



# Guia de Design

## VLT<sup>®</sup>AQUA Drive FC 202

110-1400 kW





## Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Como Ler este Guia de Design</b>              | <b>7</b>  |
| <b>2 Introdução</b>                                | <b>12</b> |
| 2.1 Segurança                                      | 12        |
| 2.2 Versão do Software                             | 13        |
| 2.3 Certificação CE                                | 13        |
| 2.4 Umidade do Ar                                  | 14        |
| 2.5 Ambientes Agressivos                           | 14        |
| 2.6 Vibração e Choque                              | 15        |
| 2.7 Benefícios do conversor de frequência          | 15        |
| 2.8 Estruturas de Controle                         | 19        |
| 2.8.1 Princípio de Controle                        | 19        |
| 2.8.2 Estrutura de Controle Malha Aberta           | 23        |
| 2.8.3 Controles Local (Hand On) e Remoto(Auto On)  | 23        |
| 2.8.4 Estrutura de Controle, Malha Fechada         | 24        |
| 2.8.5 Tratamento do Feedback                       | 25        |
| 2.8.6 Conversão de Feedback                        | 26        |
| 2.8.7 Tratamento da Referência                     | 27        |
| 2.8.8 Exemplo de Controle do PID de Malha Fechada  | 28        |
| 2.8.9 Sequência da Programação                     | 29        |
| 2.8.10 Sintonizando o Controlador de Malha Fechada | 30        |
| 2.8.11 Ajuste manual do PID                        | 30        |
| 2.9 Aspectos Gerais das EMC                        | 30        |
| 2.9.1 Aspectos Gerais das Emissões EMC             | 30        |
| 2.9.2 Requisitos de Emissão                        | 31        |
| 2.9.3 Resultados do teste de EMC (Emissão)         | 32        |
| 2.9.4 Aspectos gerais das emissões de Harmônicas   | 32        |
| 2.9.5 Requisitos de Emissão de Harmônicas          | 33        |
| 2.9.6 Resultados do teste de Harmônicas (Emissão)  | 33        |
| 2.10 Requisitos de Imunidade                       | 34        |
| 2.11 Isolação galvânica (PELV)                     | 35        |
| 2.12 Corrente de fuga para o terra                 | 35        |
| 2.13 Controle com a Função de Frenagem             | 36        |
| 2.14 Controle do Freio Mecânico                    | 37        |
| 2.15 Condições de Funcionamento Extremas           | 37        |
| 2.15.1 Proteção Térmica do Motor                   | 38        |
| 2.15.2 Operação de Parada Segura (opcional)        | 40        |
| <b>3 Seleção do</b>                                | <b>41</b> |
| 3.1 Especificações Gerais                          | 41        |

|   |    |
|---|----|
| 3.1.1 Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V AC                                       | 41 |
| 3.1.2 Alimentação da rede elétrica 3x525-690 V CA                                       | 44 |
| 3.1.3 12-Especificações de pulso  | 48 |
| 3.2 Eficiência  | 55 |
| 3.3 Ruído Acústico  | 56 |
| 3.4 Tensão de Pico no Motor   | 56 |
| 3.5 Condições Especiais   | 57 |
| 3.5.1 Finalidade do Derating  | 57 |
| 3.5.2 Derating para Pressão Atmosférica Baixa   | 57 |
| 3.5.3 Derate para operação em Baixa Velocidade  | 57 |
| 3.5.4 Adaptações Automáticas para Garantir o Desempenho                                 | 58 |
| 3.5.5 Derating para a Temperatura Ambiente  | 59 |
| 3.6 Opcionais e Acessórios  | 60 |
| 3.6.1 Módulo de Entrada / Saída de Uso Geral do MCB 101                                 | 60 |
| 3.6.2 Entradas Digitais - Terminal X30/1-4  | 61 |
| 3.6.3 Entradas de Tensão Analógicas - Terminal X30/10-12                                | 61 |
| 3.6.4 Saídas Digitais - Terminal X30/5-7  | 61 |
| 3.6.5 Saídas Analógicas - Terminal X30/5+8  | 61 |
| 3.6.6 Opcional de Relé MCB 105  | 62 |
| 3.6.7 Opcional de Backup de 24 V do MCB 107 (Opcional D)                                | 63 |
| 3.6.8 E/S Analógica do opcional MCB 109   | 63 |
| 3.6.9 Descrição Geral   | 66 |
| 3.6.10 Controlador em Cascata Estendido MCO 101   | 66 |
| 3.6.11 Resistores de Freio  | 67 |
| 3.6.12 Kit de Montagem Remota do LCP  | 67 |
| 3.6.13 Filtros de Entrada   | 68 |
| 3.6.14 Filtros de Saída   | 68 |
| 3.7 Opções de Alta Potência   | 69 |
| 3.7.1 Instalação do Kit de Resfriamento do Canal Traseiro em Gabinetes Metálicos Rittal | 69 |
| 3.7.2 Instalação Externa/Kit NEMA 3R para Gabinete Metálicos Rittal                     | 70 |
| 3.7.3 Instalação sobre Pedestal   | 71 |
| 3.7.4 Instalação dos Opcionais de Placa de Entrada                                      | 72 |
| 3.7.5 Instalação da Proteção de Rede Elétrica para Conversores de Frequência            | 73 |
| 3.7.6 Opcionais do chassi D   | 73 |
| 3.7.6.1 Terminais de Divisão da Carga   | 73 |
| 3.7.6.2 Terminais de Regeneração  | 73 |
| 3.7.6.3 Aquecedor Anticondensação   | 73 |
| 3.7.6.4 Circuito de Frenagem  | 74 |
| 3.7.6.5 Kit de Blindagem da Rede Elétrica   | 74 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.7.6.6 Placas de Circuito Impresso Reforçadas   | 74        |
| 3.7.6.7 Painel de Acesso ao Dissipador de Calor  | 74        |
| 3.7.6.8 Desconexão da Rede Elétrica  | 74        |
| 3.7.6.9 Contator   | 74        |
| 3.7.6.10 Disjuntor   | 74        |
| 3.7.7 Opcionais de Chassi de Tamanho F   | 74        |
| <b>4 Como Fazer o Pedido.</b>  | <b>77</b> |
| 4.1 Formulário de Pedido   | 77        |
| 4.1.1 Configurador do Drive  | 77        |
| 4.1.2 String do Código do Tipo   | 77        |
| 4.2 Códigos de Compra  | 82        |
| 4.2.1 Códigos de Compra: Opcionais e Acessórios  | 82        |
| 4.2.2 Códigos de Compra: Filtros de Harmônicas Avançados                                 | 83        |
| 4.2.3 Códigos de Compra: Módulos do Filtro de Onda Senoidal, 380–690 V CA                | 90        |
| 4.2.4 Códigos de Compra: Filtros dU/dt   | 91        |
| 4.2.5 Códigos de Compra: Resistores de Freio   | 92        |
| <b>5 Como Instalar</b>   | <b>93</b> |
| 5.1 Instalação Mecânica  | 93        |
| 5.1.1 Montagem Mecânica  | 97        |
| 5.1.2 Instalação do Pedestal do Chassi D   | 97        |
| 5.1.3 Instalação do Pedestal em Drives de Chassi F                                       | 98        |
| 5.1.4 Requisitos de Segurança da Instalação Mecânica                                     | 98        |
| 5.2 Pré-instalação   | 98        |
| 5.2.1 Planejamento do Local da Instalação  | 98        |
| 5.2.2 Recepção do Conversor de Frequência  | 99        |
| 5.2.3 Transporte e Desembalagem  | 99        |
| 5.2.4 Elevação   | 99        |
| 5.2.5 Ferramentas Necessárias  | 100       |
| 5.2.6 Considerações Gerais   | 101       |
| 5.2.7 Resfriando e Fluxo de Ar   | 103       |
| 5.2.8 Entrada de Bucha/Conduíte - IP21 (NEMA 1) e IP54 (NEMA12)                          | 105       |
| 5.2.9 Entrada de Junção com Gaxeta/Conduíte de 12 pulsos - IP21 (NEMA 1) e IP54 (NEMA12) | 107       |
| 5.3 Instalação Elétrica  | 108       |
| 5.3.1 Geral sobre Cabos  | 108       |
| 5.3.2 Preparação de placas de bucha para cabos   | 108       |
| 5.3.3 Conexão à Rede Elétrica e Ponto de Aterramento                                     | 109       |
| 5.3.4 Conexão do Cabo do Motor   | 109       |
| 5.3.5 Cabos do Motor   | 110       |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.3.6    | Instalação Elétrica de Cabos de Motor                              | 110        |
| 5.3.7    | Fusíveis   | 111        |
| 5.3.8    | Especificações do Fusível  | 111        |
| 5.3.9    | Acesso aos Terminais de Controle                                   | 113        |
| 5.3.10   | Terminais de Controle  | 113        |
| 5.3.11   | Terminais do Cabo de Controle                                      | 113        |
| 5.3.12   | Exemplo de Fiação Básica   | 114        |
| 5.3.13   | comprimento de cabo de Controle                                    | 115        |
| 5.3.14   | Instalação Elétrica, Cabos de Controle                             | 115        |
| 5.3.15   | Cabos de Controle de 12 Pulsos                                     | 118        |
| 5.3.16   | Interruptores S201, S202 e S801                                    | 120        |
| 5.4      | Conexões -  chassi de Tamanho D, E e F                             | 122        |
| 5.4.1    | Torque   | 122        |
| 5.4.2    | Conexões de Potência   | 123        |
| 5.4.3    | Conexões de Energia Drives de 12 Pulsos                            | 144        |
| 5.4.4    | Proteção contra Ruído Elétrico                                     | 154        |
| 5.4.5    | Fonte de Alimentação de Ventilador Externo                         | 155        |
| 5.5      | Opcionais de Entrada   | 156        |
| 5.5.1    | Desconexões da Rede Elétrica                                       | 156        |
| 5.5.2    | Contatores de Rede Elétrica  | 157        |
| 5.5.3    | Saída do relé chassi D   | 158        |
| 5.5.4    | Saída do Relé Chassi E e F   | 158        |
| 5.6      | Setup Final e Teste  | 158        |
| 5.7      | Instalação da Parada Segura  | 159        |
| 5.7.1    | Teste de Colocação em Funcionamento da Parada Segura               | 160        |
| 5.8      | Instalação de Diversos Conexões                                    | 160        |
| 5.8.1    | Conexão do Barramento RS-485                                       | 160        |
| 5.8.2    | Como Conectar um PC à Unidade                                      | 161        |
| 5.8.3    | Ferramentas de Software de PC                                      | 161        |
| 5.8.3.1  | MCT 10   | 161        |
| 5.8.3.2  | MCT 31   | 162        |
| 5.9      | Segurança  | 162        |
| 5.9.1    | Teste de Alta Tensão   | 162        |
| 5.9.2    | conexão do terra de Segurança                                      | 162        |
| 5.10     | Instalação de EMC correta  | 162        |
| 5.10.1   | Instalação elétrica - Cuidados com EMC                             | 162        |
| 5.10.2   | Utilização de Cabos de EMC Corretos                                | 164        |
| 5.10.3   | Aterramento de Cabos de Controle Blindados/Encapados Metalicamente | 165        |
| 5.11     | Dispositivo de Corrente Residual                                   | 165        |
| <b>6</b> | <b>Exemplos de Aplicações</b>                                      | <b>166</b> |

|  |            |
|--|------------|
| 6.1 Exemplos de Aplicações Típicas                                 | 166        |
| 6.1.1 Partida/Parada   | 166        |
| 6.1.2 Parada/Partida por Pulso                                     | 166        |
| 6.1.3 Referência do Potenciômetro                                  | 166        |
| 6.1.4 Adaptação Automática do Motor (AMA)                          | 167        |
| 6.1.5 Smart Logic Control  | 167        |
| 6.1.6 Programação do Smart Logic Control                           | 168        |
| 6.1.7 Exemplo de Aplicação do SLC                                  | 168        |
| 6.1.8 Controlador BÁSICO em Cascata                                | 169        |
| 6.1.9 Escalonamento de Bomba com Alternação da Bomba de Comando    | 170        |
| 6.1.10 Status do Sistema e Operação                                | 171        |
| 6.1.11 Diagrama da Fiação do Controlador em Cascata                | 172        |
| 6.1.12 Diagrama da Fiação da Bomba de Velocidade Fixa/Variável     | 173        |
| 6.1.13 Diagrama de Fiação para Alternação da Bomba de Comando      | 173        |
| <b>7 Instalação e Setup do RS-485</b>                              | <b>175</b> |
| 7.1 Introdução   | 175        |
| 7.1.1 Configuração de Hardware                                     | 175        |
| 7.1.2 Configurações de Parâmetro da Comunicação do Modbus          | 175        |
| 7.1.3 Cuidados com EMC   | 176        |
| 7.2 Visão Geral do Protocolo Danfoss FC                            | 176        |
| 7.3 Conexão de Rede  | 176        |
| 7.4 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Protocolo Danfoss FC | 177        |
| 7.4.1 Conteúdo de um Caractere (byte)                              | 177        |
| 7.4.2 Estrutura do Telegrama                                       | 177        |
| 7.4.3 Comprimento do Telegrama (LGE)                               | 177        |
| 7.4.4 Endereço (ADR) do conversor de frequência.                   | 178        |
| 7.4.5 Byte de Controle dos Dados (BCC)                             | 178        |
| 7.4.6 O Campo de Dados   | 178        |
| 7.4.7 O Campo PKE  | 179        |
| 7.4.8 Número do Parâmetro (PNU)                                    | 180        |
| 7.4.9 Índice (IND)   | 180        |
| 7.4.10 Valor do Parâmetro (PWE)                                    | 180        |
| 7.4.11 Tipos de Dados Suportados                                   | 180        |
| 7.4.12 Conversão   | 181        |
| 7.4.13 Words do Processo (PCD)                                     | 181        |
| 7.5 Exemplos   | 181        |
| 7.5.1 Gravando um Valor de Parâmetro                               | 181        |
| 7.5.2 Lendo um Valor de Parâmetro                                  | 181        |
| 7.6 Visão Geral do Modbus RTU                                      | 182        |
| 7.6.1 Premissas  | 182        |

|  |            |
|--|------------|
| 7.6.2 Pré-requisito de Conhecimento  | 182        |
| 7.6.3 Visão Geral do Modbus RTU  | 182        |
| 7.6.4 Conversor de Frequência com Modbus RTU   | 182        |
| 7.7 Configuração de Rede   | 183        |
| 7.7.1 Conversor de Frequência com Modbus RTU   | 183        |
| 7.8 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Modbus RTU                                       | 183        |
| 7.8.1 Conversor de Frequência com Modbus RTU   | 183        |
| 7.8.2 Estrutura da Mensagem do Modbus RTU  | 183        |
| 7.8.3 Campo Partida/Parada   | 184        |
| 7.8.4 Campo de Endereço  | 184        |
| 7.8.5 Campo da Função  | 184        |
| 7.8.6 Campo dos Dados  | 185        |
| 7.8.7 Campo de Verificação de CRC  | 185        |
| 7.8.8 Endereçamento do Registrador da Bobina   | 185        |
| 7.8.9 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU   | 187        |
| 7.9 Como Acessar os Parâmetros   | 188        |
| 7.9.1 Tratamento de Parâmetros   | 188        |
| 7.9.2 Armazenagem de Dados   | 188        |
| 7.9.3 IND  | 188        |
| 7.9.4 Blocos de Texto  | 188        |
| 7.9.5 Fator de conversão   | 188        |
| 7.9.6 Valores de Parâmetros  | 188        |
| 7.10 Exemplos  | 188        |
| 7.10.1 Ler Status da Bobina (01 HEX)   | 188        |
| 7.10.2 Forçar/Gravar Bobina Única (05 HEX)   | 189        |
| 7.10.3 Forçar/Gravar Bobinas Múltiplas (0F HEX)  | 189        |
| 7.10.4 Ler Registradores de Retenção (03 HEX)  | 190        |
| 7.10.5 Predefinir Registrador Único (06 HEX)   | 190        |
| 7.11 Perfil de Controle do FC da Danfoss   | 191        |
| 7.11.1 Control Word de Acordo com o Perfil do FC (8-10 Perfil de Controle=perfil do FC)        | 191        |
| 7.11.2 Status Word De acordo com o Perfil do FC (STW) (8-10 Perfil de Controle = Perfil do FC) | 192        |
| 7.11.3 Valor de Referência de Velocidade Via Bus Serial  | 194        |
| <b>8 Resolução de Problemas</b>  | <b>195</b> |
| 8.1 Mensagens de Status  | 195        |
| <b>Índice</b>  | <b>200</b> |

# 1 Como Ler este Guia de Design

## 1.1.1 Copyright, Limitação de Responsabilidade e Direitos de Revisão

Esta publicação contém informações da Danfoss protegidas por direitos autorais. Ao aceitar e usar este manual o usuário concorda em usar as informações nele contidas exclusivamente para operação de equipamento da Danfoss ou de outros fornecedores, desde que tais equipamentos sejam destinados a comunicar-se com equipamentos da Danfoss através de uma conexão de comunicação serial. Esta publicação está protegida pelas leis de Direitos Autorais da Dinamarca e da maioria de outros países.

A Danfoss não garante que um programa de software desenvolvido de acordo com as orientações fornecidas neste manual funcionará adequadamente em todo ambiente físico, de hardware ou de software.

Embora a Danfoss tenha testado e revisado a documentação contida neste manual, a Danfoss não fornece nenhuma garantia ou declaração, expressa ou implícita, com relação a esta documentação, inclusive a sua qualidade, função ou a sua adequação para um propósito específico.

Em nenhuma hipótese, a Danfoss poderá ser responsabilizada por danos diretos, indiretos, especiais, incidentes ou consequentes que decorram do uso ou da impossibilidade de usar as informações contidas neste manual, inclusive se for advertida sobre a possibilidade de tais danos. Em particular, a Danfoss não é responsável por quaisquer custos, inclusive, mas não limitados àqueles decorrentes de resultados de perda de lucros ou renda, perda ou dano de equipamentos, perda de programas de computador, perda de dados e os custos para recuperação destes ou quaisquer reclamações oriundas de terceiros.

A Danfoss reserva-se o direito de revisar esta publicação a qualquer momento e alterar seu conteúdo sem aviso prévio ou qualquer obrigação de notificar usuários antigos ou atuais dessas revisões ou alterações.

## 1.1.2 Literatura Disponível

- As Instruções de Utilização do AQUA Drive do VLT® FC 202, 0,25-90 kW fornecem as informações necessárias para deixar o conversor de frequência ativo e em funcionamento.
- As Instruções de Utilização do AQUA Drive do VLT® FC 202, 110-400 kW, chassi D fornecem

informações básicas, de instalação e de partida para os modelos de chassi D mais novos.

- As Instruções de Utilização do AQUA Drive do VLT® FC 202 Alta Potência fornecem as informações necessárias para deixar o conversor de frequência ativo e em funcionamento.
- 'O Guia de Design do AQUA Drive do VLT® FC 202, 110-1400 kW fornece todas as informações técnicas sobre o conversor de frequência de chassi D, E e F e design do cliente e aplicações.
- O Guia de Programação do AQUA Drive do VLT® FC 202 fornece as informações de como programar e inclui descrições completas dos parâmetros.
- AQUA Drive do VLT® FC 202 Profibus.
- AQUA Drive do VLT® FC 202 DeviceNet.
- Guia de Design de Filtros de Saída.
- Controlador em Cascata AQUA Drive do VLT® FC 202.
- Notas do Aplicativo: Aplicação de Bomba Submersível
- Notas do Aplicativo: Aplicação da Operação Mestre/Escravo
- Notas do Aplicativo: Drive em Malha Fechada e Sleep Mode
- Instrução: E/S Analógica Opcional MCB 109
- Instrução: Pannel a kit de montagem
- Instruções de Utilização do Filtro Ativo VLT®.

A literatura técnica da Danfoss também está disponível on-line em

[www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm).

### Símbolos

Os símbolos a seguir são usados neste manual.

#### **▲ADVERTÊNCIA**

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

#### **▲CUIDADO**

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

## CUIDADO

Indica uma situação que pode resultar em acidentes que causem danos somente em equipamentos ou na propriedade.

## AVISO!

Indica informações destacadas que devem ser consideradas com atenção para evitar erros ou operação do equipamento com desempenho inferior ao ideal.



Tabela 1.1 Aprovações

### 1.1.3 Abreviações

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| Corrente alternada                    | CA        |
| American wire gauge                   | AWG       |
| Ampère/AMP                            | A         |
| Adaptação Automática do Motor         | AMA       |
| Limite de Corrente                    | $I_{LIM}$ |
| Graus Celsius                         | °C        |
| Corrente contínua                     | CC        |
| Dependente do Drive                   | TIPO D    |
| Compatibilidade Eletromagnética       | EMC       |
| Relé Térmico Eletrônico               | ETR       |
| Conversor de frequência               | FC        |
| Grama                                 | g         |
| Hertz                                 | Hz        |
| Cavalo-vapor                          | hp        |
| kiloHertz                             | kHz       |
| Painel de Controle Local              | LCP       |
| Metro                                 | m         |
| Indutância em mili-Henry              | mH        |
| Miliampère                            | mA        |
| Milissegundo                          | ms        |
| Minuto                                | min       |
| Motion Control Tool                   | MCT       |
| Nanofarad                             | nF        |
| Newton-metros                         | Nm        |
| Corrente nominal do motor             | $I_{M,N}$ |
| Frequência nominal do motor           | $f_{M,N}$ |
| Potência nominal do motor             | $P_{M,N}$ |
| Tensão nominal do motor               | $U_{M,N}$ |
| Motor de ímã permanente               | Motor PM  |
| Tensão Extra Baixa Protetiva          | PELV      |
| Placa de Circuito Impresso            | PCB       |
| Corrente Nominal de Saída do Inversor | $I_{INV}$ |
| Rotações Por Minuto                   | RPM       |

|  |               |
|--|---------------|
| Terminais regenerativos  | Regen         |
| Segundo  | seg.          |
| Velocidade do Motor Síncrono                                       | $n_s$         |
| Limite de torque   | $T_{LIM}$     |
| Volts  | V             |
| A máxima corrente de saída   | $I_{VLT,MAX}$ |
| A corrente de saída nominal fornecida pelo conversor de frequência | $I_{VLT,N}$   |

Tabela 1.2 Abreviações

### 1.1.4 Definições

#### Conversor de frequência:

$I_{VLT,MAX}$

A corrente de saída máxima.

$I_{VLT,N}$

A corrente de saída nominal fornecida pelo conversor de frequência.

$U_{VLT, MAX}$

A tensão máxima de saída.

#### Entrada:

##### Comando de controle

Pare o motor conectado usando o LCP e as entradas digitais.

As funções estão divididas em dois grupos.

As funções do grupo 1 têm prioridade mais alta que as do grupo 2.

|         |  |
|---------|--|
| Grupo 1 | Reset, Parada por inércia, Reset e Parada por inércia, Parada rápida, Frenagem CC, Parada e a tecla "Off". |
| Grupo 2 | Partida, Partida por pulso, Reversão, Partida com reversão, Jog e Congelar frequência de saída             |

Tabela 1.3 Comando de Controle

#### Motor:

$f_{JOG}$

A frequência do motor quando a função jog é ativada (através dos terminais digitais).

$f_M$

A frequência do motor.

$f_{MAX}$

A frequência máxima do motor.

$f_{MIN}$

A frequência mínima do motor.

$f_{M,N}$

A frequência nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

$I_M$

A corrente do motor.

$I_{M,N}$

A corrente nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

$n_{M,N}$ 

A velocidade nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

 $P_{M,N}$ 

A potência nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

 $T_{M,N}$ 

O torque nominal (motor).

 $U_M$ 

A tensão instantânea do motor.

 $U_{M,N}$ 

A tensão nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

 $\eta_{VLT}$ 

A eficiência do conversor de frequência é definida como a relação entre a potência de saída e a de entrada.

Comando inibidor da partida

É um comando de parada que pertence aos comandos de controle do grupo 1 - consulte as informações sobre este grupo.

Comando de parada

Consulte Comando de Controle.

**Referências:**Referência Analógica

Um sinal transmitido para a entrada analógica 53 ou 54 pode ser tensão ou corrente.

Referência de barramento

Um sinal transmitido para a porta de comunicação serial (Porta do FC).

Referência Predefinida

Uma referência predefinida estabelecida de -100% a +100% da faixa de referência. Podem ser selecionadas oito referências predefinidas por meio dos terminais digitais.

Referência de Pulso

É um sinal de pulso transmitido às entradas digitais (terminal 29 ou 33).

Ref<sub>MAX</sub>

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

Ref<sub>MIN</sub>

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*.

**Diversos:**Entradas Analógicas

As entradas analógicas são usadas para controlar várias funções do conversor de frequência.

Há dois tipos de entradas analógicas:

Entrada de corrente, 0-20 mA e 4-20 mA

Entrada de tensão, 0-10 VCC.

Saídas Analógicas

As saídas analógicas podem fornecer um sinal de 0-20 mA, 4-20 mA ou um sinal digital.

Adaptação Automática do Motor, AMA

O algoritmo da AMA determina os parâmetros elétricos do motor conectado, quando em repouso.

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 de torque constante utilizadas para bombas de deslocamento positivo e ventoinhas.

Entradas Digitais

As entradas digitais podem ser usadas para controlar várias funções do conversor de frequência.

Saídas Digitais

O drive exibe duas saídas de estado sólido que podem fornecer um sinal de 24 VCC (máx. 40 mA).

DSP

Processador de Sinal Digital.

Saídas do relé

O conversor de frequência contém duas saídas de relé programáveis.

ETR

O Relé Térmico Eletrônico é um cálculo de carga térmica baseado na carga atual e no tempo. Sua finalidade é fazer uma estimativa da temperatura do motor.

GLCP

Painel de Controle Local Gráfico (LCP 102)

Inicialização

Ao executar a inicialização (14-22 *Modo Operação*) os parâmetros programáveis do conversor de frequência retornam às suas configurações padrão.

Ciclo Útil Intermitente

Uma característica nominal de trabalho intermitente refere-se a uma sequência de ciclos úteis. Cada ciclo consiste em um período com carga e outro sem carga. A operação pode ser de funcionamento periódico ou de funcionamento aperiódico.

LCP

O Painel de Controle Local (LCP) constitui uma interface completa de operação e programação do conversor de frequência. O painel de controle é destacável e pode ser instalado a até 3 metros do conversor de frequência, por exemplo, em um painel frontal com o kit de instalação opcional.

O Painel de Controle Local é oferecido em duas versões:

- LCP numérico 101 (NLCP)
- LCP gráfico 102 (GLCP)

lsb

É o bit menos significativo.

MCM

Sigla para Mille Circular Mil, uma unidade de medida norte-americana para medição de seção transversal de cabos.  $1 \text{ MCM} \equiv 0,5067 \text{ mm}^2$ .

msb

É o bit mais significativo.

NLCP

Painel de Controle Local Numérico LCP 101

Parâmetros On-line/Off-line

As alterações nos parâmetros on-line são ativadas imediatamente após a mudança no valor dos dados. Insira [OK] para ativar alterações em parâmetros off-line.

Controlador PID

O controlador PID mantém a velocidade, a pressão e a temperatura ajustando a frequência de saída para corresponder à variação de carga.

RCD

Dispositivo de Corrente Residual.

Setup

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

SFAVM

Padrão de chaveamento conhecido como Stator Flux oriented Aynchronous Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona orientada pelo Fluxo do Estator), (14-00 *Padrão de Chaveamento*).

Compensação de Escorregamento

O conversor de frequência compensa o escorregamento que ocorre no motor, acrescentando um suplemento à frequência que acompanha a carga do motor medida, mantendo a velocidade do motor praticamente constante.

Smart Logic Control (SLC)

O SLC é uma sequência de ações definidas pelo usuário que é executada quando os eventos associados definidos pelo usuário são avaliados como verdadeiros pelo SLC.

Termistor

Um resistor dependente da temperatura instalado onde a temperatura é monitorada (conversor de frequência ou motor).

Desarme

Um estado que ocorre em situações de falha, por exemplo, se houver superaquecimento no conversor de frequência ou quando o conversor de frequência estiver protegendo o mecanismo ou processo do motor. 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. Não use o desarme para segurança pessoal.

Bloqueado por Desarme

Um estado que ocorre em situações de falha quando o conversor de frequência está se protegendo e requer intervenção manual, por exemplo, o conversor de frequência está sujeito a curto circuito na saída. Um bloqueio por desarme somente pode ser cancelado desligando-se a rede elétrica, eliminando-se a causa da falha e energizando o conversor de frequência novamente. A reinicialização é suspensa até que o desarme seja cancelado, pelo acionamento do reset ou, em certas situações, programando um reset automático. Não use bloqueio por desarme para a segurança pessoal.

Características do TV

Características de torque variável, utilizado em bombas e ventiladores.

### VVCplus

Se comparado com o controle da relação de tensão/frequência padrão, o Controle Vetorial de Tensão (VVC<sup>plus</sup>) melhora a dinâmica e a estabilidade, tanto quando a referência de velocidade é alterada quanto em relação ao torque de carga.

### 60° AVM

Padrão de chaveamento chamado 60° Modulação Vetorial Assíncrona (14-00 Padrão de Chaveamento).

## 1.1.5 Fator de Potência

O fator de potência é a relação entre  $I_1$  entre  $I_{RMS}$ .

$$\text{Potência fator} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

O fator de potência para controle trifásico:

$$= \frac{I_1 \times \cos\phi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ desde } \cos\phi = 1$$

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.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

Além disso, um fator de potência alto indica que as diferentes correntes harmônicas são baixas.

As bobinas CC integradas produzem um fator de potência alto, o que reduz a carga imposta na alimentação de rede elétrica.

## 2

## 2 Introdução

### 2.1 Segurança

#### 2.1.1 Nota sobre Segurança

#### **⚠️ ADVERTÊNCIA**

A tensão do conversor de frequência é perigosa sempre que o conversor estiver conectado à rede elétrica. A instalação incorreta do motor, conversor de frequência ou fieldbus pode causar danos ao equipamento, ferimentos pessoais graves ou até morte. As instruções neste manual, bem como as regras e normas de segurança nacionais e locais devem ser obedecidas.

#### Normas de Segurança

1. O conversor de frequência deve ser desligado da rede elétrica para reparos. Verifique se a alimentação de rede elétrica foi desligada e se decorreu tempo suficiente antes de remover o motor e os plugues da rede elétrica.
2. [Parada/Reset] não desconecta o equipamento da rede elétrica e não tem a finalidade de ser usado como interruptor de segurança.
3. O aterramento de proteção correto do equipamento deve estar estabelecido, o operador deve estar protegido contra tensão de alimentação e o motor deve estar protegido contra sobrecarga conforme as normas nacionais e locais aplicáveis.
4. As correntes de fuga para o terra são superiores a 3,5 mA.
5. A proteção de sobrecarga do motor é programada no *1-90 Proteção Térmica do Motor*. Se essa função for desejada, programe o *1-90 Proteção Térmica do Motor* com o valor de dados [4] *Desarme do ETR* (valor padrão) ou o valor de dados [3] *Advertência do ETR*

#### **AVISO!**

A função é inicializada com 1,16 vezes a corrente nominal do motor e com a frequência nominal do motor. Para o mercado norte-americano: As funções ETR oferecem proteção de sobrecarga do motor classe 20 em conformidade com a NEC.

6. Não remova os plugues do motor nem da alimentação de rede elétrica enquanto o conversor de frequência estiver ligado à rede elétrica. Verifique se a alimentação de rede elétrica foi desligada e se decorreu tempo suficiente antes de remover o motor e os plugues da rede elétrica.

7. O conversor de frequência tem mais entradas de tensão além de L1, L2 e L3 quando Load Sharing (vinculação do circuito intermediário CC) e 24 VCC externo estiverem instalados. Verifique se todas as entradas de tensão foram desligadas e se já decorreu o tempo necessário, antes de iniciar o serviço de manutenção.

#### Instalação em Altitudes Elevadas

#### **⚠️ ADVERTÊNCIA**

Para instalação em altitudes acima de 3 km (350-500 V) ou 2 km (525-690 V), entre em contacto com a Danfoss com relação à PELV.

#### Advertência contra partida acidental

1. O motor pode ser parado por meio de comandos digitais, comandos de barramento, referências ou uma parada local enquanto o conversor de frequência estiver conectado à rede elétrica. Se, por motivos de segurança pessoal, for necessário garantir que não ocorra nenhuma partida acidental, estas funções de parada não são suficientes.
2. Enquanto os parâmetros estiverem sendo alterados, o motor poderá dar partida. [Parada/Reset] deve estar sempre ativado; após o que os dados podem ser modificados.
3. Um motor parado poderá dar partida se ocorrerem defeitos na eletrônica do conversor de frequência ou se houver uma sobrecarga temporária ou uma falha na alimentação de rede elétrica ou se a conexão do motor for interrompida.

Consulte as *Instruções de Utilização do VLT® AQUA Drive* para obter informações adicionais de segurança.

**⚠️ ADVERTÊNCIA****TEMPO DE DESCARGA**

Os conversores de frequência contêm capacitores de barramento CC que podem permanecer carregados mesmo quando o conversor de frequência não estiver conectado. Para evitar riscos elétricos, desconecte da rede elétrica CA qualquer motor de tipo de imã permanente e qualquer alimentação de energia do barramento CC remota, incluindo backups de bateria, UPS e conexões do barramento CC com outros conversores de frequência. Aguarde os capacitores descarregarem completamente antes de realizar qualquer serviço de manutenção. O intervalo de tempo de espera está indicado na tabela *Tempo de Descarga*. Se não se aguardar o tempo especificado após a energia ser removida para executar serviço ou reparo, o resultado poderá ser morte ou ferimentos graves.

| Características nominais [kW] | 380–480 V  | 525–690 V  |
|-------------------------------|------------|------------|
| 110–315                       | 20 minutos |            |
| 45–400                        |            | 20 minutos |
| 315–1000                      | 40 minutos |            |
| 450–1200                      |            | 30 minutos |

Tabela 2.1 Tempos de Descarga do Capacitor CC

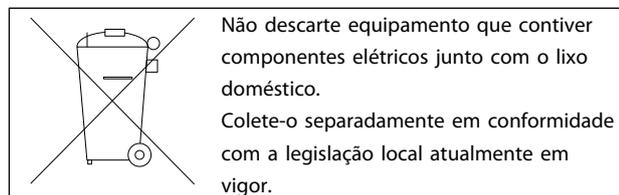
**2.1.2 Instruções para Descarte**

Tabela 2.2 Instruções para Descarte

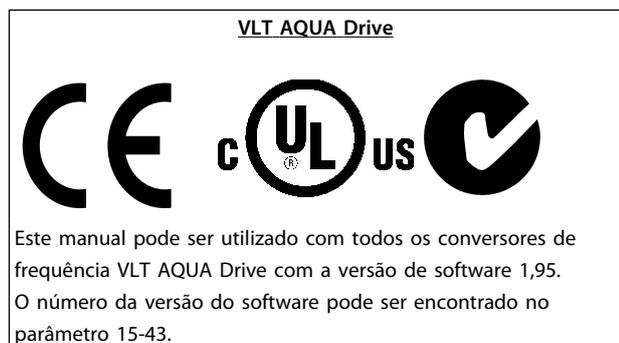
**2.2 Versão do Software****2.2.1 Versão do Software e Aprovações:**

Tabela 2.3 Versão do Software

**2.3 Certificação CE****2.3.1 Conformidade e Certificação CE**

**O que é a Certificação e Conformidade com Normas CE?**  
O propósito da Certificação CE é evitar obstáculos técnicos no comércio dentro da Área de Livre Comércio Europeu (EFTA) e da União Europeia. A UE introduziu a Certificação CE como uma forma simples de mostrar se um produto está em conformidade com as diretivas relevantes da UE. A etiqueta CE não tem informações sobre a qualidade ou especificações do produto. Há três diretivas da UE que controlam os conversores de frequência:

**A diretiva de maquinaria (2006/42/EC)**

Os conversores de frequência com função de segurança integrada estão agora sendo classificados na Diretiva de Maquinaria. A Danfoss coloca os rótulos CE em conformidade com a diretiva e emite uma declaração de conformidade mediante solicitação. Os conversores de frequência sem função de segurança não são classificados na diretiva de maquinaria. Entretanto, se um conversor de frequência for destinado a uso em uma máquina, são fornecidas informações sobre os aspectos de segurança relativos a esse conversor.

**A diretiva de baixa tensão (2006/95/EC)**

Os conversores de frequência devem ter a certificação CE, em conformidade com a diretiva de baixa tensão, que entrou em vigor em 1º de janeiro de 1997. A diretiva é aplicável a todos os equipamentos e dispositivos elétricos usados nas faixas de tensão de 50-1000 V CA e 75-1500 VCC. Danfoss rótulos CE em conformidade com a diretiva e emite uma declaração de conformidade mediante solicitação.

**A diretiva EMC (2004/108/EC)**

EMC é a sigla de compatibilidade eletromagnética. A presença de compatibilidade eletromagnética significa que a interferência mútua entre os diferentes componentes/ eletrodomésticos é tão pequena que não afeta a operação dos mesmos.

A diretiva EMC entrou em vigor em 1º de janeiro de 1996. Danfoss rótulos CE em conformidade com a diretiva e emite uma declaração de conformidade mediante solicitação. Para executar uma instalação em conformidade com a EMC, consulte as instruções neste Guia de Design. Adicionalmente, procure especificações de quais normas são atendidas pelos produtos Danfoss. Os filtros apresentados nas especificações são parte da linha de produtos. Além disso, a Danfoss oferece outros tipos de assistência para garantir resultado de EMC ideal.

**2.3.2 O que Está Coberto**

As "Diretrizes da Aplicação da Diretiva do Conselho 2004/108/EC" da U.E. descrevem três situações típicas de uso de um conversor de frequência. Consulte a lista a

seguir para saber a respeito da cobertura de EMC e Certificação CE.

1. O conversor de frequência é vendido diretamente ao consumidor final, por exemplo, para um mercado de "Faça Você Mesmo". O consumidor final é um leigo que instala o conversor de frequência para usar com um aparelho doméstico. Para essas aplicações, o conversor de frequência deve ter Certificação CE de acordo com a diretiva EMC.
2. O conversor de frequência é vendido para ser instalado em um local projetado por profissionais da área. O conversor de frequência e a instalação concluída não precisam ter certificação CE, de acordo com a diretiva EMC. Todavia, a unidade deve estar em conformidade com os requisitos EMC fundamentais da diretiva. A conformidade é garantida usando componentes, dispositivos e sistemas que têm certificação CE em conformidade com a diretiva EMC.
3. O conversor de frequência é vendido como parte de um sistema completo (um sistema de ar condicionado, por exemplo). Todo o sistema deverá ter a rotulagem CE, em conformidade com a diretiva EMC. O fabricante pode garantir a Certificação CE conforme a diretiva EMC, tanto usando componentes com Certificação CE quanto testando a EMC do sistema. Se o fabricante escolher usar somente componentes com certificação CE, não há necessidade de testar o sistema inteiro.

### 2.3.3 O Conversor de Frequência da Danfoss e a Rotulagem C

A Certificação CE é uma característica positiva quando usada para seu propósito original, que é facilitar o comércio no âmbito da UE e da EFTA.

A certificação CE pode cobrir muitas especificações diferentes, por isso verifique a certificação CE para garantir que ele abranja as aplicações relevantes.

A Danfoss faz a certificação CE dos conversores de frequência de acordo com a diretiva de baixa tensão, o que significa que se o conversor de frequência for instalado corretamente, a Danfoss garante a conformidade com a diretiva de baixa tensão. A Danfoss emite uma declaração de conformidade que confirma a nossa certificação CE de acordo com diretiva de baixa tensão.

Se forem seguidas as instruções de filtragem e instalação em conformidade com a EMC, a certificação CE também se aplica.

5.10 Instalação de EMC correta oferece instruções detalhadas para a instalação em conformidade com a EMC. Além disso, a Danfoss especifica com quais nossos produtos estão de acordo.

### 2.3.4 Conformidade com a Diretiva EMC 2004/108/EC

Os principais usuários do conversor de frequência são profissionais da área que o usam como um componente complexo que faz parte de um aparelho, sistema ou instalação maior. A responsabilidade pelas propriedades finais de EMC do aparelho, sistema ou instalação é do instalador. Para ajudar o técnico instalador, a Danfoss preparou diretrizes de instalação de EMC para o sistema de Drive de Potência. Se as instruções para instalação em conformidade com a EMC forem seguidas, as normas e níveis de teste para sistemas de drive de potência são atendidos. Consulte 2.10 *Requisitos de Imunidade*.

## 2.4 Umidade do Ar

O conversor de frequência foi projetado para atender à norma IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 pkt. 9.4.2.2 a 50 °C.

## 2.5 Ambientes Agressivos

Um conversor de frequência contém muitos componentes eletrônicos e mecânicos. Todos são, em algum grau, vulneráveis aos efeitos ambientais.

### **▲ CUIDADO**

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

#### Grau de proteção conforme IEC 60529

A função parada segura pode ser instalada e operada somente em um painel elétrico de controle com grau de proteção IP54 ou mais alto (ou ambiente equivalente) para evitar falhas cruzadas e curtos circuitos entre terminais, conectores, trilhas e circuitos relacionados à segurança causadas por objetos estranhos.

Líquidos podem ser transportados pelo ar e condensar no conversor de frequência e podem causar corrosão dos componentes e peças metálicas. Vapor, óleo e água salgada podem causar corrosão de componentes e peças metálicas. Nesses ambientes, use equipamento com classificação do gabinete IP54/IP55. Como opção de proteção adicional, pode-se encomendar placas de circuito impresso com revestimento externo.

Partículas em suspensão no ar, como de poeira, podem causar falha mecânica, elétrica ou térmica no conversor de frequência. Um indicador típico dos níveis excessivos de partículas em suspensão no ar são partículas de poeira em volta do ventilador do conversor de frequência. Em ambientes com muita poeira, use equipamento com classificação do gabinete IP 54/IP55 ou um gabinete para equipamento IP00/IP20/NEMA 1.

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

Essas reações químicas danificam os componentes eletrônicos com rapidez. Nesses ambientes, recomenda-se que o equipamento seja montado em um gabinete ventilado, impedindo o contato do conversor de frequência com gases agressivos.

Pode-se encomendar, como opção de proteção adicional, placas de circuito impresso com revestimento externo.

## AVISO!

**Montar os conversores de frequência em ambientes agressivos irá aumentar o risco de paradas e também reduzir, consideravelmente, a vida útil do conversor.**

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

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

Os gabinetes metálicos D e E têm um opcional de canal traseiro de aço inoxidável para fornecer mais proteção em ambientes agressivos. É necessário que ainda haja ventilação adequada para os componentes internos do conversor de frequência. Entre em contato com a Danfoss para obter mais informações.

## 2.6 Vibração e Choque

O conversor de frequência foi testado de acordo com o procedimento baseado nas seguintes normas:

O conversor de frequência está em conformidade com os requisitos existentes para unidades montadas em paredes e pisos de instalações de produção, como também em painéis parafusados na parede ou no piso.

- IEC/EN 60068-2-6: Vibração (senoidal) - 1970
- IEC/EN 60068-2-64: Vibração, aleatória de banda larga

## 2.7 Benefícios do conversor de frequência

### 2.7.1 Por que usar um conversor de frequência para Controlar ventiladores e bombas?

Um conversor de frequência aproveita o fato dos ventiladores e bombas centrífugas seguirem as leis da proporcionalidade. Para obter mais informações, consulte o texto e *Ilustração 2.1*.

### 2.7.2 A Vantagem Óbvia - economia de energia

A maior vantagem de usar um conversor de frequência para controlar a velocidade de ventiladores e bombas está na economia de energia.

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

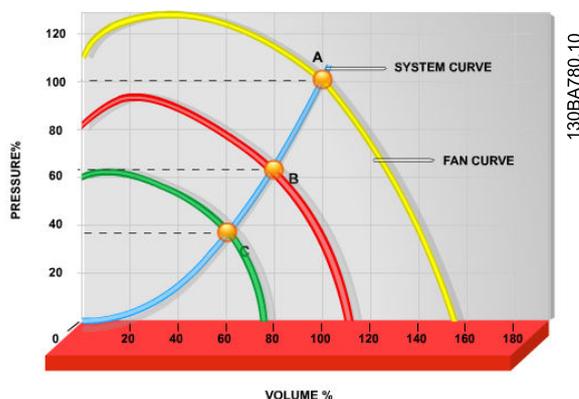


Ilustração 2.1 Curvas do ventilador (A, B e C) dos volumes reduzidos de ventilador

2

Mais de 50% de economia de energia pode ser obtida em aplicações típicas quando um conversor de frequência for utilizado para reduzir a capacidade do ventilador para 60%.

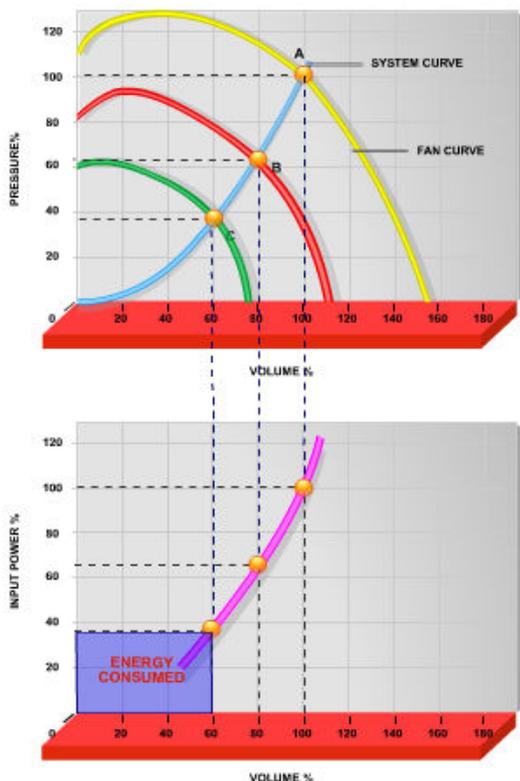
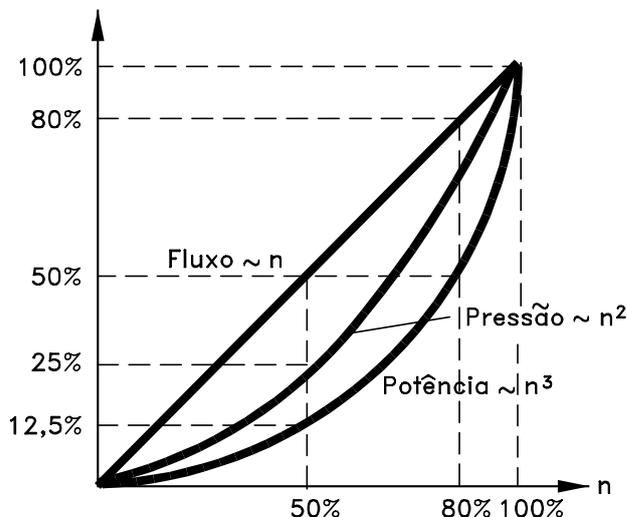


Ilustração 2.2 Econ. de Energia

130BA781.10



DANFOSS  
175HA208.10  
Ilustração 2.3 Dependência do fluxo, da pressão e do consumo de energia na RPM

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

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

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

### 2.7.3 Exemplo de economia de energia

Como mostrado em *Ilustração 2.3*, o fluxo é controlado alterando a rotação. Reduzir a velocidade apenas 20% da velocidade nominal reduz o fluxo em 20%. Essa redução ocorre porque o fluxo é diretamente proporcional à RPM. O consumo de eletricidade, porém, é 50% menos. Se o sistema em questão precisar fornecer um fluxo que corresponde a 100% apenas alguns dias por ano, enquanto a média for inferior a 80% do fluxo nominal durante o resto do ano, a quantidade de energia economizada é mais que 50% ainda.

|                                   |                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Q = Vazão                         | P = Potência                         |
| Q <sub>1</sub> = Vazão nominal    | P <sub>1</sub> = Potência nominal    |
| Q <sub>2</sub> = Vazão reduzida   | P <sub>2</sub> = Potência reduzida   |
| H = Pressão                       | n = Regulação de velocidade          |
| H <sub>1</sub> = Pressão nominal  | n <sub>1</sub> = Velocidade nominal  |
| H <sub>2</sub> = Pressão reduzida | n <sub>2</sub> = Velocidade reduzida |

Tabela 2.4 Leis da proporcionalidade

### 2.7.4 Exemplo com fluxo variante ao longo de um ano

*Ilustração 2.4* é calculado com base nas características da bomba obtidas da folha de dados de uma bomba. O resultado obtido mostra uma economia de energia superior a 50% do consumo determinado para o fluxo durante um ano. O período de retorno do investimento depende do preço do kWh e do preço do conversor de frequência. Neste exemplo é menor que um ano quando comparado com válvulas e velocidade constante.

#### Economia de energia

Peixo = P<sub>saída do eixo</sub>

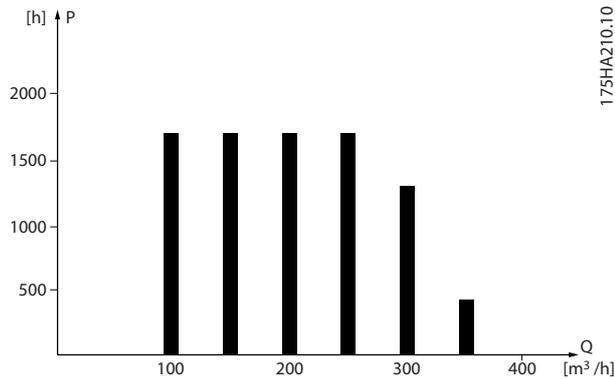


Ilustração 2.4 Distribuição do fluxo durante um ano

| m³/h | Distri-buição |       | Regulação por válvulas                   |             | Controle por conversor de frequência     |             |
|------|---------------|-------|--|-------------|--|-------------|
|      | %             | Horas | Potência A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub> | Consumo kWh | Potência A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub> | Consumo kWh |
| 350  | 5             | 438   | 42,5                                     | 18,615      | 42,5                                     | 18,615      |
| 300  | 15            | 1314  | 38,5                                     | 50,589      | 29,0                                     | 38,106      |
| 250  | 20            | 1752  | 35,0                                     | 61,320      | 18,5                                     | 32,412      |
| 200  | 20            | 1752  | 31,5                                     | 55,188      | 11,5                                     | 20,148      |
| 150  | 20            | 1752  | 28,0                                     | 49,056      | 6,5                                      | 11,388      |
| 100  | 20            | 1752  | 23,0                                     | 40,296      | 3,5                                      | 6,132       |
| Σ    | 100           | 8760  |  | 275,064     |  | 26,801      |

Tabela 2.5 Economia de energia - cálculo

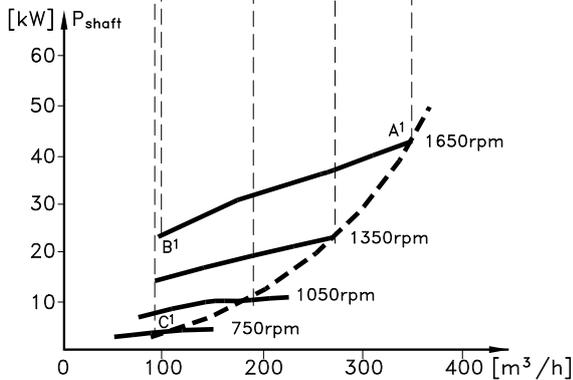
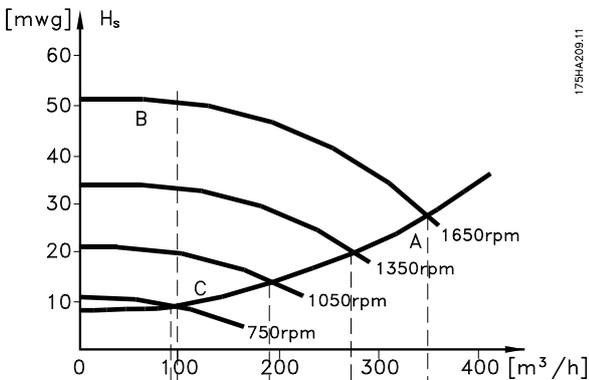


Ilustração 2.5 Economia de energia em uma aplicação com bomba

## 2.7.5 Melhor controle

Se um conversor de frequência for utilizado para controlar a vazão ou a pressão de um sistema, obtém-se um controle melhorado.

Um conversor de frequência pode variar a velocidade do ventilador ou da bomba, obtendo controle variável do fluxo e da pressão.

Além disso, um conversor de frequência pode adaptar rapidamente a velocidade do ventilador ou da bomba às novas condições de vazão ou pressão no sistema. Controle simples do processo (fluxo, nível ou pressão) utilizando o controle do PID integrado.

## 2.7.6 Compensação do cos φ

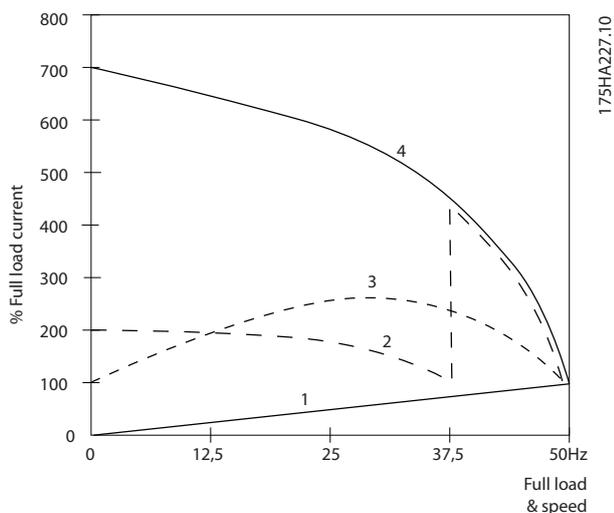
De modo geral, o conversor de frequência tem um cos φ de 1 e fornece correção do fator de potência do cos φ do motor, o que significa que não há necessidade de deixar uma margem para o cos φ do motor ao dimensionar a unidade de correção do fator de potência.

2

2.7.7 Starter para delta/estrela ou Soft-starter não é necessário

Em muitos países, ao dar a partida em motores grandes é necessário usar equipamento que limita a corrente de partida. Em sistemas mais tradicionais, usa-se com maior frequência um starter estrela/triângulo ou soft-starter. Esses dispositivos de partida do motor não são necessários quando for utilizado um conversor de frequência.

Como ilustrado em *Ilustração 2.6*, um conversor de frequência não consome mais do que a corrente nominal.



**Ilustração 2.6 Consumo de corrente com um conversor de frequência**

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 1 | AQUA Drive do VLT® FC 202            |
| 2 | Starter delta/ em estrela            |
| 3 | Soft-starter                         |
| 4 | Partida diretamente na rede elétrica |

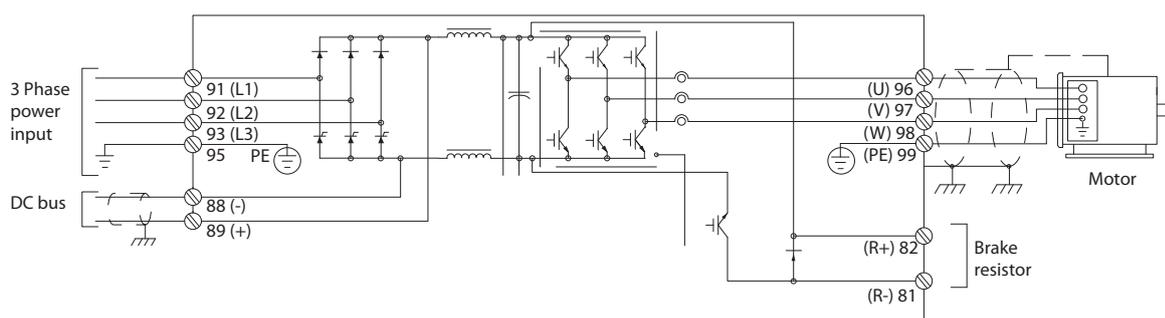
**Tabela 2.6 Legenda para Ilustração 2.6**

## 2.8 Estruturas de Controle

### 2.8.1 Princípio de Controle

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

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



130BC514:11

Ilustração 2.7 Exemplo de controle frequência

Os terminais de controle fornecem para feedback de fiação, referência e outros sinais de entrada para o conversor de frequência, saída de status do conversor de frequência e condições de falha, relés para operar equipamento auxiliar e interface de comunicação serial. Potência comum de 24 V também é fornecida. Os terminais de controle são programáveis para várias funções selecionando opções de parâmetro descritos nos menus principais ou rápidos. A maioria da fiação de controle é fornecida pelo cliente a menos que pedida pela fábrica. Uma fonte de alimentação de 24 VCC também é fornecida para uso com as entradas e saídas de controle do conversor de frequência.

*Tabela 2.7* descreve as funções dos terminais de controle. Muitos destes terminais têm funções múltiplas, determinadas pelas configurações do parâmetro. Alguns opcionais fornecem mais terminais. Consulte *Ilustração 2.9* para saber as localizações dos terminais.

## AVISO!

O exemplo fornecido não mostra equipamento opcional.

| Número do Terminal      | Função  |
|-------------------------|---|
| 01, 02, 03 e 04, 05, 06 | Dois relés de saída de forma C. Máximo 240 V CA, 2 A. mínimo 24 VCC, 10 mA ou 24 V CA, 100 mA. Podem ser utilizados para indicar status e advertências. Fisicamente localizados no cartão de potência.  |
| 12, 13                  | Fonte de alimentação de 24 VCC para entradas digitais e transdutores externos. A corrente de saída máxima é 200 mA.   |
| 18, 19, 27, 29, 32, 33  | Entradas digitais para controlar o conversor de frequência. R=2 kΩ. Menos de 5 V=0 lógico (aberto). Maior que 10 V=1 lógico (fechado). Os terminais 27 e 29 são programáveis como saídas digital/pulso. |
| 20                      | Comum para as entradas digitais.  |
| 37                      | Entrada de 0 a 24 VCC para parada segura (algumas unidades).  |
| 39                      | Comum para saídas analógicas e digitais.  |
| 42                      | Saídas analógica e digital para indicar valores como frequência, referência, corrente e torque. O sinal analógico é 0/4 a 20 mA a um máximo de 500 Ω. O sinal digital é 24 VCC a um mínimo de 500 Ω.    |
| 50                      | Tensão de alimentação analógica máxima de 10 VCC, 15 mA para potenciômetro ou termistor.  |
| 53, 54                  | Selecionável para entrada de tensão de 0–10 VCC, R=10 kΩ ou sinais analógicos de 0/4 a 20 mA a um máximo de 200 Ω. Usado para sinais de feedback ou referência. Um termistor pode ser conectado aqui.   |
| 55                      | Comum para os terminais 53 e 54.  |
| 61                      | Comunic. RS-485.  |
| 68, 69                  | Interface RS-485 e comunicação serial.  |

Tabela 2.7 Funções de controle de terminal

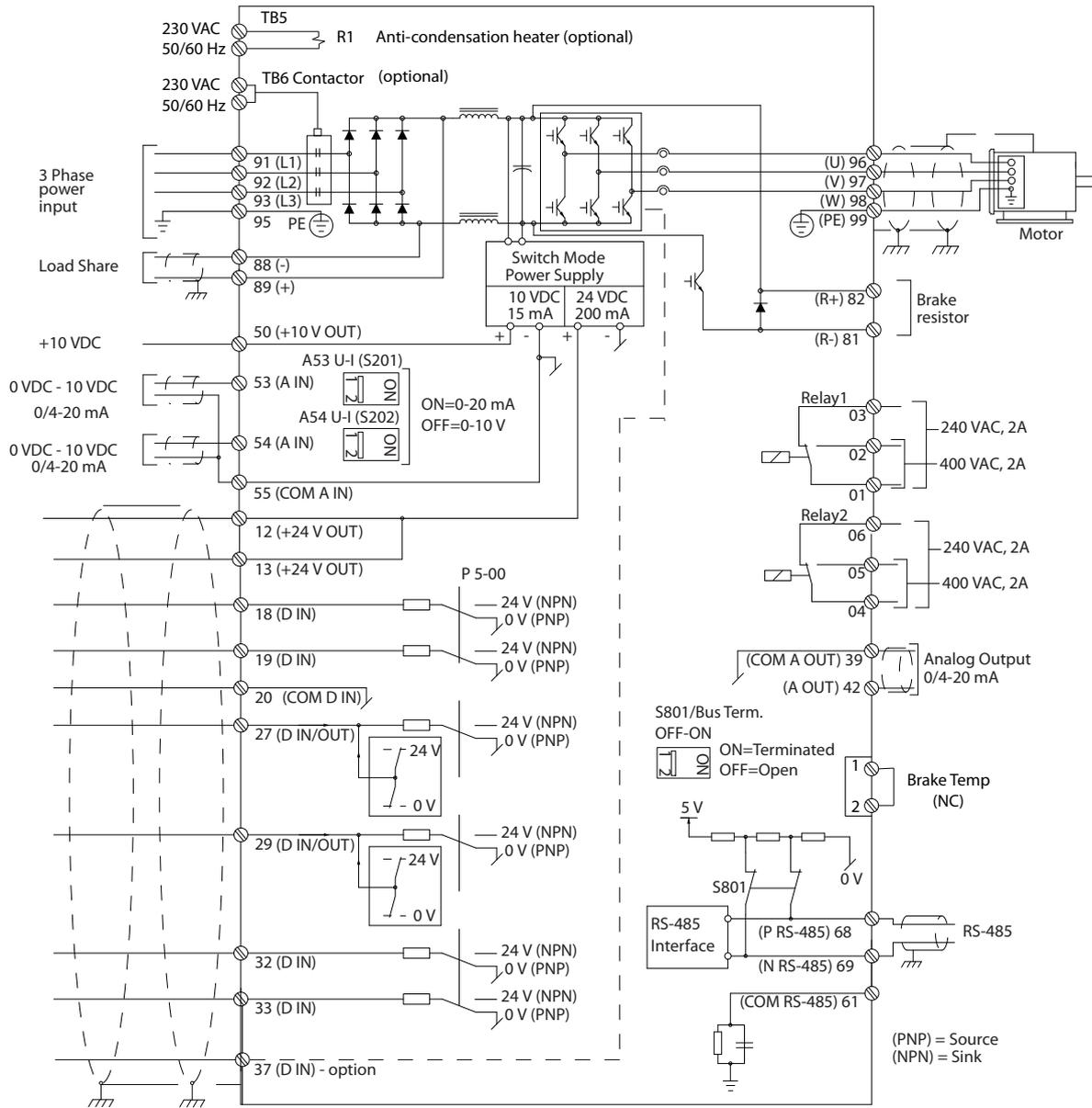


Ilustração 2.8 Diagrama de interconexão de chassi D

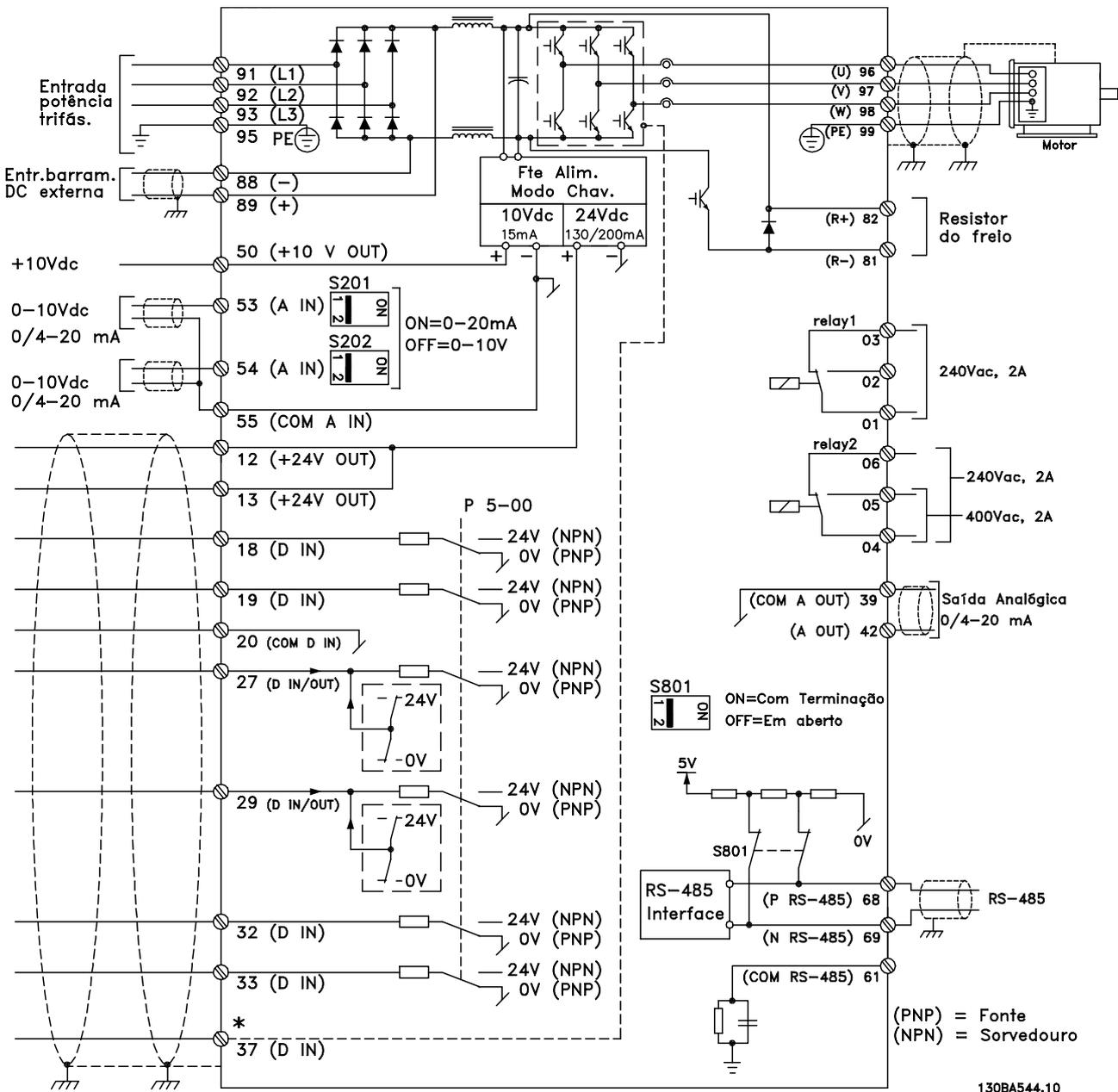


Ilustração 2.9 Diagrama de interconexão de chassi E e F

### 2.8.2 Estrutura de Controle Malha Aberta

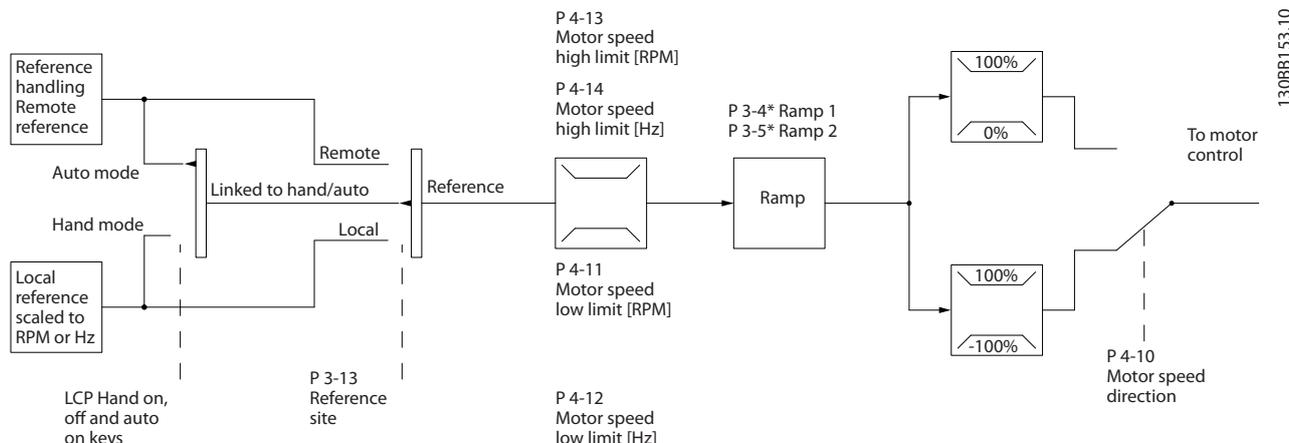


Ilustração 2.10 Estrutura de Malha Aberta

Na configuração mostrada em *Ilustração 2.10*, 1-00 *Modo Configuração* está configurado para [0] *Malha aberta*. A referência resultante do sistema de tratamento da referência ou referência local 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 frequência máxima permitida limita a saída do controle do motor.

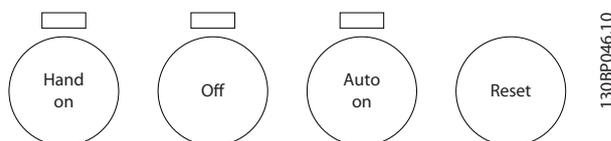


Ilustração 2.11 Teclas de controle do LCP

### 2.8.3 Controles Local (Hand On) e Remoto(Auto On)

O conversor de frequência pode ser operado manualmente por meio do LCP ou remotamente via entradas analógicas/digitais ou 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 dar partida e parar o conversor de frequência por meio do LCP usando as teclas [Hand On] (Manual ligado) e [Off]. Os alarmes podem ser reinicializados por meio da tecla [Reset]. Após pressionar a tecla Hand On (Manual ligado), o conversor de frequência entra em modo Manual e segue (como padrão) a referência local definida pressionando as teclas de navegação [▲] e [▼].

Após pressionar a tecla [Auto On] (Automático ligado), o conversor de frequência entra no 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 setups de parâmetro no grupo do parâmetro 5-1\* *Entradas digitais* ou grupo do parâmetro 8-5\* *Comunicação serial*.

| Hand Off Automática Teclas do LCP | Local de Referência 3-13 Tipo de Referência | Referência Ativa |
|-----------------------------------|---|------------------|
| Hand (Manual)                     | Encadeado a Manual/Automático               | Local            |
| Manual ⇒ Desligado                | Encadeado a Manual/Automático               | Local            |
| Automática                        | Encadeado a Manual/Automático               | Remota           |
| Automático ⇒ Desligado            | Encadeado a Manual/Automático               | Remota           |
| Todas as teclas                   | Local                                       | Local            |
| Todas as teclas                   | Remota                                      | Remota           |

Tabela 2.8 Condições para Referência Local ou Remota

Tabela 2.8 mostra em que condições a referência local ou remota está ativa. Uma delas está sempre ativa, porém ambas não podem estar ativas simultaneamente.

A referência local força o modo configuração para malha aberta, independente da configuração de 1-00 *Modo Configuração*.

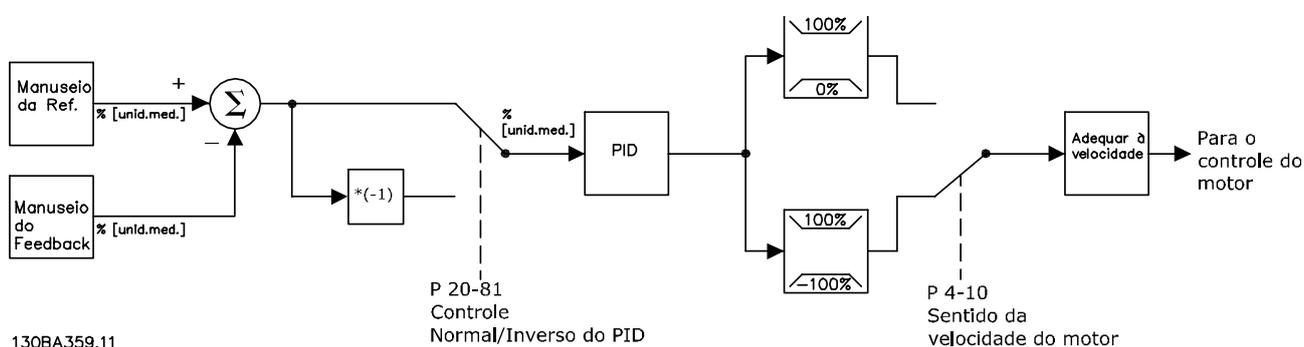
A referência local é restaurada na desenergização.

## 2.8.4 Estrutura de Controle, Malha Fechada

2

O controlador interno permite ao conversor de frequência tornar-se parte do sistema controlado. O conversor de frequência recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Então ele compara este sinal de feedback com um valor de referência de setpoint e determina o erro, se houver, entre os dois sinais. Para corrigir este erro, o PID ajusta a velocidade do motor.

Por exemplo, considere uma aplicação de bomba em que a velocidade de uma bomba é controlada de modo que a pressão estática em um cano é constante. O valor da pressão estática desejada é fornecido ao conversor de frequência como a referência de setpoint. Um sensor de pressão mede a real pressão estática real no tubo e envia essa informação ao conversor de frequência como sinal de feedback. Se o sinal de feedback for maior que a referência de setpoint, o conversor de frequência desacelera para reduzir a pressão. De maneira semelhante, se a pressão no tubo for menor que a referência de setpoint, o conversor de frequência acelera para aumentar a pressão fornecida pela bomba.



Embora os valores padrão do controlador de malha fechada geralmente fornecem desempenho satisfatório, o controle do sistema geralmente pode ser otimizado ajustando alguns dos parâmetros do controlador de malha fechada. É também possível sintonizar as constantes PI automaticamente.

## 2.8.5 Tratamento do Feedback

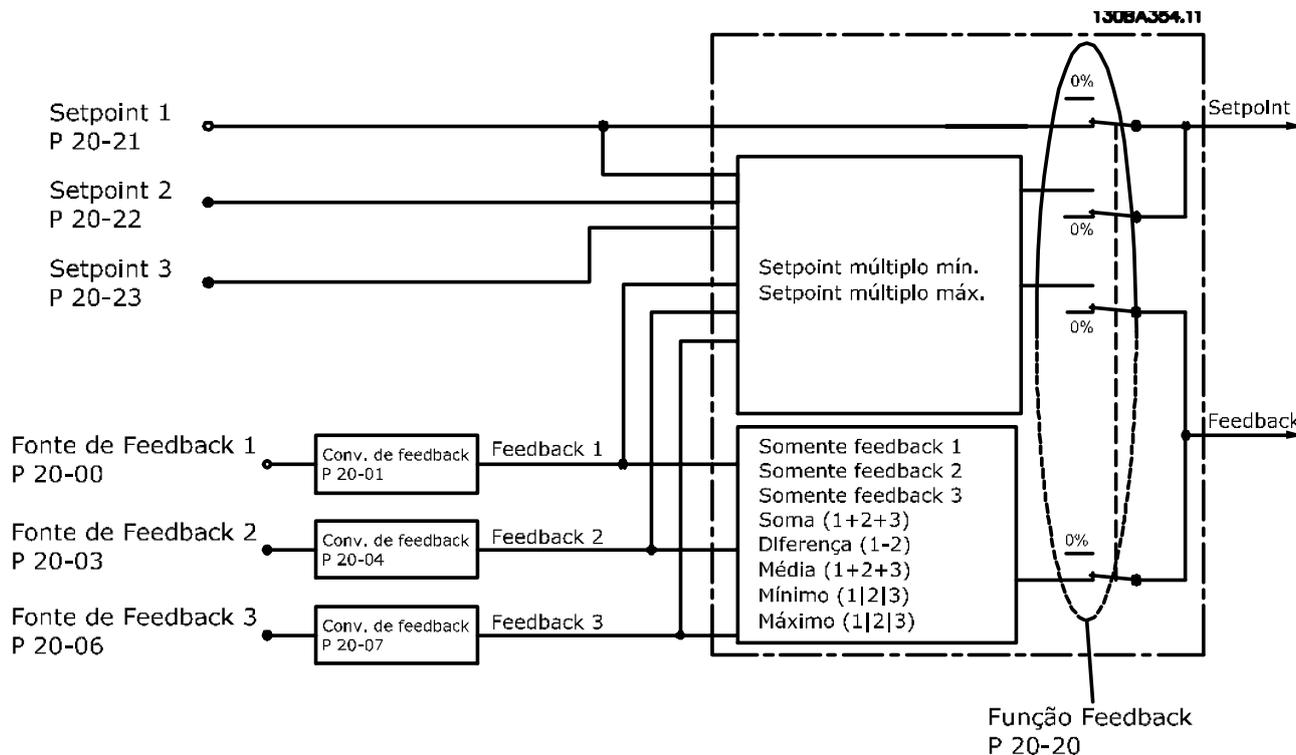


Ilustração 2.13 Diagrama de Blocos de Processamento de Sinal de Feedback

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

### Zona única, setpoint único

Zona Única, Setpoint Único é uma configuração básica. O setpoint 1 é adicionado a qualquer outra referência (se houver, consulte Tratamento de Referência) e o sinal de feedback é selecionado utilizando o 20-20 *Função de Feedback*.

### Multizonas, setpoint único

O Setpoint Único Multizonas utiliza dois ou três sensores de feedback, mas somente um setpoint. O feedback pode ser somado, subtraído (somente o feedback 1 e 2) ou calculado como média. Além disso, é possível utilizar o valor máximo ou mínimo. O setpoint 1 é utilizado exclusivamente nesta configuração.

Se [13] *Multi Setpoint Mínimo* estiver selecionado, o par de setpoint/feedback com maior diferença controla a velocidade do conversor de frequência. [14] *Multi Setpoint Máximo* tenta manter todas as zonas nos seus respectivos setpoints ou abaixo deles, enquanto que [13] *Multi Setpoint Mínimo* tenta manter todas as zonas em seus respectivos setpoints ou acima deles.

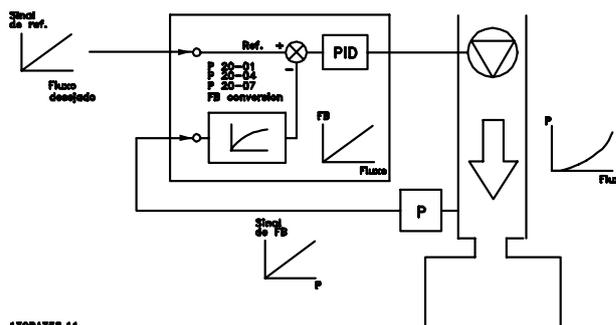
### Exemplo:

Um setpoint da Zona 1 de aplicação de dois setpoints e duas zonas é 15 bar e o feedback é 5,5 bar. O setpoint da Zona 2 está em 4,4 bar e o feedback em 4,6 bar. Se [14] *Multi Setpoint Máx* estiver selecionado, o setpoint e o feedback da Zona 1 são enviados para o controlador PID, pois tem a menor diferença (o feedback é maior que o setpoint, resultando em uma diferença negativa). Se [13] *Multi Setpoint Mín* estiver selecionado, o setpoint e o feedback da Zona 2 são enviados para o controlador PID, pois tem a maior diferença (o feedback é menor que o setpoint, resultando em uma diferença positiva).

2

2.8.6 Conversão de Feedback

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



130BA358.11

Ilustração 2.14 Conversão de Feedback

### 2.8.7 Tratamento da Referência

#### Detalhes para operação em malha aberta ou malha fechada.

130BA357.11

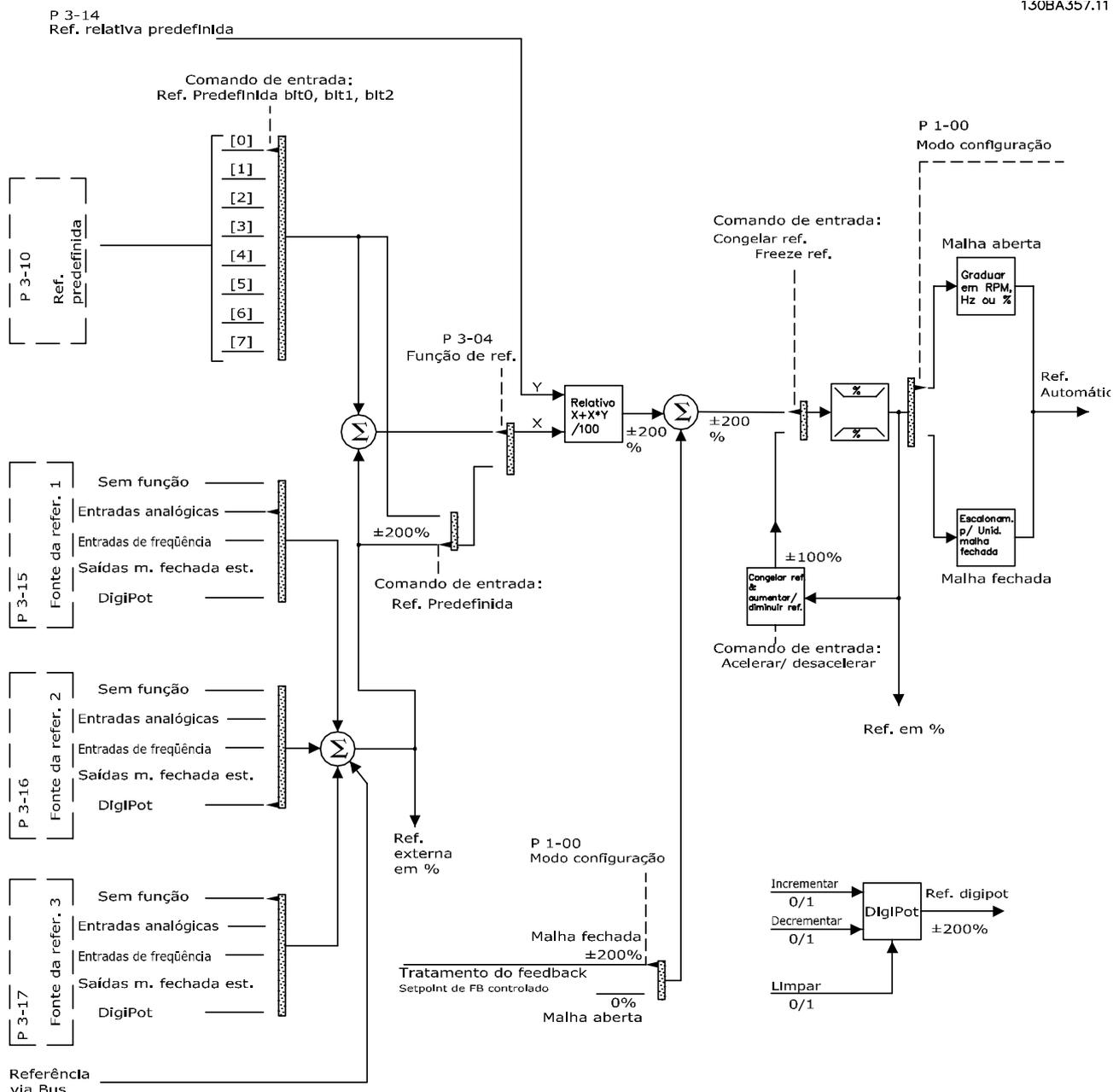


Ilustração 2.15 Diagrama em Bloco Mostrando Referência Remota

A Referência Remota é composta de:

- Referências predefinidas.
- Referências externas (entradas analógicas, entradas de frequência de pulso, entradas de potenciômetros digitais e referências do barramento de comunicação serial).
- A referência relativa predefinida.
- Setpoint de feedback controlado.

Até oito referências predefinidas podem ser programadas no conversor de frequência. A referência predefinida ativa pode ser selecionada usando as entradas digitais ou o barramento de comunicação serial. A referência também pode ser fornecida externamente, normalmente a partir de uma entrada analógica. Selecione essa fonte externa por meio de um dos três parâmetros da fonte de referência (3-15 Fonte da Referência 1, 3-16 Fonte da Referência 2 e 3-17 Fonte da Referência 3). DigiPot é um potenciômetro digital, também denominado de Controle de Aceleração/

Desaceleração ou Controle de Ponto Flutuante. Para fazer o seu setup, programa-se uma entrada digital para aumentar a referência, enquanto outra entrada digital é programada para diminuir a referência. Uma terceira entrada digital pode ser usada para reinicializar a referência do digipot. Todos os recursos de referência e a referência de bus são adicionados para produzir a Referência Externa total. A Referência Externa, a Referência Predefinida ou a soma delas pode ser estabelecida como a referência ativa. Finalmente, esta referência pode ser graduada usando a 3-14 Referência Relativa Pré-definida.

A referência graduada é calculada da seguinte forma:

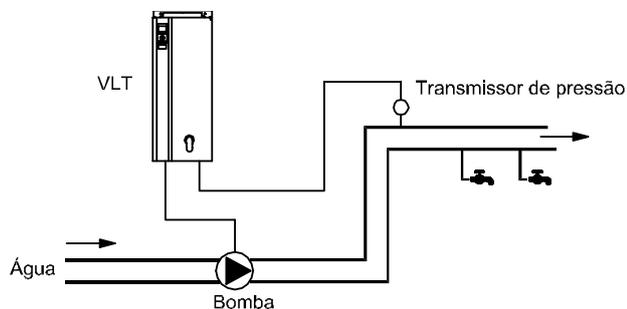
$$Referência = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

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

Se Y, 3-14 Referência Relativa Pré-definida for programada para 0%, a escala não afeta a referência.

### 2.8.8 Exemplo de Controle do PID de Malha Fechada

A seguir, um exemplo de Controle de Malha Fechada para um sistema de bomba impulsora.



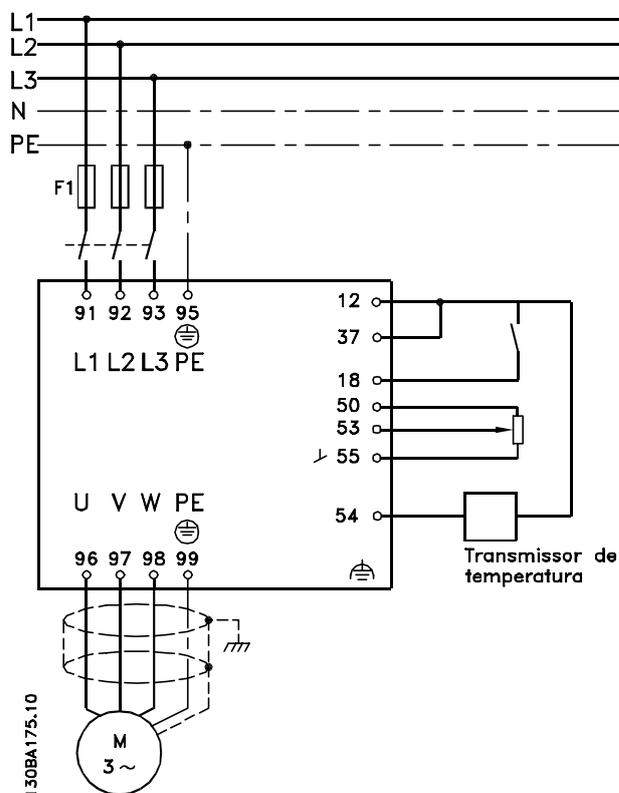
130BA488.10

Ilustração 2.16 Controle do PID de Malha Fechada

Em um sistema de distribuição de água, a pressão deve ser mantida a um valor constante. A pressão desejada

(setpoint) é programada entre 0 e 10 Bar por meio de um potenciômetro de 0-10 V ou um parâmetro. O sensor de pressão tem uma faixa de 0-10 Bar e usa um transmissor de dois fios para fornecer um sinal de 4-20 mA. A faixa da frequência de saída do conversor de frequência é 10-50 Hz.

1. Partida/Parada por meio da chave conectada entre os terminais 12 (+24 V) e 18.
2. Referência de pressão através de um potenciômetro (0-10 Bar, 0-10 V), conectado aos terminais 50 (+10 V), 53 (entrada) e 55 (comum).
3. Feedback de pressão via transmissor (0-10 Bar, 4-20 mA) conectado ao terminal 54. Chave S202, atrás do Painel de Controle Local, na posição ON (Ligado) (entrada de corrente).



130BA175.10

Ilustração 2.17

### 2.8.9 Sequência da Programação

| Função   | Par. nº                      | Configuração   |
|--|------------------------------|--|
| 1) Certifique-se de que o motor está funcionando corretamente. Proceda da seguinte maneira:  |                              |  |
| Programa os parâmetros do motor utilizando os dados da plaqueta de identificação.  | 1-2*                         | Como especificado na plaqueta de identificação do motor  |
| Execute a Adaptação Automática do Motor  | 1-29                         | [1] <i>Ativar AMA completa</i> e, em seguida, executar a função AMA.   |
| 2) Certifique-se de que o motor esteja funcionando no sentido correto.   |                              |  |
| Verificação da Rotação do Motor.   | 1-28                         | Se o motor estiver girando no sentido incorreto, desligue temporariamente a energia e permuta duas das fases da rede elétrica. |
| 3) Certifique-se de que os limites do conversor de frequências estão programados com valores seguros                                       |                              |  |
| Verifique se as configurações de rampa estão dentro das capacidades do drive e das especificações de operação permitidas para a aplicação. | 3-41<br>3-42                 | 60 s<br>60 s<br>Depende do tamanho do motor/carga!<br>Também ativo no modo Hand (Manual).                                      |
| Evita a reversão do motor (se necessário)  | 4-10                         | [0] <i>Sentido horário</i>   |
| Programa limites aceitáveis para a velocidade.   | 4-12<br>4-14<br>4-19         | 10 Hz, Velocidade mín. do motor<br>50 Hz, Velocidade máx. do motor<br>50 Hz, Frequência de saída máx. do drive                 |
| Mude de malha aberta para malha fechada.   | 1-00                         | [3] <i>Malha Fechada</i>   |
| 4) Configure o feedback para o controlador PID.  |                              |  |
| Selecione a unidade (de medida) da referência/feedback apropriada.   | 20-12                        | [71] <i>Bar</i>  |
| 5) Configure a referência de setpoint do controlador PID.  |                              |  |
| Programa limites aceitáveis para a referência de setpoint.   | 3-02<br>3-03                 | 0 Bar<br>10 Bar  |
| Selecione corrente ou tensão por meio das chaves S201/S202   |                              |  |
| 6) Gradue as entradas analógicas usadas como referência de setpoint e feedback.  |                              |  |
| Gradue a Entrada Analógica 53 para a faixa de pressão do potenciômetro (0-10 Bar, 0 -10 V).  | 6-10<br>6-11<br>6-14<br>6-15 | 0 V<br>10 V (padrão)<br>0 Bar<br>10 Bar  |
| Gradue a Entrada Analógica 54 para o sensor de pressão (0-10 Bar, 4-20 mA)   | 6-22<br>6-23<br>6-24<br>6-25 | 4 mA<br>20 mA (padrão)<br>0 Bar<br>10 Bar  |
| 7) Sincronize os parâmetros do controlador PID.  |                              |  |
| Ajuste o controlador de malha fechada, se necessário.  | 20-93<br>20-94               | Consulte 2.8.11 <i>Ajuste manual do PID</i> .  |
| 8) Finalizado!   |                              |  |
| Salve a configuração de parâmetros no LCP, para garantia   | 0-50                         | [1] <i>Todos para o LCP</i>  |

Tabela 2.9 Programação do PID de Malha Fechada

## 2.8.10 Sintonizando o Controlador de Malha Fechada

Quando o controlador de malha fechada estiver programado, teste o desempenho do controlador. Em muitos casos, esse desempenho é aceitável usando os valores padrão de *20-93 Ganho Proporcional do PID* e *20-94 Tempo de Integração do PID*. Entretanto, em alguns casos é útil otimizar esses valores de parâmetro para haver resposta de sistema mais rápida, mantendo o controle do overshoot de velocidade.

### 2.8.11 Ajuste manual do PID

1. Dê partida no motor
2. Programe o *20-93 Ganho Proporcional do PID* para 0,3 e aumente-o até que o sinal de feedback comece a oscilar. Se necessário, dê partida e pare o conversor de frequência ou execute alterações incrementais na referência de setpoint para tentar causar oscilação. Em seguida, diminua o Ganho Proporcional do PID até o sinal de feedback estabilizar. Em seguida, reduza o ganho proporcional em 40–60%.
3. Programe *20-94 Tempo de Integração do PID* para 20 s e reduza esse valor até o sinal de feedback começar a oscilar. Se necessário, dê partida e pare o conversor de frequência ou execute alterações incrementais na referência de setpoint para tentar causar oscilação. Em seguida, aumente o Tempo Integrado do PID até o sinal de feedback estabilizar. Em seguida, aumente o Tempo Integrado em 15–50%.
4. Use *20-95 Tempo do Diferencial do PID* somente em sistemas de ação rápida. O valor típico é 25% do *20-94 Tempo de Integração do PID*. Use a função diferencial somente quando o ajuste do ganho proporcional e o tempo integrado tiverem sido totalmente otimizados. Certifique-se de que as oscilações do sinal de feedback sejam suficientemente amortecidas pelo filtro passa-baixa do sinal de feedback (*6-16 Terminal 53 Const. de*

*Tempo do Filtro, 6-26 Terminal 54 Const. de Tempo do Filtro, 5-54 Const de Tempo do Filtro de Pulso #29 ou 5-59 Const de Tempo do Filtro de Pulso #33 conforme necessário).*

## 2.9 Aspectos Gerais das EMC

### 2.9.1 Aspectos Gerais das Emissões 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 2.18*, as correntes capacitivas do cabo de motor acopladas a um alto dU/dt da tensão do motor geram correntes de fuga.

O uso de um cabo blindado de motor aumenta a corrente de fuga (consulte *Ilustração 2.18*) porque cabos blindados têm capacitância mais alta, em relação ao ponto de aterramento, que cabo não-blindado. Se a corrente de fuga não for filtrada, ela causa maior interferência na rede elétrica na faixa de frequência de rádio abaixo de 5 MHz. Como a corrente de fuga ( $I_1$ ) é levada de volta à unidade através da malha ( $I_3$ ), haverá em princípio somente um pequeno campo eletromagnético ( $I_4$ ) do cabo de motor blindado de acordo com *Ilustração 2.18*.

A malha de blindagem reduz a interferência irradiada, mas aumenta a interferência de baixa frequência na rede elétrica. A blindagem do cabo de motor deve ser conectada ao gabinete do conversor de frequência, bem como à carcaça do motor. A melhor maneira de conectá-las é usando braçadeiras de malha integradas para evitar extremidades de malha torcidas (rabichos). Estes efeitos aumentam a impedância da malha de blindagem em frequências altas, o que reduz o efeito da malha de blindagem e aumenta a corrente de fuga ( $I_4$ ).

Se for utilizado um cabo blindado para fieldbus, relé, cabo de controle, interface de sinal e freio, a blindagem deve ser montada no gabinete em ambas as extremidades. No entanto, em algumas situações é necessário romper a blindagem para evitar loops de corrente.

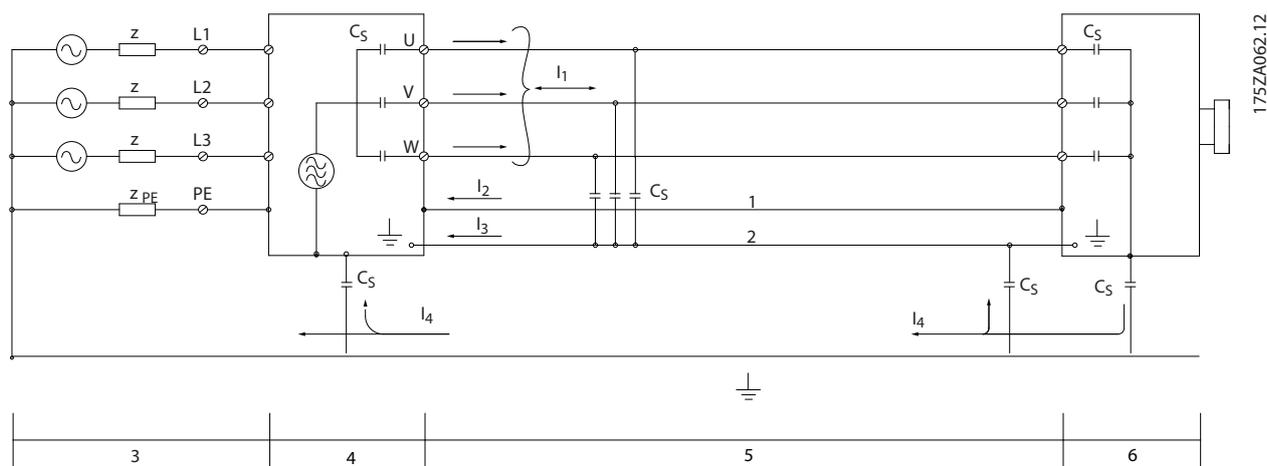


Ilustração 2.18 Correntes de Fuga

Ilustração 2.18 mostra um exemplo de conversor de frequência de 6 pulsos, mas poderia ser aplicável a um de 12 pulsos também.

Se a blindagem for colocada em uma placa de suporte do conversor de frequência, a placa de suporte deve ser de metal porque as correntes da blindagem devem ser conduzidas de volta à unidade. Garanta que haja bom contacto elétrico da placa de suporte através 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 ao máximo o nível de interferência de todo o sistema (unidade e instalação), use cabo de motor e cabo do freio tão curtos quanto possível. Evite colocar cabos com nível de sinal sensível junto com os cabos de motor e do freio. Interferência nas frequências de rádio superior a 50 MHz (em suspensão no ar) é produzida pela eletrônica de controle. Consulte 5.10 Instalação de EMC correta para obter mais informações sobre EMC.

### 2.9.2 Requisitos de Emissão

De acordo com a norma para produto de EMC para conversores de frequência de velocidade ajustável EN/IEC 61800-3:2004, os requisitos de EMC dependem do ambiente em que o conversor de frequência estiver instalado. Quatro categorias estão definidas na norma de EMC de Produtos. As definições das quatro categorias, juntamente com os requisitos para as emissões conduzidas da tensão de alimentação da rede elétrica, são fornecidas em Tabela 2.10.

| Categoria | Definição  | Requisito de emissão conduzida de acordo com os limites estabelecidos na EN55011 |
|-----------|--|--|
| 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. Esses conversores de frequência não estão conectados e não podem ser movidos e são destinados a instalação e colocação em funcionamento por um profissional. | Classe A Grupo 1   |
| C3        | Conversores de frequência instalados 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<br>Faça um plano de EMC   |

Tabela 2.10 Requisitos de Emissão

Quando normas de emissão genérica forem usadas, é exigido que os conversores de frequência estejam em conformidade com *Tabela 2.11*

| Ambiente                                   | Norma genérica  | Requisito de emissão conduzida de acordo com os limites estabelecidos na EN55011 |
|--|---|--|
| Ambiente inicial (residência e escritório) | EN/IEC61000-6-3 Norma de emissão para ambientes residenciais, comerciais e industriais leves. | Classe B   |
| Segundo ambiente (ambiente industrial)     | EN/IEC61000-6-4 Norma de emissão para ambientes industriais.                                  | Classe A Grupo 1   |

Tabela 2.11 Limites

### 2.9.3 Resultados do teste de EMC (Emissão)

Os resultados de testes em *Tabela 2.12* foram obtidos utilizando um sistema com um conversor de frequência (com opcionais, se for o caso), um cabo de controle blindado, uma caixa de controle com potenciômetro, bem como um motor e cabo de motor blindado.

| Tipo do filtro de RFI | Tipo de fase | Emissão conduzida<br>Comprimento máximo do cabo blindado |  |                     | Emissão irradiada                        |                   |
|-----------------------|--------------|--|--|---------------------|--|-------------------|
|                       |              | Ambiente industrial                                      | Residências, comércio e indústrias leves | Ambiente industrial | Residências, comércio e indústrias leves |                   |
| Setup:                | S / T        | EN 55011 Classe A2                                       | EN 55011 Classe A1                       | EN 55011 Classe B   | EN 55011 Classe A1                       | EN 55011 Classe B |
| <b>H2</b> (6 pulsos)  |              | metro  | metro                                    | metro               |  |                   |
| 110-1000 kW 380-480 V | <b>T4</b>    | 50   | No                                       | No                  | No                                       | No                |
| 45-1200 kW 525-690 V  | <b>T7</b>    | 150  | No                                       | No                  | No                                       | No                |
| <b>H4</b> (6 pulsos)  |              |  |  |                     |  |                   |
| 110-1000 kW 380-480 V | <b>T4</b>    | 150  | 150                                      | No                  | Sim                                      | No                |
| 110-400 kW 525-690 V  | <b>T7</b>    | 150  | 30                                       | No                  | No                                       | No                |
| <b>B2</b> (12 pulsos) |              |  |  |                     |  |                   |
| 250-800 kW 380-480 V  | <b>T4</b>    | 150  | No                                       | No                  | No                                       | No                |
| 355-1200 kW 525-690 V | <b>T7</b>    | 150  | No                                       | No                  | No                                       | No                |
| <b>B4</b> (12 pulsos) |              |  |  |                     |  |                   |
| 250-800 kW 380-480 V  | <b>T4</b>    | 150  | 150                                      | No                  | Sim                                      | No                |
| 355-1200 kW 525-690 V | <b>T7</b>    | 150  | 25                                       | No                  | No                                       | No                |

Tabela 2.12 Resultados do teste de EMC (Emissão)

### **⚠️ ADVERTÊNCIA**

Em um ambiente doméstico, este produto tem o potencial de causar interferência de rádio e, nesse caso, podem ser necessárias medidas complementares de atenuação. Esse tipo de sistema de drive de potência não é destinado a ser usado em uma rede pública de baixa tensão que alimenta estabelecimentos domésticos. Interferência de radiofrequência é esperada quando usado em tal rede.

### 2.9.4 Aspectos gerais das emissões de Harmônicas

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, como correntes harmônicas  $I_n$  com 50 Hz (ou 60 Hz) como a frequência básica:

|      |                |                |                |
|------|----------------|----------------|----------------|
|      | I <sub>1</sub> | I <sub>5</sub> | I <sub>7</sub> |
| [Hz] | 50             | 250            | 350            |
|      | 60             | 300            | 420            |

Tabela 2.13 Correntes Harmônicas

As harmônicas não afetam diretamente o consumo de energia, mas aumentam as perdas de calor na instalação (transformador, cabos). Em instalações com alta porcentagem de carga de retificador, mantenha as correntes harmônicas em nível baixo para evitar sobrecarga do transformador e temperatura alta nos cabos.

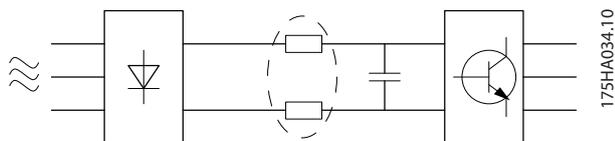


Ilustração 2.19 Harmônicas

### AVISO!

Algumas das correntes harmônicas podem interferir no equipamento de comunicação conectado no mesmo transformador ou causar ressonância com baterias de correção do fator de potência.

Para garantir correntes harmônicas baixas, o conversor de frequência é equipado com indutores de barramento CC como padrão para reduzir a corrente de entrada I<sub>RMS</sub> em 40%.

A distorção de tensão de alimentação de rede elétrica depende da amplitude das correntes harmônicas, multiplicada pela impedância de rede elétrica, para a frequência em questão. A harmônica de tensão individual calcula a distorção de tensão total (THD) usando esta fórmula:

$$THD\% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2} / U$$

(U<sub>N</sub>% de U)

### 2.9.5 Requisitos de Emissão de Harmônicas

#### Equipamento conectado à rede de alimentação pública

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

Tabela 2.14 Normas de Emissão de Harmônicas

### 2.9.6 Resultados do teste de Harmônicas (Emissão)

Capacidades de potência de P110 - P450 em T4 também estão em conformidade com a IEC/EN 61000-3-12 mesmo que isso não seja requerido, pois as correntes estão acima de 75 A.

|                                    | Correntes Harmônicas Individuais I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%) |                |                 |                 |
|------------------------------------|---|----------------|-----------------|-----------------|
|                                    | I <sub>5</sub>  | I <sub>7</sub> | I <sub>11</sub> | I <sub>13</sub> |
| Real (típica)                      | 40  | 20             | 10              | 8               |
| Limite para R <sub>sce</sub> ≥ 120 | 40  | 25             | 15              | 10              |
|                                    | Fator de distorção de correntes harmônicas (%)                      |                |                 |                 |
|                                    | THD   |                | PWHD            |                 |
| Real (típica)                      | 46  |                | 45              |                 |
| Limite para R <sub>sce</sub> ≥ 120 | 48  |                | 46              |                 |

Tabela 2.15 Resultados do teste de Harmônicas (Emissão)

Se a potência de curto circuito da alimentação S<sub>sc</sub> for igual ou maior que:

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

no ponto da interface entre a alimentação do usuário e a rede pública (R<sub>sce</sub>).

É responsabilidade do instalador ou usuário do equipamento garantir, mediante consulta ao operador da rede de distribuição, se necessário, que o equipamento esteja conectado somente a uma alimentação com potência de curto circuito S<sub>sc</sub> igual ou maior que a especificada.

Outras capacidades de potência podem ser conectadas a uma rede de alimentação pública mediante consulta ao operador da rede de distribuição.

Em conformidade com diversas orientações no nível de sistema:

Na tabela, os dados das correntes harmônicas são fornecidos de acordo com a norma IEC/EN61000-3-12, com referência à norma de produto Sistemas de Drive de Potência. Podem ser usados como base do cálculo da influência das correntes harmônicas sobre o sistema de fonte de alimentação e para a documentação de conformidade com diretrizes regionais relevantes: IEEE 519 -1992; G5/4.

2

## 2.10 Requisitos de Imunidade

Os requisitos de imunidade para conversores de frequência dependem do ambiente onde são instalados. Os requisitos para ambiente industrial são mais rigorosos que os requisitos para ambientes residencial e de escritório. Todos os conversores de frequência Danfoss estão em conformidade com os requisitos do ambiente industrial, assim como com os requisitos mais brandos para ambiente residencial e de escritório com grande margem de segurança.

Para documentar a imunidade contra a interferência de fenômenos elétricos, os testes de imunidade a seguir foram realizados em um sistema que consiste em um conversor de frequência (com opcionais, se relevantes), um cabo de controle blindado e uma caixa de controle com potenciômetro, cabo de motor e motor.

Os testes foram executados de acordo com as seguintes normas básicas:

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

Consulte *Tabela 2.16*.

| Faixa da tensão: 380-480 V, 525-600 V, 525-690 V |                          |                              |                         |   |  |
|--|--------------------------|------------------------------|-------------------------|---|--|
| Padrão básico                                    | Ruptura<br>IEC 61000-4-4 | Sobretensão<br>IEC 61000-4-5 | ESD<br>IEC<br>61000-4-2 | Campo eletromagnético<br>irradiado<br>IEC 61000-4-3 | Tensão do modo<br>comum de RF<br>IEC 61000-4-6 |
| <b>Critério de aceitação</b>                     | <b>B</b>                 | <b>B</b>                     | <b>B</b>                | <b>A</b>  | <b>A</b>                                       |
| Linha  | 4 kV CM                  | 2 kV/2Ω DM<br>4 kV/12Ω CM    | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Motor  | 4 kV CM                  | 4 kV/2Ω <sup>1)</sup>        | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Freio  | 4 kV CM                  | 4 kV/2Ω <sup>1)</sup>        | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Load Sharing                                     | 4 kV CM                  | 4 kV/2Ω <sup>1)</sup>        | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Fios de controle                                 | 2 kV CM                  | 2 kV/2Ω <sup>1)</sup>        | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Barramento padrão                                | 2 kV CM                  | 2 kV/2Ω <sup>1)</sup>        | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Cabos de relé                                    | 2 kV CM                  | 2 kV/2Ω <sup>1)</sup>        | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Aplicação e opcionais do<br>Fieldbus             | 2 kV CM                  | 2 kV/2Ω <sup>1)</sup>        | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Cabo do LCP                                      | 2 kV CM                  | 2 kV/2Ω <sup>1)</sup>        | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| 24 VCC externo                                   | 2 V CM                   | 0,5 kV/2Ω DM<br>1 kV/12Ω CM  | —                       | —   | 10 V <sub>RMS</sub>                            |
| Gabinete metálico                                | —                        | —                            | 8 kV AD<br>6 kV CD      | 10 V/m  | —  |

**Tabela 2.16 Formulário de Imunidade de EMC**

1) Injeção na blindagem do cabo

AD: Descarga Aérea

CD: Descarga de Contato

CM: Modo comum

DM: Modo diferencial

## 2.11 Isolação galvânica (PELV)

### 2.11.1 PELV - Tensão Extra Baixa Protetiva

#### **⚠️ ADVERTÊNCIA**

Instalação em altitudes elevadas:

380-500 V, gabinete metálico D, E e F: Para altitudes acima de 3 km, entre em contacto com a Danfoss em relação à PELV.

525-690 V: Para altitudes acima de 2 km, entre em contacto com a Danfoss em relação à PELV.

#### **⚠️ ADVERTÊNCIA**

Tocar as partes elétricas pode ser fatal - mesmo após o equipamento ter sido desconectado da rede elétrica. Antes de tocar em qualquer componente elétrico, aguarde pelo menos o tempo indicado em *Tabela 2.1*. Um tempo menor somente será permitido, se estiver especificado na plaqueta de identificação da unidade em questão.

Certifique-se de que as outras entradas de tensão tenham sido desconectadas, como a divisão da carga (conexão do circuito intermediário CC) e a conexão do motor do backup cinético.

A PELV oferece proteção por meio de 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) (Não se aplica à fase Delta aterrada acima de 400 V).

A isolação galvânica (garantida) é obtida satisfazendo-se as exigências relativas à alta isolação e fornecendo o espaço de circulação relevante. Estes requisitos encontram-se descritos na norma EN 61800-5-1.

Os componentes que formam a isolação elétrica também atendem os requisitos de isolação mais alto e o teste relevante conforme descrito em EN 61800-5-1.

A isolação galvânica PELV pode ser mostrada em seis locais consulte *Ilustração 2.20*:

Para manter a PELV todas as conexões feitas nos terminais de controle devem ser PELV, por exemplo, isolamento reforçado/duplo do termistor.

1. Fonte de alimentação (SMPS) inclusive da isolação de sinal da  $U_{DC}$ , indicando a tensão da corrente intermediária.
2. O gate drive que faz os IGBTs (transformadores/ acopladores ópticos de disparo) funcionarem.
3. Transdutores de corrente.
4. Acoplador óptico, módulo de freio.
5. Inrush interno, RFI e circuitos de medição de temperatura.
6. Relés personalizados.

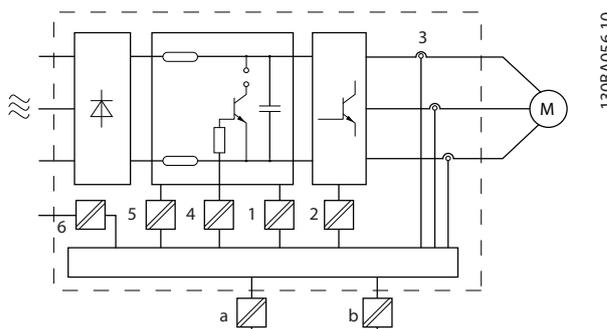


Ilustração 2.20 Isolação Galvânica

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.

## 2.12 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 tecnologia de conversor de frequência implica chaveamento de alta frequência em alta potência, gerando uma corrente de fuga na conexão do terra. Uma corrente de falha no conversor de frequência nos terminais de energia de saída poderá conter um componente CC que pode carregar os capacitores do filtro e causar uma corrente transiente no ponto de aterramento.

A corrente de fuga para o terra é composta de várias contribuições e depende de várias configurações do sistema, incluindo filtro de RFI, cabos do motor blindados e potência do conversor de frequência.

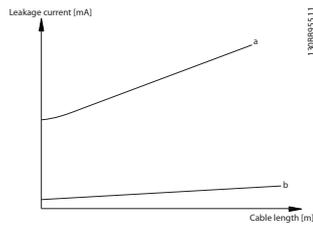


Ilustração 2.21 Influência do comprimento de cabo e da Potência na Corrente de Fuga.  $P_a > P_b$

A corrente de fuga também depende da distorção da linha.

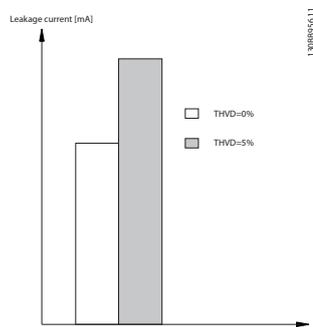


Ilustração 2.22 Influência da Distorção da Linha na Corrente de Fuga

## AVISO!

Quando for usado um filtro, desligue **14-50 Filtro de RFI** ao carregar o filtro para evitar que uma corrente de fuga elevada faça o RCD comutar.

Se a corrente de fuga exceder 3,5 mA, a EN/IEC61800-5-1 (Norma de produto de sistema de drive de potência) exige cuidado especial. O ponto de aterramento deve ser reforçado de uma destas maneiras:

- Fio de aterramento (terminal 95) de pelo menos 10 mm<sup>2</sup>
- 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 do tipo B, que são capazes de detectar correntes CA e CC

Use RCDs com atraso de inrush para prevenir falhas decorrentes de correntes do ponto de aterramento transiente

Dimensione os RCDs de acordo com a configuração do sistema e considerações ambientais.

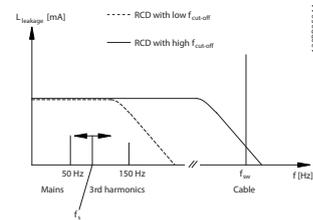


Ilustração 2.23 Principais Contribuições para a Corrente de Fuga

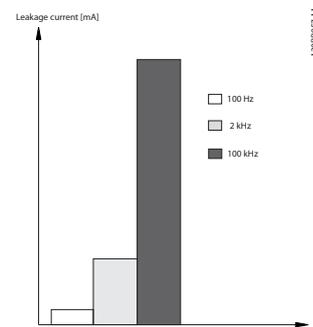


Ilustração 2.24 A influência da frequência de desativação do RCD naquilo que é respondido/medido

Consulte também *Notas do Aplicativo do RCD*.

## 2.13 Controle com a Função de Frenagem

### 2.13.1 Seleção do Resistor do Freio

Em determinadas aplicações, por exemplo em centrífugas, é conveniente fazer o motor parar mais rapidamente que do aquele conseguido por meio do controle de desaceleração ou por inércia. Nessas aplicações, pode ser utilizada frenagem dinâmica com resistor de frenagem. Ao utilizar um resistor de frenagem assegura-se que a energia será absorvida no resistor e não no conversor de frequência.

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 2.25* mostra um ciclo de frenagem típico.

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

$$\text{Ciclo Útil} = t_b/T$$

$T$  = tempo do ciclo em segundos

$t_b$  é o tempo de frenagem em segundos (como parte do tempo do ciclo total)

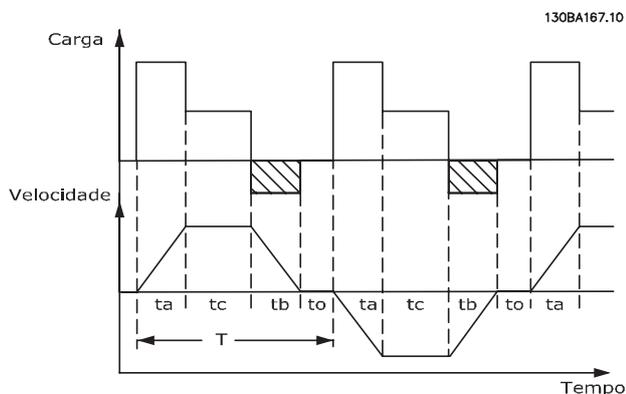


Ilustração 2.25 Ciclo da Frenagem Típico

A Danfoss oferece resistor do freio com ciclo útil de 10% e 40% adequados para uso com o AQUA Drive do VLT®FC 202. Se for aplicado um resistor com ciclo útil de 10%, pode ser absorvida a potência de frenagem de até 10% do tempo de ciclo, com os 90% restantes sendo usados para dissipar calor do resistor.

Para obter informações sobre a seleção do resistor, consulte o *Guia de Design do Resistor do Freio*.

## AVISO!

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

### 2.13.2 Controle com Função de Frenagem

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

Além disso, o freio possibilita a leitura da potência instantânea e da potência média durante os últimos 120 segundos. O freio pode também monitorar a energização da potência e assegurar que esta não exceda um limite selecionado em 2-12 *Limite da Potência de Frenagem (kW)*. No 2-13 *Monitoramento da Potência de 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)*.

## ⚠ CUIDADO

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 utilizado como uma função de frenagem alternativa, em 2-17 *Controle de Sobretensão*. Esta função está ativa para todas as unidades e garante que se a tensão do barramento CC aumentar, um desarme pode ser evitada aumentando a frequência de saída para limitar a tensão do barramento CC. É uma função útil.

## 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*).

## 2.14 Controle do Freio Mecânico

### 2.14.1 Cabeamento do Resistor do Freio

EMC (cabos trançados/blindagem)

A fim de reduzir o ruído elétrico dos fios, entre o resistor do freio e o conversor de frequência, eles devem ser do tipo trançado.

Para um desempenho de EMC melhorado, pode ser usada uma blindagem metálica.

## 2.15 Condições de Funcionamento Extremas

### Curto circuito (fase – fase do motor)

O conversor de frequência está protegido contra curtos circuitos por meio de medição de corrente em cada uma das três fases do motor ou no barramento CC. Um curto circuito entre duas fases de saída causa sobrecarga de corrente no inversor. O inversor é desligado individualmente quando a corrente de curto circuito ultrapassar o valor permitido (Alarme 16 Bloqueio por Desarme). Para proteger o drive contra curto circuito no terminal de Load Sharing e nas saídas do freio, consulte as diretrizes de design.

### Ligando a saída

É permitido sem restrições o chaveamento na saída entre o motor e o conversor de frequência e não pode danificar o conversor de frequência, mas pode fazer com que seja exibida mensagem de falha.

### Sobretensão gerada pelo motor

A tensão no circuito intermediário aumenta quando o motor atua como um gerador.

**Sobretensão ocorre nos seguintes casos:**

1. A carga aciona o motor, gerando energia.
2. Durante a desaceleração ("ramp-down") 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.
3. A compensação de escorregamento incorreta pode causar tensão do barramento CC mais alta.

A unidade de controle tentará corrigir a aceleração, se possível (2-17 Controle de Sobretensão).

Quando um determinado nível de tensão é atingido, o inversor desliga para proteger os transistores e os capacitores do circuito intermediário.

Consulte as informações sobre o 2-10 Função de Frenagem e 2-17 Controle de Sobretensão, para selecionar o método utilizado para controlar o nível de tensão do circuito intermediário.

**Alta temperatura**

Alta temperatura ambiente pode superaquecer o conversor de frequência.

**Queda de tensão na rede elétrica**

Durante uma queda da rede elétrica o conversor de frequência continua funcionando até a tensão no circuito intermediário cair abaixo do nível de parada mínimo; normalmente 15% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa.

A tensão de rede, antes da queda e a carga do motor determinam quanto tempo o inversor levará para fazer parada por inércia.

**Sobrecarga Estática no modo VVC<sup>plus</sup>**

Quando o conversor de frequência estiver sobrecarregado (o limite de torque no 4-16 Limite de Torque do Modo Motor/4-17 Limite de Torque do Modo Gerador é atingido), os controles reduzirão a frequência de saída para diminuir a carga.

Se a sobrecarga for excessiva, pode ocorrer uma corrente que faz com que o conversor de frequência seja desativado após aproximadamente 5-10 s.

A operação dentro do limite de torque é limitada em tempo (0-60 s) em 14-25 Atraso do Desarme no Limite de Torque.

**2.15.1 Proteção Térmica do Motor**

Danfoss usa proteção térmica do motor para evitar o superaquecimento do motor. É um recurso eletrônico que simula um relé bimetálico com base em medições internas. A característica está mostrada na Ilustração 2.26.

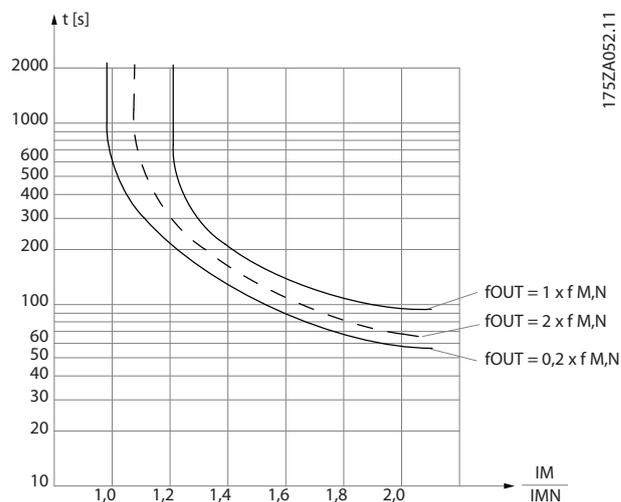


Ilustração 2.26 Proteção Térmica do Motor

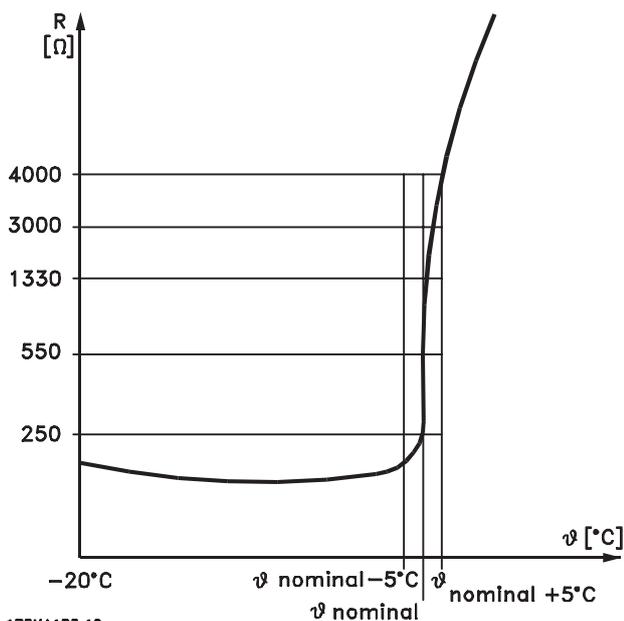
Em Ilustração 2.26 o eixo X mostra a relação entre  $I_{\text{motor}}$  e  $I_{\text{motor}}$  nominal. O eixo Y exhibe o tempo, em segundos, antes de o ETR desativar e desarmar o conversor de frequência. As curvas mostram a velocidade nominal característica no dobro da velocidade nominal e em 0,2 x a velocidade nominal.

Está claro que em velocidade menor o ETR desativa com aquecimento menor devido a menos resfriamento do motor. Desse modo, o motor é protegido de superaquecimento, mesmo em velocidade baixa. O recurso do ETR calcula a temperatura do motor baseado na corrente e velocidade reais. A temperatura calculada fica visível com um parâmetro de leitura no 16-18 Térmico Calculado do Motor, no conversor de frequência.

O valor de corte do termistor é  $> 3 \text{ k}\Omega$ .

Instale um termistor (sensor PTC) no motor para proteção do enrolamento.

A proteção do motor pode ser implementada usando diversas técnicas: Sensor PTC nos enrolamentos do motor; chave térmica mecânica (tipo Klixon); ou o Relé Térmico Eletrônico (ETR).



175HA183.10  
Ilustração 2.27 Desarme

Utilizando uma entrada digital e uma fonte de alimentação de 24 V:

Exemplo: O conversor de frequência desarma quando a temperatura do motor estiver muito alta.

Configuração de parâmetros:

Programa 1-90 Proteção Térmica do Motor para [2] Desarme por Termistor

Configure 1-93 Fonte do Termistor para [6] Entrada Digital 33

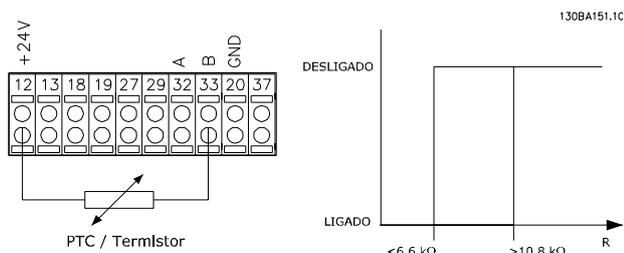


Ilustração 2.28 Entrada digital e fonte de alimentação de 24 V

Utilizando uma entrada digital e uma fonte de alimentação de 10 V:

Exemplo: O conversor de frequência desarma quando a temperatura do motor estiver muito alta.

Configuração de parâmetros:

Programa 1-90 Proteção Térmica do Motor para [2] Desarme por Termistor

Configure 1-93 Fonte do Termistor para [6] Entrada Digital 33

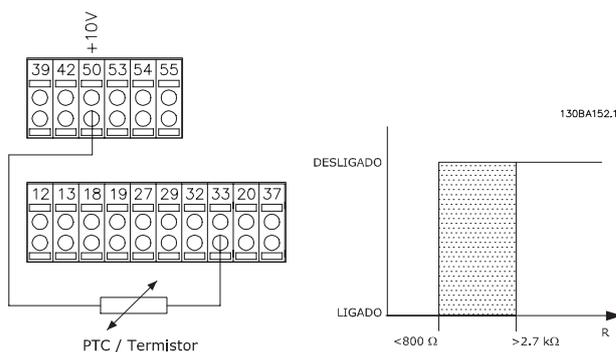


Ilustração 2.29 Entrada Digital e Fonte de Alimentação de 10 V

Utilizando uma entrada analógica e uma fonte de alimentação de 10 V:

Exemplo: O conversor de frequência desarma quando a temperatura do motor estiver muito alta.

Configuração de parâmetros:

Programa 1-90 Proteção Térmica do Motor para [2] Desarme por Termistor

Programa 1-93 Fonte do Termistor para [2] Entrada analógica 54

Não selecione uma fonte de referência.

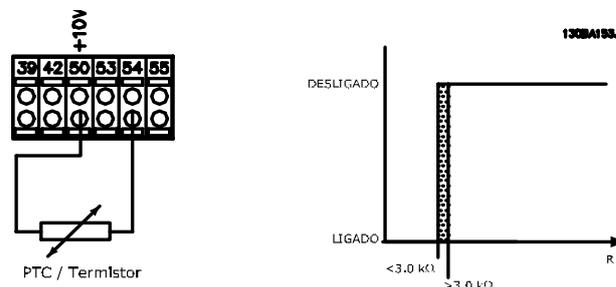


Ilustração 2.30 Entrada Analógica Fonte de Alimentação de 10 V

| Entrada Digital/analógica | Tensão de Alimentação V<br>Valores de Desativação | Limite Valores de Desativação |
|---------------------------|---|-------------------------------|
| Digital                   | 24  | < 6,6 kΩ - > 10,8 kΩ          |
| Digital                   | 10  | < 800 Ω - > 2,7 kΩ            |
| Analogica                 | 10  | < 3,0 kΩ - > 3,0 kΩ           |

**AVISO!**

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

**Resumo**

Com o recurso de limite de torque, o motor está protegido de ficar sobrecarregado, independentemente da velocidade. Com o ETR o motor está protegido de ser superaquecido e não há necessidade de nenhuma outra proteção do motor. Isso significa que, quando o motor é aquecido, o temporizador do ETR controla o tempo durante o qual o motor pode funcionar em temperatura alta antes de parar, a fim de prevenir superaquecimento. Se o motor for sobrecarregado sem atingir a temperatura em que o ETR desliga o motor, o limite de torque protege o motor e a aplicação de ficarem sobrecarregados.

O ETR é ativado no *1-90 Proteção Térmica do Motor* e é controlado no *4-16 Limite de Torque do Modo Motor*. O tempo, antes que a advertência do limite de torque desarme o conversor de frequência, é programado no *14-25 Atraso do Desarme no Limite de Torque*.

### 2.15.2 Operação de Parada Segura (opcional)

O FC 202 pode executar a função de segurança "Parada Descontrolada pela remoção de energia" (conforme definição da IEC 61800-5-2) ou Categoria de Parada 0 (conforme definição da EN 60204-1).

Foi projetado e aprovado como adequado para os requisitos da Categoria de Segurança 3, na EN 954-1. Essa funcionalidade é denominada parada segura.

Antes da integração e uso da parada segura do FC 202 em uma instalação, deve ser realizada uma análise de risco completa na instalação para determinar se a funcionalidade parada segura do FC 202 e a categoria de segurança são apropriadas e suficientes.

A função parada segura é ativada removendo-se a tensão no Terminal 37 do inversor seguro. Conectando o inversor seguro a dispositivos de segurança externos que fornecem um relé de segurança, pode ser obtida uma instalação de uma parada segura de categoria 1. A função parada segura do FC 202 pode ser usada em motores síncronos e assíncronos.

## **⚠️ ADVERTÊNCIA**

A ativação da Parada Segura (ou seja, remoção da tensão de alimentação de 24 VCC do terminal 37) não oferece segurança elétrica.

**AVISO!**

A função parada segura do FC 202 pode ser usada em motores síncronos e assíncronos. Duas falhas podem ocorrer no semicondutor de potência e causar uma rotação residual ao usar motores síncronos. A rotação pode ser calculada como:  $\text{Ângulo} = 360 / (\text{Número de Polos})$ . A aplicação que usar motores síncronos deve considerar essa possibilidade e assegurar que isso não seja um problema crítico de segurança. Esta situação não é relevante para motores assíncronos.

**AVISO!**

Para usar a funcionalidade parada segura em conformidade com os requisitos da EN-954-1 Categoria 3, a instalação da parada segura deve atender algumas condições. Veja *5.7 Instalação da Parada Segura* para saber mais informações.

**AVISO!**

O conversor de frequência não fornece uma proteção de segurança contra alimentação de tensão não-intencional ou maliciosa do terminal 37 e o seu reset subsequente. Providencie esta proteção por meio do dispositivo de interrupção, no nível da aplicação ou no nível organizacional.

Para obter mais informações, consulte *5.7 Instalação da Parada Segura*.

## 3 Seleção do

### 3.1 Especificações Gerais

#### 3.1.1 Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V AC

**3**

|   | N110              | N132 | N160                   | N200 | N250 | N315 | P355                   | P400      |  |
|---|-------------------|------|------------------------|------|------|------|------------------------|-----------|--|
| <b>Sobrecarga Normal=110% corrente durante 60 segundos</b>                    | NO                | NO   | NO                     | NO   | NO   | NO   | NO                     | NO        |  |
| Potência Típica no Eixo a 400 V [kW]  | 110               | 132  | 160                    | 200  | 250  | 315  | 355                    | 400       |  |
| Potência Típica no Eixo a 460 V [hp]  | 150               | 200  | 250                    | 300  | 350  | 450  | 500                    | 550       |  |
| Gabinete metálico IP00  |                   |      |                        |      |      |      | E2                     | E2        |  |
| Gabinete metálico IP20  | D3h               | D3h  | D3h                    | D4h  | D4h  | D4h  |                        |           |  |
| Gabinete metálico IP21/NEMA 1   | D1h               | D1h  | D1h                    | D2h  | D2h  | D2h  | E1                     | E1        |  |
| Gabinete metálico IP54/NEMA 12  | D1h               | D1h  | D1h                    | D2h  | D2h  | D2h  | E1                     | E1        |  |
| <b>Corrente de saída</b>  |                   |      |                        |      |      |      |                        |           |  |
| Contínua (a 3x380-440 V) [A]  | 212               | 260  | 315                    | 395  | 480  | 588  | 658                    | 745       |  |
| Intermitente (a 3x380-440 V) [A]  | 233               | 286  | 347                    | 435  | 528  | 647  | 724                    | 820       |  |
| Contínua (a 3x441-480 V) [A]  | 190               | 240  | 302                    | 361  | 443  | 535  | 590                    | 678       |  |
| Intermitente (a 3x441-480 V) [A]  | 209               | 264  | 332                    | 397  | 487  | 588  | 649                    | 746       |  |
| Contínua kVA (a 400 V AC) [kVA]   | 147               | 180  | 218                    | 274  | 333  | 407  | 456                    | 516       |  |
| Contínua kVA (a 460 V AC) [kVA]   | 151               | 191  | 241                    | 288  | 353  | 426  | 470                    | 540       |  |
| <b>Corrente máx. de entrada</b>   |                   |      |                        |      |      |      |                        |           |  |
| Contínua (3x380-440 V) [A]  | 204               | 251  | 304                    | 381  | 463  | 567  | 647                    | 733       |  |
| Contínua (3 x 441-480 V) [A]  | 183               | 231  | 291                    | 348  | 427  | 516  | 580                    | 667       |  |
| Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]   | 315               | 350  | 400                    | 550  | 630  | 800  | 900                    | 900       |  |
| <b>Tamanho do cabo máx.</b>   |                   |      |                        |      |      |      |                        |           |  |
| Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2) 5)</sup>                                  | 2 x 95<br>2 x 3/0 |      | 2 x 185<br>2 x 350 mcm |      |      |      | 4 x 240<br>4 x 500 mcm |           |  |
| Rede elétrica (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2) 5)</sup>                          |                   |      |                        |      |      |      |                        |           |  |
| Load Sharing (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2) 5)</sup>                           |                   |      |                        |      |      |      |                        |           |  |
| Freio (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2) 5)</sup>                                  |                   |      |                        |      |      |      | 2 x 185<br>2 x 350 mcm |           |  |
| Perda de potência estimada a 400 VCA em carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>  | 2555              | 2949 | 3764                   | 4109 | 5129 | 6663 | 7532                   | 8677      |  |
| Perda de potência estimada a 460 VCA com carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup> | 2557              | 2719 | 3612                   | 3561 | 4558 | 5703 | 6724                   | 7819      |  |
| Peso, gabinete metálico IP00/IP20 kg (lbs.)                                   | 62 [135]          |      | 125 [275]              |      |      |      | 234 [515]              | 236 [519] |  |
| Peso, gabinete metálico IP21 kg (lbs.)  |                   |      |                        |      |      |      | 270 [594]              | 272 [598] |  |
| Peso, gabinete metálico IP54 kg (lbs.)  |                   |      |                        |      |      |      |                        |           |  |
| Eficiência <sup>4)</sup>  | 0,98              |      |                        |      |      |      |                        |           |  |
| Frequência de saída [Hz]  | 0-590             |      |                        |      |      |      |                        |           |  |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C]                      | 110               |      |                        |      |      |      |                        |           |  |

|  |    |    |
|--|----|----|
| Desarme do ambiente do cartão de potência [°C] | 75 | 85 |
|--|----|----|

Tabela 3.1 Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V AC

|   | P450                   | P500                   | P560  | P630  | P710  | P800                     | P1M0  |
|---|------------------------|------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|
| <b>Sobrecarga Normal=110% corrente durante 60 segundos</b>                    | NO                     | NO                     | NO    | NO    | NO    | NO                       | NO    |
| Potência Típica no Eixo a 400 V [kW]  | 450                    | 500                    | 560   | 630   | 710   | 800                      | 1000  |
| Potência Típica no Eixo a 460 V [hp]  | 600                    | 700                    | 750   | 900   | 1000  | 1200                     | 1350  |
| Gabinete metálico IP00  | E2                     |                        |       |       |       |                          |       |
| Gabinete metálico IP21/NEMA 1   | E1                     | F1/F3                  | F1/F3 | F1/F3 | F1/F3 | F2/F4                    | F2/F4 |
| Gabinete metálico IP54/NEMA 12  | E1                     | F1/F3                  | F1/F3 | F1/F3 | F1/F3 | F2/F4                    | F2/F4 |
| <b>Corrente de saída</b>  |                        |                        |       |       |       |                          |       |
| Contínua (a 3x380-440 V) [A]  | 800                    | 880                    | 990   | 1120  | 1260  | 1460                     | 1720  |
| Intermitente (a 3x380-440 V) [A]  | 880                    | 968                    | 1089  | 1232  | 1386  | 1606                     | 1892  |
| Contínua (a 3x441-480 V) [A]  | 730                    | 780                    | 890   | 1050  | 1160  | 1380                     | 1530  |
| Intermitente (a 3x441-480 V) [A]  | 803                    | 858                    | 979   | 1155  | 1276  | 1518                     | 1683  |
| Contínua kVA (a 400 V AC) [kVA]   | 554                    | 610                    | 686   | 776   | 873   | 1012                     | 1192  |
| Contínua kVA (a 460 V AC) [kVA]   | 582                    | 621                    | 709   | 837   | 924   | 1100                     | 1219  |
| <b>Corrente máx. de entrada</b>   |                        |                        |       |       |       |                          |       |
| Contínua (3 x 380-440 V) [A]  | 787                    | 857                    | 964   | 1090  | 1227  | 1422                     | 1675  |
| Contínua (3 x 441-480 V) [A]  | 718                    | 759                    | 867   | 1022  | 1129  | 1344                     | 1490  |
| Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]   | 900                    | 1600                   |       | 2000  |       | 2500                     |       |
| <b>Tamanho do cabo máx.</b>   |                        |                        |       |       |       |                          |       |
| Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                                   | 4 x 240<br>4 x 500 mcm | 8 x 150<br>8 x 300 mcm |       |       |       | 12 x 150<br>12 x 300 mcm |       |
| Rede elétrica (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                           |                        | 8 x 240<br>8 x 500 mcm |       |       |       |                          |       |
| Load Sharing (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                            |                        | 4 x 120<br>4 x 350 mcm |       |       |       |                          |       |
| Freio (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                                   | 2 x 185<br>2 x 350 mcm | 4 x 185<br>4 x 350 mcm |       |       |       | 6 x 185<br>6 x 350 mcm   |       |
| Perda de potência estimada a 400 VCA em carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>  | 9473                   | 10162                  | 11822 | 12512 | 14674 | 17293                    | 19278 |
| Perda de potência estimada a 460 VCA com carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup> | 8527                   | 8876                   | 10424 | 11595 | 13213 | 16229                    | 16624 |
| Peso, gabinete metálico IP00/IP20 kg [lbs.]                                   | 277 [609]              | -                      | -     | -     | -     | -                        | -     |
| Peso, gabinete metálico IP21 kg [lbs.]  | 313 [689]              | 1017/1318 [2237/2900]  |       |       |       | 1260/1561 [2772/3434]    |       |
| Peso, gabinete metálico IP54 kg [lbs.]  | 313 [689]              | 1017/1318 [2237/2900]  |       |       |       | 1260/1561 [2772/3434]    |       |
| Eficiência <sup>4)</sup>  | 0,98                   |                        |       |       |       |                          |       |
| Frequência de saída [Hz]  | 0-590                  |                        |       |       |       |                          |       |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C]                      | 110                    | 95                     |       |       |       |                          |       |
| Desarme do ambiente do cartão de potência                                     | 85                     |                        |       |       |       |                          |       |

Tabela 3.2 Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V AC

1) Para saber o tipo de fusível, consulte as Instruções de Utilização.

2) American Wire Gauge.

- 3) A perda de potência típica em condições normais é esperada estar dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória de  $eff2/eff3$ ). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no conversor de frequência e vice-versa. Se a frequência de chaveamento for aumentada em relação à nominal, as perdas de potência crescem consideravelmente. O LCP e os consumos de potência típicos do cartão de controle estão incluídos. Outros opcionais e carga do cliente podem acrescentar até 30 W às perdas (embora normalmente apenas 4 W extras para cartão de controle totalmente carregado ou opcionais para o slot A ou slot B, para cada um).
- 4) Medido com cabos de motor blindados de 5 m, com carga e frequência nominais.
- 5) Os terminais de fiação nos conversores de frequência N132, N160 e N315 não podem receber cabos um tamanho maior.

## 3.1.2 Alimentação da rede elétrica 3x525-690 V CA

|   | N75K         | N90K  | N110  | N132  | N160  | N200  |
|---|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Sobrecarga Normal=110% corrente durante 60 segundos</b>  | NO           | NO    | NO    | NO    | NO    | NO    |
| Potência no Eixo Típica a 550 V [kW]  | 55           | 75    | 90    | 110   | 132   | 160   |
| Potência no Eixo Típica a 575 V [hp]  | 75           | 100   | 125   | 150   | 200   | 250   |
| Potência Típica no Eixo a 690 V [kW]  | 75           | 90    | 110   | 132   | 160   | 200   |
| Gabinete metálico IP20  | D3h          | D3h   | D3h   | D3h   | D3h   | D4h   |
| Gabinete metálico IP21  | D1h          | D1h   | D1h   | D1h   | D1h   | D2h   |
| Gabinete IP54   | D1h          | D1h   | D1h   | D1h   | D1h   | D2h   |
| <b>Corrente de saída</b>  |              |       |       |       |       |       |
| Contínua (a 550 V) [A]  | 90           | 113   | 137   | 162   | 201   | 253   |
| Intermitente (sobrecarga durante 60 s) (a 550 V) [A]  | 99           | 124   | 151   | 178   | 221   | 278   |
| Contínua (a 575/690 V) [A]  | 86           | 108   | 131   | 155   | 192   | 242   |
| Intermitente (60 s sobrecarga) (a 575/690 V) [kVA]  | 95           | 119   | 144   | 171   | 211   | 266   |
| KVA contínuo (a 550 V) [kVA]  | 86           | 108   | 131   | 154   | 191   | 241   |
| KVA contínuo (a 575 V) [kVA]  | 86           | 108   | 130   | 154   | 191   | 241   |
| KVA contínuo (a 690 V) [kVA]  | 103          | 129   | 157   | 185   | 229   | 289   |
| <b>Corrente máx. de entrada</b>   |              |       |       |       |       |       |
| Contínua (a 550 V) [A]  | 89           | 110   | 130   | 158   | 198   | 245   |
| Contínua (a 575 V) [A]  | 85           | 106   | 124   | 151   | 189   | 234   |
| Contínua (a 690 V) [A]  | 87           | 109   | 128   | 155   | 197   | 240   |
| Tamanho do cabo máx.: rede elétrica, motor, freio e divisão da carga (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> ) | 2x95 (2x3/0) |       |       |       |       |       |
| Fusíveis externos da rede elétrica máx. [A]   | 160          | 315   | 315   | 315   | 350   | 350   |
| Perda de potência estimada a 575 V [W] <sup>3)</sup>  | 1,161        | 1,426 | 1,739 | 2,099 | 2,646 | 3,071 |
| Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>3)</sup>   | 1,203        | 1,476 | 1,796 | 2,165 | 2,738 | 3,172 |
| Peso, gabinetes metálicos IP20, IP21, IP54 kg (lbs.)  | 62 (135)     |       |       |       |       |       |
| Eficiência <sup>4)</sup>  | 0,98         |       |       |       |       |       |
| Frequência de saída [Hz]  | 0-590        |       |       |       |       |       |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C]  | 110          |       |       |       |       |       |
| Desarme do ambiente do cartão de potência [°C]  | 75           |       |       |       |       |       |

Tabela 3.3 Alimentação da rede elétrica 3x525-690 V CA

|  | N250              | N315      | N400      | P450      | P500      | P560      |
|--|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Carga Normal</b>  | <b>NO</b>         | <b>NO</b> | <b>NO</b> | <b>NO</b> | <b>NO</b> | <b>NO</b> |
| Potência no Eixo Típica a 550 V [kW]   | 200               | 250       | 315       | 355       | 400       | 450       |
| Potência no Eixo Típica a 575 V [hp]   | 300               | 350       | 400       | 450       | 500       | 600       |
| Potência no Eixo Típica a 690 V [kW]   | 250               | 315       | 400       | 450       | 500       | 560       |
| Gabinete metálico IP00   |                   |           |           | E2        | E2        | E2        |
| Gabinete metálico IP20   | D4h               | D4h       | D4h       |           |           |           |
| Gabinete metálico IP21   | D2h               | D2h       | D2h       | E1        | E1        | E1        |
| Gabinete IP54  | D2h               | D2h       | D2h       | E1        | E1        | E1        |
| <b>Corrente de saída</b>   |                   |           |           |           |           |           |
| Contínua (a 550 V) [A]   | 303               | 360       | 418       | 470       | 523       | 596       |
| Intermitente (sobrecarga durante 60 s) (a 550 V) [A]   | 333               | 396       | 460       | 517       | 575       | 656       |
| Contínua (a 575/690 V) [A]   | 290               | 344       | 400       | 450       | 500       | 570       |
| Intermitente (60 s sobrecarga) (a 575/690 V) [kVA]   | 319               | 378       | 440       | 495       | 550       | 627       |
| KVA contínuo (a 550 V) [kVA]   | 289               | 343       | 398       | 448       | 498       | 568       |
| KVA contínuo (a 575 V) [kVA]   | 289               | 343       | 398       | 448       | 498       | 568       |
| KVA contínuo (a 690 V) [kVA]   | 347               | 411       | 478       | 538       | 598       | 681       |
| <b>Corrente máx. de entrada</b>  |                   |           |           |           |           |           |
| Contínua (a 550 V) [A]   | 299               | 355       | 408       | 453       | 504       | 574       |
| Contínua (a 575 V) [A]   | 286               | 339       | 390       | 434       | 482       | 549       |
| Contínua (a 690 V) [A]   | 296               | 352       | 400       | 434       | 482       | 549       |
| Tamanho do cabo máx.: rede elétrica, motor, freio e divisão da carga (mm <sup>2</sup> / AWG <sup>2</sup> ) | 2x185 (2x350 mcm) |           |           |           |           |           |
| Fusíveis externos da rede elétrica máx. [A]  | 400               | 500       | 550       | 700       | 700       | 900       |
| Perda de potência estimada a 575 V [W] <sup>3)</sup>   | 3,719             | 4,460     | 5,023     | 5,323     | 6,010     | 7,395     |
| Perda de energia estimada a 690 V [W] <sup>3)</sup>  | 3,848             | 4,610     | 5,150     | 5,529     | 6,239     | 7,653     |
| Peso, gabinete metálico IP20, IP21, IP54 kg (lbs.)   | 125 (275)         |           |           |           |           |           |
| Eficiência <sup>4)</sup>   | 0,98              |           |           |           |           |           |
| Frequência de saída [Hz]   | 0-590             |           |           | 0-525     |           |           |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor [°C]   | 110               |           |           |           | 95        |           |
| Desarme do ambiente do cartão de potência [°C]   | 80                |           |           |           |           |           |

Tabela 3.4 Alimentação da rede elétrica 3x525-690 V CA

|   | P630                    | P710                    | P800  | P900  | P1M0                   | P1M2  | P1M4  |
|---|-------------------------|-------------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|
| <b>Carga Normal</b>   |                         |                         |       |       |                        |       |       |
| Potência no Eixo Típica a 550 V [kW]                        | 500                     | 560                     | 670   | 750   | 850                    | 1000  | 1100  |
| Potência no Eixo Típica a 575 V [hp]                        | 650                     | 750                     | 950   | 1050  | 1150                   | 1350  | 1550  |
| Potência no Eixo Típica a 690 V [kW]                        | 630                     | 710                     | 800   | 900   | 1000                   | 1200  | 1400  |
| Gabinete metálico IP00                                      | E2                      |                         |       |       |                        |       |       |
| Gabinete metálico IP21                                      | E1                      | F1/F3                   | F1/F3 | F1/F3 | F2/F4                  | F2/F4 | F2/F4 |
| Gabinete IP54   | E1                      | F1/F3                   | F1/F3 | F1/F3 | F2/F4                  | F2/F4 | F2/F4 |
| <b>Corrente de saída</b>                                    |                         |                         |       |       |                        |       |       |
| Contínua (a 550 V) [A]                                      | 630                     | 763                     | 889   | 988   | 1108                   | 1317  | 1479  |
| Intermitente (sobrecarga durante 60 s)<br>(a 550 V) [A]     | 693                     | 839                     | 978   | 1087  | 1219                   | 1449  | 1627  |
| Contínua (a 575/690 V) [A]                                  | 630                     | 730                     | 850   | 945   | 1060                   | 1260  | 1415  |
| Intermitente (60 s sobrecarga) (a<br>575/690 V) [kVA]       | 693                     | 803                     | 935   | 1040  | 1166                   | 1386  | 1557  |
| KVA contínuo (a 550 V) [kVA]                                | 600                     | 727                     | 847   | 941   | 1056                   | 1255  | 1409  |
| KVA contínuo (a 575 V) [kVA]                                | 627                     | 727                     | 847   | 941   | 1056                   | 1255  | 1409  |
| KVA contínuo (a 690 V) [kVA]                                | 753                     | 872                     | 1016  | 1129  | 1267                   | 1506  | 1691  |
| <b>Corrente máx. de entrada</b>                             |                         |                         |       |       |                        |       |       |
| Contínua (a 550 V) [A]                                      | 607                     | 743                     | 866   | 962   | 1079                   | 1282  | 1440  |
| Contínua (a 575 V) [A]                                      | 607                     | 711                     | 828   | 920   | 1032                   | 1227  | 1378  |
| Contínua (a 690 V) [A]                                      | 607                     | 711                     | 828   | 920   | 1032                   | 1227  | 1378  |
| <b>Tamanho do cabo máx.</b>                                 |                         |                         |       |       |                        |       |       |
| Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )                  | 4x240<br>(4x500<br>mcm) | 8x150<br>(8x300 mcm)    |       |       | 12x150<br>(12x300 mcm) |       |       |
| Rede elétrica (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )          |                         | 8x240<br>(8x500 mcm)    |       |       | 8x240<br>(8x500 mcm)   |       |       |
| Load Sharing (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )           |                         | 4x185<br>(4x350 mcm)    |       |       | 6x185<br>(6x350 mcm)   |       |       |
| Freio (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2</sup> )                  |                         | 2x185<br>(2x350<br>mcm) |       |       |                        |       |       |
| Fusíveis externos da rede elétrica máx.<br>[A]              | 900                     | 1600                    | 1600  | 1600  | 1600                   | 2000  | 2500  |
| Perda de potência estimada a 575 V [W]<br><sup>3)</sup>     | 8209                    | 9500                    | 10872 | 12316 | 13731                  | 16190 | 18536 |
| Perda de energia estimada a 690 V [W]<br><sup>3)</sup>      | 8495                    | 9863                    | 11304 | 12798 | 14250                  | 16821 | 19247 |
| Peso, gabinete metálico IP20, IP21, IP54<br>kg (lbs.)       | 125 (275)               |                         |       |       |                        |       |       |
| Eficiência <sup>4)</sup>                                    | 0,98                    |                         |       |       |                        |       |       |
| Frequência de saída [Hz]                                    | 0-525                   |                         |       |       |                        |       |       |
| Desarme por superaquecimento do<br>dissipador de calor [°C] | 110                     | 95                      | 105   |       | 95                     | 105   | 95    |
| Desarme do ambiente do cartão de<br>potência [°C]           | 85                      |                         |       |       |                        |       |       |

**Tabela 3.5 Alimentação da rede elétrica 3x525-690 V CA**

1) Para saber o tipo de fusível, consulte as Instruções de Utilização.

2) American Wire Gauge.

3) A perda de potência típica em condições normais é esperada estar dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória de  $eff2/eff3$ ). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no conversor de frequência e vice-versa. Se a frequência de chaveamento for aumentada em relação à nominal, as perdas de potência crescem consideravelmente. O LCP e os consumos de potência típicos do cartão de controle estão incluídos. Outros opcionais e carga do cliente podem acrescentar até 30 W às perdas (embora normalmente apenas 4 W extras para cartão de controle totalmente carregado ou opcionais para o slot A ou slot B, para cada um).

4) Medido com cabos de motor blindados de 5 m, com carga e frequência nominais.

| Tamanho do Chassi | Descrição  | Peso máximo [kg] (lbs.) |
|-------------------|--|-------------------------|
| D5h               | Características nominais do D1h+desconexão e/ou Circuito de frenagem | 166 (255)               |
| D6h               | Características nominais do D1h+contator e/ou disjuntor              | 129 (285)               |
| D7h               | Características nominais do D2h+desconexão e/ou Circuito de frenagem | 200 (440)               |
| D8h               | Características nominais do D2h+contator e/ou disjuntor              | 225 (496)               |

Tabela 3.6 Pesos D5h–D8h

## 3.1.3 12-Especificações de pulso

| Alimentação de Rede Elétrica 380-480 V CA                                    |                       |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |
|--|-----------------------|-------|---------|---------|-------------|-----------------------|-------|---------|------------------------|-------|
|  | P315                  | P355  | P400    | P450    | P500        | P560                  | P630  | P710    | P800                   | P1M0  |
| <b>Sobrecarga normal de 110% durante 1 minuto</b>                            | NO                    | NO    | NO      | NO      | NO          | NO                    | NO    | NO      | NO                     | NO    |
| Potência no Eixo Típica [kW] em 400 V  | 315                   | 355   | 400     | 450     | 500         | 560                   | 630   | 710     | 800                    | 1000  |
| Potência no Eixo Típica [HP] em 460 V  | 450                   | 500   | 550/600 | 600     | 650         | 750                   | 900   | 1000    | 1200                   | 1350  |
| IP 21/ NEMA 1  | F8/F9                 |       |         | F10/F11 |             |                       |       | F12/F13 |                        |       |
| IP 54 / NEMA 12  | F8/F9                 |       |         | F10/F11 |             |                       |       | F12/F13 |                        |       |
| Corrente de Saída  |                       |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |
| Contínua (a 380-440 V)   | 600                   | 658   | 745     | 800     | 880         | 990                   | 1120  | 1260    | 1460                   | 1720  |
| Intermitente (sobrecarga durante 60 s a 380-440 V)                           | 660                   | 724   | 820     | 880     | 968         | 1089                  | 1232  | 1386    | 1606                   | 1892  |
| Contínua (a 400 V)   | 416                   | 456   | 516     | 554     | 610         | 686                   | 776   | 873     | 1,012                  | 1,192 |
| Intermitente (sobrecarga durante 60 s a 460-500 V)                           | 457                   | 501   | 568     | 610     | 671         | 754                   | 854   | 960     | 1,113                  | 1,311 |
| Contínua (a 441-500 V)   | 540                   | 590   | 678     | 730     | 780         | 890                   | 1,050 | 1,160   | 1,380                  | 1,530 |
| Intermitente (sobrecarga durante 60 s) (a 441-500 V)                         | 594                   | 649   | 746     | 803     | 858         | 979                   | 1,155 | 1,276   | 1,518                  | 1,683 |
| Contínua (a 460 V)   | 430                   | 470   | 540     | 582     | 621         | 709                   | 837   | 924     | 1,100                  | 1,219 |
| Contínua (a 500 V)   | 473                   | 517   | 594     | 640     | 684         | 780                   | 920   | 1,017   | 1,209                  | 1,341 |
| Corrente Máx. de Entrada   |                       |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |
| Contínua (3x380-440 V) [A]   | 590                   | 647   | 733     | 787     | 857         | 964                   | 1,090 | 1,227   | 1,422                  | 1,675 |
| Contínua (3x441-480 V) [A]   | 531                   | 580   | 667     | 718     | 759         | 867                   | 1,022 | 1,129   | 1,344                  | 1,490 |
| Fusíveis da rede elétrica externa máx. <sup>1)</sup>                         | 700                   | 700   | 700     | 700     | 900         | 900                   | 900   | 1,500   | 1,500                  | 1,500 |
| Tamanho do cabo máx.:  |                       |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |
| Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                                  | 8 x 300 MCM (8 x 150) |       |         |         |             |                       |       |         | 12 x 300 MCM (8 x 150) |       |
| Rede elétrica (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                          | 8 x 500MCM (8 x 250)  |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |
| Terminais de regeneração (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )               | 4 x 250 MCM (4 x 120) |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |
| Freio (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                                  | 2 x 350 MCM (2 x 185) |       |         |         |             | 4 x 350 MCM (4 x 185) |       |         |                        |       |
| Perda de energia estimada em 400 VCA em carga nominal máx. (W) <sup>3)</sup> | 6705                  | 7532  | 8677    | 9473    | 10162       | 11822                 | 12512 | 14674   | 17293                  | 19278 |
| Perda de potência estimada a 460 VCA em carga nominal máx. (W) <sup>3)</sup> | 6705                  | 6724  | 7819    | 8527    | 8876        | 10424                 | 11595 | 13213   | 16229                  | 16624 |
| F9/F11/F13 Perdas adicionais máx. para A1, RFI, CB ou desconexão e contator  | 682                   | 766   | 882     | 963     | 1054        | 1093                  | 1230  | 2280    | 2236                   | 2541  |
| Peso, gabinete metálico IP21 kg (lb)   | 263                   | 270   | 272     | 313     | 1004 (2214) |                       |       |         | 1246 (2748)            |       |
| Peso, gabinete metálico IP 54 kg (lb)  | (580)                 | (595) | (600)   | (690)   |             |                       |       |         |                        |       |
| Eficiência <sup>4)</sup>   | 0,98                  |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |
| Frequência de Saída  | 0-590 Hz              |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor                          | 110 °C                |       |         |         |             | 95 °C                 |       |         |                        |       |
| Desarme do ambiente do cartão de potência                                    | 85 °C                 |       |         |         |             |                       |       |         |                        |       |

Tabela 3.7 Alimentação de Rede Elétrica 380-480 V CA

| Alimentação de Rede Elétrica 525-690 V CA                                    |                       |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
|--|-----------------------|------|------|----------------------|--------|-------|-------------------------|-----------------------|-------|-------|--|
|  | P450                  | P500 | P560 | P630                 | P710   | P800  | P900                    | P1M0                  | P1M2  | P1M4  |  |
| <b>Sobrecarga normal de 110% durante 1 minuto</b>                            | NO                    | NO   | NO   | NO                   | NO     | NO    | NO                      | NO                    | NO    | NO    |  |
| Potência no Eixo Típica [HP] a 525-550 V                                     | 355                   | 400  | 450  | 500                  | 560    | 670   | 750                     | 850                   | 1000  | 1100  |  |
| Potência no Eixo Típica [kW] a 690   | 450                   | 500  | 560  | 630                  | 710    | 800   | 900                     | 1000                  | 1200  | 1400  |  |
| Potência no Eixo Típica [HP] a 575   | 450                   | 500  | 600  | 650                  | 750    | 950   | 1050                    | 1150                  | 1350  | 1550  |  |
| IP 21/ NEMA 1 a 525 V  | F8/F9                 |      |      | F10/F11              |        |       | F12/F13                 |                       |       |       |  |
| IP 21/ NEMA 1 a 575 V  | F8/F9                 |      |      | F10/F11              |        |       | F12/F13                 |                       |       |       |  |
| IP 21/ NEMA 1 a 690 V  | F8/F9                 |      |      | F10/F11              |        |       | F12/F13                 |                       |       |       |  |
| Corrente de Saída  |                       |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Contínua (6 x 525-550 V) [A]   | 470                   | 523  | 596  | 630                  | 763    | 889   | 988                     | 1108                  | 1317  | 1479  |  |
| Intermitente (6 x 550 V)   | 515                   | 575  | 656  | 693                  | 839    | 978   | 1087                    | 1219                  | 1449  | 1627  |  |
| Contínua (6 x 551-690 V) [A]   | 450                   | 500  | 570  | 630                  | 730    | 850   | 945                     | 1060                  | 1260  | 1415  |  |
| Intermitente (6 x 551-690 V) [A]   | 495                   | 550  | 627  | 693                  | 803    | 935   | 1040                    | 1166                  | 1386  | 1557  |  |
| Contínua KVA (550 V) [KVA]   | 448                   | 498  | 568  | 600                  | 727    | 847   | 941                     | 1056                  | 1255  | 1409  |  |
| Contínua KVA (575 V) [KVA]   | 448                   | 498  | 568  | 627                  | 727    | 847   | 941                     | 1056                  | 1255  | 1409  |  |
| Contínua KVA (690 V) [KVA]   | 538                   | 598  | 681  | 753                  | 872    | 1016  | 1129                    | 1267                  | 1506  | 1691  |  |
| Corrente Máx. de Entrada   |                       |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Contínua (6 x 550v) [A]  | 453                   | 504  | 574  | 607                  | 743    | 866   | 962                     | 1079                  | 1282  | 1440  |  |
| Contínua (6 x 575v) [A]  | 434                   | 482  | 549  | 607                  | 711    | 828   | 920                     | 1032                  | 1227  | 1378  |  |
| Contínua (6 x 690v) [A]  | 434                   | 482  | 549  | 607                  | 711    | 828   | 920                     | 1032                  | 1227  | 1378  |  |
| Fusíveis da rede elétrica externa máx. <sup>1)</sup>                         | 630                   | 630  | 630  | 630                  | 900    | 900   | 900                     | 1600                  | 2000  | 2500  |  |
| Tamanho do cabo máx.:  |                       |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Motor (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                                  | 8 x 300 MCM (8 x 150) |      |      |                      |        |       | 12 x 300 MCM (12 x 150) |                       |       |       |  |
| Rede elétrica (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                          | 8 x 500 MCM (8 x 250) |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Terminais de regeneração (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )               | 4 x 250 MCM (4 x 120) |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Freio (mm <sup>2</sup> /AWG <sup>2)</sup> )                                  | 4 x 350 MCM (4 x 185) |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Perda de energia estimada a 690 VCA carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>     | 4974                  | 5623 | 7018 | 7793                 | 8933   | 10310 | 11692                   | 12909                 | 15358 | 17602 |  |
| Perda de energia estimada a 575 V AC na carga nominal máx. (W) <sup>3)</sup> | 5128                  | 5794 | 7221 | 8017                 | 9212   | 10659 | 12080                   | 13305                 | 15865 | 18173 |  |
| Peso, gabinete metálico IP21 kg (lb)   | 440/656 (880/1443)    |      |      | 880/1096 (1936/2471) |        |       |                         | 1022/1238 (2248/2724) |       |       |  |
| Peso, gabinete metálico IP 54 kg (lb)  |                       |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Eficiência <sup>4)</sup>   | 0,98                  |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Frequência de Saída  | 0-525 Hz              |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |
| Desarme por superaquecimento do dissipador de calor                          | 110 °C                |      |      | 95 °C                | 105 °C | 95 °C | 95 °C                   | 105 °C                | 95 °C |       |  |
| Desarme do ambiente do cartão de potência                                    | 85 °C                 |      |      |                      |        |       |                         |                       |       |       |  |

**Tabela 3.8 Alimentação de Rede Elétrica 525-690 V CA**

1) Para saber o tipo de fusível, consulte as Instruções de Utilização

2) American Wire Gauge

3) A perda de energia típica ocorre em condições normais e é esperada estar dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo). Esses valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória de  $eff2/eff3$ ). Os motores com eficiência inferior contribuem para a perda de energia no conversor de frequência e vice-versa. Se a frequência de chaveamento for aumentada em relação à nominal, as perdas de potência crescem consideravelmente. O LCP e os consumos de potência típicos do cartão de controle estão incluídos. Outros opcionais e carga do cliente podem acrescentar até 30 W às perdas (embora normalmente apenas 4 W extras para cartão de controle totalmente carregado ou opcionais para o slot A ou slot B, para cada um)

4) Medido com cabos de motor de 5 m blindados, com carga e frequência nominais.

## Proteção e Recursos

- Proteção do motor térmica e eletrônica contra sobrecarga.
- O monitoramento da temperatura do dissipador de calor garante o desarme do conversor de frequência se a temperatura atingir  $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Uma temperatura de superaquecimento não pode ser reinicializada até a temperatura do dissipador de calor ficar abaixo de  $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  (Diretriz - essas temperaturas variam dependendo da potência e dos gabinetes metálicos). AQUA Drive do VLT® tem uma função de derating automático para evitar que seu dissipador de calor atinja  $95\text{ °C}$ .
- O conversor de frequência está protegido contra curtos circuitos nos terminais U, V, W do motor.
- Se uma das fases de rede elétrica estiver ausente, o conversor de frequência desarma ou emite uma advertência (dependendo da carga).
- O monitoramento da tensão no circuito intermediário garante que o conversor de frequência desarme se essa tensão estiver muito baixa ou muito alta.
- O conversor de frequência está protegido contra falhas de ponto de aterramento nos terminais U, V, W do motor.

## Alimentação de rede elétrica

|                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Terminais de alimentação (6 pulsos)  | L1, L2, L3                         |
| Terminais de alimentação (12 pulsos) | L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2 |
| Tensão de alimentação                | 380-480 V $\pm 10\%$               |
| Tensão de alimentação                | 525-600 V $\pm 10\%$               |
| Tensão de alimentação                | 525-690 V $\pm 10\%$               |

Tensão de rede elétrica baixa/queda da rede elétrica:

Durante baixa tensão de rede ou queda da rede elétrica, o conversor de frequência continua até a tensão no circuito intermediário cair abaixo do nível mínimo de parada, que normalmente corresponde a 15% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa. Energização e torque total não podem ser esperados em tensões de rede elétrica menos de 10% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa.

|                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| Frequência de alimentação | 50/60 Hz +4/-6% |
|---------------------------|-----------------|

A fonte de alimentação do conversor de frequência é testada de acordo com a IEC61000-4-28, 50 Hz +4/-6%.

|   |   |
|---|---|
| Desbalanceamento máx. temporário entre fases de rede elétrica                                       | 3,0% da tensão de alimentação nominal           |
| Fator de Potência Real ( $\lambda$ )  | $\geq 0,9$ nominal com carga nominal            |
| Fator de Potência de Deslocamento ( $\cos\phi$ ) próximo da unidade                                 | (> 0,98)  |
| Chaveamento na alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações) $\geq$ gabinete metálico tipo D, E, |   |
| F   | 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 Ampère eficaz simétrico, máximo de 480/600 V.

## Saída do motor (U, V, W)

|                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| Tensão de saída      | 0-100% da tensão de alimentação |
| Frequência de saída  | 0-590 Hz                        |
| Chaveamento na saída | Ilimitado                       |
| Tempos de rampa      | 1-3600 s                        |

## Características do torque

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Torque de partida (Torque constante)    | máximo 110% durante 1 minuto* |
| Torque de partida                       | máximo 135% até 0,5 s*        |
| Torque de sobrecarga (Torque constante) | máximo 110% durante 1 minuto* |

\*A porcentagem está relacionada ao torque nominal do VLT AQUA Drive.

## Comprimentos de cabo e seções transversais

|   |   |
|---|---|
| Comprimento máx. do cabo de motor, blindado/encapado metalicamente            | 150 m   |
| Comprimento de cabo de motor máx., sem blindagem/sem encapamento metálico     | 300 m   |
| Seção transversal máx. para o motor, rede elétrica, Load Sharing e freio *    |   |
| Seção transversal máxima para terminais de controle, fio rígido               | 1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> ) |
| Seção transversal máxima para terminais de controle, fio flexível             | 1 mm <sup>2</sup> /18AWG                                |
| Seção transversal máxima para terminais de controle, cabo com núcleo embutido | 0,5 mm <sup>2</sup> /20AWG                              |
| Seção transversal mínima para terminais de controle                           | 0,25 mm <sup>2</sup>                                    |

\* Ver 3.1 Especificações Gerais para obter mais informações!

## 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 assentada de outros circuitos centrais e galvanicamente isolada da tensão de alimentação (PELV).

## 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                   | 0 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                  | 200 Hz                            |

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

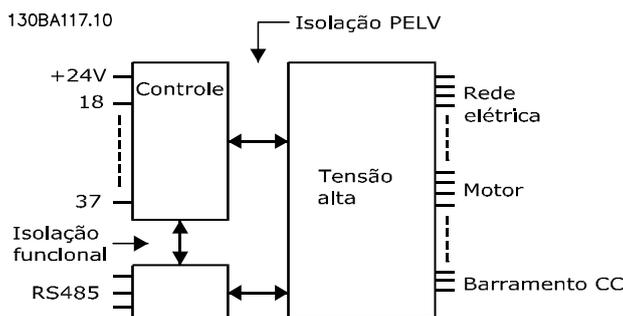


Ilustração 3.1 Isolamento PELV de Entradas Analógicas

## Saída analógica

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Número de saídas analógicas programáveis                     | 1                                 |
| Terminal número  | 42                                |
| Faixa atual na saída analógica                               | 0/4-20 mA                         |
| Carga resistiva máx. em relação ao comum, na saída analógica | 500 Ω                             |
| Precisão na saída analógica                                  | Erro máx: 0,8% do fundo de escala |
| Resolução na saída analógica                                 | 8 bits                            |

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

## Entradas digitais

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Entradas digitais programáveis  | 4 (6)   |
| Terminal número                 | 18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33, |
| Lógica                          | PNP ou NPN  |
| Nível de tensão                 | 0-24 VCC  |
| Nível de tensão, '0' lógico PNP | < 5 VCC   |
| Nível de tensão, "1" lógico PNP | > 10 VCC  |
| Nível de tensão, '0' lógico NPN | > 19 VCC  |
| Nível de tensão, '1' lógico NPN | < 14 VCC  |
| Tensão máxima na entrada        | 28 VCC  |
| Resistência de entrada, Ri      | aprox. 4 kΩ   |

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

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

## Saída digital

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Saídas de pulso/digitais programáveis             | 2                                 |
| Terminal número                                   | 27, 29 <sup>1)</sup>              |
| 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.

## Entradas de pulso

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Entradas de pulso programáveis             | 2                                 |
| Número do terminal do pulso                | 29, 33                            |
| Frequência máx. no terminal, 29, 33        | 110 kHz (acionado por Push-pull)  |
| Frequência máx. no terminal, 29, 33        | 5 kHz (coletor aberto)            |
| Frequência mín. nos terminais 29, 33       | 4 Hz                              |
| Nível de tensão                            | ver a seção sobre Entrada digital |
| Tensão máxima na entrada                   | 28 VCC                            |
| Resistência de entrada, Ri                 | aprox. 4 kΩ                       |
| Precisão da entrada de pulso (0,1 - 1 kHz) | Erro máx: 0,1% do fundo de escala |

## Cartão de controle, saída 24 VCC

|                 |        |
|-----------------|--------|
| Terminal número | 12, 13 |
| 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.

## Saídas do relé

|  |   |
|--|---|
| Saídas do relé programáveis  | 2   |
| <b>Número do Terminal do Relé 01</b>   | 1-3 (freio ativado), 1-2 (freio desativado)     |
| Carga máx. do terminal (AC-1) <sup>1)</sup> no 1-3 (NC), 1-2 (NO) (Carga resistiva)        | 240 V CA, 2 A                                   |
| Carga do terminal máx. (AC-15) <sup>1)</sup> (Carga indutiva a $\cos\phi$ 0,4)             | 240 V CA 0,2 A                                  |
| Carga máx. do terminal (DC-1) <sup>1)</sup> no 1-2 (NO), 1-3 (NF) (Carga resistiva)        | 60 V CC, 1 A                                    |
| Carga do terminal máx. (CC-13) <sup>1)</sup> (Carga indutiva)                              | 24 V CC, 0,1 A                                  |
| <b>Número do Terminal do Relé 02</b>   | 4-6 (freio ativado), 4-5 (freio desativado)     |
| Carga máx. no terminal (AC-1) <sup>1)</sup> no 4-5 (NA) (Carga resistiva) <sup>2)3)</sup>  | 400 V CA, 2 A                                   |
| Carga no terminal máx. (AC-15) <sup>1)</sup> no 4-5 (NO) (Carga indutiva a $\cos\phi$ 0,4) | 240 V CA 0,2 A                                  |
| Carga máx. do terminal (DC-1) <sup>1)</sup> no 4-5 (NO) (Carga resistiva)                  | 80 V CC, 2 A                                    |
| Carga máx. do terminal (CC-13) <sup>1)</sup> no 4-5 (NO) (Carga indutiva)                  | 24 V CC, 0,1A                                   |
| Carga máx. do terminal (AC-1) <sup>1)</sup> no 4-6 (NC) (Carga resistiva)                  | 240 V CA, 2 A                                   |
| Carga no terminal máx. (AC-15) <sup>1)</sup> no 4-6 (NF) (Carga indutiva a $\cos\phi$ 0,4) | 240 V CA, 0,2 A                                 |
| Carga máx. do terminal (DC-1) <sup>1)</sup> no 4-6 (NC) (Carga resistiva)                  | 50 V CC, 2 A                                    |
| Carga máx. do terminal (DC-13) <sup>1)</sup> no 4-6 (NC) (Carga indutiva)                  | 24 V CC, 0,1 A                                  |
| Carga mín. do terminal no 1-3 (NC), 1-2 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)                           | 24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA                    |
| Ambiente de acordo com EN 60664-1  | categoria de sobretensão III/grau de poluição 2 |

1) IEC 60947 partes 4 e 5

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

2) Categoria de Sobretensão II

3) Aplicações UL 300 V CA 2A

## Cartão de controle, saída 10 V CC

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| Terminal número | 50                |
| Tensão de saída | 10,5 V $\pm$ 0,5V |
| Carga máx.      | 25 mA             |

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

## Características de controle

|   |   |
|---|---|
| Resolução da frequência de saída em 0-590 Hz                    | $\pm$ 0,003 Hz                          |
| Tempo de resposta do sistema (terminais 18, 19, 27, 29, 32, 33) | $\leq$ 2 ms                             |
| Faixa de controle da velocidade (malha aberta)                  | 1:100 da velocidade síncrona            |
| Precisão da velocidade (malha aberta)                           | 30-4000 rpm: Erro máximo de $\pm$ 8 rpm |

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

## Ambiente de funcionamento

|   |  |
|---|--|
| Gabinete metálico tipo D1h/D2h/E1/E2                                      | IP00/chassi  |
| Gabinete metálico tipo D3h/D4h  | IP20/chassi  |
| Gabinete metálico tipo D1h/D2h, E1, F1-F4, F8-F13                         | IP21/Tipo 1, IP54/Tipo 12  |
| Testes de vibração gabinetes metálicos D/E/F                              | 1 g  |
| Umidade relativa máxima   | 5% - 95% (IEC 721-3-3; Classe 3K3 (não condensante) durante a operação |
| Ambiente agressivo (IEC 721-3-3), com revestimento                        | classe 3C3   |
| O método de teste está em conformidade com a IEC 60068-2-43 H2S (10 dias) |  |
| Temperatura ambiente (no modo de chaveamento 60 AVM)                      | Máx. 45 °C   |
| Temperatura ambiente máxima com carga reduzida                            | 55 °C  |

Derating para temperatura ambiente elevada, consulte 3.5 Condições Especiais

|   |                 |
|---|-----------------|
| Temperatura ambiente mínima, durante operação plena | 0 °C            |
| Temperatura ambiente mínima em desempenho reduzido  | - 10 °C         |
| Temperatura durante a armazenagem/transporte        | -25 - +65/70 °C |
| Altitude máxima acima do nível do mar, sem derating | 1000 m          |
| Altitude máxima acima do nível do mar, sem derating | 3000 m          |

Derating para alta altitude do ar, consulte 3.5 Condições Especiais

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Normas de EMC, Emissão   | EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3 |
| Normas de EMC, Imunidade | EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,                       |

EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

*Consulte 3.5 Condições Especiais para obter mais informações.*

Desempenho do cartão de controle

Intervalo de varredura

5 ms

Cartão de controle, comunicação serial USB

Padrão USB

1,1 (Velocidade máxima)

Plugue USB

Plugue de "dispositivo" USB tipo B

## ⚠️ CUIDADO

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 USB não está isolada galvanicamente do ponto de aterramento de proteção. Use somente laptop/PC isolado para conectar à porta USB do conversor de frequência ou a um conversor/cabo USB isolado.

## 3.2 Eficiência

### Eficiência do conversor de frequência ( $\eta_{VLT}$ )

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

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

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

### Cálculo da eficiência do conversor de frequência

Calcule a eficiência do conversor de frequência com cargas e velocidades diferentes com base em *Ilustração 3.2*. O fator neste gráfico deve ser multiplicado pelo fator de eficiência específico indicado nas tabelas de especificação em 3.1.1 *Alimentação de rede elétrica 3x380-480 V AC* e 3.1.2 *Alimentação da rede elétrica 3x525-690 V CA*.

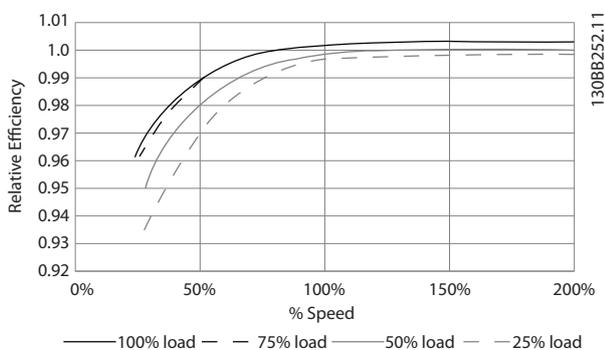


Ilustração 3.2 Curvas de Eficiência Típicas

Exemplo: Presuma um conversor de frequência de 160 kW, 380-480 V CA com carga de 25% e 50% da velocidade.

*Ilustração 3.2* mostra 0,97 - eficiência nominal de um conversor de frequência de 160 kW é 0,98. Assim, a eficiência real é:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

### Eficiência do motor ( $\eta_{MOTOR}$ )

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

Na faixa de 75-100% do torque nominal, a eficiência do motor é praticamente constante, tanto quando controlado pelo conversor de frequência quanto quando funciona diretamente na rede elétrica.

Nos motores pequenos, a influência da característica U/f sobre a eficiência é marginal. Entretanto, nos motores acima de 11 kW as vantagens são significativas.

De modo geral a frequência de chaveamento não afeta a eficiência de motores pequenos. Motores de 11 kW e mais têm sua eficiência melhorada (1-2%) porque a forma da onda senoidal corrente do motor é quase perfeita em frequência de chaveamento alta.

### Eficiência do sistema ( $\eta_{SYSTEM}$ )

Para calcular a eficiência do sistema, a eficiência do conversor de frequência ( $\eta_{VLT}$ ) é multiplicada pela eficiência do motor ( $\eta_{MOTOR}$ ):

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

### 3.3 Ruído Acústico

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

1. Bobinas do circuito intermediário CC.
2. Ventilador interno.
3. Bobina do filtro de RFI.

Os valores típicos medidos a uma distância de 1 m da unidade:

| Gabinete metálico     | Velocidade máxima de ventilador [dBA] |
|-----------------------|---------------------------------------|
| N110                  | 71                                    |
| N132                  | 71                                    |
| N160                  | 72                                    |
| N200                  | 74                                    |
| N250                  | 75                                    |
| N315                  | 73                                    |
| E1/E2 *               | 74                                    |
| E1/E2 **              | 83                                    |
| F1/F2/F3/F4           | 80                                    |
| F8/F9/F10/F11/F12/F13 | 84,5                                  |

\* 315 kW, 380–480 VCA. 450 kW e 500 kW, 525–690 V CA apenas.  
\*\* Potências E1+E2 restantes.

Tabela 3.9 Níveis de Ruído Acústico

### 3.4 Tensão de Pico no Motor

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

- do cabo do motor (tipo, seção transversal, comprimento, blindado ou não blindado)
- da indutância

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

Se o cabo de motor for longo (100 m), o tempo de subida e a tensão de pico aumenta.

Em motores sem papel de isolamento de fase ou outro reforço de isolamento adequado para a operação com fonte de tensão (como um conversor de frequência), instale um filtro de onda senoidal na saída do conversor de frequência.

Para obter os valores aproximados para comprimentos de cabo e tensões não mencionados aqui, utilize as seguintes regras práticas:

1. O tempo de subida aumenta/diminui proporcionalmente ao comprimento de cabo.
2.  $U_{PEAK} = \text{Tensão no link CC} \times 1,9$   
(Tensão no link CC = Tensão de rede elétrica  $\times 1,35$ ).
3. 
$$dU/dt = \frac{0,8 \times U_{PEAK}}{\text{Tempo de subida}}$$

Os dados são medidos de acordo com a norma IEC 60034-17.

Os comprimentos de cabo são em metros.

Especificações de comprimento de cabo:

| Conversor de frequência N110 - N315, T4/380-500 V |                             |                            |            |                     |
|---|-----------------------------|----------------------------|------------|---------------------|
| Comprimento de cabo [m]                           | Tensão de rede elétrica [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Vpeak [kV] | dU/dt [kV/ $\mu$ s] |
| 30  | 400                         | 0,26                       | 1,180      | 2,109               |

Tabela 3.10 N110 - N315, T4/380-500 V

| Conversor de frequência P400 - P1M0, T4/380-500 V |                             |                            |            |                     |
|---|-----------------------------|----------------------------|------------|---------------------|
| Comprimento de cabo [m]                           | Tensão de rede elétrica [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Vpeak [kV] | dU/dt [kV/ $\mu$ s] |
| 30  | 500                         | 0,71                       | 1,165      | 1,389               |
| 30  | 400                         | 0,61                       | 0,942      | 1,233               |
| 30  | 500 <sup>1</sup>            | 0,80                       | 0,906      | 0,904               |
| 30  | 400 <sup>1</sup>            | 0,82                       | 0,760      | 0,743               |

Tabela 3.11 P400 - P1M0, T4/380-500 V

<sup>1)</sup> Com Danfoss filtro  $dU/dt$ .

| N110-N160, T7 (525-690 V) |                             |                            |            |                     |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------|---------------------|
| Comprimento de cabo [m]   | Tensão de rede elétrica [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Vpeak [kV] | dU/dt [kV/ $\mu$ s] |
| 150                       | 690                         | 0,36                       | 2135       | 2,197               |

Tabela 3.12 N110-N160, T7 (525-690 V)

| N200-N400, T7 (525-690 V) |                             |                            |            |                     |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------|---------------------|
| Comprimento de cabo [m]   | Tensão de rede elétrica [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Vpeak [kV] | dU/dt [kV/ $\mu$ s] |
| 150                       | 690                         | 0,46                       | 2210       | 1,744               |

Tabela 3.13 N200-N400, T7 (525-690 V)

| Conversor de frequência P450 - P1M4, T7/525-690 V |                             |                            |            |                     |
|---|-----------------------------|----------------------------|------------|---------------------|
| Comprimento de cabo [m]                           | Tensão de rede elétrica [V] | Tempo de subida [ $\mu$ s] | Vpeak [kV] | dU/dt [kV/ $\mu$ s] |
| 30  | 690                         | 0,57                       | 1,611      | 2,261               |
| 30  | 575                         | 0,25                       |            | 2,510               |
| 30  | 690 <sup>1)</sup>           | 1,13                       | 1,629      | 1,150               |

Tabela 3.14 P450 - P1M4, T7/525-690 V

<sup>1)</sup> Com Danfoss filtro dU/dt.

### 3.5 Condições Especiais

#### 3.5.1 Finalidade do Derating

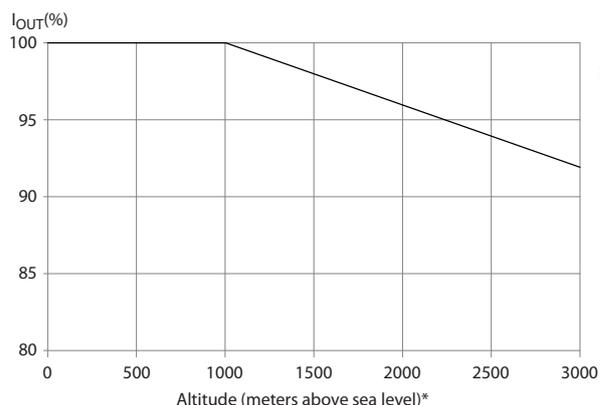
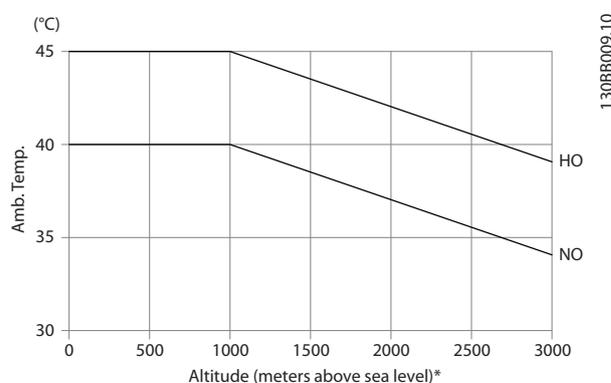
O derating deve ser levado em consideração ao usar o conversor de frequência em pressão de ar baixa (locais altos), em velocidades baixas, com cabos de motor longos, cabos com seção transversal grande ou em temperatura ambiental elevada. A ação requerida está descrita nesta seção.

#### 3.5.2 Derating para Pressão Atmosférica Baixa

A capacidade de resfriamento de ar diminui nas pressões de ar mais baixas.

Abaixo de 1000 m de altitude não há necessidade de derating, mas acima de 1000 m a temperatura ambiente ( $T_{AMB}$ ) ou a corrente de saída máx. ( $I_{out}$ ) fazer derate de acordo com

Uma alternativa é diminuir a temperatura ambiente em altitudes elevadas e garantir 100% da corrente de saída em altitudes elevadas. Foi elaborada uma situação de 2 km, para exemplificar a maneira de ler o gráfico, Na temperatura de 45 °C ( $T_{AMB, MAX} - 3,3$  K), 91% da corrente de saída nominal está disponível. Na temperatura de 41,7 °C, 100% da corrente de saída nominal fica disponível.


 Ilustração 3.3 Derating da corrente de saída versus altitude em  $T_{AMB, MAX}$ 

 Ilustração 3.4 Derating da corrente de saída versus altitude em  $T_{AMB, MAX}$ 

#### 3.5.3 Derate para operação 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 (mod TC)

Em aplicações de torque constante é possível para um motor puxar corrente total ao operar em velocidades lentas. Nesses casos, as aletas de resfriamento não resfriam adequadamente o motor, provocando superaquecimento. Quando o motor estiver operando continuamente a menos da metade da sua velocidade nominal, aplique mais resfriamento.

Alternativamente, um motor de tamanho extra pode ser usado para reduzir o nível de carga. Entretanto, o tamanho do motor é limitado a um tamanho maior que o especificado pelo conversor de frequência.

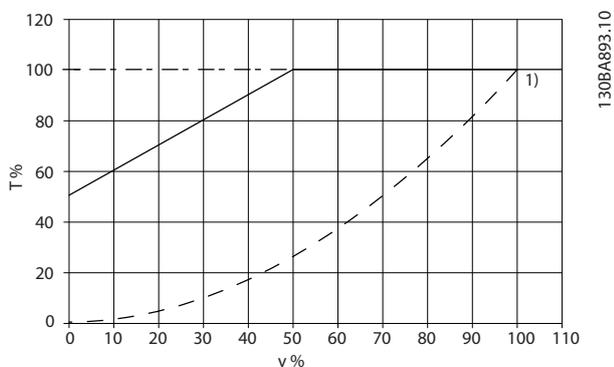
3

Uma alternativa é reduzir o nível de carga do motor escolhendo 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, em que o torque é proporcional ao quadrado da velocidade e a potência é proporcional ao cubo da velocidade, não há necessidade de resfriamento adicional ou de derating do motor.

Nos gráficos mostrados a seguir, a curva de VT típica está abaixo do torque máximo com de-rating e torque máximo com resfriamento forçado em todas as velocidades.



130BA893.10

Ilustração 3.5 Carga Máxima para um Motor Padrão a 40 °C

|         |                                      |
|---------|--------------------------------------|
| ---     | Torque típico com carga VT           |
| ---●--- | Torque máx. com resfriamento forçado |
| —       | Torque máx.                          |

Tabela 3.15 Legenda para Ilustração 3.5

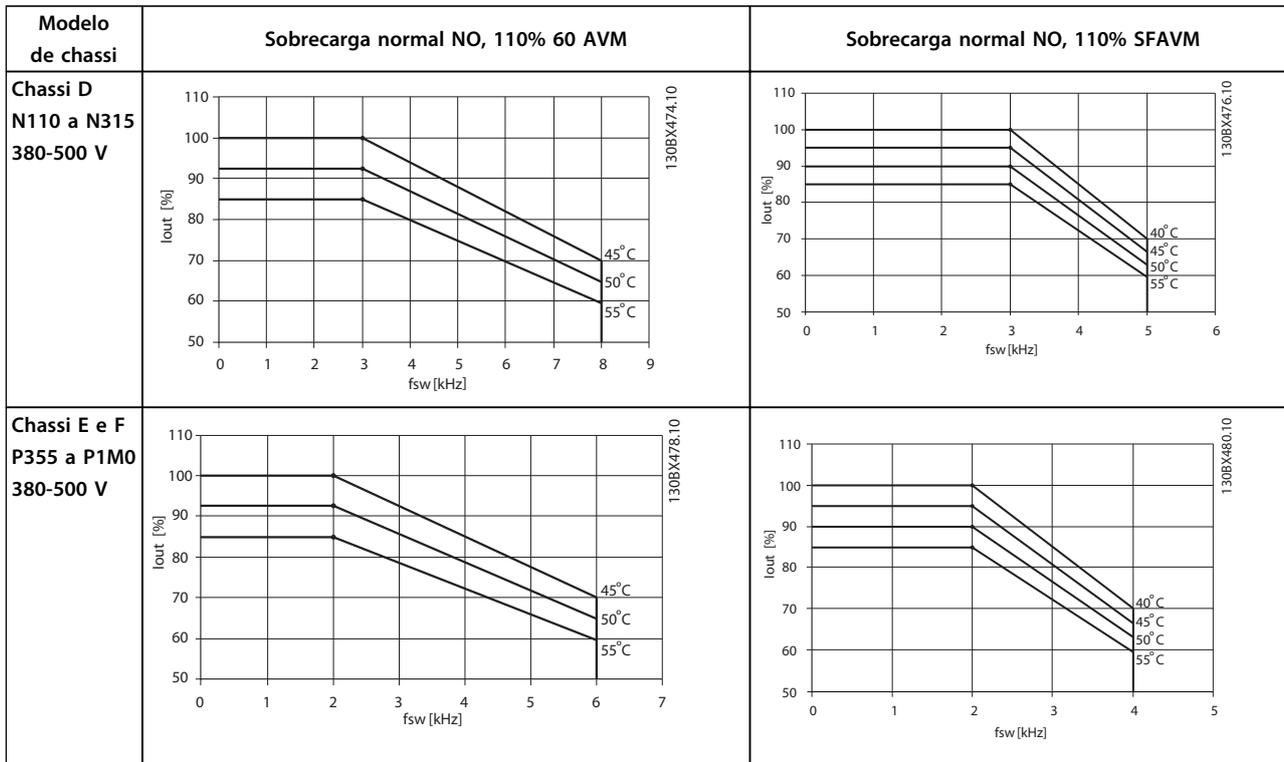
**AVISO!**

**Operação com velocidade sobre-sincronizada resulta no torque do motor disponível diminuindo de modo inversamente proporcional ao aumento da velocidade. Considere essa diminuição durante a fase de projeto para evitar sobrecarga do motor.**

**3.5.4 Adaptações Automáticas para Garantir o Desempenho**

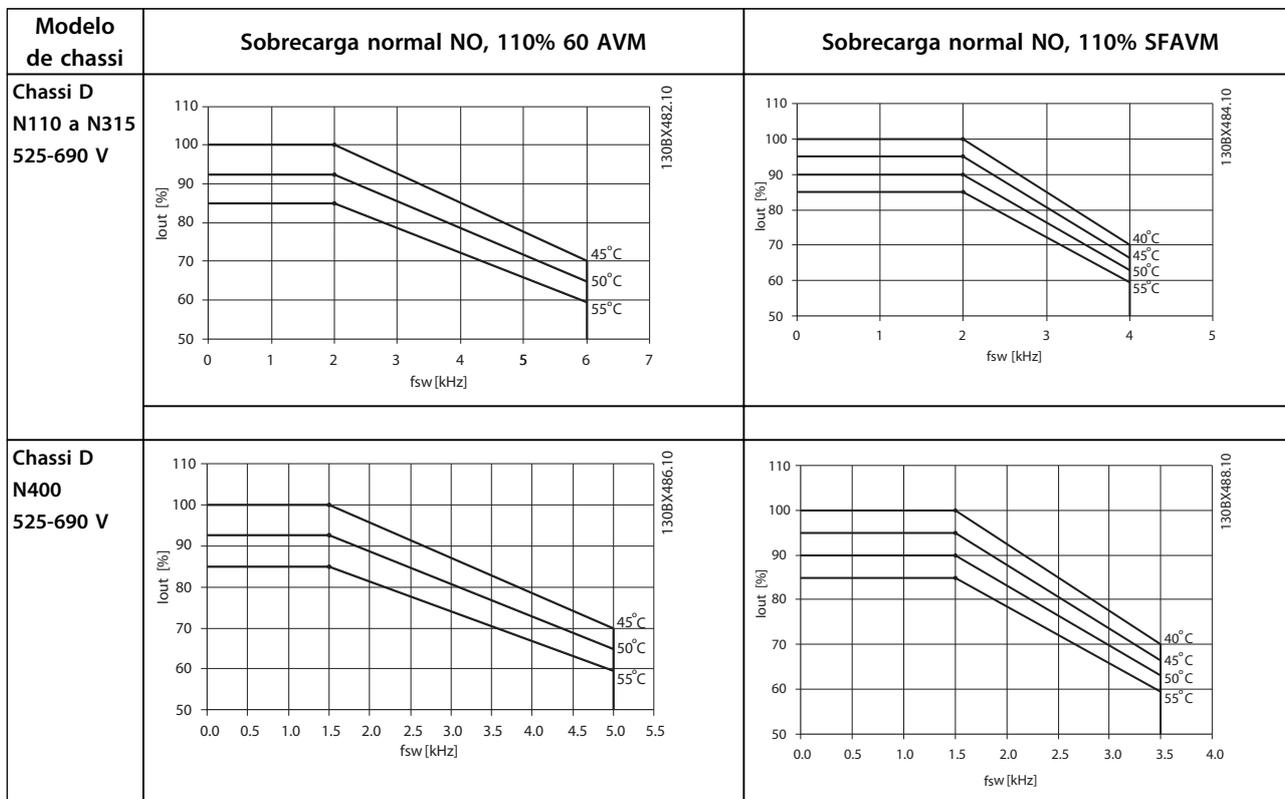
O conversor de frequência verifica constantemente os níveis críticos de temperatura interna, corrente de carga, alta tensão no circuito intermediário e baixas velocidades do motor. Em resposta a um nível crítico, o conversor de frequência pode ajustar a frequência de chaveamento e/ou alterar o padrão de chaveamento para assegurar o desempenho do conversor de frequência. A capacidade de reduzir automaticamente a corrente de saída prolonga ainda mais as condições operacionais.

### 3.5.5 Derating para a Temperatura Ambiente



3

Tabela 3.16 Tabelas de derating para conversores de frequência classificados para 380–500 V (T5)



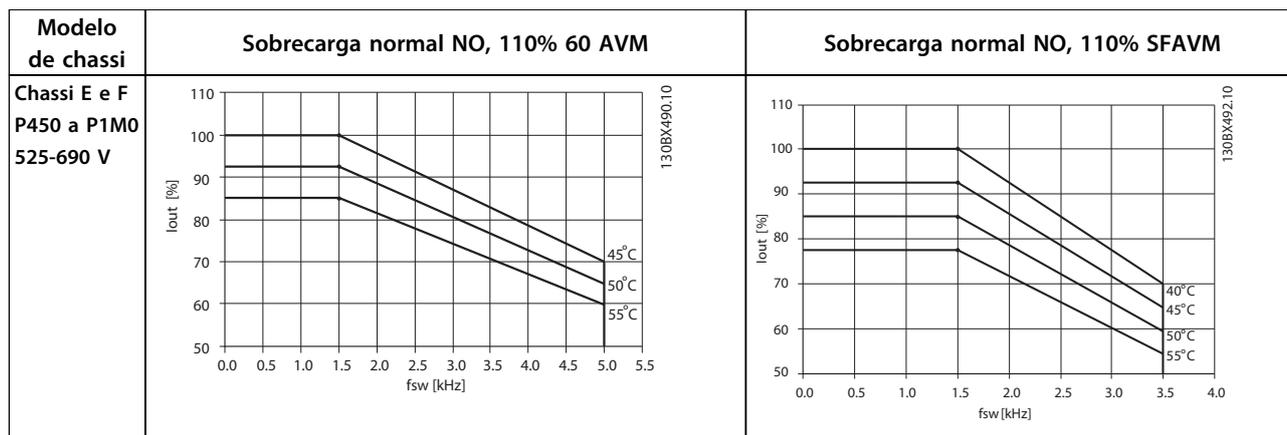


Tabela 3.17 Tabelas de derating para conversores de frequência classificados para 525–690 V (T7)

### 3.6 Opcionais e Acessórios

A Danfoss oferece um grande número de opcionais e acessórios para os conversores de frequência.

#### 3.6.1 Módulo de Entrada / Saída de Uso Geral do MCB 101

O MCB 101 é utilizado como extensão das entradas digital e analógica do conversor de frequência.

**Conteúdo: O MCB 101 deve ser instalado no slot B do conversor de frequência.**

- Módulo opcional do MCB 101
- Moldura do LCP estendida
- Tampa do bloco de terminais

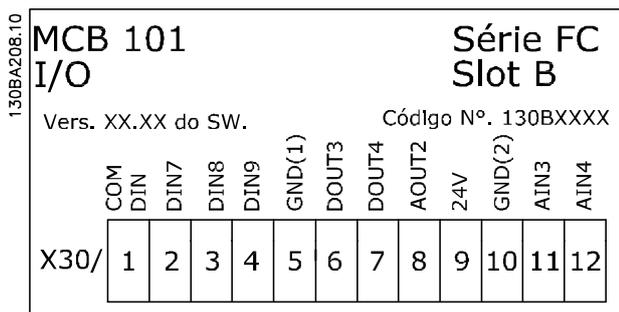


Ilustração 3.6 MCB 101

#### Isolação galvânica no MCB 101

Se a fonte de alimentação de 24 V interna (terminal 9) for usada para alternar as entradas digitais 7, 8 ou 9,

estabeleça a conexão entre os terminais 1 e 5, o que está ilustrado em *Ilustração 3.7*.

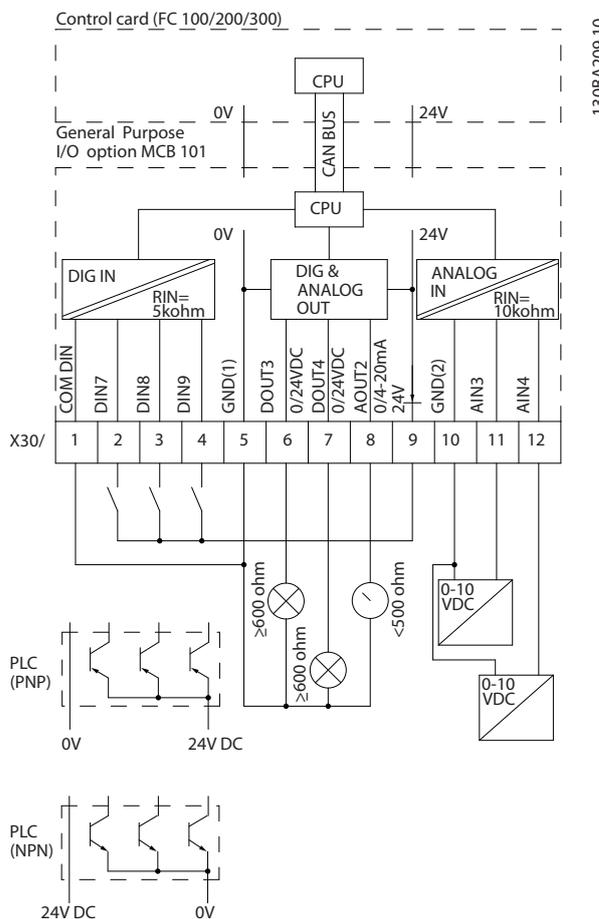


Ilustração 3.7 Diagrama de Princípios

### 3.6.2 Entradas Digitais - Terminal X30/1-4

| Parâmetros para setup: 5-16, 5-17 e 5-18 |                 |  |  |                                  |
|--|-----------------|--|--|----------------------------------|
| Nº de entradas digitais                  | Nível de tensão | Níveis de tensão   | Tolerância   | Velocidade Impedância de entrada |
| 3  | 0-24 V CC       | Tipo PNP:<br>Comum = 0 V<br>"0" lógico: Entrada < 5 VCC<br>"0" lógico: Entrada > 10 VCC<br>Tipo NPN:<br>Comum = 24 V<br>"0" lógico: Entrada > 19 VCC<br>"0" lógico: Entrada < 14 VCC | $\pm 28$ V contínuo<br>$\pm 37$ V no mínimo por 10 s | Aprox. 5 k $\Omega$              |

Tabela 3.18 Entradas Digitais - Terminal X30/1-4

### 3.6.3 Entradas de Tensão Analógicas - Terminal X30/10-12

| Parâmetros para setup: 6-3*, 6-4* e 16-76 |                              |                          |           |                                  |
|---|------------------------------|--------------------------|-----------|----------------------------------|
| Número de entradas de tensão analógica    | Sinal de entrada padronizado | Tolerância               | Resolução | Velocidade Impedância de entrada |
| 2   | 0-10 V CC                    | $\pm 20$ V continuamente | 10 bits   | Aprox. 5 k $\Omega$              |

Tabela 3.19 Entradas de Tensão Analógicas - Terminal X30/10-12

### 3.6.4 Saídas Digitais - Terminal X30/5-7

| Parâmetros para setup: 5-32 e 5-33 |                |            |                  |
|------------------------------------|----------------|------------|------------------|
| Número de saídas digitais          | Nível da saída | Tolerância | Impedância máx.  |
| 2                                  | 0 V ou 2 V CC  | $\pm 4$ V  | $\geq 600\Omega$ |

Tabela 3.20 Saídas Digitais - Terminal X30/5-7

### 3.6.5 Saídas Analógicas - Terminal X30/5+8

| Parâmetros para setup: 6-6* e 16-77 |                         |              |                 |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|
| Número de saídas analógicas         | Nível do sinal de saída | Tolerância   | Impedância máx. |
| 1                                   | 0/4 - 20 mA             | $\pm 0,1$ mA | < 500 $\Omega$  |

Tabela 3.21 Saídas Analógicas - Terminal X30/5+8

### 3.6.6 Opcional de Relé MCB 105

O MCB 105 O opcional inclui 3 peças de contatos SPDT e deve ser encaixado no slot B do opcional.

|   |   |
|---|---|
| Carga máx. do terminal (CA-1) <sup>1)</sup> (Carga resistiva)             | 240 V CA 2 A                            |
| Carga máx. do terminal (CA-15) <sup>1)</sup> (Carga indutiva em cosφ 0,4) | 240 V CA 0,2 A                          |
| Carga máx. no terminal (CC-1) <sup>1)</sup> (Carga resistiva)             | 24 V CC 1 A                             |
| Carga máx. no terminal (CC-13) <sup>1)</sup> (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 <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup> |

Tabela 3.22 Dados Elétricos

<sup>1)</sup> IEC 947 peça 4 e 5

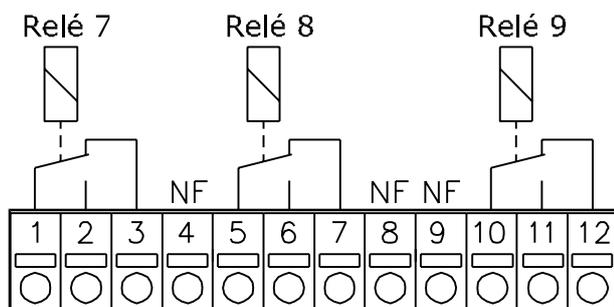
Quando o kit do opcional de relé for encomendado separadamente, ele incluirá:

- Módulo do Relé MCB 105
- Moldura do LCP estendida e tampa dos terminais maior
- Etiqueta para cobrir o acesso às chaves S201, S202 e S801
- Fitas para cabo, para fixá-los no módulo do relé

Como adicionar o opcional MCB 105:

- Consulte as instruções de montagem no começo da seção Opcionais e Acessórios
- A energia deve ser desligada para as conexões energizadas nos terminais de relé.
- Não misture as partes energizadas com os sinais de controle (PELV).
- Selecione as funções de relé em 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].

(Índice [6] é o relé 7, índice [7] é o relé 8 e índice [8] é o relé 9)



130BA162.10

Ilustração 3.8 Conexão dos cabos aos Terminais

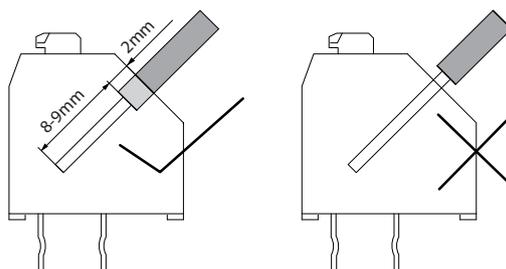


Ilustração 3.9 Conexão dos cabos aos Terminais

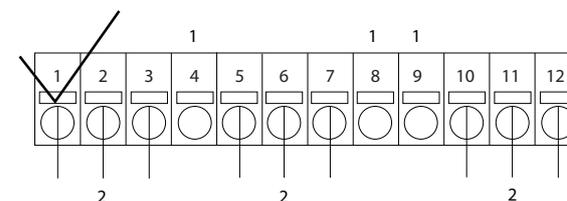
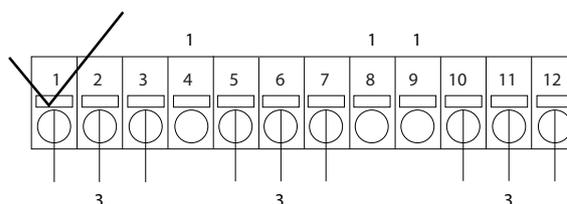
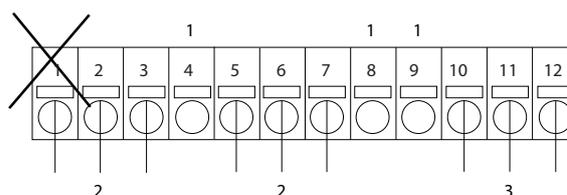


Ilustração 3.10 1) NC

2) Peça energizada

3) PELV

## ⚠️ ADVERTÊNCIA

Não misture peças de tensão baixa e sistemas PELV. Com uma única falha o sistema todo pode tornar-se perigoso para tocar e poderá resultar em morte ou ferimentos graves.



**Configuração de E/S Analógica**

3 x Entradas Analógicas, capazes de controlar:

- 0 - 10 V CC

OU

- 0-20 mA (entrada de tensão 0-10 V) montando um resistor de 510Ω nos terminais (consulte a NOTA)
- 4-20 mA (entrada de tensão 2-10 V) montando um resistor de 510Ω nos terminais (consulte a NOTA)
- Sensor de temperatura Ni1000 de 1.000 Ω a 0 ° C. Especificações de acordo com DIN43760
- Sensor de temperatura Pt1000 de 1000Ω a 0 ° C. Especificações de acordo com IEC 60751

3 x Saídas Analógicas fornecendo alimentação 0-10 V CC.

**AVISO!**

Observe os valores disponíveis para os diferentes grupos de resistores padrão:

E12: O valor padrão mais próximo é 470 Ω, o que cria uma entrada de 449,9 Ω e 8,997 V.

E24: O valor padrão mais próximo é 510 Ω, o que cria uma entrada de 486,4 Ω e 9,728 V.

E48: O valor padrão mais próximo é 511 Ω, que cria uma entrada de 487,3 Ω e 9,746 V.

E96: O valor padrão mais próximo é 523 Ω, o que cria uma entrada de 498,2 Ω e 9,964 V.

**Entradas analógicas - terminal X42/1-6**

Grupo do parâmetro de leitura: 18-3\* *Leituras Analógicas*. Para obter mais informações, consulte o Guia de Programação.

Grupo do parâmetro para setup: 26-0\* *Modo E/S Analógica*, 26-1\* *Entrada analógica X42/1*, 26-2\* *Entrada analógica X42/3 e 26-3\* Entrada analógica X42/5*. Para obter mais informações, consulte o Guia de Programação.

| 3 x Entradas analógicas                     | Faixa de operação | Resolução | Precisão                                    | Amostragem | Carga máx.             | Impedância           |
|---|-------------------|-----------|---|------------|------------------------|----------------------|
| Usado como entrada de sensor de temperatura | -50 °C a +150 °C  | 11 bits   | -50 °C<br>±1 °K<br>+150 °C<br>±2 °K         | 3 Hz       | -                      | -                    |
| Usado como entrada de tensão                | 0 - 10 V CC       | 10 bits   | 0,2% da escala total na temp. de calibração | 2,4 Hz     | +/- 20 V continuamente | Aproximadamente 5 kΩ |

Tabela 3.24 Entradas Analógicas

Quando utilizadas para tensão, as entradas analógicas são escalonáveis pelos parâmetros de cada entrada.

Quando utilizado para sensor de temperatura, o escalonamento de entradas analógicas é predefinido, no nível de sinal necessário para a faixa de temperatura especificada.

Quando as entradas analógicas são utilizadas para sensores de temperatura, é possível ler o valor de feedback tanto em °C como em °F.

Ao operar com sensores de temperatura, o comprimento de cabo máximo para conexão dos sensores é 80 m de fio não blindado / não trançado.

**Saídas analógicas - terminal X42/7-12**

Grupo do parâmetro para leitura e gravação: 18-3\*. Para obter mais informações, consulte o Guia de Programação.

Grupo do parâmetro para setup: 26-4\* *Saída analógica X42/7*, 26-5\* *Saída analógica X42/9 e 26-6\* Saída analógica X42/11*. Para obter mais informações, consulte o Guia de Programação.

| 3 x Saídas analógicas | Nível do sinal de saída | Resolução | Linearidade           | Carga máx. |
|-----------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|------------|
| Volt                  | 0-10 V CC               | 11 bits   | 1% do fundo de escala | 1 mA       |

Tabela 3.25 Saídas Analógicas

As saídas analógicas são escalonáveis por meio dos parâmetros de cada saída.

A função designada é selecionável por meio de um parâmetro e tem as mesmas opções das saídas analógicas do cartão de controle.

Para obter uma descrição mais detalhada dos parâmetros, consulte o Guia de Programação.

#### Relógio em tempo real (RTC) com backup

O formato dos dados do RTC inclui ano, mês, data, hora, minutos e dia da semana.

A precisão do relógio é superior a  $\pm 20$  ppm, em 25 °C.

A bateria de lítio interna de backup dura no mínimo 10 anos, em média, quando o conversor de frequência estiver funcionando na temperatura ambiente de 40 °C. Se essa bateria falhar, o opcional de E/S analógica deve ser substituído.

O controle em cascata é um tipo de sistema comum utilizado para controlar bombas ou ventiladores em paralelo, de um modo energético eficiente.

O opcional de controlador em cascata disponibiliza a capacidade de controlar diversas bombas configuradas em paralelo de modo que pareçam ser uma única bomba grande.

Para atender a saída de sistema necessária para fluxo ou pressão ao usar controladores em cascata, as bombas individuais são ligadas automaticamente (escalonadas) e desligadas (desescalonadas) conforme necessário. A velocidade das bombas conectadas ao AQUA Drive do VLT®FC 202 também é controlada para fornecer uma faixa contínua de saída do sistema.

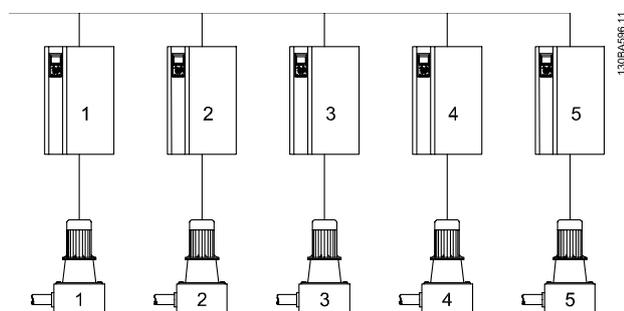


Ilustração 3.12 Controle em Cascata de Diversas Bombas

Os controladores em cascata são componentes opcionais de hardware e software que podem ser adicionados ao AQUA Drive do VLT®FC 202. Consistem em uma placa opcional contendo três relés que é instalada na posição do

opcional B no drive. Uma vez instalados os opcionais, os parâmetros necessários suportar as funções do controlador em cascata são disponibilizados por meio do painel de controle no grupo do parâmetro 27-\*\*. *Controle em cascata estendido*. O controlador em cascata estendido oferece mais funcionalidade que o controlador em cascata básico. Ele pode ser utilizado para estender a cascata básica por meio de três relés e até oito relés com o cartão de controle em cascata avançada instalado.

Mesmo que o controlador em cascata tenha sido projetado para aplicações de bombeamento e esta documentação descreva o controlador em cascata para esta aplicação, também é possível utilizar os controladores em cascata para qualquer aplicação que exija diversos motores configurados em paralelo.

#### Operação mestre/escravo

O software do controlador em cascata executa a partir de um único VLT AQUA Drive com o cartão opcional de controlador em cascata instalado. Esse conversor de frequência é denominado de drive mestre. Ele controla um conjunto de bombas, cada uma controlada por um conversor de frequência ou conectada diretamente na rede elétrica por meio de um contator ou de um soft starter.

Cada conversor de frequência adicional no sistema é designado de drive escravo. Esses conversores de frequência não requerem que o cartão opcional de controlador em cascata esteja instalado. Eles são acionados no modo malha aberta e recebem sua referência de velocidade do drive mestre. As bombas conectadas a esses conversores de frequência são chamadas de bombas de velocidade variável.

Cada bomba adicional conectada à rede elétrica por meio de um contator ou por meio de um soft starter é chamada de bomba de velocidade constante.

Cada bomba de velocidade variável ou velocidade constante corresponde a um relé no drive mestre. O conversor de frequência com o cartão opcional de controlador em cascata tem cinco relés disponíveis para controlar as bombas. Dois relés são padrão no conversor de frequência e três relés adicionais estão no cartão de opcional MCO 101 ou 8 relés e 7 entradas digitais no cartão opcional MCO 102.

A diferença entre MCO 101 e MCO 102 é basicamente o número de relés opcionais disponibilizados ao conversor de frequência. Quando o MCO 102 está instalado, o cartão opcional de relés MCB 105 pode ser montado no slot B.

O controlador em cascata é capaz de controlar uma combinação de bombas de velocidade variável e velocidade constante. As configurações possíveis estão

descritas mais detalhadamente em 3.6.9 *Descrição Geral*. Para simplicidade da descrição feita neste manual, pressão e fluxo são usados para descrever a variável de saída do conjunto de bombas controladas pelo controlador em cascata.

### 3.6.9 Descrição Geral

O software do controlador em cascata executa a partir de um único AQUA Drive do VLT®FC 202 com o cartão opcional de controlador em cascata instalado. Esse conversor de frequência é denominado de drive mestre. Ele controla um conjunto de bombas, cada uma delas controlada por um conversor de frequência ou conectada diretamente na rede elétrica, por meio de um contator ou por intermédio de um soft starter.

Cada conversor de frequência adicional no sistema é designado de drive escravo. Esses conversores de frequência não requerem que o cartão opcional de controlador em cascata esteja instalado. Eles são acionados no modo malha aberta e recebem sua referência de velocidade do drive mestre. As bombas conectadas a esses conversores de frequência são chamadas de bombas de velocidade variável

Cada bomba adicional conectada à rede elétrica por meio de um contator ou por meio de um soft starter é chamada de bomba de velocidade constante.

Cada bomba de velocidade variável ou velocidade constante é controlada por um relé no Drive Mestre. O conversor de frequência com o cartão do opcional do Controlador em Cascata, tem cinco relés disponíveis para controlar as bombas. Dois relés são padrão no conversor de frequência e três relés adicionais estão no cartão opcional MCO 101 ou 8 relés e 7 entradas digitais no cartão opcional MCO 102.

A diferença entre MCO 101 e MCO 102 é basicamente o número de relés opcionais disponibilizados ao conversor de frequência. Quando o MCO 102 está instalado, o cartão opcional de relés MCB 105 pode ser montado no slot B.

O controlador em cascata é capaz de controlar uma combinação de bombas de velocidade variável e velocidade constante. As configurações possíveis estão descritas mais detalhadamente na seção a seguir. Para simplicidade da descrição feita neste manual, pressão e fluxo são usados para descrever a variável de saída do conjunto de bombas controladas pelo controlador em cascata.

### 3.6.10 Controlador em Cascata Estendido MCO 101

O opcional MCB 101 inclui 3 peças de contactos comutadores e pode ser instalado no slot de opcional B.

|  |   |
|--|---|
| Carga do terminal máxima (CA)                                | 240 V CA 2 A                            |
| Carga do terminal máxima (CC)                                | 24 V CC 1 A                             |
| Carga mín. no terminal (CC)                                  | 5 V 10 mA                               |
| Velocidade de chaveamento máxima em carga nominal/carga mín. | 6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup> |

Tabela 3.26 Dados Elétricos

## ▲ADVERTÊNCIA

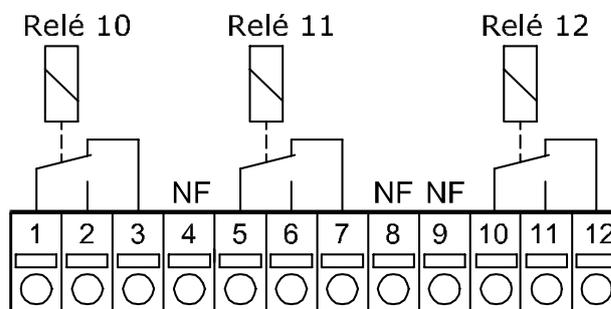
Alimentação da Advertência Dual

## AVISO!

Coloque a etiqueta no chassi do LCP como mostrado (aprovado pelo UL).

Como instalar o opcional MCB 101:

- Deve-se desligar a energia do conversor de frequência.
- A energia deve ser desligada para as conexões energizadas nos terminais de relé.
- Remova o LCP, a tampa de terminal e o suporte do FC 202.
- Encaixe o opcional MCB 101 no slot B.
- Conecte os cabos de controle e afrouxe os cabos na braçadeira do chassi.
- Sistemas diferentes não devem ser misturados.
- Encaixe a armação estendida e a tampa de terminal.
- Substitua o LCP
- Conecte a energia ao conversor de frequência.



130BA606.10

Ilustração 3.13 Conexão dos cabos aos Terminais

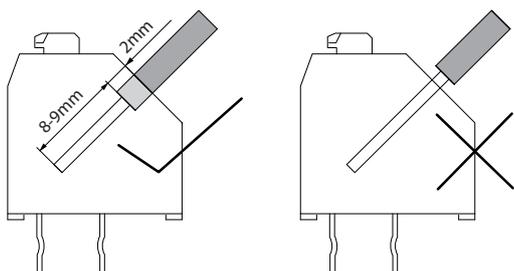


Ilustração 3.14 Conexão dos cabos aos Terminais

130BA177.10

sua taxa de dissipação de energia e ao seu tamanho físico. A Danfoss oferece uma ampla variedade de resistores diferentes projetados especificamente para os nossos conversores de frequência. Consulte 2.13 Controle com a Função de Frenagem para dimensionar os resistores do freio. Os números de código podem ser encontrados em 4 Como Fazer o Pedido..

### 3.6.12 Kit de Montagem Remota do LCP

O LCP pode ser transferido para frente de um painel elétrico usando o kit integrado remoto. O gabinete metálico é IP66. Os parafusos de fixação devem ser apertados com um torque de 1 Nm, no máximo.

|  |            |
|--|------------|
| Gabinete metálico                        | IP66 front |
| Comprimento de cabo máx. entre e unidade | 3 m        |
| Padrão de comunicação                    | RS-485     |

Tabela 3.28 Dados Técnicos

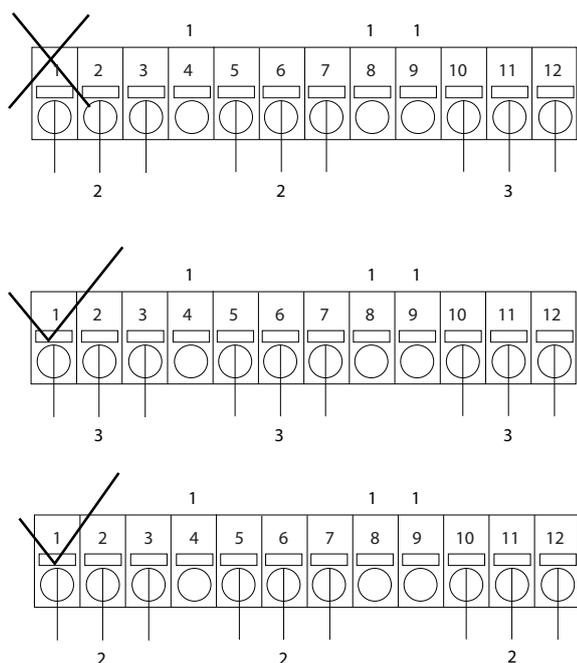


Ilustração 3.15 Terminais

130BA176.11

|   |                 |
|---|-----------------|
| 1 | NC              |
| 2 | Peça energizada |
| 3 | PELV            |

Tabela 3.27 Legenda para Ilustração 3.15

## ⚠️ ADVERTÊNCIA

Não misture peças de tensão baixa e sistemas PELV.

### 3.6.11 Resistores de 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. Em aplicações com frenagens frequentes e/ou altas cargas de inércia esse aumento pode resultar em um desarme por sobretensão no conversor e, finalmente, em 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

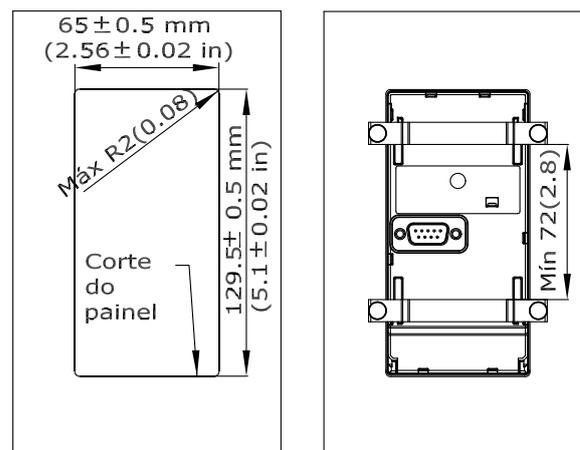
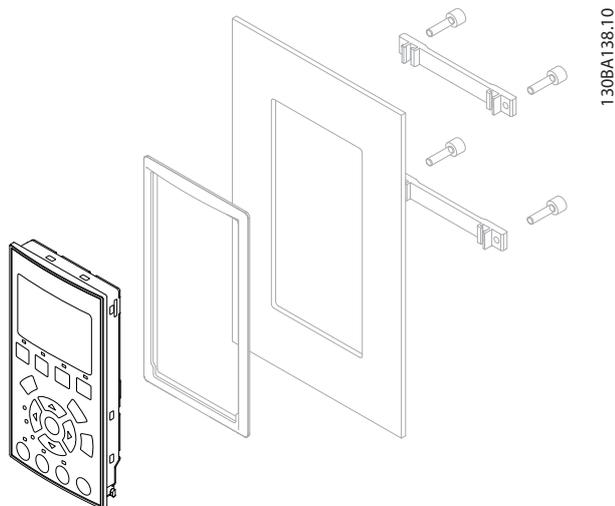


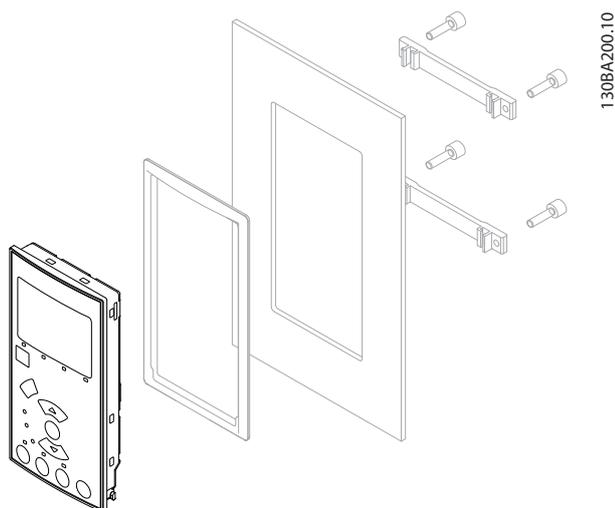
Ilustração 3.16

130BA139.13

**Kits de LCP**


**Ilustração 3.17** Kit de LCP com LCP Gráfico, Presilhas, Cabo de 3 m e Guarnição.

N° de Pedido 130B1113



**Ilustração 3.18** Kit de LCP com LCP numérico, presilhas e guarnição.

N° de Pedido 130B1114

**3.6.13 Filtros de Entrada**

O retificador de diodo de 6 pulsos causa a distorção de correntes harmônicas. As correntes harmônicas afetam o equipamento serial instalado de maneira idêntica às correntes reativas. Conseqüentemente, a distorção das correntes harmônicas pode resultar em superaquecimento do transformador de alimentação, cabos etc. Dependendo da impedância da grade de potência, a distorção harmônica de corrente pode levar a distorção de tensão que também afeta outros equipamentos alimentados pelo mesmo transformador. Distorção de tensão aumenta as perdas, causa envelhecimento prematuro e, o pior de tudo,

operações erráticas. A bobina integrada reduz a maioria das harmônicas, mas se mais redução for necessária, a Danfoss oferece dois tipos de filtros passivos.

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.

O AHF 010 está reduzindo as correntes harmônicas para menos de 10% e o AHF 005 está reduzindo as correntes harmônicas para menos de 5% em 2% de distorção de fundo e 2% de desbalanceamento.

**3.6.14 Filtros de Saída**

O chaveamento de alta velocidade do conversor de frequência gera alguns efeitos secundários, que influenciam o motor e o ambiente fechado. Dois tipos de filtro diferentes, os filtros dU/dt e de onda senoidal estão estabelecidos para tratar desses efeitos colaterais.

**Filtros dU/dt**

A combinação de tensão rápida e aumento de corrente causa tensões na isolação do motor. As mudanças rápidas de energia podem refletir-se também na linha CC do inversor e causar o seu desligamento. O filtro dU/dt é projetado para reduzir o tempo de subida da tensão/ mudança rápida da energia no motor e, com essa intervenção, evitar envelhecimento prematuro e faíscação na isolação do motor. Os filtros dU/dt influem positivamente na radiação do ruído magnético que conecta o conversor de frequência ao motor. A forma de onda da tensão é ainda formada, mas a relação dU/dt é reduzida em comparação com a instalação sem filtro.

**Filtros Senoidais**

Os filtros de Onda senoidal são projetados para permitir somente a passagem das frequências baixas. As frequências altas são desviadas, resultando em uma forma de onda de fase senoidal para tensão de fase e formas de onda de corrente senoidal.

Com as formas de onda senoidais, a utilização de motores com conversor de frequência especiais e isolação reforçada não é mais necessária. O ruído acústico do motor também é amortecido, em consequência da condição da onda. Além dos recursos do filtro dU/dt, o filtro de onda senoidal também reduz a tensão da isolação e as correntes de rolamento no motor, levando assim a uma vida útil prolongada do motor e períodos de manutenção mais espaçados. Os filtros de onda senoidal possibilitam o uso de cabo de motor mais longo em aplicações em que o motor está instalado longe do conversor de frequência. O comprimento, infelizmente, é limitado porque o filtro não reduz as correntes de fuga nos cabos.

### 3.7 Opções de Alta Potência

## CUIDADO

Um ventilador de porta é necessário no gabinete metálico para remover as perdas de calor não contidas no canal traseiro do conversor de frequência e qualquer perda adicional gerada por outros componentes instalados no interior do gabinete metálico. O fluxo de ar total requerido deve ser calculado no sentido de possibilitar a seleção de ventiladores adequados. Alguns fabricantes de gabinetes metálicos oferecem software que permite efetuar os cálculos (ou seja, o software Rittal Therm). Se o conversor de frequência for o único componente que gera calor no gabinete metálico, o fluxo de ar mínimo necessário em uma temperatura ambiente de 45 °C para o conversor de frequência D3h e D4h é 391 m<sup>3</sup>/h (230 cfm). O fluxo de ar mínimo necessário em uma temperatura ambiente de 45 °C para o conversor de frequência E2 é 782 m<sup>3</sup>/h (460 cfm).

#### 3.7.1 Instalação do Kit de Resfriamento do Canal Traseiro em Gabinetes Metálicos Rittal

Esta seção trata da instalação de conversores de frequência com chassi IP00/IP20 com kits de resfriamento de canal posterior em gabinetes metálicos Rittal. Além do gabinete metálico, é necessário um pedestal de montagem.

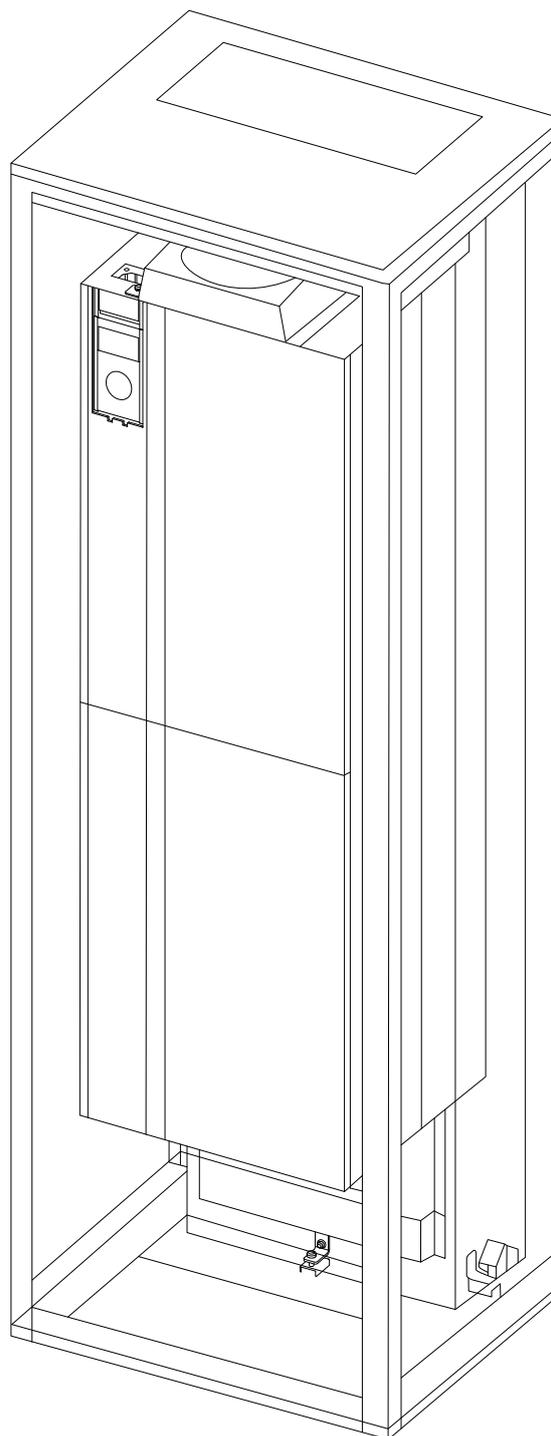


Ilustração 3.19 Instalação do IP00/IP20/Chassi no gabinete metálico Rittal TS8.

#### A dimensão mínima do gabinete metálico é:

- Chassi D3h: Profundidade de 500 mm e largura de 400 mm
- Chassi D4h: Profundidade de 500 mm e largura de 600 mm.
- Chassi E2Unidade Tamanho 52: Profundidade de 600 mm e largura de 800 mm.

A profundidade e largura máxima devem atender os requisitos da instalação. Ao usar vários conversores de frequência em um gabinete metálico, monte cada um em seu próprio painel traseiro e apoie cada um ao longo da seção central do painel. Os kits de resfriamento do canal traseiro não suportam a montagem do painel "no chassi" (consulte o catálogo Rittal TS8 para saber detalhes). Os kits de resfriamento listados em *Tabela 3.29* são apropriados

para uso somente com conversores de frequência com chassi IP00/IP20 em gabinetes metálicos Rittal TS8 IP20 e UL e NEMA 1 e IP54 e UL e NEMA 12.

**▲ CUIDADO**

Para o chassi E2 Unidade de Tamanho 52 é importante montar a chapa na traseira absoluta do gabinete metálico do gabinete metálico Rittal devido ao peso do conversor de frequência.

| Gabinete Metálico TS-8 Rittal | Nº de Peça do Kit do Chassi D3h | Nº de Peça do Kit do Chassi D4h | Nº de Peça do Chassi E2 |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1.800 mm                      | 176F3625                        | 176F3628                        | Não é possível          |
| 2.000 mm                      | 176F3629                        | 176F3630                        | 176F1850                |
| 2.200 mm                      |                                 |                                 | 176F0299                |

Tabela 3.29 Informação sobre o Pedido de Compra

Consulte o *Manual de Instrução do Kit do Duto, 175R5640* para obter mais informações com relação ao kit do chassi.

**Dutos externos**

Se for realizado trabalho de duto adicional externamente ao painel elétrico Rittal, a queda de pressão no encanamento deve ser calculada. Veja *5.2.7 Resfriando e Fluxo de Ar* para saber mais informações.

**3.7.2 Instalação Externa/Kit NEMA 3R para Gabinete Metálicos Rittal**

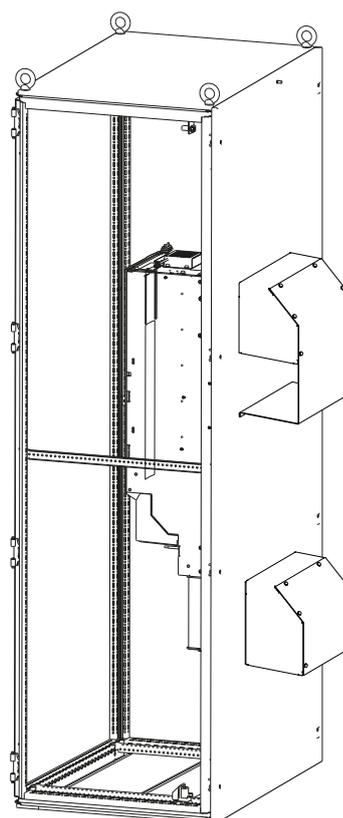


Ilustração 3.20 Recorte da Vista Lateral do Gabinete

Esta seção é para a instalação de kits NEMA 3R disponíveis para os chassi D3h, D4h e E2 do conversor de frequência. Esses kits são projetados e testados para serem usados com as versões IP00/IP20/Chassi desses chassi em gabinetes metálicos Rittal TS8, NEMA 3R ou NEMA 4. O gabinete metálico NEMA-3R é um gabinete metálico para ambiente externo que propicia um grau de proteção à

chuva e gelo. O gabinete metálico NEMA-4 é um gabinete metálico para ambiente externo que propicia um grau maior de proteção à intempérie e água espirrada. A profundidade mínima do gabinete metálico é 500 mm (600 mm para o chassi E2) e o kit é projetado para gabinete metálico com 600 mm de largura (800 mm para o chassi E2). Outras larguras de gabinete metálico são possíveis, mas é necessário mais hardware Rittal. Consulte os requisitos de instalação para a profundidade e largura máxima.

## AVISO!

A classificação da corrente dos conversores de frequência nos chassi D3h e D4h é decrescida de 3% ao adicionar o kit NEMA 3R. Os conversores de frequência em chassi E2 não requerem derating.

| Chassi de Tamanho | Número da Peça | Número da Instrução |
|-------------------|----------------|---------------------|
| D3h               | 176F3633       | 177R0460            |
| D4h               | 176F3634       | 177R0461            |
| E2                | 176F1852       | 176R5922            |

Tabela 3.30 Informação sobre Pedido de Compra do Kit NEMA-3R

### 3.7.3 Instalação sobre Pedestal

Esta seção descreve a instalação de uma unidade de pedestal disponível para os conversores de frequência com chassi D1h, D2h, D5h e D6h. O pedestal permite que esses conversores de frequência sejam montados no chão. A frente do pedestal tem aberturas para a entrada de ar para resfriamento dos componentes de energia.

A placa da bucha do conversor de frequência deve ser instalada para fornecer ar de resfriamento adequado para os componentes de controle do conversor de frequência e para manter a classificação do gabinete metálico IP21 (NEMA 1) ou IP54 (NEMA 12).

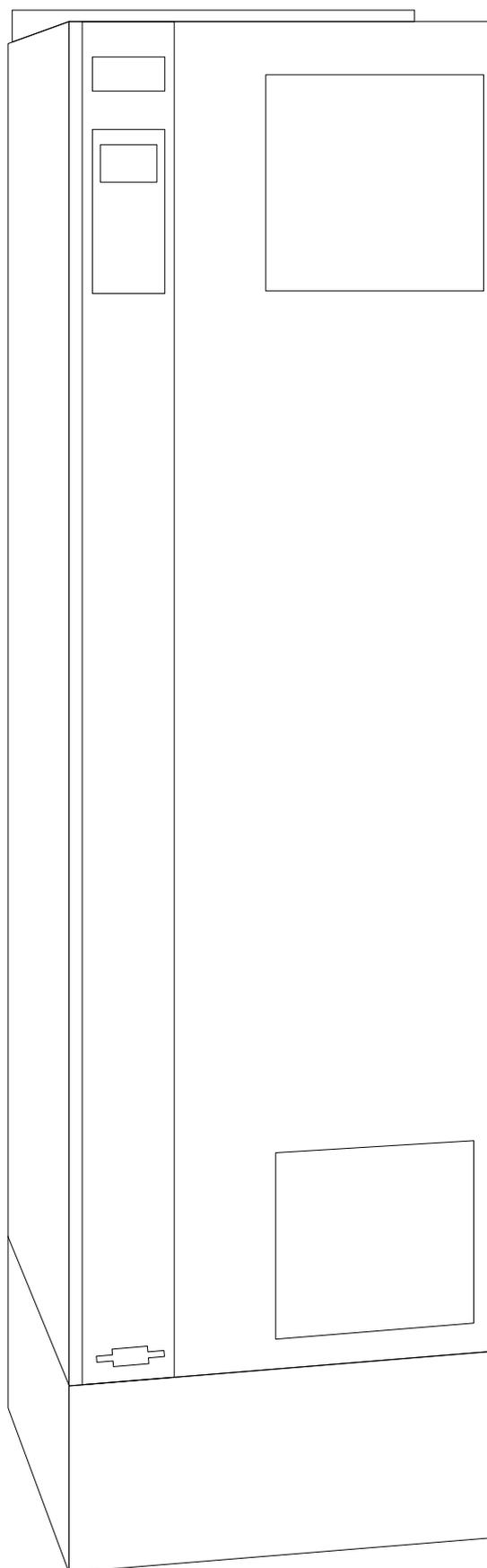


Ilustração 3.21 Conversor de Frequência Montado em um Pedestal

Os códigos de compra e as alturas dos pedestais são mostradas em *Tabela 3.31*

| Chassi de Tamanho | Número da Peça         | Número da Instrução    | Altura [mm] |
|-------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| D1h               | 176F3631               | 177R0452               | 400         |
| D2h               | 176F3632               | 177R0453               | 400         |
| D5h/D6h           | 176F3452               | 177R0500               | 200         |
| D7h/D8h           | Incluído com a unidade | Incluído com a unidade | 200         |
| E1                | Incluído com a unidade | Incluído com a unidade | 200         |

Tabela 3.31 Informação sobre o Pedido de Compra de Pedestal

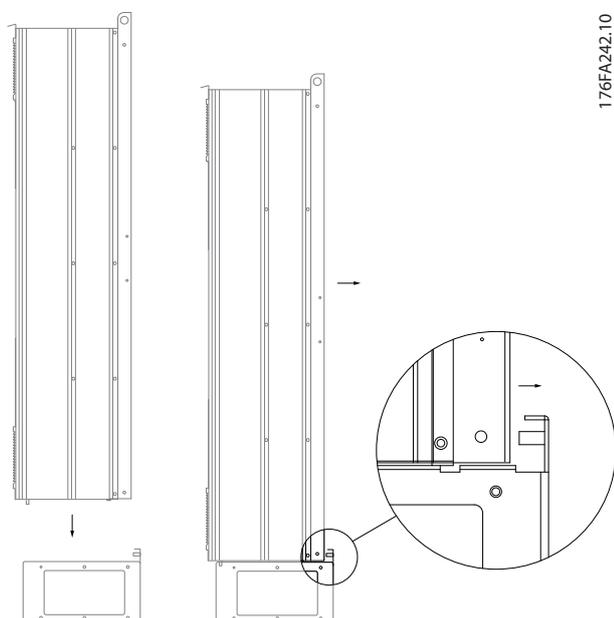


Ilustração 3.22 Montagem do Conversor de Frequência no Pedestal

### 3.7.4 Instalação dos Opcionais de Placa de Entrada

Esta seção é para a instalação em campo de kits de opcionais de entrada para os conversores de frequência em chassi E.

Não tente remover os filtros de RFI das placas de entrada. A remoção do filtro de RFI das placas de entrada pode causar danos.

#### AVISO!

Onde houver filtro de RFI disponível, há dois tipos diferentes de filtro de RFI dependendo da combinação da placa de entrada e dos filtros de RFI permutáveis. Os kits instaláveis em campo, em determinados casos, são os mesmos para todas as tensões.

|    | 380-480 V [kW]<br>380-500 V [kW]       | Fusíveis | Fusíveis de Desconexão | RFI      | Fusíveis de RFI | Fusíveis de Desconexão para RFI |
|----|--|----------|------------------------|----------|-----------------|---------------------------------|
| E1 | FC102/FC202: 315<br>FC302: 250         | 176F0253 | 176F0255               | 176F0257 | 176F0258        | 176F0260                        |
|    | FC102/FC202: 355-450<br>FC302: 315-400 | 176F0254 | 176F0256               | 176F0257 | 176F0259        | 176F0262                        |

Tabela 3.32 Opcionais de Entrada

|    | 525-690 V [kW]                         | Fusíveis | Fusíveis de Desconexão | RFI           | Fusíveis de RFI | Fusíveis de Desconexão para RFI |
|----|--|----------|------------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|
| E1 | FC102/FC202: 450-500<br>FC302: 355-400 | 176F0253 | 176F0255               | Não se Aplica | Não se Aplica   | Não se Aplica                   |
|    | FC102/FC202: 560-630<br>FC302: 500-560 | 176F0254 | 176F0258               | Não se Aplica | Não se Aplica   | Não se Aplica                   |

Tabela 3.33 Opcionais de Entrada

## AVISO!

Para obter mais informações, ver a Folha de Instrução, 175R5795

### 3.7.5 Instalação da Proteção de Rede Elétrica para Conversores de Frequência

Esta seção é para a instalação de uma proteção de rede elétrica para o conversor de frequência. Não é possível instalar nas versões IP00/ Chassi uma vez que esses gabinetes metálicos incluem uma tampa metálica como padrão. Estes protetores atendem os requisitos da VBG-4.

#### Códigos de compra:

Chassi E1: 176F1851

## AVISO!

Para obter mais informações, ver a Folha de Instrução, 175R5923

### 3.7.6 Opcionais do chassi D

#### 3.7.6.1 Terminais de Divisão da Carga

Os terminais de divisão da carga permitem a conexão de circuitos CC de vários conversores de frequência. Os terminais de divisão da carga estão disponíveis nos conversores de frequência IP20 e se estendem para fora da parte superior do conversor de frequência. Uma tampa de terminal, fornecida com o conversor de frequência, deve ser instalada para manter as características nominais IP20 do gabinete. *Ilustração 3.23* mostra os terminais com tampa e sem tampa.

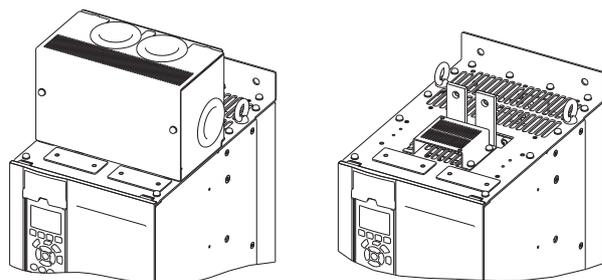


Ilustração 3.23 Terminal de divisão da carga ou de regeneração com tampa (esq.) e sem tampa (dir.)

#### 3.7.6.2 Terminais de Regeneração

Os terminais de regeneração podem ser fornecidos para aplicações que tenham carga regenerativa. Uma unidade regenerativa, fornecida por terceiros, conecta os terminais de regeneração de forma que a energia possa ser regenerada de volta para a rede elétrica, resultando em economia de energia. Os terminais de regeneração estão disponíveis nos conversores de frequência IP20 e se estendem para fora da parte superior do conversor de frequência. Uma tampa de terminal, fornecida com o conversor de frequência, deve ser instalada para manter as características nominais IP20 do gabinete. *Ilustração 3.23* mostra os terminais com tampa e sem tampa.

#### 3.7.6.3 Aquecedor Anticondensação

Um aquecedor anticondensação pode ser instalado dentro do conversor de frequência para impedir a formação de condensação dentro do gabinete metálico quando a unidade for desligada. Os 230 V CA fornecidos pelo cliente controlam o aquecedor. Para obter os melhores resultados, opere o aquecedor somente quando a unidade não estiver em funcionamento e desligue o aquecedor quando a unidade estiver em funcionamento.

Um fusível de retardo de 2,5 amp, como o Bussmann LPJ-21/2SP, é recomendado para proteger o aquecedor.

### 3.7.6.4 Circuito de Frenagem

Um circuito de frenagem pode ser fornecido para aplicações que tenham uma carga regenerativa. O circuito de frenagem conecta a um resistor do freio, que consome a energia de frenagem, impedindo uma falha por sobretensão no barramento CC. O circuito de frenagem é ativado automaticamente quando a tensão do barramento CC excede um nível especificado, dependendo da tensão nominal do conversor de frequência.

### 3.7.6.5 Kit de Blindagem da Rede Elétrica

A proteção da rede elétrica é uma tampa Lexan instalada fora do gabinete metálico para fornecer proteção de acordo com os requisitos de prevenção de acidente da VBG-4.

### 3.7.6.6 Placas de Circuito Impresso Reforçadas

As placas reforçadas estão disponíveis para aplicações marítimas e outras aplicações que são submetidas a vibração mais alta que a média.

#### AVISO!

Placas reforçadas são necessárias para os conversores de frequência com chassi D para atender os requisitos de aprovação marítima.

### 3.7.6.7 Painel de Acesso ao Dissipador de Calor

Um painel de acesso do dissipador de calor opcional está disponível para facilitar a limpeza do dissipador de calor. O acúmulo de fragmentos é típico em ambientes com tendência a contaminantes em suspensão no ar, como na indústria têxtil.

### 3.7.6.8 Desconexão da Rede Elétrica

O opcional de desconexão está disponível nas duas variedades de gabinetes para opcionais. A posição da desconexão muda com base no tamanho do Gabinete para Opcionais e se existirem outros opcionais presentes. *Tabela 3.34* fornece mais detalhes sobre quais desconexões são usadas.

| Tensão    | Modelo de conversor de frequência | Tipo e fabricante da desconexão |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 380–500 V | N110T5–N160T4                     | ABB OT400U03                    |
|           | N200T5–N315T4                     | ABB OT600U03                    |
| 525–690 V | N75KT7–N160T7                     | ABB OT400U03                    |
|           | N200T7–N400T7                     | ABB OT600U03                    |

Tabela 3.34 Informações de Desconexão da Rede Elétrica

### 3.7.6.9 Contator

Um sinal de 230 V AC 50/60 Hz fornecido pelo cliente energiza o contator.

| Tensão    | Modelo de conversor de frequência | Tipo e fabricante do contator | Categoria de utilização IEC |
|-----------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 380–500 V | N110T5–N160T4                     | GE CK95BE311N                 | AC-3                        |
|           | N200T5–N250T4                     | GE CK11CE311N                 | AC-3                        |
|           | N315T4                            | GE CK11CE311N                 | AC-1                        |
| 525–690 V | N75KT7–N160T7                     | GE CK95BE311N                 | AC-3                        |
|           | N200T7–N400T7                     | GE CK11CE311N                 | AC-3                        |

Tabela 3.35 Informações do Contator

#### AVISO!

Em aplicações que exigem certificação da UL, quando o conversor de frequência for fornecido com contator, o cliente deve fornecer fusíveis externos para manter as características nominais da UL do conversor de frequência e características nominais de corrente de curto circuito de 100.000 A. Ver 5.3.8 Especificações do Fusível para saber as recomendações de fusíveis.

### 3.7.6.10 Disjuntor

*Tabela 3.36* fornece detalhes sobre o tipo de disjuntor fornecido como opcional com as várias unidades e faixas de potência.

| Tensão    | Modelo de conversor de frequência | Tipo e fabricante de disjuntor |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 380–500 V | N110T5–N132T5                     | ABB T5L400TW                   |
|           | N160T5                            | ABB T5LQ400TW                  |
|           | N200T5                            | ABB T6L600TW                   |
|           | N250T5                            | ABB T6LQ600TW                  |
|           | N315T5                            | ABB T6LQ800TW                  |
| 525–690 V | N75KT7–N160T7                     | ABB T5L400TW                   |
|           | N200T7–N315T7                     | ABB T6L600TW                   |
|           | N400T7                            | ABB T6LQ600TW                  |

Tabela 3.36 Informações de Disjuntor

## 3.7 Opcionais de Chassi de Tamanho F

#### Aquecedores de Espaço e Termostato

Montado no interior do painel elétrico de conversores de frequência com chassi de tamanho F, os aquecedores de espaço controlados por meio de termostato automático ajudam a controlar a umidade dentro do gabinete metálico, prolongando a vida útil dos componentes em ambientes úmidos. As configurações padrão do termostato ligam os aquecedores a 10 °C (50 °F) e os desligam a 15,6 °C (60 °F).

**Lâmpada do Gabinete com Ponto de Saída de Energia**

Uma lâmpada instalada no interior do painel elétrico dos conversores de frequência com chassi de tamanho F aumenta a visibilidade durante a assistência técnica e manutenção. O compartimento inclui uma tomada de energia para ferramentas energizadas temporariamente ou outros dispositivos, disponível em duas tensões:

- 230 V, 50 Hz, 2,5 A, CE/ENEC
- 120 V, 60 Hz, 5A, UL/cUL

**Setup da Derivação do Transformador**

Se a luz e tomada do gabinete e/ou os aquecedores de espaço e termostato estiverem instalados, o Transformador T1 requer que as derivações sejam ajustadas para a tensão de entrada apropriada. Um conversor de frequência de 380-480/500 V é programado inicialmente para a derivação de 525 V e um conversor de frequência de 525-690 V é programado para a derivação de 690 V para garantir que não ocorra sobretensão do equipamento secundário se a derivação não for mudada antes de a energia ser aplicada. Ver *Tabela 3.37* para programar a derivação apropriada no TB3 localizado no gabinete do retificador. Para saber a localização no conversor de frequência, consulte *5.4.2 Conexões de Potência*.

| Faixa da tensão de entrada [V] | Derivação a selecionar [V] |
|--------------------------------|----------------------------|
| 380-440                        | 400                        |
| 441-490                        | 460                        |
| 491-550                        | 525                        |
| 551-625                        | 575                        |
| 626-660                        | 660                        |
| 661-690                        | 690                        |

Tabela 3.37 Derivação do Transformador

**Terminais da NAMUR**

NAMUR é uma associação internacional de usuários da tecnologia da informação em indústrias de processo, principalmente indústrias química e farmacêutica na Alemanha. A seleção desta opção fornece terminais organizados e rotulados para as especificações da norma NAMUR para terminais de entrada e saída do drive, o que requer MCB 112 Cartão do Termistor do PTC MCB 113 cartão de relé estendido.

**RCD (Dispositivo de Corrente Residual)**

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

- Integrado no circuito de parada segura do conversor de frequência
- O dispositivo IEC 60755 Tipo B monitora correntes de falha de aterramento CA, CC com pulsos e CC pura.
- Indicador gráfico de barra de LED do nível da corrente de falha de aterramento de 10-100% do setpoint
- Memória falha
- Tecla [Test/Reset]

**Monitor de Resistência de Isolação (IRM)**

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

**AVISO!**

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

- Integrado no circuito de parada segura do conversor de frequência
- Display LCD de valor ôhmico da resistência de isolamento
- Memória falha
- Teclas [Info], [Test] e [Reset]

**Parada de Emergência IEC com Relé de Segurança da Pilz**

Inclui um botão de parada de emergência redundante de 4 fios montado na frente do gabinete metálico e um relé Pilz que o monitora com o circuito de parada segura e o contator de rede elétrica localizado no Gabinete para Opcionais.

**Parada Segura + Relé Pilz**

Fornecer uma solução para a opção "Parada de Emergência" sem o contator em conversores de frequência de Chassi F.

**Starters de Motor Manuais**

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

Os recursos da unidade incluem:

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

**Terminais protegidos por fusível de 30 A**

- Tensão de rede elétrica de entrada de energia trifásica para equipamento de cliente para energização auxiliar
- Não disponível se forem selecionados dois starters de motor manuais
- Os terminais estão desligados quando a energia de entrada para o conversor de frequência estiver desligada.
- A energia para os terminais protegidos por fusível é fornecida pelo lado da carga de qualquer contator, disjuntor ou chave de desconexão fornecido.

**Fonte de Alimentação de 24 V CC**

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

**Desativa o monitoramento da temperatura.**

Projetado para monitorar temperaturas de componente de sistema externo, como enrolamentos e/ou rolamentos de motor. Inclui cinco módulos de entrada universal. Os módulos estão integrados no circuito de parada segura (requer aquisição de parada segura) e podem ser monitorados por meio de uma rede de fieldbus (requer a aquisição de um acoplador módulo/barramento separado).

**Entradas universais (5)**

Tipos de sinal:

- Entradas RTD (inclusive PT100), 3 ou 4 fios
- Acoplador térmico
- Corrente analógica ou tensão analógica

Recursos adicionais:

- Uma saída universal, configurável para tensão analógica ou corrente analógica
- Dois relés de saída (N.O.)
- Display LC de duas linhas e diagnósticos de LED
- Detecção de fio de sensor interrompido, curto circuito e polaridade incorreta
- Software de setup de interface

## 4 Como Fazer o Pedido.

### 4.1 Formulário de Pedido

#### 4.1.1 Configurador do Drive

É possível projetar um conversor de frequência AQUA Drive do VLT®FC 202 conforme as exigências da aplicação utilizando o sistema de códigos de compra.

Para fazer pedido de conversores de frequência padrão e conversores de frequência com opcionais integrados, envie uma string do código do tipo do produto para o escritório de vendas da Danfoss. Um exemplo de código do tipo:

FC-202N132T4E21H2XGCXXXSXXXAXBKCXXXDX

O significado dos caracteres na string pode ser encontrado nas páginas que contêm os códigos de compra em *4.1 Formulário de Pedido*. No exemplo acima, um opcional de Profibus LONworks e um opcional de E/S de Uso geral estão incluídos no conversor de frequência.

Os Códigos de compra das variações do VLT AQUA Drive padrão também podem ser encontrados no capítulo *4.2 Códigos de Compra*

Use o Configurador do Drive disponível na Internet para configurar o conversor de frequência certo para a aplicação certa e gerar a string do código do tipo. O Configurador do 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.

O Configurador do Drive pode ser encontrado no site global: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

### AVISO!

As informações do código do tipo incluem chassi de tamanhos A, B e C. Para obter informações detalhadas sobre esses produtos, consulte o guia de design relevante.

#### 4.1.2 String do Código do Tipo

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| F | C | - | 2 | 0 | 2 |   |   |   |    | T  |    |    |    |    | H  |    |    |    |    |    | X  | X  | S  | X  | X  | X  | X  | A  |    | B  |    | C  |    |    |    |    | D  |    |

130BC529.10

Ilustração 4.1 Código de Tipo

| Descrição                 | Posição | Escolha Possível                     |
|---------------------------|---------|--------------------------------------|
| Grupo de produto          | 1-3     | FC                                   |
| Série do Drive            | 4-6     | 202                                  |
| Código de Geração         | 7       | N                                    |
| Valor Nominal da Potência | 8-10    | 75-400 kW                            |
| Tensão de Rede            | 11-12   | T4: 380-480 V CA<br>T7: 525-690 V CA |

| Descrição   | Posição | Escolha Possível  |
|---|---------|---|
| Gabinete metálico   | 13–15   | E20: IP20 (chassis - para instalação em gabinete metálico externo)<br>E21: IP21 (NEMA 1)<br>E54: IP54 (NEMA 12)<br>E2M: IP21 (NEMA 1) com proteção de rede elétrica<br>E5M: IP54 (NEMA 12) com proteção de rede elétrica<br>C20: IP20 (chassi - para instalação em gabinete metálico externo) + canal traseiro de aço inoxidável<br>H21: IP21 (NEMA 1) + aquecedor<br>H54: IP54 (NEMA 12) + aquecedor |
| Filtro de RFI   | 16–17   | H2: Filtro de RFI, classe A2 (padrão)<br>H4: Filtro de RFI classe A11)  |
| Freio   | 18      | X: Sem IGBT do freio<br>B: IGBT do freio montado<br>T: Paragem segura<br>U: Circuito de frenagem + parada segura<br>R: Terminais de regeneração<br>S: Freio + regeneração (somente IP 20)   |
| Display.  | 19      | G: Painel de controle local gráfico<br>N: Painel de controle local numérico<br>X: Painel de controle local numérico   |
| Revestimento de PCB   | 20      | C: Com revestimento de PCB<br>R: PCB Reforçado  |
| Opcional de Rede Elétrica   | 21      | X: Sem opcional de rede elétrica<br>3: Desligamento da rede elétrica e fusível<br>4: Contator da rede elétrica + fusíveis<br>7: Fusível<br>A: Fusível e Load Sharing (somente IP20)<br>D: Terminais de divisão da carga (somente IP20)<br>E: Desconexão da rede elétrica + contator + fusíveis<br>J: Disjuntor + fusíveis   |
| Adaptação   | 22      | X: Entradas de cabo padrão<br>Q: Painel de acesso ao dissipador de calor  |
| Adaptação   | 23      | X: Sem adaptação  |
| Release de software   | 24–27   | Software real   |
| Idioma do software  | 28      |   |
| Os diversos opcionais estão descritos em maior profundidade no Guia de Design.<br>1): Disponível para todos os chassi D |         |   |

Tabela 4.1 Código do Tipo do Pedido para Conversores de Frequência de Chassi F

| Descrição                 | Posição   | Escolha possível  |
|---------------------------|-----------|---|
| Grupo de produto          | 1–3       | FC  |
| Série do Drive            | 4–6       | 202   |
| Valor nominal da potência | 8–10      | 450–630 kW  |
| Fases                     | 11        | Trifásico (T)   |
| Tensão de rede            | 11-<br>12 | T 4: 380–500 VCA<br>T 7: 525–690 VCA  |
| Gabinete metálico         | 13-<br>15 | E00: IP00/Chassi - para instalação em gabinete metálico externo<br>C00: IP00/Chassi (para instalação em gabinete metálico externo) com canal traseiro de aço inoxidável<br>E21: IP21/NEMA Tipo 1<br>E54: IP54/NEMA Tipo 12<br>E2M: IP 21/NEMA Tipo 1 com proteção de rede elétrica<br>E5M: IP 54/NEMA Tipo 12 com proteção de rede elétrica |

| Descrição  | Posição | Escolha possível   |
|--|---------|--|
| Filtro de RFI  | 16-17   | H2: Filtro de RFI, classe A2 (padrão)<br>H4: Filtro de RFI classe A11)   |
| Freio  | 18      | B: IGBT do freio montado<br>X: Sem IGBT do freio<br>R: Terminais de regeneração  |
| Display.   | 19      | G: Painel de Controle Local Gráfico LCP<br>N: Painel de Controle Local Numérico (LCP)<br>X: Sem Painel de Controle Local (chassi D somente IP00 e IP21)  |
| Revestimento de PCB  | 20      | C: Com revestimento de PCB   |
| Opcional de rede elétrica  | 21      | X: Sem opcional de rede elétrica<br>3: Rede elétrica desconectada e fusível<br>5: Rede elétrica desconectada, Fusível e Load Sharing<br>7: Fusível<br>A: Fusível e divisão da carga<br>D: Load Sharing |
| Adaptação  | 22      | Reservado  |
| Adaptação  | 23      | Reservado  |
| Release de software  | 24-27   | Software real  |
| Idioma do software   | 28      |  |
| Opcionais A  | 29-30   | AX: Sem opcionais<br>A0: MCA 101 Profibus DP V1<br>A4: MCA 104 DeviceNet<br>AN: MCA 121 Ethernet IP  |
| Opcionais B  | 31-32   | BX: Sem opcionais<br>BK: Opcional de E/S uso geral do MCB 101<br>BP: Opcional de relé do MCB 105<br>BO: MCB 109 Opcional de E/S Analógica<br>POR: Controle em Cascata Estendido do MCO-101             |
| Opcionais Co   | 33-34   | CX: Sem opcionais  |
| Opcionais C1   | 35      | X: Sem opcionais<br>5: Controle em Cascata Avançado do MCO 102   |
| Software do opcional C   | 36-37   | XX: Software padrão  |
| Opcionais D  | 38-39   | DX: Sem opcionais<br>D0: Reserva CC  |
| Os diversos opcionais estão descritos em maior profundidade no Guia de Design. |         |  |
| 1): Disponível para todos os chassi E somente 380-480/500 VCA                  |         |  |
| 2) Consulte a fábrica para aplicações que requerem certificação marítima       |         |  |

Tabela 4.2 Código do Tipo do Pedido para Conversores de Frequência de Chassi E

| Descrição                 | Posição | Escolha possível                       |
|---------------------------|---------|--|
| Grupo de produto          | 1-3     | FC                                     |
| Série do Drive            | 4-6     | 202                                    |
| Valor nominal da potência | 8-10    | 500-1200 kW                            |
| Tensão de rede            | 11-12   | T 4: 380-480 V CA<br>T 7: 525-690 V CA |

| Descrição                 | Posição   | Escolha possível   |
|---------------------------|-----------|--|
| Gabinete metálico         | 13-<br>15 | E21: IP21/NEMA Tipo 1<br>E54: IP54/NEMA Tipo 12<br>L2X: IP21/NEMA 1 com luz de gabinete e saída de energia IEC 230 V<br>L5X: IP54/NEMA 12 com luz de gabinete e saída de energia IEC 230 V<br>L2A: IP21/NEMA 1 com luz de gabinete e saída de energia NAM 115 V<br>L5A: IP54/NEMA 12 com luz de gabinete e saída de energia NAM 115 V<br>H21: IP21 com aquecedor de espaço e termostato<br>H54: IP54 com aquecedor de espaço e termostato<br>R2X: IP21/NEMA1 com aquecedor de espaço, termostato, luz e saída IEC 230 V<br>R5X: IP54/NEMA12 com aquecedor de espaço, termostato, luz e saída IEC 230 V<br>R2A: IP21/NEMA1 com aquecedor de espaço, termostato, luz e saída NAM 115 V<br>R5A: IP54/NEMA12 com aquecedor de espaço, termostato, luz e saída NAM 115 V  |
| Filtro de RFI             | 16-<br>17 | B2: 12 pulsos com classe A2 RFI<br>BE: 12 pulsos com RCD/A2 RFI<br>BH: 12 pulsos com IRM/A1 RFI<br>BG: 12 pulsos com IRM/A2 RFI<br>B4: 12 pulsos com classe A1 RFI<br>BF: 12 pulsos com RCD/A1 RFI<br>BH: 12 pulsos com IRM/A1 RFI<br>H2: Filtro de RFI, classe A2 (padrão)<br>H4: Filtro de RFI, classe A12, 3)<br>HE: RCD com filtro de RFI Classe A2 <sup>2)</sup><br>HF: RCD com filtro de RFI classe A1 <sup>2, 3)</sup><br>HG: IRM com filtro de RFI Classe A2 <sup>2)</sup><br>HH: IRM com filtro de RFI classe A1 <sup>2, 3)</sup><br>HJ: Terminais NAMUR e filtro de RFI classe A2 <sup>1)</sup><br>HK: Terminais NAMUR e filtro de RFI classe A1 <sup>1, 2, 3)</sup><br>HL: RCD com terminais NAMUR e filtro de RFI classe A2 <sup>1, 2)</sup><br>HM: RCD com terminais NAMUR e filtro de RFI classe A1 <sup>1, 2, 3)</sup><br>HN: IRM com terminais NAMUR e filtro de RFI classe A2 <sup>1, 2)</sup><br>HP: IRM com terminais NAMUR e filtro de RFI classe A1 <sup>1, 2, 3)</sup> |
| Freio                     | 18        | B: Montado do IGBT do freio<br>C: Parada segura com relé de segurança Pilz<br>D: Parada segura com relé de segurança Pilz e IGBT do freio<br>E: Parada segura com relé de segurança Pilz e terminais de regeneração<br>X: Sem IGBT do freio<br>R: Terminais de regeneração<br>M: Botão de Parada de Emergência IEC (com relé de segurança Pilz) <sup>4)</sup><br>N: Botão de parada de emergência IEC com IGBT do freio e terminais de freio <sup>4)</sup><br>P: Botão de parada de emergência IEC com terminais de regeneração <sup>4)</sup>  |
| Display.                  | 19        | G: Painel de Controle Local Gráfico LCP  |
| Revestimento de PCB       | 20        | C: Com revestimento de PCB   |
| Opcional de rede elétrica | 21        | X: Sem opcional de rede elétrica<br>7: Fusível<br>3 <sup>2)</sup> : Desligamento da rede elétrica e fusível<br>5 <sup>2)</sup> : Rede elétrica desconectada, fusível e Load Sharing<br>A: Fusível e divisão da carga<br>D: Load Sharing<br>E: Desconexão da rede elétrica, contator e fusíveis <sup>2)</sup><br>F: Disjuntor de rede elétrica, contator e fusíveis <sup>2)</sup><br>G: Desconexão da rede elétrica, contator, terminais de divisão da carga e fusíveis <sup>2)</sup><br>H: Disjuntor da rede elétrica, contator, terminais de divisão da carga e fusíveis <sup>2)</sup><br>J: Disjuntor da rede elétrica e fusíveis <sup>2)</sup><br>K: Disjuntor da rede elétrica, terminais de divisão da carga e fusíveis <sup>2)</sup>   |

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Opcionais A  | 29–30 | AX: Sem opcionais<br>A0: MCA 101 Profibus DP V1<br>A4: MCA 104 DeviceNet<br>AN: MCA 121 Ethernet IP  |
| Opcionais B  | 31–32 | BX: Sem opcionais<br>BK: Opcional de E/S uso geral do MCB 101<br>BP: Opcional de relé do MCB 105<br>BO: MCB 109 Opcional de E/S Analógica<br>POR: Controle em Cascata Estendido do MCO-101 |
| Opcionais C <sub>0</sub>   | 33–34 | CX: Sem opcionais  |
| Opcionais C1   | 35    | X: Sem opcionais<br>5: Controle em Cascata Avançado do MCO 102   |
| Software do opcional C   | 36–37 | XX: Software padrão  |
| Opcionais D  | 38–39 | DX: Sem opcionais<br>D0: Reserva CC  |
| Os diversos opcionais estão descritos em maior profundidade no Guia de Design. |       |  |

Tabela 4.3 Código do Tipo do Pedido para Conversores de Frequência de Chassi F

## 4.2 Códigos de Compra

### 4.2.1 Códigos de Compra: Opcionais e Acessórios

| Tipo   | Descrição   | Código n.º              |                         |
|--|---|-------------------------|-------------------------|
| <b>Hardwares diversos</b>                            |   |                         |                         |
| Profibus D-Sub 9                                     | Kit de conectores para o IP20   | 130B1112                |                         |
| MCF 103  | Cabo USB 350 mm, IP55/66  | 130B1155                |                         |
| MCF 103  | Cabo USB 650 mm, IP55/66  | 130B1156                |                         |
| Blocos dos terminais                                 | Fixe os blocos de terminais com parafuso, ao substituir os terminais com mola<br>conectores de 1 pç 10 pinos, 1 pç 6 pinos e 1 pç 3 pinos | 130B1116                |                         |
| <b>LCP</b>   |   |                         |                         |
| LCP 101  | Painel de Controle Local Numérico (NLCP)  | 130B1124                |                         |
| LCP 102  | Painel de Controle Local Gráfico (GLCP)   | 130B1107                |                         |
| Cabo do LCP  | Cabo separado do LCP, 3 m   | 175Z0929                |                         |
| Kit do LCP   | Kit para montagem do painel, incluindo LCP gráfico, presilhas, cabo de 3 m e guarnição  | 130B1113                |                         |
| Kit do LCP   | Kit de montagem do painel incluindo LCP numérico, presilhas e guarnição   | 130B1114                |                         |
| Kit do LCP   | Kit para montagem do painel para todos os LCPs, incluindo presilhas, cabo de 3 m e guarnição  | 130B1117                |                         |
| Kit do LCP   | Kit para montagem do painel para todos os LCPs, incluindo presilhas e guarnição - sem cabo  | 130B1170                |                         |
| Kit do LCP   | Kit para montagem do painel para todos os LCPs, incluindo presilhas, cabo de 8 m e guarnição para gabinetes metálicos IP55/66             | 130B1129                |                         |
| <b>Opcionais para Slot A revestido/não revestido</b> |   | <b>Sem revestimento</b> | <b>Com revestimento</b> |
| MCA 101  | Opcional de Profibus DP V0/V1   | 130B1100                | 130B1200                |
| MCA 104  | Opcional de DeviceNet   | 130B1102                | 130B1202                |
| MCA 108  | LON works   | 130B1106                | 130B1206                |
| <b>Opcionais para o Slot B</b>                       |   |                         |                         |
| MCB 101  | Opcional de Entrada Saída de uso geral  | 130B1125                | 130B1212                |
| MCB 105  | Opcional de relé  | 130B1110                | 130B1210                |
| MCB 109  | Opcional de E/S Analógica   | 130B1143                | 130B1243                |
| MCB 114  | PT 100 / PT 1000 entrada do sensor  | 130B1172                | 10B1272                 |
| MCO 101  | Controle em Cascata Estendido   | 130B1118                | 130B1218                |
| <b>Opcional para o Slot C</b>                        |   |                         |                         |
| MCO 102  | Controle em Cascata Avançado  | 130B1154                | 130B1254                |
| <b>Opcional para o Slot D</b>                        |   |                         |                         |
| MCB 107  | Backup de 24 V CC   | 130B1108                | 130B1208                |

Tabela 4.4 Códigos de Compra: Opcionais e Acessórios

| Tipo  | Descrição                     | Código n°. |          |
|---|-------------------------------|------------|----------|
| <b>Opcionais Externos</b>                     |                               |            |          |
| Ethernet IP                                   | Ethernet                      | 130B1119   | 130B1219 |
| <b>Peças de Reposição</b>                     |                               |            |          |
| Placa de controle AQUA Drive do VLT® FC 202   | Com a Função de Parada Segura |            | 130B1167 |
| Placa de controle AQUA Drive do VLT®FC 202    | Sem a Função de Parada Segura |            | 130B1168 |
| Terminais de Controle da sacola de acessórios |                               | 130B0295   |          |
| 1) Somente IP21/> 11 kW                       |                               |            |          |

Tabela 4.5 Códigos de Compra: Opcionais e Acessórios

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

### 4.2.2 Códigos de Compra: Filtros de Harmônicas Avançados

Os filtros de harmônicas são usados para reduzir as harmônicas de rede elétrica.

Para obter informações detalhadas sobre filtros de harmônicas avançados, consulte o guia de design de AHF

- AHF 010: 10% de distorção de corrente
- AHF 005: 5% de distorção de corrente

| Número de código AHF005<br>IP00<br>IP20 | Número de código AHF010<br>IP00<br>IP20 | Características nominais de corrente do filtro<br>[A] | Motor típico<br>[kW]            | Modelo VLT e características nominais de corrente<br>[kW]    [A] |     | Perdas |        | Ruído Acústico<br>[dBA] | Tamanho do Chassi<br>AHF005    AHF010 |    |
|---|---|---|---------------------------------|--|-----|--------|--------|-------------------------|---------------------------------------|----|
|   |   |   |                                 |  |     | AHF005 | AHF010 |                         |                                       |    |
|   |   |   |                                 |  |     | [W]    | [W]    |                         |                                       |    |
| 130B1446<br>130B1251                    | 130B1295<br>130B1214                    | 204   | 110                             | N110   | 204 | 1080   | 742    | <75                     | X6                                    | X6 |
| 130B1447<br>130B1258                    | 130B1369<br>130B1215                    | 251   | 132                             | N132   | 251 | 1195   | 864    | <75                     | X7                                    | X7 |
| 130B1448<br>130B1259                    | 130B1370<br>130B1216                    | 304   | 160                             | N160   | 304 | 1288   | 905    | <75                     | X7                                    | X7 |
| 130B3153<br>130B3152                    | 130B3151<br>130B3136                    | 325   | Ligação em paralelo para 355 kW |  |     | 1406   | 952    | <75                     | X8                                    | X7 |
| 130B1449<br>130B1260                    | 130B1389<br>130B1217                    | 381   | 200                             | N200   | 381 | 1510   | 1175   | <77                     | X8                                    | X7 |
| 130B1469<br>130B1261                    | 130B1391<br>130B1228                    | 480   | 250                             | N250   | 472 | 1852   | 1542   | <77                     | X8                                    | X8 |
| 2x130B1448<br>2x130B1259                | 2x130B1370<br>2x130B1216                | 608   | 315                             | N315   | 590 | 2576   | 1810   | <80                     |                                       |    |

Tabela 4.6 Filtros de harmônicas avançados 380-415 V, 50 Hz, chassi D

**4**

| Número do código<br>AHF005<br>IP00<br>IP20             | Número do código<br>AHF010<br>IP00<br>IP20             | Características nominais de corrente do filtro | Motor típico | Modelo VLT e características nominais de corrente |      | Perdas |        | Ruído Acústico | Tamanho do Chassi |     |
|--|--|--|--------------|---|------|--------|--------|----------------|-------------------|-----|
|  |  |  |              |   |      | AHF005 | AHF010 |                |                   |     |
|  |  |  |              |   |      | [A]    | [kW]   |                | [kW]              | [A] |
| 2x130B3153<br>2x130B3152                               | 2x130B3151<br>2x130B3136                               | 650  | 355          | P355  | 647  | 2812   | 1904   | <80            |                   |     |
| 130B1448+<br>130B1449<br>130B1259+<br>130B1260         | 130B1370+<br>130B1389<br>130B1216+<br>130B1217         | 685  | 400          | P400  | 684  | 2798   | 2080   | <80            |                   |     |
| 2x130B1449<br>2x130B1260                               | 2x130B1389<br>2x130B1217                               | 762  | 450          | P450  | 779  | 3020   | 2350   | <80            |                   |     |
| 130B1449+<br>130B1469<br>130B1260+<br>130B1261         | 130B1389+<br>130B1391<br>130B1217+<br>130B1228         | 861  | 500          | P500  | 857  | 3362   | 2717   | <80            |                   |     |
| 2x130B1469<br>2x130B1261                               | 2x130B1391<br>2x130B1228                               | 960  | 560          | P560  | 964  | 3704   | 3084   | <80            |                   |     |
| 3x130B1449<br>3x130B1260                               | 3x130B1389<br>3x130B1217                               | 1140   | 630          | P630  | 1090 | 4530   | 3525   | <80            |                   |     |
| 2x130B1449+<br>130B1469<br>2x130B1260+<br>130B1261     | 2x130B1389+<br>130B1391<br>2x130B1217+<br>130B1228     | 1240   | 710          | P710  | 1227 | 4872   | 3892   | <80            |                   |     |
| 3x130B1469<br>3x130B1261                               | 3x130B1391<br>3x130B1228                               | 1440   | 800          | P800  | 1422 | 5556   | 4626   | <80            |                   |     |
| 2x130B1449+<br>2x130B1469<br>2x130B1260+<br>2x130B1261 | 2x130B1389+<br>2x130B1391<br>2x130B1217+<br>2x130B1228 | 1720   | 1000         | P1000   | 1675 | 6724   | 5434   | <80            |                   |     |

Tabela 4.7 Filtros de Harmônicas Avançados 380-415 V, 50 Hz, chassi E e F

| Número de código<br>AHF005<br>IP00<br>IP20 | Número de código<br>AHF010<br>IP00<br>IP20 | Características nominais de corrente do filtro | Motor típico                    | Modelo VLT e características nominais de corrente |     | Perdas |        | Ruído Acústico | Tamanho do Chassi |     |
|--|--|--|---------------------------------|---|-----|--------|--------|----------------|-------------------|-----|
|  |  |  |                                 |   |     | AHF005 | AHF010 |                |                   |     |
|  |  |  |                                 |   |     | [A]    | [kW]   |                | [kW]              | [A] |
| 130B3131<br>130B2869                       | 130B3090<br>130B2500                       | 204  | 110                             | N110  | 204 | 1080   | 743    | <75            | X6                | X6  |
| 130B3132<br>130B2870                       | 130B3091<br>130B2700                       | 251  | 132                             | N132  | 251 | 1194   | 864    | <75            | X7                | X7  |
| 130B3133<br>130B2871                       | 130B3092<br>130B2819                       | 304  | 160                             | N160  | 304 | 1288   | 905    | <75            | X8                | X7  |
| 130B3157<br>130B3156                       | 130B3155<br>130B3154                       | 325  | Ligação em paralelo para 355 kW |   |     | 1406   | 952    | <75            | X8                | X7  |
| 130B3134<br>130B2872                       | 130B3093<br>130B2855                       | 381  | 200                             | N200  | 381 | 1510   | 1175   | <77            | X8                | X7  |
| 130B3135<br>130B2873                       | 130B3094<br>130B2856                       | 480  | 250                             | N250  | 472 | 1850   | 1542   | <77            | X8                | X8  |
| 2x130B3133<br>2x130B2871                   | 2x130B3092<br>2x130B2819                   | 608  | 315                             | N315  | 590 | 2576   | 1810   | <80            |                   |     |

Tabela 4.8 Filtros de harmônicas avançados, 380-415 V, 60 Hz, chassi D

| Número de código<br>AHF005<br>IP00<br>IP20             | Número de código<br>AHF010<br>IP00<br>IP20             | Características nominais de corrente do filtro | Motor típico | Modelo VLT e características nominais de corrente |      | Perdas |        | Ruído Acústico | Tamanho do Chassi |     |
|--|--|--|--------------|---|------|--------|--------|----------------|-------------------|-----|
|  |  |  |              |   |      | AHF005 | AHF010 |                |                   |     |
|  |  |  |              |   |      | [A]    | [kW]   |                | [kW]              | [A] |
| 2x130B3157<br>2x130B3156                               | 2x130B3155<br>2x130B3154                               | 650  | 315          | P355  | 647  | 2812   | 1904   | <80            |                   |     |
| 130B3133+<br>130B3134<br>130B2871+<br>130B2872         | 130B3092+<br>130B3093<br>130B2819+<br>130B2855         | 685  | 355          | P400  | 684  | 2798   | 2080   | <80            |                   |     |
| 2x130B3134<br>2x130B2872                               | 2x130B3093<br>2x130B2855                               | 762  | 400          | P450  | 779  | 3020   | 2350   | <80            |                   |     |
| 130B3134+<br>130B3135<br>130B2872+<br>130B3135         | 130B3093+<br>130B3094<br>130B2855+<br>130B2856         | 861  | 450          | P500  | 857  | 3362   | 2717   | <80            |                   |     |
| 2x130B3135<br>2x130B2873                               | 2x130B3094<br>2x130B2856                               | 960  | 500          | P560  | 964  | 3704   | 3084   | <80            |                   |     |
| 3x130B3134<br>3x130B2872                               | 3x130B3093<br>3x130B2855                               | 1140   | 560          | P630  | 1090 | 4530   | 3525   | <80            |                   |     |
| 2x130B3134+<br>130B3135<br>2x130B2872+<br>130B2873     | 2x130B3093+1<br>30B3094<br>2x130B2855+1<br>30B2856     | 1240   | 630          | P710  | 1227 | 4872   | 3892   | <80            |                   |     |
| 3x130B3135<br>3x130B2873                               | 3x130B3094<br>3x130B2856                               | 1440   | 710          | P800  | 1422 | 5556   | 4626   | <80            |                   |     |
| 2x130B3134+<br>2x130B3135<br>2x130B2872+<br>2x130B2873 | 2x130B3093+<br>2x130B3094<br>2x130B2855+<br>2x130B2856 | 1722   | 800          | P1M0  | 1675 | 6724   | 5434   | <80            |                   |     |

Tabela 4.9 Filtros de Harmônicas Avançados 380-415 V, 60 Hz, chassi E e F

| Número de código<br>AHF005<br>IP00<br>IP20     | Número de código<br>AHF010<br>IP00<br>IP20     | Características nominais de corrente do filtro<br>[A] | Motor típico<br>[HP]                     | Modelo VLT e características nominais de corrente<br>[HP] [A] |     | Perdas |        | Ruído Acústico<br>[dBA] | Tamanho do Chassi |        |
|--|--|---|--|---|-----|--------|--------|-------------------------|-------------------|--------|
|  |  |   |  |   |     | AHF005 | AHF010 |                         |                   |        |
|  |  |   |  |   |     | [W]    | [W]    |                         | AHF005            | AHF010 |
| 130B1799<br>130B1764                           | 130B1782<br>130B1496                           | 183   | 150                                      | N110  | 183 | 1080   | 743    | <75                     | X6                | X6     |
| 130B1900<br>130B1765                           | 130B1783<br>130B1497                           | 231   | 200                                      | N132  | 231 | 1194   | 864    | <75                     | X7                | X7     |
| 130B2200<br>130B1766                           | 130B1784<br>130B1498                           | 291   | 250                                      | N160  | 291 | 1288   | 905    | <75                     | X8                | X7     |
| 130B2257<br>130B1768                           | 130B1785<br>130B1499                           | 355   | 300                                      | N200  | 348 | 1406   | 952    | <75                     | X8                | X7     |
| 130B3168<br>130B3167                           | 130B3166<br>130B3165                           | 380   | Usado para ligação em paralelo em 355 kW |   |     | 1510   | 1175   | <77                     | X8                | X7     |
| 130B2259<br>130B1769                           | 130B1786<br>130B1751                           | 436   | 350                                      | N250  | 436 | 1852   | 1542   | <77                     | X8                | X8     |
| 130B1900+<br>130B2200<br>130B1765+<br>130B1766 | 130B1783+<br>130B1784<br>130B1497+<br>130B1498 | 522   | 450                                      | N315  | 531 | 2482   | 1769   | <80                     |                   |        |

Tabela 4.10 Filtros de Harmônicas Avançados 440-480 V, 60 Hz, chassi D

| Número de código<br>AHF005<br>IP00/IP20                        | Número de código<br>AHF010<br>IP00/IP20                               | Características nominais de corrente do filtro<br>[A] | Motor típico<br>[HP] | Modelo VLT e características nominais de corrente<br>[kW] [A] |      | Perdas |        | Ruído Acústico<br>[dBA] | Tamanho do Chassi |        |
|--|---|---|----------------------|---|------|--------|--------|-------------------------|-------------------|--------|
|  |   |   |                      |   |      | AHF005 | AHF010 |                         |                   |        |
|  |   |   |                      |   |      | [W]    | [W]    |                         | AHF005            | AHF010 |
| 2x130B2200<br>2x130B1766                                       | 2x130B1784<br>2x130B1498  | 582   | 500                  | P355  | 580  | 2576   | 1810   | <80                     |                   |        |
| 130B2200+<br>130B3166<br>130B1766+<br>130B3167                 | 130B1784+<br>130B3166<br>130B1498+<br>130B3165                        | 671   | 550                  | P400  | 667  | 2798   | 2080   | <80                     |                   |        |
| 2x130B2257<br>2x130B1768                                       | 2x130B1785<br>2x130B1499  | 710   | 600                  | P450  | 711  | 2812   | 1904   | <80                     |                   |        |
| 2x130B3168<br>2x130B3167                                       | 2x130B3166<br>2x130B3165  | 760   | 650                  | P500  | 759  | 3020   | 2350   | <80                     |                   |        |
| 2x130B2259<br>2x130B1769                                       | 2x130B1786<br>2x130B1751  | 872   | 750                  | P560  | 867  | 3704   | 3084   | <80                     |                   |        |
| 3x130B2257<br>3x130B1768                                       | 3x130B1785<br>3x130B1499  | 1065  | 900                  | P630  | 1022 | 4218   | 2856   | <80                     |                   |        |
| 3x130B3168<br>3x130B3167                                       | 3x130B3166<br>3x130B3165  | 1140  | 1000                 | P710  | 1129 | 4530   | 3525   | <80                     |                   |        |
| 3x130B2259<br>3x130B1769                                       | 3x130B1786<br>3x130B1751  | 1308  | 1200                 | P800  | 1344 | 5556   | 4626   | <80                     |                   |        |
| 2x130B2257<br>+<br>2x130B2259<br>2x130B1768<br>+<br>2x130B1768 | 2x130B1785<br>2x130B1785 +<br>2x130B1786<br>2x130B1499+<br>2x130B1751 | 1582  | 1350                 | P1M0  | 1490 | 6516   | 5988   | <80                     |                   |        |

Tabela 4.11 Filtros de Harmônicas Avançados 440-480 V, 60 Hz, chassi E e F

| Número de código AHF005 IP00/IP20 | Número de código AHF010 IP00/IP20 | Características nominais de corrente do filtro | Motor típico | Modelo VLT e características nominais de corrente |     | Perdas |        | Ruído Acústico | Tamanho do Chassi |    |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--------------|---|-----|--------|--------|----------------|-------------------|----|
|                                   |                                   |  |              |   |     | AHF005 | AHF010 |                |                   |    |
|                                   |                                   |  |              |   |     | 50 Hz  |        |                |                   |    |
| [A]                               | [HP]                              | [kW]   | [A]          | [W]   | [W] | [dBa]  | AHF005 | AHF010         |                   |    |
| 130B5269<br>130B5254              | 130B5237<br>130B5220              | 87   | 75           | N75K  | 85  | 962    | 692    | <72            | X6                | X6 |
| 130B5270<br>130B5255              | 130B5238<br>130B5221              | 109  | 100          | N90K  | 106 | 1080   | 743    | <72            | X6                | X6 |
| 130B5271<br>130B5256              | 130B5239<br>130B5222              | 128  | 125          | N110  | 124 | 1194   | 864    | <72            | X6                | X6 |
| 130B5272<br>130B5257              | 130B5240<br>130B5223              | 155  | 150          | N132  | 151 | 1288   | 905    | <72            | X7                | X7 |
| 130B5273<br>130B5258              | 130B5241<br>130B5224              | 197  | 200          | N160  | 189 | 1406   | 952    | <72            | X7                | X7 |
| 130B5274<br>130B5259              | 130B5242<br>130B5225              | 240  | 250          | N200  | 234 | 1510   | 1175   | <75            | X8                | X8 |
| 130B5275<br>130B5260              | 130B5243<br>130B5226              | 296  | 300          | N250  | 286 | 1852   | 1288   | <75            | X8                | X8 |
| 2x130B5273<br>2x130B5258          | 130B5244<br>130B5227              | 366  | 350          | N315  | 339 | 2812   | 1542   | <75            |                   | X8 |
| 2x130B5273<br>2x130B5258          | 130B5245<br>130B5228              | 395  | 400          | N400  | 395 | 2812   | 1852   | <75            |                   | X8 |

Tabela 4.12 Filtros de Harmônicas Avançados, 600 V, 60 Hz

| Número de código AHF005 IP00/IP20 | Número de código AHF010 IP00/IP20 | Características nominais de corrente do filtro | Motor típico | Modelo VLT e características nominais de corrente |      | Perdas |        | Ruído Acústico | Tamanho do Chassi |  |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--------------|---|------|--------|--------|----------------|-------------------|--|
|                                   |                                   |  |              |   |      | AHF005 | AHF010 |                |                   |  |
|                                   |                                   |  |              |   |      | 50 Hz  |        |                |                   |  |
| [A]                               | [HP]                              | [kW]   | [A]          | [W]   | [W]  | [dBa]  | AHF005 | AHF010         |                   |  |
| 2x130B5274<br>2x130B5259          | 2x130B5242<br>2x130B5225          | 480  | 500          | P500  | 482  | 3020   | 2350   |                |                   |  |
| 2x130B5275<br>2x130B5260          | 2x130B5243<br>2x130B5226          | 592  | 600          | P560  | 549  | 3704   | 2576   |                |                   |  |
| 3x130B5274<br>3x130B5259          | 2x130B5244<br>2x130B5227          | 732  | 650          | P630  | 613  | 4530   | 3084   |                |                   |  |
| 3x130B5274<br>3x130B5259          | 2x130B5244<br>2x130B5227          | 732  | 750          | P710  | 711  | 4530   | 3084   |                |                   |  |
| 3x130B5275<br>3x130B5260          | 3x130B5243<br>3x139B5226          | 888  | 950          | P800  | 828  | 5556   | 3864   |                |                   |  |
| 4x130B5274<br>4x130B5259          | 3x130B5244<br>3x130B5227          | 960  | 1050         | P900  | 920  | 6040   | 4626   |                |                   |  |
| 4x130B5275<br>4x130B5260          | 3x130B5244<br>3x130B5227          | 1098   | 1150         | P1M0  | 1032 | 7408   | 4626   |                |                   |  |
|                                   | 4x130B5244<br>4x130B5227          | 1580   | 1350         | P1M2  | 1227 |        | 6168   |                |                   |  |

Tabela 4.13 Filtros de Harmônicas Avançados, 600 V, 60 Hz

| Número de código<br>AHF005<br>IP00/IP20 | Número de código<br>AHF010<br>IP00/IP20 | Características<br>nominais<br>de<br>corrente<br>do filtro | Modelo VLT e características nominais de corrente |                         |      |           |      |                         | Perdas |           | Ruído<br>Acústico<br>[dBa] | Tamanho do Chassi |        |        |        |
|---|---|--|---|-------------------------|------|-----------|------|-------------------------|--------|-----------|----------------------------|-------------------|--------|--------|--------|
|   |   |  | 50 Hz   | Tamanho típico do motor |      | 500-550 V |      | Tamanho típico do motor |        | 551-690 V |                            | AHF005            | AHF010 | AHF005 | AHF010 |
|   |   |  | [A]   | [kW]                    | [kW] | [A]       | [kW] | [kW]                    | [A]    | [W]       |                            | [W]               |        |        |        |
| 130B5024                                | 130B5325                                | 77   | 45  | N55K                    | 71   | 75        | N75K | 76                      | 841    | 488       | <72                        | X6                | X6     |        |        |
| 130B5169                                | 130B5287                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 130B5025                                | 130B5326                                | 87   | 55  | N75K                    | 89   |           |      |                         | 962    | 692       | <72                        | X6                | X6     |        |        |
| 130B5170                                | 130B5288                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 130B5026                                | 130B5327                                | 109  | 75  | N90K                    | 110  | 90        | N90K | 104                     | 1080   | 743       | <72                        | X6                | X6     |        |        |
| 130B5172                                | 130B5289                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 130B5028                                | 130B5328                                | 128  | 90  | N110                    | 130  | 110       | N110 | 126                     | 1194   | 864       | <72                        | X6                | X6     |        |        |
| 130B5195                                | 130B5290                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 130B5029                                | 130B5329                                | 155  | 110   | N132                    | 158  | 132       | N132 | 150                     | 1288   | 905       | <72                        | X7                | X7     |        |        |
| 130B5196                                | 130B5291                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 130B5042                                | 130B5330                                | 197  | 132   | N160                    | 198  | 160       | N160 | 186                     | 1406   | 952       | <72                        | X7                | X7     |        |        |
| 130B5197                                | 130B5292                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 130B5066                                | 130B5331                                | 240  | 160   | N200                    | 245  | 200       | N200 | 234                     | 1510   | 1175      | <75                        | X8                | X7     |        |        |
| 130B5198                                | 130B5293                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 130B5076                                | 130B5332                                | 296  | 200   | N250                    | 299  | 250       | N250 | 280                     | 1852   | 1288      | <75                        | X8                | X8     |        |        |
| 130B5199                                | 130B5294                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 2x130B5042                              | 130B5333                                | 366  | 250   | N315                    | 355  | 315       | N315 | 333                     | 2812   | 1542      |                            |                   | X8     |        |        |
| 2x130B5197                              | 130B5295                                |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |
| 2x130B5042                              | 130B5334                                | 395  | 315   | N355                    | 381  | 400       |      |                         | 2812   | 1852      |                            |                   | X8     |        |        |
| 130B5042<br>+130B5066                   | 130B5330<br>+130B5331                   | 437  | 355   | N400                    | 413  | 500       | N400 | 395                     | 2916   | 2127      |                            |                   |        |        |        |
| 130B5197<br>+130B5198                   | 130B5292<br>+130B5293                   |  |   |                         |      |           |      |                         |        |           |                            |                   |        |        |        |

Tabela 4.14 Filtros de Harmônicas Avançados, 500-690 V, 50 Hz

| Número de código<br>AHF005 IP00/<br>IP20 | Número de código<br>AHF010<br>IP00/IP20 | Características<br>nominais<br>de<br>corrente<br>do filtro | Modelo VLT e características nominais de corrente |                         |      |                         |      |           | Perdas |        | Ruído<br>Acústico<br>[dBa] | Tamanho do Chassi |        |
|--|---|--|---|-------------------------|------|-------------------------|------|-----------|--------|--------|----------------------------|-------------------|--------|
|  |   |  | 50 Hz   | Tamanho típico do motor |      | Tamanho típico do motor |      | 551-690 V | AHF005 | AHF010 |                            | AHF005            | AHF010 |
|  |   |  | [A]   | [kW]                    | [kW] | [A]                     | [kW] | [kW]      | [A]    | [W]    |                            | [W]               |        |
| 130B5066<br>+130B5076                    | 130B5331<br>+130B5332                   | 536  | 400   | P450                    | 504  | 560                     | P500 | 482       | 3362   | 2463   |                            |                   |        |
| 130B5198<br>+130B5199                    | 130B5292<br>+130B5294                   |  |   |                         |      |                         |      |           |        |        |                            |                   |        |
| 2 x130B5076                              | 2x130B5332                              | 592  | 450   | P500                    | 574  | 630                     | P560 | 549       | 3704   | 2576   |                            |                   |        |
| 2 x130B5199                              | 2x130B5294                              |  |   |                         |      |                         |      |           |        |        |                            |                   |        |
| 130B5076<br>+2x130B5042                  | 130B5332<br>+130B5333                   | 662  | 500   | P560                    | 642  | 710                     | P630 | 613       | 4664   | 2830   |                            |                   |        |
| 130B5199<br>+2x130B5197                  | 130B5294<br>+130B5295                   |  |   |                         |      |                         |      |           |        |        |                            |                   |        |
| 4x130B5042                               | 2x130B5333                              | 732  | 560   | P630                    | 743  | 800                     | P710 | 711       | 5624   | 3084   |                            |                   |        |
| 4x130B5197                               | 2x130B5295                              |  |   |                         |      |                         |      |           |        |        |                            |                   |        |
| 3x130B5076                               | 3x130B5332                              | 888  | 670   | P710                    | 866  | 900                     | P800 | 828       | 5556   | 3864   |                            |                   |        |
| 3x130B5199                               | 3x130B5294                              |  |   |                         |      |                         |      |           |        |        |                            |                   |        |
| 2x130B5076<br>+2x130B5042                | 2x130B5332<br>+130B5333                 | 958  | 750   | P800                    | 962  | 1000                    | P900 | 920       | 6516   | 4118   |                            |                   |        |
| 2x130B5199<br>+2x130B5197                | 2x130B5294<br>+130B5295                 |  |   |                         |      |                         |      |           |        |        |                            |                   |        |
| 6x130B5042                               | 3x130B5333                              | 1098   | 850   | P1M0                    | 1079 |                         | P1M0 | 1032      | 8436   | 4626   |                            |                   |        |
| 6x130B5197                               | 3x130B5295                              |  |   |                         |      |                         |      |           |        |        |                            |                   |        |

4

Tabela 4.15 Filtros de Harmônicas Avançados, 500-690 V, 50 Hz

## 4.2.3 Códigos de Compra: Módulos do Filtro de Onda Senoidal, 380–690 V CA

4

| 400 V, 50 Hz |      | 460 V, 60 Hz |      | 500 V, 50 Hz |      | Chassi de Tamanho              | Código de Compra do Filtro |            |
|--------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------------------------|----------------------------|------------|
| [kW]         | [A]  | [HP]         | [A]  | [kW]         | [A]  |                                | IP00                       | IP23       |
| 90           | 177  | 125          | 160  | 110          | 160  | D1h/D3h                        | 130B3182                   | 130B3183   |
| 110          | 212  | 150          | 190  | 132          | 190  | D1h/D3h                        | 130B3184                   | 130B3185   |
| 132          | 260  | 200          | 240  | 160          | 240  | D1h/D3h, D2h/D4h, D13          |                            |            |
| 160          | 315  | 250          | 302  | 200          | 302  | D2h/D4h, D13                   | 130B3186                   | 130B3187   |
| 200          | 395  | 300          | 361  | 250          | 361  | D2h/D4h, D13                   |                            |            |
| 250          | 480  | 350          | 443  | 315          | 443  | D2h/D4h, D13, E1/E2, E9, F8/F9 | 130B3188                   | 130B3189   |
| 315          | 600  | 450          | 540  | 355          | 540  | E1/E2, E9, F8/F9               |                            |            |
| 355          | 658  | 500          | 590  | 400          | 590  | E1/E2, E9, F8/F9               | 130B3191                   | 130B3192   |
| 400          | 745  | 600          | 678  | 500          | 678  | E1/E2, E9, F8/F9               |                            |            |
| 450          | 800  | 600          | 730  | 530          | 730  | E1/E2, E9, F8/F9               | 130B3193                   | 130B3194   |
| 450          | 800  | 600          | 730  | 530          | 730  | F1/F3, F10/F11, F18            |                            |            |
| 500          | 880  | 650          | 780  | 560          | 780  | F1/F3, F10/F11, F18            | 2X130B3188                 | 2X130B3189 |
| 560          | 990  | 750          | 890  | 630          | 890  | F1/F3, F10/F11, F18            |                            |            |
| 630          | 1120 | 900          | 1050 | 710          | 1050 | F1/F3, F10/F11, F18            | 2X130B3191                 | 2X130B3192 |
| 710          | 1260 | 1000         | 1160 | 800          | 1160 | F1/F3, F10/F11, F18            |                            |            |
| 710          | 1260 | 1000         | 1160 | 800          | 1160 | F2/F4, F12/F13                 | 3X130B3188                 | 3X130B3189 |
| 800          | 1460 |              |      |              |      | F2/F4, F12/F13                 |                            |            |
|              |      | 1200         | 1380 | 1000         | 1380 | F2/F4, F12/F13                 | 3X130B3191                 | 3X130B3192 |
| 1000         | 1720 | 1350         | 1530 | 1100         | 1530 | F2/F4, F12/F13                 |                            |            |

Tabela 4.16 Módulos do Filtro de Onda Senoidal, 380-500 VCA

| 525 V, 50 Hz |      | 575 V, 60 Hz |      | 690 V, 50 Hz |      | Chassi de Tamanho | Código de Compra do Filtro |            |
|--------------|------|--------------|------|--------------|------|-------------------|----------------------------|------------|
| [kW]         | [A]  | [HP]         | [A]  | [kW]         | [A]  |                   | IP00                       | IP23       |
| 75           | 113  | 100          | 108  | 90           | 108  | D1h/D3h           | 130B4118                   | 130B4119   |
| 90           | 137  | 125          | 131  | 110          | 131  | D1h/D3h           | 130B4121                   | 130B4124   |
| 110          | 162  | 150          | 155  | 132          | 155  | D1h/D3h           |                            |            |
| 132          | 201  | 200          | 192  | 160          | 192  | D1h/D3h, D2h/D4h  | 130B4125                   | 130B4126   |
| 160          | 253  | 250          | 242  | 200          | 242  | D2h/D4h           |                            |            |
| 200          | 303  | 300          | 290  | 250          | 290  | D2h/D4h           | 130B4129                   | 130B4151   |
| 250          | 360  |              |      | 315          | 344  | D2h/D4h, F8/F9    |                            |            |
|              |      | 350          | 344  | 355          | 380  | D2h/D4h, F8/F9    | 130B4152                   | 130B4153   |
| 315          | 429  | 400          | 400  | 400          | 410  | D2h/D4h, F8/F9    |                            |            |
|              |      | 400          | 410  |              |      | E1/E2, F8/F9      | 130B4154                   | 130B4155   |
| 355          | 470  | 450          | 450  | 450          | 450  | E1/E2, F8/F9      |                            |            |
| 400          | 523  | 500          | 500  | 500          | 500  | E1/E2, F8/F9      | 130B4156                   | 130B4157   |
| 450          | 596  | 600          | 570  | 560          | 570  | E1/E2, F8/F9      |                            |            |
| 500          | 630  | 650          | 630  | 630          | 630  | E1/E2, F8/F9      | 2X130B4129                 | 2X130B4151 |
| 500          | 659  |              |      | 630          | 630  | F1/F3, F10/F11    |                            |            |
|              |      | 650          | 630  |              |      | F1/F3, F10/F11    | 2X130B4152                 | 2X130B4153 |
| 560          | 763  | 750          | 730  | 710          | 730  | F1/F3, F10/F11    |                            |            |
| 670          | 889  | 950          | 850  | 800          | 850  | F1/F3, F10/F11    | 2X130B4154                 | 2X130B4155 |
| 750          | 988  | 1050         | 945  | 900          | 945  | F1/F3, F10/F11    |                            |            |
| 750          | 988  | 1050         | 945  | 900          | 945  | F2/F4, F12/F13    | 3X130B4152                 | 3X130B4153 |
| 850          | 1108 | 1150         | 1060 | 1000         | 1060 | F2/F4, F12/F13    |                            |            |
| 1000         | 1317 | 1350         | 1260 | 1200         | 1260 | F2/F4, F12/F13    | 3X130B4154                 | 3X130B4155 |

Tabela 4.17 Módulos do Filtro de Onda Senoidal 525-690 V

**AVISO!**

Ao utilizar filtros de Onda-senoidal, a frequência de chaveamento deverá estar em concordância com as especificações de filtro no 14-01 *Freqüência de Chaveamento*.

**AVISO!**

Consulte também o *Guia de Design de Filtros de Saída*

4.2.4 Códigos de Compra: Filtros dU/dt

| Características nominais típicas da aplicação |      |                 |      |                 |                |                 |      |                  |                  | Chassi de Tamanho             | Código de compra do filtro |             |
|---|------|-----------------|------|-----------------|----------------|-----------------|------|------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------|
| 380-480 V [T4]                                |      |                 |      |                 | 525-690 V [T7] |                 |      |                  |                  |                               | IP00                       | IP23        |
| 400 V,<br>50 Hz                               |      | 460 V,<br>60 Hz |      | 525 V,<br>50 Hz |                | 575 V,<br>60 Hz |      | 690 V,<br>50 Hz  |                  |                               |                            |             |
| [kW]  | [A]  | [HP]            | [A]  | [kW]            | [A]            | [HP]            | [A]  | [kW]             | [A]              |                               |                            |             |
| 90  | 177  | 125             | 160  | 90              | 137            | 125             | 131  |                  |                  | D1h/D3h                       | 130B2847                   | 130B2848    |
| 110   | 212  | 150             | 190  | 110             | 162            | 150             | 155  | 110              | 131              | D1h/D3h                       |                            |             |
| 132   | 260  | 200             | 240  | 132             | 201            | 200             | 192  | 132              | 155              | D1h/D3h, D2h/D4h, D13         |                            |             |
| 160   | 315  | 250             | 302  | 160             | 253            | 250             | 242  | 160              | 192              | D2h/D4h, D13                  |                            |             |
| 200   | 395  | 300             | 361  | 200             | 303            | 300             | 290  | 200              | 242              | D2h/D4h, D13                  | 130B2849                   | 130B3850    |
| 250   | 480  | 350             | 443  | 250             | 360            | 350             | 344  | 250              | 290              | D2h/D4h, D11 E1/E2, E9, F8/F9 |                            |             |
| 315   | 588  | 450             | 535  | 315             | 429            | 400             | 410  | 315              | 344              | D2h/D4h, E9, F8/F9            | 130B2851                   | 130B2852    |
| 355   | 658  | 500             | 590  | 355             | 470            | 450             | 450  | 355              | 380              | E1/E2, E9, F8/F9              |                            |             |
|   |      |                 |      |                 |                |                 |      | 400              | 410              | E1/E2, F8/F9                  |                            |             |
|   |      |                 |      |                 |                |                 |      | 450              | 450              | E1/E2, F8/F9                  | 130B2853                   | 130B2854    |
| 400   | 745  | 600             | 678  | 400             | 523            | 500             | 500  | 500              | 500              | E1/E2, E9, F8/F9              |                            |             |
| 450   | 800  | 600             | 730  | 450             | 596            | 600             | 570  | 560              | 570              | E1/E2, E9, F8/F9              |                            |             |
|   |      |                 |      | 500             | 630            | 650             | 630  | 630              | 630              | E1/E2, F8/F9                  |                            |             |
| 450   | 800  | 600             | 730  |                 |                |                 |      |                  |                  | F1/F3, F10/F11, F18           | 2x130B28492                | 2x130B28502 |
| 500   | 880  | 650             | 780  | 500             | 659            | 650             | 630  |                  |                  | F1/F3, F10/F11, F18           |                            |             |
|   |      |                 |      |                 |                |                 |      | 630 <sup>2</sup> | 630 <sup>2</sup> | F1/F3, F10/F11                | 2x130B2851                 | 2x130B2852  |
| 560   | 990  | 750             | 890  | 560             | 763            | 750             | 730  | 710              | 730              | F1/F3, F10/F11, F18           |                            |             |
| 630   | 1120 | 900             | 1050 | 670             | 889            | 950             | 850  | 800              | 850              | F1/F3, F10/F11, F18           |                            |             |
| 710   | 1260 | 1000            | 1160 | 750             | 988            | 1050            | 945  |                  |                  | F1/F3, F10/F11, F18           | 2x130B2851                 | 2x130B2852  |
|   |      |                 |      |                 |                |                 |      | 900              | 945              | F1/F3, F10/F11                | 2x130B2853                 | 2x130B2854  |
| 710   | 1260 | 1000            | 1160 | 750             | 988            | 1050            | 945  |                  |                  | F2/F4, F12/F13                | 3x130B2849                 | 3x130B2850  |
|   |      |                 |      |                 |                |                 |      | 900              | 945              | F2/F4, F12/F13                | 3x130B2851                 | 3x130B2852  |
| 800   | 1460 | 1200            | 1380 | 850             | 1108           | 1150            | 1060 | 1000             | 1060             | F2/F4, F12/F13                |                            |             |
| 1000  | 1720 | 1350            | 1530 | 1000            | 1317           | 1350            | 1260 | 1200             | 1260             | F2/F4, F12/F13                |                            |             |
|   |      |                 |      | 1100            | 1479           | 1550            | 1415 | 1400             | 1415             | F2/F4, F12/F13                | 3x130B2853                 | 3x130B2854  |

Tabela 4.18 Códigos de Compra de Filtro dU/dt

**AVISO!**

Consulte também o *Guia de Design de Filtros de Saída*

### 4.2.5 Códigos de Compra: Resistores de Freio

Para obter informações sobre a seleção do resistor do freio consulte o *Guia de Design do Resistor do Freio*. Utilize esta tabela para determinar a resistência mínima aplicável a cada tamanho de conversor de frequência.

| 380-480 V CA    |              |   |                  |
|-----------------|--------------|---|------------------|
| Dados do drive  |              |   |                  |
| Aqua FC202 [T4] | Pm (NO) [kW] | Número de circuitos de frenagem <sup>1)</sup> | R <sub>min</sub> |
| N110            | 110          | 1   | 3,6              |
| N132            | 132          | 1   | 3                |
| N160            | 160          | 1   | 2,5              |
| N200            | 200          | 1   | 2                |
| N250            | 250          | 1   | 1,6              |
| N315            | 315          | 1   | 1,2              |
| P355            | 355          | 1   | 1,2              |
| P400            | 400          | 1   | 1,2              |
| P500            | 500          | 2   | 0,9              |
| P560            | 560          | 2   | 0,9              |
| P630            | 630          | 2   | 0,8              |
| P710            | 710          | 2   | 0,7              |
| P800            | 800          | 3   | 0,6              |
| P1M0            | 1000         | 3   | 0,5              |

Tabela 4.19 Dados do Circuito de Frenagem, 380-480 V

| 525-690 V CA    |              |   |                  |
|-----------------|--------------|---|------------------|
| Dados do drive  |              |   |                  |
| Aqua FC202 [T7] | Pm (NO) [kW] | Número de circuitos de frenagem <sup>1)</sup> | R <sub>min</sub> |
| N75K            | 75           | 1   | 13,5             |
| N90K            | 90           | 1   | 8,8              |
| N110            | 110          | 1   | 8,2              |
| N132            | 132          | 1   | 6,6              |
| N160            | 160          | 1   | 4,2              |
| N200            | 200          | 1   | 4,2              |
| N250            | 250          | 1   | 3,4              |
| N315            | 315          | 1   | 2,3              |
| N400            | 400          | 1   | 2,3              |
| P450            | 450          | 1   | 2,3              |
| P500            | 500          | 1   | 2,1              |
| P560            | 560          | 1   | 2                |
| P630            | 630          | 1   | 2                |
| P710            | 710          | 2   | 1,3              |
| P800            | 800          | 2   | 1,1              |
| P900            | 900          | 2   | 1,1              |
| P1M0            | 1000         | 3   | 1                |
| P1M2            | 1200         | 3   | 0,8              |
| P1M4            | 1400         | 3   | 0,7              |

Tabela 4.20 Dados do Circuito de Frenagem 525-690 V

*R<sub>min</sub>* = resistência de frenagem mínima que pode ser usada com esse conversor de frequência. Se o conversor de frequência incluir diversos circuitos de frenagem, o valor da resistência é a soma de todos os resistores em paralelo

*R<sub>br, nom</sub>* = resistência nominal necessária para alcançar 150% do torque de frenagem.

<sup>1)</sup> Os conversores de frequência maiores incluem diversos módulos do inversor com um circuito de frenagem em cada inversor. Conecte resistores iguais em cada circuito de frenagem.



| Dimensões mecânicas                                      |           |           |         |               |           |         |           |           |           |           |
|--|-----------|-----------|---------|---------------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tamanho do gabinete metálico [kW]                        | D1h       | D2h       | D3h*    | D4h*          | E1        | E2*     | F1        | F2        | F3        | F4        |
| 380-480 V CA   | 110-160   | 200-315   | 110-160 | 200-315       | 315-450   | 315-450 | 500-710   | 800-1000  | 500-710   | 800-1000  |
| 525-690 V CA   | 45-160    | 200-400   | 45-160  | 200-400       | 450-630   | 450-630 | 710-900   | 1000-1400 | 710-900   | 1000-1400 |
| IP   | 21/54     | 21/54     | 20      | 20            | 21/54     | 00      | 21/54     | 21/54     | 21/54     | 21/54     |
| NEMA   | Tipo 1/12 | Tipo 1/12 | Chassi  | Chassi        | Tipo 1/12 | Chassi  | Tipo 1/12 | Tipo 1/12 | Tipo 1/12 | Tipo 1/12 |
| <b>Dimensões de transporte (mm)</b>                      |           |           |         |               |           |         |           |           |           |           |
| Largura  | 997       | 1,170     | 997     | 1,170         | 2,197     | 1,705   | 2,324     | 2,324     | 2,324     | 2,324     |
| Altura   | 587       | 587       | 587     | 587           | 840       | 831     | 1,569     | 1,962     | 2,159     | 2,559     |
| Profundidade   | 460       | 535       | 460     | 535           | 736       | 736     | 927       | 927       | 927       | 927       |
| <b>Dimensões do Conversor de Frequência [mm]</b>         |           |           |         |               |           |         |           |           |           |           |
| <b>Altura</b>  |           |           |         |               |           |         |           |           |           |           |
| A  | 901       | 1107      | 909     | 1122          | 2000      | 1547    | 2281      | 2281      | 2281      | 2281      |
| <b>Largura</b>   |           |           |         |               |           |         |           |           |           |           |
| B  | 325       | 420       | 250     | 350           | 600       | 585     | 1400      | 1800      | 2000      | 2400      |
| <b>Profundidade</b>                                      |           |           |         |               |           |         |           |           |           |           |
| C  | 380       | 380       | 375     | 375           | 494       | 494     | 607       | 607       | 607       | 607       |
| <b>Dimensões dos suportes [mm/polegada]</b>              |           |           |         |               |           |         |           |           |           |           |
| Furo central para a borda traseira                       | a         | 56/2,2    |         |               |           |         |           |           |           |           |
| Furo central para a borda superior                       | b         | 25/1,0    |         |               |           |         |           |           |           |           |
| Diâmetro do furo   | c         | 25/1,0    |         |               |           |         |           |           |           |           |
| Parte superior do slot de montagem para a borda inferior | d         | 27/1,1    |         |               |           |         |           |           |           |           |
| Largura do slot de montagem                              | e         | 13/0,5    |         |               |           |         |           |           |           |           |
| Orifício para montagem embaixo da borda lateral          | f         | 63/2,5    | 75/3,0  | Não se Aplica |           |         |           |           |           |           |
| Orifício para montagem embaixo da borda inferior         | g         | 20/0,8    | 20/0,8  | Não se Aplica |           |         |           |           |           |           |
| Largura do slot de montagem                              | h         | 11/0,4    | 11/0,4  | Não se Aplica |           |         |           |           |           |           |

|  |   |               |  |        |        |               |  |      |      |      |      |
|--|---|---------------|--|--------|--------|---------------|--|------|------|------|------|
| Orifício para montagem embaixo da borda lateral  | k | Não se Aplica |  | 25/1,0 | 40/1,6 | Não aplicável |  | 1017 | 1260 | 1318 | 1561 |
|  | l | Não se Aplica |  | 20/0,8 | 20/0,8 | Não aplicável |  | 277  | 313  | 164  | 98   |
|  |   | Não se Aplica |  | 11/0,4 | 11/0,4 | Não aplicável |  |      |      |      |      |
| Largura do slot de montagem  | m | Não se Aplica |  | 11/0,4 | 11/0,4 | Não aplicável |  | 1017 | 1260 | 1318 | 1561 |
| <b>Peso máx. [kg]</b>  |   |               |  |        |        |               |  |      |      |      |      |
| <p>Consulte a Danfoss para obter informações mais detalhadas e desenhos CAD para seus próprios objetivos de planejamento.</p> <p><i>*Os drives de chassi são destinados a instalação em gabinetes metálicos externos</i></p> |   |               |  |        |        |               |  |      |      |      |      |

Tabela 5.2 Legenda para Tabela 5.1

5

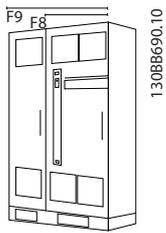
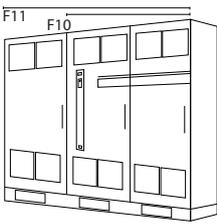
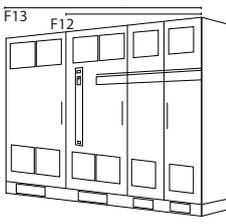
| Tamanho do Chassi   |              | F8  | F9  | F10   | F11  | F12   | F13   |
|---|--------------|---|---|---|--|---|---|
|   |              |  |  |  |  |  |  |
| Proteção do gabinete metálico                                       | IP           | 21/54   | 21/54   | 21/54   | 21/54  | 21/54   | 21/54   |
|   | NEMA         | Tipo 1/Tipo 12  | Tipo 1/Tipo 12  | Tipo 1/Tipo 12  | Tipo 1/Tipo 12   | Tipo 1/Tipo 12  | Tipo 1/Tipo 12  |
| Potência nominal com sobrecarga alta - 160% de torque de sobrecarga |              | 315-450 kW<br>(380-480 V)<br>450-630 kW<br>(525-690 V)                            | 315-350 kW<br>(380-480 V)<br>450-630 kW<br>(525-690 V)                            | 500-710 kW<br>(380-480 V)<br>710-900 kW<br>(525-690 V)                            | 500-710 kW<br>(380-480 V)<br>710-900 kW<br>(525-690 V)                             | 800-1000 kW<br>(380-480 V)<br>1000-1400 kW<br>(525-690 V)                           | 800-1000 kW<br>(380-480V)<br>1000-1400 kW<br>(525-690 V)                            |
| Dimensões de transporte (mm)  | Altura       | 2324  | 2324  | 2324  | 2324   | 2324  | 2324  |
|   | Largura      | 970   | 1568  | 1760  | 2559   | 2160  | 2960  |
|   | Profundidade | 1130  | 1130  | 1130  | 1130   | 1130  | 1130  |
| Dimensões do drive [mm]   | Altura       | 2204  | 2204  | 2204  | 2204   | 2204  | 2204  |
|   | Largura      | 800   | 1400  | 1600  | 2200   | 2000  | 2600  |
|   | Profundidade | 606   | 606   | 606   | 606  | 606   | 606   |
| Peso máx. [kg]  |              | 447   | 669   | 893   | 1116   | 1037  | 1259  |

Tabela 5.3 Visão geral do produto, conversores de frequência de 12 pulsos

**AVISO!**

O chassi F está disponível com ou sem gabinete para opcionais. O F8, F10 e F12 consistem em um gabinete para inversor à direita e gabinete para retificador à esquerda. O F9, F11 e F13 têm um gabinete para opcionais adicional à esquerda do gabinete para retificador. O F9 é um F8 com um Gabinete para Opcionais adicional. O F11 é um F10 com um Gabinete para Opcionais adicional. O F13 é um F12 com um Gabinete para Opcionais adicional.

### 5.1.1 Montagem Mecânica

1. Faça os furos de acordo com as medidas fornecidas.
2. Forneça parafusos apropriados para a superfície de montagem. Aperte novamente os quatro parafusos.

O conversor de frequência permite instalação lado a lado. A parede para a fixação traseira deve ser sempre sólida.

| Gabinete metálico               | Espaço para o ar [mm] |
|---------------------------------|-----------------------|
| D1h/D2h/D3h/D4h/D5h/D6h/D7h/D8h | 225                   |
| E1/E2                           | 225                   |
| F1/F2/F3/F4                     | 225                   |
| F8/F9/F10/F11/F12/F13           | 225                   |

Tabela 5.4 É Necessário Espaço Livre Acima e Embaixo Conversor de Frequência

### AVISO!

Se for usado um kit para direcionar o ar de refrigeração do dissipador de calor para fora da parte de trás conversor de frequência, o espaço livre necessário é 100 mm.

### 5.1.2 Instalação do Pedestal do Chassi D

Os conversores de frequência D7h e D8h são entregues com um pedestal e um espaçador de parede. Antes de prender o gabinete na parede, instale o pedestal atrás do flange de montagem como mostrado em *Ilustração 5.1*.

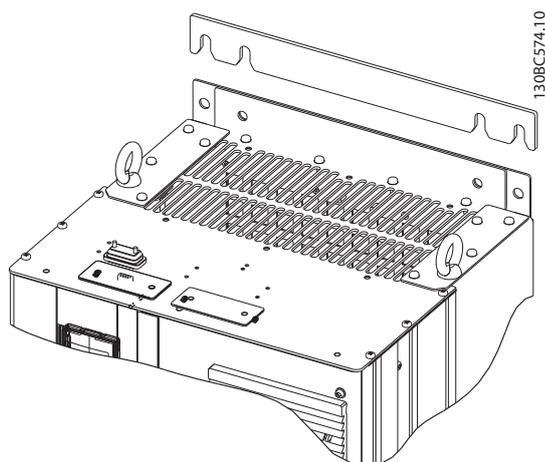


Ilustração 5.1 Espaçador de Montagem em Parede

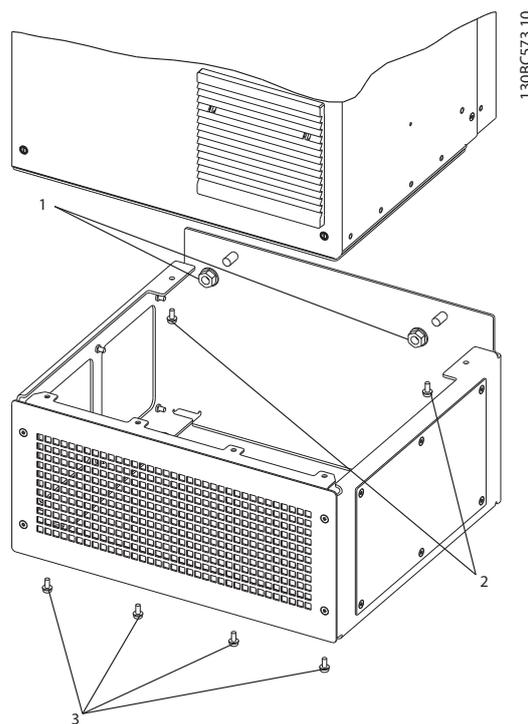


Ilustração 5.2 instalação da Ferragem do Pedestal

|   |   |
|---|---|
| 1 | Encaixe o pedestal no canal traseiro usando duas porcas M10   |
| 2 | Aperte dois parafusos M5 através do flange do pedestal traseiro no suporte de montagem do drive do pedestal |
| 3 | Aperte 4 parafusos M5 através do flange dianteiro do pedestal nos furos de montagem da placa da bucha.      |

Tabela 5.5 Legenda para Ilustração 5.2

### 5.1.3 Instalação do Pedestal em Drives de Chassi F

Os pedestais nos conversores de frequência de chassi F usam oito parafusos em vez de quatro.

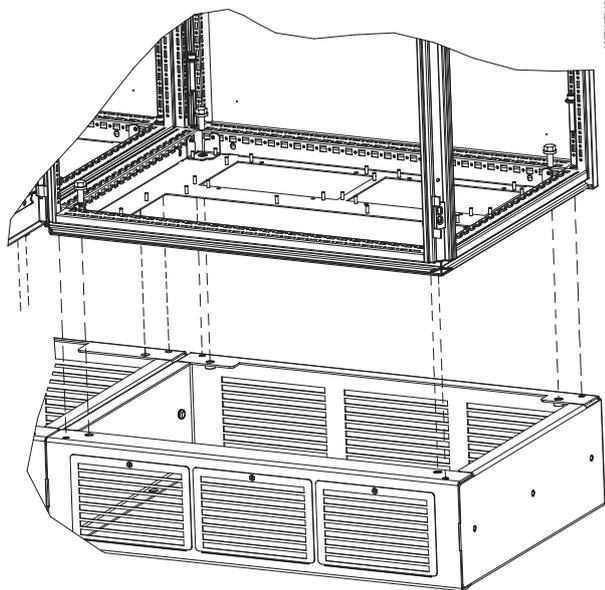


Ilustração 5.3 Instalação do Parafuso do Pedestal

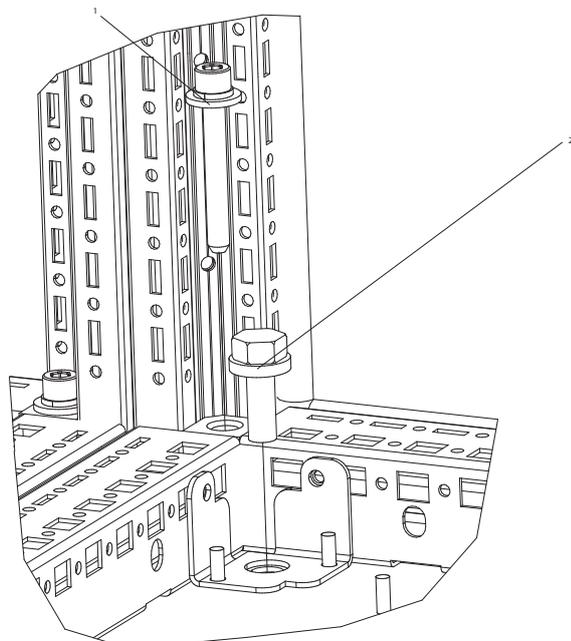


Ilustração 5.4 Detalhe do Fechamento

|   |  |
|---|--|
| 1 | Instale cada parafuso M8x60 mm com arruela de pressão e arruela plana através do chassi no orifício roscado na base. Instale quatro parafusos por gabinete           |
| 2 | Instale cada parafuso M10x30 mm com arruela de pressão cativa e arruela plana através da placa base e no furo roscado na base. Instale quatro parafusos por gabinete |

Tabela 5.6 Legenda para Ilustração 5.4

### 5.1.4 Requisitos de Segurança da Instalação Mecânica

#### ⚠️ ADVERTÊNCIA

Esteja atento aos requisitos que se aplicam à integração e ao kit de montagem em campo. Para evitar ferimentos graves ou danos ao equipamento, observe as informações na lista, especialmente ao instalar unidades grandes.

#### ⚠️ CUIDADO

O conversor de frequência é refrigerado pela circulação do ar. Para proteger a unidade contra superaquecimento, assegure que a temperatura ambiente *não exceda a temperatura máxima definida*. Se a temperatura ambiente estiver na faixa de 45 °C - 55 °C, derating do conversor de frequência é relevante, veja 3.5.5 *Derating para a Temperatura Ambiente*. Se derating para a temperatura ambiente não for levado em consideração, a vida útil do conversor de frequência é reduzida.

## 5.2 Pré-instalação

### 5.2.1 Planejamento do Local da Instalação

#### AVISO!

Para evitar trabalho adicional durante e após a instalação é importante planejar a instalação do conversor de frequência com antecedência.

Selecione o melhor local de operação possível levando em consideração o seguinte:

- Temperatura de operação ambiente
- Método de instalação
- Como refrigerar a unidade
- Posição do conversor de frequência
- Disposição dos cabos
- Garanta que a fonte de alimentação forneça a tensão correta e a corrente necessária

- Garanta que as características nominais de corrente do motor estejam dentro da corrente máxima do conversor de frequência
- Se o conversor de frequência não tiver fusíveis internos, garanta que os fusíveis externos estejam dimensionados corretamente.

### 5.2.2 Recepção do Conversor de Frequência

Ao receber o conversor de frequência, verifique se a embalagem está intacta e observe se ocorreu algum dano à unidade durante o transporte. Se ocorreu algum dano, entre em contacto imediatamente com a empresa transportadora para registrar o dano.

|  |  |
|--|--|
| <b>VLT</b> ® AQUA Drive<br>www.danfoss.com   |  |
| T/C: FC-202N160T4E21H2XGC7XXSXXXXAXBXCXXXXDX<br>P/N: 134F9717 S/N: 123456H123  |  |
| 160 kW / 250 HP<br>IN: 3x380-480V 50/60Hz 304/291A<br>OUT: 3x0-Vin 0-590Hz 315/302A  |  |
| Type 1/ IP21 Tamb. 40° C/104° F<br>Max Tamb. 55° C/131° F w/Output Current Derating  |  |
| SCCR 100 kA at UL Voltage range 380-480V<br>ASSEMBLED IN USA   |  |
|  Listed 36U0 E70524 Ind. contr. Eq.<br>UL Voltage range 380-480 V |  |
| <b>CAUTION:</b><br>See manual for special condition / prefuses<br>Voir manuel de conditions speciales / fusibles                                     |  |
| <b>WARNING:</b><br>Stored charge, wait 20 min.<br>Charge residuelle, attendez 20 min.  |  |

Ilustração 5.5 Rótulo da plaqueta de identificação

### 5.2.3 Transporte e Desembalagem

Antes de desembalar o conversor de frequência, coloque-o o mais próximo possível do local de instalação final. Remova a caixa e deixe o conversor de frequência sobre o palete o maior tempo possível.

### 5.2.4 Elevação

Sempre efetue a elevação do conversor de frequência usando os orifícios apropriados para esse fim. Para todos os gabinetes metálicos E2 (IP00) utilize uma barra para evitar danificar os orifícios para içamento do conversor de frequência.

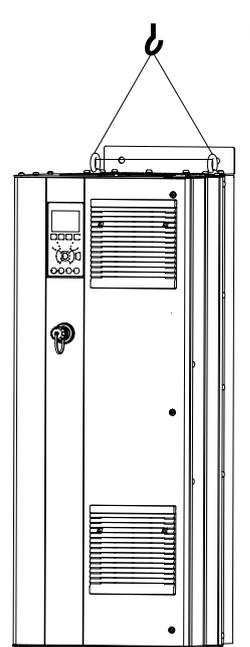


Ilustração 5.6 Método de Elevação Recomendado, Chassi de Tamanho

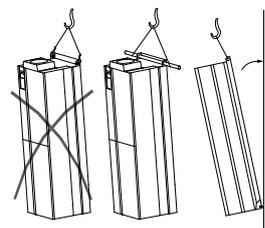


Ilustração 5.7 Método de Elevação Recomendado, Chassi de Tamanho E

## ADVERTÊNCIA

A barra para elevação deve ser capaz de suportar o peso do conversor de frequência. Ver *Tabela 5.2* para saber o peso dos diferentes tamanhos de chassi. O diâmetro máximo da barra é 2,5 cm (1 polegada). O ângulo do topo do drive até o cabo de elevação deverá ser de 60° ou mais.

5

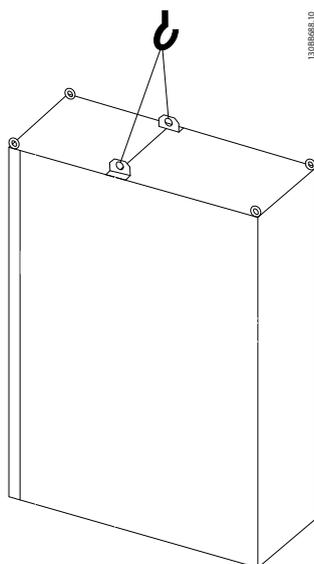


Ilustração 5.8 Método de Içamento Recomendado, Tamanhos de Chassi F1, F2, F9 e F10

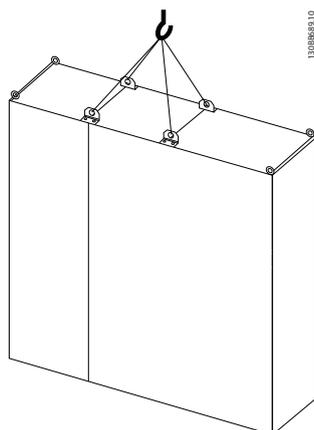


Ilustração 5.9 Método de Içamento Recomendado, Tamanhos de Chassi F3, F4, F11, F12 e F13

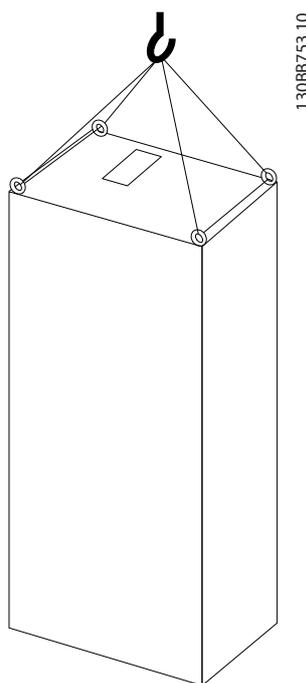


Ilustração 5.10 Método de Içamento Recomendado, Tamanhos de Chassi F8

## AVISO!

O pedestal é fornecido na mesma embalagem do conversor de frequência, mas não está preso aos tamanhos de chassi F1-F4 durante o embarque. O pedestal é necessário para permitir fluxo de ar até o conversor de frequência para fornecer resfriamento adequado. Coloque o chassi F no topo do pedestal no local da instalação final. O ângulo do topo do conversor de frequência até o cabo de elevação deve ser 60° ou maior.

Além dos desenhos acima, uma barra de separação é uma maneira aceitável de levantar o Chassi F.

### 5.2.5 Ferramentas Necessárias

Para executar a instalação mecânica são necessárias as seguintes ferramentas:

- Furadeira com broca de 10 ou 12 mm
- Fita métrica
- Chave inglesa com soquetes métricos adequados (7-17 mm)
- Extensões para chave de porca
- Furador de chapa metálica para conduítes ou buchas de cabo em unidades IP21 (NEMA 1) e IP54 (NEMA 12).
- Barra de elevação para erguer a unidade (bastão ou tubo de Ø 25 mm (1 polegada), capaz de erguer 400 kg (880 libras), no mínimo).

- Guindaste ou outro dispositivo de elevação para colocar o conversor de frequência no lugar.
- É necessária uma ferramenta Torx T50 para instalar o E1 nos gabinetes metálicos tipos IP21 e IP54.

### 5.2.6 Considerações Gerais

#### Acesso ao fio

Certifique-se de que existe acesso adequado ao cabo, inclusive espaço para o dobramento necessário. Como a parte de baixo do gabinete metálico IP00 é aberta, os cabos devem ser fixados no painel traseiro do gabinete metálico em que o conversor de frequência está montado.

#### AVISO!

Todos os calços/fixadores de cabo devem ser montados dentro da largura da barra condutora dos terminais.

#### Espaço

Certifique-se de que há espaço adequado acima e abaixo do conversor de frequência para circulação de ar e acesso aos cabos. Além disso, deve-se considerar um espaço na frente da unidade para permitir a abertura da porta do painel.

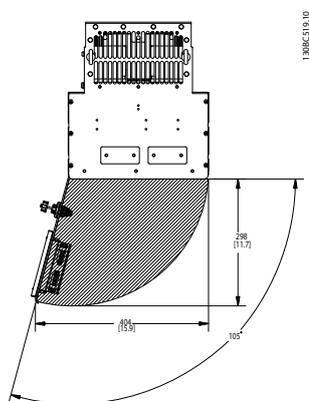


Ilustração 5.11 Espaço livre na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, chassi de tamanho D1h, D5h e D6h.

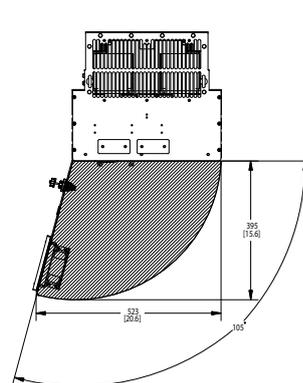


Ilustração 5.12 Espaço livre na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, chassi de tamanho D2h, D7h e D8h.

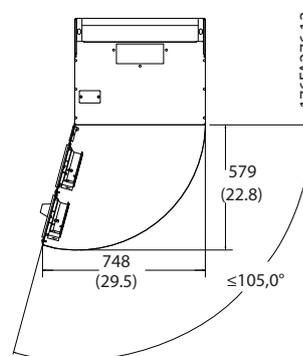


Ilustração 5.13 Espaço na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, chassi de tamanho E1.

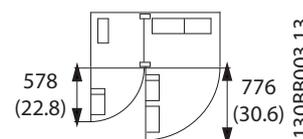


Ilustração 5.14 Espaço livre na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, chassi de tamanho F1

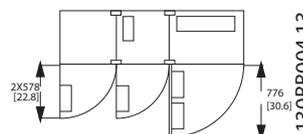


Ilustração 5.15 Espaço livre na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, chassi de tamanho F3

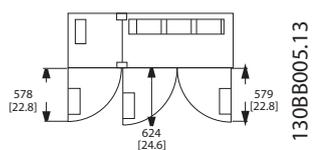


Ilustração 5.16 Espaço livre na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, chassi de tamanho F2

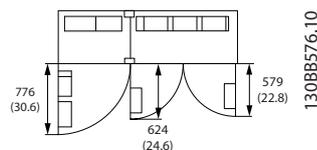


Ilustração 5.22 Espaço na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, Chassi de Tamanho F12

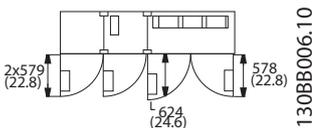


Ilustração 5.17 Espaço livre na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, chassi de tamanho F4

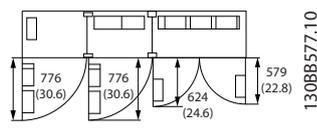


Ilustração 5.23 Espaço na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, Chassi de Tamanho F13

5

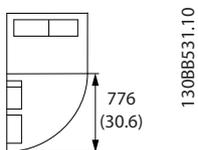


Ilustração 5.18 Espaço livre na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, chassi de tamanho F8

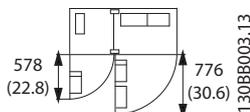


Ilustração 5.19 Espaço na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, Chassi de Tamanho F9

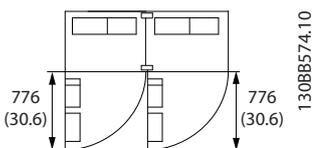


Ilustração 5.20 Espaço na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, Chassi de Tamanho F10

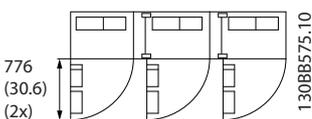


Ilustração 5.21 Espaço na frente do tipo de gabinete metálico IP21/IP54, Chassi de Tamanho F11

## 5.2.7 Resfriando e Fluxo de Ar

### Resfriamento

O resfriamento pode ser conseguido usando os dutos de resfriamento na parte inferior e superior da unidade, aspirando ar e expulsando-o pela parte de trás da unidade ou combinando as possibilidades de resfriamento.

### Resfriamento do duto

Um opcional dedicado foi desenvolvido para otimizar a instalação dos conversores de frequência IP00/chassi em gabinetes metálicos Rittal TS8 utilizando o ventilador do conversor de frequência para resfriamento do canal traseiro com ar forçado. A saída de ar no topo do gabinete metálico pode ser direcionado para fora de uma instalação, de modo que as perdas de calor do canal traseiro não sejam dissipadas no interior da sala de controle, reduzindo assim as necessidades de ar condicionado da instalação.

### Resfriamento da parte traseira

O ar do canal traseiro pode também ser ventilado para dentro e para fora da traseira do gabinete metálico TS8 da Rittal. Usando este método, o canal traseiro poderia aspirar o ar exterior da instalação e devolver as perdas de calor para fora da instalação, desse modo diminuindo as necessidades de ar condicionado.

## AVISO!

Um ventilador de porta é necessário no gabinete metálico para remover as perdas de calor não contidas no canal traseiro do conversor de frequência e qualquer perda adicional gerada por outros componentes instalados no interior do gabinete metálico. O fluxo de ar total requerido deve ser calculado no sentido de possibilitar a seleção de ventiladores adequados. Alguns fabricantes de gabinetes metálicos oferecem software para efetuar os cálculos.

### Fluxo de ar

Deve ser garantido o fluxo de ar necessário sobre o dissipador de calor. A velocidade do fluxo é mostrada em *Tabela 5.7*.

| Tipo de Drive | Tamanho do drive |                            | Chassi de Tamanho | Proteção do gabinete metálico  | Fluxo de ar m <sup>3</sup> /h (cfm)        |                                       |            |
|---------------|------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------|------------|
|               | 380-480 V (T5)   | 525-690 V (T7)             |                   |                                | Ventilador(es) da porta/Ventilador do topo | Ventilador(es) do Dissipador de Calor |            |
| 6 Pulsos      | N110 a N160      | N75 a N160                 | D1h, D5h, D6h     | IP21/NEMA 1 ou<br>IP54/NEMA 12 | 102 (60)                                   | 420 (250)                             |            |
|               |                  |                            | D3h               | IP20/chassi                    |  |                                       |            |
|               | N200 a N315      | N200 a N400                | D2h, D7h, D8h     | IP21/NEMA 1 ou<br>IP54/NEMA 12 | 204 (120)                                  | 840 (500)                             |            |
|               |                  |                            | D4h               | IP20/chassi                    |  |                                       |            |
|               | -                | P450 a P500                | E1                | IP21/NEMA 1 ou<br>IP54/NEMA 12 | 340 (200)                                  | 1105 (650)                            |            |
|               |                  |                            |                   | E2                             | IP00/chassi                                |                                       | 255 (150)  |
|               |                  |                            | E1                | IP21/NEMA 1 ou<br>IP54/NEMA 12 | 340 (200)                                  |                                       | 1445 (850) |
|               |                  |                            |                   | E2                             | IP00/chassi                                |                                       |            |
|               | P355 a P450      | P560 a P630                | F1/F3, F2/F4      | IP21/NEMA 1                    | 700 (412)                                  | 985 (580)                             |            |
|               |                  |                            |                   | IP54/NEMA 12                   | 525 (309)                                  |                                       |            |
| P500 a P1M0   | P710 a P1M4      | F8/F9, F10/F11,<br>F12/F13 | IP21/NEMA 1       | 700 (412)                      | 985 (580)                                  |                                       |            |
|               |                  |                            | IP54/NEMA 12      | 525 (309)                      |  |                                       |            |
| 12 Pulsos     | P315 a P1M0      | P450 a P1M4                | IP21/NEMA 1       | 700 (412)                      | 985 (580)                                  |                                       |            |
|               |                  |                            | IP54/NEMA 12      | 525 (309)                      |  |                                       |            |

**Tabela 5.7 Fluxo de Ar no Canal Dianteiro e no Dissipador de Calor**

\* Fluxo de ar por ventilador. Os chassis F contêm diversos ventiladores.

### Ventiladores de Resfriamento do Chassi D

Todos os conversores de frequência nesta faixa de potência estão equipados com ventiladores de para resfriar o dissipador de calor. As unidades nos gabinetes metálicos IP21 (NEMA 1) e IP54 (NEMA 12) têm um ventilador montado na porta do gabinete metálico para prover fluxo de ar adicional à unidade. Os gabinetes metálicos de chassi IP20 têm um ventilador montado no topo da unidade para

resfriamento adicional. Há um pequeno ventilador de 24 V CC montado sob a placa de entrada. Este ventilador funciona a qualquer momento em que o conversor de frequência estiver energizado.

A tensão CC do cartão de potência energiza os ventiladores. O ventilador de mistura é alimentado por 24 V DC da fonte de alimentação no modo de chaveamento

principal. O ventilador do dissipador de calor e o ventilador da porta/superior são alimentados por 48 V CC de uma fonte de alimentação no modo de chaveamento no cartão de potência. Cada ventilador tem feedback tacômetro no cartão de controle que confirma que o ventilador está funcionando corretamente. O controle liga/desliga e velocidade dos ventiladores é providenciada para diminuir o ruído acústico global e prolonga a vida dos ventiladores.

As seguintes condições ativam os ventiladores no chassi D:

- Corrente de saída maior que 60% do
- Superaquecimento nominal do IGBT
- baixa temperatura do IGBT
- Superaquecimento da placa de controle
- Barramento CC ativo
- Freio CC ativo
- Circuito de freio dinâmico ativo
- Durante a pré-magnetização do motor
- AMA em andamento

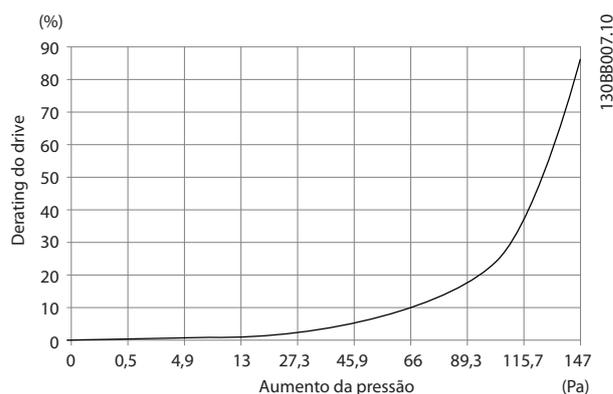
Além destas condições, os ventiladores são sempre acionados durante um lapso de tempo, após aplicar a energia de entrada principal ao conversor de frequência. Uma vez acionados, os ventiladores funcionarão um mínimo de 1 minuto.

As seguintes condições ativam os ventiladores no chassi E e F:

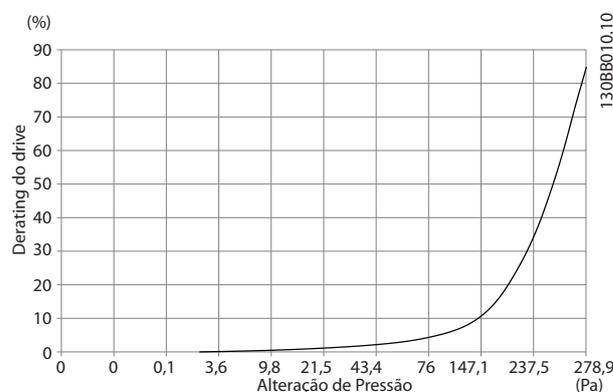
1. AMA
2. Retenção CC
3. Pré-magnético
4. Freio CC
5. a corrente nominal foi excedida em 60%
6. Temperatura específica do dissipador de calor excedida (dependente da capacidade de potência).
7. Temperatura ambiente específica do cartão de potência excedida (dependente da potência)
8. Temperatura ambiente específica do cartão de controle excedida

#### Dutos externos

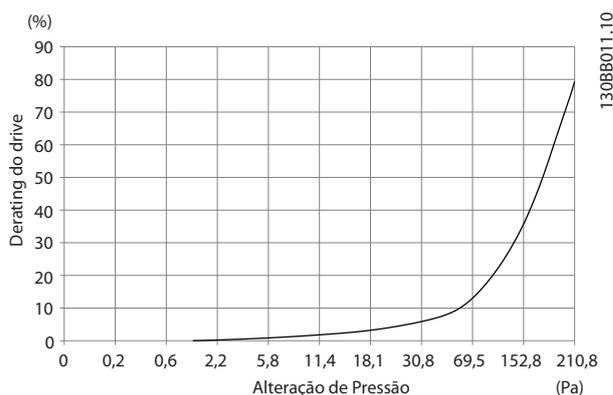
Se for realizado trabalho de duto adicional externamente ao painel elétrico Rittal, a queda de pressão no encanamento deve ser calculada. Utilize os gráficos de derating para efetuar derate do conversor de frequência de acordo com a queda de pressão.



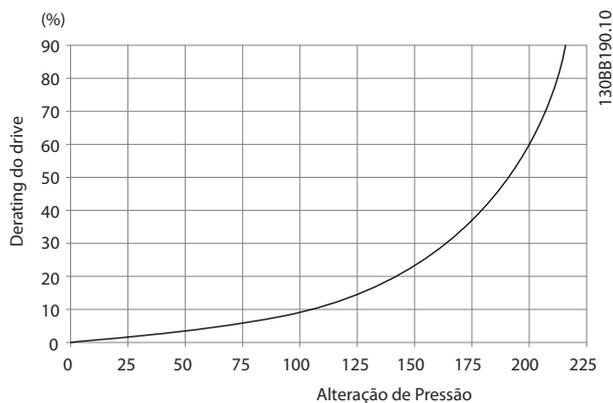
**Ilustração 5.24 Derating do Chassi D vs. Alteração de Pressão**  
Fluxo de ar do conversor de frequência: 450 cfm (765 m<sup>3</sup>/h)



**Ilustração 5.25 Derating do Chassi E vs. Alteração de Pressão**  
(Ventilador Pequeno), P250T5 e P355T7-P400T7  
Fluxo de ar do conversor de frequência: 650 cfm (1,105 m<sup>3</sup>/h)



**Ilustração 5.26 Derating do Chassi E vs. Alteração de Pressão**  
(Ventilador Grande), P315T5-P400T5 e P500T7-P560T7  
Fluxo de ar do conversor de frequência: 850 cfm (1,445 m<sup>3</sup>/h)



**Ilustração 5.27 Derating dos chassis F1, F2, F3, F4 vs. Alteração de Pressão**  
Fluxo de ar do conversor de frequência: 580 cfm (985 m<sup>3</sup>/h)

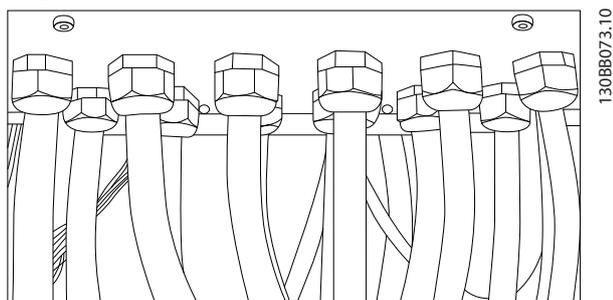
### 5.2.8 Entrada de Bucha/Conduíte - IP21 (NEMA 1) e IP54 (NEMA12)

Os cabos são conectados através da placa da bucha, pela parte inferior. Remova a placa e selecione a posição do orifício para passagem das buchas ou conduítes.

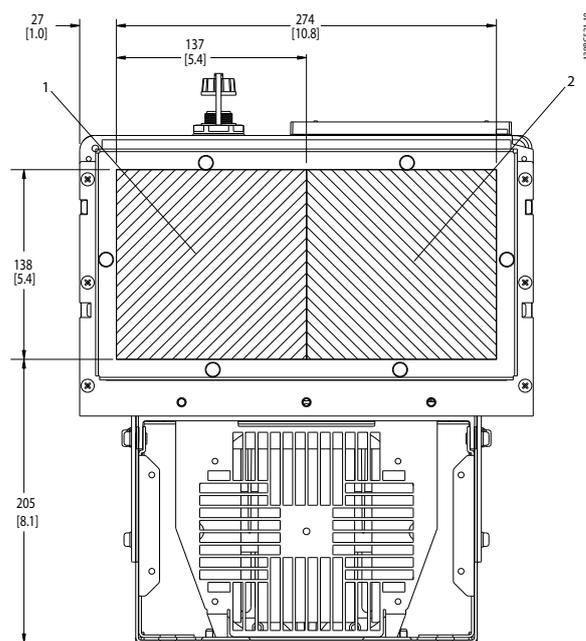
#### AVISO!

A placa da bucha deve ser instalada no conversor de frequência para garantir o grau de proteção especificado.

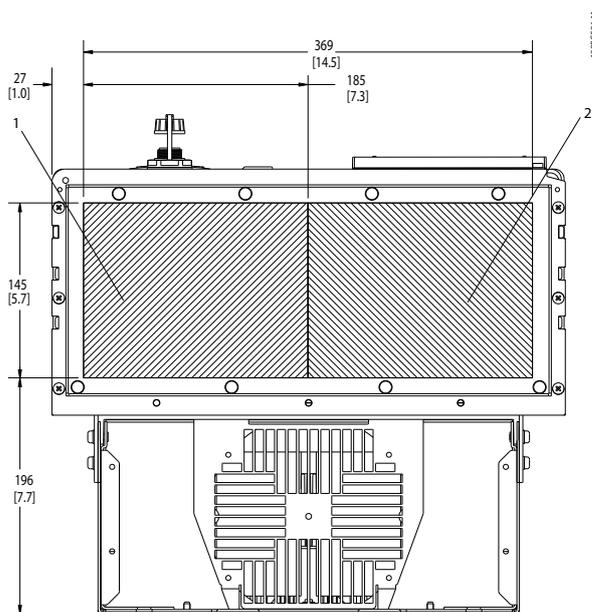
Entradas do cabo vista por baixo do conversor de frequência - 1) Lado da rede elétrica 2) Lado do motor



**Ilustração 5.28 Exemplo de Instalação Correta da Placa da Bucha**



**Ilustração 5.29 D1h, vista inferior**



**Ilustração 5.30 D2h, vista inferior**

5

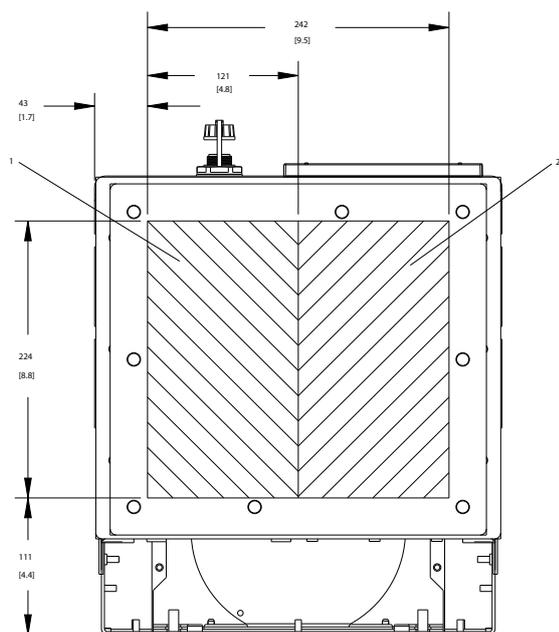


Ilustração 5.31 D5h e D6h, vista inferior

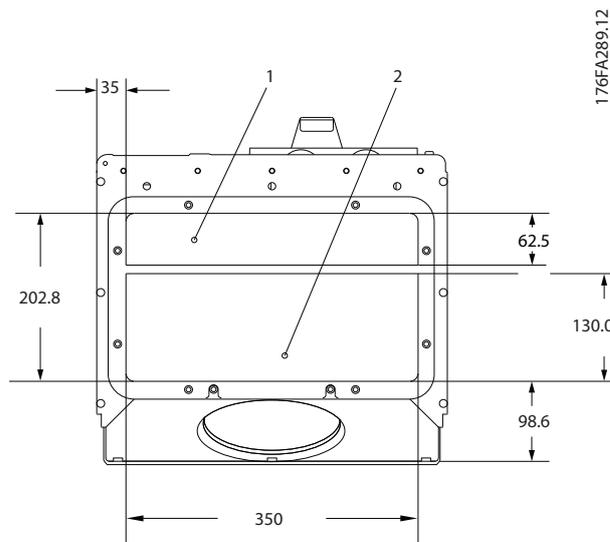


Ilustração 5.33 E1 (vista inferior)

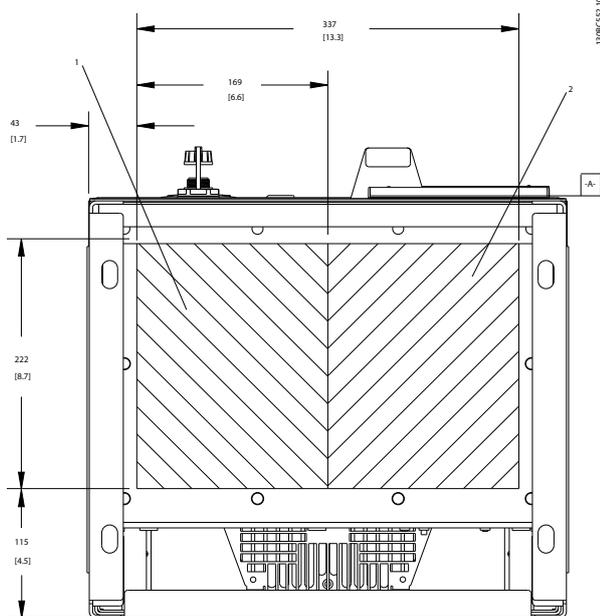


Ilustração 5.32 D7h e D8h, vista inferior

F1-F4: Entradas de cabo vistas por baixo do conversor de frequência - 1) Coloque os conduítes nas áreas assinaladas

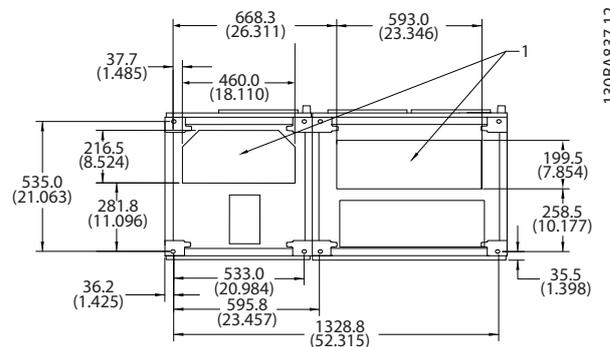


Ilustração 5.34 F1, vista inferior

### 5.2.9 Entrada de Junção com Gaxeta/ Conduíte de 12 pulsos - IP21 (NEMA 1) e IP54 (NEMA12)

#### AVISO!

Entradas de cabo, vista por baixo do conversor de frequência

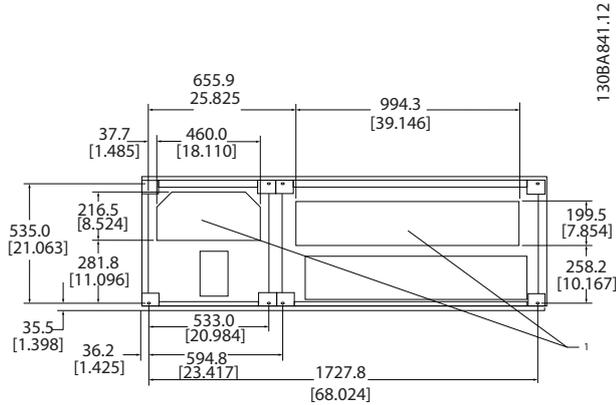


Ilustração 5.35 F2, vista inferior

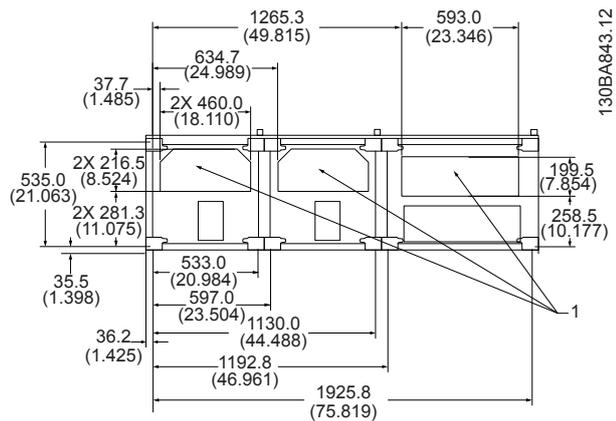


Ilustração 5.36 F3, vista inferior

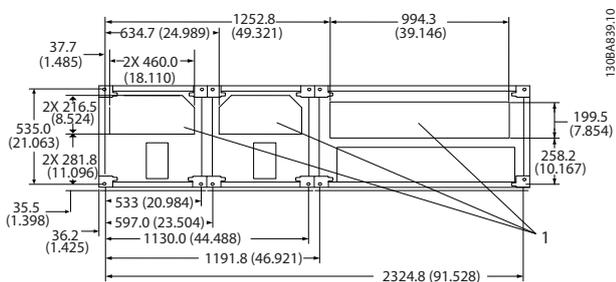


Ilustração 5.37 F4, vista inferior

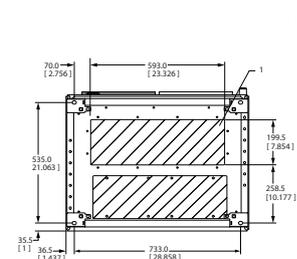


Ilustração 5.38 Chassi de Tamanho F8

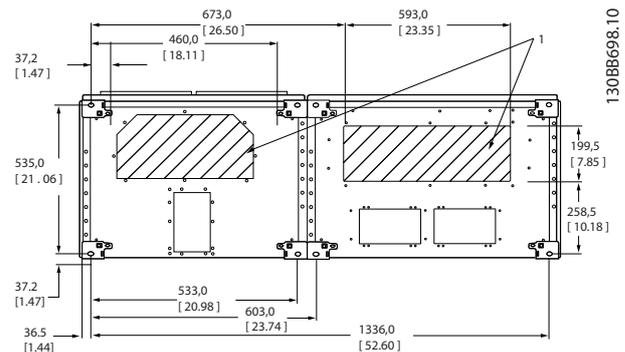


Ilustração 5.39 Chassi de tamanho F9

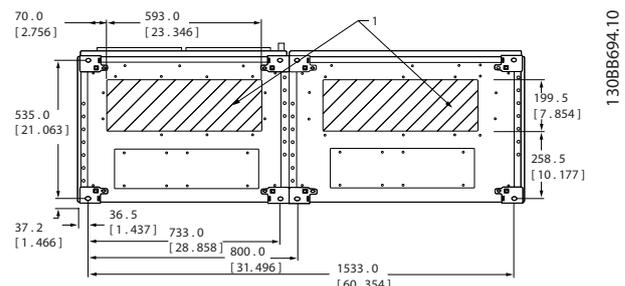


Ilustração 5.40 Chassi de Tamanho F10



### 5.3.3 Conexão à Rede Elétrica e Ponto de Aterramento

#### AVISO!

O conector plugue da energia pode ser removido.

1. Certifique-se de que o conversor de frequência está aterrado corretamente. Faça a conexão do terra (terminal 95). Use parafuso da sacola de acessórios.
2. Fixe o conector plugue 91, 92, 93, encontrado na sacola de acessórios, nos terminais rotulados REDE ELÉTRICA, na parte inferior do conversor de frequência.
3. Conecte os cabos da rede elétrica ao conector do plugue.

#### ⚠️ CUIDADO

A seção transversal do cabo de conexão do terra deve ser de no mínimo 10 mm<sup>2</sup> ou com 2 fios de rede elétrica terminados separadamente, conforme a EN 50178.

A conexão de rede é encaixada no interruptor da rede elétrica se incluído.

#### AVISO!

Confira se a tensão de rede é a mesma que a da plaqueta de identificação do conversor de frequência.

#### ⚠️ CUIDADO

Rede Elétrica IT

Não conecte conversores de frequência de 400 V, que possuam filtros de RFI, a alimentações de rede elétrica com uma tensão superior a 440 V, entre fase e terra. Em redes elétricas IT e ligação em delta (perna aterrada), a tensão de rede entre a fase e o terra pode ultrapassar 440 V.

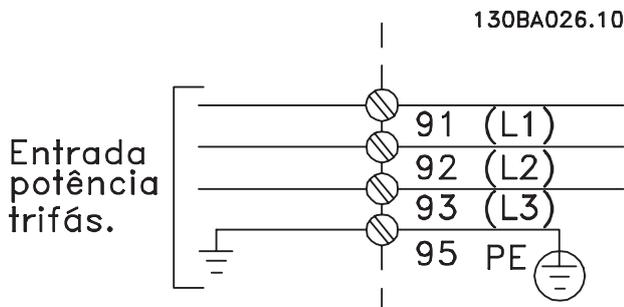


Ilustração 5.44 Terminais para rede elétrica e aterramento

### 5.3.4 Conexão do Cabo do Motor

#### AVISO!

É recomendável cabo de motor blindado. Se um cabo não blindado for utilizado, alguns dos requisitos de EMC (compatibilidade eletromagnética) não serão atendidos. Para obter mais informações, consulte 5.10 Instalação de EMC correta.

1. Fixe a placa de desacoplamento na parte inferior do conversor de frequência com parafusos e arruelas da sacola de acessórios.
2. Conecte o cabo do motor aos terminais 96 (U), 97 (V) e 98 (W).
3. Faça a ligação da conexão do terra (terminal 99) na placa de desacoplamento com parafusos da sacola de acessórios.
4. Insira os terminais 96 (U), 97 (V), 98 (W) e o cabo do motor nos terminais 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 pequenos são ligados em estrela (230/400 V, Δ/Y). Os motores grandes são ligados em delta (400/690 V, Δ/Y). Consulte a plaqueta de identificação do motor para o modo de conexão e a tensão corretos.

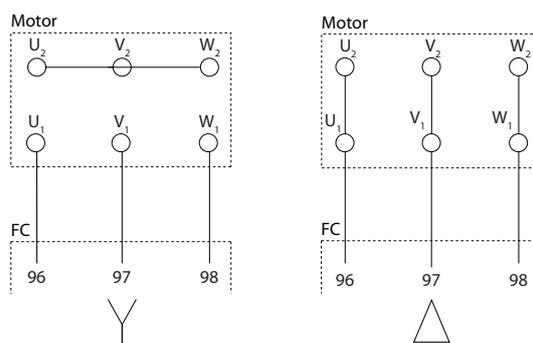


Ilustração 5.45 Conexão do Cabo do Motor

#### AVISO!

Se os motores não forem classificados para serviço de inversor, instale um filtro de onda senoidal na saída do conversor de frequência.

| Term. nº | 96 | 97 | 98 | 99               |   |
|----------|----|----|----|------------------|---|
|          | U  | V  | W  | PE <sup>1)</sup> | Tensão do motor 0-100 % da tensão de rede.<br>3 fios de saída do motor              |
|          | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | Ligados em Delta  |
|          | W2 | U2 | V2 |                  | 6 fios de saída do motor  |
|          | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | U2, V2, W2 ligados em Estrela<br>U2, V2 e W2 a serem interconectados separadamente. |

Tabela 5.9 Conexão do Cabo do Motor

<sup>1)</sup>Conexão do Terra Protegido

5

### 5.3.5 Cabos do Motor

Consulte 3.1 Especificações Gerais saber o dimensionamento máximo do comprimento e da seção transversal do cabo de motor.

- Use um cabo de motor blindado/encapado metalicamente para atender as especificações de emissão EMC.
- Mantenha o cabo de motor o mais curto possível, a fim de reduzir o nível de ruído e correntes de fuga.
- Conecte a malha da blindagem do cabo do motor à placa de desacoplamento do conversor de frequência e ao gabinete metálico do motor.
- Faça as conexões da blindagem com a maior área de superfície possível (braçadeira de cabo) ou usando os dispositivos de instalação fornecidos no conversor de frequência.
- Evite fazer a montagem com as pontas da blindagem trançadas (rabichos), o que prejudica os efeitos de filtragem da alta 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 alta frequência possível.

#### Requisitos do Chassi F Tamanho de Unidade 6X

##### Requisitos de F1/F3:

As quantidades de cabos das fases do motor devem ser múltiplos de 2, resultando em 2, 4, 6 ou 8 (1 cabo só não é permitido) para obter número igual de fios ligados a ambos os terminais do módulo do inversor. Recomenda-se que os cabos tenham o mesmo comprimento, dentro de 10%, entre os terminais do módulo do inversor e o primeiro ponto comum de uma fase. O ponto comum recomendado é o dos terminais do motor.

##### Requisitos de F2/F4:

As quantidades de cabos de fases do motor devem ser múltiplos de 3, resultando em 3, 6, 9 ou 12 (1 ou 2 cabos não são permitidos) para obter número igual de fios ligados a cada terminal do módulo do inversor. Os cabos devem ter o mesmo comprimento com tolerância de 10%, entre os terminais do módulo do inversor e o primeiro ponto comum de uma fase. O ponto comum recomendado é o dos terminais do motor.

##### Requisitos da caixa de junção de saída:

O comprimento, no mínimo de 2,5 metros, e a quantidade de cabos deve ser igual desde o módulo do inversor até o terminal comum na caixa de junção.

### AVISO!

Se uma aplicação de modernização necessitar de uma quantidade de cabos desigual por fase, consulte a fábrica para saber os requisitos e a documentação ou use o opcional da barra de condutores do gabinete lateral de entrada superior/inferior.

### 5.3.6 Instalação Elétrica de Cabos de Motor

#### 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 de motor ou contator de motor, a blindagem deve ter continuidade com a impedância de HF mais baixa 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 - aumenta e o comprimento de cabo deve ser reduzido de maneira correspondente.

#### Frequência de chaveamento

Quando conversores de frequência forem utilizados junto com filtros de Onda senoidal para reduzir o ruído acústico de um motor, a frequência de chaveamento deverá ser programada de acordo com as instruções do filtro de Onda senoidal, no 14-01 *Frequência de Chaveamento*.

#### Condutores de alumínio

Não é recomendável usar condutores de alumínio. Os terminais pode aceitar condutores de alumínio, mas a superfície do condutor deve estar limpa, sem oxidação e seladas com graxa de vaselina neutra isenta de ácidos antes de conectar o condutor.

Além disso, o parafuso do terminal deve ser apertado novamente depois de dois dias devido à maleabilidade do alumínio. É extremamente importante manter essa conexão estanque, caso contrário a superfície do alumínio se oxida novamente.

### 5.3.7 Fusíveis

## AVISO!

Todos os fusíveis mencionados são dos tamanhos máximos de fusível.

#### Proteção do circuito de ramificação:

Para proteger a instalação de riscos de choques elétricos e incêndio, todos os circuitos de derivação em uma instalação, engrenagem de comutação ou máquina devem estar protegidos de curtos circuitos e sobrecarga de corrente de acordo com os regulamentos nacionais/internacionais.

#### Proteção contra curto circuito:

O conversor de frequência deve estar protegido contra curto-circuito, para evitar perigos elétricos e de incêndio. A Danfoss recomenda usar os fusíveis mencionados em *Tabela 5.10* e *Tabela 5.11* para proteger o técnico de manutenção ou outro equipamento no caso de falha interna na unidade. O conversor de frequência fornece proteção total contra curto circuito, no caso de curto circuito na saída do motor.

#### Proteção contra sobrecorrente:

Para evitar o risco de incêndio devido a superaquecimento dos cabos da instalação, forneça proteção de sobrecarga. A proteção de sobrecorrente deve sempre ser executada de acordo com as normas nacionais. O conversor de frequência esta equipado com uma proteção de sobrecorrente interna que pode ser utilizada para proteção de sobrecarga, na entrada de corrente (excluídas as aplicações UL). Consulte *4-18 Limite de Corrente*. Os fusíveis devem ser projetados para proteção em um circuito capaz de alimentar um máximo de 100,000 A<sub>rms</sub> (simétrico), 500 V/600 V máximo.

### 5.3.8 Especificações do Fusível

| Tamanho do gabinete metálico | Potência [kW] | Tamanho de fusível recomendado | Recomendado Fusível máx. |
|------------------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------|
| D                            | N110T4        | aR-315                         | aR-315                   |
|                              | N132T4        | aR-350                         | aR-350                   |
|                              | N165          | aR-400                         | aR-400                   |
|                              | N200T4        | aR-550                         | aR-550                   |
|                              | N250T4        | aR-630                         | aR-630                   |
|                              | N315T4        | aR-800                         | aR-700                   |
| E                            | P355-P450     | aR-900                         | aR-900                   |
| F                            | P500-P560     | aR-1600                        | aR-1600                  |
|                              | P630-P710     | aR-2000                        | aR-2000                  |
|                              | P800-P1M0     | aR-2500                        | aR-2500                  |

Tabela 5.10 380-480 V, recomendações de fusível, chassi de tamanhos D, E e F

5

| Tamanho do gabinete metálico | Potência [kW] | Tamanho de fusível recomendado | Recomendado Fusível máx. |
|------------------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------|
| D                            | N75K          | aR-160                         | aR-160                   |
|                              | N90K-N160     | aR-160                         | aR-160                   |
|                              | N200-N400     | aR-550                         | aR-550                   |
| E                            | P450-P500T7   | aR-700                         | aR-700                   |
|                              | P560-P630T7   | aR-900 (500-560)               | aR-900 (500-560)         |
| F                            | P710-P1M0T7   | aR-1600                        | aR-1600                  |
|                              | P1M2T7        | aR-2000                        | aR-2000                  |
|                              | P1M4T7        | aR-2500                        | aR-2500                  |

Tabela 5.11 525-690 V, Recomendações de Fusível, Chassi de Tamanhos D, E e F

### 5.3.9 Acesso aos Terminais de Controle

Todos os terminais dos cabos de controle estão localizados sob a tampa frontal do conversor de frequência. Remova a tampa do terminal com uma chave de fenda.

### 5.3.10 Terminais de Controle

**Números de referências de desenhos:**

1. E/S digital com plugue de 10 polos
2. Barramento RS-485 com plugue de 3 polos
3. E/S analógica de 6 polos
4. Conexão USB

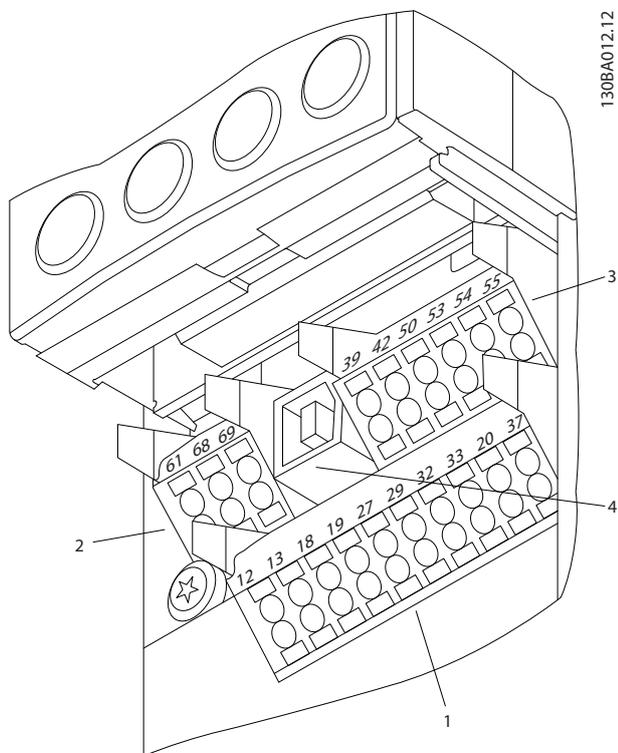


Ilustração 5.46 Terminais de controle (todos os tamanhos de chassi)

### 5.3.11 Terminais do Cabo de Controle

Para montar o cabo no bloco de terminais:

1. Descasque a isolamento do fio, de 9-10 mm
2. Insira uma chave de fenda<sup>1)</sup> no orifício retangular.
3. Insira o cabo no orifício circular adjacente.
4. Remova a chave de fenda. O cabo estará então montado no terminal.

Para removê-lo do bloco de terminais:

1. Insira uma chave de fenda<sup>1)</sup> no orifício quadrado.
2. Puxe o cabo.

<sup>1)</sup> Máx. 0,4 x 2,5 mm

**Fiação para os Terminais de Controle**

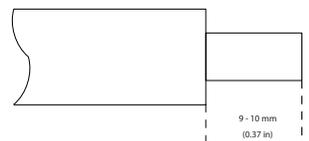


Ilustração 5.47

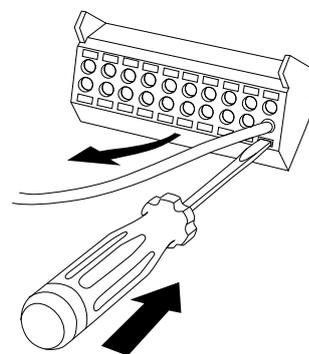


Ilustração 5.48

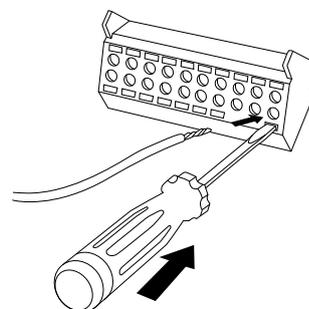


Ilustração 5.49

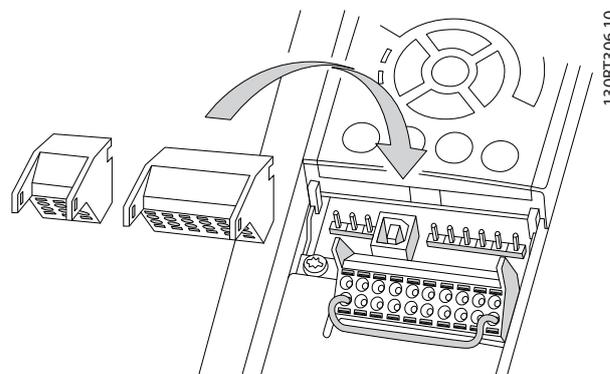


Ilustração 5.50 Terminais do Cabo de Controle

### 5.3.12 Exemplo de Fiação Básica

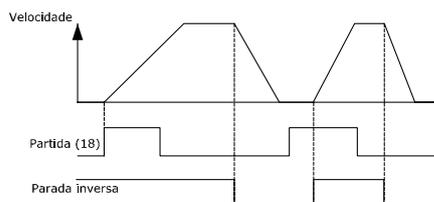
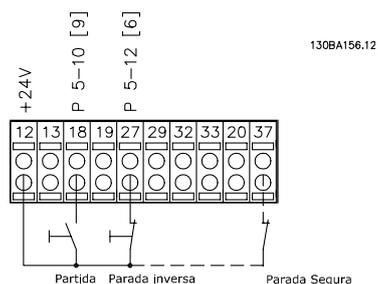
1. Monte os blocos de terminais, que se encontram na sacola de acessórios, na parte da frente do conversor de frequência.
2. Conecte os terminais 18 e 27 ao +24 V (terminais 12/13)

Configurações padrão:

18 = Partida

27= inversão de parada

5



**Ilustração 5.51 Terminal 37 somente disponível com a Função de Parada Segura!**

### 5.3.13 comprimento de cabo de Controle

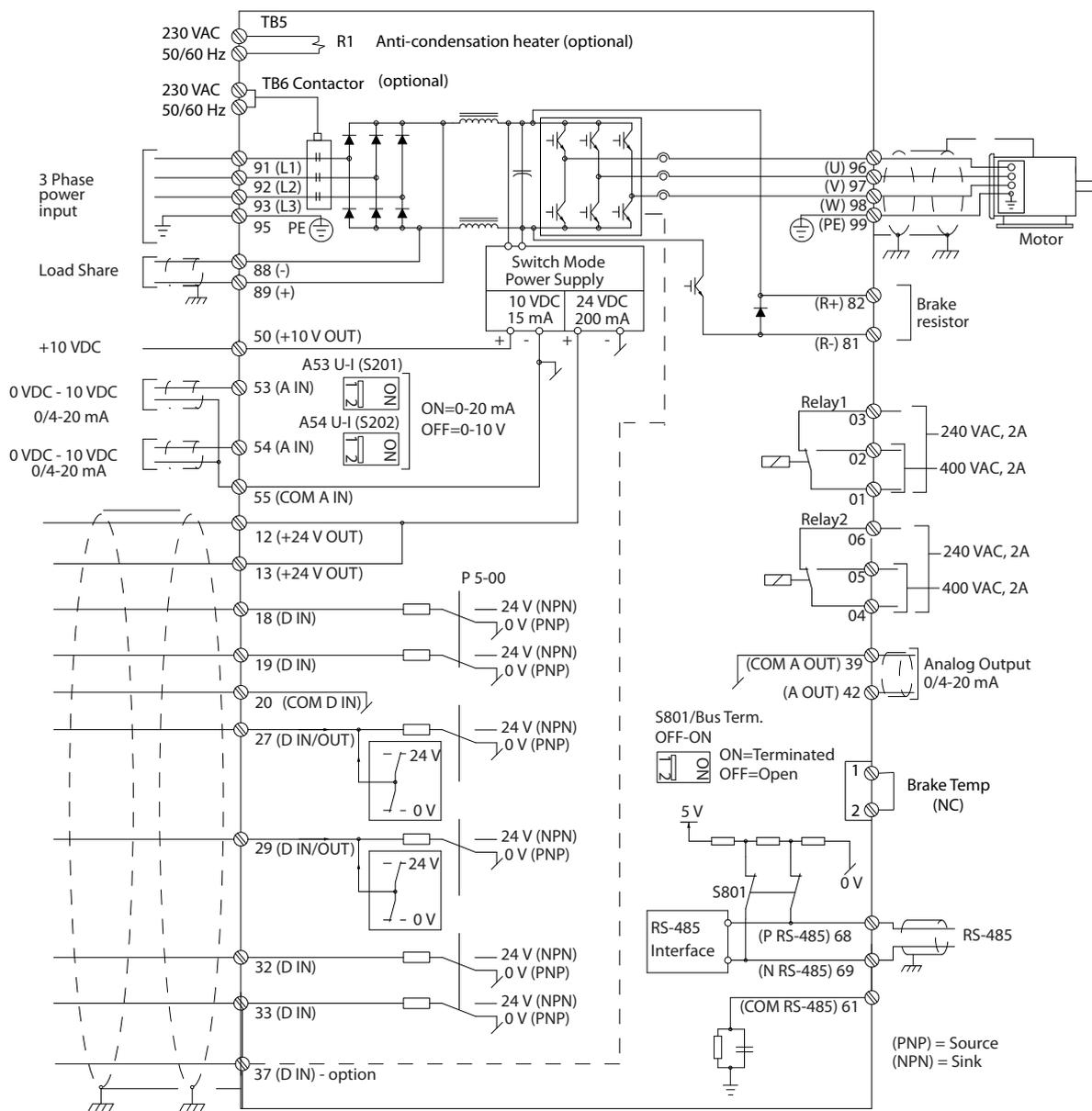
#### Entrada digital/saída digital

Dependendo do tipo de eletrônica usada, a impedância máxima do cabo pode ser calculada com base na impedância de entrada do conversor de frequência de 4 kΩ.

#### Entrada analógica / saída analógica

Novamente, a eletrônica usada impõe uma limitação no comprimento de cabo.

### 5.3.14 Instalação Elétrica, Cabos de Controle



130BC548.12

Ilustração 5.52 Diagrama de Interconexão para Chassi D

5

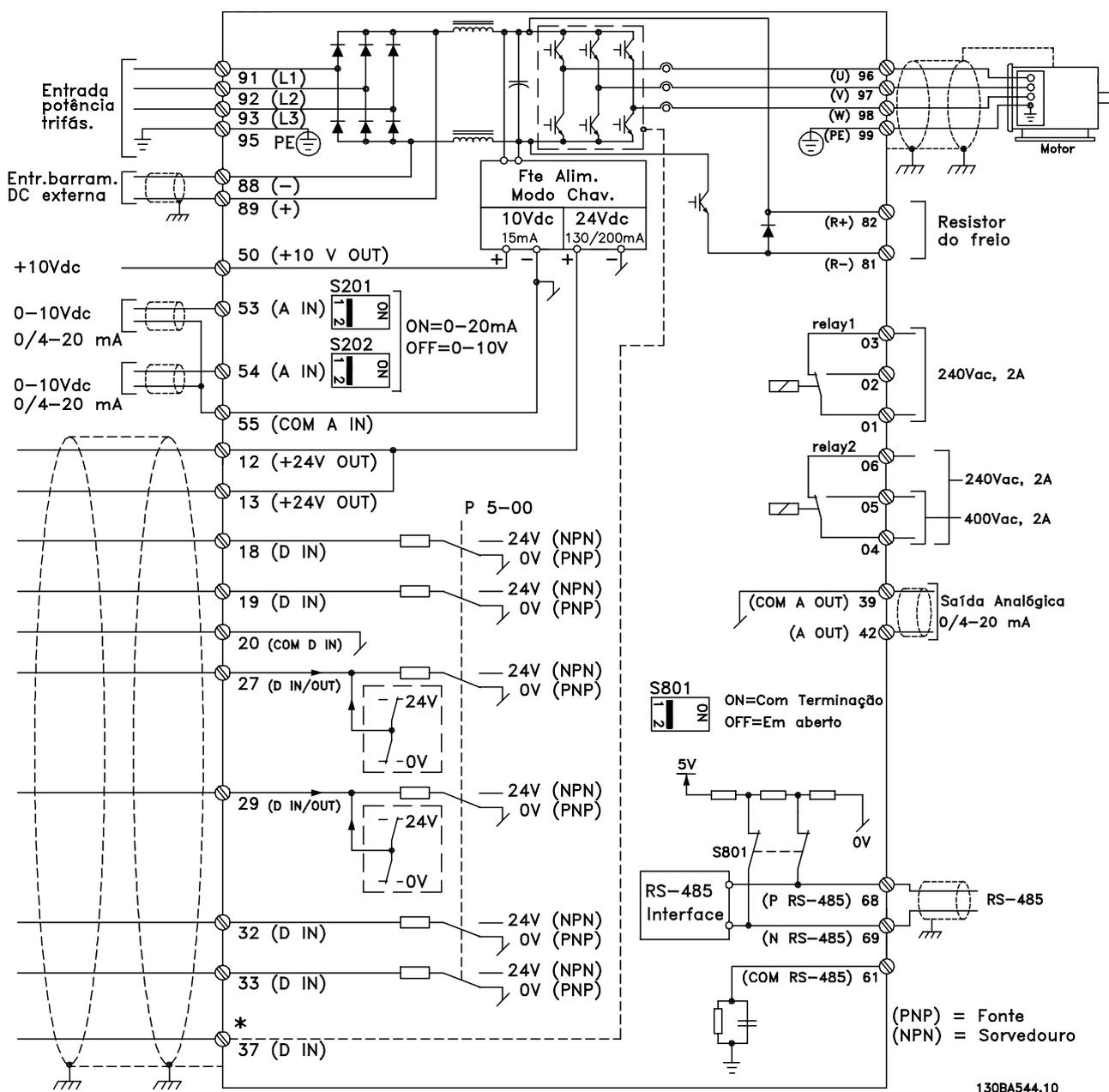


Ilustração 5.53 Diagrama de interconexão chassi E e chassi F (6 pulsos)

130BA544.10

\*Entrada de Parada Segura disponível somente com a Função Parada Segura

Cabos de controle muito longos e sinais analógicos, em casos excepcionais, e dependendo da instalação, resultam em loops de aterramento de 50/60 Hz devido ao ruído dos cabos de alimentação de rede elétrica.

Se isso acontecer, corte a blindagem ou instale um capacitor de 100 nF entre a blindagem e o chassi.

As entradas e saídas digitais e analógicas devem estar conectadas separadamente às entradas comuns (terminais 20, 55 e 39) para evitar que correntes de aterramento dos

dois grupos afetem outros grupos. Por exemplo, o chaveamento na entrada digital interfere no sinal da entrada analógica.

**AVISO!**  
Os cabos de controle devem ser blindados.

Utilize uma braçadeira, da sacola de acessórios, para conectar a malha metálica da blindagem à placa de desacoplamento do conversor de frequência, para cabos de controle.

Consulte 5.10.3 *Aterramento de Cabos de Controle Blindados/Encapados Metalicamente* para saber a terminação correta dos cabos de controle.

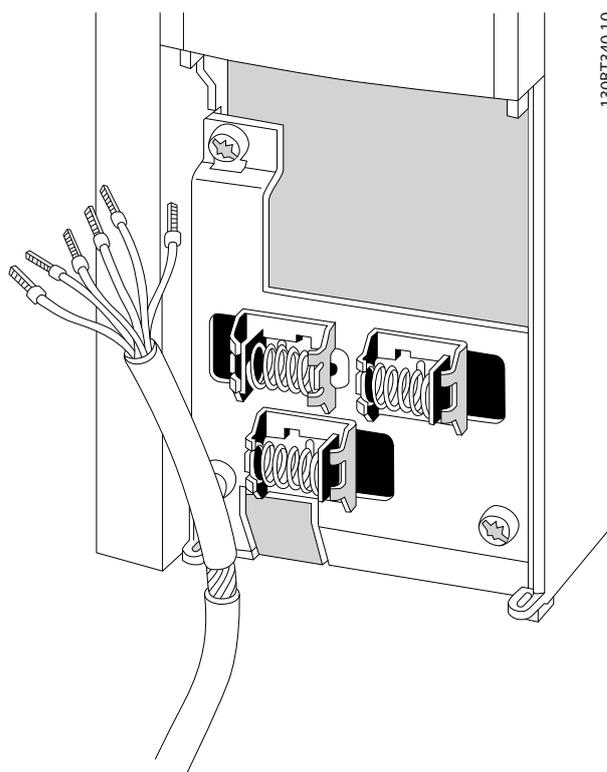


Ilustração 5.54 Cabo de Controle Blindado

5.3.15 Cabos de Controle de 12 Pulsos

5

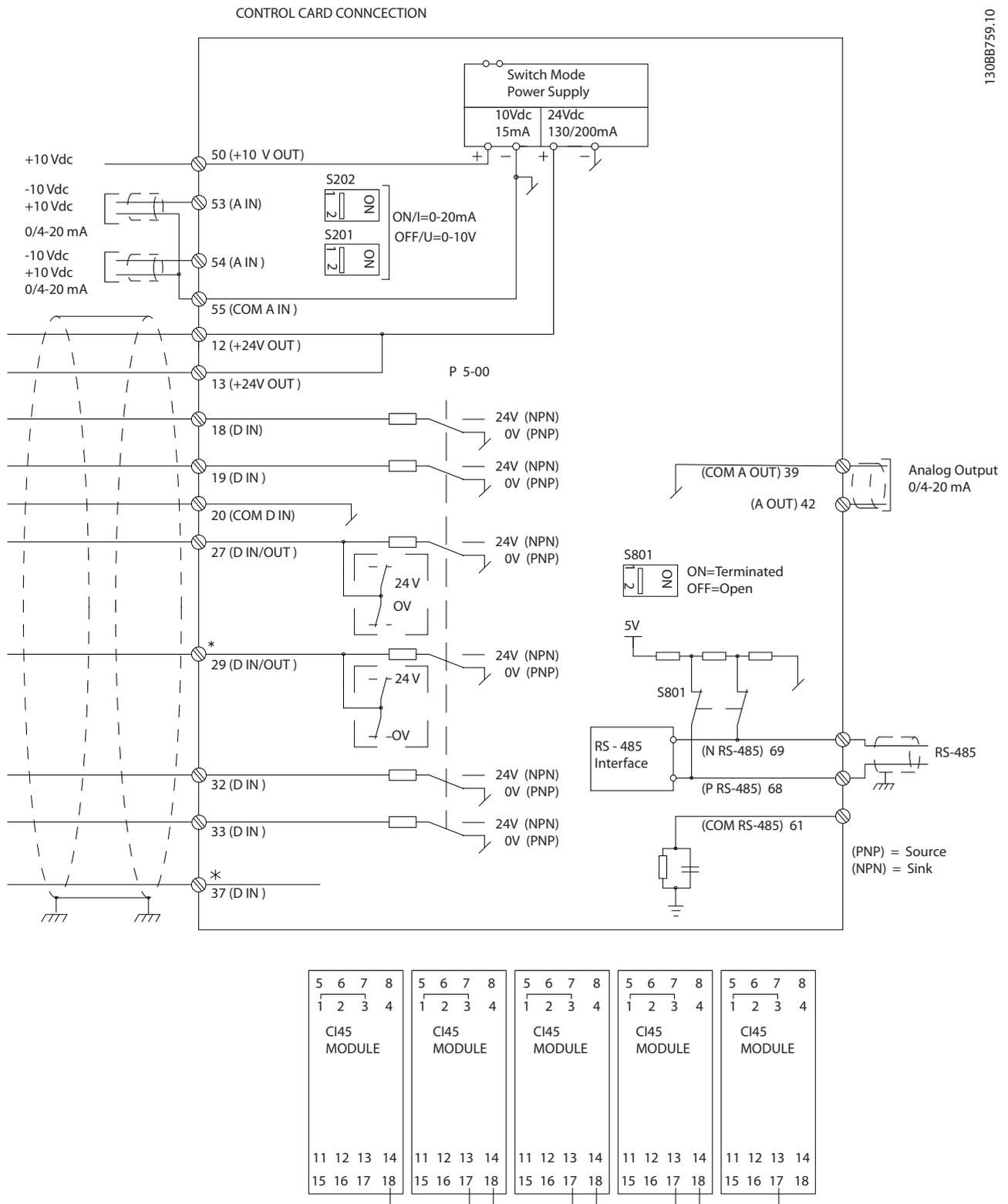


Ilustração 5.55 Diagrama do Cabo de Controle

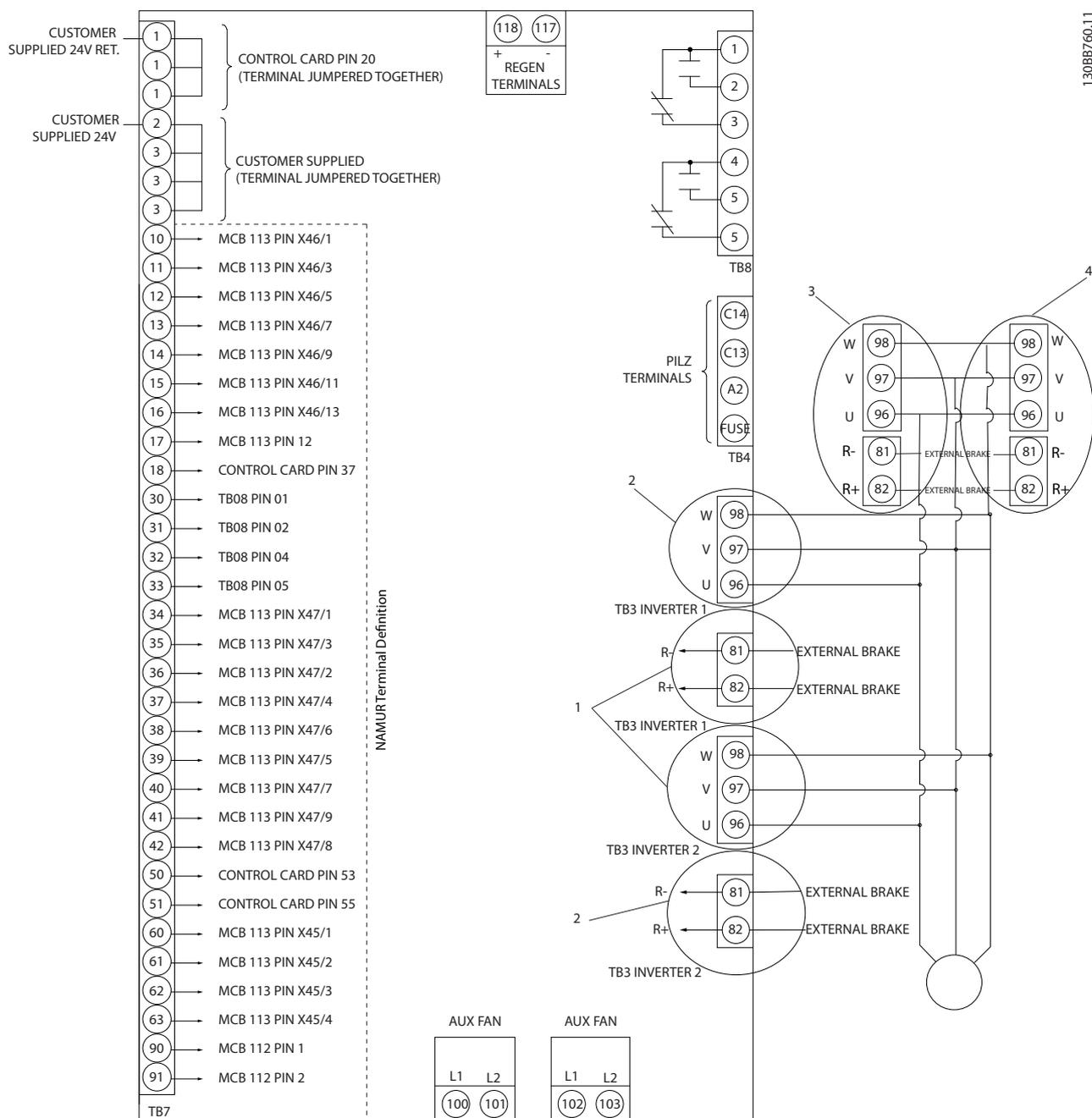


Ilustração 5.56 Diagrama exibindo todos os terminais elétricos sem os opcionais

O terminal 37 é a entrada a ser usada para a Parada Segura. Para obter instruções sobre a instalação da parada segura, consulte 5.7 Instalação da Parada Segura.

- 1) F8/F9 = (1) conjunto de terminais.
- 2) F10/F11 = (2) conjuntos de terminais.
- 3) F12/F13 = (3) conjuntos de terminais.

5

Cabos de controle muito longos e sinais analógicos, em casos excepcionais e dependendo da instalação, podem resultar em loops de aterramento de 50/60 Hz devido ao ruído dos cabos de alimentação de rede elétrica.

Se isso acontecer, corte a blindagem ou instale um capacitor de 100 nF entre a blindagem e o chassi, se necessário.

As entradas e saídas digitais e analógicas devem ser conectadas separadamente às entradas comuns do conversor de frequência (terminais 20, 55 e 39) para evitar que correntes de aterramento dos dois grupos afetem outros grupos. Por exemplo, o chaveamento na entrada digital interfere no sinal da entrada analógica.

**Polaridade da entrada dos terminais de controle**

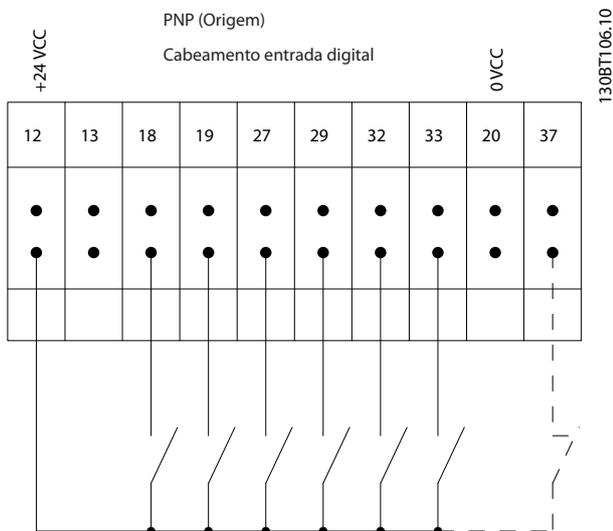


Ilustração 5.57 Polaridade da Entrada dos Terminais de Controle

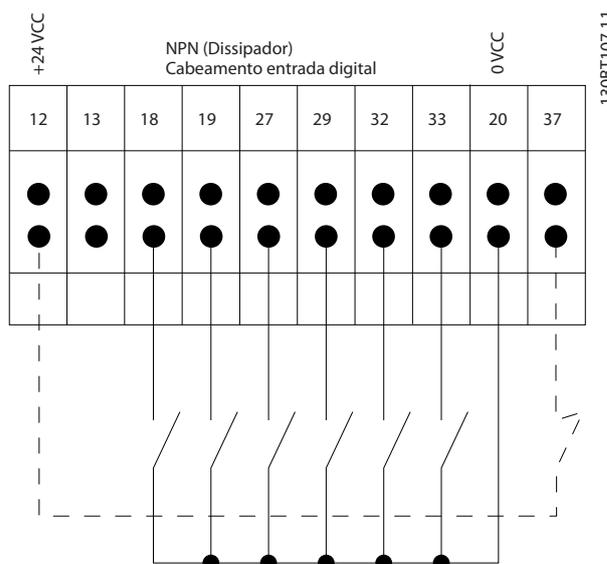


Ilustração 5.58 Polaridade da Entrada dos Terminais de Controle

**AVISO!**

Os cabos de controle devem ser blindados/encapados metalicamente.

Conecte os cabos como descrito nas Instruções de Utilização do conversor de frequência. Lembre-se de conectar as blindagens de modo apropriado para garantir imunidade elétrica ideal.

**5.3.16 Interruptores S201, S202 e S801**

Os interruptores S201(A53) e S202 (A54) são usados para selecionar uma configuração de corrente (0-20 mA) ou de tensão (0-10 V) dos terminais de entrada analógica 53 e 54, respectivamente.

O interruptor S801 (BUS TER.) pode ser usado para ativar a terminação na porta RS-485 (terminais 68 e 69).

Consulte *Ilustração 5.52* e *Ilustração 5.53*.

Configuração padrão:

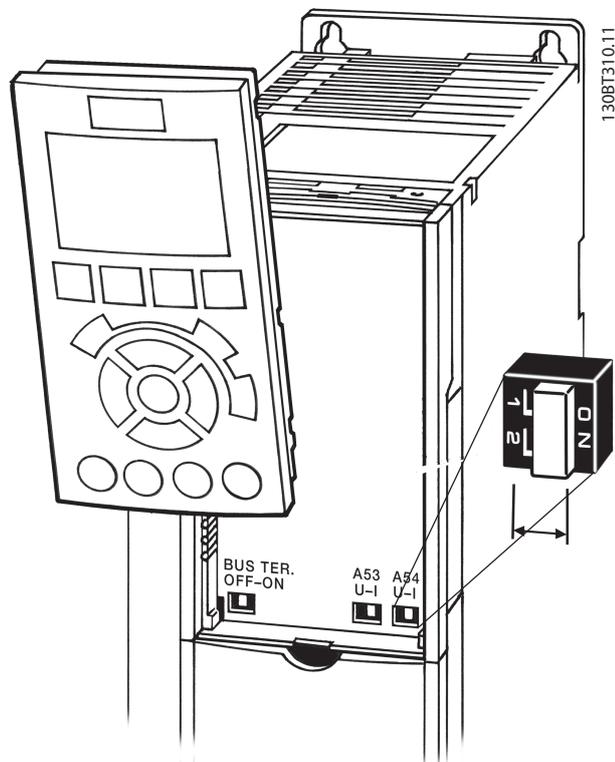
S201 (A53) = OFF (entrada de tensão)

S202 (A54) = OFF (entrada de tensão)

S801 (Terminação do bus serial) = OFF

**AVISO!**

Mude a posição do interruptor somente com a energia desligada.



5

Ilustração 5.59 Localização dos Interruptores

## 5.4 Conexões - |chassi de Tamanho D, E e F

### 5.4.1 Torque

Ao apertar as conexões elétricas é importante apertar com o torque correto. Torque muito fraco ou muito forte resulta em conexão elétrica ruim. Use uma chave de torque para o torque correto.

### AVISO!

Utilize sempre uma chave de torque para apertar os parafusos.

5

| Tamanho do Chassi | Terminal número   | Tamanho | Torque nominal [Nm (pol-lbs)] | Faixa de torque [Nm (pol-lbs)] |
|-------------------|---|---------|-------------------------------|--------------------------------|
| D1h/D3h           | Rede elétrica<br>Motor<br>Load Sharing<br>Regeneração                                       | M10     | 29,5 (261)                    | 19-40 (168-354)                |
|                   | Ponto de aterramento (aterramento)<br>Freio   | M8      | 14,5 (128)                    | 8,5-20,5 (75-181)              |
| D2h/D4h           | Rede elétrica<br>Motor<br>Regeneração<br>Load Sharing<br>Ponto de aterramento (aterramento) | M10     | 29,5 (261)                    | 19-40 (168-354)                |
|                   | Freio   | M8      |                               | 8,5-20,5 (75-181)              |
| E                 | Rede elétrica   | M10     | 19,1 (169)                    | 17,7-20,5 (156-182)            |
|                   | Motor   |         |                               |                                |
|                   | Load Sharing  |         |                               |                                |
|                   | Ponto de aterramento  |         |                               |                                |
|                   | Regen<br>Freio  | M8      | 9,5 (85)                      | 8,8-10,3 (78,2-90,8 pol-lbs.)  |
| F                 | Rede elétrica   | M10     | 19,1 (169)                    | 17,7-20,5 (156-182 pol-lbs.)   |
|                   | Motor   |         |                               |                                |
|                   | Load Sharing  |         |                               |                                |
|                   | Regen: CC -   | M8      | 9,5 (85)                      | 8,8-10,3 (78,2-90,8)           |
|                   | CC+   | M10     | 19,1 (169)                    | 17,7-20,5 (156-182)            |
|                   | F8-F9 Regen   | M10     | 19,1 (169)                    | 17,7-20,5 (156-182.)           |
|                   | Ponto de aterramento  | M8      | 9,5 (85)                      | 8,8-10,3 (78,2-90,8)           |
|                   | Freio   |         |                               |                                |

Tabela 5.12 Torque de Aperto dos Terminais

### 5.4.2 Conexões de Potência

#### Cabeamento e fusíveis

#### 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. As aplicações UL requerem condutores de cobre para 75 °C. 75 e condutores de cobre para 90 °C são aceitáveis termicamente para o conversor de frequência usar em aplicações não UL.

As conexões dos cabos de energia estão posicionadas como mostrado em *Ilustração 5.60*. O dimensionamento da seção transversal do cabo deve ser feita de acordo com as características nominais de corrente e a legislação local. Consulte *3.1 Especificações Gerais* para obter mais detalhes.

Para proteção do conversor de frequência deve-se usar os fusíveis recomendados ou a unidade deve estar provida com fusíveis internos. Os fusíveis recomendados estão listados nas Instruções de Utilização. Garanta sempre que o item sobre fusíveis seja efetuado de acordo com a legislação local.

A conexão de rede é encaixada no interruptor de rede elétrica, se incluída.

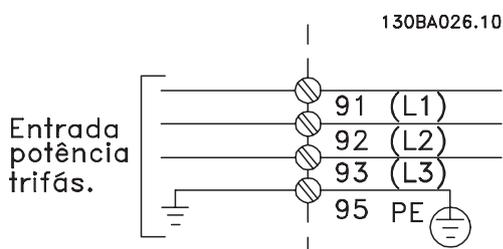


Ilustração 5.60 Conexões do Cabo de Energia

#### AVISO!

O cabo de motor deve ser blindado/encapado metalicamente. Se um cabo não blindado/não encapado metalicamente for usado, alguns dos requisitos de EMC não serão atendidos. Use um cabo de motor blindado/encapado metalicamente para atender as especificações de emissão EMC. Para obter mais informações, consulte *5.10 Instalação de EMC correta*.

Consulte *3.1 Especificações Gerais* para saber o dimensionamento correto do comprimento e da seção transversal do cabo de motor.

#### 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.

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 blindagem com a maior área de superfície possível (braçadeira de cabo) usando os dispositivos de instalação fornecidos com o conversor de frequência.

#### comprimento de cabo e seção transversal

O conversor de frequência foi testado para fins de EMC com um determinado comprimento de cabo. Mantenha o cabo de motor o mais curto possível, a fim de reduzir o nível de ruído e correntes de fuga.

#### Frequência de chaveamento

Quando conversores de frequência forem usados junto com filtros de onda senoidal para reduzir o ruído acústico de um motor, a frequência de chaveamento deverá ser programada de acordo com as instruções em *14-01 Frequência de Chaveamento*.

| Term. n° | 96 | 97 | 98 | 99               |   |
|----------|----|----|----|------------------|---|
|          | U  | V  | W  | PE <sup>1)</sup> | Tensão do motor 0-100% da tensão de rede.<br>3 fios de saída do motor               |
|          | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | Ligados em Delta  |
|          | W2 | U2 | V2 |                  | 6 fios de saída do motor  |
|          | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | U2, V2, W2 ligados em estrela<br>U2, V2 e W2 para ser interconectado separadamente. |

Tabela 5.13 Conexão do Cabo do Motor

<sup>1)</sup>Conexão do terra protegida

**AVISO!**

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

5

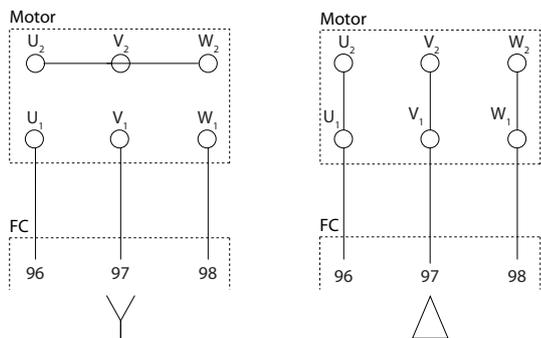


Ilustração 5.61 Conexão do Cabo do Motor

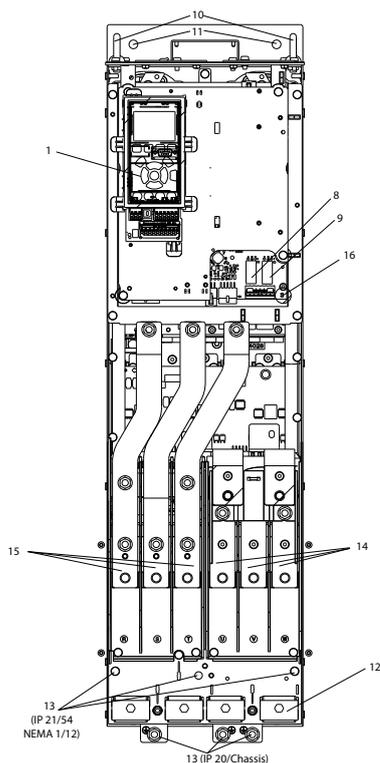


Ilustração 5.62 Componentes Internos do Chassi D

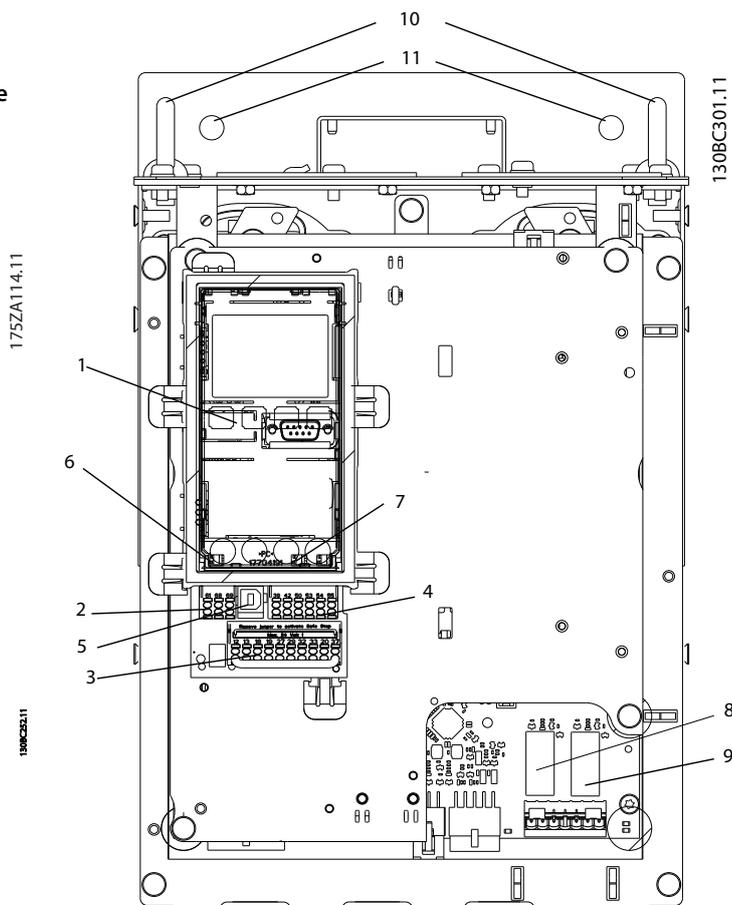


Ilustração 5.63 Vista de perto: LCP e Funções de Controle

|   |  |    |   |
|---|--|----|---|
| 1 | LCP (painel de controle local)                 | 9  | Relé 2 (04, 05, 06)   |
| 2 | Conector do barramento serial RS-485           | 10 | Anel de elevação  |
| 3 | E/S digital e fonte de alimentação de 24 V     | 11 | Slot de montagem  |
| 4 | conector de E/S analógica                      | 12 | Braçadeira de cabo (PE)   |
| 5 | Conector USB                                   | 13 | Ponto de aterramento (aterramento)                              |
| 6 | Interruptor de terminais de comunicação serial | 14 | Terminais de saída do motor 96 (U), 97 (V), 98 (W)              |
| 7 | interruptores analógicos (A53), (A54)          | 15 | Terminais de entrada da rede elétrica 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3) |
| 8 | Relé 1 (01, 02, 03)                            |    |   |

Tabela 5.14 Legenda para *Ilustração 5.62* e *Ilustração 5.63*.

5

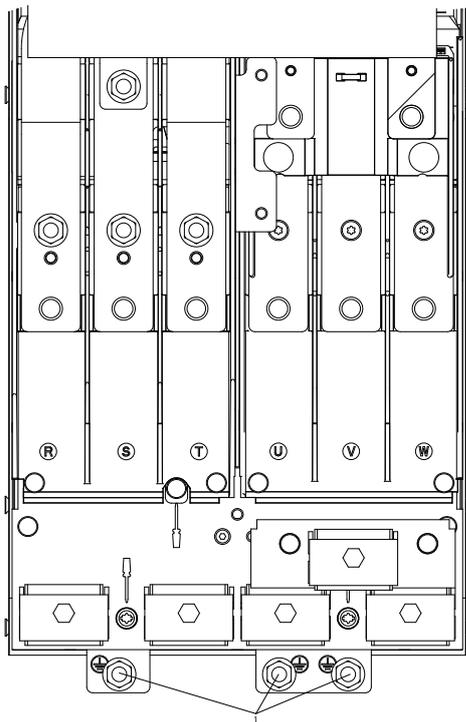


Ilustração 5.64 1) Posição dos Terminais do Ponto de Aterramento IP20 (chassi), Tamanhos de Chassi D

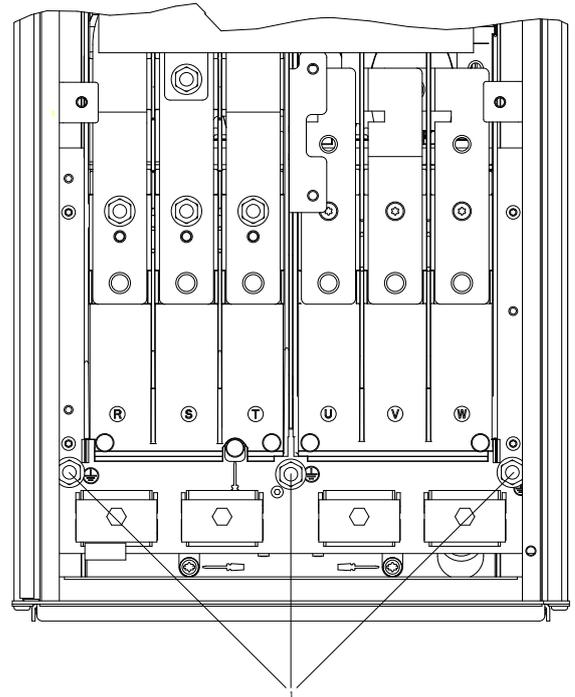


Ilustração 5.65 1) Posição dos Terminais do Ponto de Aterramento IP21 (NEMA tipo 1) e IP54 (NEMA tipo 12), Chassi de Tamanho D

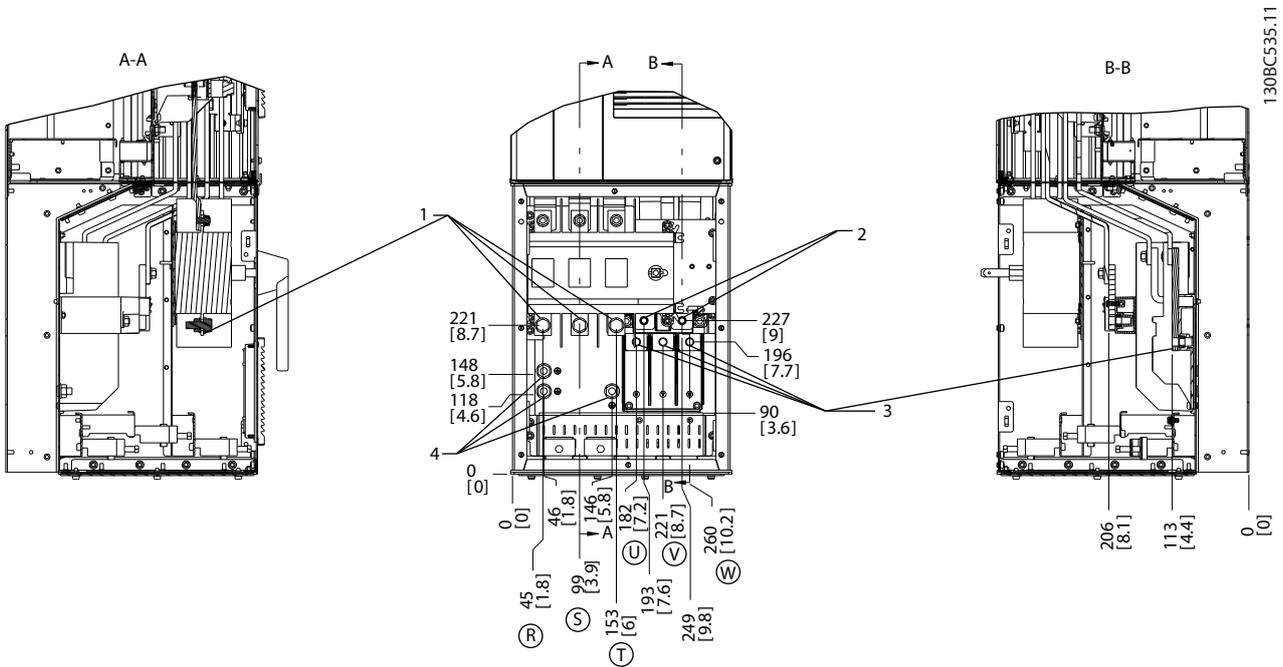


Ilustração 5.66 Localizações dos Terminais, D5h com Opcional de Desconexão

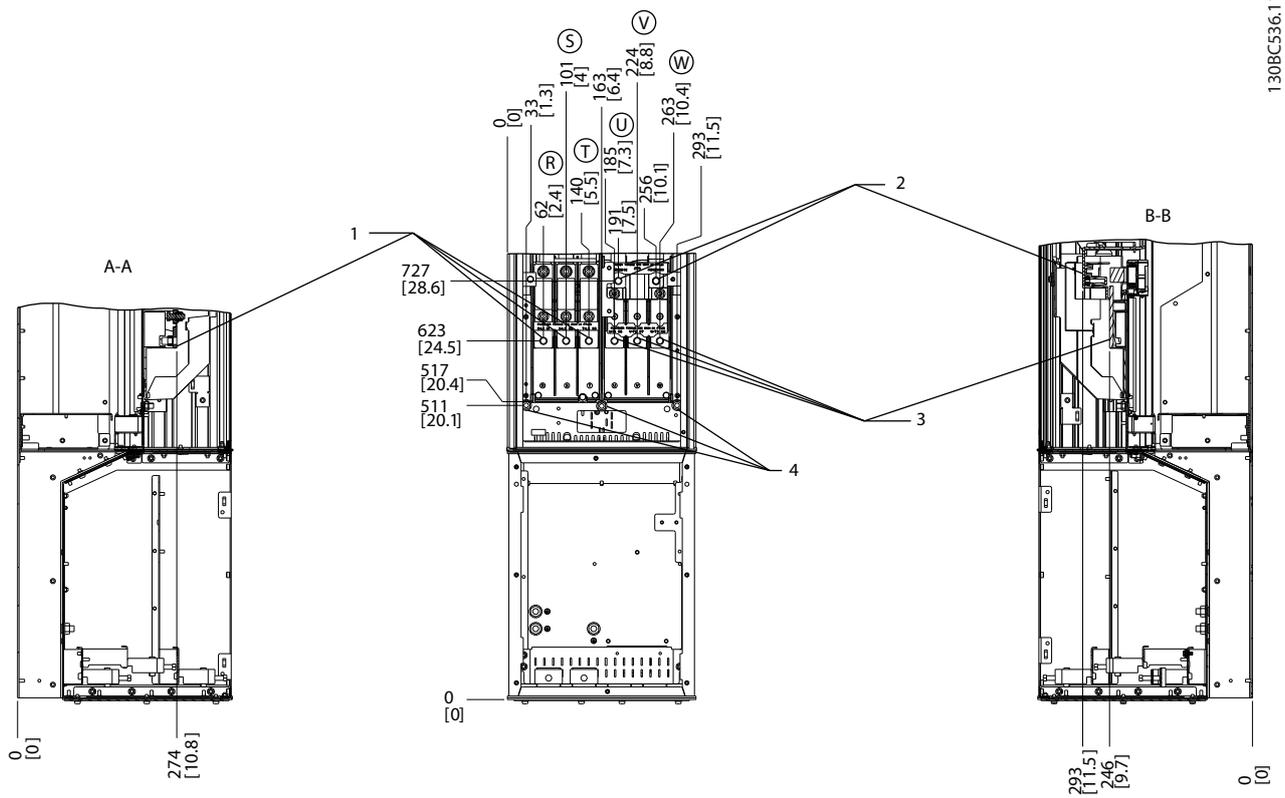


Ilustração 5.67 Localizações dos Terminais, D5h com Opcional de Freio

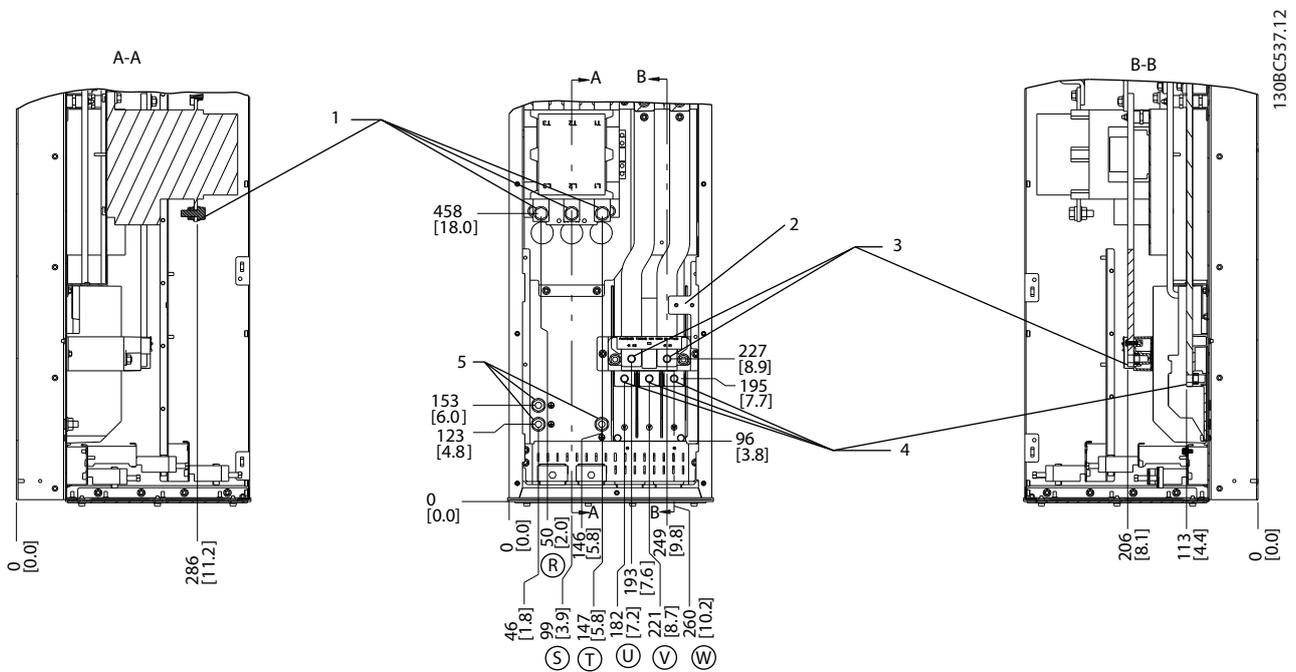
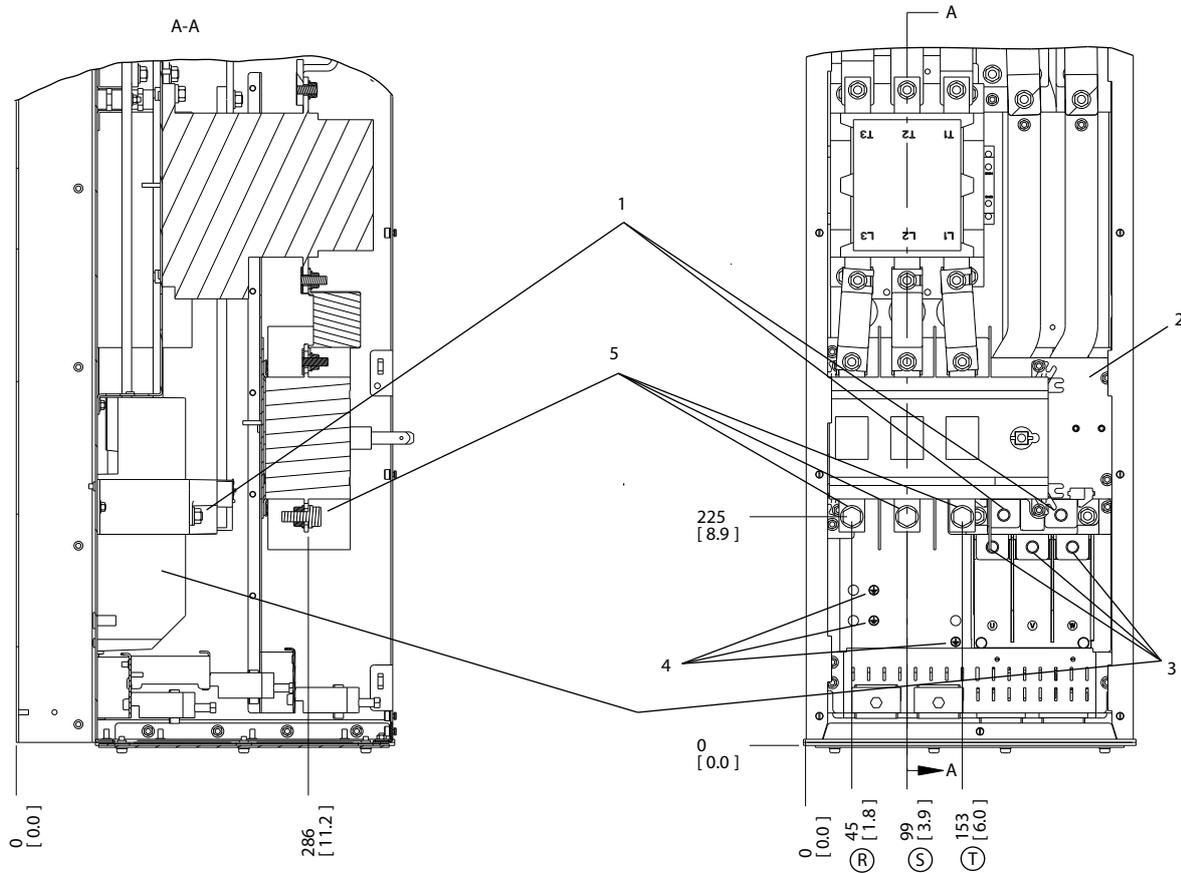


Ilustração 5.68 Localizações dos Terminais, D6h com Opcional de Contator

5



130BC538.12

Ilustração 5.69 Localizações dos Terminais, D6h com Opcionais de Desconexão e de Contator

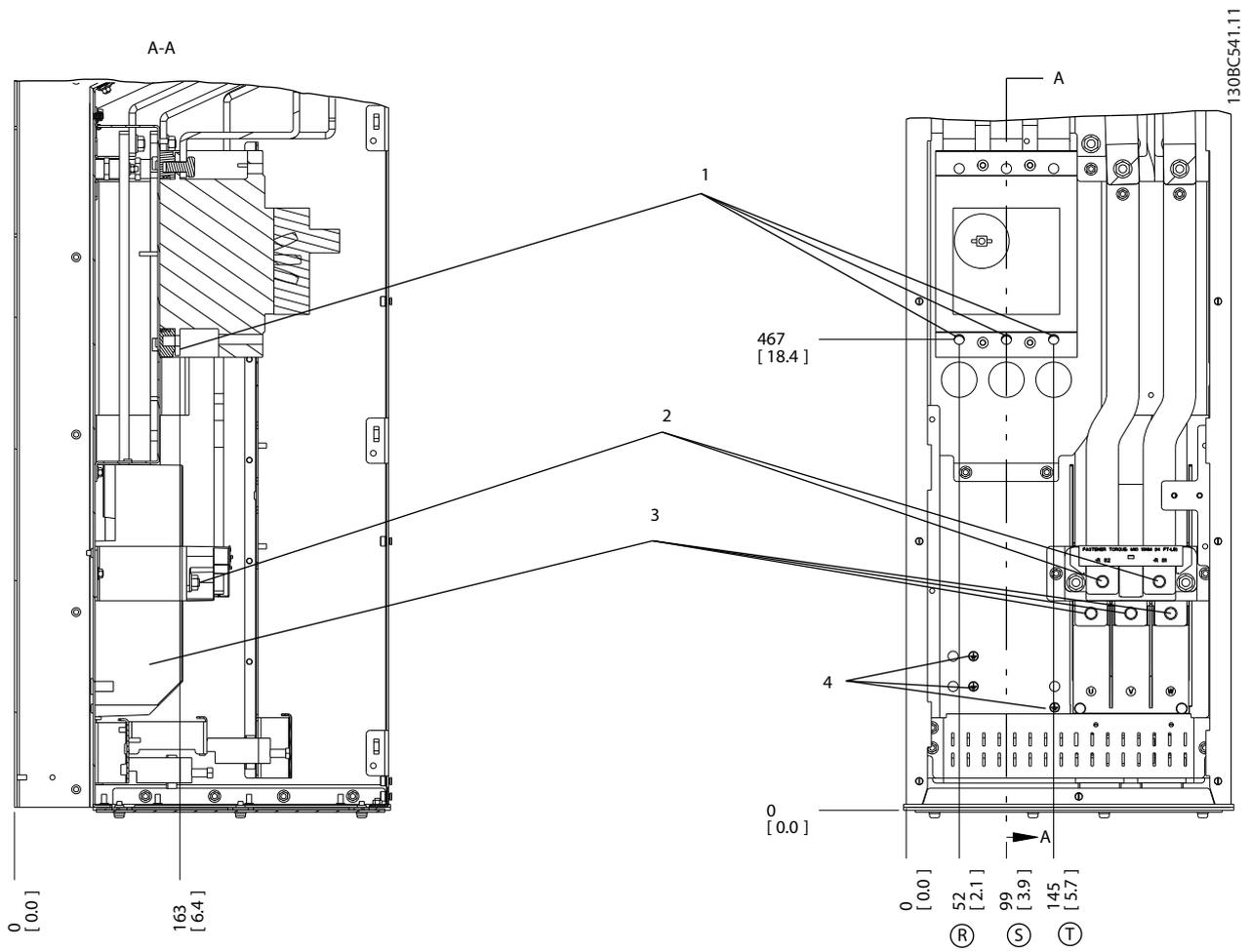


Ilustração 5.70 Localizações dos Terminais, D6h com Opcional de Disjuntor

5

5

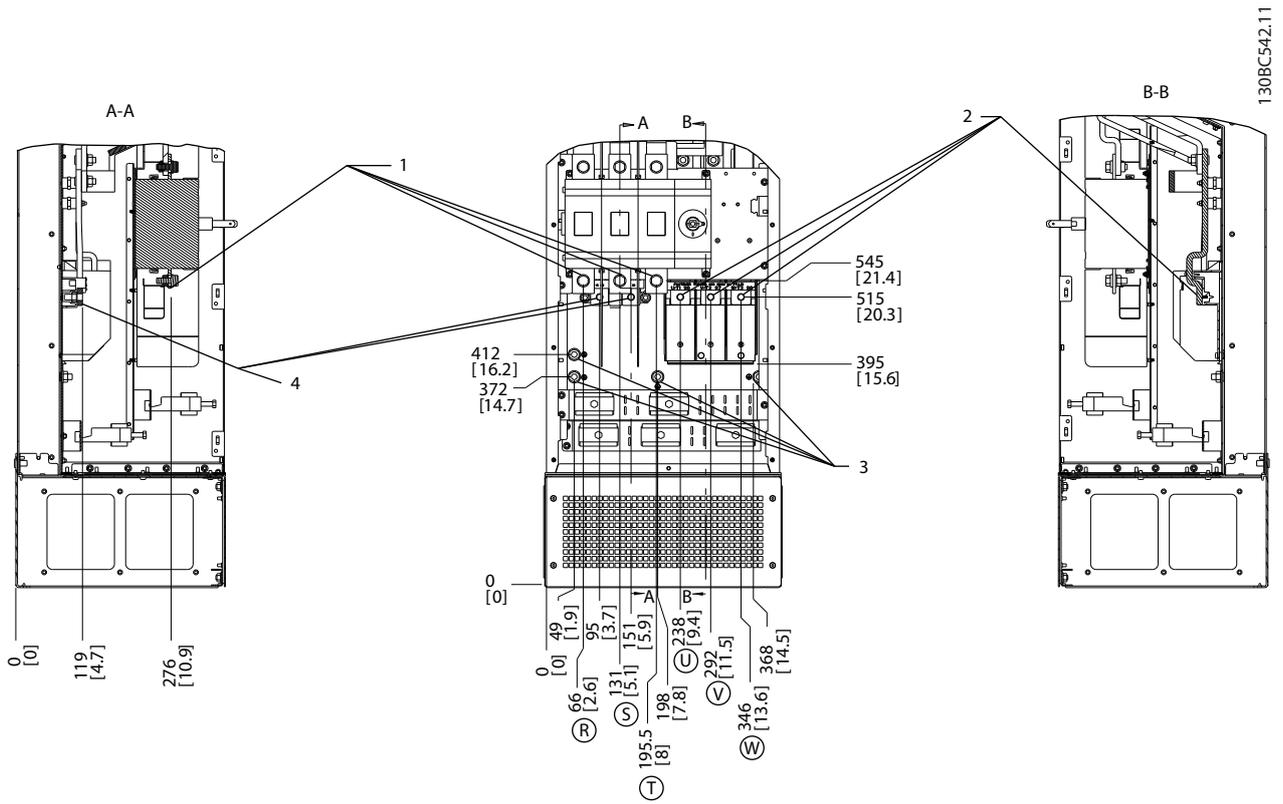
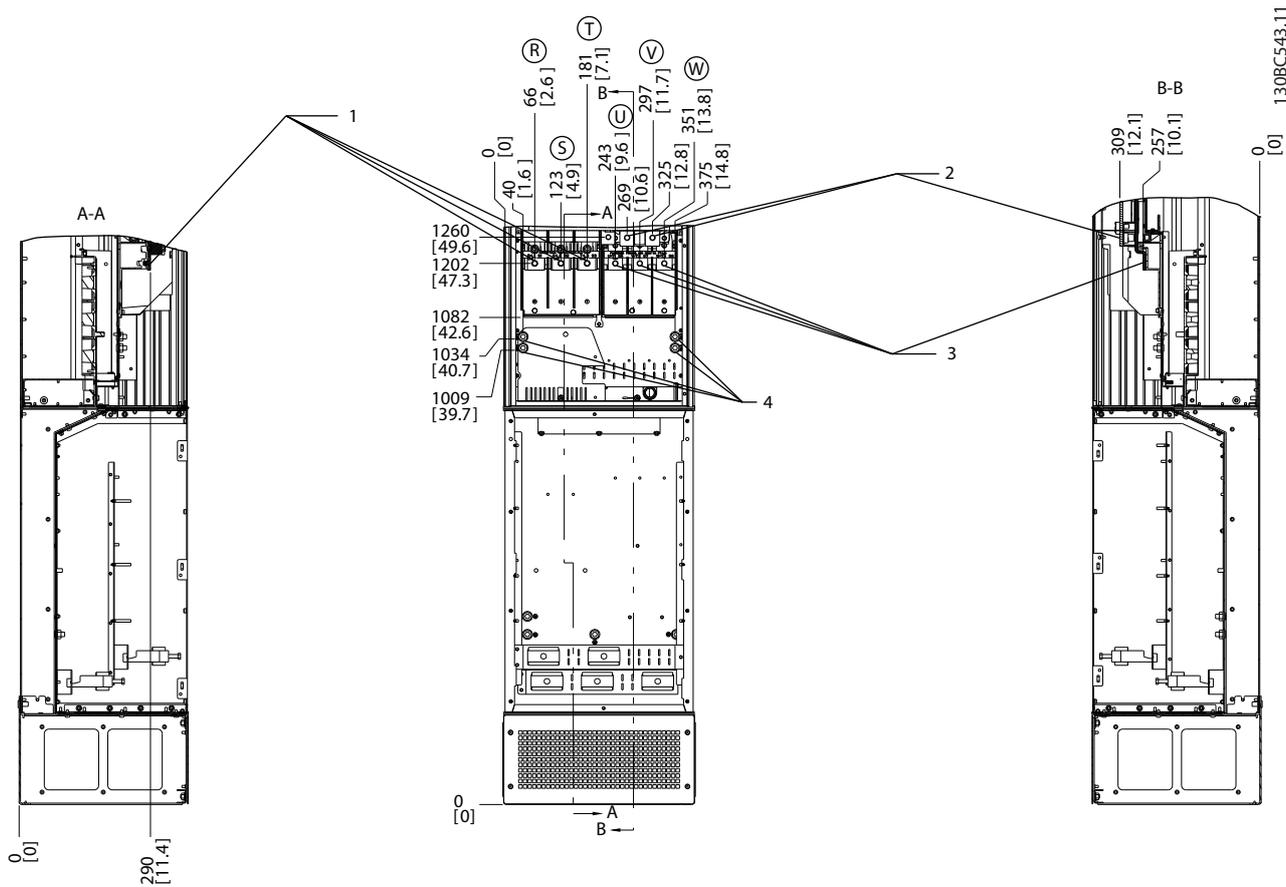


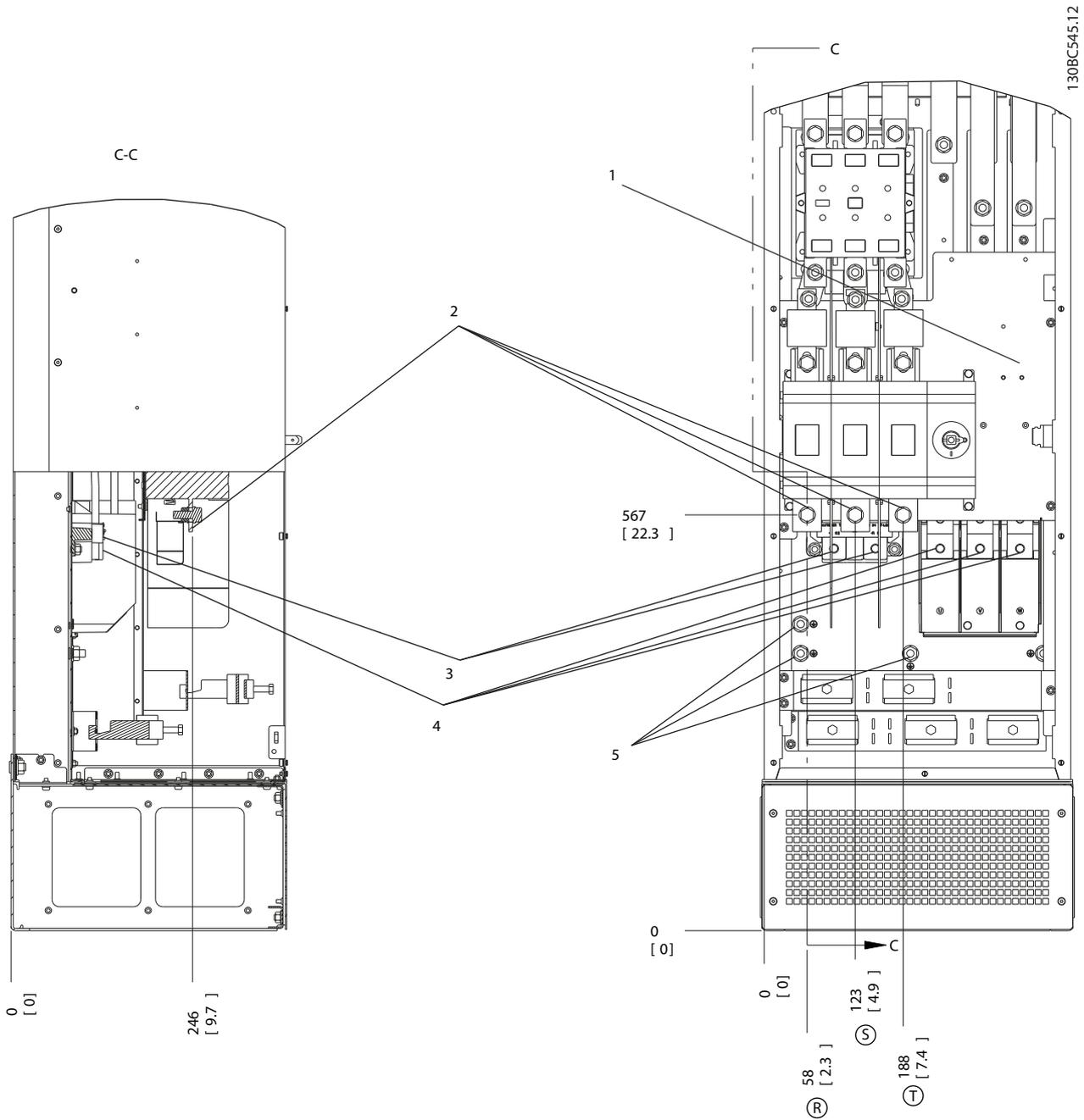
Ilustração 5.71 Localizações dos Terminais, D7h com Opcional de Desconexão



5

Ilustração 5.72 Localizações dos Terminais, D7h com Opcional de Freio

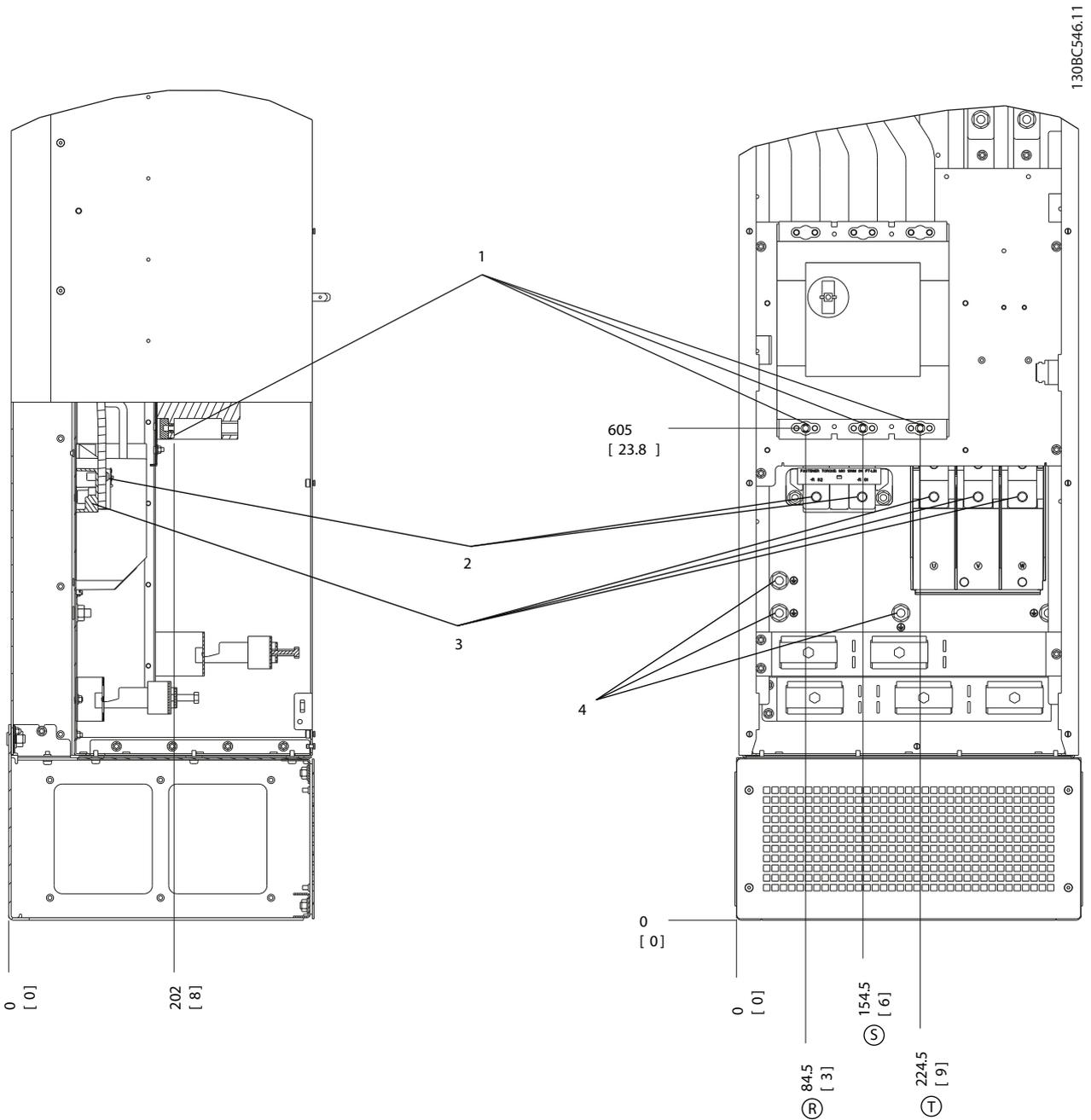




5

Ilustração 5.74 Localizações dos Terminais, D8h com Opcionais de Desconexão e de Contator

5



130BC546.11

Ilustração 5.75 Localizações dos Terminais, D8h com Opcional de Disjuntor

**Localizações dos Terminais - E1**

Leve em consideração as seguintes posições dos terminais, ao projetar o acesso aos cabos.

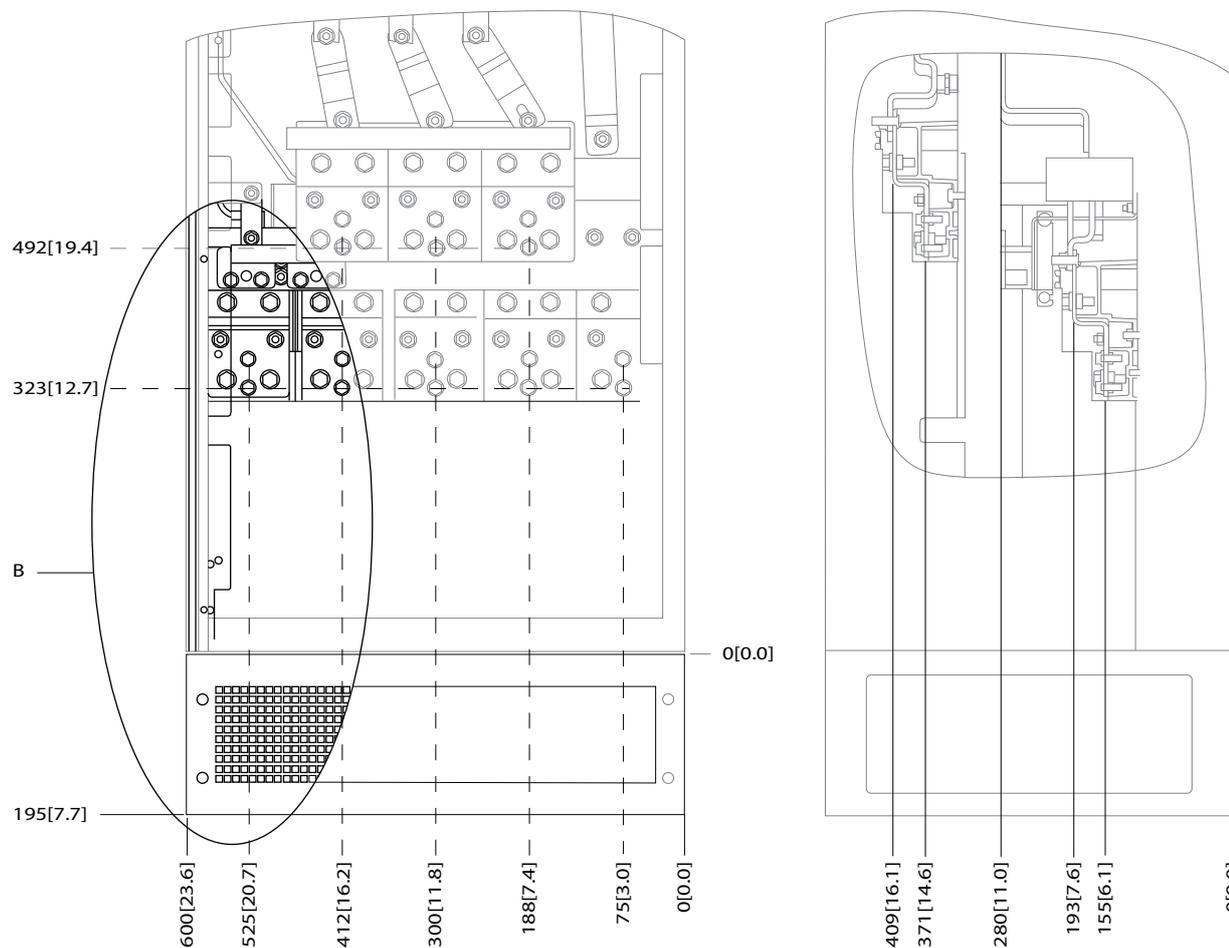


Ilustração 5.76 IP21 (NEMA Tipo 1) e IP54 (NEMA Tipo 12) Posições das Conexões de Energia do Gabinete Metálico

5

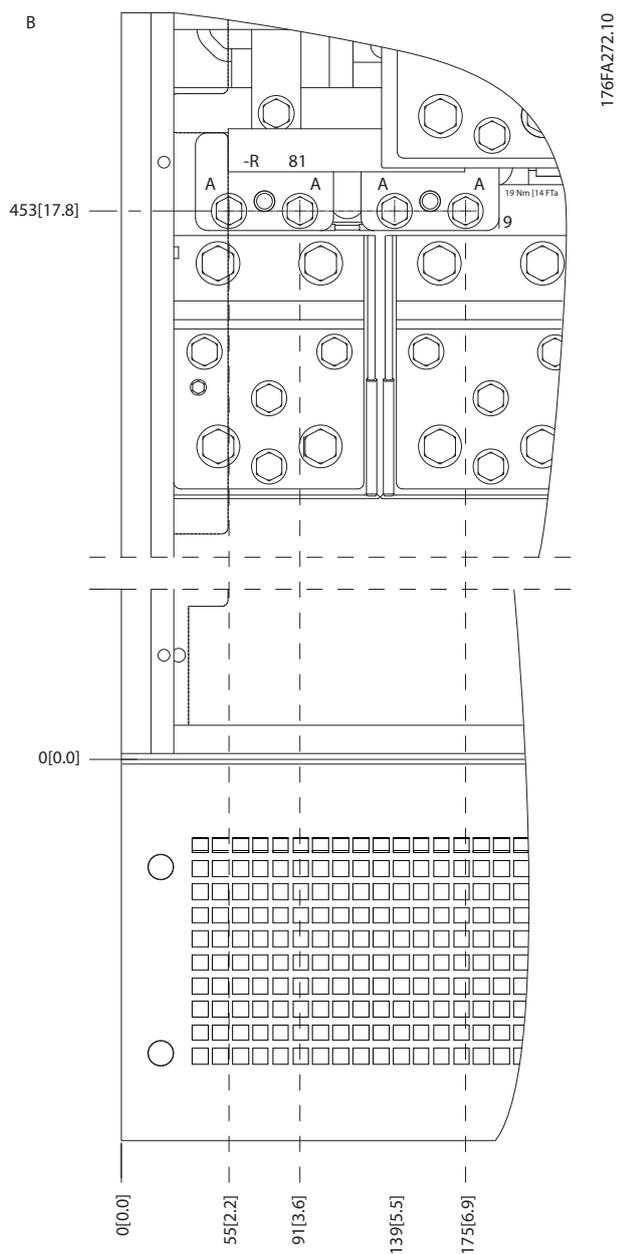
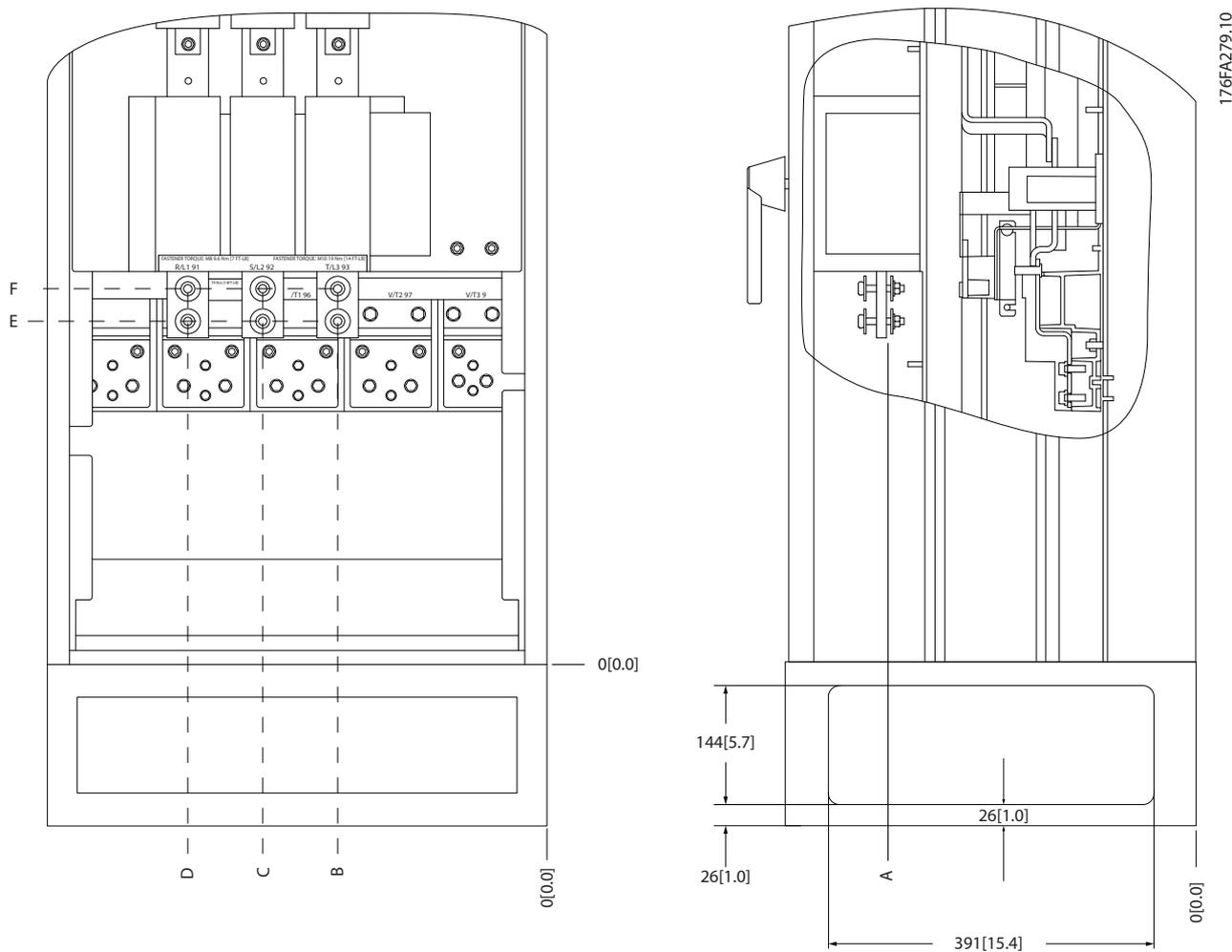


Ilustração 5.77 IP21 (NEMA tipo 1) e IP54 (NEMA tipo 12)  
 Posições de Conexão de Energia do Gabinete Metálico  
 (detalhe B)



5

Ilustração 5.78 IP21 (NEMA tipo 1) e IP54 (NEMA tipo 12) Posição de Conexão de Energia do Interruptor de Desconexão do Gabinete Metálico

| Tamanho do Chassi | Tipo de unidade                                 | Dimensão para terminal de desconexão |            |            |            |            |            |
|-------------------|---|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| E1                | IP54/IP21 UL e NEMA1/NEMA12                     |                                      |            |            |            |            |            |
|                   | 250/315 kW (400 V) e 355/450-500/630 kW (690 V) | 381 (15,0)                           | 253 (9,9)  | 253 (9,9)  | 431 (17,0) | 562 (22,1) | N/A        |
|                   | 315/355-400/450 kW (400 V)                      | 371 (14,6)                           | 371 (14,6) | 341 (13,4) | 431 (17,0) | 431 (17,0) | 455 (17,9) |

Tabela 5.15 Legenda para Ilustração 5.78

Localização dos terminais - Chassi de Tamanho E2

Considere a posição a seguir dos terminais ao projetar o acesso aos cabos.

5

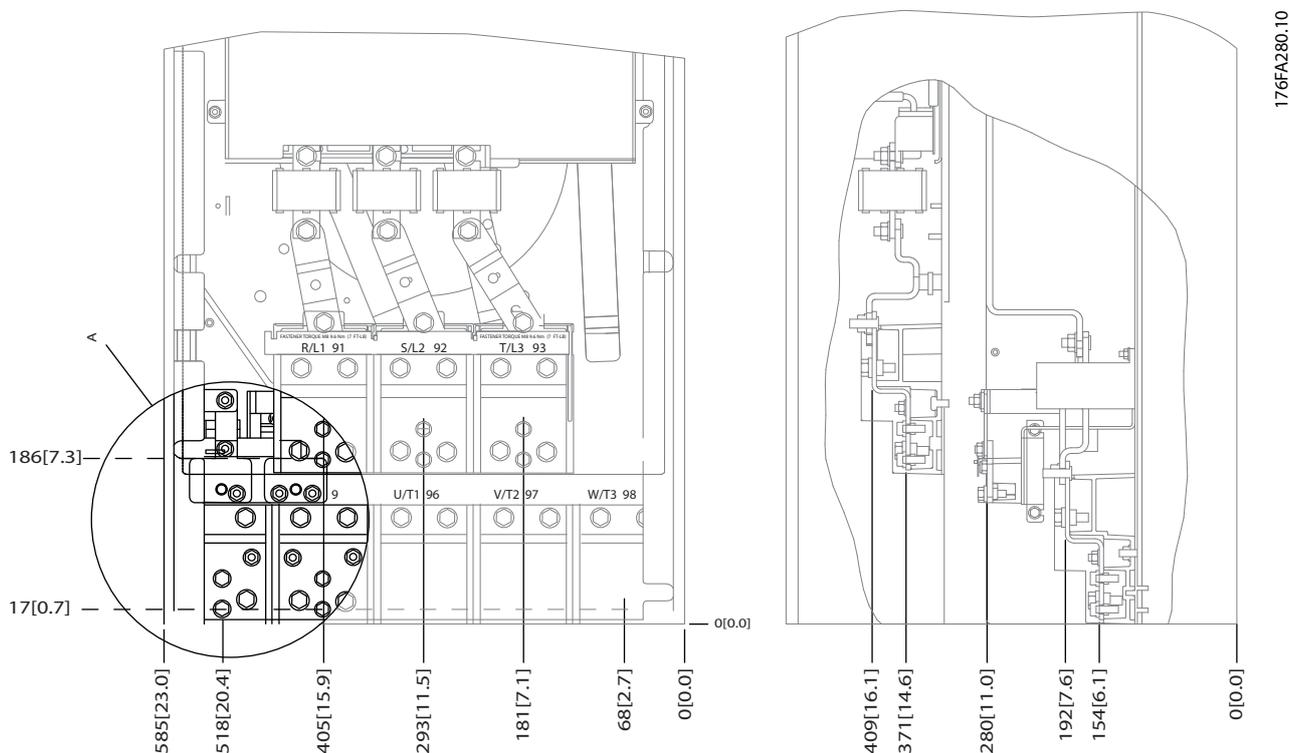


Ilustração 5.79 IP00 Posições das Conexões de Energia do Gabinete Metálico

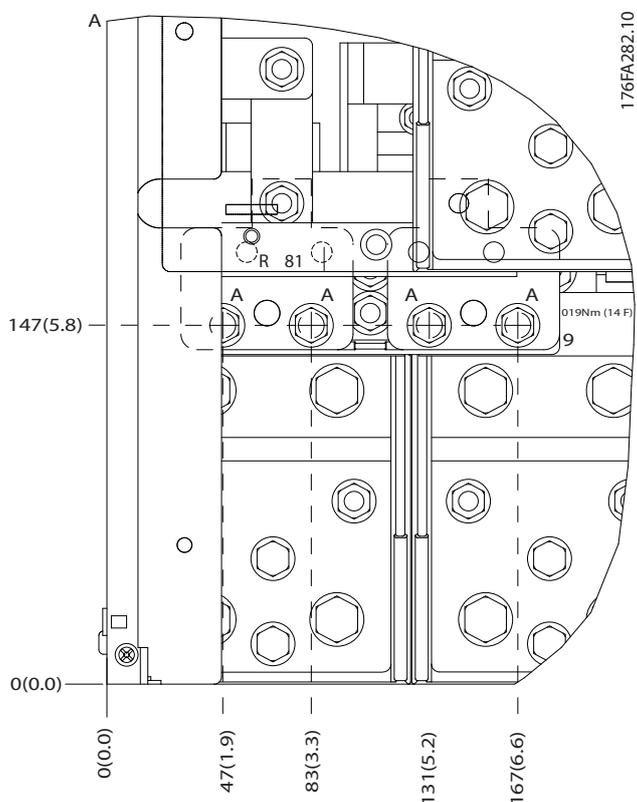
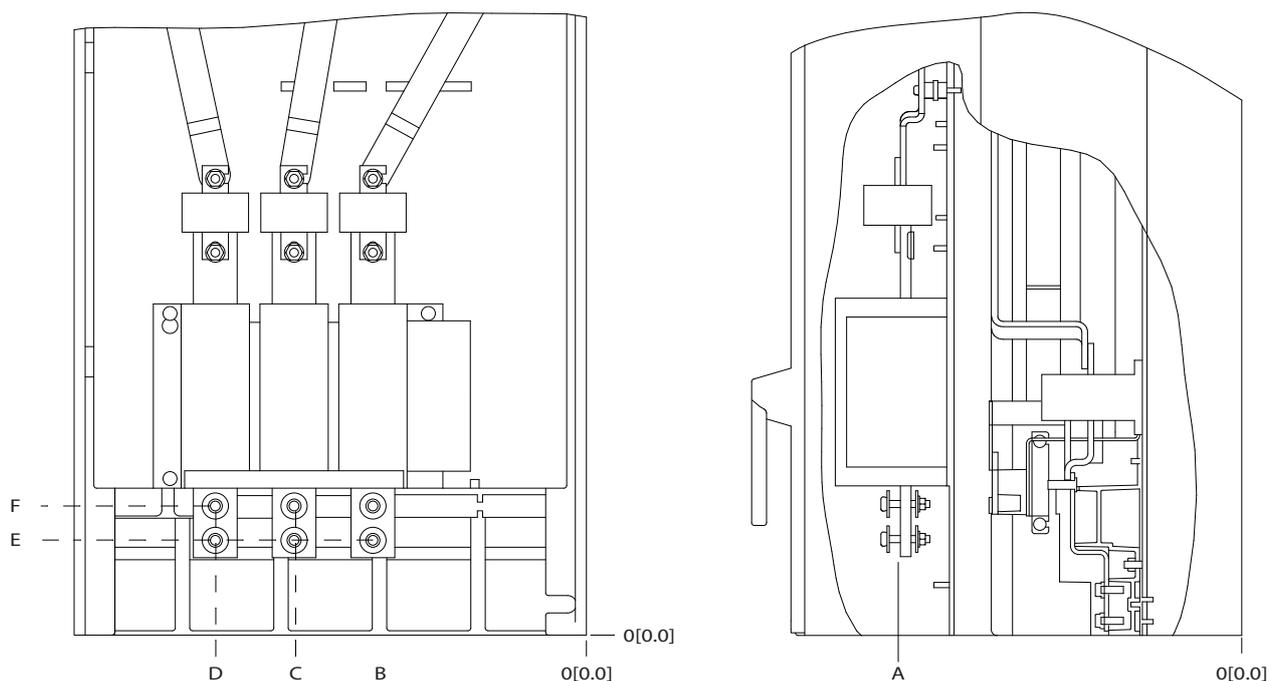


Ilustração 5.80 IP00 Posições das Conexões de Energia do Gabinete Metálico



176FA281.10

5

Ilustração 5.81 Conexões de Energia do Gabinete Metálico IP00, Posição do Interruptor de Desconexão

**AVISO!**

Os cabos de energia são pesados e difíceis de dobrar. Procure colocar o conversor de frequência na melhor posição, visando facilitar a instalação dos cabos.

Cada terminal comporta até 4 cabos com fixadores de cabo ou fixador de caixa padrão. O ponto de aterramento está conectado a um ponto de terminação relevante no conversor de frequência.

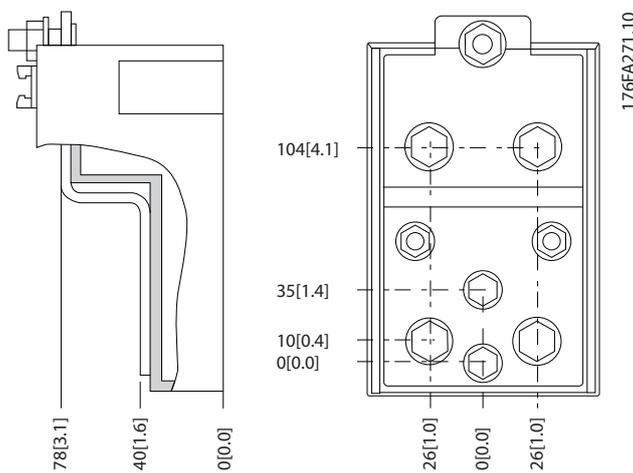


Ilustração 5.82 Terminal em Detalhes

## AVISO!

As conexões de energia podem ser feitas nas posições A ou B

| Tamanho do Chassi | Tipo de unidade                                    | Dimensão para terminal de desconexão |           |            |            |            |           |
|-------------------|--|--------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
|                   | IP00/CHASSIS                                       | A                                    | B         | C          | D          | E          | F         |
| E2                | 250/315 kW (400 V) e<br>355/450-500/630 KW (690 V) | 381 (15,0)                           | 245 (9,6) | 334 (13,1) | 423 (16,7) | 256 (10,1) | N/A       |
|                   | 315/355-400/450 kW (400 V)                         | 383 (15,1)                           | 244 (9,6) | 334 (13,1) | 424 (16,7) | 109 (4,3)  | 149 (5,8) |

Tabela 5.16 Conexões de Potência

5

## AVISO!

O chassi F tem quatro tamanhos diferentes, F1, F2, F3 e F4. O F1 e F2 consistem de uma cabine para o inversor, à direita, e uma cabine para o retificador, à esquerda. O F3 e o F4 têm um Gabinete para Opcionais adicional à esquerda do gabinete do retificador. O F3 e o F1 com uma cabine adicional para opcionais. O F4 e o F2 com uma cabine adicional para opcionais.

### Localizações dos terminais - Chassi de tamanho F1 e F3

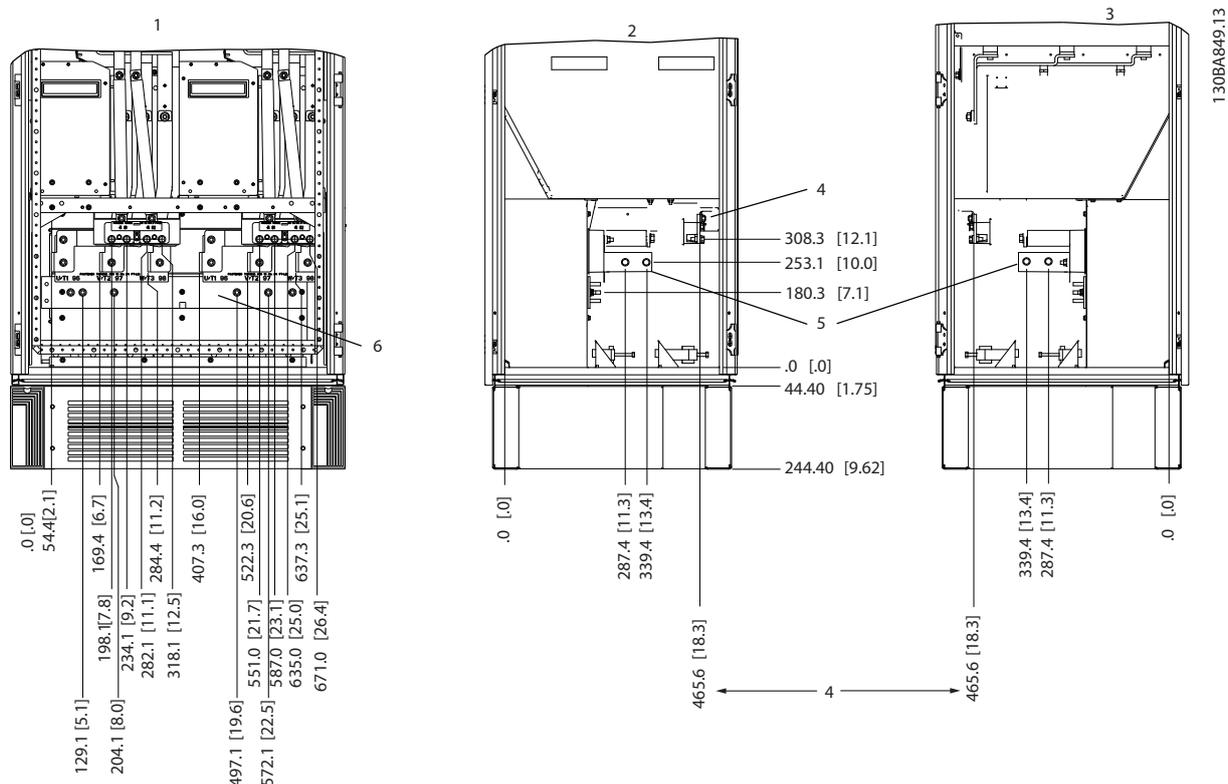


Ilustração 5.83 Localizações dos Terminais - Gabinete do Inversor - F1 e F3 (vista, frontal, esquerda e direita). A placa da bucha está 42 mm abaixo do nível 0,0.

- 1) Barra de aterramento do ponto de aterramento
- 2) Terminais do motor
- 3) Terminais do freio

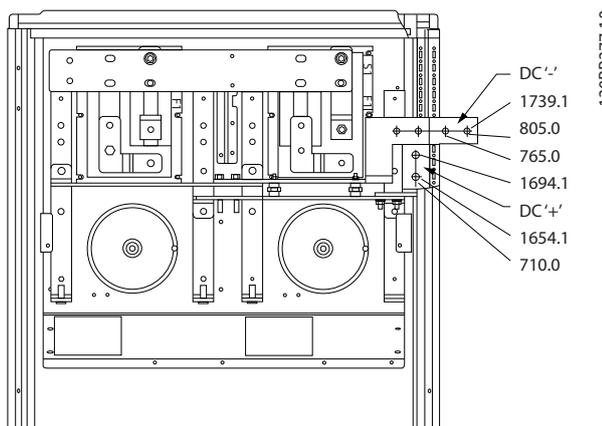


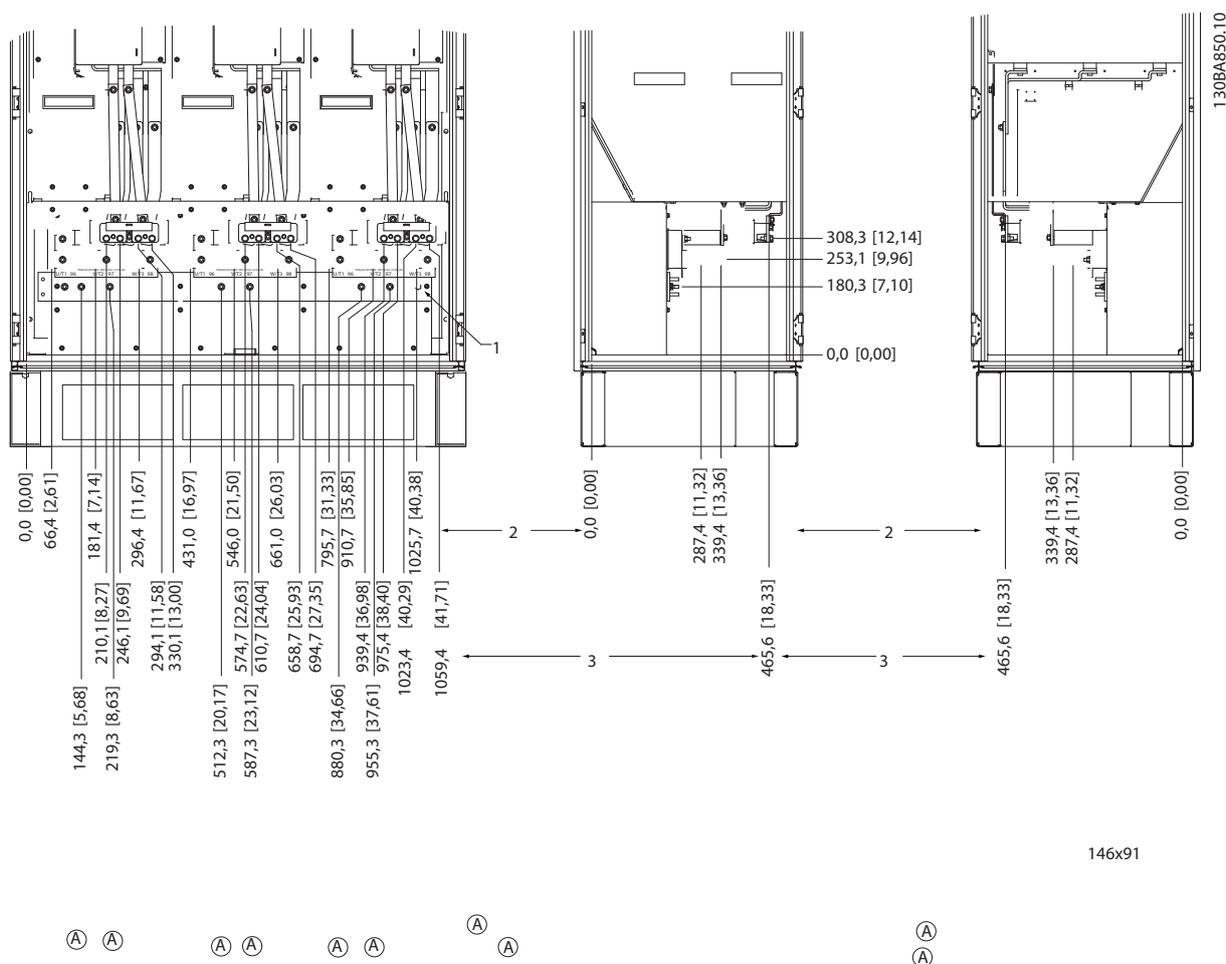
Ilustração 5.84 Localizações dos Terminais - Terminais de Regeneração - F1 e F3

Localizações dos terminais - Chassi de tamanho F2 e F4

LOCAL DOS TERMINAIS VISTA FRONTAL

LOCAL DOS TERMINAIS VISTA ESQUERDA

LOCAL DOS TERMINAIS VISTA DIREITA



146x91

Ilustração 5.85 Localizações dos Terminais - Gabinete do Inversor - F2 e F4 (Vista frontal, esquerda e direita). A placa da bucha está 42 mm abaixo do nível 0,0.

1) Barra de aterramento do ponto de aterramento

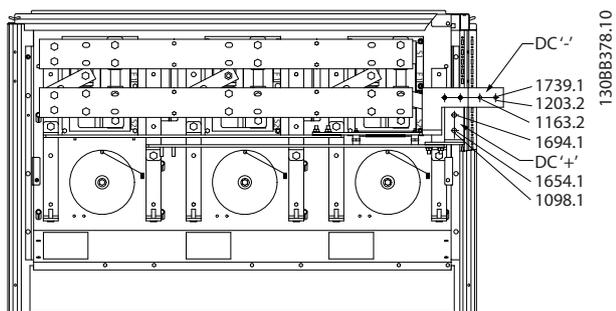


Ilustração 5.86 Localizações dos Terminais - Terminais de Regeneração - F2 e F4

5

Localizações dos terminais - Retificador (F1, F2, F3 e F4)

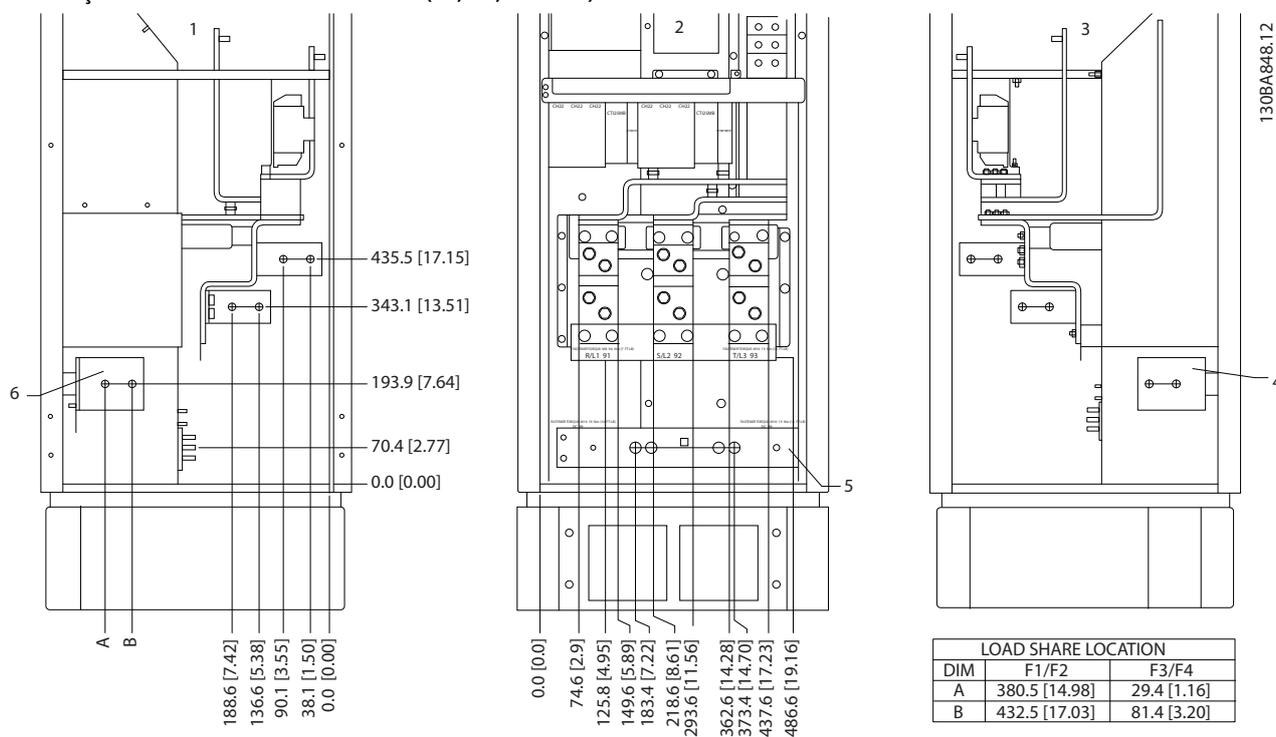
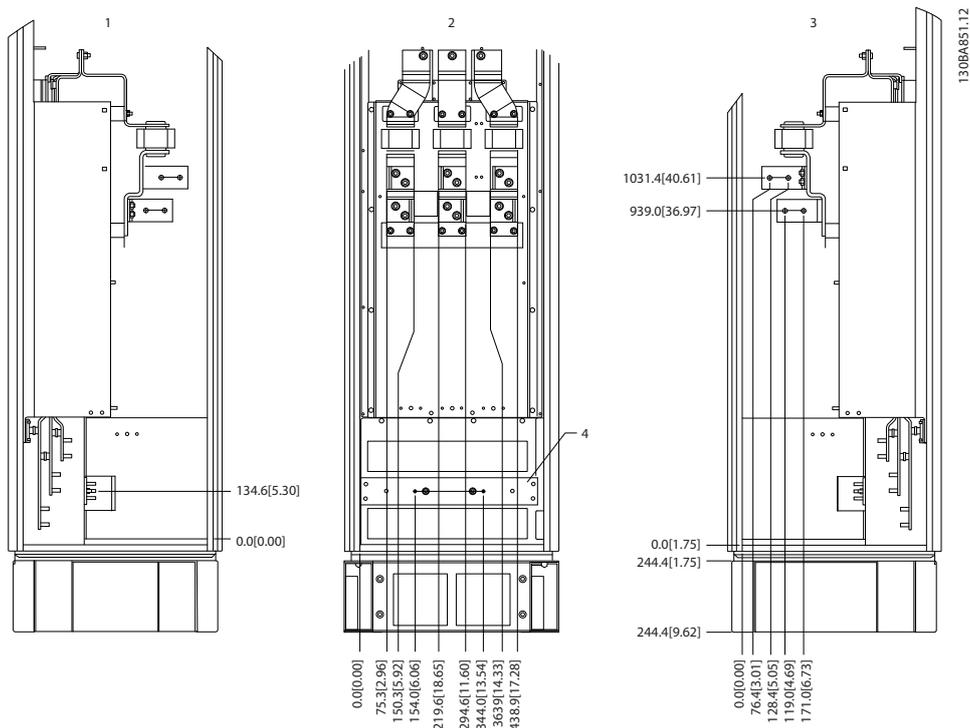


Ilustração 5.87 Localização dos terminais - Retificador (Vista esquerda, , frontal direita ). A placa da bucha está 42 mm abaixo do nível 0,0.

- 1) Terminal da Divisão de Carga (-)
- 2) Barra de aterramento do ponto de aterramento
- 3) Terminal Loadshare (+)

Localizações dos Terminais - Gabinete para Opcionais (F3 e F4)



5

Ilustração 5.88 Localizações dos terminais - Gabinete para Opcionais (Vista lateral, esquerda , frontal e direita). A placa da bucha está 42 mm abaixo do nível 0,0.

1) Barra de aterramento do ponto de aterramento

5

Posições dos terminais - Cabine de Opcionais com disjuntor/ interruptor de caixa moldada (F3 e F4)

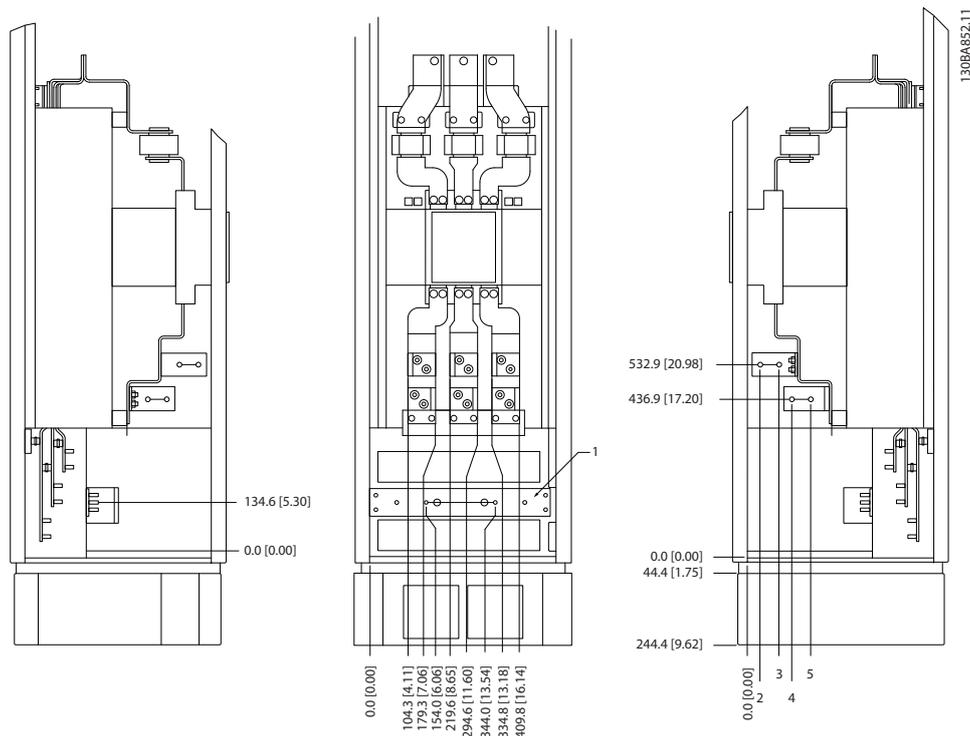


Ilustração 5.89 Localizações dos Terminais - Gabinete para Opcionais com Disjuntor/Interruptor de Caixa Moldada (Vista, lateral esquerda, frontal e direita). A placa da bucha está 42 mm abaixo do nível 0,0.

1) Barra de aterramento do ponto de aterramento

| Potência                                | 2    | 3    | 4     | 5     |
|---|------|------|-------|-------|
| 450 kW (480 V), 630-710 kW (690 V)      | 34,9 | 86,9 | 122,2 | 174,2 |
| 500-800 kW (480 V), 800-1000 kW (690 V) | 46,3 | 98,3 | 119,0 | 171,0 |

Tabela 5.17 Dimensão do Terminal

### 5.4.3 Conexões de Energia Drives de 12 Pulsos

#### Cabeamento e Fusíveis

#### 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. As aplicações UL requerem condutores de cobre para 75 °C. 75 e condutores de cobre para 90 °C são aceitáveis termicamente para o conversor de frequência usar em aplicações não UL.

Para proteção do conversor de frequência, devem ser usados fusíveis recomendados ou a unidade deve estar provida de fusíveis internos. Os fusíveis recomendados podem ser encontrados em 5.3.7 *Fusíveis*. Garanta sempre que fusível adequado seja usado de acordo com as regulamentações locais.

A conexão de rede é encaixada no interruptor de rede elétrica, se incluída.

As conexões dos cabos de energia estão posicionadas como mostrado em *Ilustração 5.90*. O dimensionamento da seção transversal do cabo deve ser feita de acordo com as características nominais de corrente e a legislação local. Consulte 3.1 *Especificações Gerais* para saber detalhes.

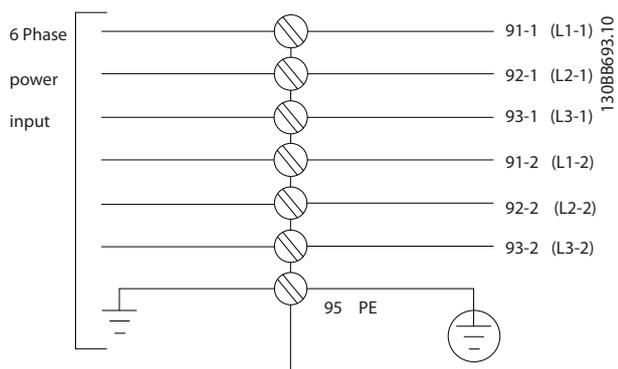


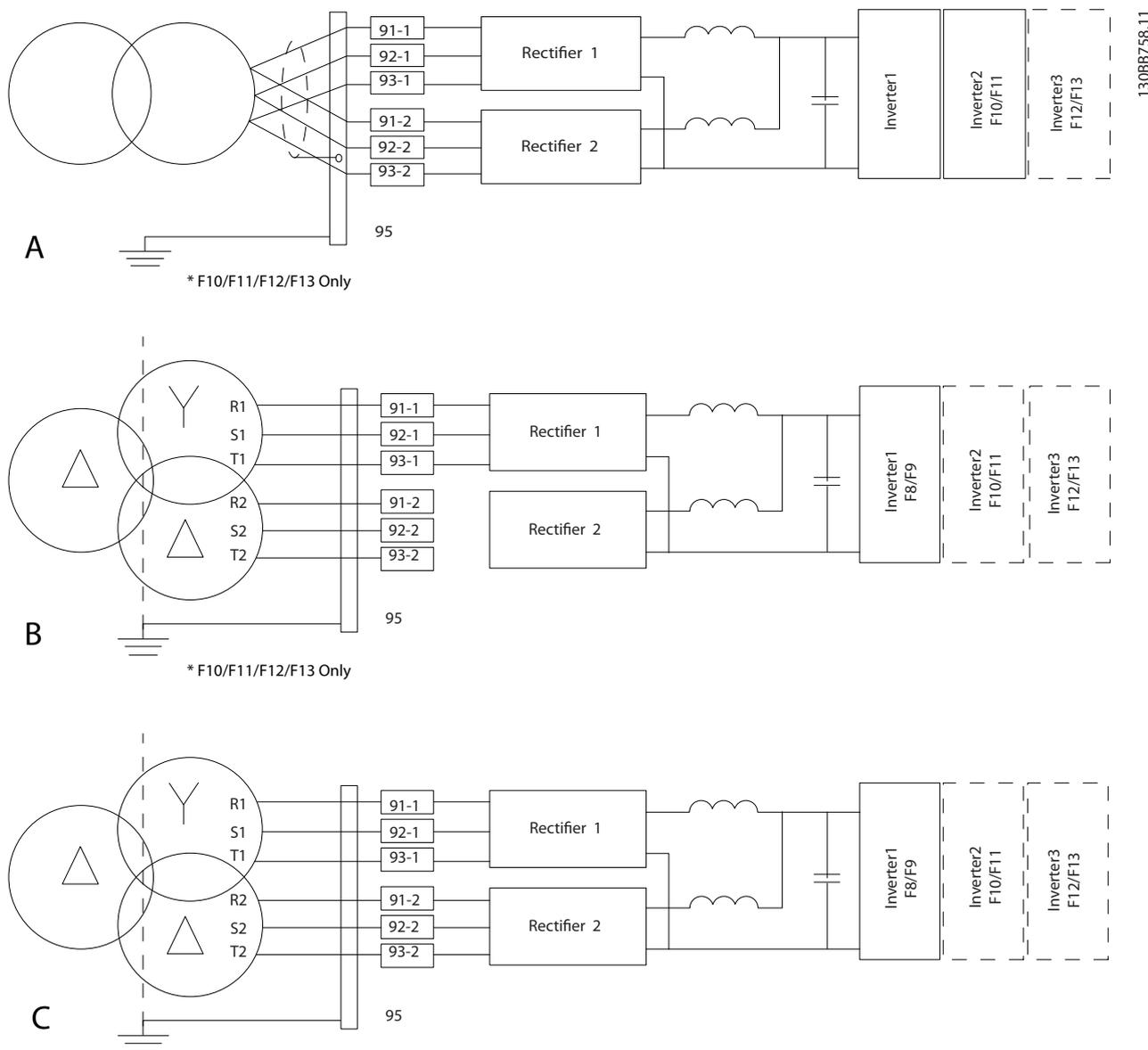
Ilustração 5.90 Conexão de Rede Elétrica

**AVISO!**

O cabo de motor deve ser blindado/encapado metalicamente. Se um cabo não blindado/não encapado metalicamente for usado, alguns dos requisitos de EMC não serão atendidos. Use um cabo de motor blindado/encapado metalicamente para atender as especificações de emissão EMC. Para obter mais informações, ver 5.10 *Instalação de EMC correta*.

Consulte 3.1 *Especificações Gerais* para saber o dimensionamento correto do comprimento e da seção transversal do cabo de motor.

5



13088758:11

Ilustração 5.91

- A) Conexão de 6 pulsos<sup>1)</sup>, 2), 3)
- B) Conexão de 6 pulsos modificada<sup>2)</sup>, 3), 4)
- C) Conexão de 12 pulsos<sup>3)</sup>, 5)

**Notas:**

- 1) Conexão em paralelo mostrada. Um único cabo trifásico pode ser usado com capacidade de transporte suficiente. Barras de condutores de curto devem ser instaladas.
- 2) A conexão de 6 pulsos elimina os benefícios da redução de harmônicas do retificador de 12 pulsos.
- 3) Adequado para conexão de rede elétrica IT e TN.
- 4) No caso de improvável de um dos retificadores modulares de 6 pulsos ficar inoperável, é possível operar o conversor de frequência em carga reduzida com um único retificador de 6 pulsos. Entre em contato com a fábrica para saber os detalhes de reconexão.

<sup>5)</sup> Aqui não é mostrada ligação em paralelo do cabeamento da rede elétrica. Doze (12) pulsos, assim como 6 pulsos deveriam ter requisitos de cabos de rede elétrica de número igual de cabos e comprimentos.

## AVISO!

Os cabos da rede elétrica deverão ter comprimento igual ( $\pm 10\%$ ) e o mesmo tamanho de fio para todas as três fases nas duas seções do retificador. Um conversor de frequência de 12 pulsos usado como de 6 pulsos deverá ter cabos de rede elétrica de números e comprimentos iguais.

### 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.

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). Isso é feito usando os dispositivos de instalação fornecidos no conversor de frequência.

### comprimento de cabo e seção transversal

O conversor de frequência foi testado para fins de EMC com um determinado comprimento de cabo. Mantenha o cabo de motor o mais curto possível, a fim de reduzir o nível de ruído e correntes de fuga.

### Frequência de chaveamento

Quando conversores de frequência forem usados junto com filtros de onda senoidal para reduzir o ruído acústico de um motor, a frequência de chaveamento deve ser programada de acordo com as instruções em *14-01 Frequência de Chaveamento*.

| Term. n° | 96 | 97 | 98 | 99               |   |
|----------|----|----|----|------------------|---|
|          | U  | V  | W  | PE <sup>1)</sup> | Tensão do motor 0-100% da tensão de rede.<br>3 fios de saída do motor               |
|          | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | Ligados em Delta  |
|          | W2 | U2 | V2 |                  | 6 fios de saída do motor  |
|          | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | U2, V2, W2 ligados em estrela<br>U2, V2 e W2 para ser interconectado separadamente. |

Tabela 5.18 Terminais

<sup>1)</sup> Conexão do terra protegida

## AVISO!

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

5

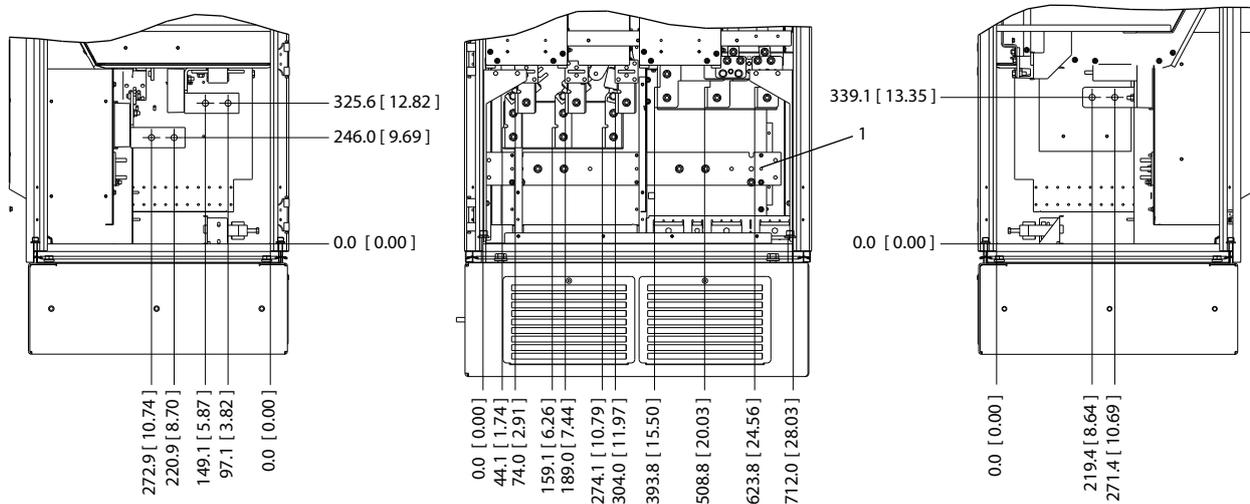
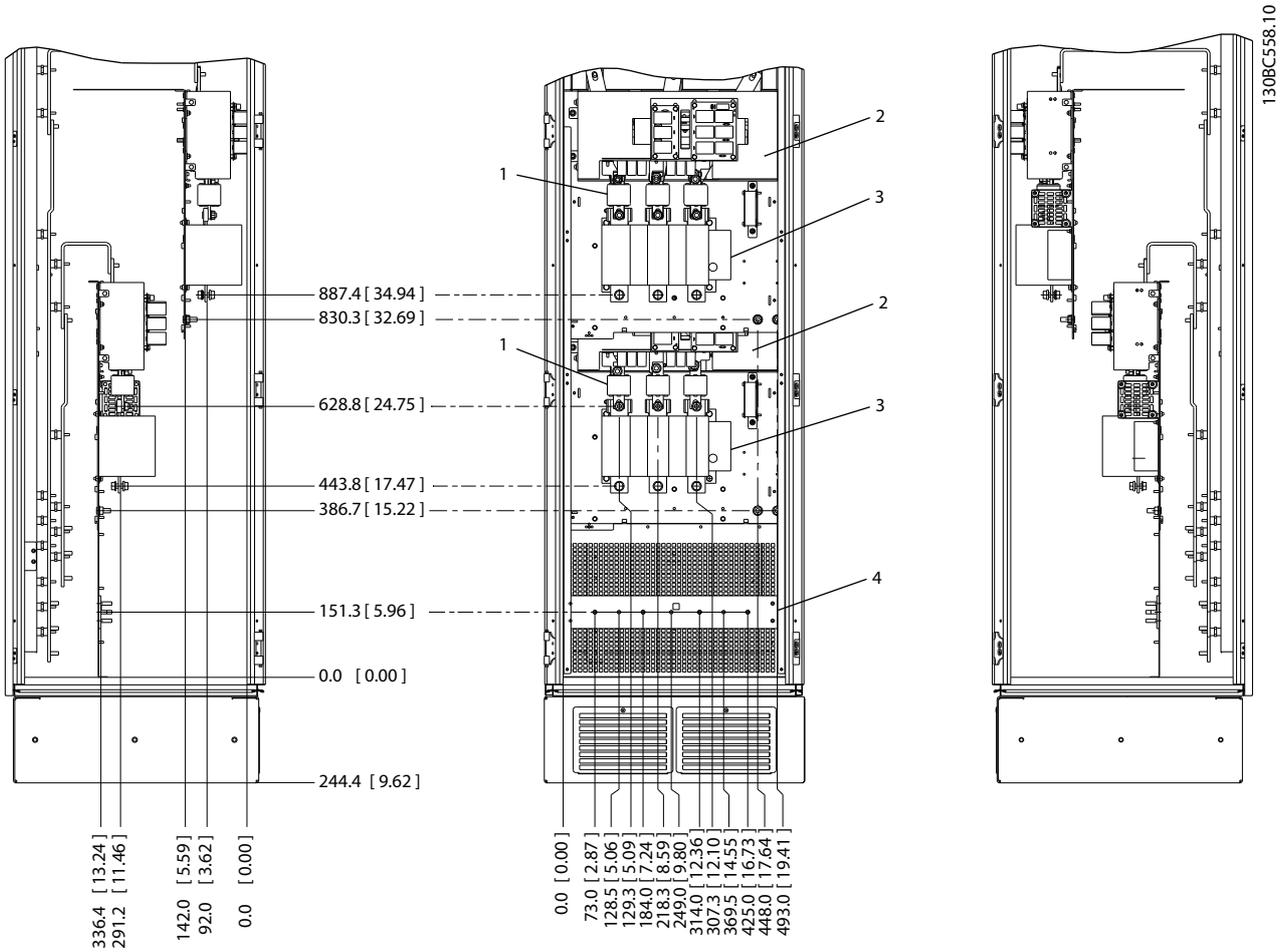


Ilustração 5.92 F8 (Vistas frontal, esquerda e direita)

1) Barra de aterramento do ponto de aterramento  
A placa da bucha está 42 mm abaixo do nível Ø.



5

Ilustração 5.93 Entrada F9 Gabinete para Opcionais com Desconexão e Fusíveis

5

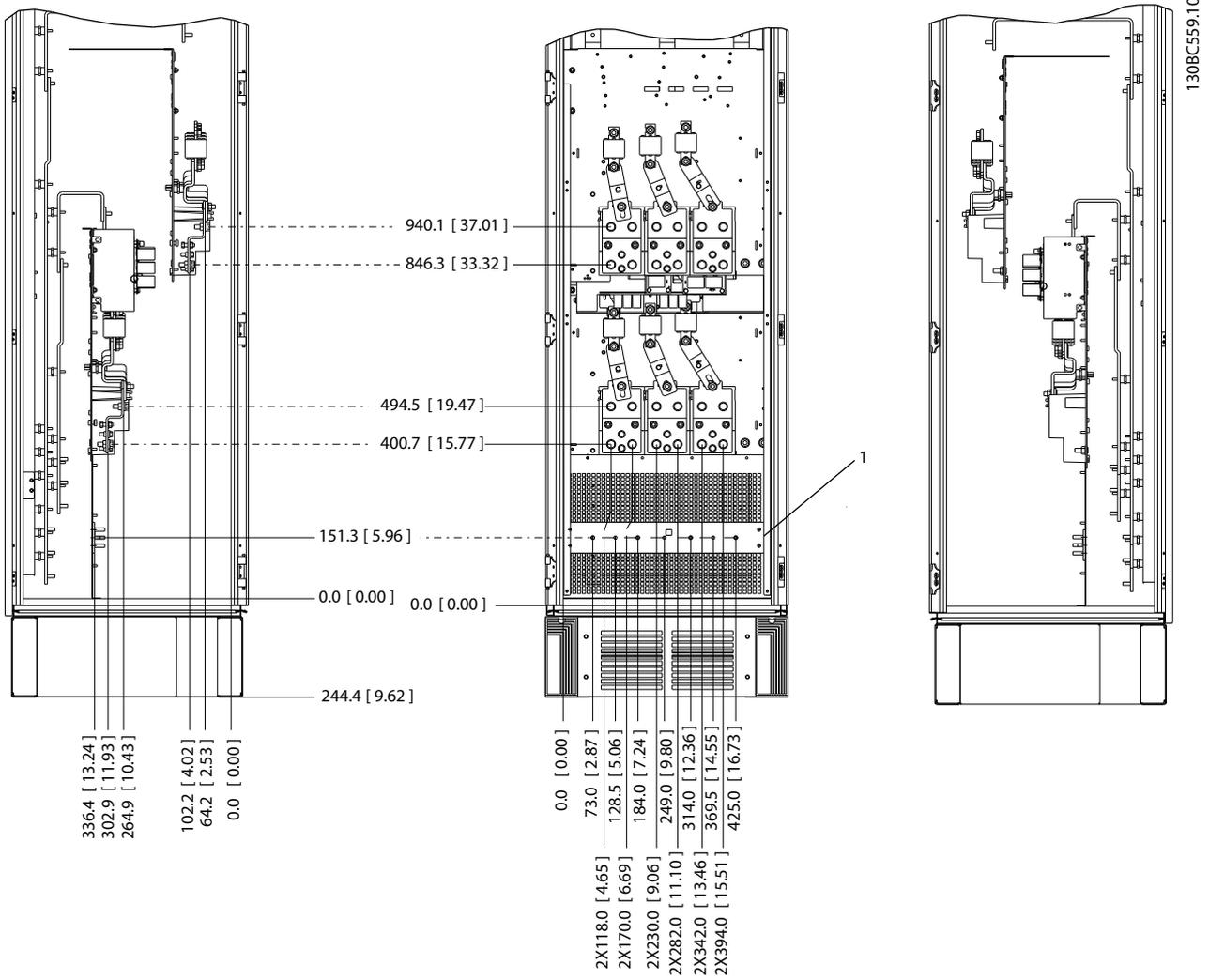
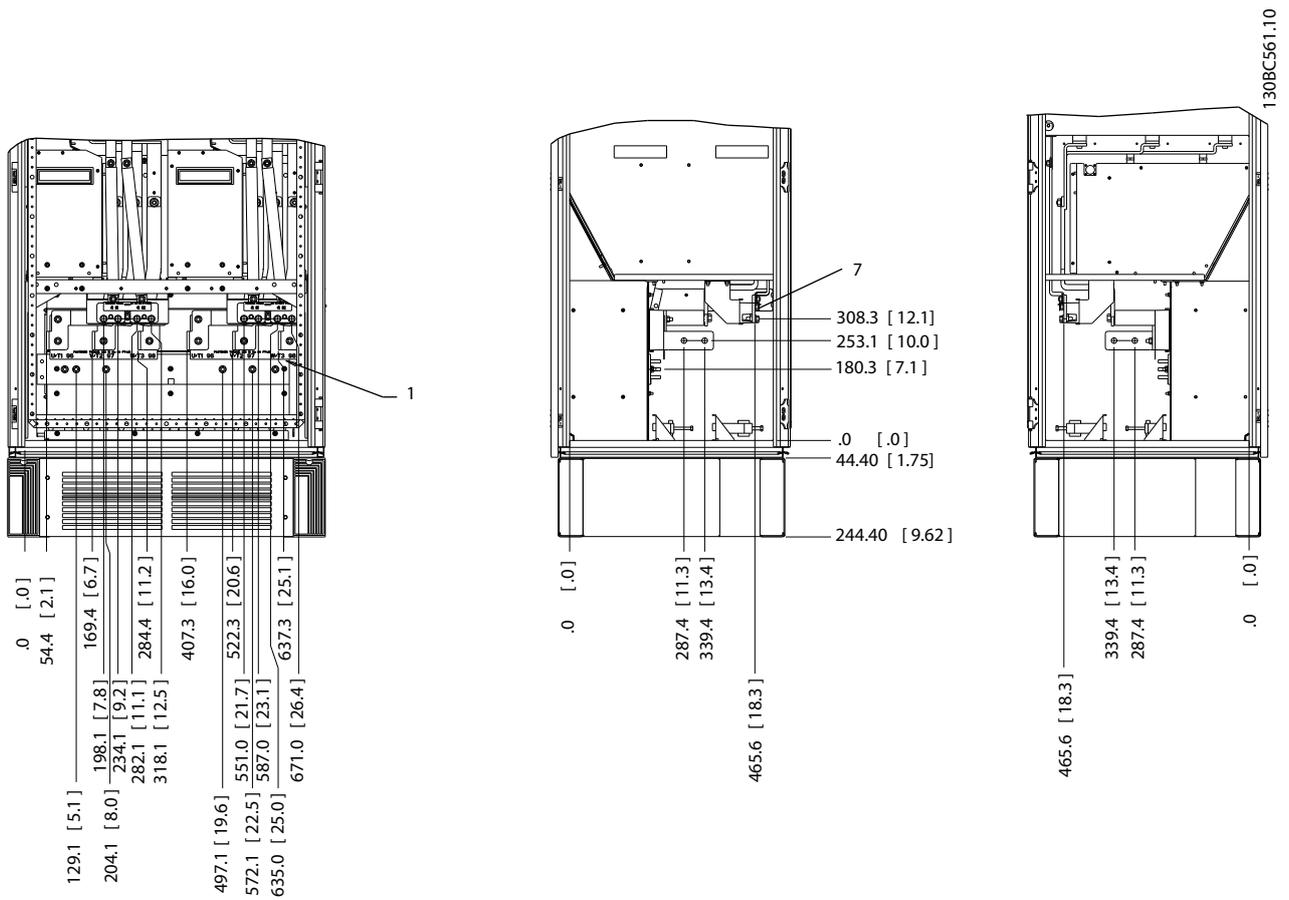


Ilustração 5.94 F9 Gabinete para Opcionais de entrada somente com fusíveis



5

Ilustração 5.95 F10/F11 Gabinete do Inversor

1) Barra de aterramento do ponto de aterramento

5

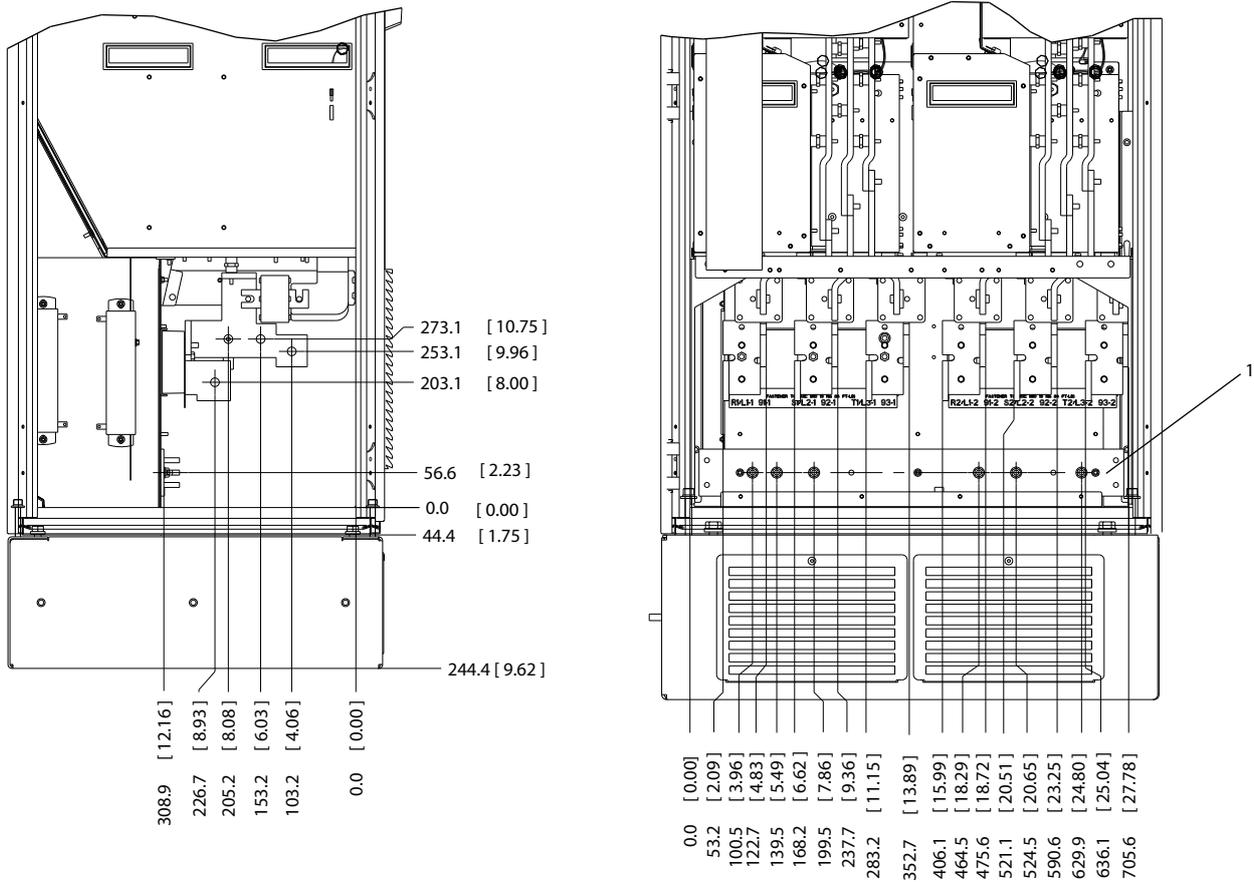
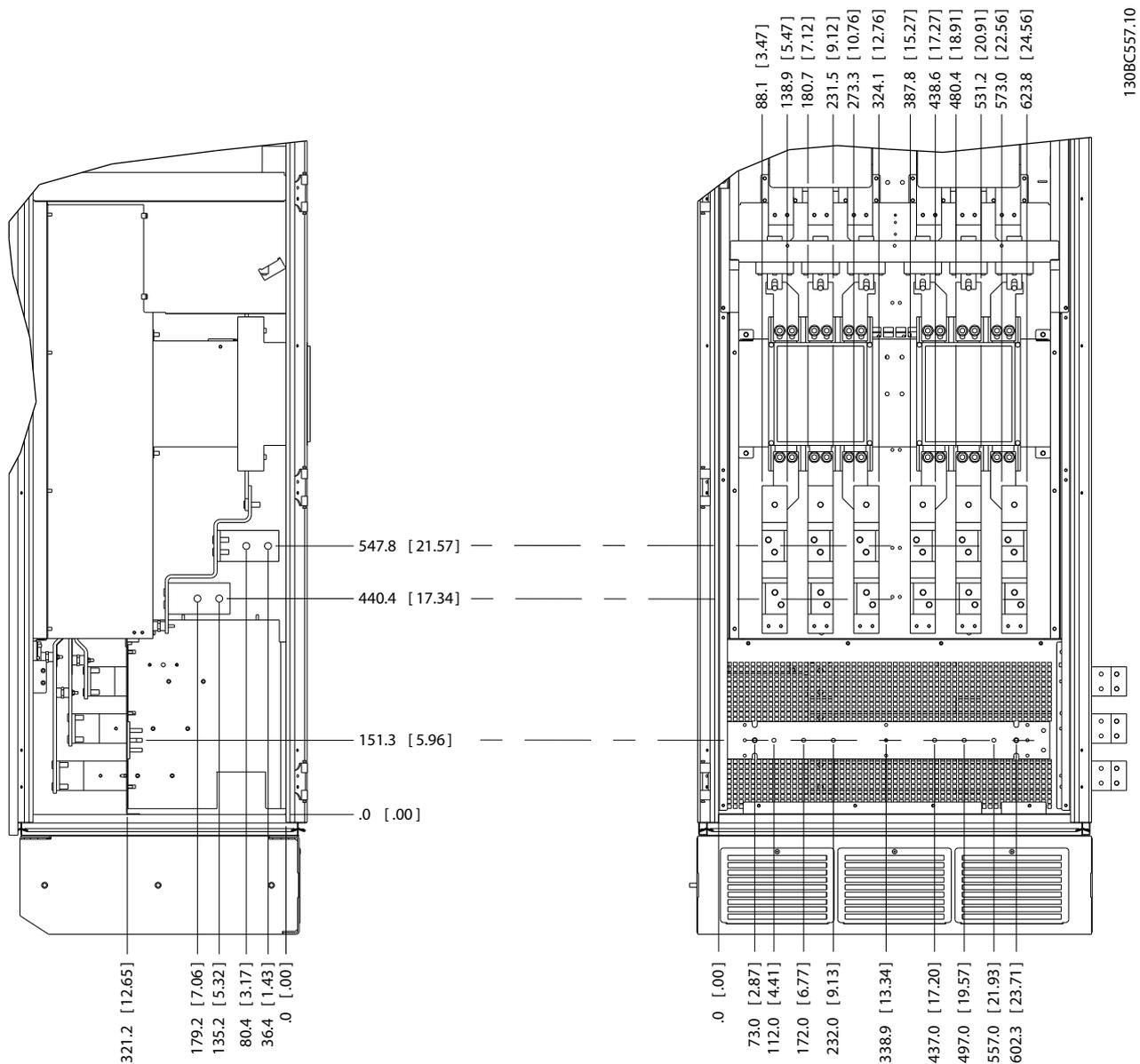


Ilustração 5.96 F10/F12 Gabinete do Retificador

1) Barra de aterramento do ponto de aterramento  
A placa da bucha está 42 mm abaixo do nível Ø.



5

Ilustração 5.97 F11/F13 Gabinete do Opcional de Entrada com Desconexão e Fusíveis

1) Barra de aterramento do ponto de aterramento

5

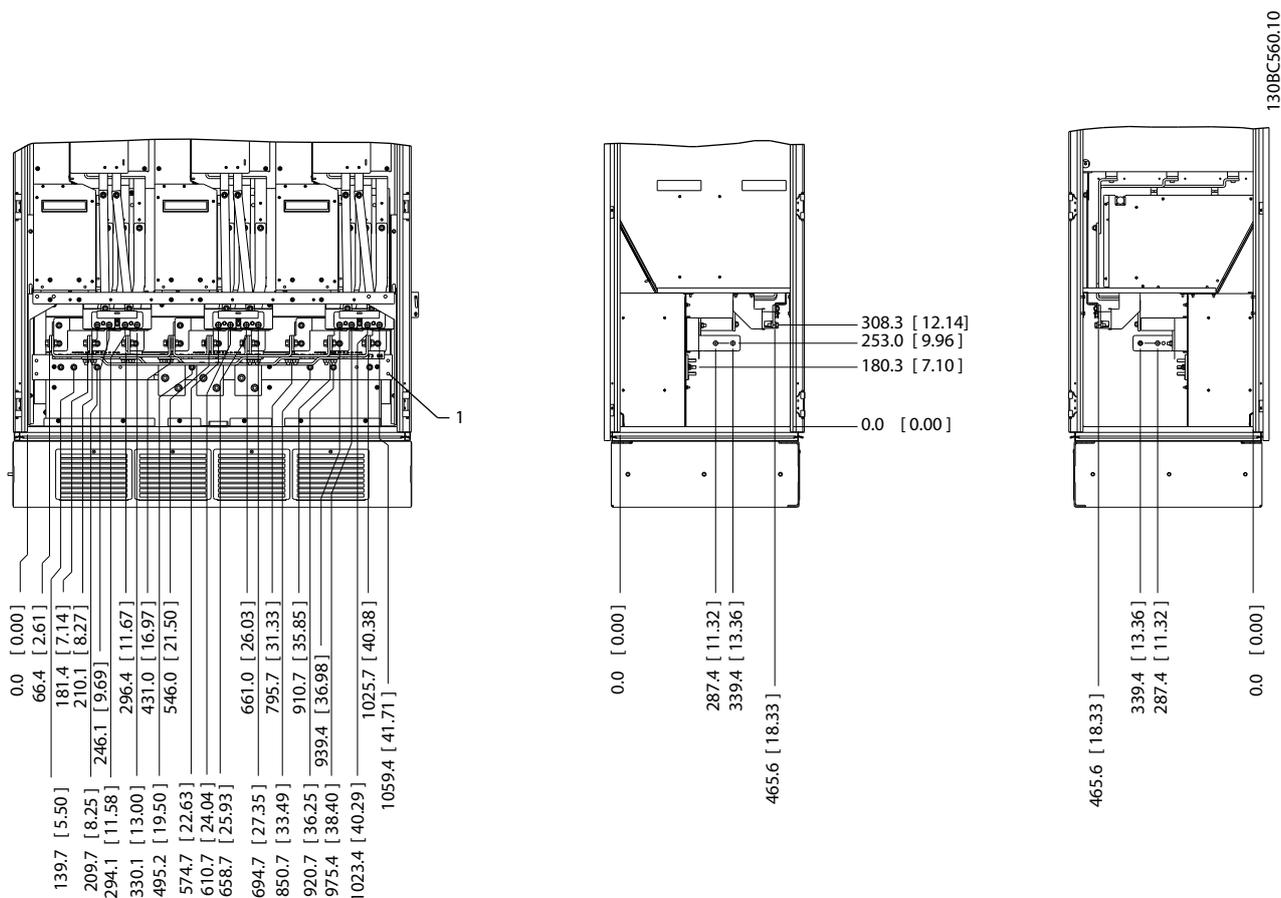


Ilustração 5.98 F12/F13 Gabinete do Inversor, Vistas Frontal, Esquerda e Direita

1) Barra de aterramento do ponto de aterramento  
A placa da bucha está 42 mm abaixo do nível Ø.

### 5.4.4 Proteção contra Ruído Elétrico

#### Somente unidades de chassi de tamanho F

Antes de montar o cabo de energia da rede elétrica, monte a tampa metálica de EMC para garantir o melhor desempenho de EMC.

#### AVISO!

A tampa metálica de EMC está incluída somente em unidades com filtro de RFI.

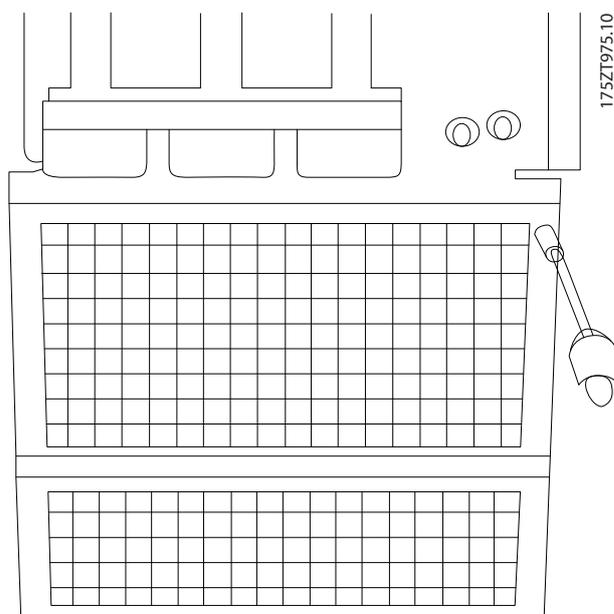


Ilustração 5.99 Montagem da proteção de EMC

### 5.4.5 Fonte de Alimentação de Ventilador Externo

#### Chassi de tamanhos E e F

No caso de o conversor de frequência ser alimentado por uma fonte CC ou se o ventilador necessitar funcionar independentemente da fonte de alimentação, uma fonte de alimentação externa pode ser aplicada. A conexão é feita no cartão de potência.

| Nº. do Terminal | Função                    |
|-----------------|---------------------------|
| 100, 101        | Alimentação auxiliar S, T |
| 102, 103        | Alimentação interna S, T  |

Tabela 5.19 Fonte de Alimentação Externa

O conector localizado no cartão de potência fornece a conexão da tensão de rede para os ventiladores de resfriamento. Os ventiladores vêm conectados de fábrica para serem alimentados por uma linha CA comum (jumpers entre 100-102 e 101-103). Se for necessária alimentação externa, os jumpers deverão ser removidos e a alimentação conectada aos terminais 100 e 101. Use um fusível de 5 Amp para proteção. Em aplicações UL, o fusível deve ser o LKL-5 da Littelfuse ou equivalente.

## 5.5 Opcionais de Entrada

### 5.5.1 Desconexões da Rede Elétrica

5

| Tamanho do Chassi | Potência  | Tipo                          |
|-------------------|-----------|-------------------------------|
| 380-500V          |           |                               |
| D5h/D6h           | N110-N160 | ABB OT400U03                  |
| D7h/D8h           | N200-N400 | ABB OT600U03                  |
| E1/E2             | P250      | ABB OETL-NF600A               |
| E1/E2             | P315-P400 | ABB OETL-NF800A               |
| F3                | P450      | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| F3                | P500-P630 | Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP |
| F4                | P710-P800 | Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP |
| 525-690V          |           |                               |
| D5h/D6h           | N75K-N160 | ABB OT400U03                  |
| D5h/D6h           | N200-N400 | ABB OT600U03                  |
| F3                | P630-P710 | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| F3                | P800      | Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP |
| F4                | P900-P1M2 | Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP |

Tabela 5.20 Desconexões da rede elétrica, conversores de frequência de chassi D, E e F

| Tamanho do Chassi | Potência | Tipo                          |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| 380-500 V         |          |                               |
| F9                | P250     | ABB OETL-NF600A               |
| F9                | P315     | ABB OETL-NF600A               |
| F9                | P355     | ABB OETL-NF600A               |
| F9                | P400     | ABB OETL-NF600A               |
| F11               | P450     | ABB OETL-NF800A               |
| F11               | P500     | ABB OETL-NF800A               |
| F11               | P560     | ABB OETL-NF800A               |
| F11               | P630     | ABB OT800U21                  |
| F13               | P710     | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| F13               | P800     | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| 525-690 V         |          |                               |
| F9                | P355     | ABB OT400U12-121              |
| F9                | P400     | ABB OT400U12-121              |
| F9                | P500     | ABB OT400U12-121              |
| F9                | P560     | ABB OT400U12-121              |
| F11               | P630     | ABB OETL-NF600A               |
| F11               | P710     | ABB OETL-NF600A               |
| F11               | P800     | ABB OT800U21                  |
| F13               | P900     | ABB OT800U21                  |
| F13               | P1M0     | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |
| F13               | P1M2     | Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP |

Tabela 5.21 Desconexões da rede elétrica, conversores de frequência de 12 pulsos

| Chassi de Tamanho | Tensão [V] | Modelo de Drive | Tipo de Disjuntor | Configurações padrão do disjuntor (Nível de desarme - Amps) |                      |
|-------------------|------------|-----------------|-------------------|---|----------------------|
|                   |            |                 |                   | I1 (Sobrecarga)   | I3/Ith (Instantânea) |
| D6h               | 380-480    | N110 - N132     | ABB T5L400TW      | 400   | 4000                 |
| D6h               | 380-480    | N160            | ABB T5LQ400TW     | 400   | 4000                 |
| D8h               | 380-480    | N200            | ABB T6L600TW      | 600   | 6000                 |
| D8h               | 380-480    | N250            | ABB T6LQ600TW     | 600   | 6000                 |
| D8h               | 380-480    | N315            | ABB T6LQ800TW     | 800   | 8000                 |
|                   |            |                 |                   |   |                      |
| D6h               | 525-690    | N75K - N160     | ABB T5L400TW      | 400   | 4000                 |
| D8h               | 525-690    | N200 - N315     | ABB T6L600TW      | 600   | 6000                 |
| D8h               | 525-690    | N400            | ABB T6LQ600TW     | 600   | 6000                 |

Tabela 5.22 Disjuntores do Chassi D

| Tamanho do Chassi | Potência e Tensão                       | Tipo                             | Configurações padrão do disjuntor |           |
|-------------------|---|----------------------------------|-----------------------------------|-----------|
|                   |   |                                  | Nível de desarme [A]              | Tempo [s] |
| F3                | P450 380-500V & P630-P710<br>525-690V   | Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP | 1200                              | 0,5       |
| F3                | P500-P630 380-500V & P800<br>525-690V   | Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP | 2000                              | 0,5       |
| F4                | P710 380-500 V e P900-P1M2<br>525-690 V | Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP | 2000                              | 0,5       |
| F4                | P800 380-500V                           | Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP | 2500                              | 0,5       |

Tabela 5.23 Disjuntores do Chassi F

### 5.5.2 Contatores de Rede Elétrica

| Tamanho do Chassi | Potência e Tensão   | Tipo       |
|-------------------|---------------------|------------|
| D6h               | N110-N160 380-480 V | CK95BE311N |
|                   | N75-N160 525-690 V  |            |
| D8h               | N200-N315 380-480 V | CK11CE311N |
|                   | N200-N400 525-690 V |            |

Tabela 5.24 Contatores do Chassi D

| Tamanho do Chassi | Potência e Tensão                         | Tipo              |
|-------------------|---|-------------------|
| F3                | P450-P500 380-500 V & P630-P800 525-690 V | Eaton XTCE650N22A |
| F3                | P560 380-500 V                            | Eaton XTCE820N22A |
| F3                | P630 380-500 V                            | Eaton XTCEC14P22B |
| F4                | P900 525-690 V                            | Eaton XTCE820N22A |
| F4                | P710-P800 380-500 V e P1M2 525-690 V      | Eaton XTCEC14P22B |

Tabela 5.25 Contatores do Chassi F

### AVISO!

Alimentação de 230 V fornecida pelo cliente é necessária para contatores da rede elétrica.

### 5.5.3 Saída do relé chassi D

#### Relé 1

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

#### Relé 2

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

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 MCB 105.

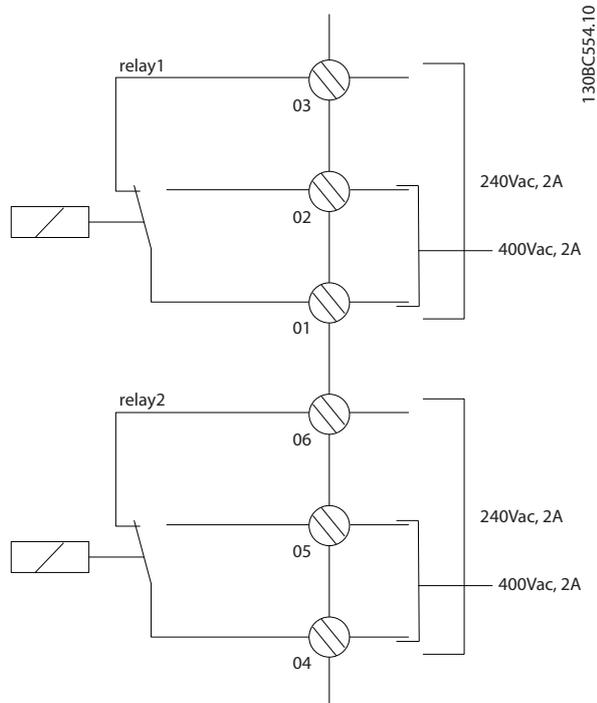


Ilustração 5.100 Saídas de Relé Adicionais do Chassi D

### 5.5.4 Saída do Relé Chassi E e F

#### Relé 1

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

#### Relé 2

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

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 usando o módulo MCB 105 opcional.

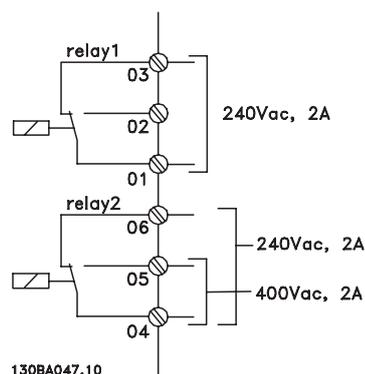


Ilustração 5.101 Saídas- de Relé Adicionais Chassi E e F

## 5.6 Setup Final e Teste

Para testar o setup e assegurar que o conversor de frequência está funcionando, siga as etapas a seguir.

**Etapla 1, Localize a plaqueta de identificação do motor.**

### AVISO!

O motor está ligado em estrela - (Y) ou em delta (Δ). Essa informação está localizada nos dados da plaqueta de identificação do motor.

**Etapla 2, Digite os dados da plaqueta de identificação do motor nesta lista de parâmetros.**

Para acessar essa lista, primeiro pressione [Quick Menu] e depois selecione "Q2 Quick Setup" (Configuração Rápida Q2).

1. 1-20 Potência do Motor [kW] ou 1-21 Potência do Motor [HP]
2. 1-22 Tensão do Motor
3. 1-23 Frequência do Motor
4. 1-24 Corrente do Motor
5. 1-25 Velocidade nominal do motor

**Etapla 3. Ative a Adaptação Automática do Motor (AMA).**

Executar uma AMA garante desempenho ideal. A AMA mede os valores a partir do diagrama equivalente do modelo do motor.

1. Conecte o terminal 27 ao terminal 12 ou programe 5-12 Terminal 27, Entrada Digital para [0] Sem função.
2. Ative a AMA 1-29 Adaptação Automática do Motor (AMA).
3. Escolha entre AMA completa ou reduzida. Se um filtro LC estiver instalado, execute somente a AMA reduzida ou remova o filtro LC durante o procedimento da AMA.
4. Pressione [OK]. O display exibe "Pressione [Hand on] para iniciar".
5. Pressione [Hand On]. Uma barra de progresso indica se a AMA está em progresso.

**Pare a AMA durante a operação**

1. Pressione [Off] (Desligar) - o conversor de frequência entra no modo alarme e o display mostra que a AMA foi encerrada.

**AMA executada com êxito**

1. O display mostra "Pressione [OK] para encerrar a AMA".
2. Pressione [OK] para sair do estado da AMA.

**AMA falhou**

1. O conversor de frequência entra no modo alarme. É possível encontrar uma descrição do alarme em 8 Resolução de Problemas.
2. "Valor de Relatório" no [Alarm Log] (Registro de alarme) mostra a última sequência de medição executada pela AMA antes de o conversor de frequência entrar no modo de alarme. Esse número, junto com a descrição do alarme, ajuda na solução do problema. Ao entrar em contacto com a Assistência Técnica da Danfoss, certifique-se de mencionar o número e a descrição do alarme.

## AVISO!

A AMA muitas vezes falha devido aos dados da plaqueta de identificação do motor registrados de maneira incorreta ou a uma diferença muito grande entre a potência do motor e a capacidade do conversor de frequência.

**Etapa 4. Programe o limite de velocidade e o tempo de rampa.**

Programe os limites desejados para a velocidade e o tempo de rampa.

1. 3-02 Referência Mínima
2. 3-03 Referência Máxima

1. 4-11 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [RPM] ou 4-12 Lim. Inferior da Veloc. do Motor [Hz]
2. 4-13 Lim. Superior da Veloc. do Motor [RPM] ou 4-14 Lim. Superior da Veloc do Motor [Hz]
1. 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1
2. 3-42 Tempo de Desaceleração da Rampa 1

## 5.7 Instalação da Parada Segura

Para executar a instalação de uma Parada de Categoria 0 (EN60204), em conformidade com a Categoria de Segurança 3 (EN954-1), siga estas instruções:

1. A ponte (jumper) entre o Terminal 37 e 24 V CC do FC 202 deve ser removida. Cortar ou interromper o jumper não é suficiente. Remova-o completamente para evitar curto circuito. Consulte jumper em Ilustração 5.102.
2. Conecte o terminal 37 ao 24 V CC, com um cabo com proteção a curto-circuito. A fonte de alimentação de 24 V CC deve ter um dispositivo de interrupção de circuito que esteja em conformidade com a EN954-1 Categoria 3. Se o dispositivo de interrupção e o conversor de frequência estiverem no mesmo painel de instalação, use um cabo normal em vez de com proteção.

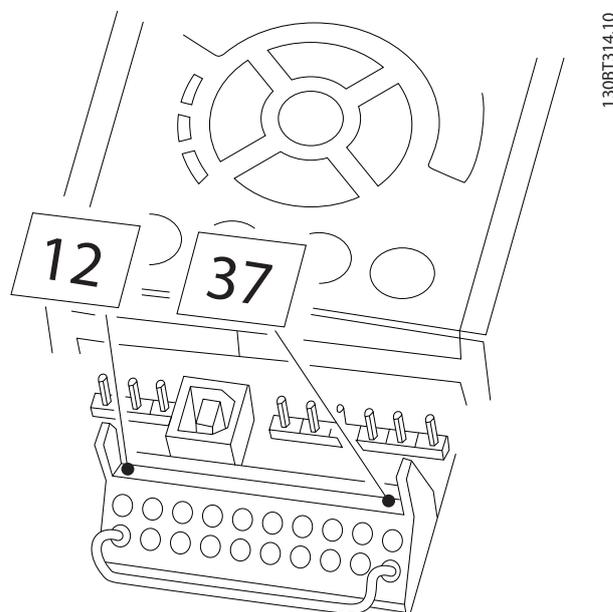
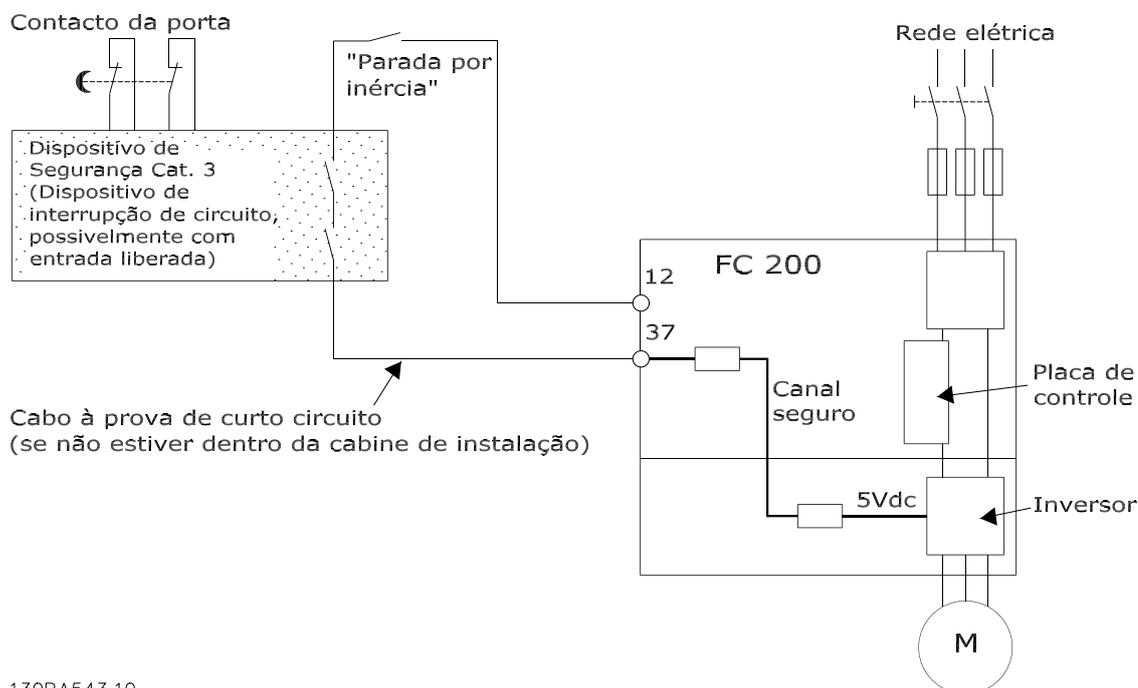


Ilustração 5.102 Jumper da ponte entre o terminal 37 e 24 V CC.

Ilustração 5.103 mostra uma Parada de Categoria 0 (EN 60204-1) com segurança de Cat. 3 (EN 954-1). Um contato de abertura da porta causa a interrupção do circuito. A ilustração também mostra como conectar uma parada por inércia de hardware não relacionada a segurança.



130BA543.10

Ilustração 5.103 Aspectos essenciais de uma instalação para se obter uma Parada de Categoria 0 (EN 60204-1) com segurança Cat. 3 (EN 954-1)

### 5.7.1 Teste de Colocação em Funcionamento da Parada Segura

Após a instalação e antes da primeira operação, execute um teste de colocação em funcionamento de uma instalação ou aplicação usando Parada Segura do FC 200. Execute o teste após cada modificação da instalação ou aplicação, da qual a Parada Segura do FC 200 faz parte.

#### O teste de colocação em operação:

1. Remova a alimentação de tensão de 24 V CC do terminal 37 por meio do dispositivo de interrupção enquanto o conversor de frequência acionar o motor (a alimentação de rede elétrica não é interrompida). A etapa de teste está aprovada se o motor reagir a uma parada por inércia e o freio mecânico (se conectado) for ativado.
2. Enviar um sinal de Reset (via Barramento, E/S Digital ou tecla [Reset]). A etapa de teste está aprovada se o motor permanecer no estado de Parada Segura e o freio mecânico (se conectado) permanecer ativado.
3. Religue a tensão de 24 V CC no terminal 37. A etapa de teste está aprovada se o motor permanecer no estado de parado por inércia e o freio mecânico (se conectado) permanecer ativado.

4. Enviar um sinal de Reset (via Barramento, E/S Digital ou tecla [Reset]). Se o motor ficar operacional novamente, esta etapa não é necessária.
5. Se todas as quatro etapas do teste forem realizadas com sucesso, a colocação em funcionamento está concluída.

## 5.8 Instalação de Diversos Conexões

### 5.8.1 Conexão do Barramento RS-485

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 que o terminal 69 é conectado ao sinal N (TX-,RX-).

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

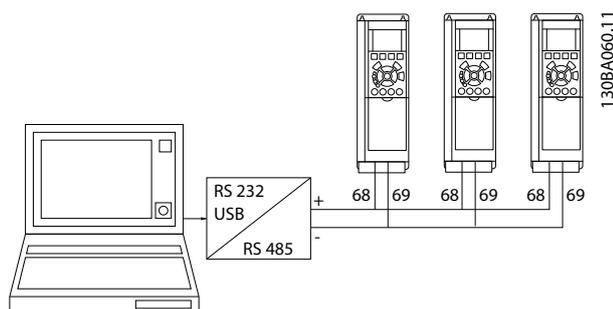


Ilustração 5.104 Conexões Paralelas

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.

Para a instalação correta do EMC, consulte 5.10 Instalação de EMC correta.

#### Terminação do bus serial

Faça a terminação do barramento RS-485 usando uma rede de resistor nas duas extremidades. Para esta finalidade, ligue a chave S801 na posição "ON" (Ligado), no cartão de controle.

Para obter mais informações, ver 5.3.16 Interruptores S201, S202 e S801.

O protocolo de comunicação deve ser programado para 8-30 Protocolo.

### 5.8.2 Como Conectar um PC à Unidade

Para controlar ou programar o conversor de frequência a partir de um PC, instale o Software de Setup do MCT 10. O PC é conectado por meio de um cabo USB padrão (host/dispositivo) ou por meio da interface RS-485.

#### AVISO!

A conexão USB está isolada galvanicamente da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão. A conexão USB está conectada ao ponto de aterramento de proteção, no conversor de frequência. Use somente laptop isolado para conectar-se à porta USB do conector do conversor de frequência.

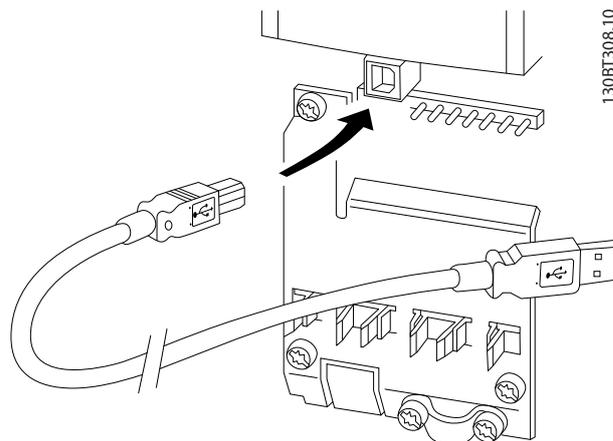


Ilustração 5.105 Conexão do PC ao Conversor de Frequência

### 5.8.3 Ferramentas de Software de PC

Todos os conversores de frequência são equipados com uma porta de comunicação serial. Fornecemos uma ferramenta para PC para comunicação entre o PC e o conversor de frequência.

#### 5.8.3.1 MCT 10

O MCT 10 foi desenvolvido como uma ferramenta fácil de usar, para configurar os parâmetros dos conversores de frequência.

##### O Software de Setup MCT 10 é útil para:

- Planejar uma rede de comunicação off-line. O MCT 10 contém um banco de dados completo do conversor de frequência
- Colocação em funcionamento on-line dos conversores de frequência
- Gravar configurações para todos os conversores de frequência
- Substituição de um conversor de frequência em uma rede
- Expandir uma rede existente
- Conversores de frequência a serem desenvolvidos futuramente serão suportados

#### MCT 10

Software de Setup suporta o Profibus DP-V1 via uma conexão Mestre classe 2, que torna possível ler/gravar parâmetros on-line em um conversor de frequência através de rede Profibus, eliminando a necessidade de uma rede extra para comunicação.

##### Salvar as configurações de drive:

1. Conecte um PC à unidade, através de uma porta de comunicação USB
2. Abra o software Setup do MCT 10

3. Escolha "Ler a partir do drive"
4. Selecione "Salvar como"

Todos os parâmetros estão, agora, armazenados no PC.

#### Carregar as configurações de drive:

1. Conecte um PC à unidade, através de uma porta de comunicação USB
2. Abra o software Setup do MCT 10
3. Escolha "Aberto" – para visualizar os arquivos armazenados
4. Abra o arquivo apropriado
5. Escolha "Gravar no drive"

Todas as programações do parâmetro são agora transferidas para o conversor de frequência.

Há um manual separado disponível sobre o Software MCT 10 Setup.

#### Os Módulos do Software de Setup do MCT 10

Os seguintes módulos estão incluídos no pacote de software:

##### Software de Instalação do MCT 10

- Configurando parâmetros
- Copiar de e para os conversores de frequência
- Documentação e impressão das programações do parâmetro, inclusive diagramas

##### Ext. Interface do Usuário

- Cronograma de Manutenção Preventiva
- Programação do relógio
- Programação de Ação Temporizada
- Setup do Smart Logic Controller
- Ferramenta de Config. do Controle em Cascata

#### Código de pedido:

Encomende o CD que contém o Software de Setup do MCT 10 usando o número de código 130B1000.

MCT 10 também pode ser baixado do site [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/).

#### 5.8.3.2 MCT 31

##### 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.

#### Código de pedido:

Encomende o CD que contém a ferramenta de PC MCT 31 usando o código do número 130B1031.

MCT 31 também pode ser baixado de [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/).

## 5.9 Segurança

### 5.9.1 Teste de Alta Tensão

Execute um teste de alta tensão provocando curto circuito nos terminais U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>. Aplique o máximo de 2,15 kV CC para conversores de frequência de 380-500 V e 2,525 kV para conversores de frequência de 525-690 V durante um segundo entre esse ponto em curto circuito e o chassi.

### **▲ADVERTÊNCIA**

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

### 5.9.2 conexão do terra de Segurança

O conversor de frequência tem corrente de fuga elevada e deve, portanto, ser aterrado de forma adequada por motivos de segurança de acordo com a EN 50178.

### **▲ADVERTÊNCIA**

**A corrente de fuga para o terra do conversor de frequência excede 3,5 mA. Para garantir uma boa conexão mecânica, desde o cabo de aterramento até a conexão do terra (terminal 95), a seção transversal do cabo deve ser de 10 mm<sup>2</sup>, no mínimo, ou composta de 2 fios-terra nominais com terminações separadas.**

## 5.10 Instalação de EMC correta

### 5.10.1 Instalação elétrica - Cuidados com EMC

A seguir encontra-se uma orientação de boas práticas de engenharia para a instalação de conversores de frequência. Siga estas diretrizes em conformidade com EN 61800-3 *Primeiro ambiente*. Se a instalação estiver em EN 61800-3 *Segundo ambiente*, redes industriais ou em uma instalação com seu próprio transformador, desviar-se destas diretrizes é permitido, mas não recomendável. Consulte também 2.3.3 *O Conversor de Frequência da Danfoss e a Rotulagem C*, 2.9.3 *Resultados do teste de EMC (Emissão)* e 5.10.3 *Aterramento de Cabos de Controle Blindados/Encapados Metalicamente*.

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

- Use somente cabos de motor blindados e trançados/encapados metalicamente e cabos de controle trançados e blindados. A tela fornece uma cobertura mínima de 80%. O material de blindagem deve ser metálico, normalmente de cobre, alumínio, aço ou chumbo, mas pode ser também de outros materiais. Não há requisitos especiais para os cabos da rede elétrica.
- As instalações que utilizem conduítes metálicos rígidos não requerem o uso de cabo blindado, mas o cabo do motor deve ser instalado em um conduíte separado dos cabos de controle e de rede elétrica. É necessário haver conexão total do conduíte do conversor de frequência ao motor. Em relação à EMC, o desempenho dos conduítes flexíveis varia muito e é necessário obter informações do fabricante a esse respeito.
- Conecte o conduíte blindado ao ponto de aterramento nas duas extremidades dos cabos de motor, assim como dos cabos de controle. Em alguns casos, não é possível conectar a malha da blindagem nas duas extremidades. Nesses casos, é importante conectar a malha da blindagem no conversor de frequência. Consulte também 5.3.3 *Conexão à Rede Elétrica e Ponto de Aterramento*.
- Evite a terminação da blindagem com extremidades torcidas (rabichos). Isto aumenta a

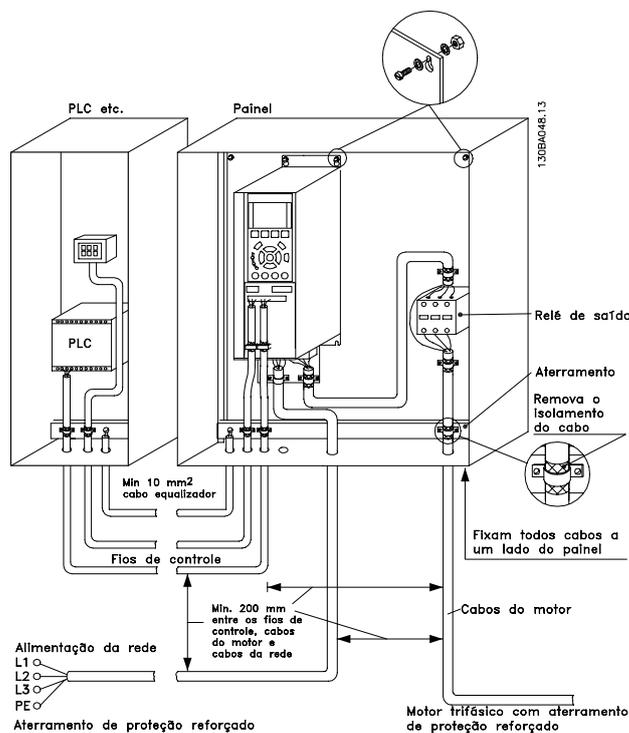
impedância de alta frequência da malha, reduzindo a sua eficácia em altas frequências. Ao invés disso, use braçadeiras de cabos de baixa impedância ou buchas próprias para EMC.

- Sempre que possível, evite usar cabos de controle ou cabos de motor sem blindagem dentro de gabinetes que abrigam o conversor de frequência.

Deixe a blindagem tão próxima dos conectores quanto possível.

*Ilustração 5.106* mostra um exemplo de uma instalação elétrica de um conversor de frequência IP20 em conformidade com a EMC. O conversor de frequência está instalado em uma cabine de instalação, com um contator de saída, e conectado a um PLC que, neste exemplo, está instalado em uma cabine separada. Outras maneiras de fazer a instalação podem proporcionar desempenho de EMC tão bom quanto este, desde que sejam seguidas as orientações para as práticas de engenharia.

Se a instalação não for executada de acordo com as orientações e se forem utilizados cabos e fios de controle sem blindagem, alguns requisitos de emissão não serão atendidos, embora os requisitos de imunidade sejam atendidos. Consulte 2.9.3 *Resultados do teste de EMC (Emissão)*.



**Ilustração 5.106** Instalação elétrica de um conversor de frequência em gabinete em conformidade com a EMC

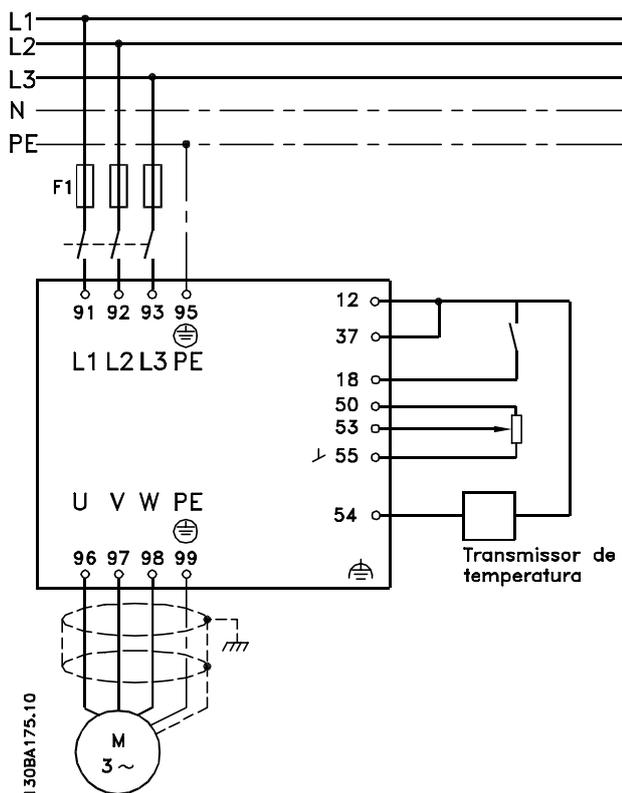


Ilustração 5.107 Diagrama de Conexão Elétrica (exemplo de 6 pulsos mostrado)

### 5.10.2 Utilização de Cabos de EMC Corretos

A Danfoss recomenda utilizar cabos trançados blindados/encapados metalicamente para otimizar a imunidade EMC dos cabos de controle e das emissões EMC dos cabos do motor.

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

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

**A impedância de transferência ( $Z_T$ ) pode ser avaliada com base nos seguintes fatores:**

- A condutibilidade do material de blindagem
- A resistência de contato entre os condutores individuais da blindagem

- A abrangência da blindagem, que consiste na área física do cabo coberta pela blindagem - geralmente indicada como uma porcentagem
- Tipo de blindagem - padrão encapado ou trançado
- Cobertura de alumínio com fio de cobre
- Fio de cobre trançado ou cabo de fio de aço blindado.
- Camada única de fio de cobre trançado com cobertura de malha de porcentagem variável
- Fio de cobre com camada dupla de trançado
- Camada dupla de fio de cobre trançado com camada intermediária magnética blindada/encapada metalicamente.
- Cabo embutido em tubo de cobre ou aço
- Cabo de comando com espessura de parede de 1,1 mm

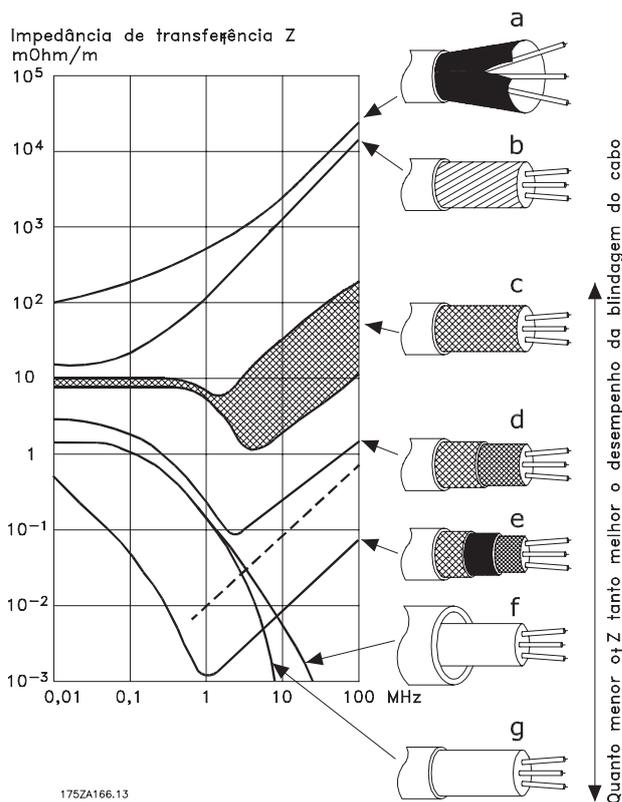


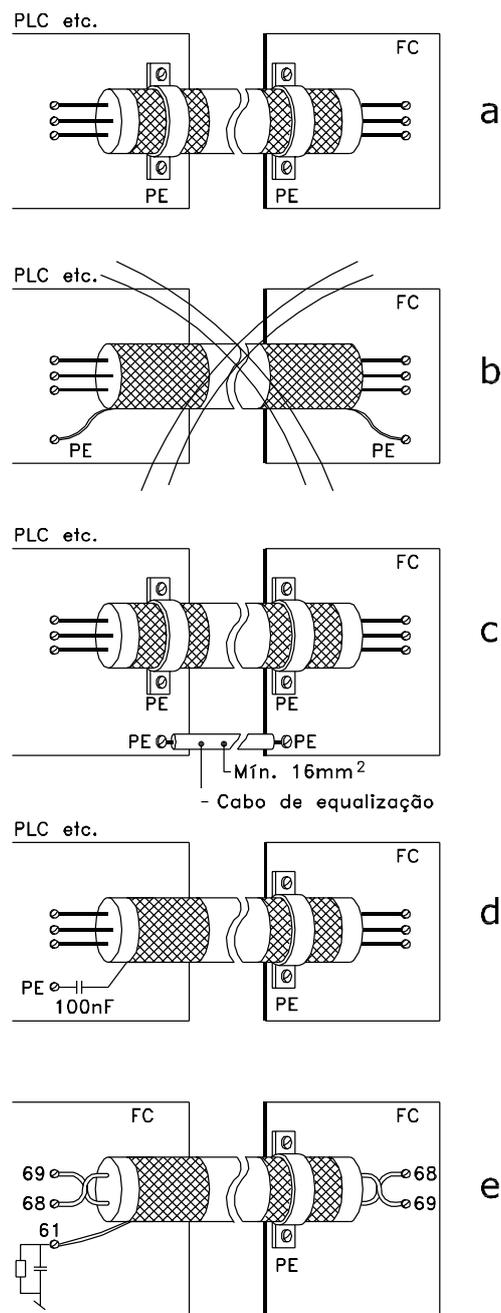
Ilustração 5.108 Impedância de transferência  $Z_T$

### 5.10.3 Aterramento de Cabos de Controle Blindados/Encapados Metalicamente

De modo geral, os cabos de controle devem ser blindados/encapados metalicamente e a blindagem deve estar em conectada por meio de uma braçadeira de cabo nas duas extremidades com o gabinete metálico da unidade.

Ilustração 5.109 indica como fazer o aterramento correto e o que fazer em caso de dúvidas.

- a. **Aterramento correto**  
Os cabos de controle e cabos de comunicação serial devem ser fixados com braçadeiras, em ambas as extremidades, para garantir o melhor contacto elétrico possível.
- b. **Aterramento incorreto**  
Não use cabos com extremidades torcidas (rabichos). Isso aumenta a impedância da blindagem em frequências altas.
- c. **Proteção com relação ao potencial do ponto de aterramento entre o PLC e o conversor de frequência**  
Se o potencial do ponto de aterramento entre o conversor de frequência e o PLC for diferente, pode ocorrer ruído elétrico que perturba todo o sistema. Esse problema pode ser solucionado instalando um cabo de equalização junto ao cabo de controle. Seção transversal mínima do cabo: 16 mm<sup>2</sup>.
- d. **Para loops de aterramento de 50/60 Hz**  
Se forem usados cabos de controle longos, poderão ocorrer loops de aterramento de 50/60 Hz. Esse problema pode ser resolvido conectando uma extremidade da blindagem ao ponto de aterramento através de um capacitor de 100 nF (mantendo os cabos curtos).
- e. **Cabos para comunicação serial**  
Elimine correntes de ruído de baixa frequência entre dois conversores de frequência conectando-se uma extremidade da malha da blindagem ao terminal 61. Este terminal está conectado ao ponto de aterramento por meio de uma conexão RC interna. Use cabos de par trançado para reduzir a interferência do modo diferencial entre os condutores.



130BA051.11

Ilustração 5.109 Aterramento

## 5.11 Dispositivo de Corrente Residual

Use relés RCD, ponto de aterramento de proteção múltipla ou aterramento como proteção extra para atender as normas de segurança locais. No caso de uma falha do ponto de aterramento, um conteúdo CC pode se desenvolver na corrente com falha. Se forem usados relés

RCD, devem ser obedecidas as normas locais. Os relés devem ser apropriados para a proteção de equipamento trifásico, com uma ponte retificadora e para uma descarga breve durante a energização, consulte 2.12 *Corrente de fuga para o terra* para obter mais informações.

## 6 Exemplos de Aplicações

### 6.1 Exemplos de Aplicações Típicas

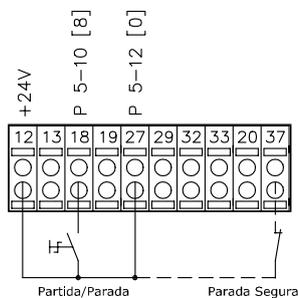
#### 6.1.1 Partida/Parada

Terminal 18 = partida/parada 5-10 Terminal 18 Entrada Digital [8] Start

Terminal 27 = Sem operação 5-12 Terminal 27, Entrada Digital [0] Sem operação (Parada por inércia inversa padrão)

5-10 Terminal 18 Entrada Digital = Partida (padrão)

5-12 Terminal 27, Entrada Digital = parada por inércia inversa (padrão)



130BA155.12

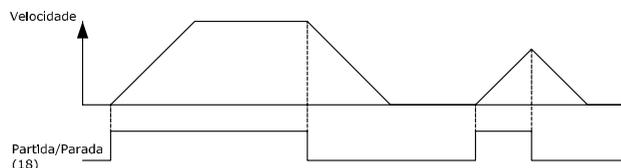


Ilustração 6.1 Terminal 37: Disponível somente com a Função de Parada Segura!

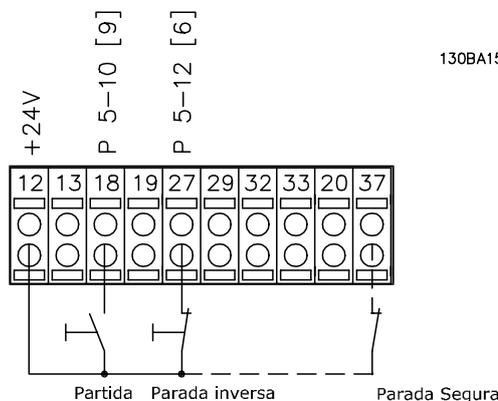
#### 6.1.2 Parada/Partida por Pulso

Terminal 18 = partida/parada 5-10 Terminal 18 Entrada Digital [9] Partida por pulso

Terminal 27 = Parada 5-12 Terminal 27, Entrada Digital [6] Parada inversa

5-10 Terminal 18 Entrada Digital = Partida por pulso

5-12 Terminal 27, Entrada Digital = Parada inversa



130BA156.12

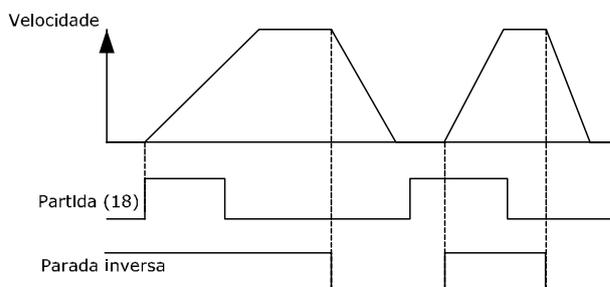


Ilustração 6.2 Terminal 37: Disponível somente com a Função de Parada Segura!

#### 6.1.3 Referência do Potenciômetro

Referência de tensão por meio de um potenciômetro.

3-15 Fonte da Referência 1 [1] = Entrada Analógica 53

6-10 Terminal 53 Tensão Baixa = 0 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

Interruptor S201 = OFF (U)

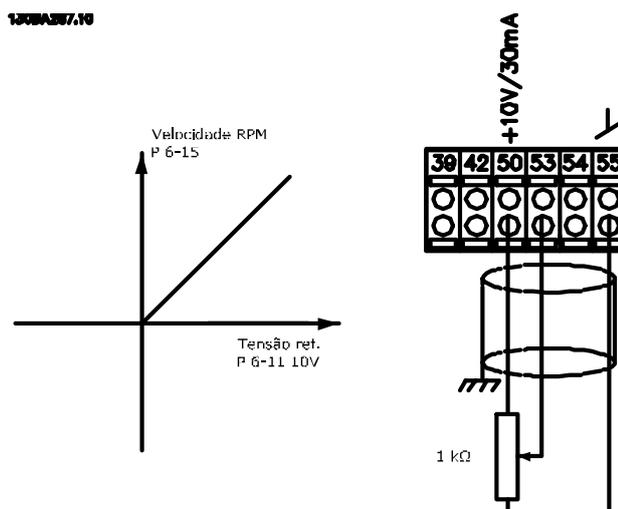


Ilustração 6.3 Referência do Potenciômetro

### 6.1.4 Adaptação Automática do Motor (AMA)

AMA é um algoritmo para medir os parâmetros do motor elétrico em um motor parado, o que significa que a AMA não fornece nenhum torque.

A AMA é útil ao colocar sistemas em operação e otimizar o ajuste do conversor de frequência do motor. Este recurso é usado onde a configuração padrão não se aplica ao motor conectado.

1-29 *Adaptação Automática do Motor (AMA)* permite uma escolha de AMA completa com determinação de todos os parâmetros do motor elétricos ou AMA reduzida com determinação somente da resistência  $R_s$  do estator.

A duração de uma AMA total varia de alguns minutos em motores pequenos a mais de 15 minutos em motores grandes.

#### Limitações e pré-requisitos:

- Para a AMA determinar os parâmetros do motor de maneira ideal, insira os dados constantes na plaqueta de identificação do motor em 1-20 *Potência do Motor [kW]* a 1-28 *Verificação da Rotação do motor*.
- Para o ajuste ótimo do conversor de frequência, execute a AMA quando o motor estiver frio. Execuções repetidas da AMA podem causar aquecimento do motor, que resultará em aumento da resistência do estator,  $R_s$ . Normalmente, esse aumento não é crítico.
- AMA pode ser executada somente se a corrente nominal do motor for no mínimo 35% da corrente nominal de saída do conversor de frequência. AMA pode ser executada até em um motor superdimensionado.
- É possível executar um teste de AMA reduzida com um filtro de Onda senoidal instalado. Evite

executar a AMA completa quando houver um filtro de Onda senoidal instalado. Se for necessária uma configuração global, remova o filtro de Onda senoidal, durante a execução da AMA completa. Após a conclusão da AMA reinstale o filtro novamente.

- Se houver motores acoplados em paralelo, use somente a AMA reduzida, se for o caso.
- Evite executar uma AMA completa ao usar motores síncronos. Se houver motores síncronos, execute uma AMA reduzida e programe manualmente os dados adicionais do motor. A função AMA não se aplica a motores de ímã permanente.
- O conversor de frequência não produz torque no motor durante uma AMA. Durante uma AMA é obrigatório que a aplicação não force o eixo do motor a girar, o que acontece, por exemplo, com o efeito catavento em sistemas de ventilação. Isto interfere na função AMA.
- AMA não pode ser ativada ao operar um motor PM (quando 1-10 *Construção do Motor* estiver programado para [1] *PM não saliente SPM*).

### 6.1.5 Smart Logic Control

O Smart Logic Control (SLC) é essencialmente uma sequência de ações definida pelo usuário (consulte 13-52 *Ação do SLC*) executadas pelo SLC quando o *evento* definido pelo usuário associado 13-51 *Evento do SLC* for avaliado como TRUE (Verdadeiro) pelo SLC.

*Eventos* e *ações* são numerados juntos e conectados em pares denominados estados, o que significa que quando o *evento* [1] é atendido (atinge o valor TRUE) a *ação* [1] é executada. Após essa sequência, as condições do *evento* [2] serão avaliadas e, se resultarem TRUE (Verdadeiro), a *ação* [2] será executada e assim sucessivamente. *Eventos* e *ações* são inseridos em parâmetros de matriz.

Somente 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, de modo que quando o SLC começa, ele avalia o *evento* [1] (e somente o *evento* [1]) em cada intervalo de varredura. Somente quando o *evento* [1] for avaliado TRUE, o SLC executa a *ação* [1] e, em seguida, começa a avaliar o *evento* [2].

É possível programar de 0 até 20 *eventos* e *ações*. Quando o último *evento/ação* tiver sido executado, a sequência recomeça no *evento* [1]/ *ação* [1]. A ilustração mostra um exemplo com três *eventos/ações*:

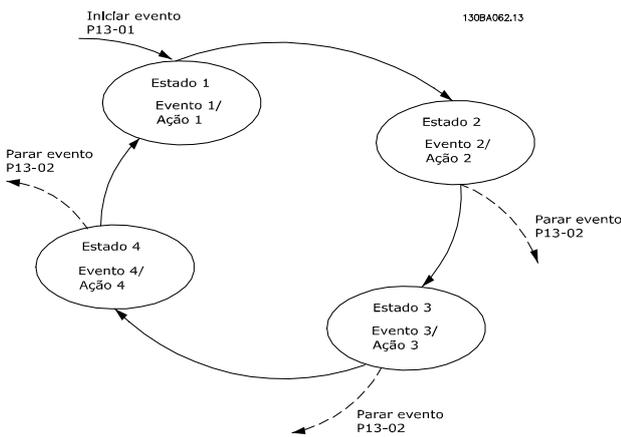


Ilustração 6.4 Eventos e Ações

### 6.1.6 Programação do Smart Logic Control

Em aplicações em que uma PLC gera uma sequência simples, o SLC assume tarefas elementares do controle principal.

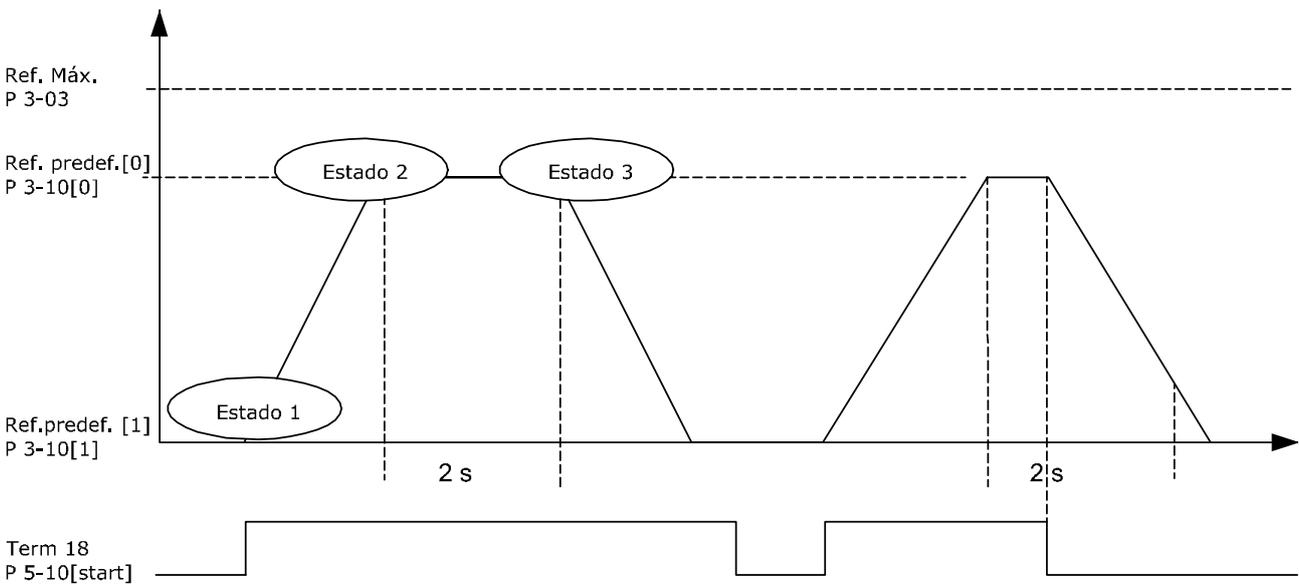
O SLC é projetado para atuar a partir de eventos enviados para ou gerados pelo conversor de frequência. Em seguida, o conversor de frequência executa a ação pré-programada.

6

### 6.1.7 Exemplo de Aplicação do SLC

1 Sequência um:

Dar partida - acelerar - funcionar na velocidade de referência durante 2 s - desacelerar e segurar o eixo até parar.



130BA157.11

Ilustração 6.5 Aceleração/Desaceleração

Programa os tempos de rampa em 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1 e 3-42 Tempo de Desaceleração da Rampa 1 com os tempos desejados

$$t_{rampa} = \frac{t_{acc} \times n_{norm} (par. 1 - 25)}{ref[RPM]}$$

Programa o termo 27 para Sem Operação (5-12 Terminal 27, Entrada Digital)

Programa a Ref. predefinida 0 para a primeira velocidade predefinida (3-10 Referência Predefinida[0]), em porcentagem da Velocidade de Referência Máxima (3-03 Referência Máxima). Ex.: 60%

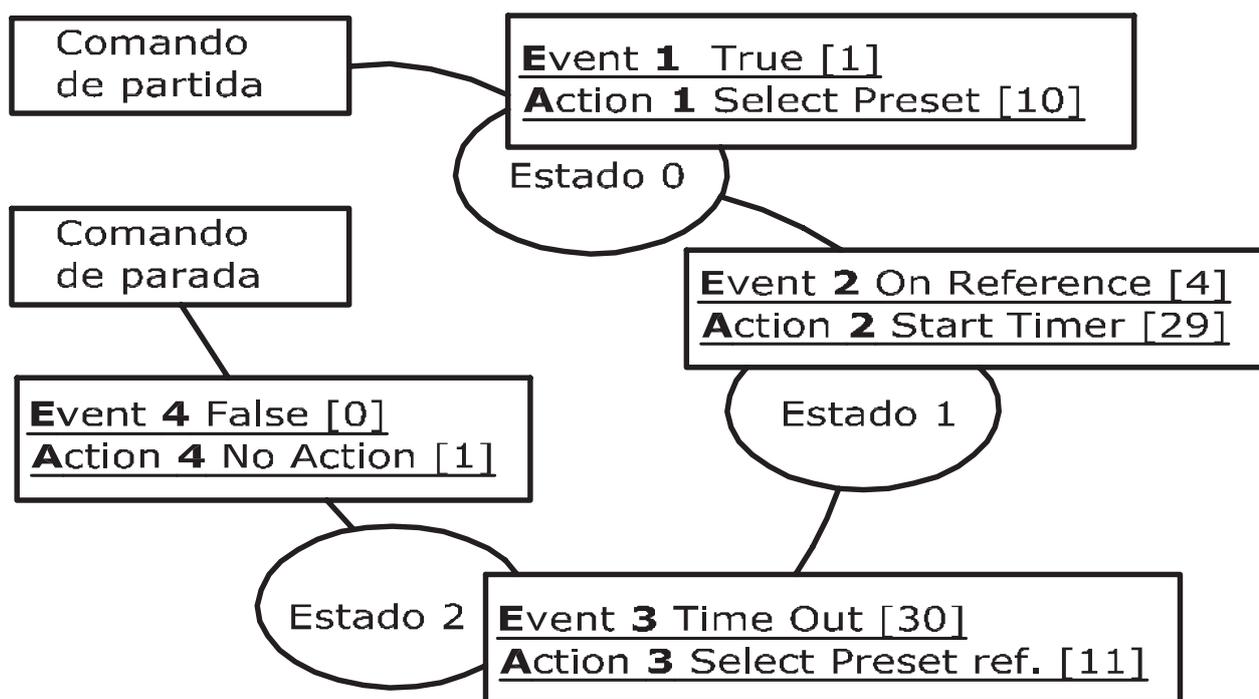
Programa a referência predefinida 1 para a segunda velocidade predefinida 3-10 Referência Predefinida [1] Ex.: 0% (zero).

Programa o temporizador 0 para velocidade de funcionamento constante, no 13-20 Temporizador do SLC [0]. Ex.: 2 s

Programa o Evento 1, no 13-51 Evento do SLC [1], para True (Verdadeiro) [1]

Programa o Evento 2, no 13-51 Evento do SLC [2], para *Na referência* [4]  
 Programa o Evento 3, no 13-51 Evento do SLC [3], para *Timeout 0 do SLC* [30]  
 Programa o Evento 4 em 13-51 Evento do SLC [4] para *Falso* [0]

Programa a Ação 1, no 13-52 Ação do SLC [1], para *Selec ref. Predef. 0* [10]  
 Programa a Ação 2, no 13-52 Ação do SLC [2], para *Iniciar temporizador 0* [29]  
 Programa a Ação 3, no 13-52 Ação do SLC [3], para *Selec ref. predef. 1* [11]  
 Programa a Ação 4, no 13-52 Ação do SLC [4], para *Nenhuma ação* [1]



130BA148.11

Ilustração 6.6 Exemplo de Aplicação do SLC

Programa o Smart Logic Control em 13-00 Modo do SLC para ON (Ligado).

O comando de partida/parada é aplicado no terminal 18. Se o sinal de parada for aplicado, o conversor de frequência desacelera e entra no modo livre.

### 6.1.8 Controlador BÁSICO em Cascata

O Controlador em Cascata BÁSICO é usado em aplicações de bombas em que uma determinada pressão ("carga hidráulica") ou nível deve ser mantido em uma faixa dinâmica ampla. Fazer uma bomba grande funcionar com velocidade variável em uma ampla faixa, não é uma solução ideal, devido à baixa eficiência da bomba em velocidade mais baixa. Do ponto de vista prático, o limite é 25% da velocidade nominal da bomba com carga total.

velocidade da bomba inicial, o controle de velocidade variável do sistema inteiro é estabelecido, mantendo a pressão constante enquanto elimina surtos de pressão, resultando em tensão do sistema reduzida e operação mais tranquila dos sistemas de bombeamento.

No Controlador em Cascata BÁSICO, o conversor de frequência controla um motor de velocidade variável (de comando) que funciona como a bomba de velocidade variável e pode escalonar até duas bombas de velocidade constante adicionais, ligando e desligando. Ao variar a

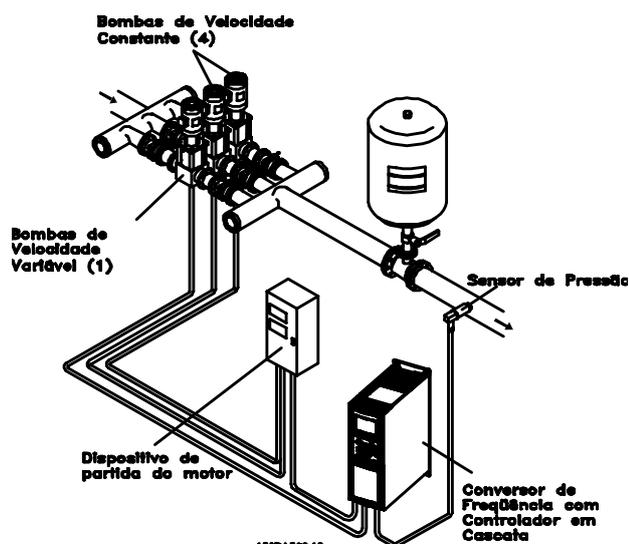


Ilustração 6.7 Controlador BÁSICO em Cascata

### Bomba de Comando Fixa

Os motores devem ter o mesmo tamanho. O Controlador em Cascata BÁSICO permite que o conversor de frequência controle até três bombas de mesmo tamanho usando os dois relés internos do conversor de frequência. Quando a bomba de velocidade variável (de comando) estiver conectada diretamente ao conversor de frequência, os dois relés internos controlam as outras duas bombas. Quando as alterações da bomba de comando forem ativadas, as bombas são conectadas aos relés integrados e o conversor de frequência é capaz de operar duas bombas.

### Alternação da Bomba de Comando

Os motores devem ter o mesmo tamanho. Esta função torna possível fazer o ciclo do conversor de frequência entre as bombas no sistema (duas bombas no máximo). Nessa operação, o tempo de funcionamento entre as bombas é equalizado, reduzindo a manutenção necessária para a bomba e aumentando a confiabilidade e a vida útil do sistema. A alteração da bomba de comando pode ocorrer por um sinal de comando ou no escalonamento (acrescentando outra bomba).

O comando pode ser uma alteração manual ou um sinal do evento alteração. Se o evento alteração estiver selecionado, a alteração da bomba de comando ocorrerá todas as vezes que o evento acontecer. As seleções incluem situações em que um temporizador de alteração expira, em um horário predeterminado, ou quando a bomba de comando entra em sleep mode. A carga real do sistema determina o escalonamento.

Um outro parâmetro estabelece um limite, para que a alteração ocorra somente se a capacidade total requerida for > 50%. A capacidade total da bomba é determinada como as capacidades da bomba de comando mais as das bombas de velocidade fixa.

### Gerenciamento da Largura de Banda

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

Quando o Controlador em Cascata for ativado e o drive emitir um alarme de desarme, a carga hidráulica é mantida por meio do escalonamento e desescalonamento das bombas de velocidade constante. Para evitar escalonamentos e desescalonamentos frequentes e minimizar as flutuações de pressão, é usada uma Largura de Banda de Velocidade Fixa mais larga em vez da Largura de banda de escalonamento.

### 6.1.9 Escalonamento de Bomba com Alternação da Bomba de Comando

Com a alteração da bomba de comando ativada, pode-se controlar um máximo de duas bombas. Em um comando de alteração, o PID pára, a bomba de comando acelera até uma frequência mínima ( $f_{\min}$ ) e, após um pequeno atraso, acelerará até a frequência máxima ( $f_{\max}$ ). Quando a velocidade da bomba de comando atinge a frequência de desescalonamento, a bomba de velocidade fixa é desativada (desescalonada). A bomba de comando continua a acelerar e, em seguida, desacelerará até parar e os dois relés são, então, desligados.

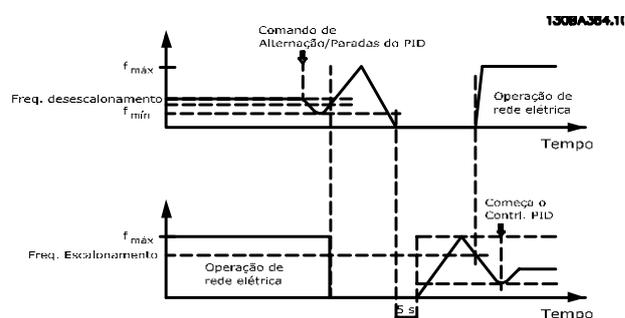


Ilustração 6.8 Alternação da Bomba de Comando

Depois de um atraso de tempo, o relé da bomba de velocidade fixa é ativada (escalonamento) e essa bomba passa a ser a nova bomba de comando. A nova bomba de comando acelera até uma velocidade máxima e, em seguida, desacelera até uma velocidade mínima e, nesta

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

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

### 6.1.10 Status do Sistema e Operação

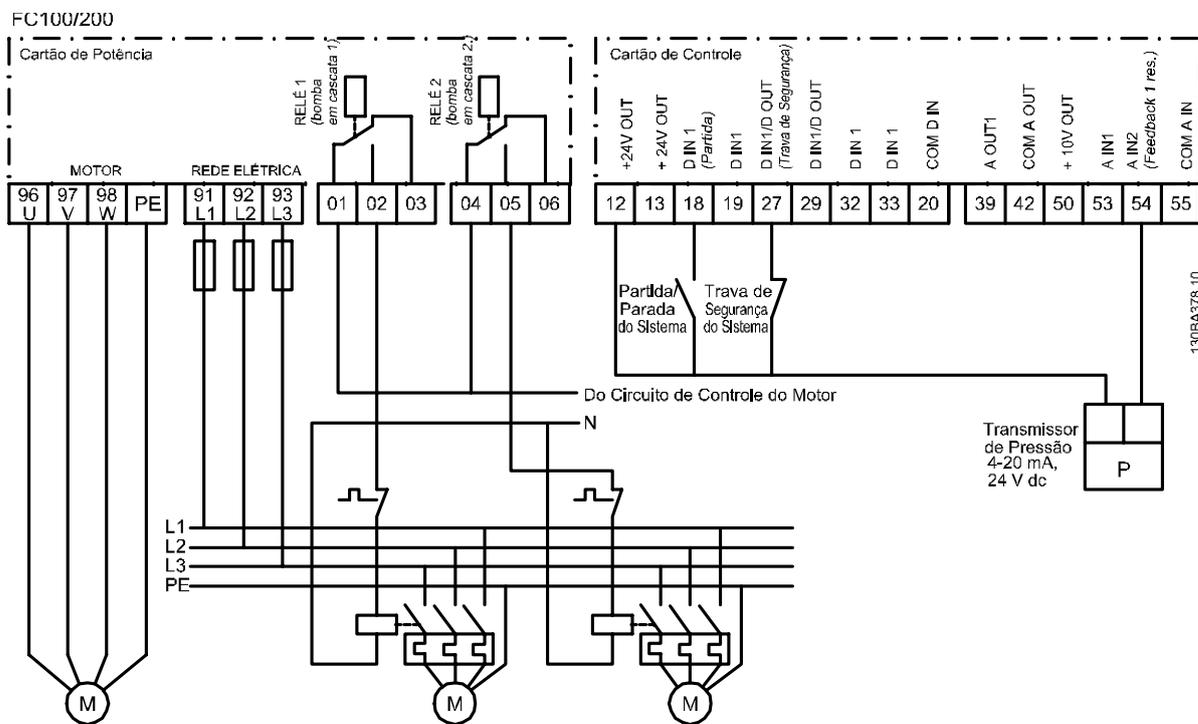
Se a bomba de comando entrar em Sleep Mode, a função é exibida no LCP. É possível alternar a bomba de comando em uma condição de Sleep Mode.

Quando o controlador em cascata estiver ativo, o status da operação para cada bomba e para o controlador em cascata, é exibido no LCP. As informações exibidas incluem:

- O Status das Bombas, é uma leitura do status dos relés associados a cada bomba. O display exibe as bombas que estão desativadas, desligadas, em funcionamento no conversor de frequência ou em funcionamento na rede elétrica/dispositivo de partida do motor.
- Status da Cascata, é uma leitura do status do Controlador em Cascata. O display mostra que o Controlador em Cascata está desativado, todas as bombas estão desligadas e a emergência parou todas as bombas, todas as bombas estão funcionando, as bombas de velocidade constante estão sendo escalonadas/desescalonadas e a alternância da bomba de comando está acontecendo.
- O desescalamento na situação de fluxo zero assegura que todas as bombas de velocidade constante são paradas individualmente até a condição de fluxo zero desaparecer.

### 6.1.11 Diagrama da Fiação do Controlador em Cascata

O diagrama da fiação mostra um exemplo de um Controlador em Cascata BÁSICO integrado com uma bomba de velocidade variável (de comando) e duas bombas de velocidade constante, um transmissor de 4-20 mA e Trava de Segurança do Sistema.



6

A.S.2006.04.04

Ilustração 6.9 Diagrama da Fiação do Controlador em Cascata

### 6.1.12 Diagrama da Fiação da Bomba de Velocidade Fixa/Variável

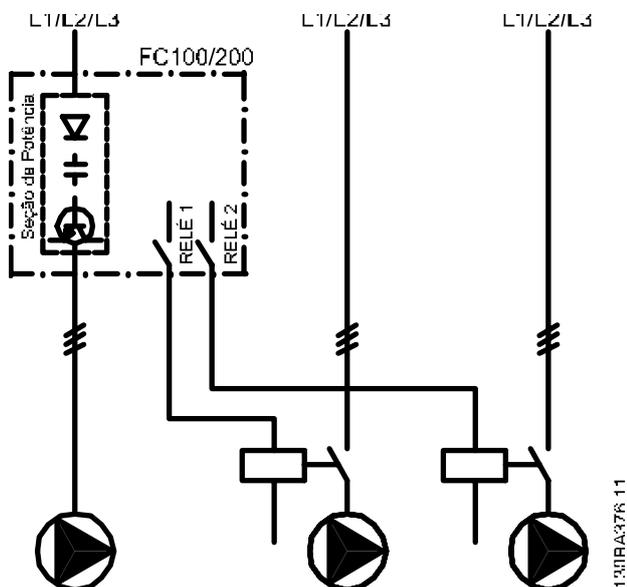


Ilustração 6.10 Diagrama da Fiação da Bomba de Velocidade Fixa/Variável

- RELAY 1 (R1) e RELAY 2 (R2) são os relés internos do conversor de frequência.
- Quando todos os relés estiverem desenergizados, o primeiro relé integrado a ser energizado ativa o contator correspondente à bomba controlada pelo relé. Por exemplo, RELÉ 1 ativa o contator K1, que passa a ser a bomba de comando.
- K1 funciona como bloqueio para K2, por intermédio da trava mecânica, para evitar que a rede elétrica seja conectada à saída do conversor de frequência (via K1).
- O contato de interrupção auxiliar em K1 previne que K3 seja ativado.
- RELAY 2 controla o contator K4 que o controle de liga/desliga da bomba de velocidade fixa.
- Na alternância, os dois relés são desenergizados e agora RELÉ 2 é energizado como o primeiro relé.

6

### 6.1.13 Diagrama de Fiação para Alternação da Bomba de Comando

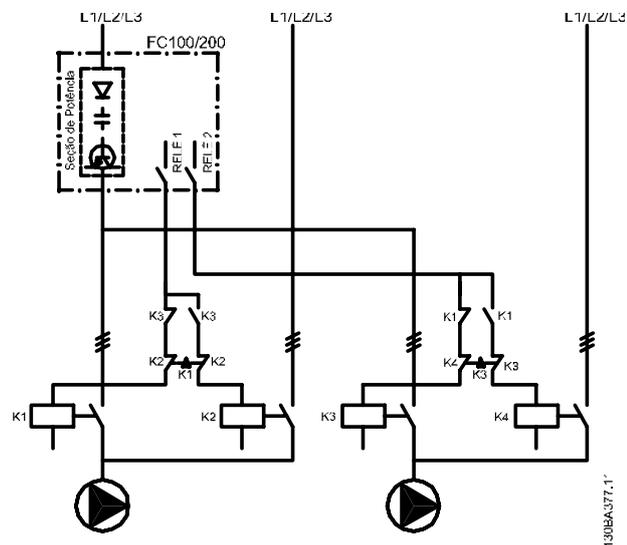


Ilustração 6.11 Diagrama de Fiação para Alternação da Bomba de Comando

Cada bomba deve estar conectada a dois contatores (K1/K2 e K3/K4) com uma trava mecânica. Os relés térmicos ou outros dispositivos de proteção do motor, devem ser aplicados, de acordo com a regulamentação local e/ou exigências individuais.

### 6.1.14 Condições de Partida/Parada

Comandos atribuídos às entradas digitais. Ver o grupo do parâmetro 5-1\* *Entradas Digitais*.

|  | Bomba de velocidade variável (de comando)                  | Bombas de velocidade fixa                        |
|--|--|--|
| Partida (SYSTEM START /STOP) (Partida/Parada do sistema)   | Acelera (se parado e houver uma demanda)                   | Escalona (se parado e houver uma demanda)        |
| Partida Bomba de Comando                                   | Acelera se SYSTEM START (Partida de Sistema) estiver ativa | Não é afetada                                    |
| Parada por inércia (EMERGENCY STOP) (Parada de emergência) | Parada por inércia   | Desligamento (relés internos são desenergizados) |
| Trava de Segurança   | Parada por inércia   | Desligamento (relés internos são desenergizados) |

**6**

Tabela 6.1 Comandos Atribuídos à Entrada Digital

|                             | Bomba de velocidade variável (de comando)   | Bombas de velocidade fixa                    |
|-----------------------------|---|--|
| Hand On (Manual Ligado)     | Acelera (se parado por um comando de parada normal) ou permanece em operação se já estava funcionando | Desescalamento (se estiver em funcionamento) |
| Off (Desligado)             | Desacelera  | Desligar                                     |
| Auto On (Automático Ligado) | Dá partida e pára, de acordo com os comandos via terminais ou barramento serial.                      | Escalonamento/Desescalamento                 |

Tabela 6.2 Função das Teclas do LCP

## 7 Instalação e Setup do RS-485

### 7.1 Introdução

RS-485 é uma interface de barramento de par de fios, compatível com topologia de rede de perdas múltiplas. Nós podem ser conectados como bus ou através de uma queda de cabos de uma linha tronco comum. Um total de 32 nós podem ser conectados a um segmento de rede de comunicação.

Repetidores dividem segmentos de rede. Observe que cada repetidor funciona como um nó dentro do segmento em que está instalado. Cada nó conectado, dentro de uma rede específica, deve ter um endereço do nó único ao longo de todos os segmentos.

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 sempre boas práticas de instalação comuns.

A conexão do terra de baixa impedância da blindagem em cada nó é importante, inclusive em frequências altas.

Assim, conecte uma grande superfície da blindagem ao ponto de aterramento com uma braçadeira de cabo ou uma bucha do cabo condutiva, por exemplo. Se necessário, aplique cabos equalizadores de potencial para manter o mesmo potencial de aterramento ao longo da rede. Particularmente em instalações com cabos longos. Para prevenir descasamento de impedância, use sempre o mesmo tipo de cabo ao longo da rede inteira. Ao conectar um motor a um conversor de frequência, use sempre um cabo de motor que seja blindado.

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Comprimento                        | Par trançado blindado (STP)              |
| Impedância                         | 120 Ω                                    |
| Comprimento de cabo                | Máx. 1.200 m (incluindo linhas de queda) |
| Máx. de 500 m de estação a estação |  |

Tabela 7.1 Cabo de Motor

### 7.1.1 Configuração de Hardware

Utilize a chave de terminação tipo dip, na placa de controle principal do conversor de frequência, para fazer a terminação do barramento do RS-485.

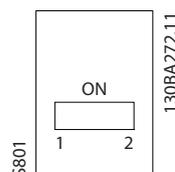


Ilustração 7.1 Configuração de Fábrica da Chave de Terminação

### AVISO!

A configuração de fábrica da chave tipo DIP é OFF (Desligada).

### 7.1.2 Configurações de Parâmetro da Comunicação do Modbus

Os parâmetros em *Tabela 7.2* aplicam-se à interface RS-485 (porta do FC)

| Parâmetro                          | Função  |
|------------------------------------|---|
| 8-30 Protocolo                     | Selecione o protocolo do aplicativo a ser executado na interface RS-485   |
| 8-31 Endereço                      | Programe o endereço do nó. Obs.: A faixa de endereços depende do protocolo selecionado no <i>8-30 Protocolo</i>   |
| 8-32 Baud Rate                     | Programe a baud rate. Obs.: A baud rate padrão depende do protocolo selecionado no <i>8-30 Protocolo</i>  |
| 8-33 Bits de Paridade / Parada     | Programe os bits de paridade e do número de paradas. Obs.: A seleção padrão depende do protocolo selecionado no <i>8-30 Protocolo</i>                         |
| 8-35 Atraso Mínimo de Resposta     | Especifique um tempo de atraso mínimo entre receber uma solicitação e transmitir uma resposta, que pode ser usado para contornar atrasos de retorno do modem. |
| 8-36 Atraso Máx de Resposta        | Especifique um tempo de atraso máximo entre a transmissão de uma solicitação e o recebimento de uma resposta.   |
| 8-37 Atraso Inter-Caractere Máximo | Especifique um tempo de atraso máximo entre dois bytes recebidos para garantir o timeout se a transmissão for interrompida.                                   |

Tabela 7.2 Parâmetros de Comunicação do Modbus

### 7.1.3 Cuidados com EMC

Para obter operação livre de interferência da rede RS-485, as precauções de EMC a seguir são recomendadas.

Devem ser obedecidos os regulamentos locais e nacionais relevantes relativos, por exemplo, à conexão do terra de proteção. O cabo de comunicação RS-485 deve ser mantido 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 recomenda-se 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 RS-485 deve cruzar com os cabos de motor e do resistor do freio em um ângulo de 90°.

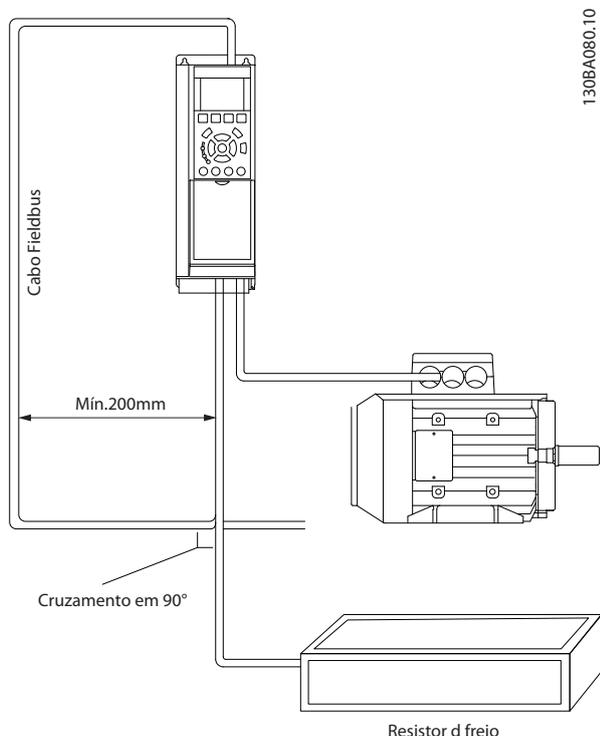


Ilustração 7.2 Cuidados com EMC

## 7.2 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 um máximo de 126 escravos podem ser conectados ao barramento. O mestre seleciona os escravos individuais por meio de um caractere de endereço no telegrama. Um escravo por si só nunca pode transmitir

sem que primeiramente seja solicitado a fazê-lo e não é permitido que um escravo transfira a mensagem para outro escravo. A comunicação ocorre no modo semi-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.

### 7.2.1 Modbus RTU

O Protocolo Danfoss FC permite acesso à control word e à referência do barramento do conversor de frequência.

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

- Start
- É possível parar o conversor de frequência por diversos meios:
  - Parada por inércia
  - Parada rápida
  - Parada por Freio CC
  - Parada (de rampa) normal
- Reset após um desarme por falha
- Operação em diversas velocidades predefinidas
- Funcionamento em reversão
- Alteração da configuração ativa
- Controle de dois relés embutidos no conversor de frequência

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

## 7.3 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 que o terminal 69 é conectado ao sinal N (TX-,RX-). Consulte os desenhos em 5.10.3

**Aterramento de Cabos de Controle Blindados/Encapados Metalicamente**

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

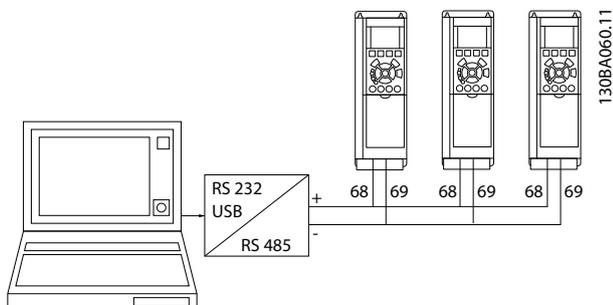


Ilustração 7.3 Conexões Paralelas

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.

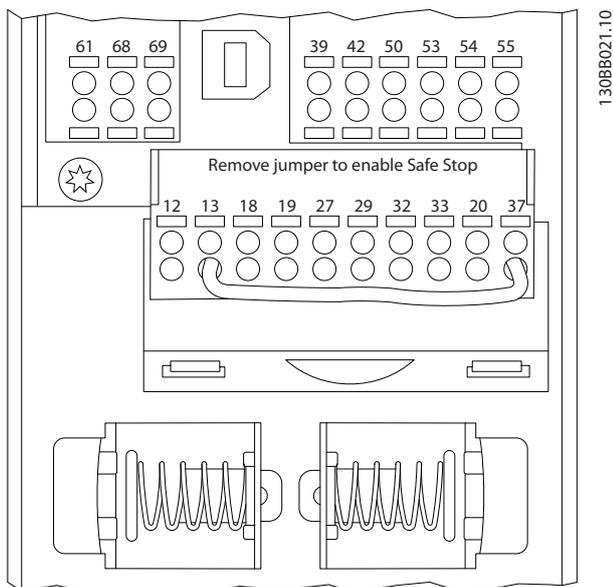


Ilustração 7.4 Terminais do Cartão de Controle

**7.4 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Protocolo Danfoss FC**

**7.4.1 Conteúdo de um Caractere (byte)**

Cada caractere transferido começa com um bit de início. Em seguida, são transferidos oito bits de dados, cada um correspondendo 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 caracteres 1 nos oito 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.

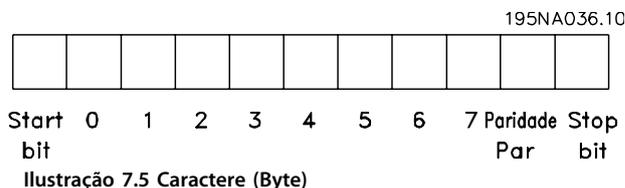


Ilustração 7.5 Caractere (Byte)

**7.4.2 Estrutura do Telegrama**

Cada telegrama tem a seguinte estrutura:

1. Característica de partida (STC)=02 Hex
2. Um byte representando o comprimento do telegrama (LGE)
3. Um byte representando o endereço do conversor de frequência (ADR)

Em seguida, seguem inúmeros bytes de dados (variável, dependendo do tipo de telegrama).

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

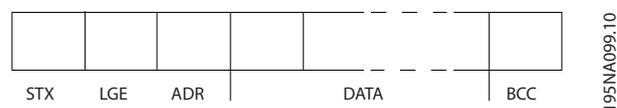


Ilustração 7.6 Estrutura do Telegrama

**7.4.3 Comprimento do Telegrama (LGE)**

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

- O comprimento dos telegramas com 4 bytes de dados é LGE=4+1+1=6 bytes
- O comprimento dos telegramas com 12 bytes de dados é LGE=12+1+1=14 bytes
- O comprimento dos telegramas que contêm texto é de 10<sup>1</sup>+n bytes

<sup>1)</sup> O 10 representa os caracteres fixos, enquanto o 'n' é variável (dependendo do comprimento do texto).

#### 7.4.4 Endereço (ADR) do conversor de frequência.

São usados dois diferentes formatos de endereço.

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, 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.

#### 7.4.5 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.

#### 7.4.6 O Campo de Dados

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

Os três tipos de telegramas são:

##### Bloco de processo (PCD)

O PCD é composto de um bloco de dados de 4 bytes (duas palavras) e contém:

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



Ilustração 7.7 PCD

##### Bloco de parâmetro

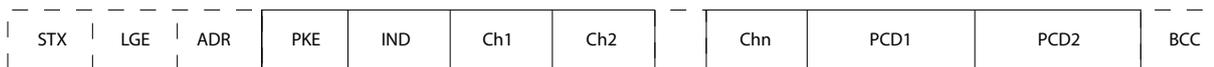
Bloco de parâmetros, usado para transmitir parâmetros entre mestre e escravo. O bloco de dados é composto de 12 bytes (6 words) e também contém o bloco de processo.



Ilustração 7.8 Bloco de parâmetro

**Bloco de texto**

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



130BAZ70.10

Ilustração 7.9 Bloco de texto

**7.4.7 O Campo PKE**

O campo PKE contém dois subcampos: Comando e resposta AK do parâmetro e o Número de parâmetro PNU:

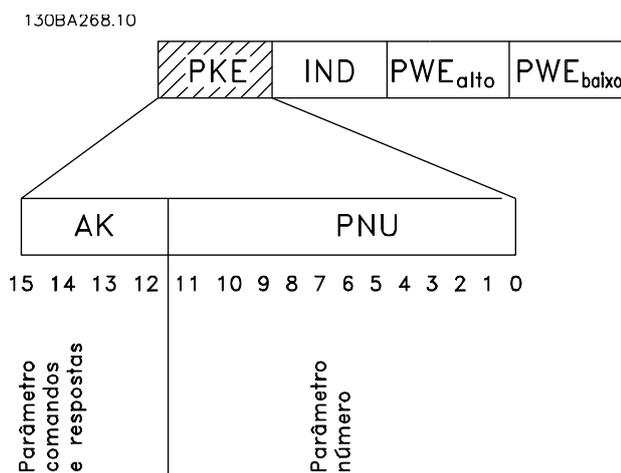


Ilustração 7.10

Os bits nºs 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 7.3 Comandos de Parâmetro 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 7.4 Resposta do Escravo⇒Mestre

Se o comando não puder ser executado, o escravo envia esta resposta:

0111 O comando não pode ser executado

- e emite o seguinte relatório de falha, no valor do parâmetro (PWE):

| PWE baixo (Hex) | Relatório de erro  |
|-----------------|--|
| 0               | O número do parâmetro utilizado não existe   |
| 1               | Não há nenhum acesso de gravação para o parâmetro definido   |
| 2               | O valor de dados ultrapassa os limites do parâmetro  |
| 3               | O sub-índice utilizado 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 o setup de fábrica está selecionado   |

Tabela 7.5 Relatório de Falha

### 7.4.8 Número do Parâmetro (PNU)

Os bits n<sup>os</sup> 0-11 transferem números de parâmetro. A função de um parâmetro importante é definida na descrição do parâmetro, no Guia de Programação.

### 7.4.9 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, *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.

### 7.4.10 Valor do Parâmetro (PWE)

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

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

possível ler parâmetros com tipo de dados 9 (sequência de texto).

*15-40 Tipo do FC a 15-53 N°. Série Cartão de Potência* contém 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, conhecido como 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 texto que pode ser gravado por meio 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".

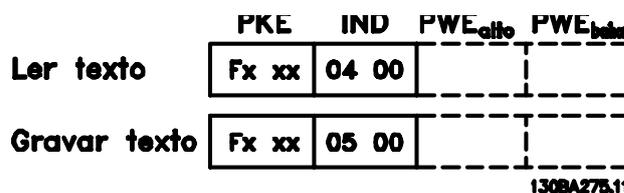


Ilustração 7.11 PWE

### 7.4.11 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 7.6 Tipos de Dados Suportados

### 7.4.12 Conversão

Os diversos atributos de cada parâmetro são exibidos na seção Configurações 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. O valor 100, portanto, será recebido 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

| 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 7.7 Tabela de Conversão

### 7.4.13 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 7.8 PCD

## 7.5 Exemplos

### 7.5.1 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 word única em 4-14 *Lim. Superior da Veloc do Motor [Hz]*

IND=0000 Hex

PWE<sub>high</sub>=0000 Hex

PWE<sub>low</sub>=03E8 Hex - Valor de dados 1,000, correspondendo a 100 Hz, ver 7.4.12 *Conversão*.

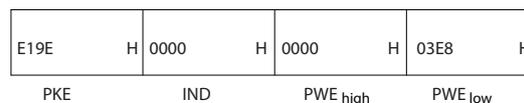


Ilustração 7.12 Telegrama

### 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 do parâmetro 4-14 é 19E em hexadecimal.

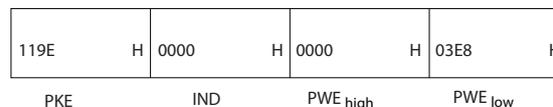


Ilustração 7.13 Resposta do Mestre ao Escravo

### 7.5.2 Lendo um Valor de Parâmetro

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

PKE=1,155 Hex - Leia o valor do parâmetro em 3-41 *Tempo de Aceleração da Rampa 1*

IND=0000 Hex

PWE<sub>high</sub>=0000 Hex

PWE<sub>low</sub>=0000 Hex

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1155 | H | 0000 | H | 0000                | H | 0000               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

130BA094.10

Ilustração 7.14 Parameter Value (Valor do parâmetro)

Se o valor no 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1 for 10 s, a resposta do escravo para o mestre será:

130BA267.10

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1155 | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

Ilustração 7.15 Resposta do Escravo ao Mestre

Hex 3E8 corresponde ao decimal 1000. O índice de conversão de 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1 É -2. 3-41 Tempo de Aceleração da Rampa 1 é do tipo 32 Sem designação.

7

## 7.6 Visão Geral do Modbus RTU

### 7.6.1 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.

### 7.6.2 Pré-requisito de Conhecimento

O Modbus RTU (Remote Terminal Unity - Unidade de Terminal Remoto) foi projetado para comunicar-se com qualquer controlador que suporte as interfaces definidas neste documento. Supõe-se que o leitor tem conhecimento pleno das capacidades e limitações do controlador.

### 7.6.3 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, onde apenas um dos dispositivos (o mestre) pode iniciar transações (denominadas solicitações). Os demais dispositivos (escravos) respondem fornecendo os dados solicitados ao mestre ou respondendo a consulta. O mestre pode endereçar escravos individuais ou iniciar uma mensagem de broadcast a todos os escravos. Os escravos retornam uma mensagem, denominada de resposta, às consultas endereçadas a eles individualmente. Nenhuma resposta é devolvida às solicitações de broadcast do mestre. O protocolo do Modbus RTU estabelece o formato da consulta do mestre colocando-o no 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.

### 7.6.4 Conversor de Frequência com Modbus RTU

O conversor de frequência comunica-se segundo o formato 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:

- Start
- É possível parar o conversor de frequência por diversos meios:
  - Parada por inércia
  - Parada rápida
  - Parada por Freio CC
  - Parada (de rampa) normal
- Reset após um desarme por falha
- Operação em diversas velocidades predefinidas
- Funcionamento em reversão

- Alterar a configuração ativa
- Controlar o relé integrado do conversor de frequência

A referência de bus é comumente usada para controle da velocidade. Também é possível acessar os parâmetros, ler seus valores e, onde possível, gravar valores neles, permitindo a uma variedade de opções de controle, inclusive controlar o setpoint do conversor de frequência quando o seu controlador PI interno for usado.

## 7.7 Configuração de Rede

### 7.7.1 Conversor de Frequência com Modbus RTU

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) |

## 7.8 Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Modbus RTU

### 7.8.1 Conversor de Frequência com Modbus RTU

Os controladores são programados para se comunicar na rede do Modbus utilizando 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 7.10*.

| Start bit | Byte de dados | Parada / Paridade | Parada |
|-----------|---------------|-------------------|--------|
|           |               |                   |        |

Tabela 7.9 Exemplo de Formato

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Sistema de Codificação       | Binário de 8 bits, hexadecimal 0-9, A-F. Dois caracteres hexadecimais contidos em cada campo de 8 bits da mensagem  |
| Bits Por Byte                | 1 start bit<br>8 bits de dados, o bit menos significativo é enviado primeiro<br>1 bit para paridade par/ímpar; nenhum bit para sem paridade<br>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)  |

Tabela 7.10 Detalhes dos Bits

### 7.8.2 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. Isso permite aos dispositivos de recepção começar no início da mensagem, ler a parte do endereço, determinar qual dispositivo é endereçado (ou todos os dispositivos, se a mensagem for do tipo broadcast) e reconhecer quando a mensagem está concluída. 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 7.11*.

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

Tabela 7.11 Estrutura de Mensagem Típica do Modbus RTU

### 7.8.3 Campo Partida/Parada

As mensagens começam com um período de silêncio com intervalos de pelo menos 3,5 caracteres, implementado como um múltiplo de intervalos de caracteres na baud rate da rede selecionada (mostrado como Início T1-T2-T3-T4). O primeiro campo 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 modo semelhante, se uma nova mensagem começar antes dos intervalos de 3,5 caracteres após uma mensagem anterior, o dispositivo receptor considerar uma continuação da mensagem anterior, fazendo um timeout sem resposta do escravo), pois o valor no fim do campo CRC final não é válido para as mensagens combinadas.

### 7.8.4 Campo de Endereço

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

### 7.8.5 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 da função informa ao escravo a ação a ser executada. Quando o escravo responde ao mestre, usa o campo do código da função para indicar uma resposta normal (sem erros) ou informar que ocorreu um erro (chamados de resposta de exceção). Para uma resposta normal, o escravo simplesmente retorna o código de função original. Para uma resposta de exceção, o escravo retorna um código que é equivalente ao código da função original com o bit mais significativo programado para 1 lógico. Além disso, o escravo insere um código único no campo dos dados da mensagem- resposta. Esse código informa ao mestre qual erro ocorreu ou o motivo da exceção. Consulte 7.8.9 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU.

## 7.8.6 Campo dos Dados

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

## 7.8.7 Campo de Verificação de CRC

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

## 7.8.8 Endereçamento do Registrador da Bobina

No Modbus, todos os dados estão organizados em bobinas e registradores de retenção. As bobinas retêm um único bit, enquanto que os registradores de retenção retêm uma palavra de 2 bytes (16 bits). Todos os endereços de dados, em mensagens do Modbus, são referenciadas em zero. A primeira ocorrência de um item de dados é endereçada como item número 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 006B, hexadecimal (decimal 107).

| Número da bobina | Descrição   | Direção do sinal    |
|------------------|---|---------------------|
| 1–16             | Control word do conversor de frequência (consulte <i>Tabela 7.14</i> )  | Mestre para escravo |
| 17–32            | Velocidade do conversor de frequência ou referência do setpoint Faixa de 0x0–0xFFFF (-200%... ~200%)  | Mestre para escravo |
| 33–48            | Status word do conversor de frequência (consulte <i>Tabela 7.14</i> )   | Escravo para mestre |
| 49–64            | Modo malha aberta: Modo Malha fechada da saída do conversor de frequência:<br>Sinal de feedback do conversor de frequência  | Escravo para mestre |
| 65               | Controle de gravação de parâmetro (mestre para escravo)<br>0 = As alterações de parâmetros são gravadas na RAM do conversor de frequência<br>1 = As alterações de parâmetros são gravadas na RAM e EEPROM do conversor de frequência. | Mestre para escravo |
| 66-65536         | Reservado   |                     |

Tabela 7.12 Bobinas e Registradores de Retenção

| 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            | Start                  |
| 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 7.13 Control word do conversor de frequência  
(Perfil do FC)**

| Bobina | 0                                       | 1                              |
|--------|---|--------------------------------|
| 33     | Controle não pronto                     | Ctrl pronto                    |
| 34     | conversor de frequência não está pronto | conversor de frequência 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 7.14 Status word do conversor de frequência  
(Perfil do FC)**

| Nº do Registrador | Descrição   |
|-------------------|---|
| 00001-00006       | Reservado   |
| 00007             | Código do último erro de uma interface do objeto de dados do Conversor de Frequência  |
| 00008             | Reservado   |
| 00009             | Índice de parâmetro*  |
| 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 7.15 Registradores de Retenção**

\* Usado para especificar o número de índice usado ao acessar um parâmetro indexado.

### 7.8.9 Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU

O Modbus RTU suporta o uso dos códigos de função em *Tabela 7.17* no campo de função de uma mensagem.

| Função                              | Código da Função |
|-------------------------------------|------------------|
| Ler bobinas                         | 1 hex            |
| Ler registradores de retenção       | 3 hex            |
| Gravar bobina única                 | 5 hex            |
| Gravar registrador único            | 6 hex            |
| Gravar bobinas múltiplas            | F hex            |
| Gravar registradores múltiplos      | 10 hex           |
| Ler contador de eventos de comunic. | B hex            |
| Relatar ID do escravo               | 11 hex           |

Tabela 7.16 Códigos de Função

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

Tabela 7.17 Códigos de Função

### 7.8.10 Códigos de Erro do Banco de Dados

Na eventualidade de um erro, os códigos de erro seguintes podem surgir no campo de dados de uma mensagem de resposta. Para obter uma explicação completa da estrutura de uma resposta de exceção (erro), consulte *7.8.5 Campo da Função*.

| Código de Erro no campo de dados (decimal) | Descrição do Código de Erro do Banco de Dados  |
|--|--|
| 00   | O número do parâmetro não existe   |
| 01   | Não há nenhum acesso de gravação para o parâmetro                                    |
| 02   | O valor dos dados ultrapassa os limites do parâmetro                                 |
| 03   | O sub-índice em uso não existe   |
| 04   | O parâmetro não é do tipo matriz   |
| 05   | O tipo de dados não corresponde ao parâmetro solicitado                              |
| 06   | Somente reset  |
| 07   | Não alterável  |
| 11   | Sem acesso de gravação   |
| 17   | No modo atual, não é possível alterar os dados no parâmetro solicitado               |
| 18   | Outros erros   |
| 64   | Endereço de dados inválido   |
| 65   | Comprimento de mensagem inválido   |
| 66   | Comprimento ou valor de dados inválido   |
| 67   | Código de função inválido  |
| 130  | Não existe acesso no barramento para o parâmetro solicitado                          |
| 131  | A alteração de dados não é possível porque a programação de fábrica está selecionada |

Tabela 7.18 Códigos de Erro

## 7.9 Como Acessar os Parâmetros

### 7.9.1 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 do parâmetro é convertido para o Modbus como (10 x número do parâmetro) DECIMAL.

### 7.9.2 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).

### 7.9.3 IND

O índice de matriz é programado no registrador de retenção 9 e usado ao acessar os parâmetros de matriz.

### 7.9.4 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.

### 7.9.5 Fator de conversão

Os diferentes atributos para cada parâmetro podem ser obtidos na seção sobre programação 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.

### 7.9.6 Valores de Parâmetros

#### Tipos de Dados Padrão

Os tipos de dados padrão são int16, int32, uint8, uint16 e uint32. 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 10HEX "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).

## 7.10 Exemplos

### 7.10.1 Ler Status da Bobina (01 HEX)

#### Descrição

Esta função lê o status ON/OFF (Ligado/Desligado) das saídas discretas (bobinas) no conversor de frequência. O broadcast nunca é suportado para leituras.

#### Consulta

A mensagem de consulta específica a bobina de início e a quantidade de bobinas a ler. Os endereços das bobinas começam em zero.

Exemplo de uma solicitação de leitura das bobinas 33-48 (Status Word) do dispositivo escravo 01.

| Nome do Campo             | Exemplo (HEX)                            |
|---------------------------|--|
| Endereço do Escravo       | 01 (endereço do conversor de frequência) |
| Função                    | 01 (ler bobinas)                         |
| Endereço Inicial ALTO     | 00                                       |
| Endereço Inicial BAIXO    | 20 (decimal 32) Bobina 33                |
| Nº de Pontos ALTO         | 00                                       |
| Nº de Pontos BAIXO        | 10 (decimal 16)                          |
| Verificação de Erro (CRC) | -  |

Tabela 7.19 Consulta

#### Resposta

O status da bobina, na mensagem de resposta, é empacotado como uma bobina por bit do campo de dados. O status é indicado como: 1 = ON; 0 = OFF (Desligado). O LSB do primeiro byte de dados contém a bobina endereçada na solicitação. As demais bobinas seguem no sentido da extremidade de ordem mais alta desse byte e a partir da 'ordem mais baixa para a mais alta' nos bytes subsequentes.

Se a quantidade de bobinas retornadas não for um múltiplo de oito, os bits restantes no byte de dados final são preenchidos com zeros (no sentido da extremidade de ordem mais alta do byte). O campo da Contagem de Bytes específica o número de bytes de dados completos.

| Nome do Campo             | Exemplo (HEX)                            |
|---------------------------|--|
| Endereço do Escravo       | 01 (endereço do conversor de frequência) |
| Função                    | 01 (ler bobinas)                         |
| Contagem de Bytes         | 02 (2 bytes de dados)                    |
| Dados (Bobinas 40-33)     | 07                                       |
| Dados (Bobinas 48-41)     | 06 (STW=0607hex)                         |
| Verificação de Erro (CRC) | -  |

Tabela 7.20 Resposta

**AVISO!**

Bobinas e registradores são endereçados explicitamente com um deslocamento de -1 no Modbus. Por exemplo, a Bobina 33 é endereçada como Bobina 32.

**7.10.2 Forçar/Gravar Bobina Única (05 HEX)****Descrição**

Esta função força a bobina para ON (Ligado) ou OFF (Desligado). Quando há broadcast, a função força as mesmas referências da bobina em todos os escravos conectados.

**Consulta**

A mensagem de consulta especifica que a bobina 65 (controle de gravação de parâmetro) será forçada. Os endereços das bobinas começam em zero. Forçar Dados = 00 00HEX (OFF) ou FF 00HEX (ON).

| Nome do Campo             | Exemplo (HEX)                            |
|---------------------------|--|
| Endereço do Escravo       | 01 (endereço do conversor de frequência) |
| Função                    | 05 (gravar bobina única)                 |
| Endereço de Bobina ALTO   | 00                                       |
| Endereço de Bobina BAIXO  | 40 (64 decimal) Bobina 65                |
| Forçar Dados ALTO         | FF                                       |
| Forçar Dados BAIXO        | 00 (FF 00 = ON)                          |
| Verificação de Erro (CRC) | -  |

Tabela 7.21 Consulta

**Resposta**

A resposta normal é um eco da consulta, retornada depois que o estado da bobina foi forçado.

| Nome do Campo               | Exemplo (HEX) |
|-----------------------------|---------------|
| Endereço do Escravo         | 01            |
| Função                      | 05            |
| Forçar Dados ALTO           | FF            |
| Forçar Dados BAIXO          | 00            |
| Quantidade de Bobinas ALTO  | 00            |
| Quantidade de Bobinas BAIXO | 01            |
| Verificação de Erro (CRC)   | -             |

Tabela 7.22 Resposta

**7.10.3 Forçar/Gravar Bobinas Múltiplas (0F HEX)**

Esta função força cada bobina, em uma sequência de bobinas, para ON (Ligado) ou OFF (Desligado). Quando há broadcast, a função força as mesmas referências da bobina em todos os escravos conectados.

A mensagem de consulta especifica as bobinas 17-32 (setpoint de velocidade) a serem forçadas.

**AVISO!**

Os endereços de bobina começam em zero, ou seja, a bobina 17 é endereçada como 16, por exemplo.

| Nome do Campo                      | Exemplo (HEX)                            |
|------------------------------------|--|
| Endereço do Escravo                | 01 (endereço do conversor de frequência) |
| Função                             | 0F (gravar bobinas múltiplas)            |
| Endereço de Bobina ALTO            | 00                                       |
| Endereço de Bobina BAIXO           | 10 (endereço de bobina 17)               |
| Quantidade de Bobinas ALTO         | 00                                       |
| Quantidade de Bobinas BAIXO        | 10 (16 bobinas)                          |
| Contagem de Bytes                  | 02                                       |
| Forçar Dados Altos (Bobinas 8-1)   | 20                                       |
| Forçar Dados Baixos (Bobinas 16-9) | 00 (ref. = 2000 hex)                     |
| Verificação de Erro (CRC)          | -  |

Tabela 7.23 Consulta

**Resposta**

A resposta normal retorna o endereço do escravo, o código da função, o endereço inicial e a quantidade de bobinas forçadas.

| Nome do Campo               | Exemplo (HEX)                            |
|-----------------------------|--|
| Endereço do Escravo         | 01 (endereço do conversor de frequência) |
| Função                      | 0F (gravar bobinas múltiplas)            |
| Endereço de Bobina ALTO     | 00                                       |
| Endereço de Bobina BAIXO    | 10 (endereço de bobina 17)               |
| Quantidade de Bobinas ALTO  | 00                                       |
| Quantidade de Bobinas BAIXO | 10 (16 bobinas)                          |
| Verificação de Erro (CRC)   | -  |

Tabela 7.24 Resposta

### 7.10.4 Ler Registradores de Retenção (03 HEX)

#### Descrição

Esta função lê o conteúdo dos registradores de retenção no escravo.

#### Consulta

A mensagem de consulta especifica o registrador inicial e a quantidade de registradores a ser lida. Os endereços dos registradores começam em zero, ou seja, os registradores 1-4 são endereçados como 0-3.

Exemplo: Ler 3-03 Referência Máxima, registrador 03030.

| Nome do Campo             | Exemplo (HEX)   |
|---------------------------|---|
| Endereço do Escravo       | 01  |
| Função                    | 03 (ler registradores de retenção)                                    |
| Endereço Inicial ALTO     | 0B (Endereço do Registrador 3029)                                     |
| Endereço Inicial BAIXO    | D5 (Endereço do registrador 3029)                                     |
| Nº de Pontos ALTO         | 00  |
| Nº de Pontos BAIXO        | 02 - (Par. 3-03 tem 32 bits de comprimento, ou seja, 2 registradores) |
| Verificação de Erro (CRC) | -   |

Tabela 7.25 Consulta

#### Resposta

Os dados do registrador na mensagem de resposta são empacotados em dois bytes por registrador, com o conteúdo binário justificado à direita em cada byte. Para cada registrador, o primeiro byte contém os bits de ordem mais alta e o segundo contém os bits de ordem mais baixa.

Exemplo: Hex 0016E360 = 1.500.000 = 1.500 RPM.

| Nome do Campo               | Exemplo (HEX) |
|-----------------------------|---------------|
| Endereço do Escravo         | 01            |
| Função                      | 03            |
| Contagem de Bytes           | 04            |
| Dados HI (Registrador 3030) | 00            |
| Dados LO (Registrador 3030) | 16            |
| Dados HI (Registrador 3031) | E3            |
| Dados LO (Registrador 3031) | 60            |
| Verificação de Erro (CRC)   | -             |

Tabela 7.26 Resposta

### 7.10.5 Predefinir Registrador Único (06 HEX)

#### Descrição

Esta função predefine um valor em um registrador de retenção único.

#### Consulta

A mensagem de consulta especifica que a referência do registrador seja predefinida. Os endereços dos registradores começam em zero, ou seja, o registrador 1 é endereçado como 0.

Exemplo: Gravar em 1-00 Configuration Mode, registrador 1000.

| Nome do Campo                 | Exemplo (HEX)                    |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Endereço do Escravo           | 01                               |
| Função                        | 06                               |
| Endereço do Registrador ALTO  | 03 (Endereço do Registrador 999) |
| Endereço do Registrador BAIXO | E7 (Endereço do Registrador 999) |
| Dados Predefinidos ALTO       | 00                               |
| Dados Predefinidos BAIXO      | 01                               |
| Verificação de Erro (CRC)     | -                                |

Tabela 7.27 Consulta

#### Resposta

A resposta normal é um eco da consulta, retornada após o conteúdo do registrador ter sido transmitido.

| Nome do Campo                 | Exemplo (HEX) |
|-------------------------------|---------------|
| Endereço do Escravo           | 01            |
| Função                        | 06            |
| Endereço do Registrador ALTO  | 03            |
| Endereço do Registrador BAIXO | E7            |
| Dados Predefinidos ALTO       | 00            |
| Dados Predefinidos BAIXO      | 01            |
| Verificação de Erro (CRC)     | -             |

Tabela 7.28 Resposta

## 7.11 Perfil de Controle do FC da Danfoss

### 7.11.1 Control Word de Acordo com o Perfil do FC (8-10 Perfil de Controle=perfil do FC)

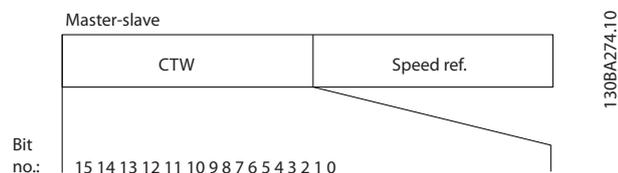


Ilustração 7.16 CW Mestre para Escravo

| 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 | usar rampa             |
| 06  | Parada de rampa              | Start                  |
| 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               |

#### Explicação dos Bits de Controle

##### Bits 00/01

Os bits 00 e 01 são usados para escolher entre os quatro valores de referência, que são pré-programados em 3-10 Referência Predefinida de acordo com Tabela 7.31.

| Valor de ref. programado | Parâmetro                          | Bit 01 | Bit 00 |
|--------------------------|------------------------------------|--------|--------|
| 1                        | [0]<br>3-10 Referência Predefinida | 0      | 0      |
| 2                        | [1]<br>3-10 Referência Predefinida | 0      | 1      |
| 3                        | [2]<br>3-10 Referência Predefinida | 1      | 0      |
| 4                        | [3]<br>3-10 Referência Predefinida | 1      | 1      |

Tabela 7.29 Bits de Controle

### 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 frenagem CC e 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' resulta em rampa.

##### Bit 03, Parada por inércia

Bit 03 = '0': O conversor de frequência "libera" o motor imediatamente (os transistores de saída são "desligados") e ele para por inércia.

Bit 03 = '1': O conversor de frequência dá partida no motor se as demais condições de partida estiverem atendidas.

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 no 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 Acelerar e Desacelerar.

**AVISO!**

Se congelar frequência de saída estiver ativo, somente as seguintes condições podem parar o conversor de frequência:

- 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.

Bit 07, Reset:

Bit 07 = '0': Sem reset

Bit 07 = '1': Reinicializa um desarme. O reset é ativado na borda principal do sinal, ou seja, na transição do '0' lógico para '1' lógico.

Bit 08, Jog

Bit 08 = '1': A frequência de saída depende do 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. Portanto, é possível desligar a control word, se não estiver em uso ao atualizar ou ler parâmetros.

Bit 11, Relé 01

Bit 11 = "0": O relé não está ativo.

Bit 11 = "1": Relé 01 ativado se Bit 11 da control word foi escolhido em 5-40 *Função do Relé*.

Bit 12, Relé 04

Bit 12 = "0": O relé 04 não está ativado.

Bit 12 = "1": O relé 04 é ativado se Bit 12 da control word foi escolhido em 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, conforme Tabela 7.32:

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

Tabela 7.30 Seleção de Setup

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 Lógica e estiver selecionada.

### 7.11.2 Status Word De acordo com o Perfil do FC (STW) (8-10 Perfil de Controle = Perfil do FC)

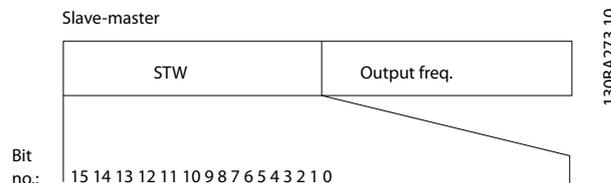


Ilustração 7.17 STW Escravo para Mestre

| Bit | Bit=0                        | Bit=1                      |
|-----|------------------------------|----------------------------|
| 00  | Controle não pronto          | Ctrl 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      |

### 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 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 funcionar, 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

O 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 quando houver aceleração/desaceleração 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': [Stop/Reset] está ativo na unidade de controle ou *Controle local* em 3-13 *Tipo de Referência* está selecionado. O conversor de frequência não pode ser controlado por meio da comunicação serial.

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 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**

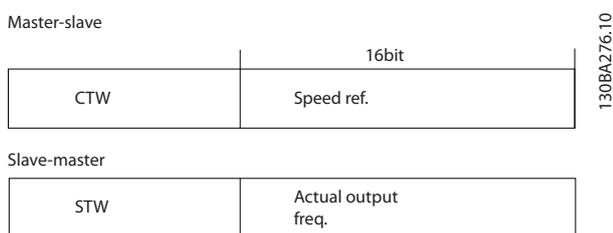
Bit 15 = '0': Os temporizadores para proteção térmica do motor e a proteção térmica não ultrapassaram 100%.

Bit 15 = '1': Um dos temporizadores excede 100%.

Se a conexão entre o opcional de InterBus e o conversor de frequência for perdida ou ocorrer um problema de comunicação interna, todos os bits no STW são programados para '0.'

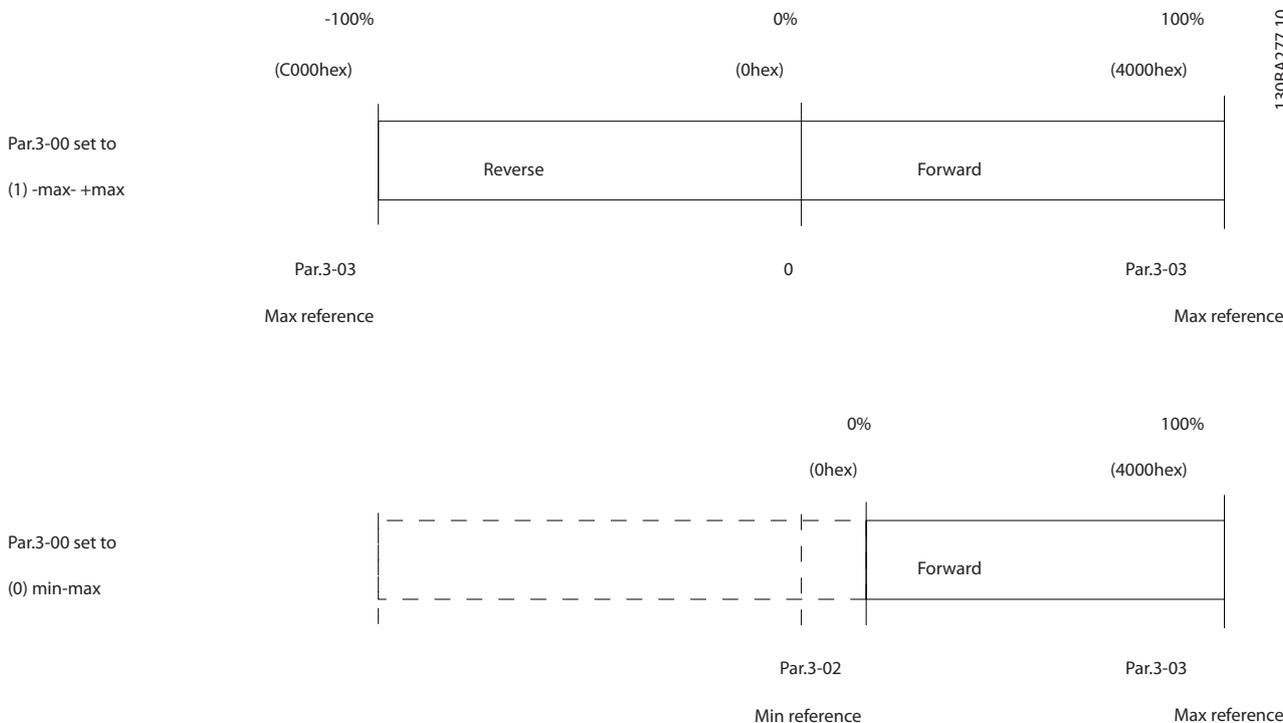
**7.11.3 Valor de Referência de Velocidade Via Bus Serial**

O valor de referência de velocidade é transmitido ao conversor de frequência como valor relativo, em %. O valor é transmitido no formato de uma word de 16 bits; em números inteiros (0-32767), o valor 16384 (4000 Hex) corresponde a 100%. Os valores negativos são formatados com complementos de 2. A frequência de Saída Real (MAV) é escalonada, do mesmo modo que a referência de bus.



**Ilustração 7.18 Valor de Referência de Velocidade Via Bus Serial**

A referência e a MAV são escalonadas como mostrado em *Ilustração 7.19*.



**Ilustração 7.19 Referência e MAV**

## 8 Resolução de Problemas

### 8.1 Mensagens de Status

Uma advertência ou um alarme é sinalizado pelo LED respectivo na parte da frente do conversor de frequência e indicado por um código no display.

Uma advertência permanece ativa até que a sua causa seja eliminada. Em algumas circunstâncias, a operação do motor pode continuar. As mensagens de advertência às vezes são críticas, mas não sempre.

No caso de alarme, o conversor de frequência desarma. Os alarmes devem ser reinicializados a fim de que a operação inicie novamente, desde que a sua causa tenha sido eliminada.

#### Há quatro maneiras de reiniciar:

1. Pressionando [Reset].
2. Por meio de uma entrada digital com a função "Reset".
3. Por meio da comunicação serial/opcional de fieldbus.
4. Reinicializando automaticamente usando a função [Auto Reset], que é uma configuração padrão do AQUA Drive do VLT® FC 202 Drive. Consulte *14-20 Modo Reset no AQUA Drive do VLT® FC 202 Guia de Programação*

### AVISO!

Após reset manual pressionando [Reset], [Auto On] ou [Hand On] deve ser pressionada para reiniciar o motor.

Se um alarme não puder ser reinicializado, o motivo pode ser que a sua causa não foi eliminada ou o alarme está bloqueado por desarme (consulte também *Tabela 8.1*).

Os alarmes que são bloqueados por desarme oferecem proteção adicional, o que significa que a alimentação de rede elétrica deve ser desligada, antes de o alarme poder ser reinicializado. Ao ser ligado novamente, o conversor de frequência não estará mais bloqueado e poderá ser reinicializado após a causa ser eliminada.

Os alarmes que não estão bloqueados por desarme podem também ser reinicializados, usando a função reset automático em *14-20 Modo Reset*

### AVISO!

É possível a ativação automática!

Se uma advertência e um alarme estiverem marcados por um código em *Tabela 8.1*, significa que uma advertência ocorre antes de um alarme ou que é possível especificar se uma advertência ou um alarme será exibido para um defeito determinado.

Isso é possível, por exemplo no *1-90 Proteção Térmica do Motor*. Após um alarme ou um desarme, o motor para por inércia, e os respectivos LEDs de advertência ficam piscando no conversor de frequência. Uma vez que o problema tenha sido eliminado, apenas o alarme continuará piscando.

| Nº. | Descrição         | Advertên<br>cia | Alarme/<br>Desarme | Alarme/Bloqueio<br>por Desarme | Referência de<br>Parâmetro          |
|-----|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 10 Volts baixo    | X               |                    |                                |                                     |
| 2   | Erro de live zero | (X)             | (X)                |                                | 6-01 Função Timeout<br>do Live Zero |
| 3   | Sem Motor         | (X)             |                    |                                | 1-80 Função na Parada               |

| Nº. | Descrição                                  | Advertên<br>cia | Alarme/<br>Desarme | Alarme/Bloqueio<br>por Desarme | Referência de<br>Parâmetro                      |
|-----|--|-----------------|--------------------|--------------------------------|---|
| 4   | Perda de fases de rede elétrica            | (X)             | (X)                | (X)                            | 14-12 Função no Desbalanceamento da Rede        |
| 5   | Alta tensão do barramento CC               | X               |                    |                                |   |
| 6   | Baixa tensão do barramento CC              | X               |                    |                                |   |
| 7   | Sobretensão CC                             | X               | X                  |                                |   |
| 8   | Subtensão CC                               | X               | X                  |                                |   |
| 9   | Inversor sobrecarregado                    | X               | X                  |                                |   |
| 10  | Superaquecimento do ETR do motor           | (X)             | (X)                |                                | 1-90 Proteção Térmica do Motor                  |
| 11  | Superaquecimento do termistor do motor     | (X)             | (X)                |                                | 1-90 Proteção Térmica do Motor                  |
| 12  | Limite de torque                           | X               | X                  |                                |   |
| 13  | Sobrecorrente                              | X               | X                  | X                              |   |
| 14  | Defeito do ponto de aterramento            | X               | X                  | X                              |   |
| 15  | Incompatibilidade de hardware              |                 | X                  | X                              |   |
| 16  | Curto Circuito                             |                 | X                  | X                              |   |
| 17  | Timeout da Control Word                    | (X)             | (X)                |                                | 8-04 Função Timeout de Controle                 |
| 23  | Falha do Ventilador Interno                | X               |                    |                                |   |
| 24  | Falha do Ventilador Externo                | X               |                    |                                | 14-53 Mon.Ventldr                               |
| 25  | Resistor do freio em curto circuito        | X               |                    |                                |   |
| 26  | Limite de carga do resistor do freio       | (X)             | (X)                |                                | 2-13 Monitoramento da Potência d Frenagem       |
| 27  | Circuito de frenagem em curto circuito     | X               | X                  |                                |   |
| 28  | Verificação do freio                       | (X)             | (X)                |                                | 2-15 Verificação do Freio                       |
| 29  | Superaquecimento do drive                  | X               | X                  | X                              |   |
| 30  | Fase U ausente no motor                    | (X)             | (X)                | (X)                            | 4-58 Função de Fase do Motor Ausente            |
| 31  | Fase V ausente no motor                    | (X)             | (X)                | (X)                            | 4-58 Função de Fase do Motor Ausente            |
| 32  | Fase W ausente no motor                    | (X)             | (X)                | (X)                            | 4-58 Função de Fase do Motor Ausente            |
| 33  | Falha de Inrush                            |                 | X                  | X                              |   |
| 34  | Falha de comunicação do Fieldbus           | X               | X                  |                                |   |
| 35  | Fora da faixa de frequência                | X               | X                  |                                |   |
| 36  | Falha de rede elétrica                     | X               | X                  |                                |   |
| 37  | Desbalanceamento de Fase                   | X               | X                  |                                |   |
| 39  | Sensor do dissipador de calor              |                 | X                  | X                              |   |
| 40  | Sobrecarga do Terminal de Saída Digital 27 | (X)             |                    |                                | 5-00 Modo I/O Digital, 5-01 Modo do Terminal 27 |
| 41  | Sobrecarga do Terminal de Saída Digital 29 | (X)             |                    |                                | 5-00 Modo I/O Digital, 5-02 Modo do Terminal 29 |
| 42  | Sobrecarga da Saída Digital em X30/6       | (X)             |                    |                                | 5-32 Terminal X30/6 Saída Digital               |
| 42  | Sobrecarga da Saída Digital em X30/7       | (X)             |                    |                                | 5-33 Terminal X30/7 Saída Digital               |
| 46  | Alimentação do cartão de potência          |                 | X                  | X                              |   |
| 47  | Alimentação 24 V baixa                     | X               | X                  | X                              |   |

| Nº. | Descrição  | Advertên<br>cia | Alarme/<br>Desarme | Alarme/Bloqueio<br>por Desarme | Referência de<br>Parâmetro        |
|-----|--|-----------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 48  | Alimentação 1,8 V baixa                            |                 | X                  | X                              |                                   |
| 49  | Limite de velocidade                               | X               |                    |                                |                                   |
| 50  | Calibração AMA falhou                              |                 | X                  |                                |                                   |
| 51  | Verificação AMA $U_{nom}$ e $I_{nom}$              |                 | X                  |                                |                                   |
| 52  | AMA $I_{nom}$ baixa                                |                 | X                  |                                |                                   |
| 53  | Motor muito grande para AMA                        |                 | X                  |                                |                                   |
| 54  | Motor muito pequeno para AMA                       |                 | X                  |                                |                                   |
| 55  | Parâmetro AMA fora de faixa                        |                 | X                  |                                |                                   |
| 56  | AMA interrompida pelo usuário                      |                 | X                  |                                |                                   |
| 57  | Timeout da AMA                                     |                 | X                  |                                |                                   |
| 58  | Defeito interno da AMA                             | X               | X                  |                                |                                   |
| 59  | Limite de Corrente                                 | X               |                    |                                |                                   |
| 60  | Travamento Externo                                 | X               |                    |                                |                                   |
| 62  | Frequência de Saída no Limite Máximo               | X               |                    |                                |                                   |
| 64  | Limite de Tensão                                   | X               |                    |                                |                                   |
| 65  | Superaquecimento da Placa de Controle              | X               | X                  | X                              |                                   |
| 66  | Temperatura baixa do dissipador de calor           | X               |                    |                                |                                   |
| 67  | Configuração de opcional foi modificada            |                 | X                  |                                |                                   |
| 68  | Parada Segura                                      |                 | X <sup>1)</sup>    |                                |                                   |
| 69  | Temperatura Temp. do Cartão (somente chassi E e F) |                 | X                  | X                              |                                   |
| 70  | Configuração ilegal FC                             |                 |                    | X                              |                                   |
| 71  | PTC 1 Parada Segura                                | X               | X <sup>1)</sup>    |                                |                                   |
| 72  | Falha Perigosa                                     |                 |                    | X <sup>1)</sup>                |                                   |
| 73  | Reinício Automático da Parada Segura               |                 |                    |                                |                                   |
| 76  | Setup da Unidade de Potência                       | X               |                    |                                |                                   |
| 79  | Configuração ilegal PS                             |                 | X                  | X                              |                                   |
| 80  | Drive inicializado no Valor Padrão                 |                 | X                  |                                |                                   |
| 91  | Configurações incorretas da Entrada analógica 54   |                 |                    | X                              |                                   |
| 92  | Fluxo Zero   | X               | X                  |                                | 22-2* Detecção de Fluxo Zero      |
| 93  | Bomba Seca   | X               | X                  |                                | 22-2* Detecção de Fluxo Zero      |
| 94  | Final de Curva                                     | X               | X                  |                                | 22-5* Final de Curva              |
| 95  | Correia Partida                                    | X               | X                  |                                | 22-6* Detecção de Correia Partida |
| 96  | Retardo de Partida                                 | X               |                    |                                | 22-7* Proteção a Ciclo Curto      |
| 97  | Retardo de Partida                                 | X               |                    |                                | 22-7* Proteção a Ciclo Curto      |
| 98  | Falha do Relógio                                   | X               |                    |                                | 0-7* Configurações do Relógio     |
| 104 | Falha do Ventilador de Mistura (somente chassi D)  | X               | X                  |                                | 14-53 Mon.Ventldr                 |
| 220 | Desarme por Sobrecarga                             |                 | X                  |                                |                                   |
| 243 | IGBT do freio                                      | X               | X                  |                                |                                   |
| 244 | Temperatura do Dissipador de Calor                 | X               | X                  | X                              |                                   |
| 245 | Sensor do dissipador de calor                      |                 | X                  | X                              |                                   |
| 246 | Alimentação do cartão de potência                  |                 | X                  | X                              |                                   |
| 247 | Temperatura do cartão de potência                  |                 | X                  | X                              |                                   |
| 248 | Configuração ilegal PS                             |                 | X                  | X                              |                                   |
| 250 | Peça de reposição nova                             |                 |                    | X                              |                                   |

| Nº. | Descrição           | Advertên<br>cia | Alarme/<br>Desarme | Alarme/Bloqueio<br>por Desarme | Referência de<br>Parâmetro |
|-----|---------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 251 | Novo Código do Tipo |                 | X                  | X                              |                            |

**Tabela 8.1 Lista de Códigos de Advertência/Alarme**

(X) Dependente do parâmetro

1) Não pode ter Reinicialização automática via 14-20 Modo Reset

Um desarme é a ação que resulta quando surge um alarme. O desarme para o motor por inércia e pode ser reinicializado pressionando [Reset] ou efetuando reset por meio de uma entrada digital no grupo do parâmetro 5-1\* *Entradas digitais [1] Reset* ). O evento de origem que causou o alarme não pode danificar o conversor de frequência ou causar condições de perigo. Bloqueio por desarme é uma ação quando ocorre um alarme, que pode causar danos no conversor de frequência ou nas peças conectadas. Uma situação de Bloqueio por Desarme somente pode ser reinicializada por meio de uma energização.

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| Advertência           | amarela            |
| Alarme                | vermelha piscando  |
| Bloqueado por desarme | amarela e vermelha |

**Tabela 8.2 Indicação do LED**

| Alarm Word e Status Word Estendida |          |            |                               |                               |                             |
|------------------------------------|----------|------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Bit                                | Hex      | Dec        | Alarm Word                    | Warning Word                  | Status word estendida       |
| 0                                  | 00000001 | 1          | Verificação do freio          | Verificação do freio          | Rampa                       |
| 1                                  | 00000002 | 2          | Temperatura do Cartão de Pot. | Temperatura do Cartão de Pot. | AMA em Execução             |
| 2                                  | 00000004 | 4          | Falha do Ponto de Aterramento | Falha do Ponto de Aterramento | Partida CW/CCW              |
| 3                                  | 00000008 | 8          | Ctrl. do Cartão de Pot.       | Ctrl. do Cartão de Pot.       | Redução de Velocidade       |
| 4                                  | 00000010 | 16         | Ctrl. Word TO                 | Ctrl. Word TO                 | Catch Up                    |
| 5                                  | 00000020 | 32         | Sobrecorrente                 | Sobrecorrente                 | Feedback alto               |
| 6                                  | 00000040 | 64         | Limite de torque              | Limite de torque              | Feedb baixo                 |
| 7                                  | 00000080 | 128        | TérmMtrSuper                  | TérmMtrSuper                  | Corrente de Saída Alta      |
| 8                                  | 00000100 | 256        | ETR do motor terminado        | ETR do motor terminado        | Corrente de Saída Baixa     |
| 9                                  | 00000200 | 512        | Sobrecarga do Inversor.       | Sobrecarga do Inversor.       | Frequência de Saída Alta    |
| 10                                 | 00000400 | 1024       | Subtensão CC                  | Subtensão CC                  | Frequência de Saída Baixa   |
| 11                                 | 00000800 | 2048       | Sobretensão CC                | Sobretensão CC                | Verificação do freio OK     |
| 12                                 | 00001000 | 4096       | Curto Circuito                | Tensão CC baixa               | Frenagem Máxima             |
| 13                                 | 00002000 | 8192       | Falha de Inrush               | Tensão CC alta                | Frenagem                    |
| 14                                 | 00004000 | 16384      | Fase elétrica perda           | Fase elétrica perda           | Fora da faixa de velocidade |
| 15                                 | 00008000 | 32768      | AMA Não OK                    | Sem Motor                     | OVC Ativo                   |
| 16                                 | 00010000 | 65536      | Erro live zero                | Erro live zero                |                             |
| 17                                 | 00020000 | 131072     | Defeito interno               | 10 V Baixo                    |                             |
| 18                                 | 00040000 | 262144     | Sobrecarga do Freio           | Sobrecarga do Freio           |                             |
| 19                                 | 00080000 | 524288     | Perda de fase U               | Resistência de Frenagem       |                             |
| 20                                 | 00100000 | 1048576    | Perda de fase V               | IGBT do freio                 |                             |
| 21                                 | 00200000 | 2097152    | Perda de fase W               | Limite de Velocidade          |                             |
| 22                                 | 00400000 | 4194304    | Falha de Fieldbus             | Falha de Fieldbus             |                             |
| 23                                 | 00800000 | 8388608    | Alimentação 24 V baixa        | Alimentação 24 V baixa        |                             |
| 24                                 | 01000000 | 16777216   | Falha de rede elétrica        | Falha de rede elétrica        |                             |
| 25                                 | 02000000 | 33554432   | Alim 1,8 V baixa              | Limite de Corrente            |                             |
| 26                                 | 04000000 | 67108864   | Resistência de Frenagem       | Temperatura baixa             |                             |
| 27                                 | 08000000 | 134217728  | IGBT do freio                 | Limite de Tensão              |                             |
| 28                                 | 10000000 | 268435456  | Mudança do opcional           | Não usado                     |                             |
| 29                                 | 20000000 | 536870912  | Drive inicialzad              | Não usado                     |                             |
| 30                                 | 40000000 | 1073741824 | Parada Segura                 | Não usado                     |                             |

Tabela 8.3 Descrição da Alarm Word, Warning Word e Status Word Estendida

As alarm words, warning words e status words estendidas podem ser lidas através do barramento serial ou do fieldbus opcional para diagnóstico. Consulte também *16-90 Alarm Word*, *16-92 Warning Word* e *16-94 Status Word Estendida*.

## Índice

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>A</b>   |                         |
| <b>A</b>   |                         |
| Diretiva De Baixa Tensão (2006/95/EC).....                       | 13                      |
| Diretiva De Maquinaria (2006/42/EC).....                         | 13                      |
| Diretiva EMC (2004/108/EC).....                                  | 13                      |
| Vantagem Óbvvia - Economia De Energia.....                       | 15                      |
| <b>Abreviações</b> .....   | 8                       |
| <b>Acesso</b>  |                         |
| Ao Fio.....  | 101                     |
| Aos Terminais De Controle.....                                   | 113                     |
| <b>Adaptação</b>   |                         |
| Automática Do Motor.....   | 5                       |
| Automática Do Motor(AMA).....                                    | 158                     |
| <b>Adaptações Automáticas Para Garantir O Desempenho</b> .....   | 58                      |
| <b>Advertência Contra Partida Acidental</b> .....                | 12                      |
| <b>Ajuste Manual Do PID</b> .....                                | 30                      |
| <b>Alarmes E Advertências</b> .....                              | 195                     |
| <b>Alimentação</b>   |                         |
| De 24 V CC Externa.....  | 63                      |
| De Rede Elétrica.....  | 11                      |
| De Rede Elétrica (L1, L2, L3).....                               | 50                      |
| <b>AMA</b>   |                         |
| AMA.....   | 167                     |
| Executada Com Êxito.....   | 159                     |
| Falhou.....  | 159                     |
| <b>Ambiente De Funcionamento</b> .....                           | 53                      |
| <b>Ambientes Agressivos</b> .....                                | 14                      |
| <b>Aplicações</b>  |                         |
| (Quadrática) De Torque Variável (TV).....                        | 58                      |
| De Torque Constante (mod TC).....                                | 57                      |
| <b>Aprovações</b> .....  | 8                       |
| <b>Aquecedores De Espaço E Termostato</b> .....                  | 74                      |
| <b>Aspectos</b>  |                         |
| Gerais Das Emissões De Harmônicas.....                           | 32                      |
| Gerais Das Emissões EMC.....                                     | 30                      |
| <b>Aterramento</b>   |                         |
| Aterramento.....   | 165                     |
| De Cabos De Controle Blindados/Encapados Metalicamente.....      | 165                     |
| <b>B</b>   |                         |
| <b>Backup De Bateria Da Função Relógio</b> .....                 | 63                      |
| <b>Blindados</b> .....   | 116                     |
| <b>Blindados/encapados Metalicamente</b> .....                   | 120                     |
| <b>Blindagem De Cabos</b> .....                                  | 110, 123, 147           |
| <b>Blocos Dos Terminais</b> .....                                | 82                      |
| <b>Bomba De Velocidade Constante</b> .....                       | 65, 66                  |
| <b>Bombas De Velocidade Variável</b> .....                       | 65, 66                  |
| <b>Braçadeira De Cabo</b> .....                                  | 165                     |
| <b>Braçadeiras De Cabo</b> .....                                 | 163                     |
| <b>C</b>   |                         |
| <b>Cabeamento</b>  |                         |
| Cabeamento.....  | 123, 144                |
| Do Resistor Do Freio.....  | 37                      |
| <b>Cabo</b>  |                         |
| De Equalização.....  | 165                     |
| Do LCP.....  | 82                      |
| USB.....   | 82                      |
| <b>Cabos</b>   |                         |
| De Controle.....   | 163, 116, 120, 115, 118 |
| De Motor.....  | 163                     |
| Do Motor.....  | 110                     |
| <b>Características</b>   |                         |
| De Controle.....   | 53                      |
| Do Torque.....   | 50                      |
| <b>Carregar As Configurações De Drive</b> .....                  | 162                     |
| <b>Cartão</b>  |                         |
| De Controle, Comunicação Serial RS-485:.....                     | 51                      |
| De Controle, Comunicação Serial USB.....                         | 54                      |
| De Controle, Saída 10 V CC.....                                  | 53                      |
| De Controle, Saída 24 VCC.....                                   | 52                      |
| <b>Circuito Intermediário</b> .....                              | 37, 56                  |
| <b>Códigos</b>   |                         |
| De Compra.....   | 77                      |
| De Compra: Filtros De Harmônicas Avançados.....                  | 83                      |
| De Compra: Módulos Do Filtro De Onda Senoidal, 380–690 V CA..... | 3                       |
| De Compra: Opcionais E Acessórios.....                           | 82                      |
| De Compra: Resistores De Freio.....                              | 92                      |
| De Erro Do Banco De Dados.....                                   | 187                     |
| De Função Suportados Pelo Modbus RTU.....                        | 187                     |
| <b>Como Conectar Um PC À Unidade</b> .....                       | 161                     |
| <b>Compensação Do Cos <math>\Phi</math></b> .....                | 17                      |
| <b>Comprimento</b>   |                         |
| De Cabo De Controle.....   | 115                     |
| De Cabo E Seção Transversal.....                                 | 110, 123, 147           |
| Do Telegrama (LGE).....  | 177                     |
| <b>Comprimentos De Cabo E Seções Transversais</b> .....          | 51                      |
| <b>Comunicação Serial</b> .....                                  | 165, 54                 |
| <b>Condições De Funcionamento Extremas</b> .....                 | 37                      |
| <b>Condutores De Alumínio</b> .....                              | 110                     |
| <b>Conector Do Plugue Da Rede Elétrica</b> .....                 | 109                     |
| <b>Conexão</b>   |                         |
| À Rede Elétrica.....   | 109                     |
| De Rede.....   | 176                     |
| Do Barramento RS-485.....  | 160                     |
| Do Cabo Do Motor.....  | 109                     |
| Do Terra.....  | 109                     |
| Do Terra De Segurança.....                                       | 162                     |
| USB.....   | 113                     |
| <b>Conexões</b>  |                         |
| De Energia Drives De 12 Pulsos.....                              | 144                     |
| De Potência.....   | 123                     |
| <b>Configurador Do Drive</b> .....                               | 77                      |
| <b>Conformidade E Certificação CE</b> .....                      | 13                      |

|  |               |   |                      |
|--|---------------|---|----------------------|
| Congelar Frequência De Saída.....  | 8             | <b>Emissão</b>  |                      |
| Considerações Gerais.....  | 101, 102      | Conduzida.....  | 32                   |
| Control Word.....  | 191           | Irradiada.....  | 32                   |
| <b>Controlador</b>   |               | <b>Entrada</b>  |                      |
| Em Cascata Básico.....   | 65            | De Bucha/Conduíte - IP21 (NEMA 1) E IP54 (NEMA12)....                           | 105                  |
| Em Cascata Estendido MCO 101 E Controlador Em Cascata Avançado, MCO 102..... | 65            | De Junção Com Gaxeta/Conduíte De 12 Pulsos - IP21 (NEMA 1) E IP54 (NEMA12)..... | 107                  |
| <b>Controle</b>  |               | <b>Entradas</b>   |                      |
| Multizonas.....  | 63            | Análogicas.....   | 9, 51, 9             |
| Variável Do Fluxo E Da Pressão.....  | 17            | De Pulso.....   | 52                   |
| <b>Controles Local (Hand On) E Remoto(Auto On).....</b>                      | <b>23</b>     | De Tensão Análogicas - Terminal X30/10-12.....                                  | 61                   |
| <b>Conversor De Frequência Com Modbus RTU.....</b>                           | <b>182</b>    | Digitais.....   | 52                   |
| <b>Copyright, Limitação De Responsabilidade E Direitos De Revisão.....</b>   | <b>7</b>      | Digitais - Terminal X30/1-4.....  | 61                   |
| <b>Correção Do Fator De Potência.....</b>                                    | <b>17</b>     | Para Transmissores/sensores.....  | 63                   |
| <b>Corrente</b>  |               | <b>Escalonamento De Bomba Com Alternação Da Bomba De Comando.....</b>           | <b>170</b>           |
| De Fuga.....   | 35            | <b>Espaço.....</b>  | <b>101</b>           |
| De Fuga Para O Terra.....  | 162, 35       | <b>Estrutura</b>  |                      |
| <b>Cuidados Com EMC.....</b>   | <b>176</b>    | De Controle Malha Aberta.....   | 23                   |
|  |               | De Controle, Malha Fechada.....   | 24                   |
| <b>D</b>   |               | <b>Ethernet IP.....</b>   | <b>83</b>            |
| <b>Dados Da Plaqueta De Identificação.....</b>                               | <b>158</b>    | <b>Exemplo</b>  |                      |
| <b>Definições.....</b>   | <b>8</b>      | De Controle Do PID De Malha Fechada.....  | 28                   |
| <b>Derate Para Operação Em Baixa Velocidade.....</b>                         | <b>57</b>     | De Fiação Básica.....   | 114                  |
| <b>Derating Para Pressão Atmosférica Baixa.....</b>                          | <b>57</b>     | <b>F</b>  |                      |
| <b>Desativa O Monitoramento Da Temperatura.....</b>                          | <b>76</b>     | <b>Fases Do Motor.....</b>  | <b>37</b>            |
| <b>Descrição Geral.....</b>  | <b>66</b>     | <b>Fator De Potência.....</b>   | <b>11</b>            |
| <b>Desembalar.....</b>   | <b>99</b>     | <b>Ferramentas De Software De PC.....</b>                                       | <b>161</b>           |
| <b>Desempenho</b>  |               | <b>Filtro De Onda Senoidal.....</b>   | <b>109, 124, 147</b> |
| De Saída (U, V, W).....  | 50            | <b>Filtros</b>  |                      |
| Do Cartão De Controle.....   | 54            | De Entrada.....   | 68                   |
| <b>DeviceNet.....</b>  | <b>82</b>     | De Harmônicas.....  | 83                   |
| <b>Diagrama</b>  |               | De Saída.....   | 68                   |
| De Fiação Para Alternação Da Bomba De Comando.....                           | 173           | DU/dt.....  | 68, 91               |
| De Princípios.....   | 63            | Senoidais.....  | 68                   |
| <b>Dimensões Mecânicas.....</b>  | <b>94, 93</b> | <b>Fluxo</b>  |                      |
| <b>Diretiva EMC 2004/108/EC.....</b>   | <b>14</b>     | De Ar.....  | 103                  |
| <b>Dispositivo De Corrente Residual.....</b>                                 | <b>165</b>    | Variante Ao Longo De Um Ano.....  | 16                   |
| <b>Drive</b>   |               | <b>Fonte</b>  |                      |
| Escravo.....   | 65, 66        | De Alimentação De 24 V CC.....  | 76                   |
| Mestre.....  | 65, 66        | De Alimentação De Ventilador Externo.....                                       | 155                  |
| <b>E</b>   |               | <b>Freio CC.....</b>  | <b>191</b>           |
| <b>E/S</b>   |               | <b>Frequência De Chaveamento.....</b>   | <b>110</b>           |
| Análogica Do Opcional MCB 109.....   | 63            | <b>Frequência De Chaveamento.....</b>   | <b>123, 147</b>      |
| Para Entradas De Setpoint.....   | 63            | <b>Função De Frenagem.....</b>  | <b>37</b>            |
| <b>Economia De Energia.....</b>  | <b>16</b>     | <b>Fusíveis.....</b>  | <b>111, 123, 144</b> |
| <b>Eficiência.....</b>   | <b>55</b>     |   |                      |
| <b>Elevação.....</b>   | <b>99</b>     | <b>Índice (IND).....</b>  | <b>180</b>           |

|   |           |  |             |
|---|-----------|--|-------------|
| <b>I</b>  |           | <b>MCT</b>   |             |
| <b>Instalação</b>   |           | 10.....  | 161         |
| Da Parada Segura.....   | 159       | 31.....  | 162         |
| Da Proteção De Rede Elétrica Para Conversores De Freqüência.....            | 73        | <b>Melhor Controle</b> .....                                 | 17          |
| Do Kit De Resfriamento Do Canal Traseiro Em Gabinetes Metálicos Rittal..... | 2         | <b>Modo Malha Aberta</b> .....                               | 65, 66      |
| Dos Opcionais De Placa De Entrada.....                                      | 72        | <b>Momento De Inércia</b> .....                              | 38          |
| Elétrica.....   | 110, 115  | <b>Monitor De Resistência De Isolação (IRM)</b> .....        | 75          |
| Elétrica - Cuidados Com EMC.....  | 162       | <b>Montagem Mecânica</b> .....                               | 97          |
| Em Altitudes Elevadas.....  | 12        |  |             |
| Externa/Kit NEMA 3R Para Gabinete Metálicos.....                            | 2         | <b>N</b>   |             |
| Lado A Lado.....  | 97        | <b>NAMUR</b> .....   | 75          |
| Mecânica.....   | 93        | <b>Nível De Tensão</b> .....                                 | 52          |
| Sobre Pedestal.....   | 71        | <b>Normas De Segurança</b> .....                             | 12          |
| <b>Instruções Para Descarte</b> .....                                       | 13        | <b>Nota Sobre Segurança</b> .....                            | 12          |
| <b>Interruptores S201, S202 E S801</b> .....                                | 120       |  |             |
|   |           | <b>O</b>   |             |
| <b>J</b>  |           | <b>O</b>   |             |
| <b>Jog</b> .....  | 8, 192    | Que É A Certificação E Conformidade Com Normas CE?... 13     |             |
|   |           | Que Está Coberto.....  | 13          |
| <b>K</b>  |           | <b>Opção De Controlador Em Cascata</b> .....                 | 65, 66      |
| <b>Kit Do LCP</b> .....   | 82        | <b>Opcionais</b>   |             |
| <b>Kits De Resfriamento Do Canal Traseiro</b> .....                         | 69        | De Chassi De Tamanho F.....                                  | 74          |
|   |           | E Acessórios.....  | 60          |
| <b>L</b>  |           | <b>Opcional</b>  |             |
| <b>LCP</b>  |           | De Backup De 24 V Do MCB 107 (Opcional D).....               | 2           |
| LCP.....  | 8, 10, 67 | De Controlador Em Cascata.....                               | 65          |
| 101.....  | 82        | De Relé MCB 105.....   | 62          |
| 102.....  | 82        | <b>Operação De Parada Segura (opcional)</b> .....            | 40          |
| <b>Leis Da Proporcionalidade</b> .....                                      | 16        |  |             |
| <b>Ler Registradores De Retenção (03 HEX)</b> .....                         | 190       | <b>P</b>   |             |
| <b>Lista De Códigos De Advertência/Alarme</b> .....                         | 198       | <b>Parada</b>  |             |
| <b>Literatura Disponível</b> .....  | 7         | De Emergência IEC Com Relé De Segurança Da Pilz.....         | 75          |
| <b>Localizações Dos Terminais</b> .....                                     | 135       | Por Inércia.....   | 193, 8, 191 |
|   |           | Segura + Relé Pilz.....                                      | 75          |
| <b>M</b>  |           | <b>Parada/Partida Por Pulso</b> .....                        | 166         |
| <b>MCA</b>  |           | <b>Parâmetros Do Motor</b> .....                             | 167         |
| 101.....  | 82        | <b>Partida/Parada</b> .....                                  | 166         |
| 104.....  | 82        | <b>PELV - Tensão Extra Baixa Protetiva</b> .....             | 35          |
| 108.....  | 82        | <b>Perfil Do FC</b> .....                                    | 191         |
| <b>MCB</b>  |           | <b>Período De Retorno Do Investimento</b> .....              | 16          |
| 101.....  | 82        | <b>Placa</b>   |             |
| 105.....  | 82        | De Controle AQUA Drive Do VLT®FC 202.....                    | 83          |
| 105 Opcional.....   | 62        | De Desacoplamento.....                                       | 109         |
| 107.....  | 82        | <b>Planejamento Do Local Da Instalação</b> .....             | 98          |
| 109.....  | 82        | <b>Plaqueta De Identificação Do Motor</b> .....              | 158         |
| 114.....  | 82        | <b>PLC</b> .....   | 165         |
| <b>MCF 103</b> .....  | 82        | <b>Polaridade Da Entrada Dos Terminais De Controle</b> ..... | 120         |
| <b>MCO</b>  |           | <b>Porta De Comunicação Serial</b> .....                     | 9           |
| 101.....  | 82        | <b>Potência De Frenagem</b> .....                            | 9, 37       |
| 102.....  | 82        | <b>Preparação De Placas De Bucha Para Cabos</b> .....        | 108         |

|  |         |   |     |
|--|---------|---|-----|
| <b>Profibus</b>  |         | <b>Sensor</b>   |     |
| Profibus.....  | 82      | De Temperatura Ni1000.....                              | 64  |
| DP-V1.....   | 161     | De Temperatura Pt1000.....                              | 64  |
| D-Sub 9.....   | 82      | <b>Sequência Da Programação.....</b>                    | 29  |
| <b>Programa O Limite De Velocidade E O Tempo De Rampa.....</b> | 159     | <b>Setup Final E Teste.....</b>                         | 158 |
| <b>Proteção</b>  |         | <b>Símbolos.....</b>                                    | 7   |
| Proteção.....  | 14, 35  | <b>Sintonizando O Controlador De Malha Fechada.....</b> | 30  |
| Contra Curto Circuito.....                                     | 111     | <b>Sistema De Gerenciamento De Prédios.....</b>         | 63  |
| Contra Sobrecorrente.....                                      | 111     | <b>Smart Logic Control.....</b>                         | 167 |
| Do Circuito De Ramificação.....                                | 111     | <b>Soft-starter.....</b>                                | 18  |
| Do Motor.....  | 50      | <b>Software De Setup Do MCT 10.....</b>                 | 161 |
| E Recursos.....  | 50      | <b>Starter Para Delta/estrela.....</b>                  | 18  |
| Térmica Do Motor.....  | 194, 38 | <b>Starters De Motor Manuais.....</b>                   | 75  |
| <b>R</b>   |         | <b>Status</b>   |     |
| <b>RCD</b>   |         | Do Sistema E Operação.....                              | 171 |
| RCD.....   | 10      | Word.....   | 192 |
| (Dispositivo De Corrente Residual).....                        | 75      | <b>String Do Código Do Tipo.....</b>                    | 77  |
| <b>Recepção Do Conversor De Frequência.....</b>                | 99      | <b>T</b>  |     |
| <b>Rede De Alimentação Pública.....</b>                        | 33      | <b>TEMPO DE DESCARGA.....</b>                           | 13  |
| <b>Referência Do Potenciômetro.....</b>                        | 166     | <b>Tempo De Subida.....</b>                             | 56  |
| <b>Relógio Em Tempo Real (RTC).....</b>                        | 65      | <b>Tensão</b>   |     |
| <b>Requisitos</b>  |         | De Pico No Motor.....                                   | 56  |
| De Emissão.....  | 31      | Do Motor.....   | 56  |
| De Emissão De Harmônicas.....                                  | 33      | <b>Terminais</b>  |     |
| De Imunidade.....  | 34      | De Controle.....  | 113 |
| De Segurança Da Instalação Mecânica.....                       | 98      | De Controle Da Sacola De Acessórios.....                | 83  |
| <b>Resfriamento</b>  |         | Do Cabo De Controle.....                                | 113 |
| Resfriamento.....  | 57, 103 | Protegidos Por Fusível De 30 A.....                     | 76  |
| Da Parte Traseira.....   | 103     | <b>Terminal 37.....</b>                                 | 40  |
| Do Duto.....   | 103     | <b>Termistor.....</b>                                   | 10  |
| <b>Resistor Do Freio.....</b>                                  | 36      | <b>Teste</b>  |     |
| <b>Resistores De Freio.....</b>                                | 67      | De Alta Tensão.....                                     | 162 |
| <b>Resultados</b>  |         | De Colocação Em Funcionamento Da Parada Segura.....     | 160 |
| Do Teste De EMC.....   | 32      | <b>Torque.....</b>                                      | 122 |
| Do Teste De Harmônicas (Emissão).....                          | 33      | <b>Tratamento Da Referência.....</b>                    | 27  |
| <b>Reter A Frequência De Saída.....</b>                        | 191     | <b>U</b>  |     |
| <b>RS-485.....</b>   | 175     | <b>Umidade Do Ar.....</b>                               | 14  |
| <b>Ruído Acústico.....</b>                                     | 56      | <b>Utilização De Cabos De EMC Corretos.....</b>         | 164 |
| <b>S</b>   |         | <b>V</b>  |     |
| <b>Saída</b>   |         | <b>Valores De Parâmetros.....</b>                       | 188 |
| Analógica.....   | 52      | <b>Velocidade Nominal Do Motor.....</b>                 | 9   |
| Digital.....   | 52      | <b>Versão Do Software E Aprovações.....</b>             | 13  |
| Do Motor.....  | 50      | <b>Versões De Software.....</b>                         | 83  |
| <b>Saídas</b>  |         | <b>Vibração E Choque.....</b>                           | 15  |
| Analógicas - Terminal X30/5+8.....                             | 61      | <b>Visão Geral Do Protocolo.....</b>                    | 176 |
| Digitais - Terminal X30/5-7.....                               | 61      | <b>VVCplus.....</b>                                     | 11  |
| Do Relé.....   | 53      |   |     |
| Para Atuadores.....  | 63      |   |     |
| <b>Salvar As Configurações De Drive.....</b>                   | 161     |   |     |
| <b>Seleção Da E/S Analógica.....</b>                           | 63      |   |     |



[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

---

A Danfoss não aceita qualquer responsabilidade por possíveis erros constantes de catálogos, brochuras ou outros materiais impressos. A Danfoss reserva para si o direito de alterar os seus produtos sem aviso prévio. Esta determinação aplica-se também a produtos já encomendados, desde que tais alterações não impliquem mudanças às 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 Power Electronics A/S  
Ulsnaes 1  
6300 Graasten  
Denmark  
[www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)

