DIN 46228/1

Características do reset	
Tempo de reset manual	≤ 5 ms (MCB 15x) ≤ 5 ms (conversor de frequência) ≤ 10 ms (fieldbus)
Tempo de pulso para reset manual	10 µs (MCB 15x e conversor de frequência)
Tempo de reset automático	≤ 4 ms
Tempo de reset da partida	≤ 5 s (*42-90 Restart Safe Option*)

Tempo de resposta	
Tempo de resposta da entrada à saída	≤ 2 ms
Parada de emergência até o início de SS1/SLS	≤ 7 ms
Tempo de detecção de falha transversal	≤ 3 ms (em saída ativada)

11.2.10 VLT® C Option Adapter MCF 106

O Adaptador do Opcional C MCF 106 torna possível instalar um opcional B adicional no conversor de frequência. Um opcional A e um B podem ser instalados nos slots padrão A e B do cartão de controle e até 2 opcionais B podem ser instalados no Adaptador do Opcional C.

Para obter mais informações, consulte as *Instruções de Instalação do VLT® AutomationDrive FC 300, Adaptador do Opcional C MCF 106*.

11.3 Opcionais de Controle de Movimento

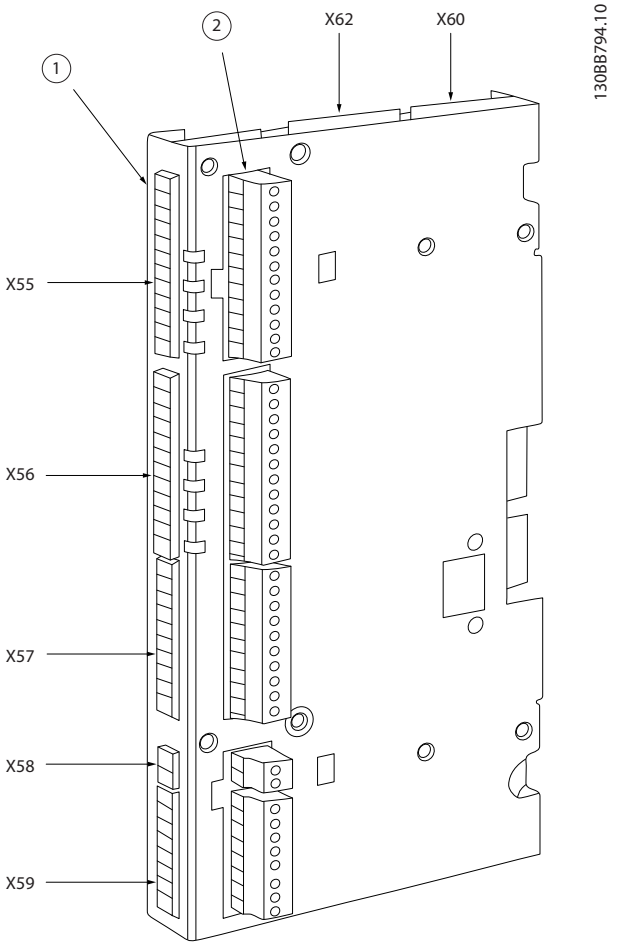
Pedido de Compra
Os Opcionais de Controle de Movimento (MCO) são fornecidos como placas opcionais para instalação no campo ou como opcionais integrados. Para fazer adaptações, adquira um kit de montagem. Cada gabinete tem seu próprio kit de montagem. MCO 3xx deve ser usado no slot C0, mas pode ser combinado com outro opcional no slot C1.

Kit de montagem dependendo do tipo de gabinete metálico	Código nº.
Estilo Estante	
A2 e A3 (40 mm para um opcional C)	130B7530
A2 e A3 (60 mm para opcional C0 + C1)	130B7531
B3 (40 mm para um opcional C)	130B1413
B3 (60 mm para opcional C0 + C1)	130B1414
Compacto	
A5	130B7532
B, C, D, E e F (exceto B3)	130B7533

Tabela 11.4 Códigos de Compra do Kit de Montagem

Especificações técnicas
Para gabinetes metálicos A5, B1 e B2 todos os terminais MCO 3xx estão localizados próximo ao cartão de controle. Remova a tampa frontal para obter acesso.

Terminais de controle MCO são conectores plugues com terminais de parafuso. Os terminais X55, X56, X57, X58 e X59 são duplicados para serem usados tanto para gabinetes tipo estante de livro e quanto gabinetes compactos.



1	Bloco de terminais para estilo livro
2	Bloco de terminais para compacto
X55	Encoder 2
X56	Encoder 1
X57	Entradas digitais
X58	Alimentação de 24 V CC
X59	Saídas digitais
X62	Barramento CAN MCO
X60	Depurar conexões (RS 485)

Ilustração 11.22 Localização dos Blocos de Terminais

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Visão Geral do Terminal

Terminal número	Nome Descritivo do Encoder 2 (Feedback)
1	Alimentação de + 24 V
2	Alimentação de + 8 V
3	Alimentação de + 5 V
4	GND
5	A
6	A não
7	B
8	B não
9	Z/Relógio
10	Z não/Relógio não
11	DADOS
12	DADOS não

Tabela 11.5 Bloco de Terminais X55

Terminal número	Nome Descritivo do Encoder 1 (Mestre)
1	Alimentação de + 24 V
2	N/A
3	Alimentação de + 5 V
4	GND
5	A
6	A não
7	B
8	B não
9	Z/Relógio
10	Z não/Relógio não
11	DADOS
12	DADOS não

Tabela 11.6 Bloco de Terminais X56

Terminal número	Nome Descritivo das Entradas Digitais
1	Entrada digital
2	Entrada digital
3	Entrada digital
4	Entrada digital
5	Entrada digital
6	Entrada digital
7	Entrada digital
8	Entrada digital
9	Entrada digital
10	Entrada digital

Tabela 11.7 Bloco de Terminais X57

Terminal número	Nome Descritivo da Alimentação
1	Alimentação de + 24 V
2	GND

Tabela 11.8 Bloco de Terminais X58

Terminal número	Nome Descritivo das Saídas Digitais
1	Entrada/Saída Digital
2	Entrada/Saída Digital
3	Saída Digital
4	Saída Digital
5	Saída Digital
6	Saída Digital
7	Saída Digital
8	Saída Digital

Tabela 11.9 Bloco de Terminais X59

Terminal número	Depuração do MCO (RS 485)
[1]CS	Seleção do Controle
62	RxD/TxD - P
63	RxD/TxD - N
66	0 V
67	+5 V

Tabela 11.10 Bloco de Terminais X60

Terminal número	Barramento CAN MCO
1	N/A
2	CAN - L
3	DRENO
4	CAN - H
5	N/A

Tabela 11.11 Bloco de Terminais X62

11.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

O MCO 305 é um controlador de movimento programável livre integrado para FC 301 e FC 302, para obter mais informações, consulte *capétulo 11.3.1 Opcionais de Controle de Movimento*.

11.3.2 VLT® controlador de Sincronização MCO 350

AVISO!

O bloco de terminais X59 tem funcionalidade fixa para MCO 350.

AVISO!

O bloco de terminais X62 não é suportado para MCO 350.

AVISO!

O bloco de terminais X60 não é usado para MCO 350.

Para obter mais informações, consulte *capétulo 11.3.1 Opcionais de Controle de Movimento*.

11.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

AVISO!

O bloco de terminais X59 tem funcionalidade fixa para MCO 351.

AVISO!

O bloco de terminais X62 não é suportado para MCO 351.

AVISO!

O bloco de terminais X60 não é usado para MCO 351.

Para obter mais informações, consulte *capétulo 11.3.1 Opcionais de Controle de Movimento*.

11.4 Acessórios

11.4.1 Resistores do Freio

Em aplicações onde o motor é utilizado como freio, a energia é gerada no motor e devolvida ao conversor de frequência. Se a energia não puder ser retornada ao motor, ela aumenta a tensão na linha CC do conversor de frequência. Em aplicações com frenagens frequentes e/ou altas cargas de inércia, esse aumento pode resultar em um desarme por sobretensão no conversor de frequência e, finalmente, no desligamento. Os Resistores do Freio são utilizados para dissipar o excesso de energia resultante da frenagem regenerativa. O resistor é selecionado em relação ao seu valor ôhmico, à taxa de dissipação de energia e ao seu tamanho físico. A Danfoss oferece uma ampla variedade de resistores diferentes que são projetados especificamente para os nossos conversores de frequência. Consulte *capétulo 5.5.3 Controle com a Função de Frenagem* para dimensionar os resistores do freio. Os números de códigos podem ser encontrados na *capétulo 7 Como Fazer o Pedido.*

11.4.2 Filtros de Onda-senoidal

Quando um motor é controlado por um conversor de frequência, pode-se 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. A frequência do ruído de ressonância corresponde assim à frequência de chaveamento do conversor de frequência.

Para o FC 300, 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. Consequentemente, o ruído acústico do motor é reduzido ao mínimo.

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

11.4.3 Filtros dU/dt

Os filtros dU/dt 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 na isolação dos enrolamentos do motor. Esse é um problema especialmente com cabos de motor curtos.

Em comparação com filtros senoidais (consulte *capétulo 11.4.2 Filtros de Onda-senoidal*), filtros dU/dt têm uma frequência de desativação acima da frequência de chaveamento.

11.4.4 Filtros de Modo Comum

Núcleos de modo comum de alta frequência 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 regulares. Agem 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 do motor é reduzida.

11.4.5 Filtros de Harmônicas

Os Danfoss AHF 005 e AHF 010 são filtros avançados de harmônicas, que não devem ser comparados com filtros de harmônicas tradicionais. Os filtros de harmônicas foram especialmente desenhados para se ajustar aos conversores de frequência da Danfoss.

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

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

11.4.6 Kit de Gabinete Metálico IP21/Tipo 1

IP20/IP4X superior/TIPO 1 é um elemento opcional do gabinete metálico para unidades IP20 compactas.
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 variantes do IP20 FC 30X padrão.

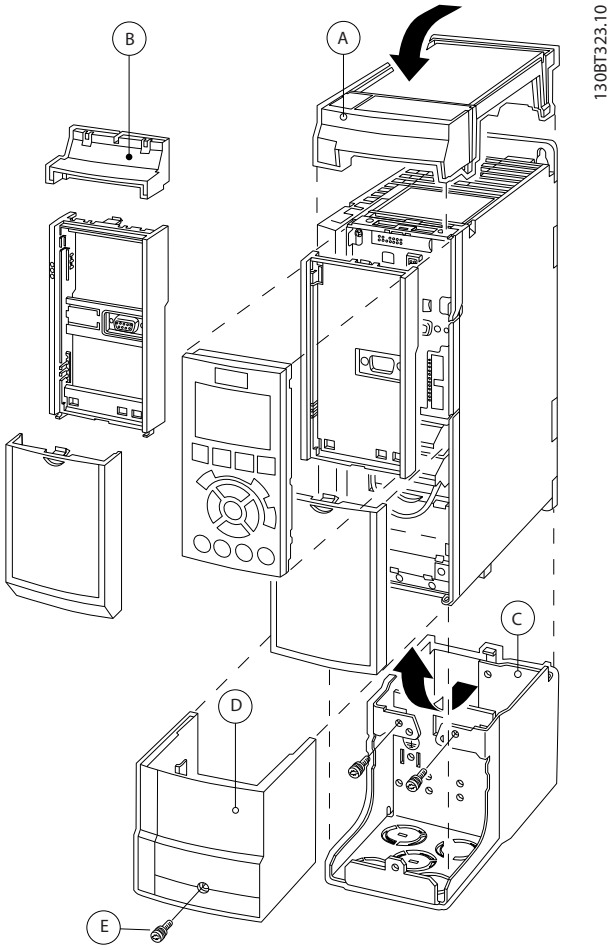


Ilustração 11.23 Gabinete Metálico Tipo A2

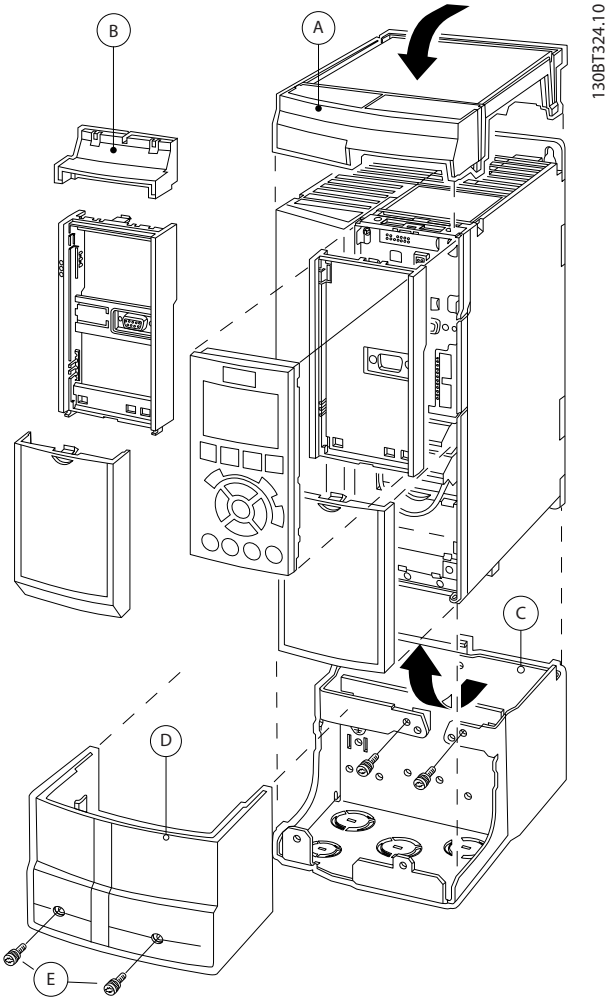


Ilustração 11.24 Gabinete Metálico Tipo A3

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

Tabela 11.12 Legenda para *Ilustração 11.23* e *Ilustração 11.24*

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

Furos para as buchas do cabo:

- Tamanho A2: 2 x M25 e 3 x M32
- Tamanho A3: 3 x M25 e 3 x M32

11

Tipo de gabinete metálico	Altura A [mm]	Largura B [mm]	Profundidade C* [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 11.13 Dimensões

** Se for usada a opção A/B, a profundidade aumenta (ver capétulo 8.2.1 Dimensões Mecânicas para obter detalhes)*

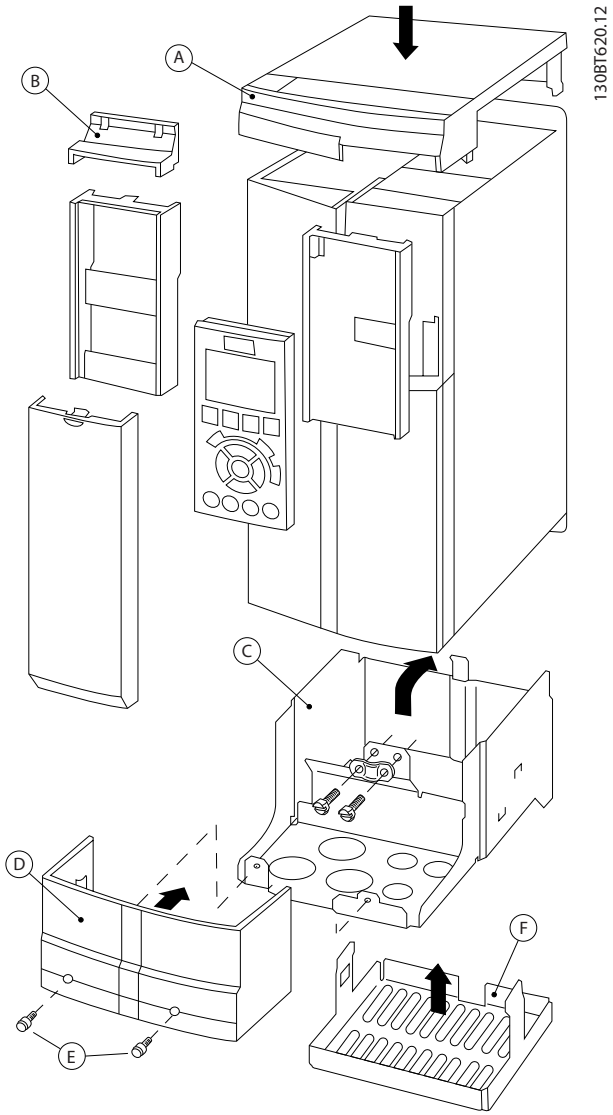


Ilustração 11.25 Gabinete Metálico Tipo B3

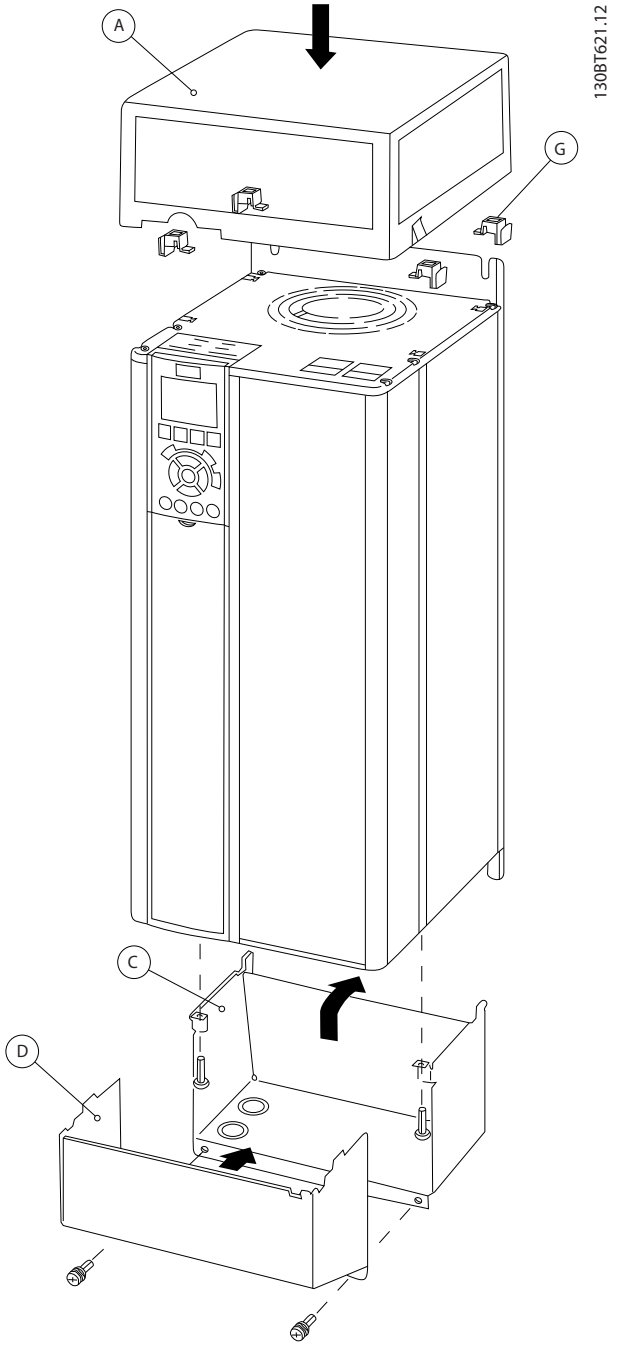


Ilustração 11.26 Tipos de Gabinete B4 - C3 - C4

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

Tabela 11.14 Legenda para *Ilustração 11.25* e *Ilustração 11.25*

Quando o módulo opcional A e/ou módulo opcional B for(em) utilizado(s), a borda (B) deve ser instalada para cobrir a abertura superior (A).

AVISO!

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

11.4.7 Kit para montagem remota do LCP

O LCP pode ser transferido para frente de um painel elétrico usando o kit integrado remoto. O gabinete é o IP66. Os parafusos de fixação devem ser apertados com um torque de 1 Nm, no máximo.

O gabinete do LCP tem classificação IP66

Gabinete Metálico	IP66 front
Comprimento de cabo máx. entre e unidade	3 m
Padrão de comunicação	RS-485

Tabela 11.15 Dados Técnicos

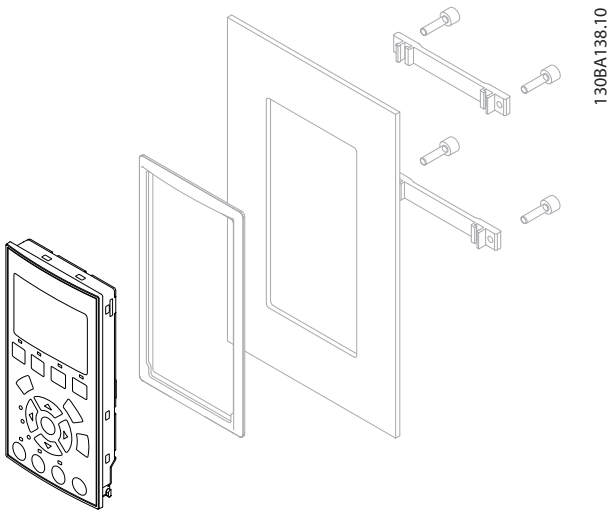


Ilustração 11.27 Kit de LCP com LCP Gráfico, Presilhas, Cabo de 3 m e Guarnição
N° de Pedido 130B1113

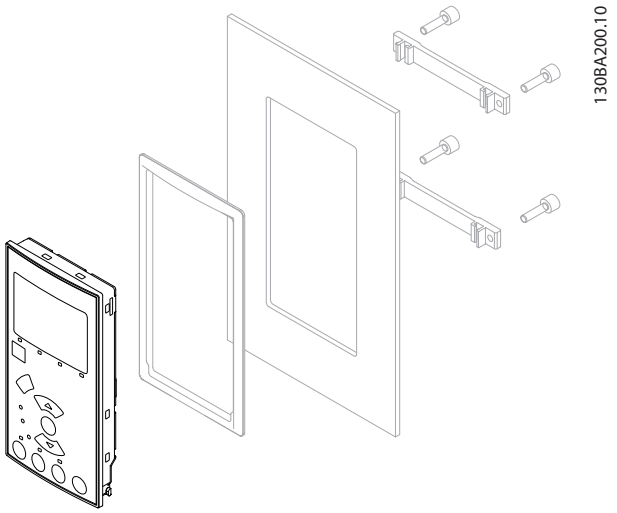


Ilustração 11.28 Kit de LCP com LCP numérico, presilhas e guarnição
Código de compra 130B1114

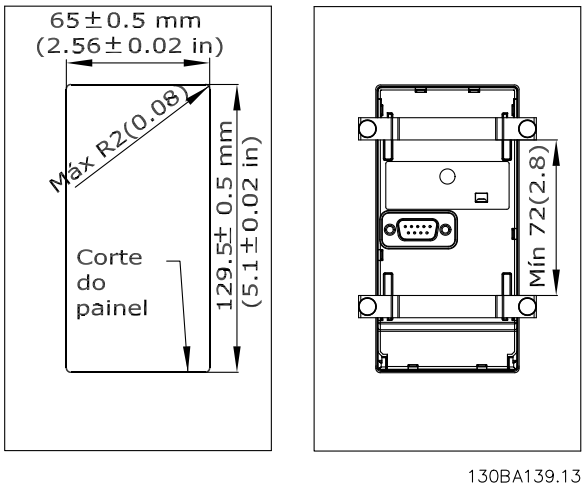


Ilustração 11.29 Dimensões

11

11.4.8 Quadro de Montagem para Gabinetes Metálicos Tipos A5, B1, B2, C1 e C2

Passo 1

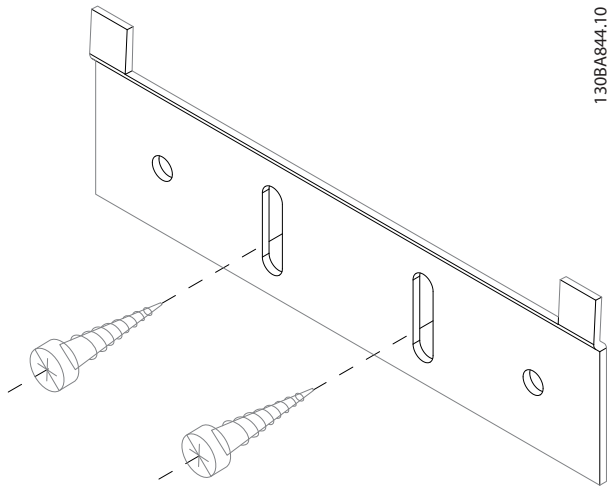


Ilustração 11.30 Suporte Inferior

Posicione o suporte inferior e monte-o com parafusos. Não aperte completamente os parafusos, uma vez que isto tornará difícil a montagem do conversor de frequência.

Passo 2

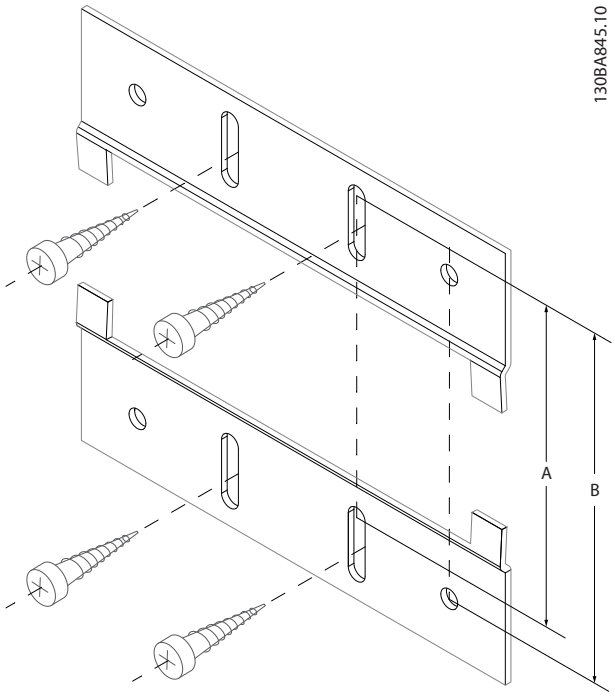


Ilustração 11.31 Suporte Superior

Meça a distância entre A, ou B, e a posição do suporte superior, porém, não o aperte. Consulte as dimensões em *Tabela 11.16*.

Gabinete metálico	IP	A [mm]	B [mm]	Código de pedido
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 11.16 Detalhes

Passo 3

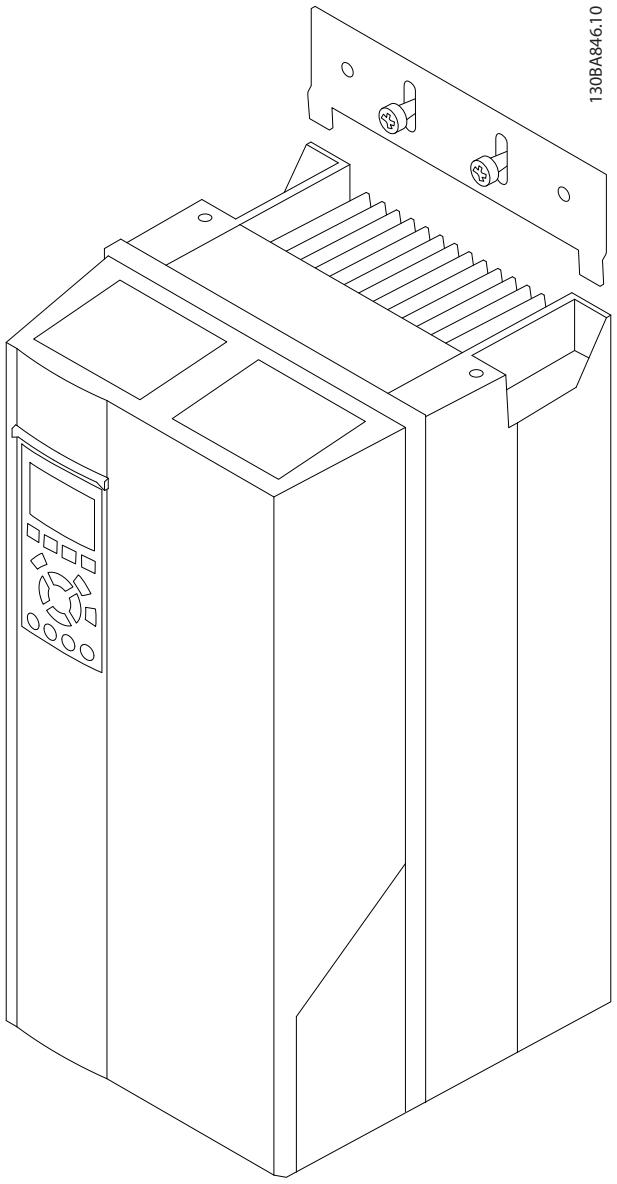


Ilustração 11.32 Posicionamento

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Coloque o conversor de frequência no suporte inferior, erga o superior. Quando o conversor de frequência estiver no lugar, baixe o suporte superior.

Passo 4

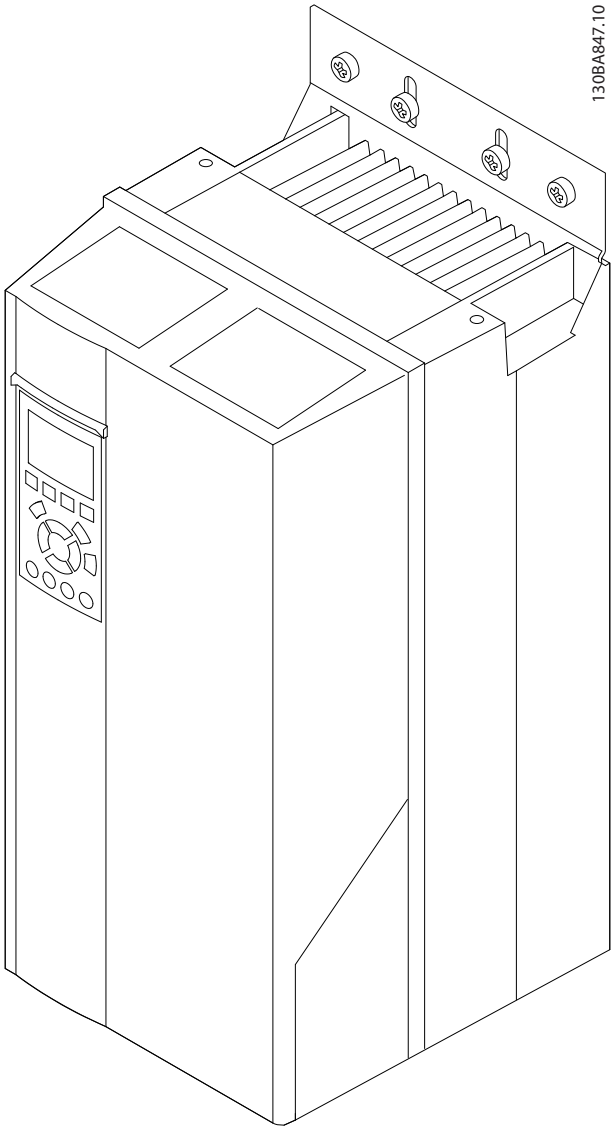


Ilustração 11.33 Apertando os Parafusos

Em seguida, aperte os parafusos. Para segurança adicional, fure e monte parafusos em todos os orifícios.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

12 Instalação e Setup do RS-485

12.1 Instalação e Setup

12.1.1 Visão Geral

RS-485 é uma interface de barramento de par de fios compatível com topologia de rede de queda múltipla, ou seja, os nós podem ser conectados como um barramento ou por meio de cabos de queda de uma linha tronco comum. Um total de 32 nós podem ser conectados a um segmento de rede de comunicação.
Repetidores dividem segmentos de rede, consulte *Ilustração 12.1*.

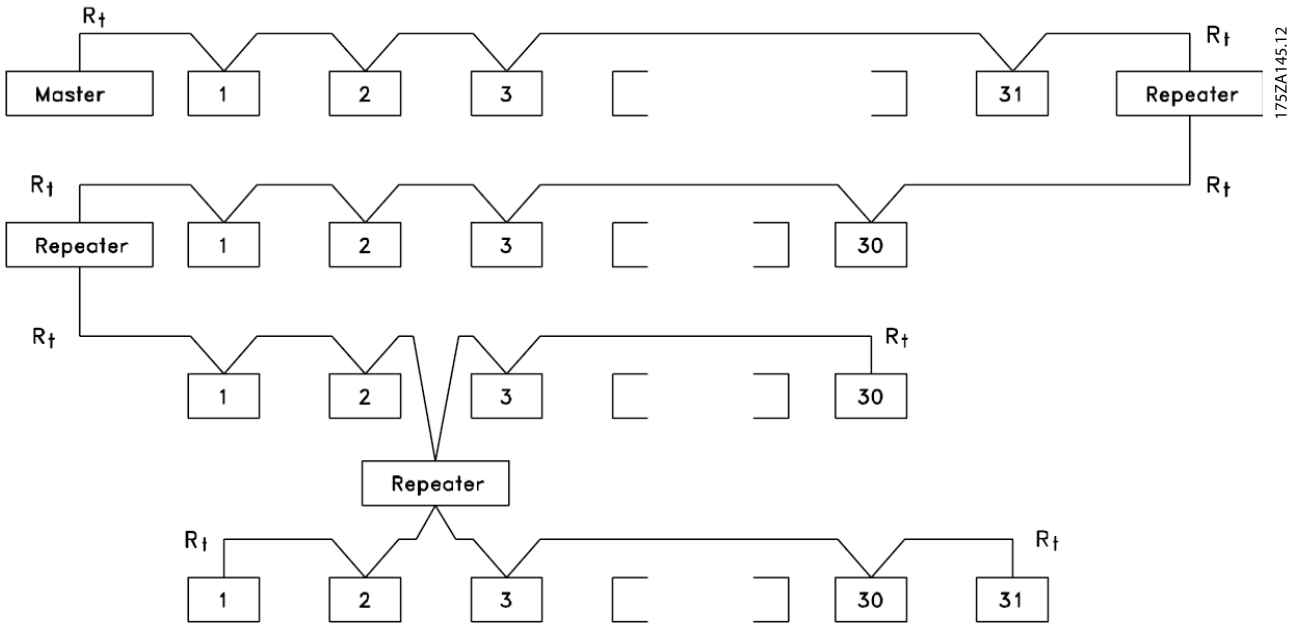


Ilustração 12.1 Interface do Barramento RS 485

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. Por isso, conecte uma superfície grande da blindagem ao aterramento, por exemplo, com uma braçadeira de cabo ou uma bucha de cabo condutiva. Poderá ser necessário aplicar cabos equalizadores de potencial para manter o mesmo potencial de ponto de aterramento ao longo da rede, particularmente em instalações com cabos longos.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

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]	Máx. 1200 (incluindo linhas de queda) Máx. 500 de estação a estação

Tabela 12.1 Especificações de Cabo

12.2 Conexão de Rede

Um ou mais conversores de frequência podem ser conectados a um controle (ou mestre) usando a interface padronizada RS-485. O terminal 68 é conectado ao sinal P (TX+, RX+), enquanto o terminal 69 é conectado ao sinal N (TX-,RX-). Consulte os desenhos em *capétulo 3.5 Esquemático de fiação*.

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

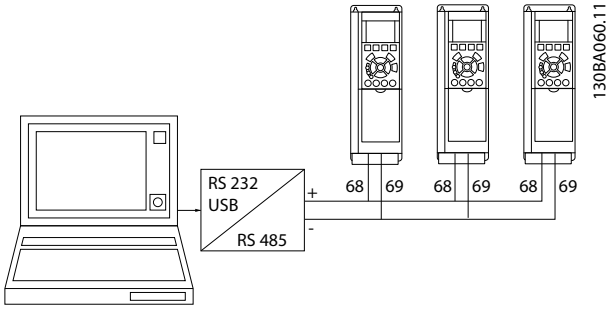


Ilustração 12.2 Conexões Paralelas

Para evitar correntes de equalização potencial na blindagem, aterre a blindagem do cabo por meio do terminal 61, que está conectado ao chassi através de um barramento RC.

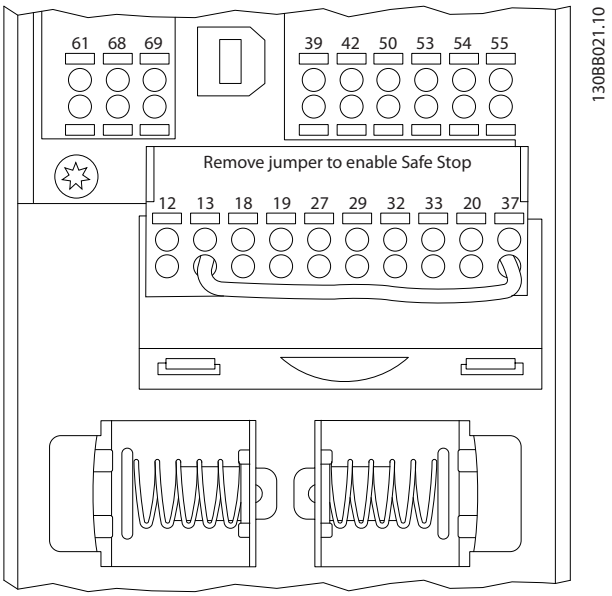


Ilustração 12.3 Terminais do cartão de controle

12.3 Terminação do Bus Serial

O barramento do RS-485 deve ser terminado por meio de um banco de resistores, nas duas extremidades. Para esta finalidade, ligue a chave S801 na posição "ON" (Ligado), no cartão de controle.

O protocolo de comunicação deve ser programado para *8-30 Protocolo*.

12.4 Instalação e Setup do RS-485

12.4.1 Cuidados com EMC

As seguintes precauções com EMC são recomendadas para se obter operação da rede RS-485 isenta de interferências.

Observe os regulamentos locais e nacionais relevantes, por exemplo, com relação à conexão do terra de proteção. Mantenha o cabo de comunicação da RS-485 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 RS-485 deve cruzar com os cabos de motor e do resistor do freio em um ângulo de 90°.

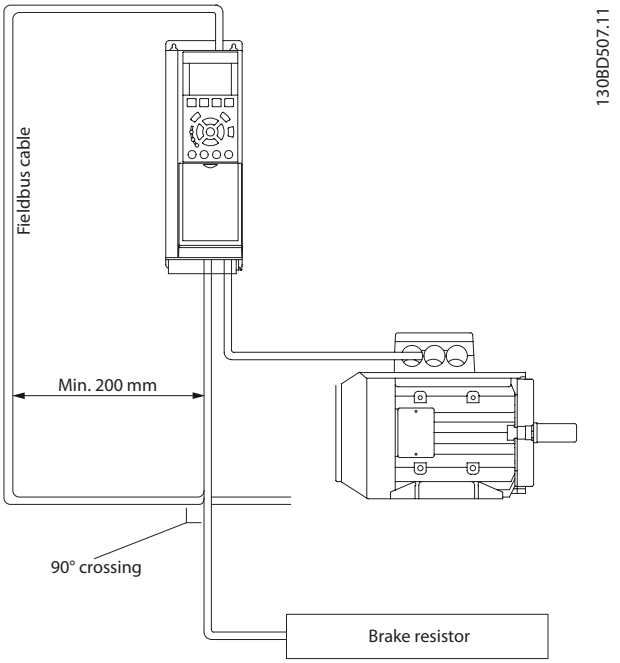


Ilustração 12.4 Estendendo Cabos

12.5 Visão Geral do Protocolo Danfoss FC

O Protocolo Danfoss FC, também conhecido como Bus do FC ou Bus padrão, é o fieldbus padrão Danfoss. Ele define uma técnica de acesso de acordo com o princípio mestre/escravo para comunicações através de um barramento serial.
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 antes 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 o RS-485, usando, portanto, a porta RS-485 integrada no 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

12.6 Configuração de Rede

12.6.1 Setup do Conversor de Frequência

Programe os parâmetros a seguir para ativar o Protocolo Danfoss FC do conversor de frequência.

Nº do parâmetro	Configuração
8-30 Protocolo	FC
8-31 Endereço	1-126
8-32 Baud Rate da Porta do FC	2400-115200
8-33 Bits Parid./Parad	Paridade par, 1 bit de parada (padrão)

Tabela 12.2 Parâmetros do Protocolo Danfoss FC

12.7 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Protocolo Danfoss FC

12.7.1 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" quando atingir 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.

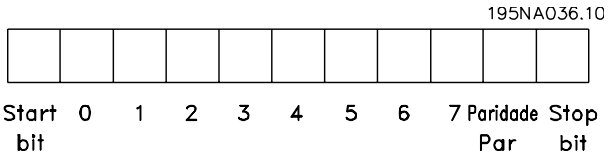


Ilustração 12.5 Conteúdo de um Caractere

12.7.2 Estrutura do Telegrama

Cada telegrama tem a seguinte estrutura:

1. Caractere de partida (STX)=02 hex
2. Um byte representando o comprimento do telegrama (LGE)
3. 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.

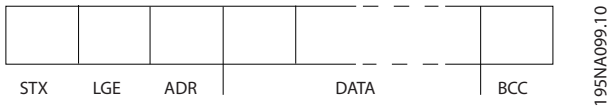


Ilustração 12.6 Estrutura do Telegrama

12.7.3 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 12.3 Comprimento de Telegramas

[1)] O 10 representa os caracteres fixos, enquanto o 'n' é variável (dependendo do comprimento do texto).

12.7.4 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.

1. Formato de endereço 1-31:

   Bit 7 = 0 (formato de endereço 1-31 ativo)

   Bit 6 não é usado

   Bit 5 = 1: Broadcast, os bits de endereço (0-4) não são usados

   Bit 5 = 0: Sem Broadcast

   Bit 0-4 = endereço do conversor de frequência 1-31

2. 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.

12.7.5 Byte de Controle dos Dados (BCC)

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

12.7.6 O Campo de Dados

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

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 frequência de saída atual (do escravo para o mestre)

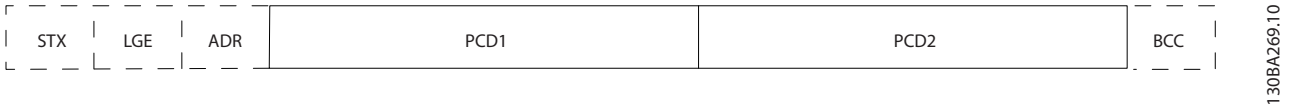


Ilustração 12.7 Bloco de Processo

Bloco de parâmetro
O bloco de parâmetros é 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.

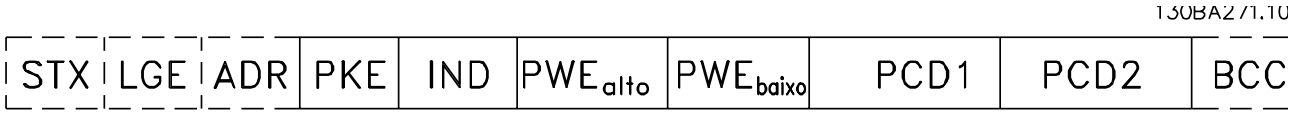


Ilustração 12.8 Bloco de parâmetro

12

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

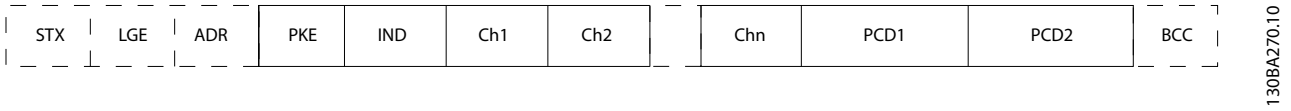


Ilustração 12.9 Bloco de texto

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

12.7.7 O Campo PKE

O campo PKE contém dois subcampos: Comando e resposta AK do parâmetro e o Número de parâmetro PNU:

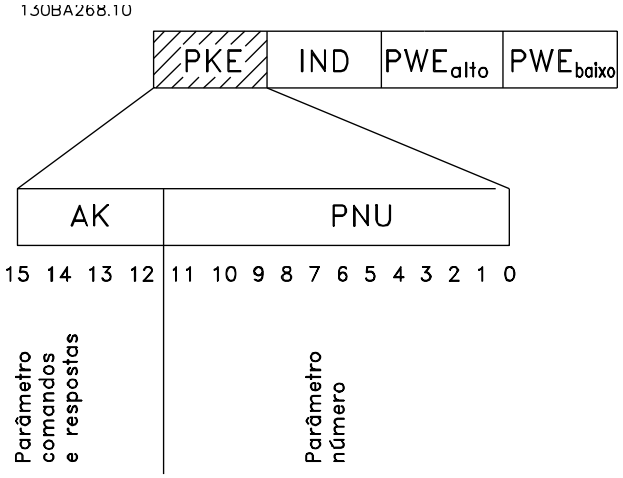


Ilustração 12.10 Campo PKE

Os bits nº 12-15 transferem comandos de parâmetro do mestre para o escravo e as respostas processadas enviadas de volta do escravo para o mestre.

Bit nº				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 12.4 Comandos de parâmetro do mestre ⇒ escravo

Bit nº				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 12.5 Resposta escravo⇒mestre

Se o comando não puder ser executado, o escravo envia esta resposta:
0111 O comando não pode ser executado
- e emite o seguinte relatório de falha, 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 12.6 Relatório de falha do valor do parâmetro

12.7.8 Número do Parâmetro (PNU)

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

12.7.9 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, par. *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.

12

12.7.10 Valor do Parâmetro (PWE)

O bloco de valor de parâmetro consiste em 2 word (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.

Quando 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, *0-01 Idioma* em que [0] é Inglês e [4] é Dinamarquês, selecione o valor de dados digitando o valor no bloco PWE. Consulte o Exemplo - Selecionando um valor de dados. A comunicação serial consegue somente ler parâmetros com tipo de dados 9 (string de texto)

15-40 Tipo do FC a *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. *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 intermédio do barramento serial. Para gravar um texto por meio do bloco PWE, defina o comando do parâmetro (AK) para Hex 'F'. O byte-alto dos caracteres do índice deve ser “5”.

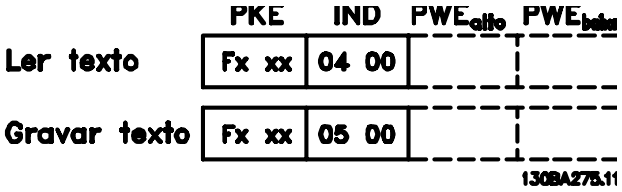


Ilustração 12.11 Texto via bloco PWE

12.7.11 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 12.7 Tipos de Dados Suportados

12.7.12 Conversão

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

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

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Índice de conversão	Fator de conversão
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabela 12.8 Tabela de Conversão

12.7.13 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 12.9 Words do Processo (PCD)

12.8 Exemplos

12.8.1 Gravando um Valor de Parâmetro

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

PKE = E19E Hex - Gravar palavra única no *4-14 Lim. Superior da Veloc do Motor [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEALTO = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - Valor de dados 1000, correspondendo a 100 Hz, consulte *capétulo 12.7.12 Conversão*.

O telegrama terá a seguinte aparência:

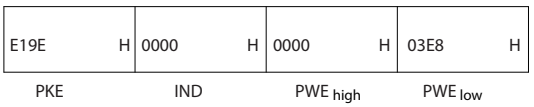


Ilustração 12.12 Grave Dados na EEPROM

AVISO!

***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 é:

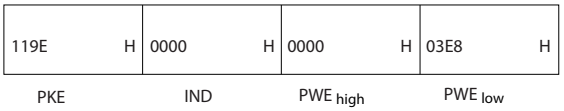


Ilustração 12.13 Resposta do escravo

12.8.2 Lendo um Valor de Parâmetro

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

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

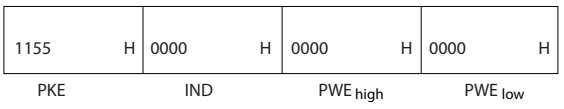


Ilustração 12.14 Parameter Value (Valor do parâmetro)

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

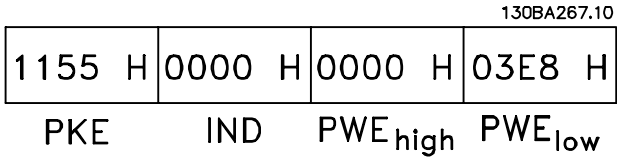


Ilustração 12.15 Resposta do escravo

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

12.9 Visão Geral do Modbus RTU

12.9.1 Premissas

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

12.9.2 O que o Usuário já Deverá Saber

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

12.9.3 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 comunicações 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 apenas 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 se dirigir a escravos individuais ou iniciar uma mensagem de broadcast para todos os escravos. Os escravos retornam uma mensagem às consultas dirigidas 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 apresentando o endereço do dispositivo (ou broadcast), um código de função que define a ação solicitada, quaisquer dados a enviar e um campo para 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 constrói uma mensagem de erro e a envia em resposta ou ocorre um timeout.

12.9.4 Conversor de Frequência com Modbus RTU

O conversor de frequência comunica-se segundo o formado do Modbus RTU, através da interface embutida do RS-485. 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 normal (rampa)
- Reset após um desarme por falha
- Funcionamento em diversas velocidades predefinidas
- Funcionamento em reversão
- Alterar a configuração ativa
- Controlar o relé integrado do conversor de frequência

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

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

12.10 Configuração de Rede

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

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

Tabela 12.10 Parâmetros do Modbus RTU

12.11 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Modbus RTU

12.11.1 Conversor de Frequência com Modbus RTU

Os controladores são configurados para se comunicar na rede do Modbus usando o modo RTU (Remote Terminal Unit), com cada byte em uma mensagem contendo dois caracteres hexadecimais de 4 bits. O formato de cada byte é mostrado em *Tabela 12.11*.

Start bit	Byte de dados								Parada/ paridade	Parada

Tabela 12.11 O formato de cada byte

Sistema de Codificação	Binário de 8 bits, hexadecimal 0-9, A-F. 2 caracteres hexadecimais contidos em cada campo de 8 bits da mensagem
Bits Por Byte	1 start bit 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)

12.11.2 Estrutura da Mensagem 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 12.12*.

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

Tabela 12.12 Estrutura de Mensagem Típica do Modbus RTU

12.11.3 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 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), pois o valor no fim do campo de CRC não é válido para as mensagens combinadas.

12.11.4 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 modo broadcast, que todos os escravos reconhecem.) Um mestre dirige-se a um escravo colocando o endereço do escravo no campo de endereço da mensagem. Quando o escravo envia a sua resposta, ele coloca seu próprio endereço nesse campo de endereço para que o mestre identifique qual escravo está respondendo.

12.11.5 Campo da Função

O campo da função de um quadro de mensagem contém 8 bits. Os códigos válidos estão na faixa de 1 a FF, hexadecimal. 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 de função informa ao escravo o tipo de ação a ser executada. Quando o escravo responde ao mestre, usa o campo do código de função para sinalizar uma resposta normal (sem erros) ou informar que ocorreu algum tipo de erro (conhecida como 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 equivalente ao código da função original com o bit mais significativo programado para 1 lógico. Alem disso, o escravo insere um código exclusivo no campo dos dados da mensagem de reposta. Isto informa o mestre que espécie de erro ocorreu ou o motivo da exceção. Consulte também *capétulo 12.11.10 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU* e *capétulo 12.11.11 Códigos de Exceção do Modbus*.

12.11.6 Campo dos Dados

O campo dos dados é construído usando conjuntos de dois dígitos hexadecimais, na faixa de 00 a FF hexadecimal. Estes são constituídos de um caractere RTU. O campo dos dados das mensagens enviadas de um mestre para um dispositivo escravo contém informações complementares que o escravo deve usar para executar a ação definida pelo código de 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.

12.11.7 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 valor de CRC é calculado pelo dispositivo de transmissão, o qual 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 do 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 do CRC é o último byte enviado na mensagem.

12.11.8 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 word de 2 bytes (ou seja, 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 zero. Por exemplo: A bobina conhecida como 'bobina 1', em um controlador programável, é endereçada como bobina 0000, no campo de endereço de dados de uma mensagem do Modbus. A bobina decimal 127 é endereçada como bobina 007E, hexadecimal (decimal 126).
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 registrador de retenção 40108 é endereçado como registrador 006BHEX (decimal 107).

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

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 0x0 – 0xFFFF (-200%...~200%)	Mestre para escravo
33-48	Status word do conversor de frequência (ver *Tabela 12.15*)	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 12.13 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	Reinicialização
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 12.14 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 12.15 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 FC
00008	Reservado
00009	Índice de parâmetro*
00010-00990	Grupo do parâmetro 000 (parâmetros 001 a 099)
01000-01990	Grupo do parâmetro 100 (parâmetros 100 a 199)
02000-02990	Grupo do parâmetro 200 (parâmetros 200 a 299)
03000-03990	Grupo do parâmetro 300 (parâmetros 300 a 399)
04000-04990	Grupo do parâmetro 400 (parâmetros 400 a 499)
...	...
49000-49990	Grupo do parâmetro 4900 (parâmetros 4900 a 4999)
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 12.16 Registradores de Retenção

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

12.11.9 Como controlar o Conversor de Frequência

Esta seção descreve os códigos que podem ser usados nos campos função e dados de uma mensagem do Modbus RTU.

12.11.10 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU

O Modbus RTU suporta o uso dos códigos de função a seguir 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
Ler contador de eventos de comunicação	B
Relatório ID do escravo	11

Tabela 12.17 Códigos de Função

Função	Código da Função	Código da subfunção	Subfunção
Diagnós-ticos	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 12.18 Códigos de Função

12.11.11 Códigos de Exceção do Modbus

Para obter uma explicação completa da estrutura de uma resposta do código de exceção, consulte *capétulo 12.11.5 Campo da Função*.

Cód-igo	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 uma solicitação desse tipo, por exemplo, em virtude de não estar configurado e por estar sendo solicitado a retornar valores de registro.
2	Endereço de dados inválido	O endereço dos dados recebido na consulta não é 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 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 solicitada.

Tabela 12.19 Códigos de Exceção do Modbus

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

12.12 Como Acessar os Parâmetros

12.12.1 Tratamento de Parâmetros

O PNU (Parameter Number-Número de Parâmetro) é traduzido a partir 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 *3-12 Valor de Catch Up/Slow Down* (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%.

Leitura *3-14 Referência Relativa Pré-definida* (32 bits): Os registradores de retenção 3410 e 3411 mantêm o valor dos parâmetros. 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 específico do produto.

12.12.2 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).

12.12.3 IND (Índice)

Alguns parâmetros no conversor de frequência são parâmetros de matriz, por exemplo, *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. A configuração do 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.

12.12.4 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.

12.12.5 Fator de conversão

Os diferentes atributos para cada parâmetro podem ser obtidos na seção sobre configuração de fábrica. 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.

12.12.6 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 03HEX "Ler Registradores de Retenção". Os parâmetros são gravados usando a função 6hex "Predefinir Registrador Único" para 1 registrador (16 bits) e a função 10 hex "Predefinir Registradores Múltiplos" 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 03hex "Ler Registradores de Retenção" e gravados usando a função 10hex "Predefinir Registradores Múltiplos". Os tamanhos legíveis variam de 1 registrador (2 caracteres) a 10 registradores (20 caracteres).

12.13 Danfoss Perfil de Controle do FC

12.13.1 Control Word de acordo com o Perfil do FC (*8-10 Perfil de Controle* = Perfil do FC)

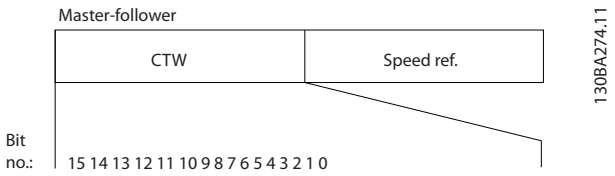


Ilustração 12.16 Control Word

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	Reinicialização
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 12.20 Bits da Control Word

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 *3-10 Referência Predefinida* de acordo com *Tabela 12.21*.

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

Tabela 12.21 Valores de Referência

AVISO!

Faça uma seleção no par. *8-56 Seleção da Referência Pré--definida* para definir como os Bits 00/01 sincronizam com a função correspondente, nas entradas digitais.

Bit 02, Freio CC:
Bit 02 = '0' determina uma frenagem CC e a parada. A corrente e a duração de frenagem foram definidas nos par. *2-01 Corrente de Freio CC* e *2-02 Tempo de Frenagem CC*. Bit 02 = '1' direciona para rampa de velocidade.

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': O conversor de frequência dá a partida no motor, se as demais condições de partida estiverem satisfeitas.

Escolha no par. *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 *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 (*5-10 Terminal 18 Entrada Digital* a *5-15 Terminal 33 Entrada Digital*) programadas para *Aceleração* e R*edução de velocidade*.

AVISO!

Se Congelar frequência de saída estiver ativo, o conversor de frequência somente pode ser parado pelo:

- **Bit 03 Parada por inércia**
- **Bit 02 Frenagem CC**
- **Entrada digital (*5-10 Terminal 18 Entrada Digital* a *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': Permite ao conversor de frequência dar partida no motor, se as demais condições de partida forem satisfeitas.

Faça uma seleção no par. *8-53 Seleção da Partida*, para definir como o Bit 06 Parada/partida da rampa de velocidade sincroniza com a função correspondente em uma entrada digital.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Bit 07, Reset
Bit 07 = '0': Sem reset. Bit 07 = '1': Reinicializa um desarme. A reinicialização é ativada na borda de ataque do sinal, ou seja, na transição do '0' lógico para o '1' lógico.

Bit 08, Jog
Bit 08 = '1': A frequência de saída é determinada pelo *3-19 Velocidade de Jog [RPM]*.

Bit 09, Seleção de rampa 1/2
Bit 09 = "0": Rampa 1 está ativa (*3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1* para *3-42 Tempo de Desaceleração da Rampa 1*). Bit 09 = "1": Rampa 2 (*3-51 Tempo de Aceleração da Rampa 2* para *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 *Bit 11 da control word* tenha sido escolhido no *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 desde que o *Bit 12 da control word* esteja escolhido no *5-40 Função do Relé*.

Bit 13/14, Seleção de setup
Utilize os bits 13 e 14 para selecionar entre os quatro setups de menu de acordo com *Tabela 12.22*.

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

Tabela 12.22 4 Setups de Menu

A função só é possível quando *Setup Múltiplo* estiver selecionado no par. *0-10 Setup Ativo*.

Faça uma seleção no par. *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 no par. *8-54 Seleção da Reversão*. O bit 15 causa reversão somente quando Comunicação serial, Lógica ou ou Lógica e estiver selecionada.

12.13.2 Status Word de acordo com o Perfil do FC (STW) (*8-10 Perfil de Controle* = Perfil do FC)

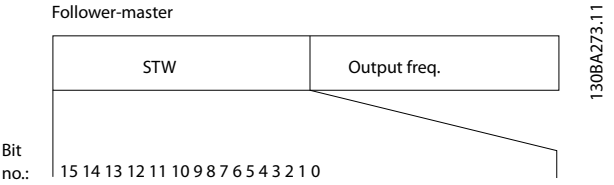


Ilustração 12.17 Status Word

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 12.23 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, de haver aceleração/desaceleração da velocidade durante a partida/parada.
Bit 08 = '1': A velocidade do motor corresponde à referência de velocidade predefinida.

Bit 09, Operação local/controle do bus
Bit 09 = '0': [PARADA/RESET] está ativo na unidade de controle ou *Controle local* em *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*4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM]* ou *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 circuito intermediário 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 selecionada no *4-18 Limite de Corrente*.
Bit 14 = '1': O limite de torque no *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%.

Todos os bits na STW são programados para '0', se a conexão entre o opcional de Interbus e o conversor de frequência for perdida ou se ocorrer um problema de comunicação interno.

12.13.3 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%. Valores negativos são formatados como complementos de 2. A frequência de Saída real (MAV) é escalonada do mesmo modo que a referência de bus.

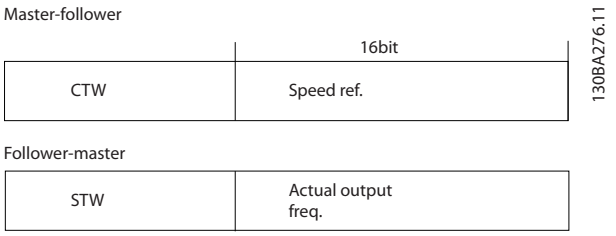


Ilustração 12.18 Frequência de saída real (MAV)

A referência e a MAV são escalonadas como a seguir:

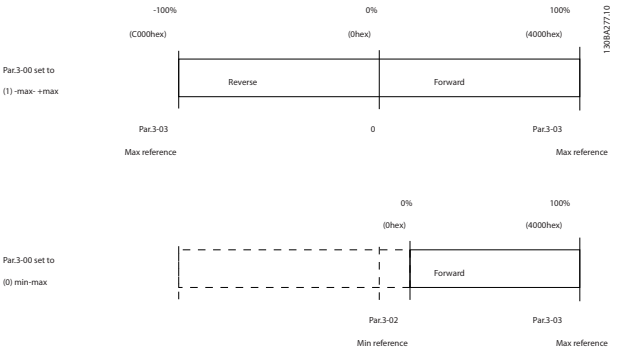


Ilustração 12.19 Referência e MAV

12.13.4 Control Word de acordo com o Perfil do PROFIdrive (CTW)

A control word é usada para enviar comandos de um mestre (um PC, por exemplo) para um escravo.

Bit	Bit=0	Bit=1
00	OFF 1	ON 1
01	OFF 2	ON 2
02	OFF 3	ON 3
03	Parada por inércia	Sem parada por inércia
04	Parada rápida	Ramp
05	Mantenha a frequência de saída	Usar rampa
06	Parada de rampa	Partida
07	Sem função	Reinicialização
08	Jog 1 OFF	Jog 1 ON
09	Jog 2 OFF	Jog 2 ON
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 12.24 Bits da Control Word

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" conduz à parada e ativação do relé de saída 1 ou 2 se a frequência de saída for 0 Hz e se o [Relé 123] estiver selecionado em *5-40 Função do Relé*.
Quando o bit 0="1", o conversor de frequência está no Estado 1: "Chaveamento inibido".

Bit 01, OFF 2/ON 2
Parada por inércia
Quando o bit 01="0", ocorrem parada por inércia e ativação do relé de saída 1 ou 2 se a frequência de saída for 0 Hz e se [Relé 123] estiver selecionado em *5-40 Função do Relé*.

Bit 02, OFF 3/ON 3
Parada rápida utilizando o tempo de rampa do par. *3-81 Tempo de Rampa da Parada Rápida*. Quando bit 02="0", ocorrem parada rápida e ativação do relé de saída 1 ou 2 se a frequência de saída for 0 Hz e se [Relé 123] estiver selecionado em *5-40 Função do Relé*.
Quando o 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" acarreta uma parada.
Quando o bit 03='1', o conversor de frequência pode iniciar se as outras condições para início forem satisfeitas.

AVISO!

A seleção no *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. *3-81 Tempo de Rampa da Parada Rápida*.
Quando o bit 04="0", ocorre uma parada rápida.
Quando o bit 04='1', o conversor de frequência pode iniciar se as condições para início forem satisfeitas.

AVISO!

A seleção no par. *8-51 Seleção de Parada Rápida* determina como o bit 04 se conecta com a função correspondente das entradas digitais.

Bit 05, Manter a frequência de saída/Usar rampa
Quando bit 05="0", the a frequência de saída atual é mantida mesmo se o valor de referência for alterado.
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 da rampa/Partida
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 o Relé 123 for selecionado no par. *5-40 Função do Relé*. Bit 06="0" acarreta uma parada. Quando o bit 06='1', o conversor de frequência pode iniciar se as demais condições de início forem satisfeitas.

AVISO!

A seleção no par. *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
A ativação da velocidade pré-programada em *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
A ativação da velocidade pré-programada em *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 ao conversor de frequência se a palavra de controle deve ser utilizada ou ignorada.
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 usado, ou seja, é possível desativar a control word se ela não for usada para atualização ou leitura de parâmetros.

Bit 11, Sem função/Redução de velocidade
É utilizado para reduzir o valor de referência da velocidade, pela quantidade definida no valor do par. *3-12 Valor de Catch Up/Slow Down*. 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 no par. *3-12 Valor de Catch Up/Slow Down*.
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 12.25*:

A função é possível somente quando *[9] Setup Múltiplo* estiver selecionado em *0-10 Setup Ativo*. A seleção no par. *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. *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 12.25 Seleção de Setup

Bit 15, Sem função/Inversão
Bit 15="0" não causa reversão.
Bit 15="1" causa reversão.
Observação: Na configuração de fábrica, a reversão é programada para *digital* no *8-54 Seleção da Reversão*.

AVISO!

O bit 15 causa reversão somente quando *Comunicação serial, Lógica ou* ou *Lógica e* estiver selecionada.

12.13.5 Status Word de acordo com o Perfil do PROFIdrive (STW)

A Status word é usada para informar o 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	OFF 2	ON 2
05	OFF 3	ON 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 12.26 Bits da Status Word

Explicação dos bits de status

Bit 00, Controle não pronto/pronto
Quando o bit 00="0", o 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 para a unidade presente (no caso de uma alimentação externa de 24 V do sistema de controle).

Bit 01, VLT 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.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

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", 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", bit 05="1".

Bit 06, Partida possível/partida impossível
Se o PROFIdrive tiver sido selecionado em *8-10 Perfil da Control Word*, o bit 06 é "1" após o reconhecimento do desligamento, depois da ativação de OFF2 ou OFF3 e depois de ligar a tensão de rede. Partida impossível é reinicializada, com o bit 00 da control word programado para "0" e bits 01, 02 e 10 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.

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 [Vinculado a manual] ou [Local] foi selecionado em *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 *4-52 Advertência de Velocidade Baixa* e *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 o bit 13='1', a tensão CC no circuito intermediário 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 *4-16 Limite de Torque do Modo Motor* e *4-17 Limite de Torque do Modo Gerador*.
Bit 14="1": O limite de torque selecionado no *4-16 Limite de Torque do Modo Motor* ou *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 o bit 15="1", um dos temporizadores excedeu 100%.

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Índice

A

Abreviações... 9
Alimentação de rede elétrica... 11, 58, 69, 70, 71, 75
Alta tensão... 13
AMA com T27 conectado... 147
AMA sem T27 conectado... 147
Ambiente... 76
Aplicações de torque constante (modo TC)... 50
Aplicações de torque variável (quadrático) (TV)... 50
Aquecedor do gabinete... 49

B

Banda morta... 35
Barramento CC... 20, 60
Blindado/encapado metalicamente... 135

C

Cabeamento do resistor do freio... 63
Cabo blindado... 19, 135
Cabo de motor... 116, 135, 143
Cabo, comprimentos e seções transversais... 76
Cabo, especificações... 76
Cabo, motor... 143
Características de controle... 79
Características do torque... 75
Cartão de controle... 78, 79
Catch-up/redução de velocidade... 33
Choque... 51
Circuito intermediário... 15, 39, 86
Código da função... 192
Código de exceção do Modbus... 192
Códigos de compra... 90, 95, 109
Comando de partida/parada... 148
Comprimento do telegrama (LGE)... 183
Comunicação serial... 79
Comunicação serial RS-485... 79
Comunicação serial USB... 79
Condensação... 49
Condições ambiente... 76
Condições de funcionamento extremas... 39
Condições de resfriamento... 114
Conexão de rede... 181
Conexão do barramento CC... 141
Conexão do motor... 135
Congelar referência... 33
Control word... 194, 197
Controle de torque... 19
Controle do freio mecânico... 151
Controle do PID de processo... 27
Convenções... 9
Corrente de fuga... 14, 116, 138
Corrente do sensor... 15
Curto circuito (fase – fases do motor)... 39

D

Definições... 10
Derating automático... 41
Derating, baixa pressão do ar... 50
Derating, funcionando em baixa velocidade... 50
Derating, manual... 50
Desempenho... 79
Desempenho de saída (U, V, W)... 75
DeviceNet... 94
Dimensões mecânicas... 0 , 112
Diretiva de baixa tensão... 11
Diretiva de maquinaria... 11
Diretiva EMC... 11
Disjuntor... 122, 126
Disjuntor de rede elétrica... 140

E

Eficiência... 88
Emissão conduzida... 55
Emissão EMC... 54
Emissão irradiada... 55
Encoder HTL... 169
Encoder TTL... 169
Energia de entrada... 19, 116
Entrada do sensor... 49
Entradas analógicas... 77, 156
Entradas de pulso/encoder... 78
Entradas digitais... 76, 156
Equalização potencial... 116
Equipamento opcional... 9
Escala... 34
Esquemático da fiação... 17
Exemplos de aplicação... 147
Extratores... 118

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

F

Fases do motor... 39
Feedback de motor... 23
Fiação de controle... 19, 116
Fiação do motor... 19
Filtro... 52
Filtro de harmônicas... 105
Filtro de onda senoidal... 107, 135, 174
Filtro de RFI... 51, 89
Filtro senoidal... 15
Filtros... 52
Fio terra... 116
Fluxo... 22, 23
Fluxo de ar... 52
Freio CC... 194
Freio eletromecânico... 152
Freio mecânico... 45
Função de frenagem... 63
Fusível... 126

H

HCS... 142

I

IGBT do freio... 15
Instalação e setup do RS-485... 180
Instalação lado a lado... 114
Instrução para descarte... 12
Interferência elétrica... 116
Interferênciade EMC... 19
Inversor... 15
Isolação galvânica... 167

J

Jog... 195

K

Kit de gabinete metálico IP21/Tipo 1... 175

L

LCP... 29, 177
Ligações do relé... 139
Ligando a saída... 40
Limites de referência... 33
Load sharing... 16
Lógica de controle... 15

M

Manutenção... 52
Marcação CE... 11
MCT 10... 142
MCT 31... 142
Modbus RTU... 188
Modulação por largura de pulso... 15
Momento de inércia... 39
Montagem mecânica... 114

N

Nível de tensão... 76
Números para pedidos, filtros de harmônicas... 105
Números para pedidos, filtros de onda senoidal... 107

O

Opcionais e Acessórios... 95

P

Parada por inércia... 10, 194, 195
Parada Segura 1... 168
Parada/partida por pulso... 148
Partida acidental... 13
Partida por pulso/parada por inércia inversa... 148
Pedido a partir do código do tipo... 90
PELV... 147
Pessoal qualificado... 13
PID... 19, 21, 24, 167
PID de velocidade... 19, 21, 24
Placa de desacoplamento... 135
Poeira... 52
Ponto de acoplamento comum... 59
Potência de frenagem... 10, 63
Potência do motor... 116
Potenciômetro... 149
Precauções com EMC... 181
Precauções gerais... 12
Profibus... 94
Programação de Limite de Torque e Parada... 152
Proporção de curto circuito... 59
Proteção do... 60
Proteção do circuito de derivação... 126
Proteção térmica... 12
Proteção térmica do motor... 196

Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

Q

Queda da rede elétrica... 43

R

Referência... 147
Referência de velocidade... 147, 149
Referência de velocidade analógica... 148
Requisitos de emissão... 56
Requisitos de imunidade... 56
Requisitos de segurança... 111
Reset do alarme externo... 149
Resfriamento... 50, 52
Resistor do freio... 15, 61, 174
Resultados de teste de EMC... 55
Retificador... 15
Reversão... 149
Rotação livre... 14
RS-485... 150, 180
Ruído acústico... 51
Ruído Acústico... 89

S

Sacolas de acessórios... 95
Saída 10 V CC... 78
Saída analógica... 78, 156
Saída digital... 78, 156
Saída do motor... 75
Saída, 24 V CC... 78
Saídas do relé... 79
Sensor... 167, 169
Sensor de temperatura... 167
Sensor térmico... 15
Sinal... 168, 169
Sistema de controle de segurança... 169
Sobretensão gerada pelo motor... 39
Software de Cálculo de Harmônicas (HCS)... 142
Status word... 195, 198

T

Temperatura ambiente... 49
Temperatura máxima... 49
Tempo de descarga... 14
Tempo de frenagem... 62
Tempo de subida... 86
Tensão do motor... 86
Terminal X30/11, 12... 156
Terminal X30/1-4... 156
Terminal X30/6, 7... 156
Terminal X30/8... 156
Termistor... 11, 147
Termistor do motor... 150
Teste de alta tensão... 145
Torque de aperto da tampa dianteira... 112, 113
Torque de Segurança Desligado... 148, 168
Torque, aperto da tampa dianteira... 112, 113

U

U/f... 20, 88
Umidade... 49

V

Velocidades pré-programadas... 149
Versões de software... 95
Vibração... 51
Visão geral do Modbus RTU... 188
Visão geral do protocolo... 182
VVCplus... 10, 15, 21

 Danfoss A/S © Rev. 2014-04-04 Todos os direitos reservados.

www.danfoss.com/drives

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
www.danfoss.com/drives

130R0301 MG33BF28 Rev. 2014-04-04