

## Índice

<b>1. Como Ler este Guia de Design</b>	<b>3</b>
Direitos Autorais, Responsabilidade Limitada e Direitos de Revisão	4
Aprovações	5
Símbolos	5
Abreviações	6
Definições	6
<b>2. Introdução ao Drive do VLT HVAC</b>	<b>13</b>
Segurança	13
Rotulagem CE	15
Umidade atmosférica	17
Ambientes Agressivos	17
Vibração e choque	18
Controles do VLT HVAC	31
PID	33
Aspectos gerais das emissões EMC	43
Isolação galvânica (PELV)	46
Corrente de fuga de terra	47
Controle com a função de freio	47
Controle do freio mecânico	50
Condições de funcionamento extremas	50
Parada Segura	52
<b>3. Seleção do VLT HVAC</b>	<b>55</b>
Especificações	55
Eficiência	67
Ruído acústico	68
Tensão de pico no motor	69
Condições Especiais	69
Opcionais e Acessórios	74
<b>4. Como Fazer o Pedido.</b>	<b>87</b>
Formulário de colocação de pedido	87
Códigos de Compra	89
<b>5. Como instalar</b>	<b>95</b>
Instalação Elétrica	99
Set-Up Final e Teste	113
Conexões Adicionais	115
Instalações de conexões diversas	118

Segurança	121
Instalação de EMC correta	121
Interferência da alimentação de rede elétrica/Harmônicas	125
Dispositivo de Corrente Residual	125
<b>6. Exemplos de Aplicações</b>	<b>127</b>
Partida/Parada	127
Partida/Parada por Pulso	127
Referência do Potenciômetro	128
Adaptação Automática do Motor (AMA)	128
Smart Logic Control	129
Programação do Smart Logic Control	129
Exemplo de Aplicação do SLC	130
Controlador BÁSICO em Cascata	131
Escalonamento da Bomba com Alternação da Bomba de Comando	132
Status do Sistema e Operação	133
Diagrama da Fiação da Bomba de Velocidade Fixa/Variável	133
Diagrama de Fiação para Alternação da Bomba de Comando	134
Diagrama da Fiação do Controlador em Cascata	134
Condições de Partida/Parada	135
Controle em Cascata do Compressor	136
<b>7. Instalação e Set-up do RS-485</b>	<b>139</b>
Instalação e Set-up do RS-485	139
Visão Geral do Protocolo do FC	142
Configuração de Rede	143
Estrutura de Enquadramento da Mensagem do Protocolo do FC	143
Exemplos	148
Visão Geral do Modbus RTU	149
Estrutura do Enquadramento de Mensagem do Modbus RTU	151
Como Acessar os Parâmetros	156
Exemplos	158
Perfil de Controle do FC da Danfoss	164
<b>8. Solução de Problemas</b>	<b>169</b>
Alarmes e advertências	169
Palavras de Alarme	172
Warning words	173
Status words estendidas	174
Mensagens de falha	175
<b>Índice</b>	<b>180</b>

## 1. Como Ler este Guia de Design

**1**

# Drive do VLT HVAC Série FC 100 Guia de Design Versão do software: 2.5x



Este Guia de Design pode ser utilizado para todos os conversores de frequência VLT HVAC com a versão de software 2.5x.

O número da versão de software pode ser encontrado no parâmetro 15-43.

### 1.1.1. Direitos Autorais, Responsabilidade Limitada e Direitos de Revisão

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

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

Embora a Danfoss A/S tenha testado e revisado a documentação contida neste manual, a Danfoss A/S 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 A/S poderá ser responsabilizada por danos diretos, indiretos, especiais, incidentes ou conseqüentes 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 A/S 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 A/S reserva-se o direito de revisar esta publicação sempre que necessário e implementar alterações do seu conteúdo, sem aviso prévio ou qualquer obrigação de notificar usuários antigos ou atuais dessas revisões ou alterações.

### 1.1.2. Literatura disponível

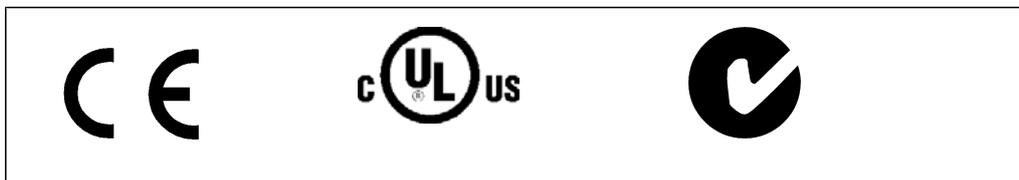
- As Instruções Operacionais MG.11.Ax.yy fornecem as informações necessárias para colocar o drive em funcionamento.
- O Guia de Design MG.11.Bx.yy engloba todas as informações técnicas sobre o drive e projeto e aplicações do cliente.
- O Guia de Programação MG.11.Cx.yy fornece as informações sobre como programar e inclui descrições completas dos parâmetros.
- Instruções de Montagem MI.38.Bx.yy do Opcional de E/S Analógica do MCB109
- Livro de Aplicações MN.60.Ix.yy do VLT® 6000 HVAC
- Instruções Operacionais MG.11.Dx.yy do Drive do BACnet do VLT®HVAC
- Instruções Operacionais, MG.33.Cx.yy do Drive do Profibus do VLT®HVAC.
- Instruções Operacionais, MG.33.Dx.yy do Drive do Device Net do VLT®HVAC
- Instruções Operacionais, MG.11.Ex.yy do Drive do LonWorks do VLT®HVAC
- Instruções Operacionais, MG.11.Fx.yy do Drive do High Power do VLT®HVAC
- Instruções Operacionais, MG.11.Gx.yy do Drive do LonWorks do VLT®HVAC

x = Número da revisão

yy = Código do idioma

A literatura técnica dos Drives da Danfoss também está disponível on-line no endereço [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm).

### 1.1.3. Aprovações



### 1.1.4. Símbolos

Símbolos utilizados neste guia.

	<p><b>NOTA!</b> Indica algum item que o leitor deve observar.</p>
--	---

	<p>Indica uma advertência geral.</p>
--	--------------------------------------

	<p>Indica uma advertência de alta tensão.</p>
--	---

*	<p>Indica configuração padrão</p>
---	-----------------------------------

### 1.1.5. Abreviações

Corrente alternada	AC
American wire gauge	AWG
Ampère/AMP	A
Adaptação Automática do Motor	AMA
Limite de corrente	I <sub>LIM</sub>
Graus Celsius	°C
Corrente contínua	DC
Dependente do Drive	D-TYPE
Compatibilidade Eletromagnética	EMC
Relé Térmico Eletrônico	ETR
drive	FC
Gramas	g
Hertz	Hz
Kilohertz	kHz
Painel de Controle Local	LCP
Metro	m
Indutância em mili-Henry	mH
Miliampère	mA
Milissegundo	ms
Minuto	min
Ferramenta de Controle de Movimento	MCT
Nanofarad	nF
Newton metro	Nm
Corrente nominal do motor	I <sub>M,N</sub>
Freqüência nominal do motor	f <sub>M,N</sub>
Potência nominal do motor	P <sub>M,N</sub>
Tensão nominal do motor	U <sub>M,N</sub>
Parâmetro	par.
Tensão Extra Baixa Protetiva	PELV
Placa de Circuito Impresso	PCB
Corrente de Saída Nominal do Inversor	I <sub>INV</sub>
Rotações Por Minuto	RPM
Segundo	s
Limite de torque	T <sub>LIM</sub>
Volts	V

### 1.1.6. Definições

#### Drive:

$I_{VLT,MAX}$

A corrente de saída máxima.

$I_{VLT,N}$

A corrente de saída nominal fornecida pelo conversor de freqüência.

$U_{VLT,MAX}$

A tensão máxima de saída.

#### Entrada:

##### Comando de controle

Pode-se dar partida e parar o motor por meio do LCP e das 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 saída

#### Motor:

$f_{JOG}$

A freqüência do motor quando a função jog estiver ativada (via 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).

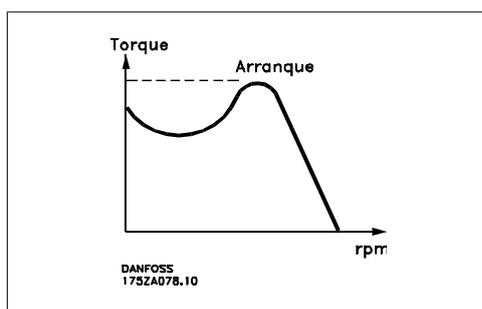
$P_{M,N}$   
A potência nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

$T_{M,N}$   
O torque nominal (motor).

$U_M$   
A tensão instantânea do motor.

$U_{M,N}$   
A tensão nominal do motor (dados da plaqueta de identificação).

Torque de segurança



$\eta_{VLT}$   
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 as informações sobre os comandos de Controle.

### **Referências:**

#### Referência Analógica

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

#### Referência de Barramento

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

#### Referência Predefinida

Uma referência predefinida a ser programada de -100% a +100% do intervalo de referência. Pode-se selecionar 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, em 100% do valor de fundo de escala (tipicamente 10 V, 20 mA), e a referência resultante. O valor de referência máximo é programado no par. 3-03.

#### 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 de referência mínimo é programado no par. 3-02.

### **Diversos:**

#### Entradas Analógicas

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

Há dois tipos de entradas analógicas:

Entrada de corrente, de 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 de Motor, AMA

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

#### Resistor de Freio

O resistor do freio é um módulo capaz de absorver a energia de frenagem gerada na frenagem regenerativa. Esta energia de frenagem regenerativa aumenta a tensão do circuito intermediário e um circuito de frenagem garante que a energia seja transmitida para o resistor do freio.

#### Características de TC

Características de torque constante utilizadas para parafuso e cavilha de compressores de refrigeração.

#### Entradas Digitais

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

#### Saídas Digitais

O drive exibe duas saídas de Estado Sólido que são capazes de fornecer um sinal de 24 VCC (máx. 40 mA).

#### DSP

Processador de Sinal Digital.

#### Saídas de Relé:

O drive do conversor de frequência oferece 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 (LCP102)

#### Inicialização

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

#### Ciclo Útil Intermitente

Uma característica útil intermitente refere-se a uma seqüência de ciclos úteis. Cada ciclo consiste de 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 uma distância de até 3 metros do conversor de frequência, ou seja, em um painel frontal, por meio do kit de instalação opcional.

O Painel de Controle Local é oferecido em duas versões:

- LCP101 Numérico (NLCP)
- LCP102 Gráfico (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 (LCP101)

#### Parâmetros On-line/Off-line

As alterações nos parâmetros on-line são ativadas imediatamente após a mudança no valor dos dados. As alterações nos parâmetros off-line só serão ativadas depois que a tecla [OK] for pressionada no LCP.

#### Controlador PID

O controlador PID mantém os valores desejados de velocidade, pressão, temperatura etc., ajustando a frequência de saída de modo que ela corresponda à variação da carga.

#### RCD

Dispositivo de Corrente Residual.

#### Setup

Pode-se salvar as configurações de parâmetros em quatro tipos de Setups. Alterne entre os quatro Setups de parâmetros e edite um deles, enquanto o outro Setup estiver ativo.

#### SFAVM

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

#### Compensação de Escorregamento

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

#### Smart Logic Control (SLC)

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

#### Termistor:

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

#### Desarme

É um estado que ocorre em situações de falha, por ex., se houver superaquecimento no conversor de frequência ou quando este estiver protegendo o motor, processo ou mecanismo. Uma nova partida é suspensa, até que a causa da falha seja eliminada e o estado de desarme cancelado, ou pelo acionamento do reset ou, em certas situações, pela programação de um reset automático. O desarme não pode ser utilizado para fins de segurança pessoal.

#### Bloqueado por Desarme

É um estado que ocorre em situações de falha, quando o conversor de frequência está auto protegendo e requer intervenção manual, p. ex., no caso de curto-circuito na saída do conversor. Um bloqueio por desarme somente pode ser cancelado desligando-se a rede elétrica, eliminando-se a causa da falha e energizando o conversor de frequência novamente. A reinicialização é suspensa até que o desarme seja cancelado, pelo acionamento do reset ou, em certas situações, programando um reset automático. O bloqueio por desarme não pode ser utilizado como um meio para segurança pessoal.

#### Características do TV

Características de torque variável, utilizado em bombas e ventiladores.

#### VVCplus

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

60° AVM

Padrão de chaveamento, conhecido como 60° Asynchronous Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona, consulte o par. 14-00).

**1.1.7. Fator de Potência**

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

$$\text{Fator de potência} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

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 a extensão o conversor de frequência impõe uma carga na alimentação de rede elétrica.

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

Quanto menor o fator de potência, maior a  $I_{RMS}$ , para o mesmo desempenho em kW.

Além disso, um fator de potência alto indica que as diferentes correntes harmônicas são baixas. As bobinas CC embutidas nos conversores de frequência produzem um fator de potência alto, o que minimiza a carga imposta na alimentação de rede elétrica.



## 2. Introdução ao Drive do VLT HVAC

### 2.1. Segurança

2

#### 2.1.1. Observação sobre Segurança



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 do fieldbus pode causar danos ao equipamento, ferimentos graves ou mesmo a morte nas pessoas. Conseqüentemente, as instruções neste manual, bem como as normas nacional e local devem ser obedecidas.

##### Normas de Segurança

1. O conversor de frequência deve ser desligado da rede elétrica, se for necessário realizar reparos. Verifique se a alimentação da rede foi desligada e que haja passado tempo suficiente, antes de remover o motor e os plugues da rede elétrica.
2. A tecla [STOP/RESET] do painel de controle do conversor de frequência não desconecta o equipamento da rede elétrica e, portanto, não deve ser utilizada como interruptor de segurança.
3. A correta ligação de proteção do equipamento à terra deve estar estabelecida, o operador deve estar protegido contra a tensão de alimentação e o motor deve estar protegido contra sobrecarga, conforme as normas nacional e local aplicáveis.
4. As correntes de fuga para o terra são superiores a 3,5 mA.
5. A proteção contra sobrecargas do motor é programada no Par. 1-90 *Proteção Térmica do Motor*. Se esta função for desejada, programe o parâmetro 1-90 com o valor de dado [Desarme por ETR] (valor padrão) ou com o valor de dado [Advertência do ETR]. Observação: 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 classe 20 contra sobrecarga do motor, em conformidade com a NEC.
6. Não remova os plugues do motor, nem da alimentação da rede, enquanto o conversor de frequência estiver ligado a esta rede. Verifique se a alimentação da rede foi desligada e que haja passado tempo suficiente, antes de remover o motor e os plugues da rede elétrica.
7. Observe que o conversor de frequência tem mais entradas de tensão além de L1, L2 e L3, depois que a divisão da carga (ligação do circuito intermediário de CC) e de 24 V CC externa forem instaladas. Verifique se todas as entradas de tensão foram desligadas e se já decorreu o tempo necessário, antes de iniciar o trabalho de reparo.

##### Instalação em Altitudes Elevadas



Para altitudes superiores a 2 km, entre em contacto com a Danfoss Drive, com relação à PELV.

##### Advertência contra Partida Acidental

1. O motor pode ser parado por meio de comandos digitais, comandos pelo barramento, referências ou parada local, durante o período em que o conversor de frequência estiver

ligado à rede. 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 pode dar partida. Conseqüentemente, a tecla de parada [STOP/RESET] deverá estar sempre ativada; após o que os dados poderão ser alterados.
3. Um motor que foi 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.



**Advertência:**

Tocar nas partes elétricas pode até causar morte - mesmo depois que o equipamento tiver sido desconectado da rede elétrica.

Certifique-se de que as outras entradas de tensão foram desconectadas, como a alimentação externa de 24 V CC, divisão de carga (ligação de circuito CC intermediário), bem como a conexão de motor para backup cinético. Consulte as *Instruções Operacionais MG.11.Ax.yy do Drive do VLT® HVAC*, para orientações adicionais sobre segurança.

### 2.1.2. Cuidado!



**Cuidado!**

Os capacitores do barramento CC do conversor de frequência permanecem com carga elétrica, mesmo depois que a energia foi desconectada. Para evitar o perigo de choque elétrico, desconecte o conversor de frequência da rede elétrica, antes de executar a manutenção. Antes de executar qualquer serviço de manutenção no conversor de frequência, aguarde alguns minutos, como recomendado a seguir:

Tensão	Tempo Mínimo de Espera				
	4 min.	15 min.	20 min.	30 min.	40 min.
200 - 240 V	1,1 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW			
380 - 480 V	1,1 - 7,5 kW	11 - 90 kW	110 - 200 kW		250 - 450 kW
525 - 600 V	1,1 - 7,5 kW		110 - 250 kW	315 - 560 kW	

Cuidado, pois pode haver alta tensão presente no barramento CC, mesmo quando os LEDs estiverem apagados.

### 2.1.3. Instruções para Descarte



O equipamento que contiver componentes elétricos não pode ser descartado junto com o lixo doméstico.

Deve ser coletado separadamente, junto com o lixo de material Elétrico e Eletrônico, em conformidade com a legislação local e atual em vigor.

## 2.2. Rotulagem CE

### 2.2.1. Conformidade e Rotulagem CE

#### O que é a Conformidade e Rotulagem CE?

O propósito da rotulagem CE é evitar obstáculos técnicos no comércio, dentro da Área de Livre Comércio Europeu (EFTA) e da União Européia. A U.E. introduziu o rótulo CE como uma forma simples de mostrar se um produto está em conformidade com as orientações relevantes da U.E. A etiqueta CE não tem informações sobre a qualidade ou especificações do produto. Os conversores de frequência são regidos por três diretivas da UE:

#### A diretiva de maquinário (98/37/EEC)

Todas as máquinas com peças móveis críticas estão cobertas pela diretiva das máquinas, publicada em 1º. de Janeiro de 1995. Como o conversor de frequência é essencialmente elétrico, ele não se enquadra na diretiva de maquinário. 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. Isto é feito por meio de uma declaração do fabricante.

#### A diretiva de baixa tensão (73/23/EEC)

Os conversores de frequência devem ter o rótulo CE, em conformidade com a diretiva de baixa tensão, que entrou em vigor em 1º. de janeiro de 1997. Essa diretiva aplica-se a todo equipamento elétrico e eletrodomésticos usado nas faixas de tensão de 50 - 1000 V CA e de 75 - 1500 V CC. A Danfoss coloca os rótulos CE em conformidade com a diretiva e emite uma declaração de conformidade mediante solicitação.

#### A diretiva EMC (89/336/EEC)

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 o funcionamento dos mesmos.

A diretiva relativa à EMC entrou em vigor no dia 1º. de Janeiro de 1996. A Danfoss coloca os rótulos CE em conformidade com a diretiva e emite uma declaração de conformidade mediante solicitação. Para executar uma instalação de EMC corretamente, consulte as instruções neste Guia de Design. Além disso, especificamos quais normas são atendidas, quanto à conformidade, pelos nossos produtos. Oferecemos os filtros que constam nas especificações e fornecemos outros tipos de assistência para garantir resultados otimizados de EMC.

Na maior parte das vezes o conversor de frequência é utilizado por profissionais da área como um componente complexo que faz parte de um eletrodoméstico grande, sistema ou instalação. Deve-se enfatizar que a responsabilidade pelas propriedades finais de EMC do eletrodoméstico, sistema ou instalação recai sobre o instalador.

### 2.2.2. O que Está Coberto

As "Orientações na Aplicação da Diretiva do Conselho 89/336/EEC" da U.E. delineiam três situações típicas da utilização de um conversor de frequência. Veja, abaixo, a respeito da cobertura EMC e rotulagem CE.

1. O conversor de frequência é vendido diretamente ao consumidor final. O conversor de frequência é vendido, por exemplo, para o mercado "Faça Você Mesmo". O consumidor final não é um especialista. Ele próprio instala o conversor de frequência para uso em uma máquina para hobby, em um eletrodoméstico, etc. Para estas aplicações, o conversor de frequência deverá estar com a rotulagem CE, de acordo com a diretiva de EMC.
2. O conversor de frequência é vendido para ser instalado em uma fábrica. A fábrica é construída por profissionais do ramo. Pode ser uma instalação fabril ou de aquecimento/ventilação, que foi projetada e instalada por profissionais do ramo. Nem o conversor de frequência nem a instalação fabril necessitam de rotulagem CE, de acordo com a diretiva

de EMC. Todavia, a unidade deve estar em conformidade com os requisitos EMC fundamentais da diretiva. Isto é garantido utilizando componentes, dispositivos e sistemas que têm o rótulo CE, em conformidade com a diretiva de EMC.

3. O conversor de frequência é vendido como parte de um sistema completo. O sistema está sendo comercializado como completo e pode, p.ex., estar em um sistema de ar condicionado. Todo o sistema deverá ter a rotulagem CE, em conformidade com a diretiva EMC. O fabricante pode garantir a rotulagem CE, conforme a diretiva de EMC, seja usando componentes com o rótulo CE ou testando a EMC do sistema. Se escolher utilizar somente componentes com rótulo CE, não será preciso testar o sistema inteiro.

### 2.2.3. O Conversor de Frequências do VLT da Danfoss e a Rotulagem CE

Os rótulos CE constituem uma característica positiva, quando utilizadas para seus fins originais, isto é, facilitar as transações comerciais no âmbito dos países da U.E. e da EFTA.

No entanto, os rótulos CE poderão cobrir muitas especificações diferentes. Assim, é preciso verificar o que um determinado rótulo CE cobre, especificamente.

As especificações cobertas podem ser muito diferentes e um rótulo CE pode, conseqüentemente, dar uma falsa impressão de segurança ao instalador quando utilizar um conversor de frequências, como um componente num sistema ou num eletrodoméstico.

A Danfoss coloca o rótulo CE nos conversores de frequências em conformidade com a diretiva de baixa tensão. Isto significa que, se o conversor de frequências está instalado corretamente, garante-se a conformidade com a diretiva de baixa tensão. A Danfoss emite um declaração de conformidade que confirma o fato de que o rótulo CE está conforme a diretiva de baixa tensão.

O rótulo CE aplica-se igualmente à diretiva de EMC desde que as instruções para uma instalação e filtragem de EMC correta sejam seguidas. Baseada neste fato, é emitida uma declaração de conformidade com a diretiva EMC.

O Guia de Design fornece instruções de instalação detalhadas para garantir a instalação de EMC correta. Além disso, a Danfoss especifica quais as normas atendidas, quanto à conformidade, pelos seus diferentes produtos.

A Danfoss fornece outros tipos de assistência que possam auxiliá-lo a obter o melhor resultado de EMC.

### 2.2.4. Conformidade com a Diretiva de EMC 89/336/EEC

Conforme mencionado, o conversor de frequência é utilizado, na maioria das vezes, por profissionais do ramo como um componente complexo que faz parte de um eletrodoméstico grande, sistema ou instalação. Deve-se enfatizar que a responsabilidade pelas propriedades finais de EMC do eletrodoméstico, sistema ou instalação recai sobre o instalador. Para ajudar o técnico instalador, a Danfoss preparou orientações para instalação EMC, para o Sistema de Acionamento Elétrico. As normas e níveis de teste determinados para Sistemas de Acionamento de Potência estão em conformidade, desde que sejam seguidas as instruções para instalação correta de EMC; consulte a seção *Imunidade de EMC*.

## 2.3. Umidade atmosférica

### 2.3.1. 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 em 50 °C.

## 2.4. Ambientes Agressivos

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



Por este motivo, o conversor de frequência não deve ser instalado em ambientes onde o ar esteja com gotículas, partículas ou gases em suspensão 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.

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 em componentes e peças metálicas. Em ambientes com estas características, recomenda-se a utilização de equipamento com classe de gabinete IP 55. Como proteção adicional, pode-se encomendar placas de circuito impresso com revestimento protetivo, como opção.

Partículas suspensas no ar, como partículas de poeira, podem causar falhas mecânicas, elétricas ou térmicas no conversor de frequência. Um indicador típico dos níveis excessivos de partículas suspensas são partículas de poeira em volta do ventilador do conversor de frequência. Em ambientes com muita poeira, recomenda-se utilizar o gabinete metálico classe IP55, ou a utilização de uma cabine para o equipamento IP 00/IP 20/TIPO 1.

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

Estas reações afetarão e danificarão, rapidamente, os componentes eletrônicos. Nesses ambientes, recomenda-se que o equipamento seja montado em uma cabine ventilada, impedindo o contacto do conversor de frequência com gases agressivos.

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



#### **NOTA!**

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, deve-se verificar a presença de líquidos, partículas e gases suspensos no ar ambiente. Isto pode ser feito observando-se as instalações já 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 cabines de instalação e em instalações elétricas existentes. Um indicador de gases agressivos no ar é o enegrecimento de barras de cobre e extremidades de fios de cobre em instalações existentes.

## 2.5. Vibração e choque

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

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

## 2.6. Vantagens

### 2.6.1. Por que utilizar 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. Consulte o texto *As Leis de Proporcionalidade*, para obter outras informações.

### 2.6.2. A vantagem óbvia - economia de energia

A maior vantagem ao se utilizar um conversor de frequência para controlar a velocidade de ventiladores e bombas reside 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.

### 2.6.3. Exemplo de economia de energia

Como mostrado na figura (as leis da proporcionalidade), a vazão é controlada variando a rotação. Ao reduzir a velocidade apenas 20% da velocidade nominal, verifica-se igualmente uma redução de 20% na vazão. Isto porque a vazão é diretamente proporcional à rotação (rpm). No entanto, verifica-se uma redução de 50% no consumo de energia.

Se o sistema em questão necessitar fornecer uma vazão que corresponda a 100% apenas alguns dias por ano, enquanto a média for inferior a 80% da vazão nominal, durante o resto do ano, a quantidade de energia economizada será superior a 50%.

**As** leis da proporcionalidade

A figura abaixo descreve a dependência do fluxo, pressão e consumo de energia em rpm.

Q = Vazão

Q<sub>1</sub> = Vazão nominal

Q<sub>2</sub> = Vazão reduzida

H = Pressão

H<sub>1</sub> = Pressão nominal

H<sub>2</sub> = Pressão reduzida

P = Potência

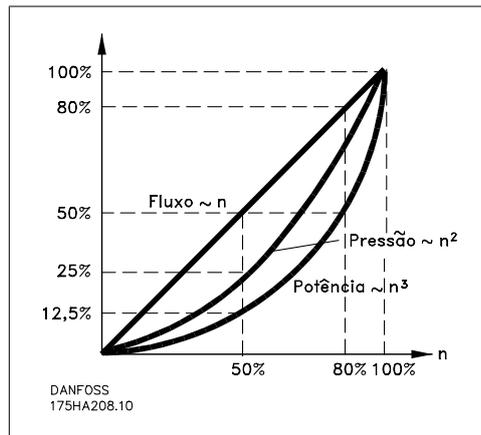
P<sub>1</sub> = Potência nominal

P<sub>2</sub> = Potência reduzida

n = Regulação de velocidade

n<sub>1</sub> = Velocidade nominal

n<sub>2</sub> = Velocidade reduzida



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

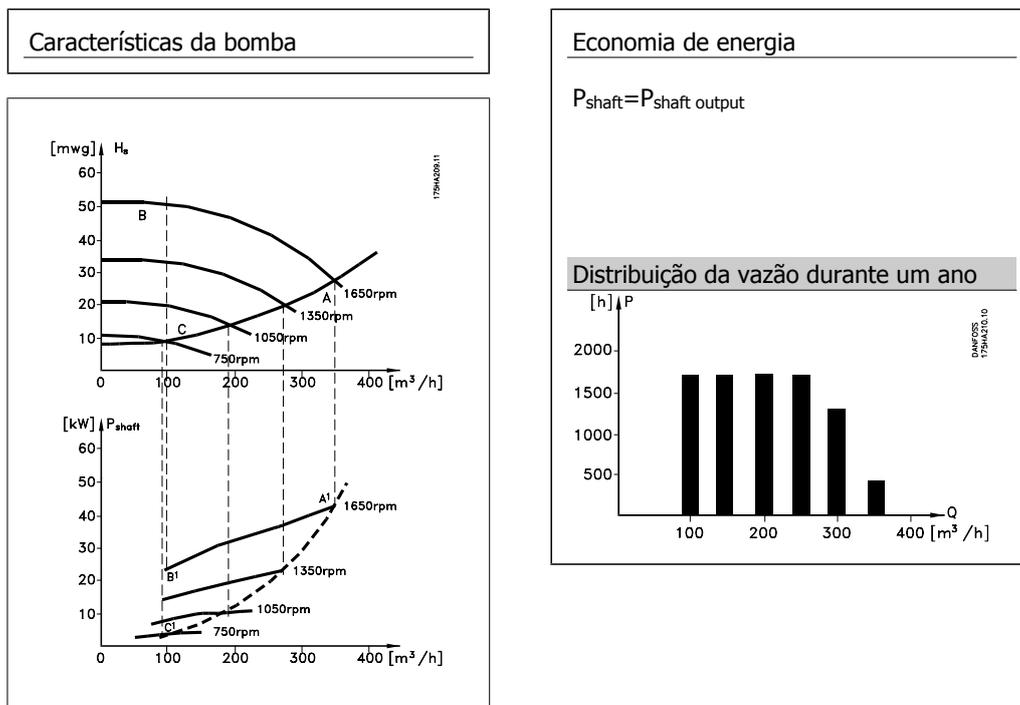
$$\text{Pressão} : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

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

### 2.6.4. Exemplo com fluxo variante ao longo de 1 ano

O exemplo abaixo é calculado com base nas características obtidas a partir das especificações de uma bomba.

O resultado obtido mostra uma economia de energia superior a 50% do consumo determinado para a vazão durante um ano. O período de retorno do investimento depende do preço do kWh e do preço do conversor de frequência. Neste exemplo o período é menor do que um ano, quando comparado com válvulas de velocidade constante.



m³/h	Distribuição		Regulação por válvulas		Controle por conversor de frequência	
			Potência	Energia	Potência	Energia
	%	Horas	A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	kWh	A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	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
<b>Σ</b>	<b>100</b>	<b>8760</b>		<b>275.064</b>		<b>26.801</b>

### 2.6.5. Melhor controle

Ao utilizar-se um conversor de frequência 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, desse modo obtendo um controle variável da vazão 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 de PID embutido.

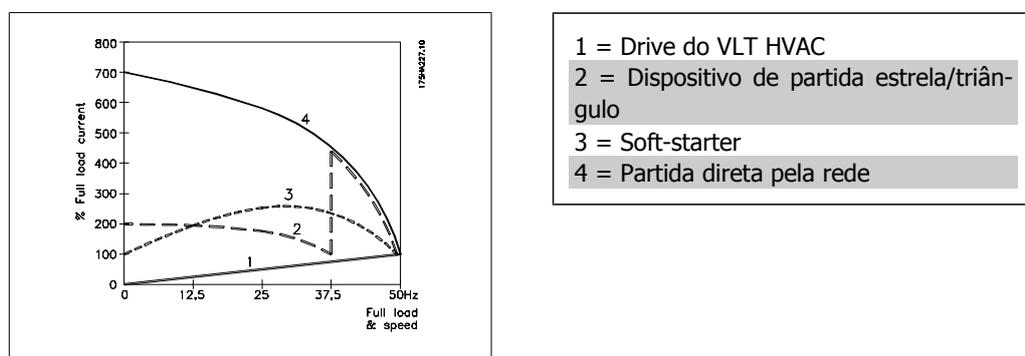
### 2.6.6. Compensação do cos φ

De um modo geral, um conversor de frequência com cos φ igual a 1 fornece correção do fator de potência para o cos φ do motor, o que significa que não há necessidade de fazer concessões para o cos φ do motor ao dimensionar-se a unidade de correção do fator de potência.

### 2.6.7. Starter para estrela/delta ou o soft-starter não é necessário

Ao dar a partida em motores grandes, é necessário utilizar equipamento que limite a corrente de partida, em muitos países. Em sistemas mais tradicionais, utiliza-se com maior frequência um starter estrela/ triângulo ou soft-starter. Estes dispositivos de partida de motores não são necessários quando for utilizado um conversor de frequência.

Como ilustra a figura abaixo, um conversor de frequência não consome mais corrente do que a nominal.



### 2.6.8. O custo do conversor de frequência não é maior

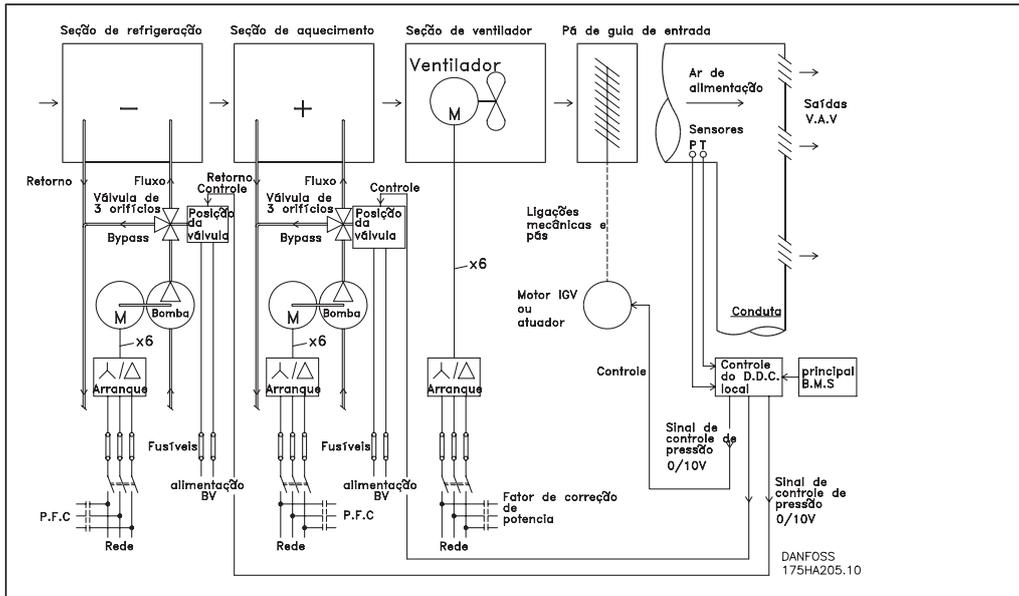
O exemplo da página seguinte mostra que não é necessária uma grande quantidade de equipamento quando um conversor de frequência for utilizado. É possível calcular o custo de instalação dos dois sistemas. No exemplo da página seguinte, os dois sistemas podem ser instalados aproximadamente pelo mesmo preço.

### 2.6.9. Sem conversor de frequência

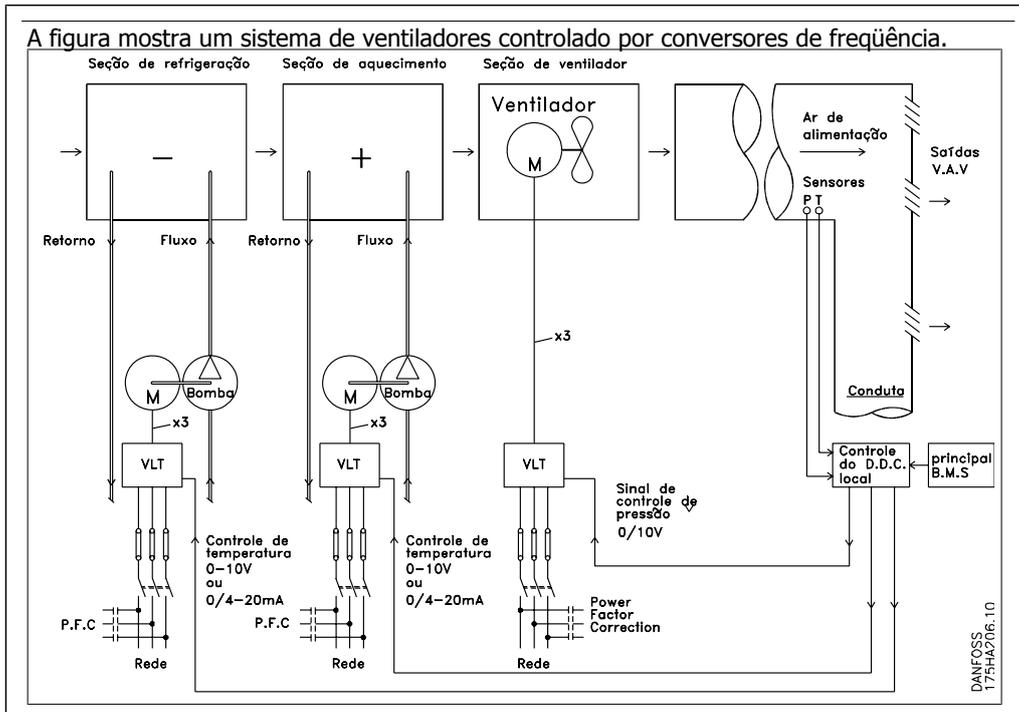
A figura mostra um sistema de ventilador efetuado da maneira tradicional.

D.D.C.	=	Direct Digital Control (Controle Direto Digital)	E.M.S.	=	Energy Management system (Sistema de Gerenciamento da Energia)
V.A.V.	=	Variable Air Volume (Volume variável de ar)			
Sensor P	=	Pressão	Sensor T	=	Temperatura

2



### 2.6.10. Com um conversor de frequência



### 2.6.11. Exemplos de aplicações

As próximas páginas mostram exemplos típicos de aplicações para o HVAC.

Se deseja receber mais informações sobre uma determinada aplicação, solicite ao seu fornecedor Danfoss uma folha de informações contendo uma descrição completa dessa aplicação.

#### Variable Air Volume (Volume variável de ar)

*Solicite O Drive para... Melhorar Sistemas de Ventilação com Volume Variável de Ar MN.60.A1.02*

#### Volume de Ar Constante

*Solicite O Drive para... Melhorar Sistemas de Ventilação com Volume Constante de Ar MN.60.B1.02*

#### Ventiladores de Torre de Resfriamento

*Solicite O Drive para... Melhorar o controle de ventiladores em torres de resfriamento MN.60.C1.02*

#### Bombas do condensador

*Solicite O Drive para... Melhorar sistemas de bombeamento de condensadores de água MN.60.F1.02*

#### Bombas primárias

*Solicite O Drive para... Melhorar o seu bombeamento primário em sistemas de bombeamento primário/secundário MN.60.D1.02*

#### Bombas secundárias

*Solicite O Drive para... Melhorar o bombeamento secundário em sistemas de bombeamento primário/secundário MN.60.E1.02*

## 2.6.12. Variable Air Volume (Volume variável de ar)

Os sistemas VAV ou Variable Air Volume (volume variável de ar) são utilizados para controlar tanto a ventilação quanto a temperatura, para atender as necessidades de um prédio. Os sistemas centrais VAV são considerados como o método mais eficiente, do ponto de vista de energia, para o condicionamento de ar em prédios. Pode-se obter uma maior eficiência, projetando-se sistemas centrais ao invés de sistemas distribuídos.

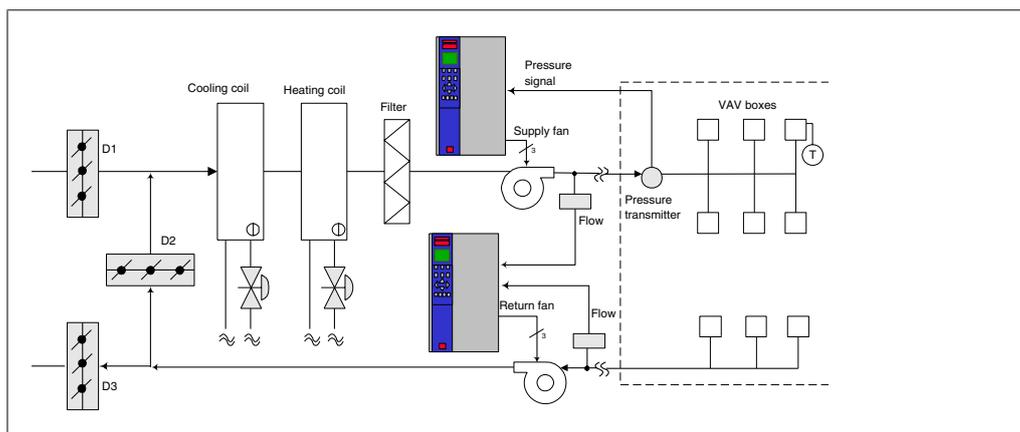
A eficiência provém da utilização de ventiladores e resfriadores maiores, os quais apresentam uma eficiência muito superior à dos motores pequenos e resfriadores para refrigeração distribuída de ar. Economiza-se também com a redução nos requisitos de manutenção.

## 2.6.13. A solução VLT

Enquanto os amortecedores e as IGVs atuam para manter uma pressão constante na tubulação, uma solução com conversor de frequência economiza muito mais energia e reduz a complexidade da instalação. Ao invés de criar uma queda artificial de pressão ou causar uma diminuição na eficiência do ventilador, o conversor de frequência reduz a velocidade do ventilador, para proporcionar a vazão e a pressão requeridas pelo sistema.

Dispositivos de centrifugação, como os ventiladores, comportam-se de acordo com as leis de centrifugação. Isto significa que os ventiladores reduzem a pressão e a vazão que produzem, na medida em que a sua velocidade é reduzida. Seu consumo de energia, por conseguinte, é drasticamente reduzido.

O >ventilador de retorno é freqüentemente controlado para manter uma diferença fixa na vazão de ar, entre a fonte de ar e o retorno. O controlador PID avançado do VLT HVAC pode ser utilizado para eliminar a necessidade de controladores adicionais.



### 2.6.14. Volume de Ar Constante

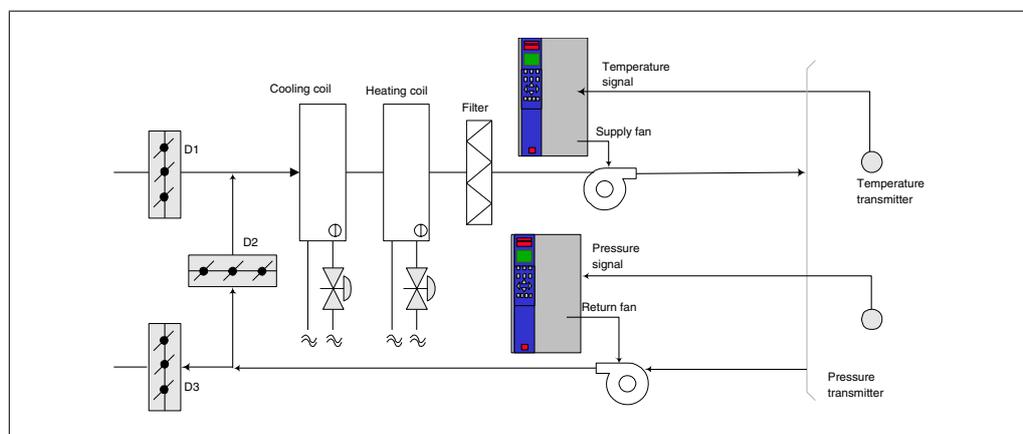
Os sistemas CAV ou Constant Air Volume (volume constante de ar) são sistemas de ventilação central, geralmente utilizados para abastecer grandes áreas comuns, com quantidades mínimas de ar fresco. Esses sistemas precederam os sistemas VAV e são também encontrados em prédios comerciais mais antigos, com diversas áreas. Estes sistemas pré-aquecem o ar fresco, utilizando as AHUs (Air Handling Units, Unidades de tratamento de ar) com serpentinas de aquecimento; muitas são também utilizadas para refrigerar prédios e têm uma serpentina de resfriamento. As unidades de serpentina com ventilador são geralmente utilizadas para ajudar nos requisitos de aquecimento e resfriamento, nas áreas individuais.

### 2.6.15. A solução VLT

Com um conversor de frequência, uma economia significativa de energia pode ser obtida, ao mesmo tempo que se mantém um adequado controle do prédio. Sensores de temperatura ou sensores de CO<sub>2</sub> podem ser utilizados como sinais de feedback para os conversores de frequência. Seja para o controle da temperatura, da qualidade do ar ou de ambos, um CAV system pode ser controlado para funcionar com base nas condições reais do prédio. À medida que diminui a quantidade de pessoas na área controlada, a necessidade de ar fresco diminui. O sensor de CO<sub>2</sub> detecta níveis menores e diminui a velocidade dos ventiladores de alimentação. O ventilador de retorno é modulado para manter um setpoint de pressão estática ou diferença fixa, entre as vazões do ar que é alimentado e o de retorno.

Com o controle da temperatura, especialmente utilizado nos sistemas de ar condicionado, à medida que a temperatura externa varia, bem como a variação do número de pessoas na área sob controle, os requisitos de resfriamento também variam. Quando a temperatura cai abaixo do setpoint, o ventilador de abastecimento pode reduzir a sua velocidade. O ventilador de retorno é modulado para manter um setpoint de pressão estática. Pela redução da vazão de ar, a energia utilizada para aquecer ou resfriar o ar fresco é também reduzida, agregando uma economia ainda maior.

Vários recursos do conversor de frequência HVAC dedicado da Danfoss, o Drive do VLT® HVAC, podem ser utilizados para melhorar o desempenho do seu sistema CAV. Uma das preocupações quanto ao controle de um sistema de ventilação, diz respeito à qualidade deficiente do ar. A frequência mínima programável pode ser configurada para manter uma quantidade mínima de ar, independente do sinal de feedback ou de referência. O conversor de frequência também inclui um controlador de PID com 3 setpoint, de 3 zonas, o que permite monitorar tanto a temperatura quanto a qualidade do ar. Mesmo que os requisitos de temperatura sejam satisfeitos, o drive manterá um fornecimento de ar suficiente para satisfazer o sensor de qualidade do ar. O controlador é capaz de monitorar e comparar dois sinais de feedback, a fim de controlar o ventilador de retorno, mantendo uma vazão de ar diferencial fixa, inclusive entre os dutos de alimentação e de retorno.



## 2.6.16. Ventiladores de Torre de Resfriamento

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

Eles resfriam a água do condensador por evaporação.

A água do condensador é nebulizada sobre as "superfícies de evaporação" da torre de resfriamento, a fim de aumentar a área da superfície da torre. O ventilador da torre injeta água nebulizada e ar nas superfícies de evaporação para auxiliar no processo de evaporação. A evaporação remove a energia da água, baixando a sua temperatura. A água resfriada é coletada no tanque das torres de refrigeração, de onde é bombeada de volta ao condensador dos resfriadores e o processo se repete.

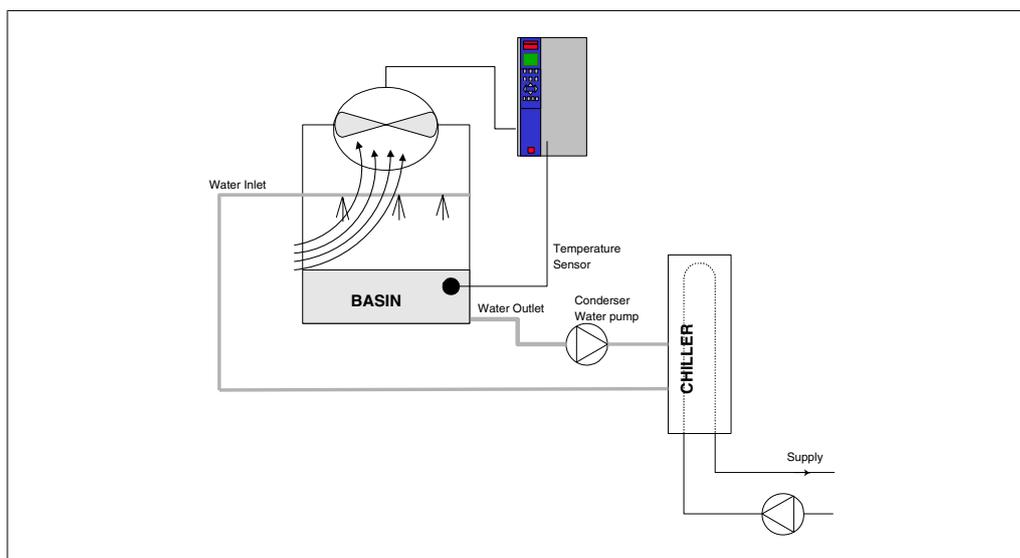
## 2.6.17. A solução VLT

Com um conversor de freqüência, os ventiladores da torre de resfriamento podem ser controlados, na velocidade necessária para manter a temperatura da água no condensador. Os conversores de freqüência também podem ser utilizados para ligar e desligar o ventilador, na medida do necessário.

Vários recursos do conversor de freqüência HVAC dedicado da Danfoss, o Drive do VLT HVAC, podem ser utilizados para melhorar o desempenho da sua aplicação com ventiladores de torres de resfriamento. À medida que os ventiladores da torre de resfriamento caem abaixo de uma determinada velocidade, o efeito do ventilador no resfriamento da água torna-se pequeno. E também, ao utilizar uma caixa de cambio para controle de freqüência do ventilador da torre, pode ser necessária uma velocidade mínima de 40-50%.

A configuração da freqüência mínima programável do usuário está disponível para manter esta freqüência mínima, mesmo que o feedback ou a referência de velocidade exija velocidades mais baixas.

Um outro recurso padrão, é que é possível programar o conversor de freqüência para entrar em modo "sleep" e parar o ventilador, até que seja necessária uma velocidade mais alta. Além disso, alguns ventiladores de torres de resfriamento apresentam freqüências indesejáveis que podem causar vibrations Estas freqüências podem ser facilmente evitadas, por meio da programação das faixas de freqüências de bypass, no conversor de freqüência.



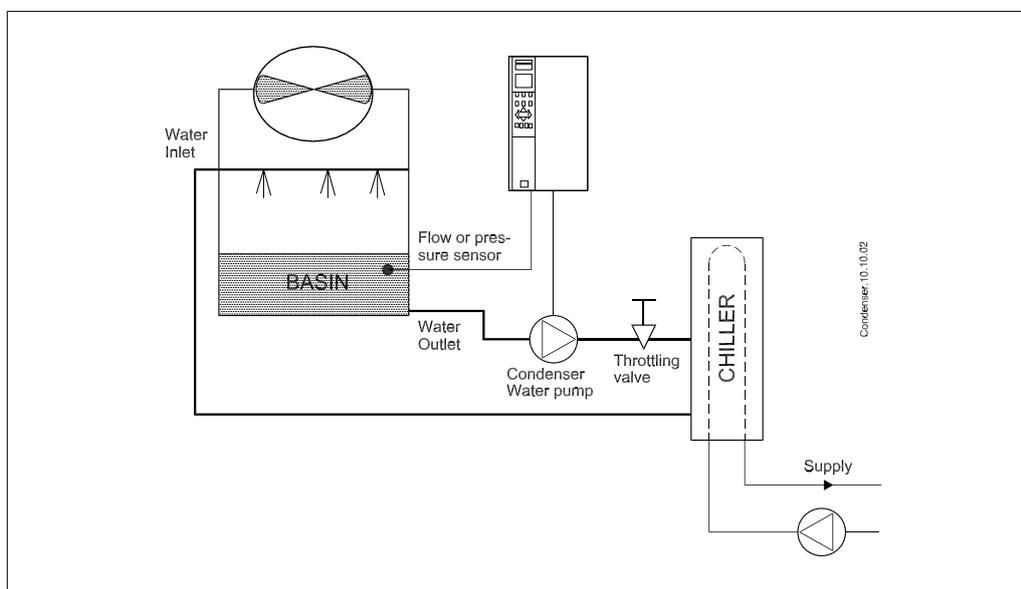
### 2.6.18. Bombas do condensador

As bombas de água do condensador são primariamente utilizadas para fazer a água circular através da seção dos resfriadores de água e suas respectivas torres de resfriamento. A água do condensador absorve o calor da seção do condensador dos resfriadores e o libera para a atmosfera da torre de resfriamento. Esses sistemas são utilizados pois proporcionam o meio mais eficaz de produzir água resfriada, sendo até 20% mais eficientes que os resfriadores a ar.

### 2.6.19. A solução VLT

Os conversores de frequência podem ser adicionados às bombas de água do condensador, em lugar de de balancear as bombas com válvulas reguladoras ou por compensação do impulsor da bomba.

A utilização de um conversor de frequência em lugar de uma válvula reguladora simplesmente economiza a energia que seria absorvida pela válvula. Esta economia pode chegar a 15-20% ou mais. O desgaste do impulsor da bomba é irreversível; desse modo se as condições mudarem e for necessária uma vazão maior, o impulsor deve ser substituído.



## 2.6.20. Bombas primárias

As bombas primárias de um sistema de bombeamento primário/secundário podem ser utilizadas para manter uma vazão constante, por meio de dispositivos que encontram dificuldades de operação ou de controle, quando sujeitos a uma vazão variável. A técnica de bombeamento primário/secundário desacopla o loop de produção "primário" do loop de distribuição "secundário". Isto permite que dispositivos como resfriadores obtenham uma vazão projetada constante e funcionem adequadamente, ao mesmo tempo em que permitem o restante do sistema variar a vazão.

Conforme se diminua a velocidade da vazão do evaporador em um resfriador, a água resfriada começa a ficar excessivamente fria. Quando isto ocorre, o resfriador tenta diminuir a sua capacidade de resfriamento. Se a velocidade da vazão cair bastante, ou demasiadamente rápido, o resfriador não consegue verter a sua carga em quantidade suficiente e o dispositivo de segurança de temperatura baixa do evaporador do resfriador desarma o resfriador, necessitando de um reset manual. Esta é uma situação comum nas grandes instalações, especialmente quando dois ou mais resfriadores estiverem instalados em paralelo, caso o bombeamento primário/secundário não seja utilizado.

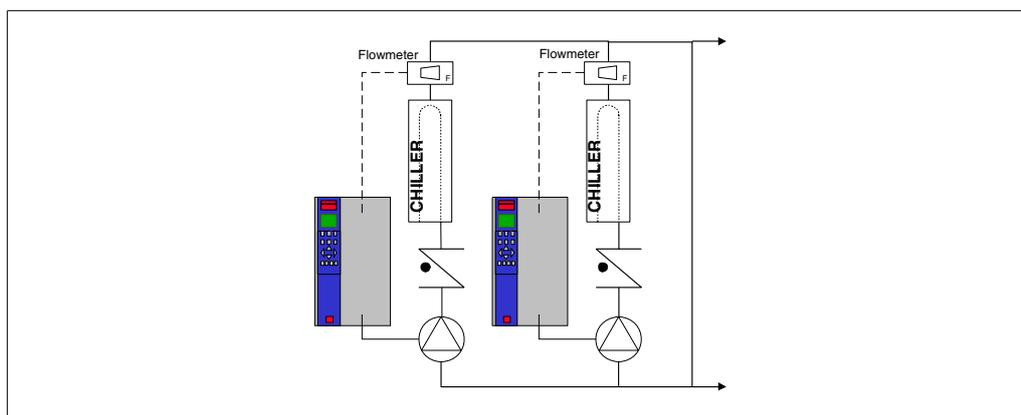
## 2.6.21. A solução VLT

Dependendo do tamanho do sistema e do porte do loop primário, o consumo de energia deste loop pode tornar-se considerável.

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

O primeiro método utiliza um medidor de vazão. Pelo fato da velocidade da vazão desejada ser conhecida e constante, um medidor de vazão instalado na saída de cada resfriador pode ser utilizado para controlar a bomba diretamente. Ao utilizar o controlador PID interno, o conversor de frequência manterá sempre a velocidade da vazão apropriada, inclusive compensando as mudanças de resistência no loop primário da tubulação, na medida em que os resfriadores e suas bombas são acopladas e desacopladas.

O outro método é a determinação da velocidade local. O operador simplesmente diminui a frequência de saída até que a velocidade de vazão planejada seja atingida. O uso de um conversor de frequência para diminuir a velocidade da bomba é muito semelhante ao desbaste do impulsor das bombas, entretanto não exige qualquer mão-de-obra e a eficiência das bombas permanece elevada. O contrativo do balanceamento simplesmente reduz a velocidade da bomba, até que a velocidade apropriada da vazão seja alcançada, deixando a velocidade fixa. A bomba funcionará com essa velocidade sempre que o resfriador for acoplado. Devido ao fato da malha primária não possuir válvulas de controle nem outros dispositivos que possam fazer com que a curva do sistema mude, e pelo fato de que a variância devida ao acoplamento e desacoplamento de resfriadores e bombas é geralmente pequena, esta velocidade constante permanecerá adequada. Posteriormente, caso a vazão precise ser aumentada durante a vida útil do sistema, o conversor de frequência pode simplesmente aumentar a velocidade da bomba, ao invés de requerer um novo impulsor de bomba.



## 2.6.22. Bombas secundárias

As bombas secundárias de um sistema de bombeamento primário/secundário de água gelada são utilizadas para distribuir a água refrigerada para as cargas do loop de produção primário. O sistema de bombeamento primário/secundário é utilizado para hidronicamente desacoplar um loop de tubulação de um outro loop. Nesse caso, a bomba primária é utilizada para manter uma vazão constante através dos resfriadores ao mesmo tempo em que permite às bombas secundárias variarem sua vazão, aumentarem o controle e economizarem energia.

Se o conceito do projeto primário/secundário não for utilizado e se for projetado um sistema de volume variável, quando a velocidade da vazão cair suficientemente ou muito rapidamente, o resfriador não consegue verter sua carga de forma adequada. A proteção contra temperatura baixa do evaporador do resfriador desarma o resfriador, necessitando de um reset manual. Esta é uma situação comum em grandes instalações, especialmente quando dois ou mais resfriadores estão instalados em paralelo.

## 2.6.23. A solução VLT

Enquanto o sistema primário-secundário com válvulas bidirecionais melhora a economia de energia e diminui os problemas de controle do sistema, a real economia de energia e o potencial de controle são obtidos pela incorporação de conversores de frequência.

Com o posicionamento adequado dos sensores, a incorporação dos conversores de frequência permite variar a velocidade das bombas, de forma a acompanhar a curva do sistema e não a curva da bomba.

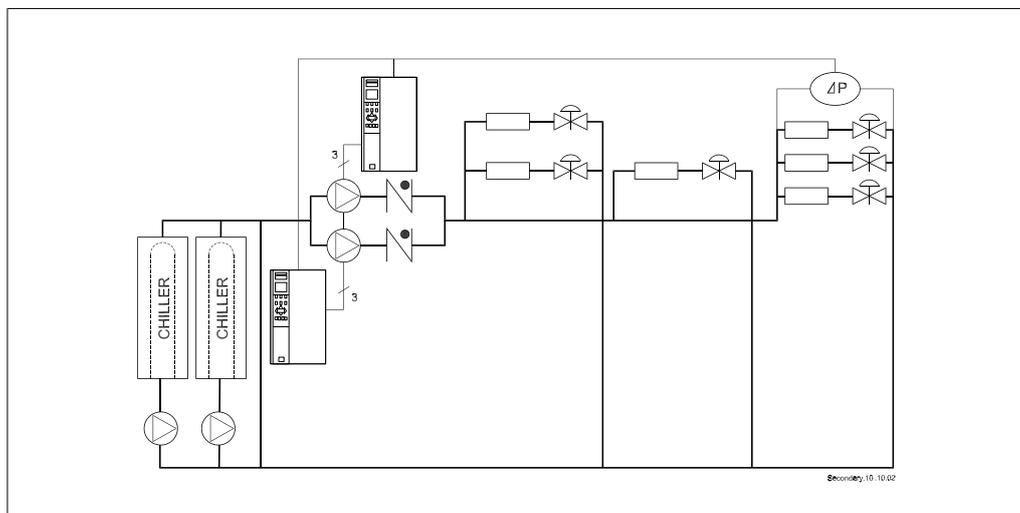
Isto resulta na eliminação da energia desperdiçada e elimina a maior parte do excesso de pressurização à qual as válvulas bidirecionais também podem estar sujeitas.

Na medida em que as cargas monitoradas são atingidas, as válvulas bidirecionais são fechadas. Isso aumenta a pressão diferencial medida através da carga e da válvula bidirecional. Quando esta pressão diferencial começa a aumentar, a bomba é desacelerada de forma a manter a pressão de saturação de controle, também chamada de valor de setpoint. O valor de setpoint é calculado somando-se a queda de pressão da carga e da válvula bidirecional, de acordo com as condições de projeto.



### NOTA!

Observe que quando houver múltiplas bombas funcionando em paralelo, elas devem funcionar em uma mesma velocidade de forma a maximizar a economia de energia, seja com drives individuais dedicados ou com um drive funcionando com várias bombas em paralelo.



## 2.7. Controles do VLT HVAC

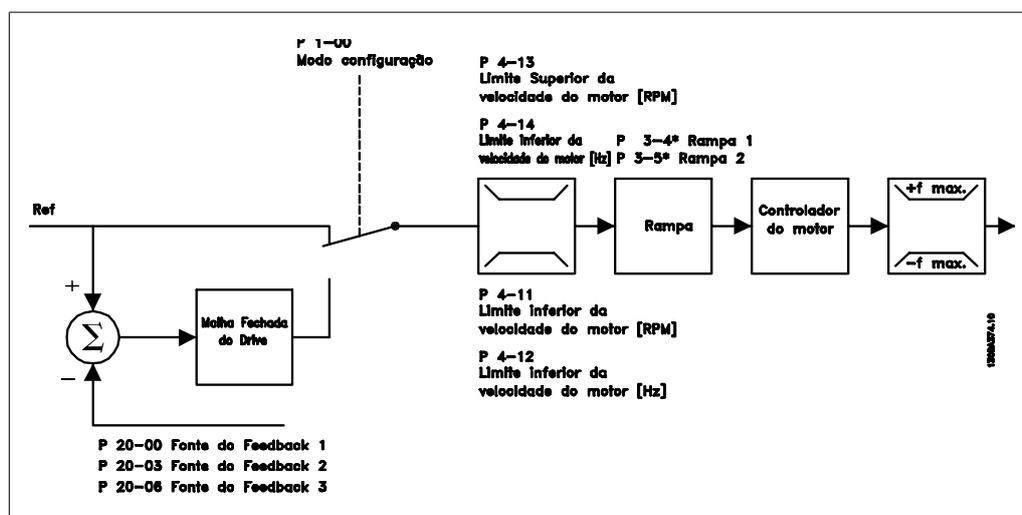
### 2.7.1. Princípio de Controle

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

Deste modo, são fornecidas ao motor tensão / corrente e frequência variáveis, o que permite o controle amplo da velocidade variável de motores de CA trifásicos, padrão.

### 2.7.2. Estrutura de Controle

A estrutura de controle nas configurações de malha aberta e malha fechada:



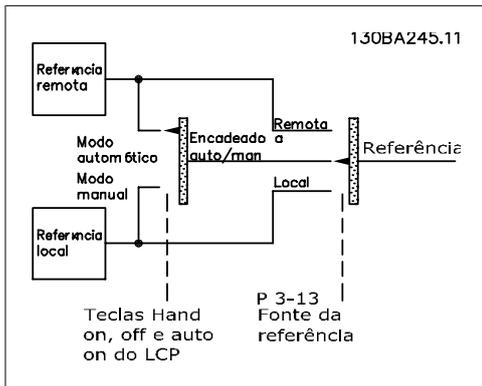
Na configuração mostrada na ilustração acima, o par. 1-00 está programado para *Malha aberta veloc.* [0]. A referência resultante do sistema de tratamento de referências é recebida e alimentada por meio da limitação de rampa e da limitação de velocidade, antes de ser enviada para o controle do motor. A saída do controle do motor fica então restrita pelo limite de frequência máxima.

Selecione *Malha fech. veloc* [3], no par. 1-00, para utilizar o controlador do PID para controle de malha fechada, por ex., da vazão, nível ou pressão, na aplicação controlada. Os parâmetros do PID constam do grupo de par. 20-\*\*.

### 2.7.3. Controles Local (Hand On - Manual Ligado) e Remoto (Auto On - Automático Ligado)

O conversor de frequência pode ser operado manualmente, por meio do painel de controle local (LCP) ou, remotamente, através das entradas analógicas e digitais e do barramento serial. Se for permitido, nos par. 0-40, 0-41, 0-42 e 0-43, é possível iniciar e parar o conversor de frequência por meio do LCP, utilizando as teclas [Hand ON] (Manual Ligado) e [Off] (Desligado). Os alarmes podem ser reinicializados por meio da tecla [RESET]. Após pressionar a tecla [Hand On], o conversor de frequência entra em Modo Manual e segue (como padrão) a Referência local, que pode ser programada com as teclas de seta no LCP.

Ao 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 field-bus). Para maiores detalhes sobre partida, parada, alteração de rampas e setups de parâmetros, etc., consulte o grupo de par. 5-1\* (entradas digitais) ou grupo de par. 8-5\* (comunicação serial).



**Referência Ativa e Modo Configuração**

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

No par. 3-13 *Tipo de Referência*, a referência local pode ser selecionada permanentemente escolhendo *Local* [2].

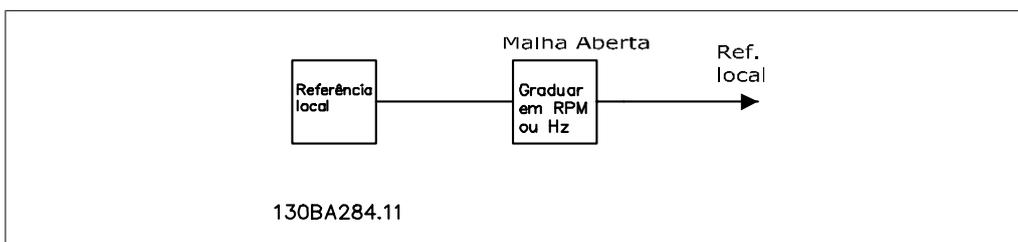
Para selecionar a referência remota permanentemente escolha *Remoto* [1]. Ao selecionar *Dependnt d Hand/Auto* [0] (padrão) a fonte da referência dependerá de qual modo estará ativo. (Hand Mode ou Auto Mode).

Hand Off (Manual Desligado) Automática Teclas do LCP	Tipo de Referência Par. 3-13	Referência Ativa
Hand (Manual)	Dependnt d Hand/Auto	Local
Hand -> Off	Dependnt d Hand/Auto	Local
Automática	Dependnt d Hand/Auto	Remoto
Auto -> Off	Dependnt d Hand/Auto	Remoto
Todas teclas	Local	Local
Todas teclas	Remoto	Remoto

A tabela exhibe as condições sob as quais a referência Local ou Remota está ativa. Uma delas está sempre ativa, porém ambas não podem estar ativas simultaneamente.

O par. 1-00 *Modo Configuração* determina o tipo de princípio de controle da aplicação (ou seja, Malha Aberta ou Malha Fechada) que é utilizado, quando a Referência remota estiver ativa (consulte a tabela acima para verificar as condições).

**Tratamento de Referências - Referência Local**

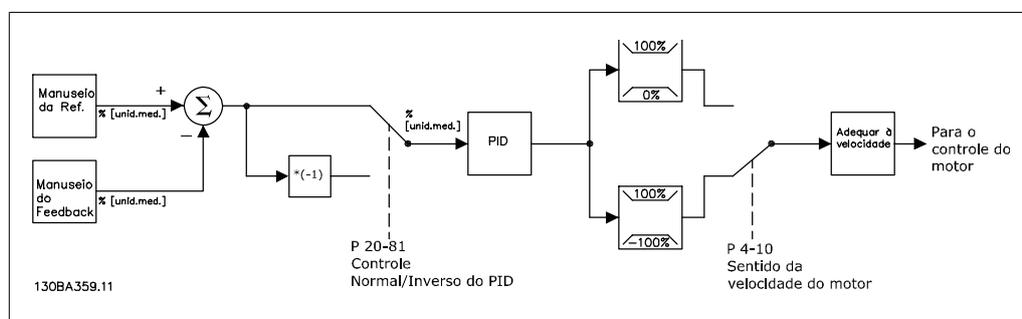


## 2.8. PID

### 2.8.1. Controlador (PID) de Malha Fechada

O Controlador de Malha Fechada do drive permite a este tornar-se parte integrante do sistema controlado. O drive recebe um sinal de feedback de um sensor do sistema. Ele, então, compara este sinal de feedback com um valor de referência de setpoint e determina o erro, se houver, entre os dois sinais. Para corrigir este erro, o PID ajusta a velocidade do motor.

Por exemplo, considere um sistema de ventilação onde a velocidade do ventilador de alimentação deve ser controlada, de modo que a pressão estática no duto seja constante. O valor da pressão estática desejada é fornecida ao drive como uma referência de setpoint. Um sensor de pressão mede a real pressão estática no duto e esta medida é enviada ao drive, como um sinal de feedback. Se o sinal de feedback for maior que a referência de setpoint, o drive desacelerará a fim de reduzir a pressão. Analogamente, se a pressão do duto for menor que a referência de setpoint, o drive acelerará automaticamente aumentando, assim, a pressão fornecida pelo ventilador.



**NOTA!**

Enquanto os valores padrão do Controlador de Malha Fechada do drive fornecerem, freqüentemente, desempenho satisfatório, o controle do sistema poderá ser otimizado, diversas vezes, ajustando-se alguns dos parâmetros do Controlador de Malha Fechada.

A figura é um diagrama de blocos do Controlador de Malha Fechada. Os detalhes dos blocos de Tratamento de Referências e de Tratamento de Feedback estão descritos abaixo, em suas respectivas seções.

Os parâmetros seguintes são importantes para uma aplicação do controle de PIDsimples:

Parâmetro	Descrição da função
Fonte do Feedback 1 par. 20-001	Selecione a fonte do Feedback 1. Esta é comumente uma entrada analógica, porém, outras fontes também estão disponíveis. Utilize o escalonamento desta entrada para fornecer os valores adequados a este sinal. Por padrão, a Entrada analógica 54 é a fonte padrão do Feedback 1.
Unidade da Referência/Feedback par 20-12	Selecione a unidade da referência de setpoint e do feedback do Controlador de Malha Fechada. Observação: Em virtude de ser possível aplicar uma conversão ao sinal de feedback, antes deste ser usado pelo Controlador de Malha Fechada, a Unidade de Referência/Feedback (par. 20-12) poderá não ser a mesma que a Unidade da Fonte de Feedback (par. 20-02, 20-05 e 20-08).
Controle Normal/Inverso do PID par. 20-81	Selecione <i>Normal</i> [0], caso a velocidade do motor deva diminuir, quando o feedback for maior que a referência de setpoint. Selecione <i>Inverso</i> [1], caso a velocidade do motor deva aumentar, quando o feedback for maior que a referência de setpoint.
Ganho Proporcional do PID par. 20-93	Este parâmetro ajusta a saída controlada de malha fechada do drive, baseado no erro entre o feedback e a referência de setpoint. Obtém-se uma resposta rápida do controlador quando esse valor é grande. Entretanto, se for utilizado um valor demasiado grande, a frequência de saída do drive pode tornar-se instável.
Tempo de Integração do PID par. 20-94	O integrador, com o passar do tempo, adiciona (integra) o erro entre o feedback e a referência de setpoint. Isto é necessário para assegurar que o erro tenderá a zero. Obtém-se uma resposta rápida do controlador quando este valor for pequeno. Entretanto, se for utilizado um valor demasiado pequeno, a frequência de saída do drive pode tornar-se instável. Um valor de 10.000 s desativa o integrador.

Esta tabela resume os parâmetros necessários para programar o Controlador de Malha Fechada do drive, quando um sinal de feedback único, sem conversão, é comparado a um único setpoint. Este é o tipo mais comum de Controlador de Malha Fechada.

### 2.8.2. Parâmetros Relevantes do Controle de Malha Fechada

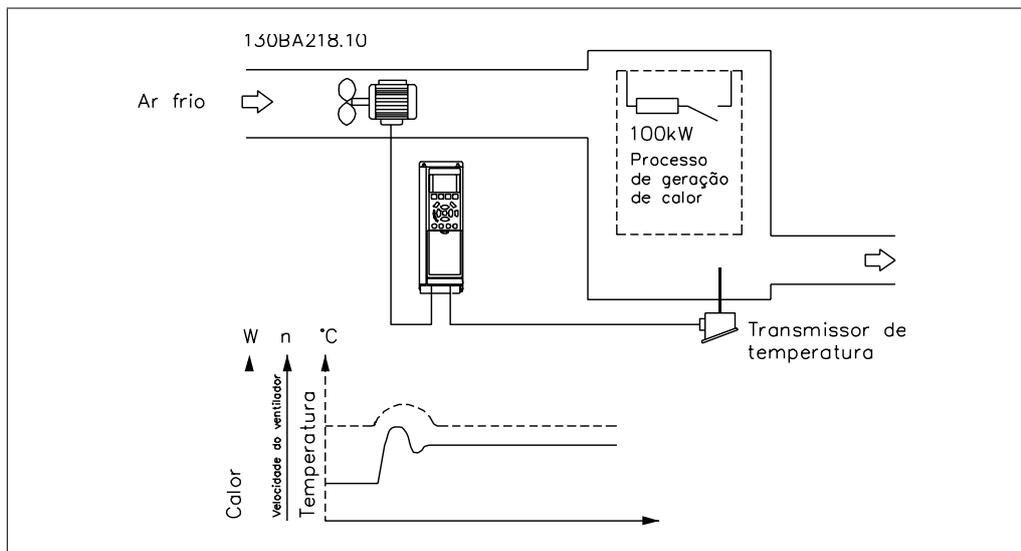
O Controlador de Malha Fechada do drive é capaz de controlar aplicações mais complexas, como em situações onde uma função de conversão é aplicada ao sinal de feedback, ou em situações onde são utilizados sinais de feedback múltiplos e/ou referências de setpoint. A tabela a seguir resume os parâmetros adicionais que podem ser úteis em tais aplicações.

Parâmetro		Descrição da função
Fonte de Feedback 2	par.	Selecione a fonte, se houver, do Feedback 2 ou 3. Esta é comumente uma entrada analógica, mas outros tipos de fontes também estão disponíveis. O par. 20-20 determina como sinais de feedback múltiplos serão processados pelo Controlador de Malha Fechada do drive. Por padrão, estes são programados como <i>Sem função</i> [0].
Fonte de Feedback 3	20-03 par. 20-06	
Conversão de Feedback 1	par.	Estes parâmetros são utilizados para converter de um tipo de sinal de feedback para outro, por exemplo, de pressão para vazão ou de pressão para temperatura (para aplicações de compressor). Se for selecionado <i>Pressão para temperatura</i> [2], o elemento refrigerante deve ser especificado no Grupo de par. 20-3*, Feedback Avançada, Conversão Por padrão, estes são programados como <i>Linear</i> [0].
Conversão de Feedback 2	20-01	
Conversão de Feedback 3	par. 20-04 par. 20-07	
Unidade da Fonte de Feedback 1	par. 20-02	Selecione a unidade de medida para a fonte de feedback, antes de qualquer conversão. Isto é utilizado somente para fins de display. Este parâmetro está disponível somente ao utilizar a conversão de feedback de <i>Pressão para Temperatura</i> .
Unidade da Fonte de Feedback 2	par. 20-05	
Unidade da Fonte de Feedback 3	par. 20-08	
Função de Feedback	par. 20-20	Quando são utilizados múltiplos feedbacks ou setpoints, esta função determina como eles serão processados pelo Controlador de Malha Fechada do drive.
Setpoint 1	par.	Estes setpoints podem ser utilizados para fornecer uma referência de setpoint ao Controlador de Malha Fechada do drive. O par. 20-20 determina como as referências de setpoint múltiplas serão processadas. Qualquer outra referência, que seja ativada no grupo de par. 3-1*, será adicionada a estes valores.
Setpoint 2	20-21	
Setpoint 3	par. 20-22 par. 20-23	
Elemento de resfriamento	par. 20-30	Se qualquer Conversão de Feedback (par. 20-01, 20-04 ou 20-07) estiver programada como <i>Pressão para Temperatura</i> [2], é neste parâmetro que o tipo de elemento de resfriamento deve ser selecionado. Se o elemento de resfriamento utilizado não estiver listado, selecione <i>Definido pelo usuário</i> [7] e especifique as características do elemento nos par. 20-31, 20-32 e 20-33.

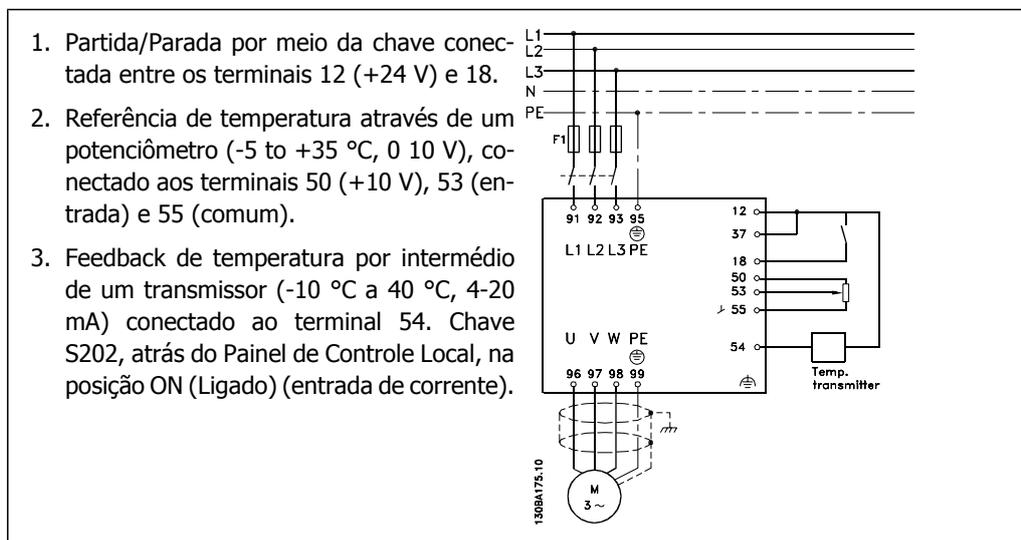
Parâmetro	Descrição da função
Refrigerante A1 do cliente.	Quando o par. 20-30 estiver programado como <i>Definido pelo usuário</i> [7], esses parâmetros são utilizados para definir o valor dos coeficientes A1, A2 e A3, na equação de conversão:
Refrigerante A2 do cliente.	
Refrigerante A3 do cliente.	
Velocidade de Partida do PID [RPM] Velocidade de Partida do PID [Hz]	$Temperatura = \frac{A2}{(\ln(pressão + 1) - A1)} - A3$ <p>O parâmetro que é visível dependerá da programação do par. 0-02, Unidade da Veloc. do Motor. Em algumas aplicações, após um comando de partida, é importante acelerar rapidamente o motor até uma velocidade pre-determinada, antes de ativar o Controlador de Malha Fechada do drive. Este parâmetro define aquela velocidade de partida.</p>
Na Largura de Banda da Referência	Determina quão próximo o feedback deve estar da referência de setpoint, para o drive indicar que o feedback é igual ao setpoint.
Anti Windup do PID	<i>On (Ligado)</i> [1] efetivamente desativa a função de integração do Controlador de Malha Fechada, quando não é possível ajustar a frequência de saída do drive, para corrigir o erro. Isto permite que o controlador responda mais rapidamente, uma vez que pode controlar novamente o sistema. <i>Off (Desligado)</i> [0] desativa esta função, induzindo a função de integração a permanecer ativa continuamente.
Tempo do Diferencial do PID	Este parâmetro controla a saída do Controlador de Malha Fechada do drive, baseado na velocidade de mudança do feedback. Embora isto possa fornecer uma resposta rápida do controlador, esta resposta raramente é necessária em sistemas HVAC. O valor padrão para este parâmetro é Off (desligado) ou 0,00 s.
Difer. do PID: de Ganho	Como o diferenciador responde à taxa de variação do feedback, uma mudança rápida pode causar uma alteração grande indesejada, na saída do controlador. Este par. é usado para limitar o efeito máximo do diferenciador. Esta limitação não estará ativa quando o par. 20-95 estiver programado para Off (Desligado).
Tempo do Filtro Passa Baixa :	<p>Este filtro é utilizado para filtrar o ruído de alta frequência do sinal de feedback. O valor digitado aqui é a constante de tempo do filtro passa baixa. A frequência de corte, em Hz, pode ser calculada como segue:</p> $F_{cut-off} = \frac{1}{2\pi T_{lowpass}}$ <p>As variações no sinal de feedback, cuja frequência esteja abaixo da <math>F_{cut-off}</math>, serão usadas pelo Controlador de Malha Fechada do drive, enquanto que as variações em frequências mais altas serão consideradas como ruído e serão amortecidas. Valores grandes de Tempo do Filtro Passa Baixa fornecerão maior filtragem, porém, podem inibir o controlador de responder às variações reais no sinal de feedback.</p>
Entrada analógica 53	
Entrada Analógica 54	
Entrada digital (pulso) 29	
Entrada digital (pulso) 33	

### 2.8.3. Exemplo de Controle do PID de Malha Fechada

A seguir, exemplo de uma Controle em Malha Fechada de um sistema de ventilação:



Em um sistema de ventilação, a temperatura deve ser mantida em um valor constante. A temperatura desejada deve ser programada entre - 5 e +35 °C, por meio de um potenciômetro de 0-10 volt. Por ser uma aplicação de resfriamento, se a temperatura ultrapassar o valor de setpoint, a velocidade do ventilador deverá ser aumentada para prover um fluxo de ar maior. O sensor de temperatura tem uma faixa de -10 a +40 °C e utiliza um transmissor de dois fios, para fornecer um sinal de 4-20 mA. A faixa da frequência de saída do drive é de 10 a 50 Hz.



## 2.8.4. Seqüência da Programação

Função	Nº do par.	Configuração
<b>1) Assegure-se de que o motor está funcionando apropriadamente. Proceda da seguinte maneira:</b>		
Programa o drive para controlar o motor, com base na freqüência de saída do drive.	0-02	Hz [1]
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	Ativar <i>AMA completa</i> [1] e, em seguida, executar a função <i>AMA</i> .
<b>2) Verifique se o motor está girando no sentido correto.</b>		
Pressionando [Hand On] dá partida no motor, em 5Hz, no sentido direto e o display exibe: "O motor está funcionando. Verifique se o sentido de rotação do motor está correto.		Se o sentido de rotação do motor estiver incorreto, deve-se permutar os cabos de duas das fases de alimentação do motor.
<b>3) Garanta que os limites do conversor de freqüência estão programados com valores seguros</b>		
Verifique se as configurações de rampa estão dentro das capacidades do drive e das especificações de operação permitidas para a aplicação.	3-41 3-42	60 s 60 s
Evita a reversão do motor (se necessário)	4-10	<i>Sentido horário</i> [0]
Programa limites aceitáveis para a velocidade.	4-12 4-14 4-19	10 Hz 50 Hz 50 Hz
Mude de malha aberta para malha fechada.	1-00	<i>Malha Fechada</i> [3]
<b>4) Configure o feedback do controlador do PID.</b>		
Programa a Entrada Analógica 54 como entrada de feedback.	20-00	<i>Entrada analógica 54</i> [2] (padrão)
Selecione a unidade (de medida) da referência/feedback apropriada.	20-12	°C [60]
<b>5) Configure a referência de setpoint do controlador do PID.</b>		
Programa limites aceitáveis para a referência de setpoint.	3-02 3-03	-5 °C 35 °C
Programa a Entrada Analógica 53 como Fonte de Referência 1.	3-15	<i>Entrada analógica 53</i> [1] (padrão)
<b>6) Faça o escalonamento das entradas digitais utilizadas como referência de setpoint e feedback.</b>		
Gradue a Entrada Analógica 53 para a faixa de temperatura do potenciômetro (-5 to +35 °C, 0-10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (padrão) -5 °C 35 °C
Gradue a Entrada Analógica 54 para a faixa de temperatura do sensor de temperatura (-10 até +40 °C, 4-20 mA)	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (padrão) -10 °C 40 °C
<b>7) Faça a sintonização dos parâmetros do controlador do PID.</b>		
Selecione o controle de inversão porque a velocidade do motor aumentará quando o feedback for maior que a referência de setpoint.	20-81	<i>Inverso</i> [1]
Ajuste o Controlador de Malha Fechada do drive, se necessário.	20-93 20-94	Consulte a Otimização do Controlador PID, a seguir.
<b>8) Fim!</b>		
Salve a configuração de parâmetros no LCP, para garantia	0-50	<i>Todos para o LCP</i> [1]

### 2.8.5. Sintonizando o Controlador de Malha Fechada do Drive

Uma vez que o Controlador de Malha Fechada do drive tenha sido programado, deve-se testar o desempenho do controlador. Em muitos casos, esse desempenho pode ser aceitável utilizando os valores padrão de Ganho Proporcional do PID (par. 20-93) e Tempo de Integração do PID (par. 20-94). Entretanto, em alguns casos, pode ser útil otimizar estes valores de parâmetro para que haja uma resposta de sistema rápida, ao mesmo tempo em que se controla o transitório de velocidade. Em muitas situações, isso pode ser feito seguindo-se o procedimento abaixo.

1. Dê partida no motor
2. Programe o parâmetro 20-93 (Ganho Proporcional de PID) para 0,3 e aumente-o até que o sinal de feedback comece a oscilar. Se necessário, dê partida e pare o drive ou execute alterações incrementais na referência de setpoint para tentar causar essa oscilação. Em seguida, diminua o Ganho Proporcional do PID até que o sinal de feedback estabilize. Daí, reduza 40 a 60% do ganho proporcional.
3. Programe o par. 20-94 (Tempo de Integração do PID) para 20 s, e reduza este valor até que o sinal de feedback comece a oscilar. Se necessário, dê partida e pare o drive ou execute alterações incrementais na referência de setpoint para tentar causar essa oscilação. Em seguida, aumente o Tempo de Integração do PID até que o sinal de feedback se estabilize. Aumente então o Tempo de Integração de 15-50%.
4. O par. 20-95 (Tempo Diferencial do PID) deve ser utilizado somente em sistemas de ação muito rápida. O valor típico é 25% do valor do Tempo de Integração do PID (par. 20-94). O diferenciador deve ser usado somente quando o ajuste do ganho proporcional e o tempo de integração tiverem sido totalmente otimizados. Assegure-se de que oscilações eventuais do sinal de feedback sejam suficientemente amortecidas, pelo filtro passa baixa sobre o sinal de feedback (par 6-16, 6-26, 5-54 ou 5-59, conforme a necessidade).

### 2.8.6. Método de Sintonia Ziegler Nichols

Em geral, o procedimento acima é suficiente para aplicações de HVAC. No entanto, pode-se utilizar outros procedimentos mais sofisticados. O método de sintonização Ziegler Nichols é uma técnica que foi desenvolvida nos anos 40, mas é ainda utilizada atualmente. Geralmente, ele fornece um desempenho de controle aceitável, utilizando um experimento simples e um cálculo de parâmetro.

**NOTA!**  
Este método não deve ser utilizado em aplicações que possam ser danificadas, pelas oscilações criadas por programações de controle marginalmente estáveis.

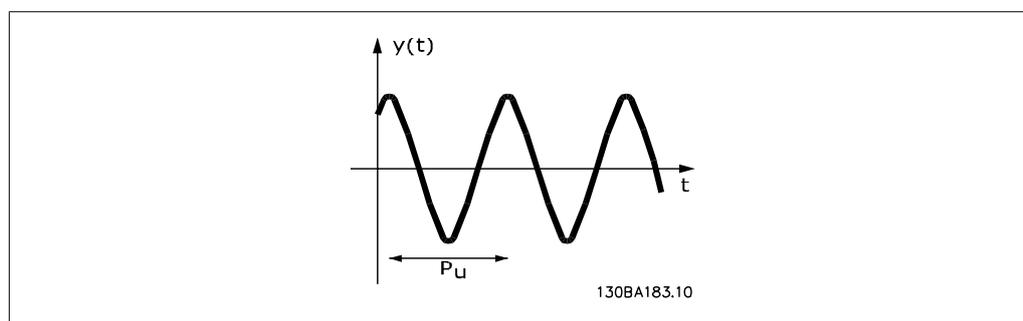


Ilustração 2.1: Sistema marginalmente estável

1. Selecione somente o controle proporcional. Ou seja, o Tempo de Integração do PID de velocid. (par. 20-94) é programado para Off (10000 s) e Tempo de Diferenciação do PID d veloc (par.20-95) também é programado para Off (0 s, neste caso).

2

2. Aumente o valor do Ganho Proporc. do PID de Processo (par 20-93) até atingir o ponto de instabilidade, como indicado pelas oscilações contínuas do sinal de feedback. O Ganho Proporcional de PID que causa as oscilações contínuas é denominado o ganho crítico,  $K_u$ .
3. Meça o período das oscilações,  $P_u$ .  
**OBSERVAÇÃO:** O  $P_u$  deve ser medido quando a amplitude da oscilação estiver relativamente pequena. A saída não deve ficar saturada (i.é., o sinal de feedback máximo ou mínimo não deve ser atingido durante o teste).
4. Utilize a tabela abaixo para calcular os parâmetros de controle de PID necessários.

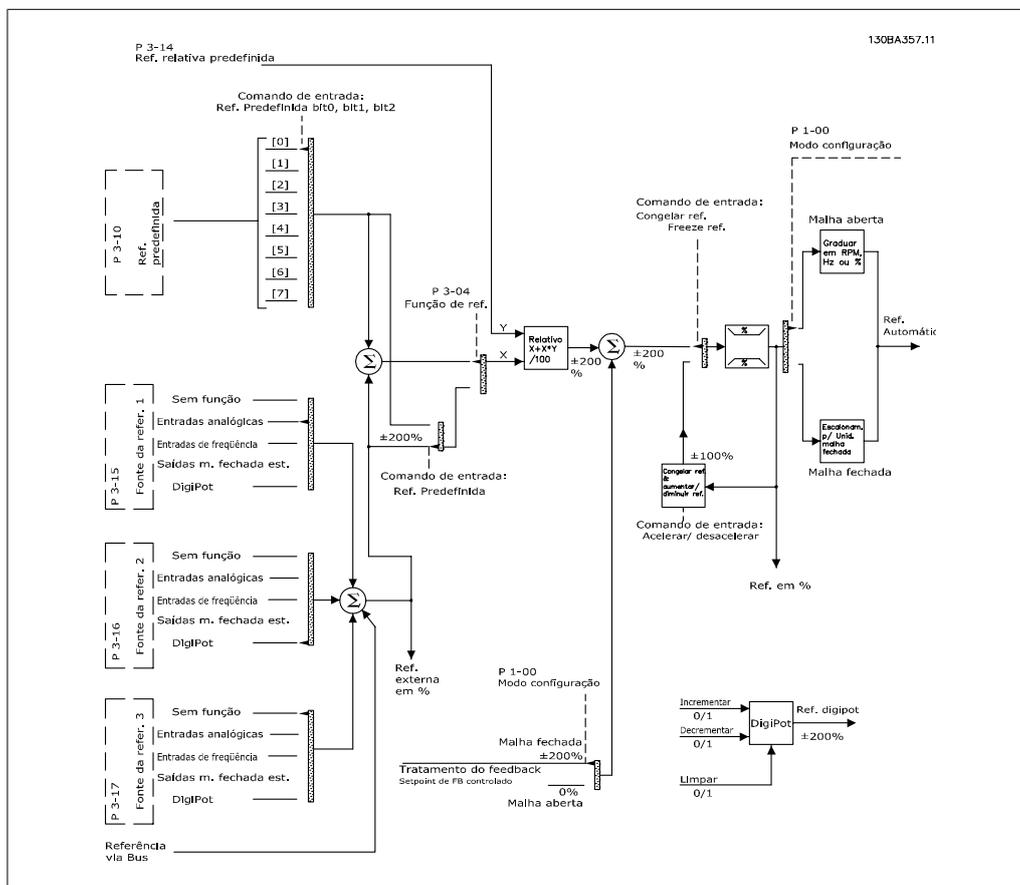
Tipo de Controle	Ganho Proporcional	Tempo de Integração	Tempo de Diferenciação
Controle de PI	$0,45 * K_u$	$0,833 * P_u$	-
Controle rígido do PID	$0,6 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,125 * P_u$
Algum pico transitório do PID	$0,33 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,33 * P_u$

**A sintonia Ziegler Nichols para reguladores, baseada no limite de estabilidade**

A experiência tem mostrado que a configuração de controle, de acordo com a regra Ziegler Nichols, fornece uma boa resposta de malha fechada para muitos sistemas. Se necessário, o operador pode executar a sintonia final do controle, iterativamente, para modificar a resposta da malha de controle.

**2.8.7. Tratamento das Referências**

Um diagrama de blocos de como o drive gera a Referência Remota é mostrado a seguir.



A Referência Remota é composta de:

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

Até 8 referências predefinidas podem ser programadas no drive. A referência predefinida ativa pode ser selecionada utilizando as entradas digitais ou o barramento de comunicação serial. A referência também pode ser fornecida externamente, normalmente a partir de uma entrada analógica. Esta fonte externa é selecionada por um dos 3 parâmetros de Fonte de Referência (par. 3-15, 3-16 e 3-17). Digitpot é um potenciômetro digital. É também normalmente denominado um Controle de Aceleração/Desaceleração ou um Controle de Ponto Flutuante. Para fazer o seu set up, 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 utilizada 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 utilizando a Referência Predefinida Relativa (par. 3-14).

A referência graduada é calculada da seguinte forma:

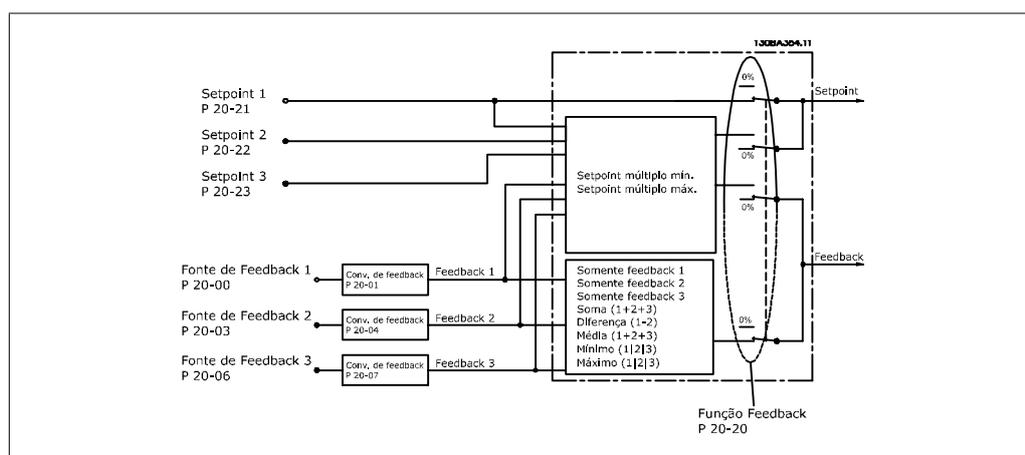
$$Referência = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

Onde X é a referência externa, a referência predefinida ou a soma delas, e Y é a Referência Predefinida Relativa (par. 3-14) em [%].

**NOTA!**  
Se Y, a Referência Predefinida Relativa (par. 3-14), for programada para 0%, ela não será afetada pela gradação.

### 2.8.8. Tratamento do Feedback

Abaixo é exibido um diagrama de blocos mostrando como o drive processa o sinal de feedback.



O tratamento de feedback pode ser configurado para trabalhar com aplicações que requerem controle avançado, como no caso de setpoints múltiplos e feedbacks múltiplos. 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 par. 20-20.

**Multizona, Setpoint Único**

A configuração Multizona, Setpoint Único utiliza dois ou três sensores de feedback, porém, somente um setpoint. Os feedbacks podem ser somados, subtraídos (somente os feedbacks 1 e 2) ou um valor médio calculado. Além disso, pode-se utilizar o valor máximo ou mínimo. O setpoint 1 é utilizado exclusivamente nesta configuração.

**Multizona, Multi Setpoint**

aplica-se uma referência de setpoint individual a cada feedback. O Controlador de Malha Fechada do drive escolhe um par para controlar o drive, com base na seleção do usuário, no par. 20-20. Se *Multi Setpoint Máx* [14] estiver selecionado, o par setpoint/feedback com a menor diferença controlará a velocidade do drive. (Observe que um valor negativo é sempre menor que um valor positivo).

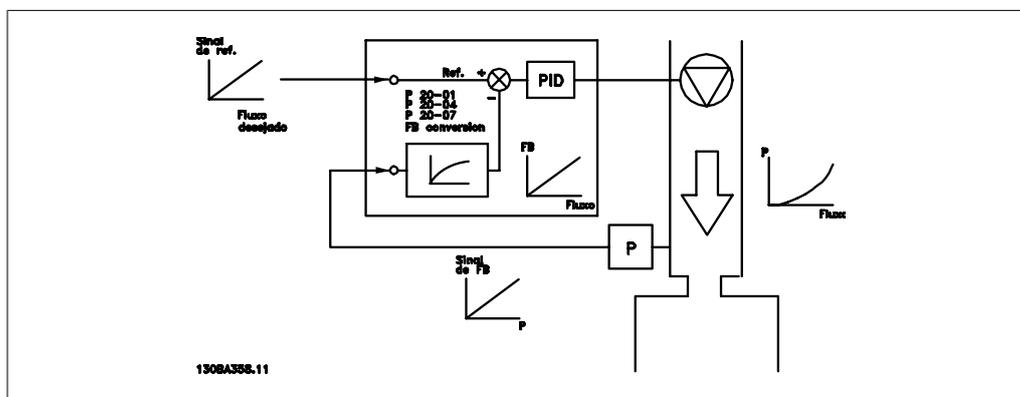
Se *Multi Setpoint Mín* [13] estiver selecionado, o par setpoint/feedback com a maior diferença controlará a velocidade do drive. O *Multi Setpoint Máximo* [14] tenta manter todas as zonas nos/ ou abaixo de seus respectivos setpoints, enquanto que o *Multi Setpoint Mín* [13] tenta manter todas as zonas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

**Exemplo:**

Uma aplicação de duas zonas, dois setpoints, o setpoint da Zona 1 está em 18 °C e o feedback em 19 °C. O setpoint da Zona 2 está em 22 °C e o feedback em 20 °C. Se *Multi Setpoint Máx* [14] estiver selecionado, o setpoint e o feedback da Zona 1 são enviados para o controlador de PID, uma vez que este tem a menor diferença (o feedback é maior que o setpoint, resultando em uma diferença negativa). Se *Multi Setpoint Mín* [13] estiver selecionado, o setpoint e o feedback da Zona 2 são enviados para o controlador do PID, uma vez que este tem a maior diferença (o feedback é menor que o setpoint, resultando em uma diferença positiva).

**2.8.9. Conversão de Feedback**

Em algumas aplicações, pode ser útil converter o sinal de feedback. Um exemplo disso é o uso de um sinal de pressão para fornecer o feedback da vazão. Uma vez que a raiz quadrada da pressão é proporcional à vazão, essa raiz quadrada redundante em um valor que é proporcional à vazão. Isso é mostrado abaixo.



Uma outra aplicação que pode beneficiar na conversão de feedback é o controle de compressor. Nessas aplicações, a saída de um sensor de pressão pode ser convertida para uma temperatura do elemento de resfriamento, por meio da equação:

$$Temperatura = \frac{A2}{(\ln(pressão + 1) - A1)} - A3$$

onde A1, A2 e A3 são constantes específicas do elemento de resfriamento.

## 2.9. Aspectos gerais das emissões EMC

### 2.9.1. Aspectos Gerais das Emissões EMC

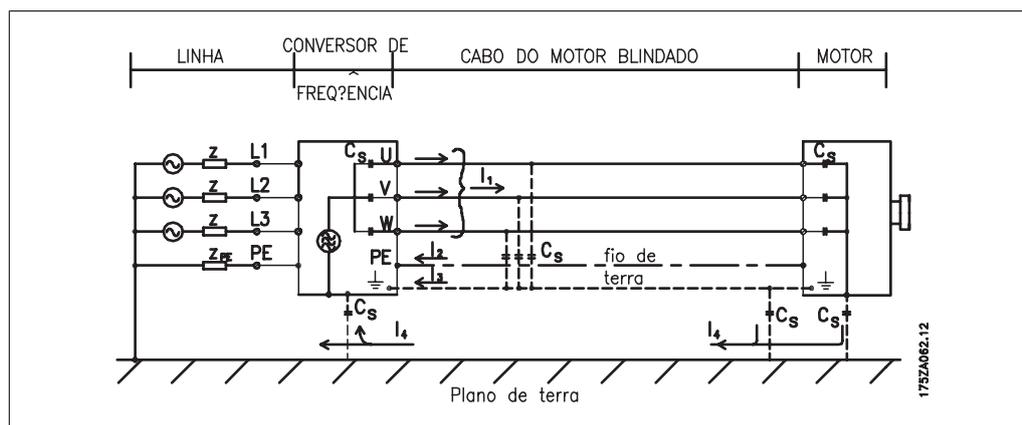
Geralmente, a interferência elétrica é conduzida em frequências na faixa de 150 kHz a 30 MHz. A interferência aérea proveniente do sistema do drive, na faixa de 30 MHz a 1 GHz, é gerada pelo inversor, cabo do motor e motor.

Como mostra o desenho abaixo, as correntes capacitivas do cabo do motor, acopladas a um alto dV/dt da tensão do motor, geram correntes de fuga.

O uso de um cabo blindado de motor aumenta a corrente de fuga (consulte a figura abaixo) porque cabos blindados têm capacitância mais alta, em relação ao ponto de aterramento, que cabos sem blindagem. Se a corrente de fuga não for filtrada, ela causará maior interferência na rede elétrica, na faixa de frequência de rádio abaixo de 5 MHz aproximadamente. Uma vez que a corrente de fuga (I<sub>1</sub>) é transmitida de volta para a unidade, através da blindagem (I<sub>3</sub>), em princípio, haverá apenas um pequeno campo eletro-magnético (I<sub>4</sub>) a partir dos cabos blindados do motor, conforme a figura abaixo.

A malha de blindagem reduz a interferência irradiada, mas aumenta a interferência de baixa frequência na rede elétrica. O cabo blindado do motor deve ser conectado ao gabinete do conversor de frequência bem como do motor. A melhor maneira de fazer isto é usando braçadeiras de malha de blindagem integradas de modo a evitar extremidades de malha torcidas (rabichos). Isto aumenta a impedância da blindagem nas altas frequências, o que reduz o efeito de blindagem e aumenta a corrente de fuga (I<sub>4</sub>).

Se for utilizado um cabo blindado para o Fieldbus, relé, cabo de controle, interface de sinal e freio, então, a blindagem deve ser montada no gabinete em ambas as extremidades. Todavia, em algumas situações será necessário interromper a blindagem para evitar loops de corrente.



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

**NOTA!**

Quando se usam cabos não-blindados, alguns requisitos de emissão não são cumpridos, embora os requisitos de imunidade o sejam.

Para a máxima redução do nível de interferência de todo o sistema (unidade + instalação), use os cabos de motor e de freio tão curtos que for possível. Evite colocar cabos com nível de sinal sensível junto com os cabos do motor e do freio. A interferência de radiofrequência superior a 50 MHz (pelo ar) é produzida especialmente pela eletrônica de controle.

## 2.9.2. Resultados do teste de EMC (Emissão, Imunidade)

Os seguintes resultados de testes 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 o seu respectivo cabo blindado.

Tipo do filtro de RFI	Emissão conduzida			Emissão irradiada	
	Ambiente industrial		Residências, comércio e indústrias leves	Ambiente industrial	Residências, comércio e indústrias leves
Setup	EN 55011 Classe A2	EN 55011 Classe A1	EN 55011 Classe B	EN 55011 Classe A1	EN 55011 Classe B
<b>H1</b>					
1,1-45 kW 200-240 V	150 m	150 m 1)	50 m	Sim	No
1,1-90 kW 380-480 V	150 m	150 m	50 m	Sim	No
<b>H2</b>					
1,1-3,7 kW 200-240 V	5 m	No	No	No	No
5,5-45 kW 200-240 V	25 m	No	No	No	No
1,1-7,5 kW 380-480 V	5 m	No	No	No	No
11-90 kW 380-480 V	25 m	No	No	No	No
110-450 kW 380-480 V	50 m	No	No	No	No
75-500 kW 525-600 V	150 m	No	No	No	No
<b>H3</b>					
1,1-45 kW 200-240 V	75 m	50 m 1)	10 m	Sim	No
1,1-90 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Sim	No
<b>H4</b>					
110-450 kW 380-480 V	150 m	45 m	No	Sim	No
75-315 kW 525-600 V	150 m	30 m	No	No	No
<b>Hx</b>					
1,1-7,5 kW 525-600 V	-	-	-	-	-

Tabela 2.1: Resultados do Teste de EMC (Emissão, Imunidade)

1) 11 kW 200 V, com desempenhos H1 e H2 são entregues com o gabinete metálico tipo B1.  
11 kW 200 V, com desempenho H3 é entregue em gabinete metálico tipo B2.

## 2.9.3. Níveis de Compatibilidade Requeridos

Norma / ambiente	Residências, comércio e indústrias leves		Ambiente industrial	
	Conduzido	Irradiado	Conduzido	Irradiado
IEC 61000-6-3 (genérico)	Classe B	Classe B		
IEC 61000-6-4			Classe A1	Classe A1
EN 61800-3 (restrito)	Classe A1	Classe A1	Classe A1	Classe A1
EN 61800-3 (irrestrito)	Classe B	Classe B	Classe A2	Classe A2

EN 55011:	Valores-limite e métodos de medição da interferência de rádio de equipamentos industriais, científicos e médicos (ISM) de alta frequência.
Classe A1:	Equipamento usado em uma rede pública de fornecimento. Distribuição restrita.
Classe A2:	Equipamento usado em uma rede pública de fornecimento.
Classe B1:	Equipamento usado em áreas com rede pública de fornecimento (residências, comércio e indústrias leves). Distribuição irrestrita.

### 2.9.4. Imunidade a EMC

Para documentar a imunidade contra a interferência de fenômenos elétricos, os testes de imunidade a seguir foram realizados em um sistema que consiste de 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 oriundas de seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Radiação de campo magnético de incidência, modulado em amplitude Simulação dos efeitos de radar ou de equipamentos de radiocomunicação bem como comunicações móveis.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Transitórios por faísca elétrica Simulação da interferência originada pelo chaveamento de um contactor, relés ou dispositivos similares.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transientes repentinos Simulação de transientes originados, por exemplo, por relâmpagos próximos às instalações.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo RF Comum: Simulação do efeito de equipamento de radiotransmissão, ligado aos cabos de conexão.

Consulte o seguinte formulário de imunidade a EMC.

VLT HVAC; 200-240 V, 380-480 V					
Padrão básico	Faixa elétrica IEC 61000-4-4	Descarga elétrica IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Campo eletromagnético irradiado IEC 61000-4-3	Tensão do modo comum de RF IEC 61000-4-6
Critério de aceitação	B	B	B	A	A
Linha	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Freio	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Divisão da carga	4 kV CM	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Cabos de controle	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Barramento padrão	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Cabos de relé	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Aplicação e opcionais do Fieldbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Cabo do LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
24 V CC externa	2 kV CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Gabinete metálico	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: Descarga Aérea  
 CD: Descarga de Contacto  
 CM: Modo comum  
 DM: Modo diferencial

1. Injeção na blindagem do cabo.

Tabela 2.2: Imunidade

## 2.10. Isolação galvânica (PELV)

2

A PELV oferece proteção por meio de uma tensão extremamente 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 relés 01-03/04-06 estão em conformidade com a PELV (Protective Extra Low Voltage - Tensão Protetora Extremamente Baixa) (Não se aplica às unidades de 525-600 V e aquelas com fase do Delta aterrada, acima de 300 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 do isolamento elétrico, como descrito a seguir, também estão de acordo com os requisitos relacionados à alta isolação e com o teste relevante, conforme descrito na EN 61800-5-1.

A isolação galvânica PELV pode ser mostrada em seis locais (veja o desenho a seguir):

Para manter a PELV todas as conexões feitas nos terminais de controle devem ser PELV; p. ex. o termistor deve ter isolamento reforçado/duplo.

1. Fonte de alimentação (SMPS) incl. isolação de sinal do  $U_{CC}$ , 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 frenagem.
5. Inrush interno, RFI e circuitos de medição de temperatura.
6. Relés personalizados.

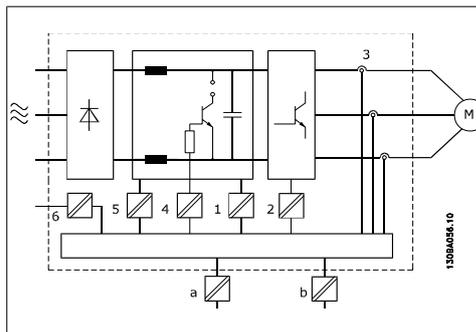


Ilustração 2.2: Isolação galvânica

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



Para altitudes superiores a 2 km, entre em contacto com a Danfoss Drive, com relação à PELV.

## 2.11. Corrente de fuga de terra



### Warning (Advertência):

Tocar nas partes elétricas pode até causar morte - mesmo depois que o equipamento tiver sido desconectado da rede elétrica.

Além disso, 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 para backup cinético.

Antes de tocar em qualquer peça elétrica, aguarde pelo menos: Consulte a seção *Segurança> Cuidados*.

Um tempo menor do que o especificado na tabela somente será permitido se estiver especificado na plaqueta de identificação da unidade em questão.



### Corrente de Fuga

A corrente de fuga do terra do conversor de frequência excede 3,5 mA. Para garantir que o cabo do terra tenha um bom contacto mecânico com a conexão do terra (terminal 95), a seção transversal do cabo deve ser de no mínimo 10 mm<sup>2</sup> ou 2 fios terra nominais, terminados separadamente.

### Dispositivo de Corrente Residual

Este produto pode gerar uma corrente c.c. no condutor de proteção. Onde um dispositivo de corrente residual (RCD) for utilizado como proteção extra, somente um RCD do Tipo B (de retardo) deverá ser usado, no lado da alimentação deste produto. Consulte também a Nota MN.90.Gx.yy sobre a Aplicação do RCD.

O aterramento de proteção do conversor de frequência e o uso de RCD's devem sempre obedecer às normas nacional e local.

## 2.12. Controle com a função de freio

### 2.12.1. Seleção do Resistor de Freio

Em determinadas aplicações, por exemplo em sistemas de ventilação de túneis ou estações ferroviárias subterrâneas, é conveniente fazer o motor parar mais rapidamente que do aquele conseguido por meio do controle de desaceleração ou por inércia. Em tais aplicações, pode-se utilizar a frenagem dinâmica mediante um resistor de frenagem. Ao utilizar um resistor de frenagem assegure-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 duração do ciclo e no tempo de frenagem, também denominado ciclo útil intermitente. O ciclo útil intermitente do resistor é uma indicação do ciclo útil em que o resistor está ativo. A figura a seguir mostra um ciclo de frenagem típico.

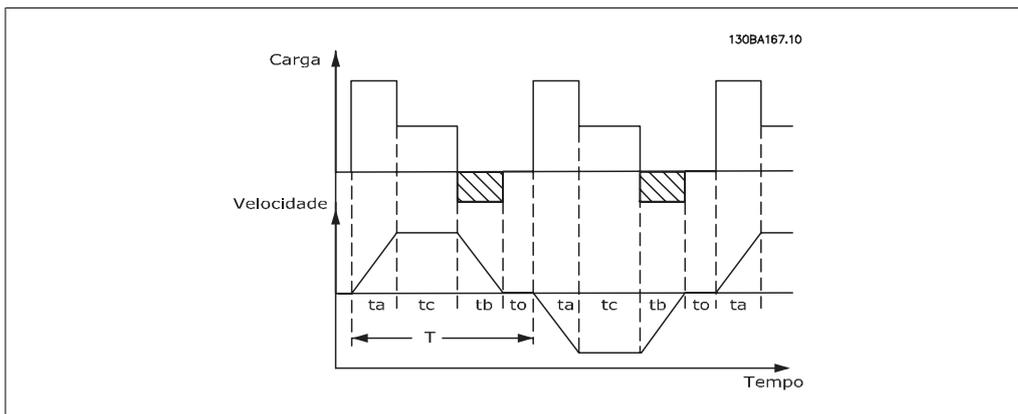
O ciclo útil intermitente do resistor é calculado da seguinte maneira:

$$\text{Ciclo Útil} = t_b / T$$

T = duração do ciclo em segundos

$t_b$  é o tempo de frenagem em segundos (parcela do tempo do ciclo completo)

2



A Danfoss oferece resistores de freio com ciclo útil de 5%, 10% e 40%, adequados para ser utilizados com a série de drives VLT® FC102 HVAC. Se for aplicado um resistor com ciclo útil de 10%, pode-se absorver a potência de frenagem até 10% da duração do ciclo, com os 90% restantes sendo utilizados para dissipar o calor do resistor.

Para orientações mais detalhadas sobre seleção, entre em contacto com a Danfoss.

**NOTA!**  
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 contactor que desconecte a rede elétrica do conversor de frequência. (O contactor pode ser controlado pelo conversor de frequência).

### 2.12.2. Cálculo do Resistor de Freio

A resistência do freio é calculada como segue:

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

onde

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

Como se pode constatar, a resistência do freio depende da tensão do circuito intermediário ( $U_{cc}$ ).

A função de frenagem do conversor de frequência é estabelecida em 3 áreas da rede elétrica:

Capacidade	Freio ativo	Advertência antes de desativar	Desativar (desarme)
3 x 200-240 V	390 V ( $U_{cc}$ )	405 V	410 V
3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V
3 x 525-600 V	943 V	965 V	975 V

**NOTA!**  
Certifique-se de que o resistor de freio seja capaz de suportar as tensões de 410 V, 820 V ou 975 V - a menos que resistores de freio Danfoss sejam usados.

A Danfoss recomenda o resistor  $R_{rec}$ , ou seja, aquele que garante que o conversor de frequência é capaz de frear completamente, em condições de máximo torque de frenagem ( $M_{br(\%)}$ ) de 110%. A fórmula pode ser escrita como:

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

O  $\eta_{motor}$  típico é 0,90

O  $\eta_{VLT}$  típico é 0,98

Para os conversores de frequência de 200 V, 480 V, e 600 V, o  $R_{rec}$ , com 160% de torque de frenagem, pode ser escrito como:

$$200V : R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$480V : R_{rec} = \frac{375300}{P_{motor}} [\Omega] \quad 1)$$

$$480V : R_{rec} = \frac{428914}{P_{motor}} [\Omega] \quad 2)$$

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

1) Para conversores de frequência  $\leq 7,5$  kW de saída de eixo

2) Para conversores de frequência  $> 7,5$  kW de saída de eixo



**NOTA!**

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



**NOTA!**

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 contactor que desconecte a rede elétrica do conversor de frequência. (O contactor pode ser controlado pelo conversor de frequência).



**NOTA!**

Evite tocar no resistor de freio, pois, ele pode esquentar muito durante/após a frenagem.

### 2.12.3. Controle com a Função de Frenagem

O freio serve para limitar a tensão no circuito intermediário, quando o motor funciona como gerador. Isto acontece, por exemplo, quando a carga movimentada o motor e a energia se acumula no barramento CC. O freio é constituído de um circuito chopper, com a conexão de um resistor de freio externo.

**A instalação externa do resistor de freio oferece as seguintes vantagens:**

- O resistor de freio pode ser escolhido com base na aplicação em questão.
- A energia de frenagem pode ser dissipada fora do painel de controle, ou seja, onde possa ser utilizada.
- A eletrônica do conversor de frequência não sofrerá superaquecimento quando o resistor de freio estiver sobrecarregado.

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

Além disso, o freio possibilita a leitura da potência instantânea e da potência média, durante os últimos 120 segundos. O freio pode também monitorar a potência de energização e assegurar que esta não exceda um limite selecionado no par. 2-12. No par. 2-13, selecione a função a ser executada quando a potência transmitida ao resistor de freio ultrapassar o limite programado no par. 2-12.

**NOTA!**

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

O *Controle de sobretensão* (OVC) (com exceção do resistor de freio) pode ser utilizado como uma função alternativa de frenagem, no par. 2-17. Esta função está ativa para todas as unidades. A função garante que um desarme pode ser evitado se a tensão do barramento CC aumentar. Isto é feito aumentando-se a frequência de saída para limitar a tensão do barramento CC. Esta é uma função bastante útil, p. ex., se o tempo de desaceleração for muito curto, desde que o desarme do conversor de frequência seja evitado. Nesta situação o tempo de desaceleração é estendido.

## 2.13. Controle do freio mecânico

### 2.13.1. Cabeamento do Resistor de Freio

EMC (cabos trançados/blindagem)

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

Para um desempenho de EMC melhorado, pode se utilizar uma malha metálica.

## 2.14. Condições de funcionamento extremas

### Curto-Circuito (Fase – Fase do Motor)

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

Para proteger o drive contra um curto-circuito no terminal de divisão da carga e nas saídas do freio, consulte as diretrizes de design.

### Chaveamento na Saída

É completamente permitido o chaveamento na saída, entre o motor e o conversor de frequência. O conversor de frequência não será danificado de nenhuma maneira pelo chaveamento na saída. No entanto, é possível que apareçam mensagens de falha.

### Sobretensão Gerada pelo Motor

A tensão no circuito intermediário aumenta quando o motor funciona como gerador. Isto ocorre nas seguintes situações:

1. A carga controla o motor (mantendo frequência de saída constante do conversor de frequência), isto é, a carga gera energia.

2. Durante a desaceleração ("ramp-down, desaceleração"), se o momento de inércia for alto, então o atrito será baixo e o tempo de desaceleração será muito curto para que a energia possa ser dissipada como perda, no conversor de frequência, no motor e na instalação.
3. A configuração incorreta da compensação de escorregamento pode causar uma tensão de barramento CC maior.

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

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

Consulte os par. 2-10 e par. 2-17, para selecionar o método utilizado no controle do nível de tensão do circuito intermediário.

**Queda da Rede Elétrica**

Durante uma queda de rede elétrica o conversor de frequência continuará funcionando até que a tensão do circuito intermediário caia abaixo do nível mínimo de parada; normalmente 15% abaixo da tensão de alimentação nominal mais baixa do conversor.

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

**Sobrecarga Estática no modo VVCplus**

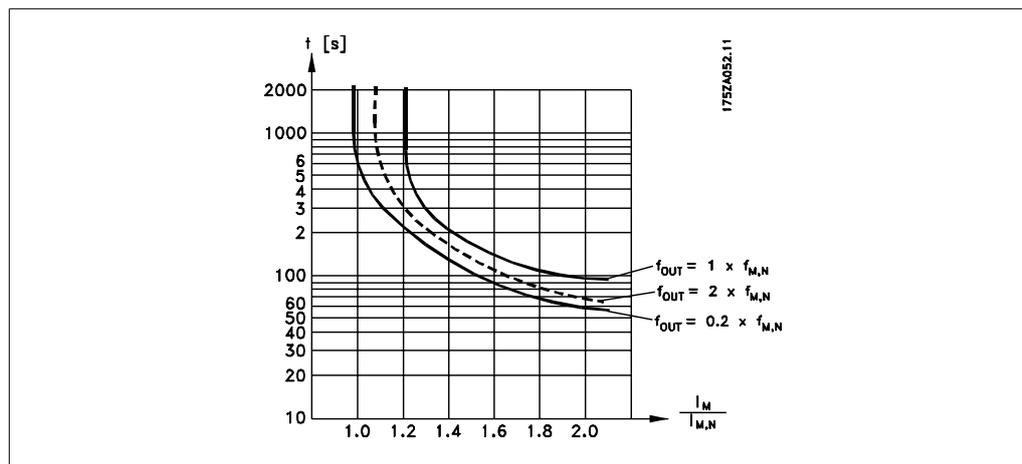
Quando o conversor de frequência estiver sobrecarregado (o limite de torque no par. 4-16/4-17 é atingido), os controles reduzirão a frequência de saída para diminuir a carga.

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

A operação dentro do limite de torque é limitada em tempo (0-60 s), no parâmetro. 14-25.

**2.14.1. Proteção Térmica do Motor**

A temperatura do motor é calculada com base na corrente, na frequência de saída e no tempo ou termistor do motor. Consulte o par. 1-90 no Guia de Programação.



## 2.15. Parada Segura

### 2.15.1. Parada Segura

O conversor de frequência pode executar a função de segurança *Torque Seguro Desligado* (conforme definida no rascunho CD IEC 61800-5-2), ou *Categoria de Parada 0* (como definida na EN 60204-1).

Foi projetado e aprovado como adequado para os requisitos da Categoria de Segurança 3, na EN 954-1. Esta funcionalidade é denominada Parada Segura. Antes da integração e uso da Parada Segura em uma instalação deve-se conduzir uma análise de risco completa na instalação, a fim de determinar se a funcionalidade da Parada Segura e a categoria de segurança são apropriadas e suficientes. Com a finalidade de instalar e utilizar a função Parada Segura em conformidade com os requisitos da Categoria de Segurança 3, constantes da EN 954-1, as respectivas informações e instruções do Guia de Design devem ser seguidas à risca! As informações e instruções, contidas nas Instruções Operacionais não são suficientes para um uso correto e seguro da funcionalidade da Parada Segura!

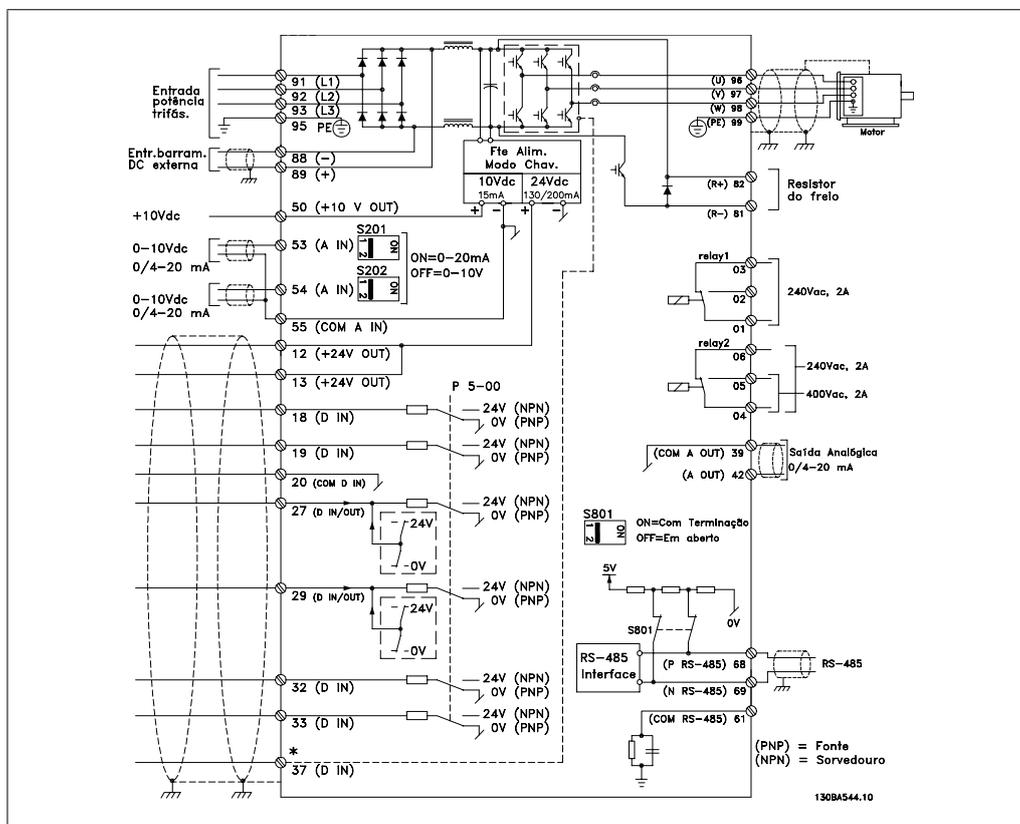


Ilustração 2.3: Diagrama mostrando todos os terminais elétricos. (O terminal 37 estará instalado somente nas unidades com a Função Parada Segura.)

### 2.15.2. 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 ligação direta (jumper) entre o Terminal 37 e o 24 V CC deve ser removida. Cortar ou interromper o jumper não é suficiente. Remova-o completamente para evitar curto-circuito. Veja esse jumper na ilustração.
2. Conecte o terminal 37 ao 24 V CC, com um cabo com proteção contra 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, pode-se utilizar um cabo normal em vez de um blindado.

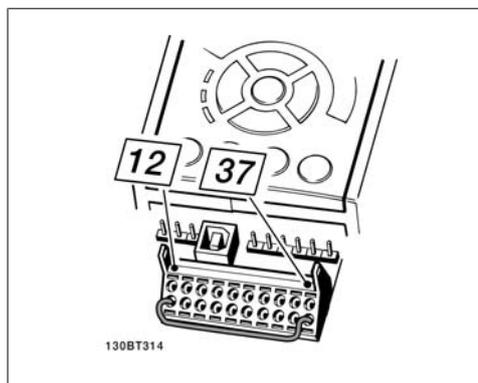


Ilustração 2.4: Conecte um jumper entre o terminal 37 e a fonte de 24 VCC.

A ilustração abaixo mostra uma Categoria de Parada 0 (EN 60204-1) com Categoria de segurança 3 (EN 954-1). A interrupção de circuito é causada por um dispositivo de contacto de abertura de porta. A ilustração também mostra como realizar um contacto de hardware não-seguro.

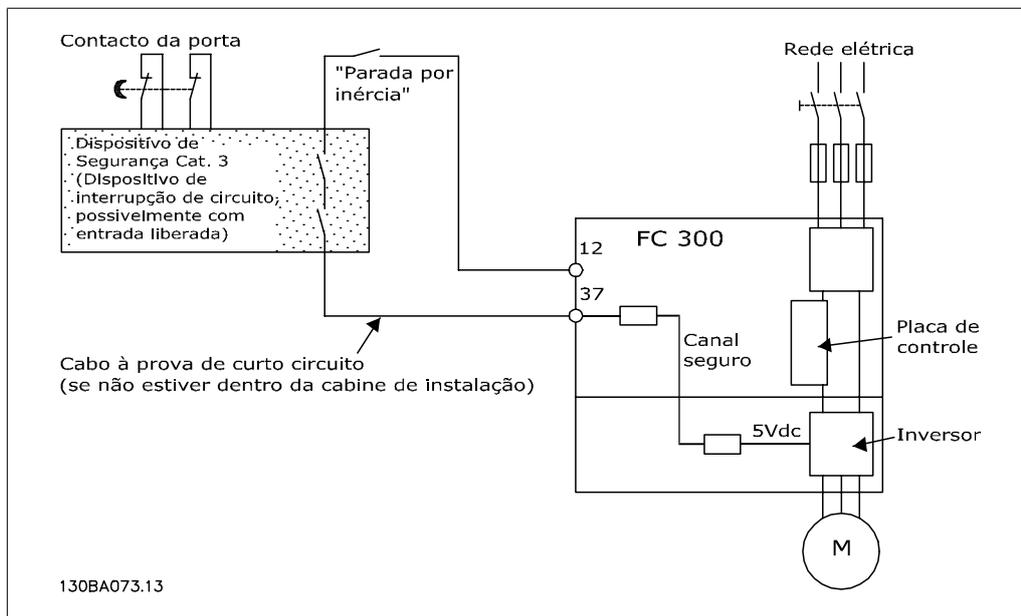


Ilustração 2.5: Ilustração dos aspectos essenciais de uma instalação para obter uma Categoria de Parada 0 (EN 60204-1) com uma Categoria de Parada 3 (EN 954-1).

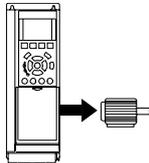
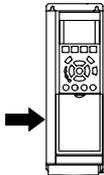


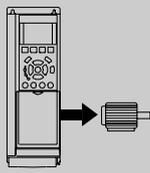
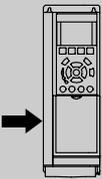
## 3. Seleção do VLT HVAC

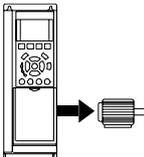
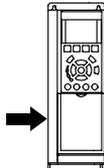
### 3.1. Especificações

#### 3.1.1. Alimentação de Rede Elétrica de 3 x 200 - 240 VCA

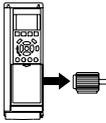
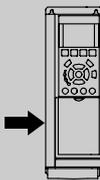
3

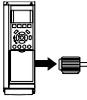
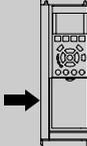
Sobrecarga normal 110% durante 1 minuto						
IP20	A2	A2	A2	A3	A3	
IP21	A2	A2	A2	A3	A3	
IP55	A5	A5	A5	A5	A5	
IP66	A5	A5	A5	A5	A5	
Alimentação de rede elétrica de 200 - 240 VCA						
Conversor de frequência	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	
Potência Típica no Eixo [kW]	1,1	1,5	2,2	3	3,7	
Potência de Eixo Típica [HP] em 208 V	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	
Corrente de saída						
	Contínua (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4
	Contínua kVA (208 VCA) [kVA]	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
	Tamanho máx. do cabo: (rede elétrica, motor, freio) [mm <sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>			4/10		
Corrente máx. de entrada						
	Contínua (3 x 200-240 V) [A]	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5
	Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]	20	20	20	32	32
	Ambiente					
	Perda de potência estimada em carga nominal máxima [W] <sup>4)</sup>	63	82	116	155	185
	peso do gabinete metálico IP20 [kg]	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Peso do gabinete metálico IP21 [kg]	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5
	Peso do gabinete metálico IP55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
	Peso do gabinete metálico IP66 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
	Eficiência <sup>3)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

<b>Sobrecarga normal 110% durante 1 minuto</b>					
IP21	B1	B1	B1	B2	
IP55	B1	B1	B1	B2	
IP66	B1	B1	B1	B2	
<b>Alimentação de rede elétrica de 200 - 240 VCA</b>					
Conversor de frequência	P5K5	P7K5	P11K	P15K	
Potência Típica no Eixo [kW]	5,5	7,5	11	15	
Potência de Eixo Típica [HP] em 208 V	7,5	10	15	20	
<b>Corrente de saída</b>					
	Contínua (3 x 200-240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	26,6	33,9	50,8	65,3
	Contínua kVA (208 VCA) [kVA]	8,7	11,1	16,6	21,4
	Tamanho máx. do cabo: (rede elétrica, motor, freio) [mm <sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>	10/7		35/2	
<b>Corrente máx. de entrada</b>					
	Contínua (3 x 200-240 V) [A]	22,0	28,0	42,0	54,0
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	24,2	30,8	46,2	59,4
	Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]	63	63	63	80
	Ambiente				
	Perda de potência estimada em carga nominal máxima [W] <sup>4)</sup>	269	310	447	602
	Peso do gabinete metálico IP20 [kg]				
	Peso do gabinete metálico IP21 [kg]	23	23	23	27
	Peso do gabinete metálico IP55 [kg]	23	23	23	27
	Peso do gabinete metálico IP66 [kg]	23	23	23	27
	Eficiência <sup>3)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96

<b>Sobrecarga normal 110% durante 1 minuto</b>						
IP20						
IP21	C1	C1	C1	C2	C2	
IP55	C1	C1	C1	C2	C2	
IP66	C1	C1	C1	C2	C2	
<b>Alimentação de rede elétrica de 200 - 240 VCA</b>						
Conversor de frequência	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	
Potência Típica no Eixo [kW]	18,5	22	30	37	45	
Potência de Eixo Típica [HP] em 208 V	25	30	40	50	60	
<b>Corrente de saída</b>						
	Contínua (3 x 200-240 V) [A]	74,8	88,0	115	143	170
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	82,3	96,8	127	157	187
	Contínua kVA (208 VCA) [kVA]	26,9	31,7	41,4	51,5	61,2
	Tamanho máx. do cabo: (rede elétrica, motor, freio) [mm <sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>		50/1/0		95/4/0	120/250 MCM
<b>Corrente máx. de entrada</b>						
	Contínua (3 x 200-240 V) [A]	68,0	80,0	104,0	130,0	154,0
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	74,8	88,0	114,0	143,0	169,0
	Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]	125	125	160	200	250
	Ambiente					
	Perda de potência estimada em carga nominal máxima [W] <sup>4)</sup>	737	845	1140	1353	1636
	peso do gabinete metálico IP20 [kg]					
	Peso do gabinete metálico IP21 [kg]	45	45	65	65	65
	Peso do gabinete metálico IP55 [kg]	45	45	65	65	65
	Peso do gabinete metálico IP66 [kg]	45	45	65	65	65
	Eficiência <sup>3)</sup>	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97

### 3.1.2. Alimentação de Rede Elétrica 3 x 380 - 480 VCA

<b>Sobrecarga normal 110% durante 1 minuto</b>								
Conversor de frequência	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	
Potência Típica no Eixo [kW]	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	
Potência Típica no Eixo [HP] em 460 V	1,5	2,0	2,9	4,0	5,3	7,5	10	
IP20	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	
IP21								
IP55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	
IP66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	
<b>Corrente de saída</b>								
	Contínua (3 x 380-440 V) [A]	3	4,1	5,6	7,2	10	13 16	
	Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3 17,6	
	Contínua (3 x 440-480 V) [A]	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11 14,5	
	Intermitente (3 x 440-480 V) [A]	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1 15,4	
	kVA contínuo (400 VCA) [kVA]	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0 11,0	
	kVA contínuo (460 VCA) [kVA]	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8 11,6	
	Tamanho máx. do cabo: (rede elétrica, motor, freio) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	4/10						
	<b>Corrente máx. de entrada</b>							
		Contínua (3 x 380-440 V) [A]	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7 14,4
		Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9 15,8
Contínua (3 x 440-480 V) [A]		2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9 13,0	
Intermitente (3 x 440-480 V) [A]		3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9 14,3	
Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]		10	10	20	20	20	32 32	
Ambiente								
Perda de potência estimada em carga nominal máxima [W] <sup>4)</sup>		58	62	88	116	124	187 255	
peso do gabinete metálico IP20 [kg]		4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6 6,6	
Peso do gabinete metálico IP21 [kg]								
Peso do gabinete metálico IP55 [kg]		13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2 14,2	
Peso do gabinete metálico IP66 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2 14,2		
Eficiência <sup>3)</sup>	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97 0,97		

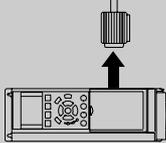
<b>Sobrecarga normal 110% durante 1 minuto</b>											
Conversor de frequência	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	
Potência Típica no Eixo [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90	
Potência Típica no Eixo [HP] em 460 V	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	
IP20											
IP21	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2	
IP55	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	-	
IP66	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	-	
<b>Corrente de saída</b>											
	Contínua (3 x 380-440 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177
	Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195
	Contínua (3 x 440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
	Intermitente (3 x 440-480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176
	kVA contínuo (400 VCA) [kVA]	16,6	22,2	26	30,5	42,3	50,6	62,4	73,4	102	123
	kVA contínuo (460 VCA) [kVA]	16,7	21,5	27,1	31,9	41,4	51,8	63,7	83,7	104	128
	Tamanho máx. do cabo: (rede elétrica, motor, freio)										
	[mm <sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>		10/7		35/2		50/1/0			104	128
	<b>Corrente máx. de entrada</b>										
		Contínua (3 x 380-440 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]		24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177
Contínua (3 x 440-480 V) [A]		19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
Intermitente (3 x 440-480 V) [A]		20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160
Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]		63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
Ambiente											
Perda de potência estimada em carga nominal máxima [W] <sup>4)</sup>		278	392	465	525	739	698	843	1083	1384	1474
peso do gabinete metálico IP20 [kg]											
Peso do gabinete metálico IP21 [kg]		23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
Peso do gabinete metálico IP55 [kg]		23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
Peso do gabinete metálico IP66 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	-	-	
Eficiência <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	



### 3.1.3. Alimentação de Rede Elétrica de 3 x 525 - 600 VCA

<b>Sobrecarga normal 110% durante 1 minuto</b>										
<b>Tamanho:</b>		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	
	Potência Típica no Eixo [kW]	1.1	1.5	2.2	3	3.7	4	5.5	7.5	
<b>Corrente de saída</b>										
	Contínua (3 x 525-550 V) [A]	2.6	2.9	4.1	5.2	-	6.4	9.5	11.5	
	Intermitente (3 x 525-550 V) [A]	2.9	3.2	4.5	5.7	-	7.0	10.5	12.7	
	Contínua (3 x 525-600 V) [A]	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	
	Intermitente (3 x 525-600 V) [A]	2.6	3.0	4.3	5.4	-	6.7	9.9	12.1	
	Contínua kVA (525 V CA) [kVA]	2.5	2.8	3.9	5.0	-	6.1	9.0	11.0	
	Contínua kVA (575 V CA) [kVA]	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	
	Tamanho máx. do cabo (rede elétrica, motor, freio) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]						-	24 - 10 AWG	0,2 - 4 mm <sup>2</sup>	
	<b>Corrente máx. de entrada</b>									
		Contínua (3 x 525-600 V) [A]	2.4	2.7	4.1	5.2	-	5.8	8.6	10.4
		Intermitente (3 x 525-600 V) [A]	2.7	3.0	4.5	5.7	-	6.4	9.5	11.5
Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]		10	10	20	20	-	20	32	32	
<b>Ambiente</b>										
Perda de potência estimadaem carga nominal máxima [W] <sup>4)</sup>		50	65	92	122	-	145	195	261	
<b>Gabinete metálico IP20</b>										
Peso,gabinete metálico IP20 [kg]		6.5	6.5	6.5	6.5	-	6.5	6.6	6.6	
Eficiência <sup>4)</sup>	0.97	0.97	0.97	0.97	-	0.97	0.97	0.97		

3

<b>Sobrecarga normal 110% durante 1 minuto</b>												
Conversor de frequência												
Potência Típica no Eixo [kW]												
Potência Típica no Eixo [HP] em 575 V												
IP00	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P500	P560				
IP21	D4	D4	D4	D4	E2	E2	E2	E2				
IP54	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1				
<b>Corrente de saída</b>												
	Continua (3 x 550 V) [A]	162	201	253	303	360	418	470	523	596	630	
	Intermitente (3 x 550 V) [A]	178	221	278	333	396	460	517	575	656	693	
	Continua (3 x 575-690 V) [A]	155	192	242	290	344	400	450	500	570	630	
	Intermitente (3 x 575-690 V) [A]	171	211	266	319	378	440	495	550	627	693	
	Continua kVA (550 V CA) [kVA]	154	191	241	289	343	398	448	498	568	600	
	Continua kVA (575 V CA) [kVA]	154	191	241	289	343	398	448	498	568	600	
Continua kVA (690 V CA) [kVA]	185	229	289	347	411	478	538	598	681	753		
Tamanho máx. do cabo:												
(de rede elétrica, motor, freio) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>												
	2x70	2x185	2x350	4x240								
	2x2/0	2x3/0	4x500	mcm								
<b>Corrente máx. de entrada</b>												
Continua (3 x 550 V) [A]	158	198	245	299	355	408	453	504	574	607		
Continua (3 x 575 V) [A]	151	189	234	286	339	390	434	482	549	607		
Continua (3 x 690 V) [A]	155	197	240	296	352	400	434	482	549	607		
Pré-fusíveis máx. <sup>1)</sup> [A]	225	250	350	400	500	600	700	700	900	900		
Ambiente												
Perda de potência estimada em carga nominal máxima [W] <sup>4)</sup>	3114	3612	4293	5156	5821	6149	6449	7249	8727	9673		
Peso do gabinete metálico IP00 [kg]	81.9	90.5	111.8	122.9	137.7	151.3	221	221	236	277		
Peso do gabinete metálico IP21 [kg]	95.5	104.1	125.4	136.3	151.3	164.9	263	263	272	313		
Peso do gabinete metálico IP54 [kg]	95.5	104.1	125.4	136.3	151.3	164.9	263	263	272	313		
Eficiência <sup>3)</sup>	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98		

1) Para o tipo de fusível, consulte a seção *Fusíveis*.

2) American Wire Gauge

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

4) A perda de potência típica, em condições de carga nominais, é esperada estar dentro de  $\pm 15\%$  (a tolerância está relacionada às diversas condições de tensão e cabo).

Os valores são baseados em uma eficiência de motor típica (linha divisória de  $\text{eff}/\text{eff}3$ ). Os motores com eficiência inferior também contribuem para a perda de potência no conversor de frequência e vice-versa.

Se a frequência de chaveamento for aumentada, a partir da nominal, as perdas de potência podem elevar-se consideravelmente.

Os consumos de potência típicos do LCP e o cartão de controle estão incluídos. Outros opcionais e a carga do cliente podem contribuir para as perdas em até 30 W. (Embora tipicamente sejam apenas 4 W extras para um cartão de controle completo ou, no caso dos opcionais do slot A ou slot B, para cada um).

Embora as medições sejam efetuadas em equipamentos no estado da arte, deve-se esperar alguma imprecisão nessas medições ( $\pm 5\%$ ).

Alimentação de rede elétrica (L1, L2, L3):

Tensão de alimentação	380-480 V ±10%
Tensão de alimentação	525-600 V ±10%
Frequência de alimentação	50/60 Hz
Desbalanceamento máx. temporário entre fases da rede elétrica	3,0 % da tensão de alimentação nominal
Fator de Potência Real ( $\lambda$ )	≥0,9 nominal com carga nominal
Fator de Potência de Deslocamento ( $\cos\phi$ ) próximo de 1 (um)	(> 0.98)
Chaveamento na alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações) ≤ gabinete metálico do tipo A	máximo de duas vez/min.
Chaveamento na alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações) ≥ gabinetes metálicos tipo B, C	máximo de uma vez/min.
Chaveamento na alimentação de entrada L1, L2, L3 (energizações) ≥ gabinetes metálicos tipo D, E	máximo de 2 vezes/min.
Ambiente de acordo com a 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 - 1000 Hz
Chaveamento na saída	Ilimitado
Tempos de rampa	1 - 3600 s

Características de torque:

Torque de partida (Torque constante)	máximo 110% durante 1 min.*
Torque de partida	máximo 120% até 0,5 s *
Torque de sobrecarga (Torque constante)	máximo 110% durante 1 min.*

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

Comprimentos de cabo e seções transversais:

Comprimento máx. do cabo de motor, blindado/encapado metalicamente	Drive do VLT HVAC: 150 m
Comprimento máx. do cabo de motor, sem blindagem/sem encapamento metálico	Drive do VLT HVAC: 300 m
Seção transversal máxima para o motor, rede elétrica, divisão da carga 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> /18 AWG
Seção transversal máxima para terminais de controle, cabo com núcleo embutido	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Seção transversal mínima para terminais de controle	0,25 mm <sup>2</sup>

*\* Consulte as tabelas de Alimentação de Rede Elétrica, para obter mais informações!*

Entradas Digitais

Entradas digitais programáveis	4 (6)
Número do terminal	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29, 32, 33,
Lógica	PNP ou NPN
Nível de tensão	0 - 24 V CC
Nível de tensão, '0' lógico PNP	< 5 V CC
Nível de tensão, '1' lógico PNP	> 10 V CC
Nível de tensão, '0' lógico NPN	> 19 V CC
Nível de tensão, '1' lógico NPN	< 14 V CC
Tensão máxima na entrada	28 V CC

Resistência de entrada,  $R_i$  ..... aprox. 4 k $\Omega$

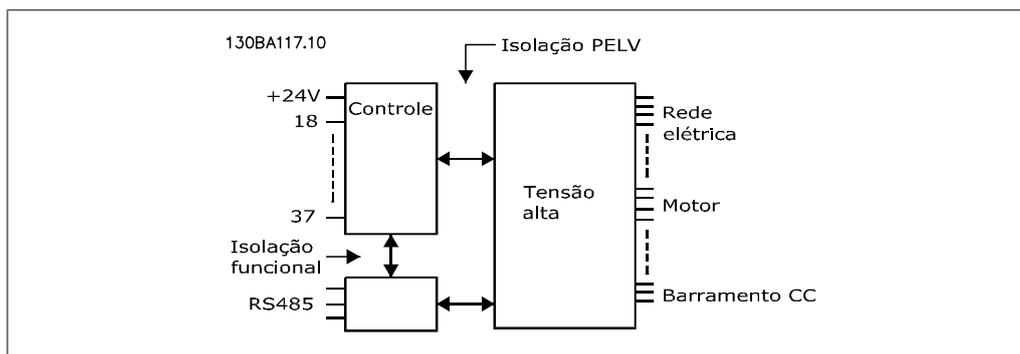
*Todas as entradas digitais são galvanicamente isoladas da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.*

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

#### Entradas analógicas:

Número de entradas analógicas	2
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, $R_i$	aprox. 10 k $\Omega$
Tensão máx.	$\pm 20$ V
Modo de corrente	Chave S201/chave S202 = ON (I)
Nível de corrente	0/4 a 20 mA (escalonável)
Resistência de entrada, $R_i$	Aprox. 200 $\Omega$
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 galvanicamente isoladas de 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. nos terminais 29, 33	5 kHz (coletor aberto)
Frequência mín. nos terminais 29, 33	4 Hz
Nível de tensão	consulte a seção sobre Entrada digital
Tensão máxima na entrada	28 V CC
Resistência de entrada, $R_i$	aprox. 4 k $\Omega$
Precisão da entrada de pulso (0,1 - 1 kHz)	Erro máx: 0,1% do fundo de escala

#### Saída analógica:

Número de saídas analógicas programáveis	1
Terminal número	42
Faixa de corrente na saída analógica	0/4 - 20 mA
Carga máx. em relação ao comum na saída analógica	500 $\Omega$
Precisão na saída analógica	Erro máx: 0,8% do fundo de escala

Resolução na saída analógica 8 bits  
*A saída analógica está galvanicamente isolada da tensão de alimentação (PELV) e de outros terminais de alta tensão.*

Cartão de controle, comunicação serial RS-485:

Terminal número	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Terminal número 61	Ponto comum dos terminais 68 e 69

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

Saída digital:

Saídas digital/pulso programáveis	2
Número do terminal	27, 29 <sup>1)</sup>
Nível de tensão na saída digital/frequência	0 - 24 V
Corrente de saída máx. (sorvedouro ou fonte)	40 mA
Carga máx. na saída de frequência	1 kΩ
Carga capacitiva máx. na saída de frequência	10 nF
Frequência mínima de saída na saída de frequência	0 Hz
Frequência máxima de saída na saída de frequência	32 kHz
Precisão da frequência de saída	Erro máx: 0,1% do fundo de escala
Resolução das saídas de frequência	12 bit

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

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

Cartão de controle, saída de 24 V CC:

Terminal número	12, 13
Carga máx.	: 200 mA

*A fonte de alimentação de 24 V CC está galvanicamente isolada da tensão de alimentação (PELV), mas está no mesmo potencial das entradas e saídas digital e analógica.*

Saídas de relé:

Saídas de relé programáveis	2
<b>Número do Terminal do Relé 01</b>	1-3 (freio ativado), 1-2 (freio desativado)
Carga máx. no terminal (AC-1) <sup>1)</sup> no 1-3 (NF), 1-2 (NA) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. no terminal (AC-15) <sup>1)</sup> (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga máx. no terminal (DC-1) <sup>1)</sup> no 1-2 (NA), 1-3 (NF) (Carga resistiva)	60 V CC, 1A
Carga máx no terminal (DC-13) <sup>1)</sup> (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1A
<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)	240 V CA, 2 A
Carga máx. no terminal (AC-15) <sup>1)</sup> no 4-5 (NA) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga máx. de terminal (DC-1) <sup>1)</sup> no 4-5 (NA) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga máx de terminal (DC-13) <sup>1)</sup> no 4-5 (NA) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1A
Carga máx. de terminal (AC-1) <sup>1)</sup> no 4-6 (NF) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. no terminal (AC-15) <sup>1)</sup> no 4-6 (NF) (Carga indutiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2A
Carga máx. de terminal (DC-1) <sup>1)</sup> no 4-6 (NF) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga máx. de terminal (DC-13) <sup>1)</sup> no 4-6 (NF) (Carga indutiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga mín. de terminal no 1-3 (NF), 1-2 (NA), 4-6 (NF), 4-5 (NA)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA
Ambiente de acordo com a 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 reforçada (PELV).*

## Cartão de controle, saída de 10 V CC:

Terminal número	50
Tensão de saída	10,5 V ±0,5 V
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 - 1000 Hz	: +/- 0.003 Hz
Tempo de resposta do sistema (terminais 18, 19, 27, 29, 32, 33)	: ≤ 2 ms
Faixa de controle da velocidade (malha aberta)	1:100 da velocidade síncrona
Precisão da velocidade (malha aberta)	30 - 4000 rpm: Erro máximo de ±8 rpm

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

## Ambiente de funcionamento:

Gabinete metálico ≤ gabinete metálico do tipo D	IP00, IP21, IP54
Gabinete metálico ≥ gabinetes metálicos dos tipos D, E	IP21, IP54
Kit do gabinete metálico disponível ≤ gabinete metálico do tipo D	IP21/TIPO 1/IP4X topo
Teste de vibração	1.0 g
	5% - 95%(IEC 721-3-3; Classe 3K3 (não condensante) durante a operação
Umidade relativa máx.	ração
Ambiente agressivo (IEC 721-3-3), sem revestimento	classe 3C2
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)	
- com derating	máx. 55 °C <sup>1)</sup>
- com potência total de saída, motores EFF2 típicos	máx. 50 °C <sup>1)</sup>
- em corrente de saída total do FC	máx. 45 °C <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Para maiores informações sobre derating para temperaturas ambientes altas AVM e SFAVM, consulte o Guia de Design, seção 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 altitudes elevadas - consulte a seção sobre condições especiais*

Normas EMC, Emissão	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
Normas 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 a seção sobre condições especiais!*

## Performance 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



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. Utilize somente laptop isolado para conectar-se à porta USB do Drive do VLT HVAC ou um cabo USB isolado/conversor.

#### Proteção e Recursos:

- Dispositivo termo-eletrônico para proteção do motor contra sobrecarga.
- O monitoramento da temperatura do dissipador de calor garante o desarme do conversor de frequência, caso a temperatura atinja  $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Um superaquecimento não permitirá a reinicialização até que a temperatura do dissipador de calor esteja abaixo de  $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  (Orientação: estas temperaturas podem variar dependendo da potência, gabinetes metálicos, etc.). O Drive do VLT HVAC tem uma função de derating automático, para evitar que o 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 da rede elétrica estiver ausente, o conversor de frequência desarma ou emite uma advertência (dependendo da carga).
- O monitoramento da tensão do circuito intermediário garante que o conversor de frequência desarme, se essa tensão estiver excessivamente baixa ou alta.
- O conversor de frequência está protegido contra falha à terra nos terminais U, V, W do motor.

## 3.2. Eficiência

### Eficiência do VLT HVAC ( $\eta_{VLT}$ )

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

Isto também significa que a eficiência do conversor de frequência não se altera, mesmo que outras características U/f sejam escolhidas.

Entretanto, as características U/f influem na eficiência do motor.

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

### 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 como no caso em que a operação é realizada com o motor conectado diretamente à 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 quando controlado pelo conversor de frequência e também quando conectado diretamente à 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.

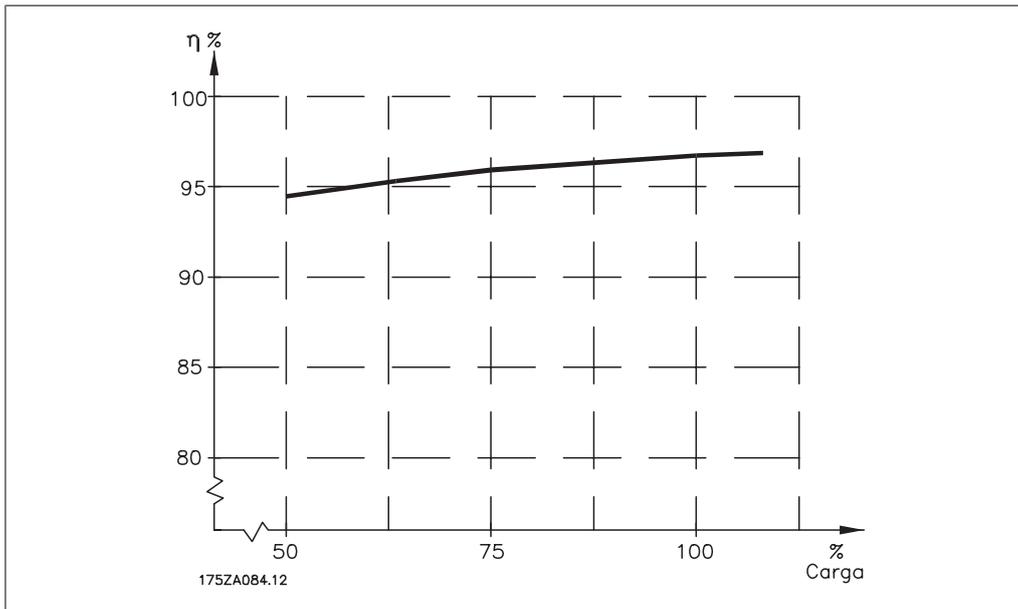
De modo geral a frequência de chaveamento não afeta a eficiência de motores pequenos. Os motores acima de 11 kW têm a sua eficiência melhorada (1-2%). Isso se deve à forma senoidal da corrente do motor, quase perfeita, em frequências de chaveamento altas.

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

Para calcular a eficiência do sistema, multiplique a eficiência do VLT HVAC ( $\eta_{VLT}$ ) pela eficiência do motor ( $\eta_{MOTOR}$ ):

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

Calcule a eficiência do sistema com cargas diferentes, com base no gráfico a seguir.



### 3.3. Ruído acústico

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

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

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

Encapsulação	Em velocidade de ventilador reduzida (50%) [dBA] ***	Velocidade máxima de ventilador [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
C1	52	62
C2	55	65
D1+D3	74	76
D2+D4	73	74
E1/E2 *	73	74
E1/E2 **	82	83

\* Somente 315 kW, 380-480 VCA e 355 kW, 525-600 VCA!  
 \*\* Restantes tamanhos de potência E1+E2.  
 \*\*\* Para os tamanhos D e E, a velocidade reduzida do ventilador é de 87%, medida em 200 V.

### 3.4. Tensão de pico no motor

**Quando um transistor chaveia no circuito ponte do inversor, a tensão através do motor aumenta de acordo com a relação du/dt que depende:**

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

A indução natural causa um pico transitório  $U_{PEAK}$  na tensão do motor, antes dele estabilizar em um nível que depende da tensão no circuito intermediário. O tempo de subida e a tensão de pico  $U_{PEAK}$  afetam a vida útil do motor. Se o pico de tensão for muito alto os motores serão afetados, em especial os sem isolamento de 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 do motor for longo (100 m), o tempo de subida e a tensão de pico serão maiores.

Em motores sem o papel de isolamento entre as fases ou outro reforço de isolamento adequado para a operação com fonte de tensão (como um conversor de frequência), instale um filtro du/dt ou um filtro de onda senoidal na saída do conversor de frequência.

### 3.5. Condições Especiais

#### 3.5.1. Finalidade do derating

O derating deve ser levado em consideração por ocasião da utilização do conversor de frequência em condições de pressão do ar baixa (locais altos), em velocidades baixas, com cabos de motor longos, cabos com seção transversal grande ou em temperatura ambiente elevada. A ação requerida está descrita nesta seção.

#### 3.5.2. Derating para a Temperatura Ambiente

A temperatura média ( $T_{AMB,AVG}$ ), medida ao longo de 24 horas, deve ser pelo menos 5 °C inferior à temperatura ambiente permitida ( $T_{AMB,MAX}$ ).

Se o conversor de frequência for operado em temperaturas ambientes altas, a corrente de saída contínua deverá ser diminuída.

O derating depende do esquema de chaveamento, que pode ser configurado como 60 AWM ou SFAVM, no par. 14-00.

3

**Gabinetes metálicos tamanho A**  
**60 AVM - Modulação por Largura de Pulso**

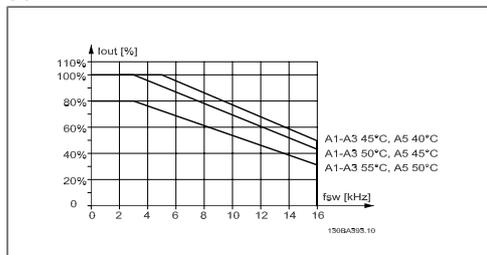


Ilustração 3.1: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX}$  do gabinete metálico A, utilizando 60 AWM

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

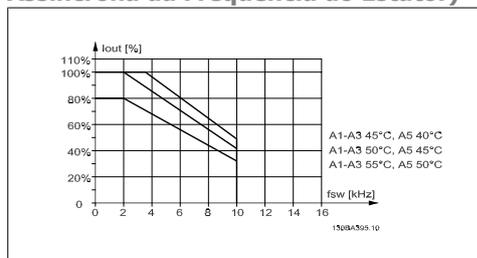


Ilustração 3.2: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX}$  do gabinete metálico A, utilizando SFAVM

No gabinete metálico A, o comprimento do cabo do motor causa um impacto relativamente alto no derating recomendado. Portanto, o derating recomendado para uma aplicação com cabo de motor de 10 m máx. também é mostrado.

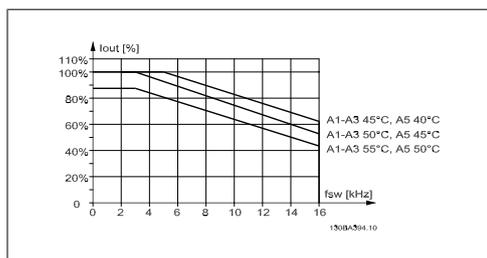


Ilustração 3.3: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX}$  do gabinete metálico A, utilizando 60 AWM e cabo de motor de 10 m máximo

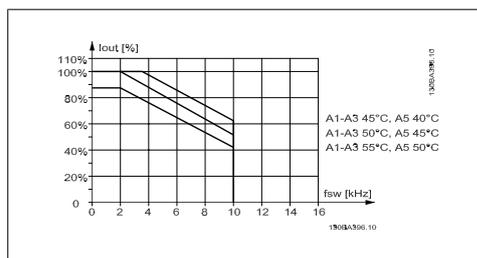


Ilustração 3.4: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX}$  do gabinete metálico A, utilizando SFAVM e cabo de motor de 10 m máximo

**Gabinets metálicos tamanho B**  
**60 AWM - Pulse Width Modulation (Modulação por Largura de Pulso)**

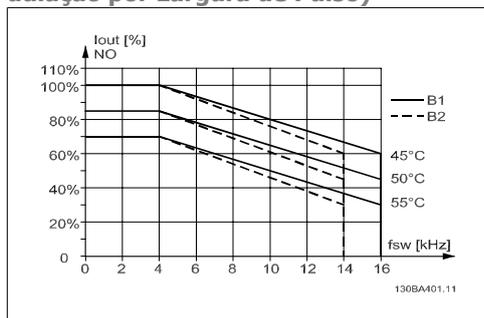


Ilustração 3.5: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico B, utilizando 60 AWM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque)

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

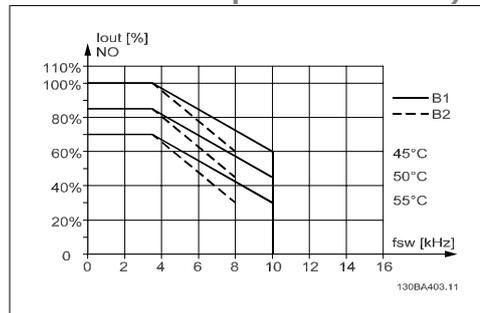


Ilustração 3.6: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico B, utilizando SFAVM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque)

**Gabinets metálicos tamanho C**  
**60 AWM - Pulse Width Modulation (Modulação por Largura de Pulso)**

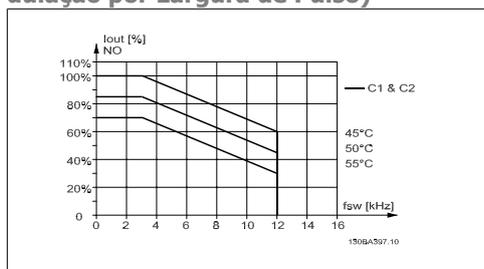


Ilustração 3.7: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico C, utilizando 60 AWM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque)

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

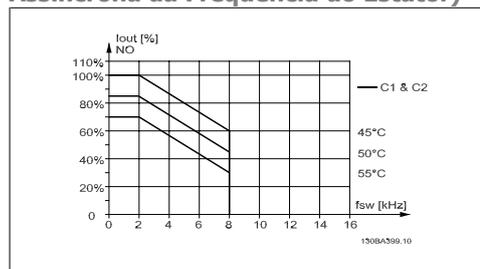


Ilustração 3.8: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico C, utilizando SFAVM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque)

**Gabinets metálicos D**  
**60 AVM - Pulse Width Modulation (Modulação por Largura de Pulso), 380 - 480 V**

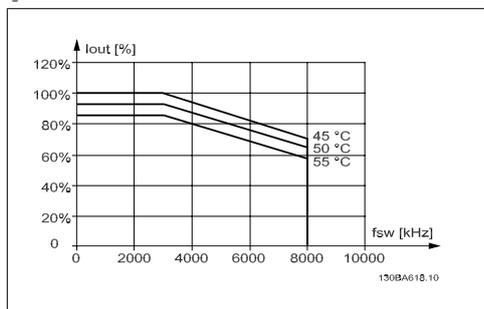


Ilustração 3.9: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico D, em 480 V, utilizando 60 AVM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque)

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

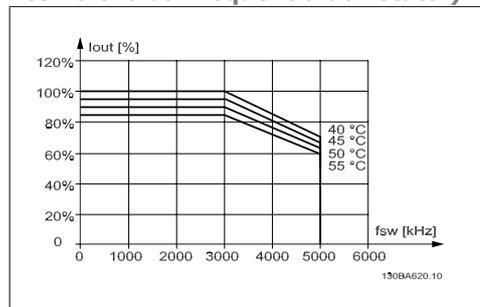


Ilustração 3.10: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico D, em 480 V, utilizando SFAVM em modo de torque Normal (110% sobre-torque)

3

**60 AWM - Pulse Width Modulation (Modulação por Largura de Pulso), 525 - 600 V (exceto o P315)**

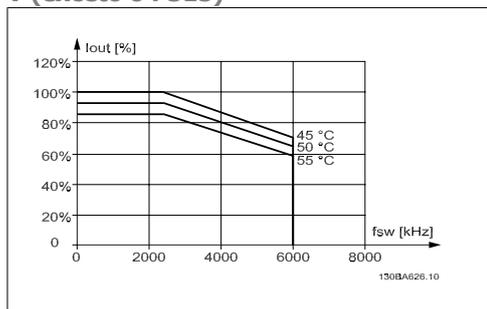


Ilustração 3.11: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico D, em 600 V, utilizando 60 AVM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque) Observação: *não* válidos para o P315.

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

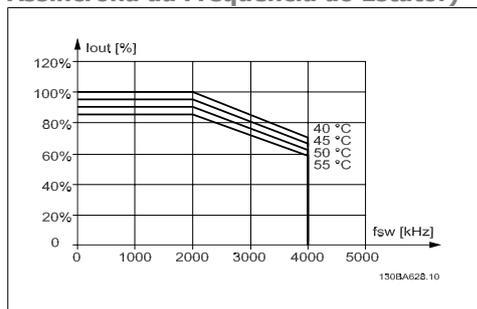


Ilustração 3.12: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico D, em 600 V, utilizando SFAVM em modo de torque Normal (110% sobre-torque) Observação: *não* válidos para o P315.

**60 AWM - Pulse Width Modulation (Modulação por Largura de Pulso), 525 - 600 V, P315**

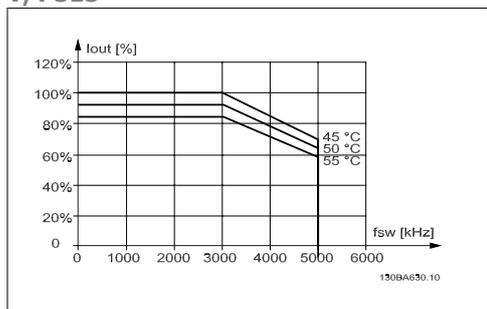


Ilustração 3.13: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico D, em 600 V, utilizando 60 AVM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque) Observação: *somente* o P315.

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

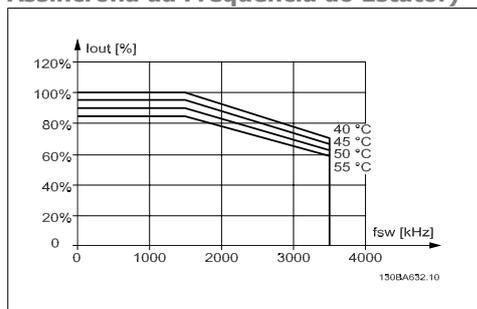


Ilustração 3.14: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico D, em 600 V, utilizando SFAVM em modo de torque Normal (110% sobre-torque) Observação: *somente* o P315.

**Gabinetes metálicos E**

**60 AVM - Pulse Width Modulation (Modulação por Largura de Pulso), 380 - 480 V**

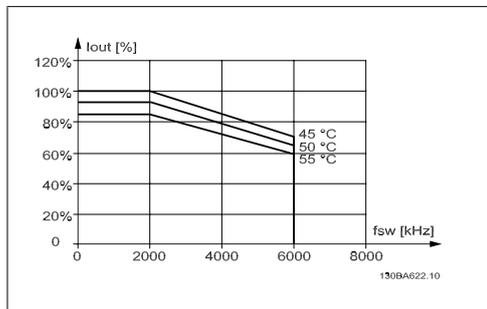


Ilustração 3.15: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico E, em 480 V, utilizando 60 AVM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque)

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

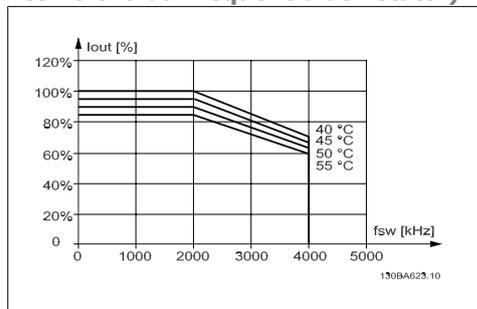


Ilustração 3.16: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico E em 480 V, utilizando SFAVM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque)

**60 AWM - Pulse Width Modulation (Modulação por Largura de Pulso), 525 - 600 V**

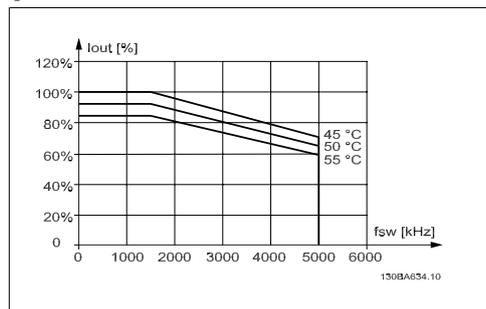


Ilustração 3.17: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico E, em 600 V, utilizando 60 AWM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque).

**SFAVM - Stator Frequency Asynchron Vector Modulation (Modulação Vetorial Assíncrona da Freqüência do Estator)**

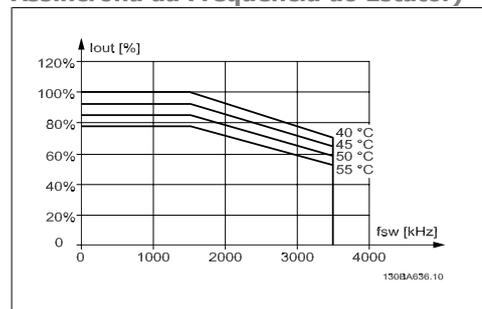


Ilustração 3.18: Derating da  $I_{out}$  para diferentes  $T_{AMB, MAX}$  do gabinete metálico E em 600 V, utilizando SFAVM em modo de torque Normal (110% de sobre-torque)

**3.5.3. Derating para Pressão Atmosférica Baixa**

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

Para altitudes acima de 2 km, entre em contacto com a Danfoss Drive, com relação à PELV.

Abaixo de 1000 m de altitude, não é necessário nenhum derating, porém, acima de 1000 m, a temperatura ambiente ( $T_{AMB}$ ) ou a corrente de saída máxima ( $I_{VLT, MAX}$ ) deve sofrer derating, de acordo com o diagrama a seguir.

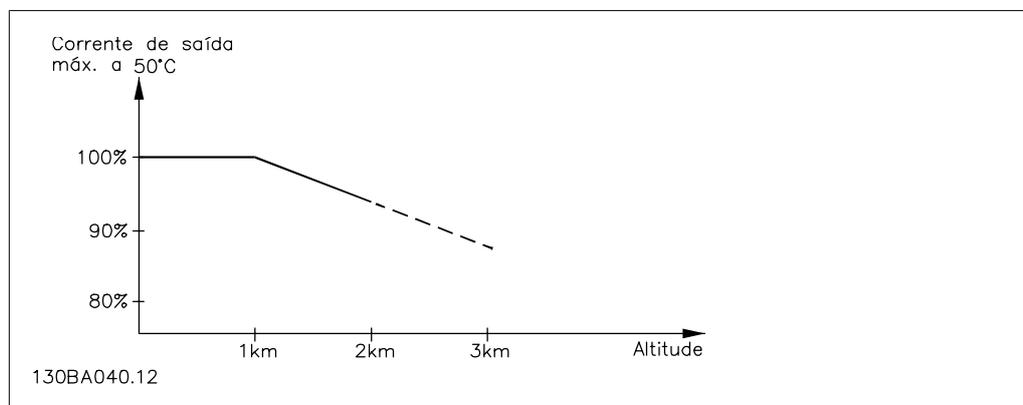


Ilustração 3.19: Derating da corrente de saída, em relação à altitude em  $T_{AMB, MAX}$ . Para altitudes superiores a 2 km, entre em contacto com a Danfoss Drive, com relação à PELV.

Uma alternativa é diminuir a temperatura ambiente em altitudes elevadas e, conseqüentemente, garantir 100% da corrente de saída para essas altitudes.

**3.5.4. Derating para Funcionamento em Baixa Velocidade**

Quando um motor está conectado a um conversor de freqüência, é necessário verificar se o resfriamento do motor é apropriada.

Poderá ocorrer um problema em valores baixos de RPM, em aplicações de torque constante. Em valores de RPM baixos, o ventilador não consegue fornecer o volume necessário de ar para resfriamento. Portanto, se o motor for funcionar continuamente, em um valor de RPM menor que a

metade do valor nominal, deve-se suprir o motor ar para resfriamento adicional (ou use um motor projetado para esse tipo de operação).

Ao invés deste resfriamento adicional, o nível de carga do motor pode ser reduzido, p.ex., escolhendo um motor maior. No entanto, o projeto do conversor de frequência estabelece limites ao tamanho do motor.

## 3

### 3.5.5. Derating para Instalar Cabos de Motor Longos ou Cabos com Seção Transversal Maior

O comprimento de cabo máximo, para este conversor de frequência, é de 300 m blindado e 150 m sem blindagem.

O conversor de frequência foi projetado para trabalhar com um cabo de motor com uma seção transversal certificada. Se for utilizado um cabo de seção transversal maior, recomenda-se reduzir a corrente de saída em 5%, para cada incremento da seção transversal.

(O aumento da seção transversal do cabo acarreta um aumento de capacitância para o terra e, conseqüentemente, um aumento na corrente de fuga para o terra).

### 3.5.6. Adaptações automáticas para garantir o desempenho

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

## 3.6. Opcionais e Acessórios

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

### 3.6.1. Instalação de Módulos Opcionais no Slot B

Deve-se desligar a energia do conversor de frequência.

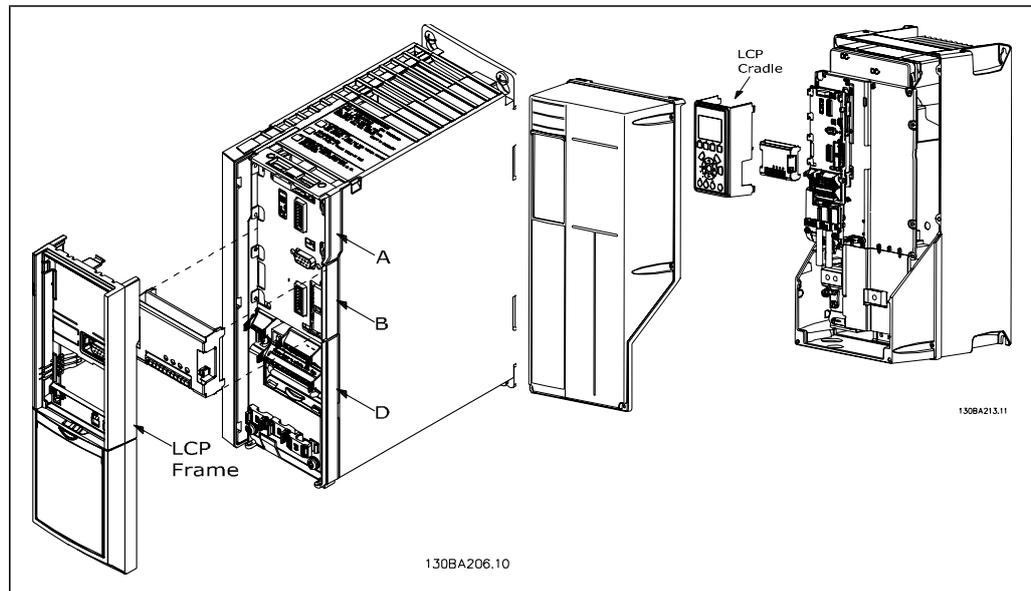
#### Para os gabinetes metálicos A2 e A3:

- Remova o LCP (Painel de Controle Local), a tampa do bloco dos terminais e a moldura do LCP, do conversor de frequência.
- Encaixe a placa do opcional MCB 10x no slot B.
- Conecte os cabos de controle e alivie o cabo das fitas/braçadeiras incluídas. Remova o protetor, na moldura estendida do LCP, de modo que o opcional encaixará sob a moldura estendida do LCP.
- Encaixe a moldura estendida do LCP e a tampa dos terminais.
- Coloque o LCP ou a tampa falsa na moldura estendida do LCP.
- Conecte a energia ao conversor de frequência.
- Programe as funções de entrada/saída nos respectivos parâmetros, como mencionado na seção *Dados Técnicos Gerais*.

#### Para os gabinetes metálicos B1, B2, C1 e C2:

- Remova o LCP e a sua armação de suporte
- Encaixe a placa do opcional MCB 10x no slot B.

- Conecte os cabos de controle e alivie o cabo das fitas/braçadeiras incluídas.
- Encaixe a armação de suporte
- Instale o LCP



Gabinetes metálicos A2 e A3

Gabinetes metálicos A5, B1, B2, C1 e C2

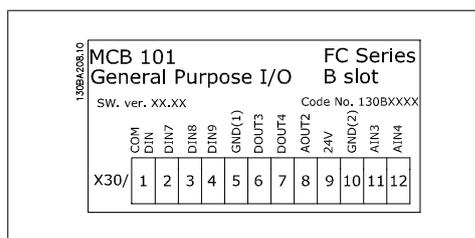
3

### 3.6.2. Entrada / Saída de Uso Geral do Módulo MCB 101

O MCB 101 é utilizado como extensão das entradas digital e analógica do VLT HVAC.

Conteúdo: O MCB 101 deve ser instalado no slot B do Drive do VLT HVAC.

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



#### Isolação Galvânica no MCB 101

As entradas digital/analógica são isoladas galvanicamente de outras entradas/saídas no MCB 101 e no cartão de controle do drive. As saídas digital/analógica no MCB 101 estão isoladas galvanicamente das demais entradas/saídas do MCB 101, porém, não das respectivas no cartão de controle do drive.

Se as entradas digitais 7, 8 ou 9 devem ser chaveadas, pelo uso da fonte de alimentação de 24 V interna (terminal 9), a conexão entre os terminais 1 e 5, ilustrada no desenho, deve ser implementada.

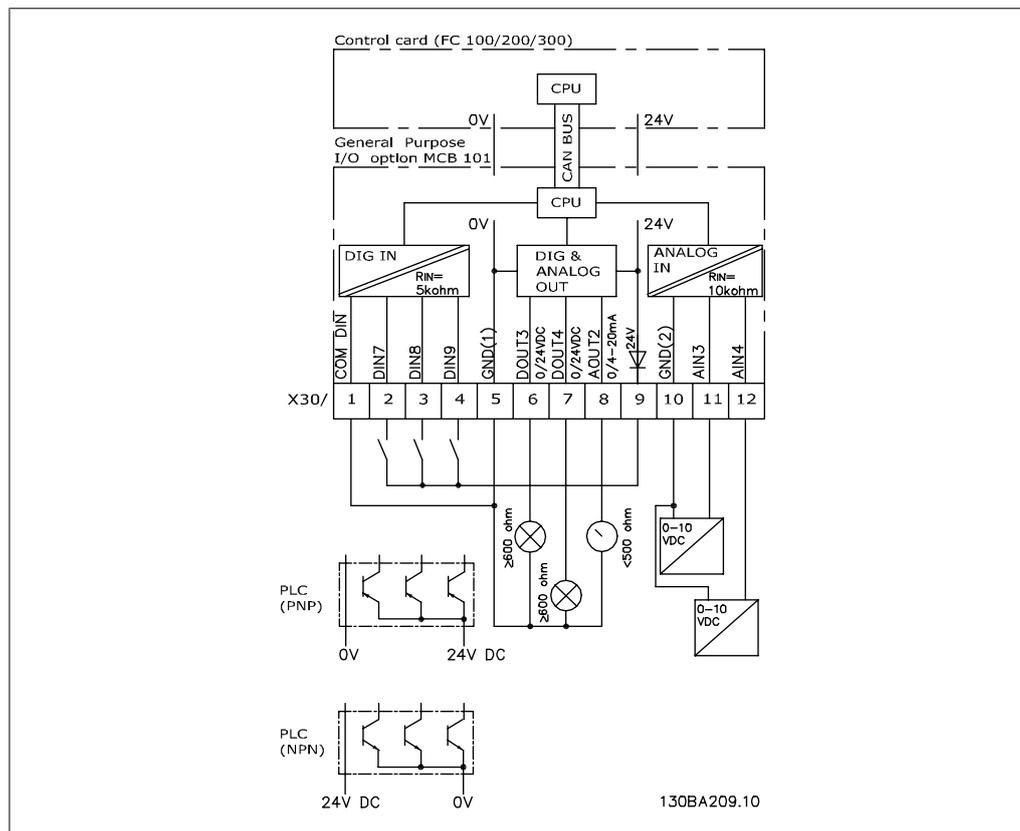


Ilustração 3.20: Diagrama de Princípios

### 3.6.3. 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	Impedância de entrada	Carga máx.
3	0-24 VCC	Tipo PNP: Comum = 0 V "0" lógico: Entrada < 5 VCC "0" lógico: Entrada > 10 VCC Tipo NPN: Comum = 24 V "0" lógico: Entrada > 19 VCC "0" lógico: Entrada < 14 VCC	Aprox. 5 kΩ	± 28 V contínuo ± 37 V no mínimo por 10 s

3

### 3.6.4. 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	Impedância de entrada	Resolução	Carga máx.	
2	0-10 VCC	Aprox. 5 kΩ	10 bits	± 20 V continuamente	

### 3.6.5. Saídas digitais - Terminal X30/5-7

Parâmetros para setup: 5-32 e 5-33			
Número de saídas digitais	Nível da saída	Tolerância	Carga máx.
2	0 ou 24 V CC	± 4 V	≥ 600 Ω

### 3.6.6. Saídas analógicas - Terminal X30/5+8

Parâmetros para setup: 6-6* e 16-77			
Número de saídas analógicas	Nível do sinal de saída	Tolerância	Carga máx.
1	0/4 - 20 mA	± 0,1 mA	< 500 Ω

### 3.6.7. Opcional de Relé MCB 105

O opcional MCB 105 inclui 3 peças de contactos do tipo SPDT e deve ser instalado no slot do opcional B.

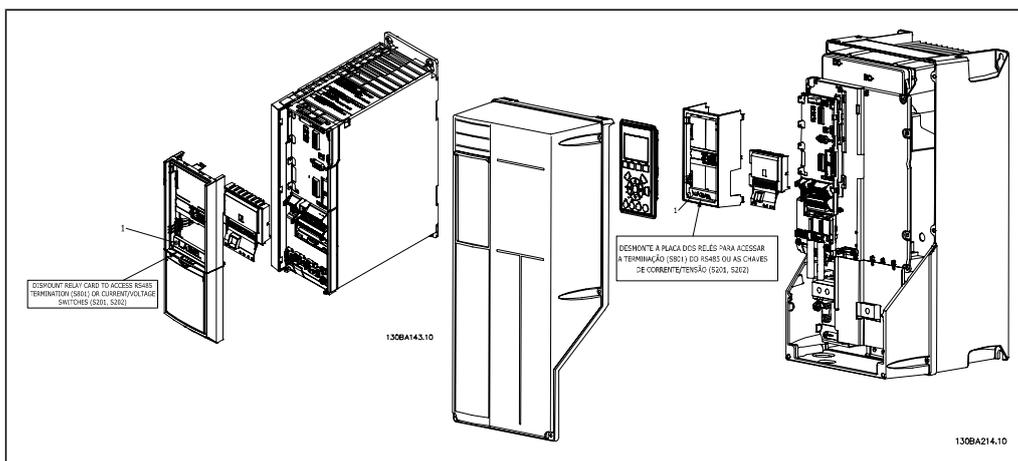
Dados Elétricos:

Carga máx. do terminal (AC-1) <sup>1)</sup> (Carga resistiva)	240 VCA 2A
Carga máx. do terminal (AC-15) <sup>1)</sup> (Carga indutiva @ cos φ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga máx no terminal (DC-1) <sup>1)</sup> (Carga resistiva)	24 V CC 1 A
Carga máx no terminal (DC-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>

1) IEC 947 partes 4 e 5

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

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



A2-A3

A5-C2

<sup>1)</sup> **IMPORTANT!** A etiqueta DEVE ser fixada no chassi do LCP, conforme mostrado (aprovado p/ UL).

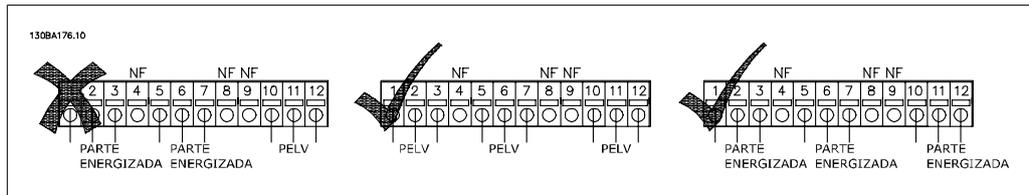
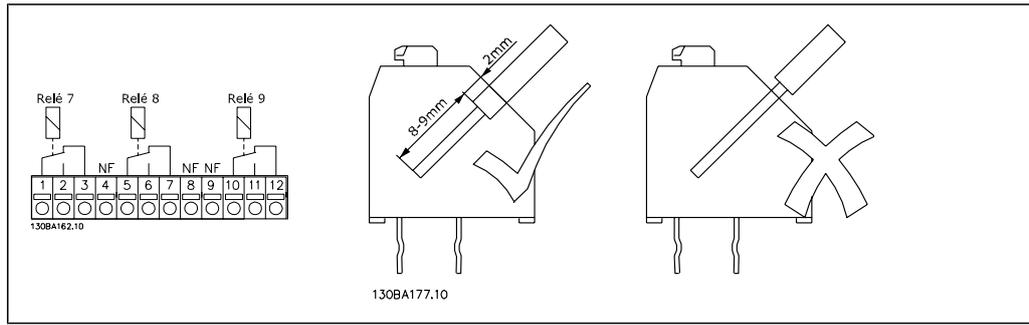


Alimentação da Advertência Dual

Como instalar o opcional MCB 105:

- Consulte as instruções de montagem no começo da seção *Opcionais e Acessórios*
- A energia para as conexões energizadas, nos terminais de relé, deve ser desligada.
- Não misture as partes energizadas (alta tensão) com os sinais de controle (baixa tensão) (PELV).
- Selecione as funções de relé, nos par. 5-40 [6-8], 5-41 [6-8] e 5-42 [6-8].

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



Não misture partes energizadas com tensão baixa e sistemas PELV.

### 3.6.8. Opcional de Backup de 24 V do MCB 107 (Opcional D)

Fonte de 24 V CC externa

A alimentação de 24 V CC externa pode ser instalada como alimentação de baixa tensão, para o cartão de controle e qualquer cartão de opcional instalado. Isto ativa a operação completa do LCP (inclusive a configuração de parâmetros) e dos fieldbusses sem que a rede elétrica esteja ligada à seção de energia.

Especificação da alimentação de 24 V CC externa:

Faixa da tensão de entrada	24 V CC $\pm 15\%$ (máx. 37 V em 10 s)
Corrente máx. de entrada	2,2 A
Corrente média de entrada do conversor de frequência	0,9 A
Comprimento máximo do cabo	75 m
Carga capacitiva de entrada	< 10 $\mu$ F
Atraso na energização	< 0,6 s

As entradas são protegidas.

Números dos terminais:

Terminal 35: - alimentação de 24 V CC externa.

Terminal 36: + alimentação 24 V CC externa.

Siga estes passos:

1. Remova o LCP ou a Tampa Falsa
2. Remova a Tampa dos Terminais
3. Remova a Placa de Desacoplamento do Cabo e a tampa plástica debaixo dela
4. Insira o Opcional de Alimentação Externa de Backup de 24 V CC no Slot do Opcional
5. Instale a Placa de Desacoplamento do Cabo
6. Encaixe a Tampa dos Terminais e o LCP ou a Tampa Falsa.

Quando o opcional de backup de 24 V do MCB 107 estiver alimentando o circuito de controle, a fonte de alimentação de 24 V interna é automaticamente desconectada.

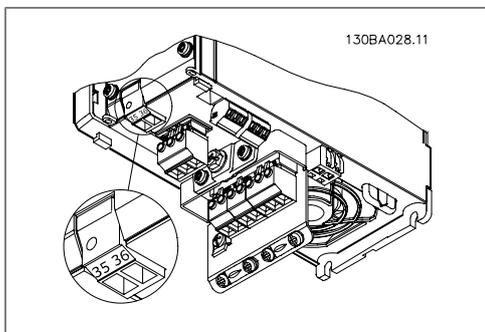


Ilustração 3.21: Conexão à alimentação de backup de 24 V (A2-A3).

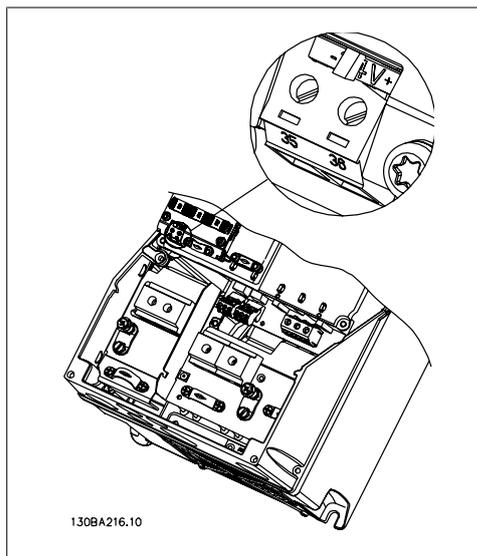


Ilustração 3.22: Conexão à alimentação de 24 V de backup (A5-C2).

### 3.6.9. E/S Analógica do opcional MCB 109

Supõe-se que o cartão de E/S Analógica é utilizado, p. ex., nos seguintes casos:

- Fornecendo uma bateria de backup da função relógio, no cartão de controle.
- Como uma extensão geral da seleção da E/S analógica disponível no cartão de controle, p. ex., para controle de zona múltipla com três transmissores de pressão.
- Tornando o conversor de frequência em bloco de E/S descentralizado de suporte para Sistema de Gerenciamento de Construção, com entradas para sensores e saídas para amortecedores operacionais e acionadores de válvulas.
- Controladores de PID de Suporte Estendido, com E/S's para entradas de setpoints, entradas de transmissor/sensor e saídas para atuadores.

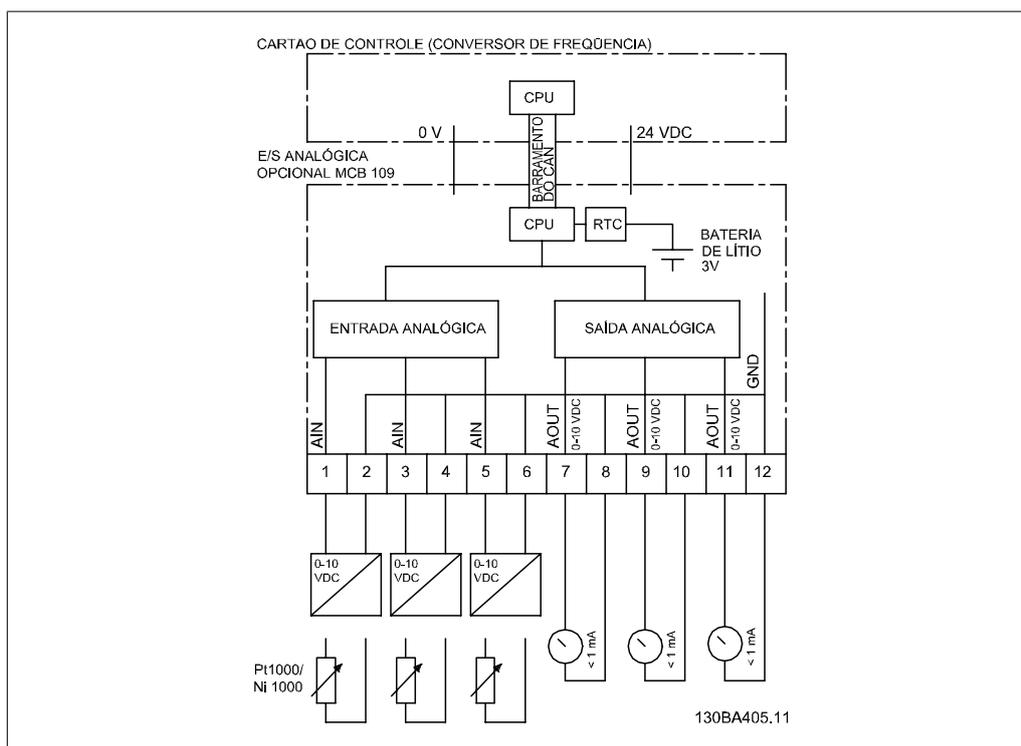


Ilustração 3.23: Diagrama de Princípios para E/S Analógica montada em conversor de frequência.

#### Configuração de E/S Analógica

3 x Entradas Analógicas, capazes de controlar:

- 0 - 10 VCC

OR

- 0-20 mA (entrada de tensão 0-10V) instalando um resistor de 510 Ω entre os terminais (consulte a NB!)
- 4-20 mA (entrada de tensão 2-10V) instalando um resistor de 510 Ω entre os terminais (consulte a NB!)
- Sensor de temperatura de Ni1000, de 1000 Ω, em 0 °C. Especificações de acordo com a DIN43760
- Sensor de temperatura Pt1000, com 1000 Ω, em 0 °C. Especificações de acordo com a IEC 60751

3 x Saídas Analógicas, fornecendo alimentação 0-10 VCC.

**NOTA!**

Observe os valores disponíveis para os diferentes grupos de resistores padrão:  
 E12: O valor mais próximo do padrão é 470 Ω, que cria uma entrada de 449,9 Ω e 8,997 V.  
 E24: O valor mais próximo do padrão é 510 Ω, que cria uma entrada de 486,4 Ω e 9,728 V.  
 E48: O valor mais próximo do padrão é 511 Ω, que cria uma entrada de 487,3 Ω e 9,746 V.  
 E96: O valor mais próximo do padrão é 523 Ω, que cria uma entrada de 498,2 Ω e 9,964 V.

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

Grupo de parâmetros de leitura: 18-3\* Consulte também o *Guia de Programação do Drive do VLT® HVAC*.

Grupo de parâmetros para setup: 26-0\*, 26-1\*, 26-2\* e 26-3\*. Consulte também *Guia de Programação do Drive do VLT® HVAC*

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

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 máximo de cabo para conexão dos sensores é 80 m de fio sem blindagem / não trançado.

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

Grupo de parâmetros para leitura e gravação: 18-3\* Consulte também o *Guia de Programação do Drive do VLT® HVAC*.

Grupo de parâmetros para setup: 26-4\*, 26-5\* e 26-6\*. Consulte também *Guia de Programação do Drive do VLT® HVAC*

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

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 descrição mais detalhada dos parâmetros, consulte o *Guia de Programação do Drive do VLT® HVAC, MG.11.Cx.yy.*

**Relógio em Tempo-real (RTC, Real-time clock) com backup**

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

A precisão do relógio é superior a ± 20 ppm, em 25 °C.

A bateria de lítio interna de backup dura, em média, um mínimo de 10 anos, 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.

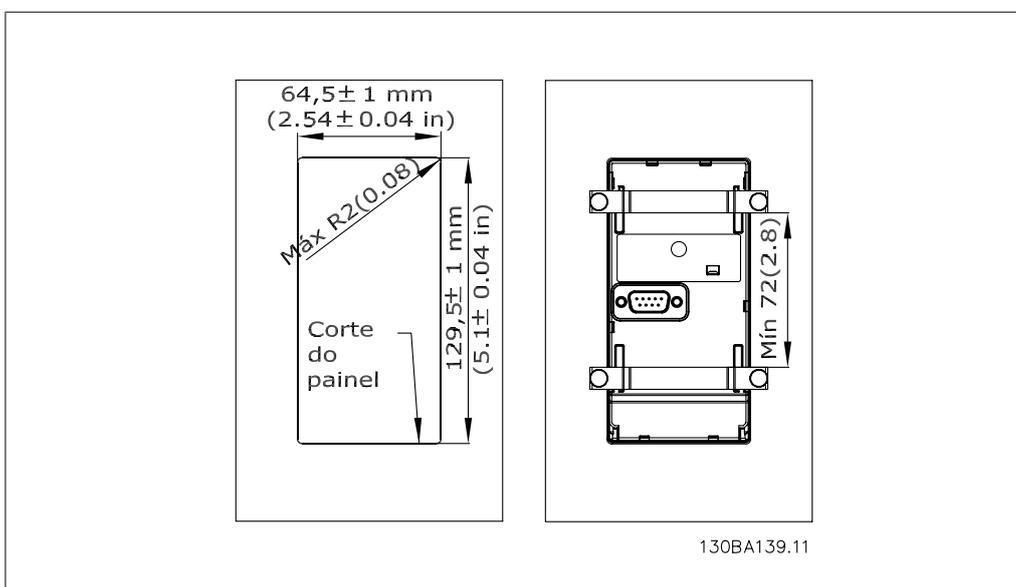
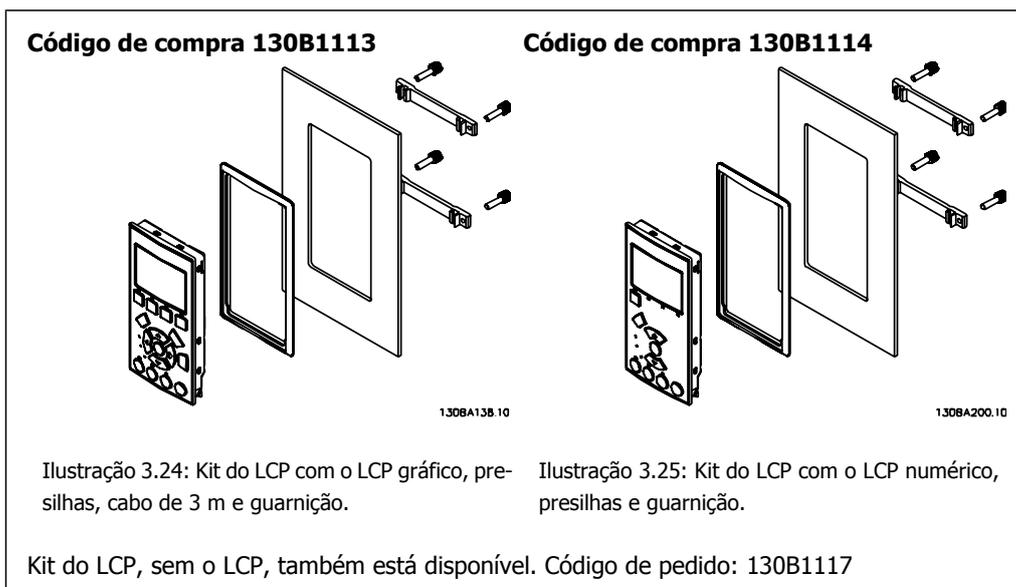
**3.6.10. Resistores de Freio**

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 aumentará a tensão de linha CC do conversor. Em aplicações com frenagens freqüentes e/ou cargas inerciais grandes, este aumento pode redundar em um desarme devido à sobretensão no conversor e, posteriormente, desligar o conversor. Os resistores de freio são utilizados para dissipar o excesso de energia resultante da frenagem regenerativa. O resistor é selecionado considerando-se o seu valor ôhmico, a sua taxa de dissipação de energia e o seu tamanho físico. A Danfoss oferece uma ampla variedade de resistores que são especificamente desenvolvidos para os drives fabricados por ela e podem ser encontrados na seção *Como encomendar.*

**3.6.11. Kit de montagem remota do LCP**

O Painel de Controle Local (LCP) pode ser transferido para a parte frontal de um gabinete, utilizando-se um kit para montagem remota. O gabinete é o IP65. Os parafusos de fixação devem ser apertados com um torque de 1 Nm, no máximo.

Dados técnicos	
	Frente do
Gabinete metálico:	IP65
Comprimento máx. de cabo entre o VLT e a unidade:	3 m
Padrão de comunicação:	RS 485

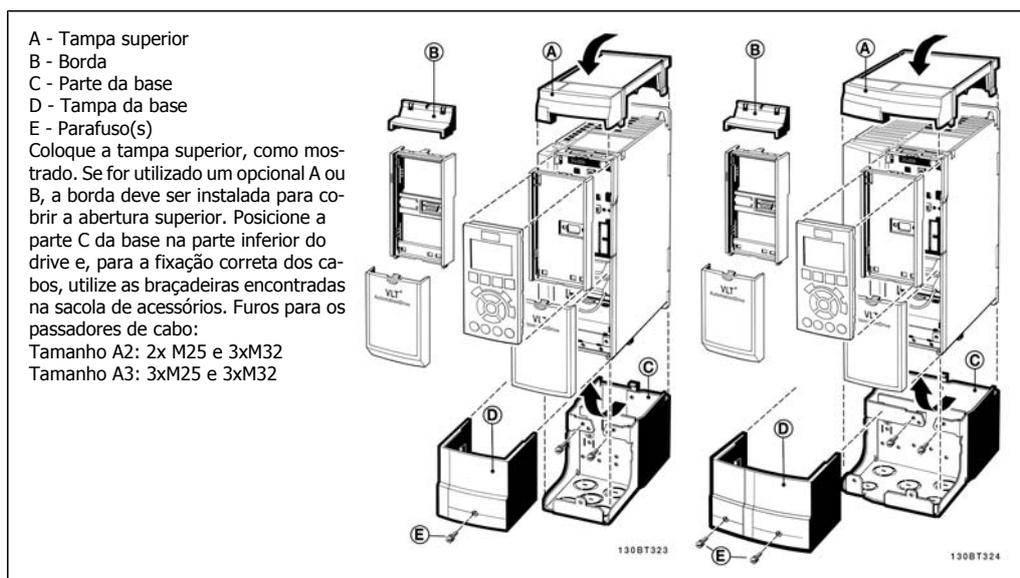


### 3.6.12. Kit do Gabinete IP 21/IP 4X/ TIPO 1

IP 20/IP 4X topo/ TIPO 1 é um elemento opcional do gabinete metálico para as unidades IP 20 Compactas, para os tamanhos de gabinete metálico A2-A3.  
Se for utilizado o kit de gabinete, uma unidade IP 20 é incrementada para estar em conformidade com o gabinete do IP 21/ 4x topo/TIPO 1.

O IP 4X topo pode ser aplicado a todas as opções disponíveis do IP 20 VLT HVAC padrão.

### 3.6.13. Kit do Gabinete IP21/Tipo 1



3

### 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 onde se encontra instalado. Estes efeitos colaterais são tratados por meio de dois tipos de filtros diferentes, o filtro du/dt e o de Onda senoidal.

#### Filtros du/dt

As degradações da isolamento do motor são, freqüentemente, causadas pela combinação de tensão rápida e aumento de corrente. 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 esta ação, evitar um envelhecimento prematuro e faíscação na isolamento do motor. Os filtros du/dt influem positivamente na irradiação do ruído magnético no cabo entre o drive e o motor. A forma de onda da tensão é ainda pulsada, porém, a variação du/dt é reduzida, em comparação com a instalação sem o filtro.

#### Filtros Senoidais

Os filtros de Onda senoidal são projetados para permitir somente a passagem das freqüências baixas. As freqüências altas são, conseqüentemente, eliminadas, redundando em uma forma de onda senoidal da tensão, entre as fases, e formas de onda senoidais de corrente.

Com as formas de onda senoidais, a utilização de motores, com conversor de frequência especiais e isolamento reforçada, não é mais necessária. O ruído acústico do motor também é amortecido, em conseqüência da condição da onda.

Além dos recursos do filtro du/dt, o filtro de onda senoidal também reduz a degradação da isolamento e as correntes de suporte no motor, portanto, redundando em uma vida útil prolongada e períodos de manutenção mais espaçados. Os filtros de Onda senoidal possibilitam o uso de cabos de motor mais longos, em aplicações em que o motor está instalado distante do drive. O comprimento, infelizmente, é limitado porque o filtro não reduz as correntes de fuga nos cabos.



## 4. Como Fazer o Pedido.

### 4.1. Formulário de colocação de pedido

#### 4.1.1. Configurador do Drive

É possível configurar um conversor de frequência conforme as exigências da aplicação, utilizando o sistema de códigos de compra.

Para o Drive do VLT HVAC, pode-se colocar pedido para drives padrão e drives com opcionais integrados, enviando um string do código do tipo que descreve o produto para o escritório de vendas da Danfoss local, ou seja:

FC-102P18KT4E21H1XGCXXXSXXXAGBKCXXXDX

O significado de cada um dos caracteres no string acima pode ser encontrado nas páginas que contêm os códigos de compra, no capítulo *Como Selecionar o Seu VLT*. No exemplo acima, um opcional de Profibus LONworks e um opcional de E/S de Uso geral estão incluídos no drive.

Os Códigos de compra para as variações do Drive do VLT HVAC padrão, também podem ser encontrados no capítulo *Como Selecionar o Seu VLT*.

A partir do Configurador de Drive disponível na Internet, pode-se configurar o drive apropriado para a aplicação correta e gerar o string do código do tipo. O Configurador de Drive gerará, automaticamente, um código de vendas com oito dígitos, que poderá ser encaminhado ao escritório de vendas local.

Além disso, pode-se estabelecer uma lista de projeto, com diversos produtos, e enviá-la ao representante de vendas da Danfoss.

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

### 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
FC-	O	P																			X	X	S	X	X	X	A	B	C									D

130BA052.14

Descrição	Posição	Escolha possível
Grupo de produtos & Série do VLT	1-6	FC 102
Potência nominal	8-10	1,1 - 560 kW (P1K1 - P560)
Número de fases	11	Trifásico (T)
Tensão de rede	11-12	T 2: 200-240 VAC T 4: 380-480 VAC T 6: 525-600 VAC
Gabinete metálico	13-15	E20: IP20 E21: IP21/NEMA Tipo 1 E55: IP55/NEMA Tipo 12 E2M: IP21/NEMA Tipo 1 com proteção de rede elétrica E5M: IP55/NEMA Tipo 12 com proteção de rede elétrica E66: IP66 P21: IP21/NEMA Tipo 1 c/ tampa traseira P55: IP55/NEMA Tipo 12 c/tampa traseira
Filtro de RFI	16-17	H1: Filtro de RFI classe A1/B H2: Filtro de RFI classe A2 H3: Filtro de RFI classe A1/B (comprimento de cabo reduzido) H4: Filtro de RFI, classe A2/A1
Freio	18	X: Circuito de frenagem não incluso B: Circuito de frenagem incluso T: Parada Segura U: Segura + freio
Display	19	G: Painel de Controle Local Gráfico (GLCP) N: Painel de Controle Local Numérico (NLCP) X: Sem Painel de Controle Local
Revestimento de PCB	20	X: Sem revestimento de PCB C: Com revestimento de PCB
Opcional de rede elétrica	21	X: Sem Chave de desconexão da rede elétrica 1: Com Chave de desconexão da rede elétrica (somente para IP55)
Adaptação	22	Reservado
Adaptação	23	Reservado
Release de software	24-27	Software real
Idioma do software	28	
Opcionais A	29-30	AX: Sem opções A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AG: MCA 108 LonWorks AJ: MCA 109 BAC Net
Opcionais B	31-32	BX: Sem opcionais BK: Opcional de E/S uso geral do MCB 101 BP: Opcional de relé do MCB 105 BO: E/S Analógica do opcional MCB 109
Opcionais C0 do MCO	33-34	CX: Sem opções
Opcionais C1	35	X: Sem opções
Software do opcional C	36-37	XX: Software padrão
Opcionais D	38-39	DX: Sem opcionais D0: Backup CC

Tabela 4.1: Descrição do código do tipo

Os diversos opcionais estão descritos em mais detalhes no *Guia de Design do VLT® HVAC, MG. 11.Bx.yy.*

## 4.2. Códigos de Compra

### 4.2.1. Códigos de Compra: Opcionais e Acessórios

Tipo	Descrição	Código n°.	
<b>Hardwares diversos</b>			
Conector do barramento CC	Bloco dos terminais para a conexão de barramento CC, para o tamanho de chassi A2/A3	130B1064	
Kit do IP21/4X topo/TIPO 1	Gabinete, tamanho de chassi A2: IP21/IP4X Topo/TIPO 1	130B1122	
Kit do IP21/4X topo/TIPO 1	Gabinete, tamanho de chassi A3: IP21/IP4X Topo/TIPO 1	130B1123	
Profibus D-Sub 9	Kit de conectores para o IP20	130B1112	
Kit de entrada superior do Profibus	Kit de entrada superior para conexões do Profibus - somente para gabinetes tamanho A	130B0524 <sup>1)</sup>	
Blocos dos terminais	Fixe os blocos de terminais com parafuso, ao substituir os terminais com mola. conectores de 1 pç 10 pinos, 1 pç 6 pinos e 1 pç 3 pinos	130B1116	
<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	
<b>Opcionais para o Slot A Sem revestimento / Com revestimento</b>		<b>Sem revestimento</b>	<b>Com revestimento</b>
MCA 101	Opcional DP V0/V1 do Profibus	130B1100	130B1200
MCA 104	Opcional do 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	
MCB 105	Opcional de relé	130B1110	
MCB 109	Opcional de E/S Analógica	130B1143	130B1243
<b>Opcional para o Slot D</b>			
MCB 107	Back-up de 24 V CC	130B1108	130B1208
<b>Opcionais Externos</b>			
Ethernet IP	Ethernet master	175N2584	
<b>Peças de Reposição</b>			
Placa de controle Drive do VLT HVAC	Com a Função de Parada Segura	130B1150	
Placa de controle Drive do VLT HVAC	Sem a Função de Parada Segura	130B1151	
Ventilador A2	Ventilador, tamanho de chassi A2	130B1009	
Ventilador A3	Ventilador, tamanho de chassi A3	130B1010	
Ventilador A5	Ventilador, tamanho de chassi A3	130B1017	
Ventilador B1	Ventilador externo, tamanho de chassi B1	130B1013	
Ventilador B2	Ventilador externo, tamanho de chassi B2	130B1015	
Ventilador C1	Ventilador externo, tamanho de chassi C1	130B3865	
Ventilador C2	Ventilador externo, tamanho de chassi C2	130B3867	
Sacola de acessórios A2	Sacola de acessórios, tamanho de chassi A2	130B0509	
Sacola de acessórios A3	Sacola de acessórios, tamanho de chassi A3	130B0510	
Sacola de acessórios A5	Sacola de acessórios, tamanho de chassi A5	130B1023	
Sacola de acessórios B1	Sacola de acessórios, tamanho de chassi B1	130B2060	
Sacola de acessórios B2	Sacola de acessórios, tamanho de chassi B2	130B2061	
Sacola de acessórios C1	Sacola de acessórios, tamanho de chassi C1	130B0046	
Sacola de acessórios C2	Sacola de acessórios, tamanho de chassi C2	130B0047	

Tabela 4.2: 1) Somente o IP21 / > 11 kW

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

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

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

<b>380-415 V, 50 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Motor Típico Utilizado [ kW ]	Código de compra Danfoss		Tamanho do conversor de frequência
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1,1 - 4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19 A	5,5 - 7,5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15 - 18,5	175G6603	175G6625	P15K - P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30 - 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101A	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144 A	75	175G6607	175G6629	P75K
180 A	90	175G6608	175G6630	P90K
217 A	110	175G6609	175G6631	P110
289 A	132 - 160	175G6610	175G6632	P132 - P160
324 A		175G6611	175G6633	
370 A	200	175G6688	175G6691	P200
434 A	250	2x 175G6609	2x 175G6631	P250
578 A	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
613 A	350	175G6610 + 175G6611	175G6632 + 175G6633	P350

<b>440-480 V, 60 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Motor Típico Utilizado [ HP ]	Código de compra Danfoss		Tamanho do conversor de frequência
		AHF 005	AHF 010	
19 A	7,5 - 15	175G6612	175G6634	P7K5 - P11K
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72 A	50 - 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144 A	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K
180 A	150	175G6619	175G6641	P110
217 A	200	175G6620	175G6642	P132
289 A	250	175G6621	175G6643	P160
324 A	300	175G6689	175G6692	P200
370 A	350	175G6690	175G6693	P250
506 A	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578 A	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P355

O casamento do conversor de frequência com o filtro é pré-calculado com base no 400 V/480 V e com uma carga de motor típica (4 pólos) e torque de 110 %.

<b>500-525 V, 50Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Motor Típico Utilizado [ kW ]	Código de compra Danfoss		Tamanho do conversor de frequência
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1,1 - 5,5	175G6644	175G6656	P4K0 - P5K5
19 A	7,5 - 11	175G6645	175G6657	P7K5

690V, 50Hz				
I <sub>AHF,N</sub>	Motor Típico Utilizado [ kW]	Código de compra Danfoss		Tamanho do conversor de frequência
		AHF 005	AHF 010	
144 A	110, 132	130B2333	130B2298	P110
180 A	160	130B2334	130B2299	P132
217 A	200	130B2335	130B2300	P160
289 A	250	130B2331+2333	130B2301	P200
324 A	315	130B2333+2334	130B2302	P250
370 A	400	130B2334+2335	130B2304	P315

### 4.2.3. Códigos de Compra: Módulos de Filtro de Onda Senoidal, 200-500 VCA



Alimentação de rede elétrica 3 x 200 to 500 V							
Tamanho do conversor de frequência			Frequência mínima de chaveamento	Frequência de saída máxima	Nº de Peça do IP20	Nº de Peça do IP00	Corrente nominal do filtro em 50 Hz
200-240 V	380-440 V	440-500 V					
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A
	P315	P355	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P355	P400	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P400	P450	2 kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A
	P450	P500	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P500	P560	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P560	P630	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A

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

#### 4.2.4. Códigos de Compra: Módulos de Filtros de Onda-Senoidal, 525-600 VCA

Alimentação de rede elétrica 3 x 525 a 690 V						
Tamanho do conversor de frequência		Frequência mínima de chaveamento	Frequência de saída máxima	Nº de Peça do IP20	Nº de Peça do IP00	Corrente nominal do filtro em 50 Hz
525-600V	600V					
PK75		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K1		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P2K2		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P3K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P4K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P5K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P7K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
	P11K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P11K	P15K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P15K	P18K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P18K	P22K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P22K	P30K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P30K	P37K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P37K	P45K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P45K	P55K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P55K	P75K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P75K	P90K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P90K	P110	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P110	P132	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P150	P160	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P180	P200	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P220	P250	2 kHz	60 Hz	130B2348	130B2329	303 A
P260	P315	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P300	P400	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P375	P500	1,5 kHz	60 Hz	130B2271	130B2242	530 A
P450	P560	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P480	P630	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P560	P710	1,5 kHz	60 Hz	130B2382	130B2338	765 A
P670	P800	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
	P900	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
P820	P1M0	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A
P970	P1M2	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A



#### NOTA!

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

### 4.2.5. Códigos de Compra: Filtros du/dt, 380-480 VCA

**Alimentação de rede elétrica 3x380 a 3x480**

Tamanho do conversor de frequência		Frequência mínima de chaveamento	Frequência de saída máxima	Nº de Peça do IP20	Nº de Peça do IP00	Corrente nominal do filtro em 50 Hz
380-440V	441-480V					
11 kW	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2396	130B2385	24 A
15 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
18.5 kW	18.5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
22 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
30 kW	30 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
37 kW	37 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
132 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
160 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
200 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
250 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2277	130B2275	500 A
315 kW	355 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
355 kW	400 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
400 kW	450 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
450 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
500 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
560 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
630 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
710 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
800 kW	1000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
1000 kW	1100 kW	2 kHz	60 Hz	130B2410	130B2395	2300 A



#### 4.2.6. Códigos de Compra: Filtros du/dt, 525-600 VCA

##### Alimentação de rede elétrica 3 x 525 a 3x600

Tamanho do conversor de frequência		Frequência mínima de chaveamento	Frequência de saída máxima	Nº de Peça do IP20	Nº de Peça do IP00	Corrente nominal do filtro em 50 Hz
525-600V	600V					
	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
11 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
15 kW	18.5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
18.5 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
22 kW	30 kW	4 kHz	60 Hz	130B2424	130B2415	45 A
30 kW	37 kW	4 kHz	60 Hz	130B2424	130B2415	45 A
37 kW	45 kW	3 kHz	60 Hz	130B2425	130B2416	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2425	130B2416	75 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2426	130B2417	115 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2426	130B2417	115 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2427	130B2418	165 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2427	130B2418	165 A
150 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2428	130B2419	260 A
180 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2428	130B2419	260 A
220 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2429	130B2420	310 A
260 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2278	130B2235	430 A
300 kW	400 kW	3 kHz	60 Hz	130B2278	130B2235	430 A
375 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2239	130B2236	530 A
450 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2274	130B2280	630 A
480 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2274	130B2280	630 A
560 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2430	130B2421	765 A
670 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
	900 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
820 kW	1000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A
970 kW	1200 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1350 A



Tam. do chassi	Dimensões mecânicas												
	A2	A3	A5	B1	B2	C1	C2	D1	D2	D3	D4	E1	E2
200-240 V	1,1-3 kW 2,2-4,0 kW 1,1-4,0 kW	3,0-3,7 kW 5,5-7,5 kW 5,5-7,5 kW	1,1-3,7 kW	5,5-11 kW	15 kW	18,5-22 kW	30-45 kW	110-132 kW	160-250 kW	110-132 kW	160-250 kW	315-450 kW	315-450 kW
380-480 V			1,1-7,5 kW	11-18,5 kW	22-30 kW	37-55 kW	75-90 kW	110-132 kW	160-315 kW	110-132 kW	160-315 kW	315-560 kW	355-560 kW
525-600 V			1,1-7,5 kW										
IP NEMA	20 Chassi	21 Chassi	55/66 Tipo 12	21/55/66 Tipo 1/12	21/55/66 Tipo 1/12	21/55/66 Tipo 1/12	21/55/66 Tipo 1/12	21/54 Tipo 1/12	21/54 Tipo 1/12	00 Tipo 1	00 Tipo 1	21/54 Tipo 1/12	00 Tipo 1
<b>Altura (mm)</b>													
Tampa traseira	A 268	268	375	480	650	680	770	1159	1540	997	1277	2000	1499
Placa de desacoplamento	A 373,79	373,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Distância entre os furos para montagem	a 257	257	350	454	624	648	739						
<b>Largura (mm)</b>													
Tampa traseira	B 90	130	242	242	242	308	370	420	420	408	408	600	585
Com um opcional C	B 130	170	242	242	242	308	370						
Com dois opcionais C	B 150	190	242	242	242	308	370						
Distância entre os furos para montagem	b 70	110	215	210	210	272	334						
<b>Profundidade (mm)</b>													
Sem opcionais A/B	C 205	205	195	260	260	310	335	373	373	373	373	494	494
Com opcionais A/B	C 220	220	195	260	260	310	335	373	373	373	373	494	494
Sem opcionais A/B	D* 207	-	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Com opcionais A/B	D* 222	-	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Furos para os parafusos (mm)</b>													
	c 8,0	8,0	8,0	12	12	12	12						
	d 11	11	11	19	19	19	19						
	e 5,5	5,5	5,5	9	9	9,8	9,8	11	11	11	11	14	14
	f 9	9	9	9	9	17,6	18						
<b>Peso máx. (kg)</b>	4,9	6,6	7,0	23	27	43	61	104	151	91	138	313	277
*A parte frontal do conversor de frequência é ligeiramente convexa. C é a menor distância entre a parte traseira e a frontal (i.e., medida de canto a canto) do conversor de frequência. D é a distância mais longa entre a parte traseira e a frontal (ou seja, medida feita na parte central) do conversor de frequência.													

### 5.1.1. Sacola de Acessórios

Solicite as seguintes peças na Sacola de Acessórios do FC 100/ 300.

130BT309.11

1 2

Tamanhos de chassis A1, A2 e A3  
IP20/Chassis

130BT339.10

1 2

Tamanho de chassis A5  
IP55/Tipo 12

130BT330

Tamanhos de chassis B1 e B2  
IP21/IP55/Tipo 1/Tipo 12

130BA406.10

Tamanhos de chassis C1 e C2  
IP55/66/Tipo 1/Tipo 12

1 + 2 disponíveis somente nas unidades com circuito de frenagem. Há somente um conector de relé incluído para as unidades FC 101/301. Para a conexão do barramento CC (divisão da carga), o conector 1 pode ser encomendado separadamente (o código de compra é 130B1064).

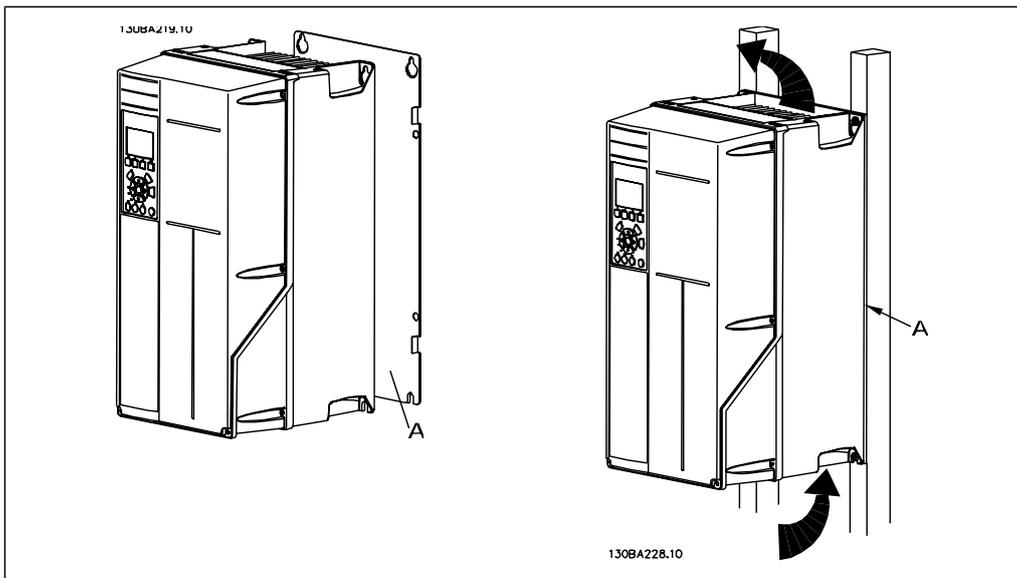
Um conector de oito pólos está incluído na sacola de acessórios do FC 101/301 sem Parada Segurada.

### 5.1.2. Montagem mecânica

1. Faça os furos de acordo com as medidas fornecidas.
2. Providencie os parafusos apropriados para a superfície na qual deseja montar o conversor de frequência. Reaperte os quatro parafusos.

O conversor de frequência permite instalação lado a lado. Devido à necessidade de resfriamento, deve-se deixar um espaço livre de pelo menos 100 mm para circulação de ar, acima e abaixo do conversor de frequência.

A parede para a fixação traseira deve ser sempre sólida.



### 5.1.3. Requisitos de Segurança da Instalação Mecânica



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

O conversor de frequência é refrigerado pela circulação do ar.

Para proteger a unidade contra superaquecimento, deve-se garantir que a temperatura ambiente *não ultrapasse a temperatura máxima definida para o conversor de frequência* e que a média de temperatura de 24 horas *não seja excedida*. Localize a temperatura máxima e a média de 24 horas, no parágrafo *Derating para a Temperatura Ambiente*.

Se a temperatura ambiente permanecer na faixa entre 45 °C - 55 °C, o derating do conversor de frequência torna-se relevante - consulte *Derating para a Temperatura Ambiente*.

A vida útil do conversor de frequência será reduzida se o derating para a temperatura ambiente não for levado em consideração.

### 5.1.4. Montagem em Campo

Para montagem em campo, recomenda-se o kit de peças do IP 21/parte de cima do IP 4X /TIPO 1 ou em unidades IP 54/55 (planejadas).

## 5.2. Instalação Elétrica

### 5.2.1. Geral sobre Cabos

**NOTA!**  
Para as conexões da rede de alimentação e do motor da série High Power do VLT, refira-se às Instruções de Operação do Drive VLT HVAC High Power, MG.11.F1.02.

**NOTA!**  
Geral sobre Cabos  
Sempre garanta a conformidade com as normas nacionais e locais relativas às seções transversais dos cabos.

5

**Detalhes dos torques de aperto dos terminais.**

Gabinete metálico	Potência (kW)			Torque (Nm)					
	200-240 V	380-480 V	525-600 V	Linha	Motor	Conexão CC	Freio	Ponto de aterramento	Relé
A2	1,1 - 3,0	1,1 - 4,0	1,1 - 4,0	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A3	3,7	5,5 - 7,5	5,5 - 7,5	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A5	1,1 - 3,7	1,1 - 7,5	1,1 - 7,5	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
B1	5,5 - 11	11 - 18,5	-	1,8	1,8	1,5	1,5	3	0,6
B2	-	22	-	2,5	2,5	3,7	3,7	3	0,6
	15	30	-	4,5	4,5	3,7	3,7	3	0,6
C1	18,5 - 30	37 - 55	-	10	10	10	10	3	0,6
C2	37	75	-	14	14	14	14	3	0,6
	45	90	-	24	24	14	14	3	0,6
D1/D3	-	110	110	19	19	9,6	9,6	19	0,6
	-	132	132	19	19	9,6	9,6	19	0,6
D2/D4	-	160-250	160-315	19	19	9,6	9,6	19	0,6
E1/E2	-	315-450	355-560	19	19	19	9,6	19	0,6

Tabela 5.1: Aperto dos terminais

### 5.2.2. Remoção de Protetores para Cabos Adicionais

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

### 5.2.3. Conexão à Rede Elétrica e Aterramento



#### NOTA!

O conector plugue da energia pode ser removido.

1. Garanta que o conversor de frequência esteja aterrado corretamente. Conecte ao ponto de aterramento (terminal 95). Use um 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 plugue de energia.



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

A conexão de rede é feita por meio da chave principal, se esta estiver incluída na configuração do conversor.

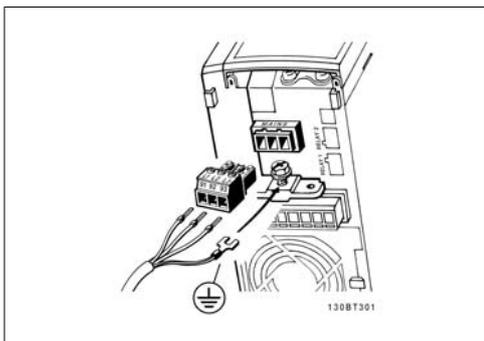


Ilustração 5.1: Como fazer a conexão à rede elétrica e ao ponto de aterramento (gabinetes metálicos A2 e A3).

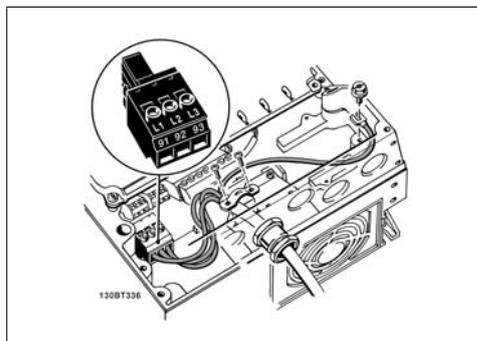


Ilustração 5.2: Como fazer a conexão à rede elétrica e ao ponto de aterramento (gabinete metálico A5).

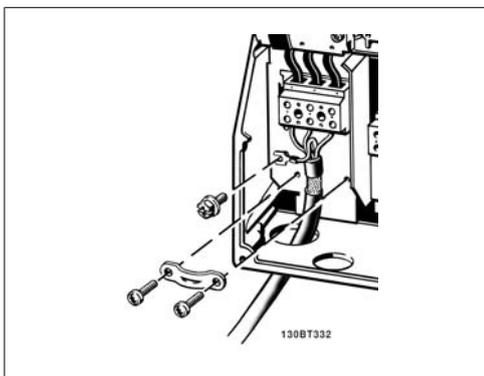


Ilustração 5.3: Como fazer a conexão na rede e aterramento (gabinetes metálicos B1 e B2).

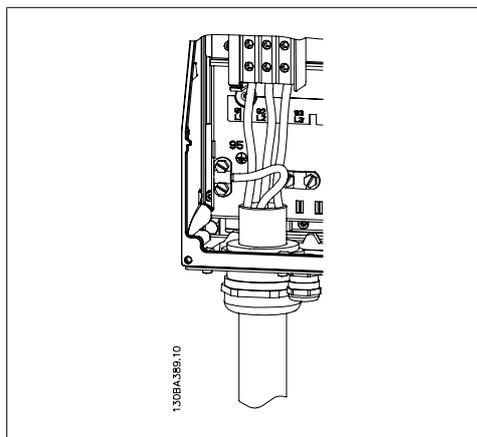


Ilustração 5.4: Como fazer a conexão de rede e aterramento (gabinetes metálicos C1 e C2).

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

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

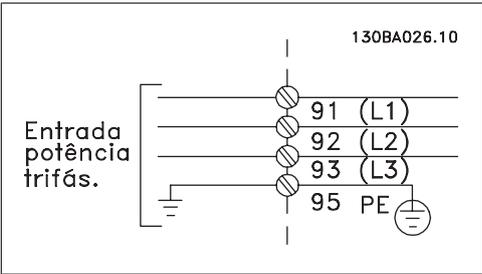


Ilustração 5.5: Terminais para rede elétrica e aterramento

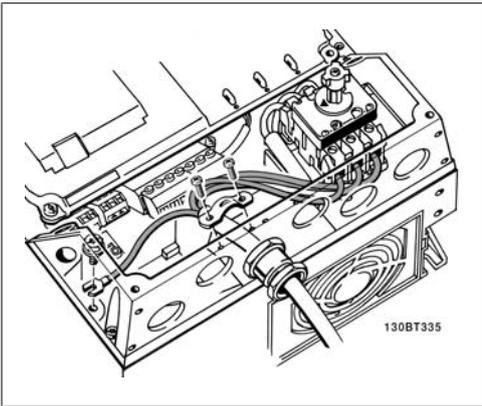


Ilustração 5.6: Como fazer a conexão à rede elétrica e ao ponto de aterramento (gabinete metálico A5).

### 5.2.4. Conexão do Motor

 **NOTA!**  
O cabo do motor deve ser blindado/encapado metalicamente. Se um cabo não blindado/não encapado metalicamente for utilizado, alguns dos requisitos de EMC não serão atendidos. Para maiores detalhes, consulte as *Especificações de EMC*.

1. Fixe a placa de desacoplamento na parte inferior do conversor de frequência, com parafusos e arruelas contidos na sacola de acessórios.

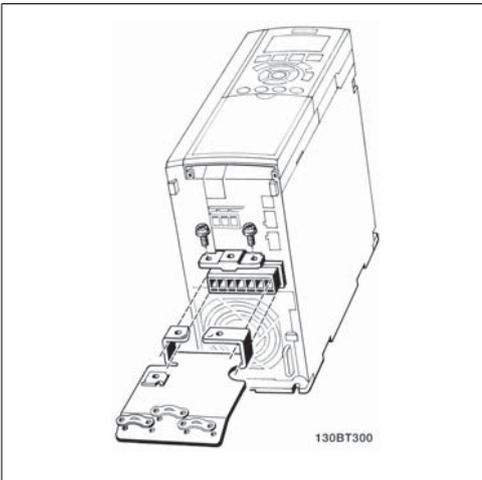


Ilustração 5.7: Montagem da placa de desacoplamento

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 contidos na 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.

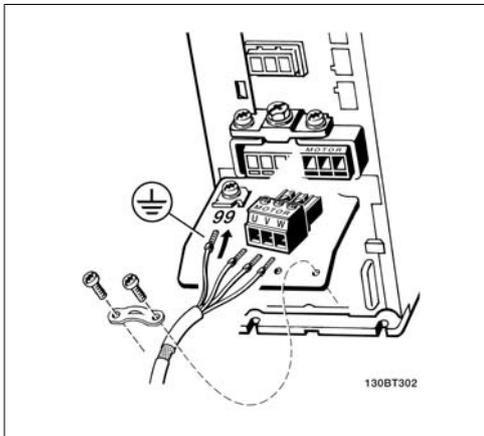


Ilustração 5.8: Conexão do motor para gabinetes metálicos A2 e A3

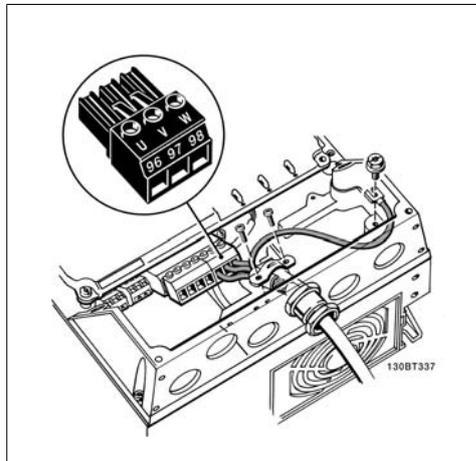


Ilustração 5.9: Conexões do motor para o gabinete metálico A5

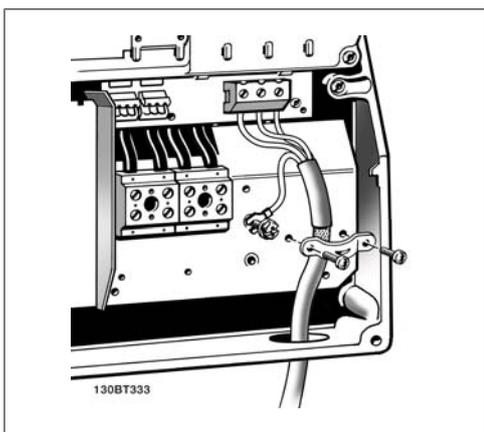


Ilustração 5.10: Conexões do motor para os gabinetes metálicos B1 e B2

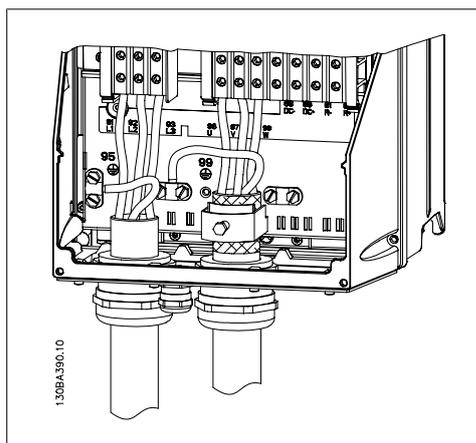
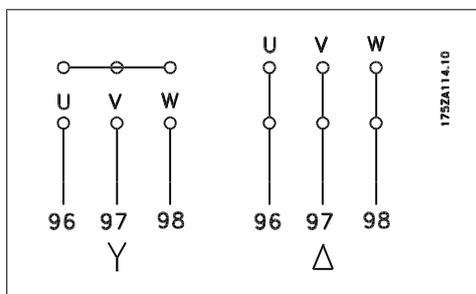


Ilustração 5.11: Conexões do motor para os gabinetes metálicos C1 e C2

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,  $\Delta/Y$ ). Os motores grandes são ligados em delta (400/600 V,  $\Delta/Y$ ). Consulte a plaqueta de identificação do motor para o modo de conexão e a tensão corretos.





**NOTA!**

Em motores sem o 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.

No.	96	97	98	Tensão do motor 0-100% da tensão de rede.
	U	V	W	3 fios de saída do motor
	U1	V1	W1	6 fios que saem do motor, ligados em Delta
	W2	U2	V2	
	U1	V1	W1	6 fios que saem do motor, ligados em Estrela U2, V2, W2 a serem interconectados separadamente (bloco terminal opcional)
No.	99			Conexão do terra
	PE			

### 5.2.5. Cabos do Motor

Consultar a seção *Especificações Gerais* para o dimensionamento correto da seção transversal e comprimento do cabo do motor.

- Utilizar um cabo de motor blindado/encapado metalicamente para atender as especificações de emissão EMC.
- Mantenha o cabo do motor o mais curto possível, a fim de reduzir o nível de ruído e de 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 malha de blindagem com a maior área superficial possível (braçadeira do cabo). Isto pode ser conseguido utilizando os dispositivos de instalação fornecidos com o conversor de frequência.
- Evite fazer a montagem com as pontas da malha de blindagem trançadas (nós), o que deteriorará os efeitos de filtragem das frequências altas.
- Se for necessário separar a malha de blindagem, para instalar um isolador para o motor ou o relé do motor, a malha de blindagem deve ter continuidade com uma impedância de alta frequência mínima.

### 5.2.6. Instalação Elétrica de Cabos de Motor

**Blindagem de cabos**

Evite a instalação com as extremidades da malha metálica torcidas (rabichos). Elas diminuem o efeito da blindagem nas frequências altas.

Se for necessário interromper a blindagem para instalar um isolador de motor ou relé de motor, a blindagem deverá ter continuidade com a impedância de HF mais baixa possível.

**Comprimento do cabo e seção transversal**

O conversor de frequência foi testado com um determinado comprimento de cabo e uma determinada seção transversal. Se a seção transversal for aumentada, a capacitância do cabo - e, portanto, a corrente de fuga - poderá aumentar e o comprimento do cabo deverá ser reduzido na mesma proporção.

**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 *Par. 14-01*.

**Condutores de alumínio**

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

Além disso, o parafuso do bloco de terminais deverá ser apertado novamente, depois de dois dias, devido à maleabilidade do alumínio. É extremamente importante manter essa conexão isenta de ar, caso contrário a superfície do alumínio se oxidará novamente.

**5.2.7. Fusíveis****Proteção do circuito de derivação**

A fim de proteger a instalação contra perigos elétricos e de incêndio, todos os circuitos de derivação em uma instalação, engrenagens de chaveamento, máquinas, etc., devem estar protegidas de curtos-circuitos e de sobre correntes, de acordo com as normas nacional/internacional.

**Proteção contra curto circuito**

O conversor de frequência deve estar protegido contra curto-circuito, para evitar perigos elétricos e de incêndio. A Danfoss recomenda a utilização dos fusíveis, mencionados nas tabelas 4.3 e 4.4, para proteger o técnico de manutenção ou outro equipamento, no caso de uma falha interna na unidade. O conversor de frequência fornece proteção total contra curto-circuito, no caso de um curto-circuito na saída do motor.

**Proteção contra sobrecorrente**

Fornecer proteção a sobrecarga para evitar risco de incêndio, devido a superaquecimento dos cabos na instalação. 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 o *Guia de Programação do Drive do VLT® HVAC, par. 4-18*. Os fusíveis devem ser dimensionados para proteger circuitos capazes de fornecer um máximo de 100.000 A<sub>rms</sub> (simétrico), 500 V/600 V máximo.

**Não-conformidade com o UL**

Se não houver conformidade com o UL/cUL, a Danfoss recomenda utilizar os fusíveis mencionados na tabela 4.2, que asseguram a conformidade com a EN50178:

Em caso de mau funcionamento, se as seguintes recomendações não forem seguidas, poderá redundar em dano desnecessário ao conversor de frequência.

Frequência conversor	Capacidade máx. do fusível	Tensão	Tipo
<b>200-240 V</b>			
K25-K75	10A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
1K1-1K5	16A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
2K2	25A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
3K0	25A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
3K7	35A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
5K5	50A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
7K5	63A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
11K	63A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
15K	80A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
18K5	125A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
22K	125A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
30K	160A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
37K	200A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo aR
45K	250A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo aR
<b>380-480 V</b>			
K37-1K5	10A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
2K2-3K0	16A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
4K0-5K5	25A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
7K5	35A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
11K-15K	63A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
18K	63A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
22K	63A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
30K	80A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
37K	100A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
45K	125A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
55K	160A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo gG
75K	250A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo aR
90K	250A <sup>1</sup>	380-500 V	tipo aR

Tabela 5.2: **Fusíveis de 200 V a 480 V, Não UL**

1) Fusíveis máx. - consulte as normas nacional/internacional para seleccionar uma dimensão de fusível aplicável.

PN Danfoss	Bussmann	Ferraz	Siba
20220	170M4017	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
20221	170M6013	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabela 5.3: **Fusíveis Adicionais para Aplicações Não-UL, gabinetes metálicos E, 380-480 V**

Tamanho/ Tipo	PN Bussmann*	PN Danfoss	Valor Nominal	Perdas (W)
P355	170M4017 170M5013	20220	700 A, 700 V	85
P400	170M4017 170M5013	20220	700 A, 700 V	85
P500	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P560	170M6013	20221	900 A, 700 V	120

Tabela 5.4: **Gabinetes metálicos E, 525-600 V**

Os fusíveis \*170M da Bussmann exibidos utilizam o indicador visual -/80, -TN/80 Tipo T, indicador -/110 ou TN/110 Tipo T, fusíveis do mesmo tamanho e amperagem podem ser substituídos para uso externo.

PN Danfoss	Bussmann	Ferraz	Siba
20220	170M4017	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
20221	170M6013	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabela 5.5: **Fusíveis adicionais para Aplicações Não-UL gabinetes metálicos E, 525-600 V**

Apropriada para uso em um circuito capaz de fornecer não mais que 100.000 Ampère RMS simétrico, máximo de 500/600/690 Volts máximo, quando protegido pelos fusíveis acima mencionados.

### Tabelas de Disjuntores

Disjuntores fabricados pela General Electric, Cat. Nº. SKHA36AT0800, 600 Vca máximo, com plugues limitantes listados a seguir, pode ser utilizado para atender os requisitos do UL.

Tamanho/Tipo	Nº catalogado do plugue limitante	Amps
P110	SRPK800A300	300
P132	SRPK800A350	350
P160	SRPK800A400	400
P200	SRPK800A500	500
P250	SRPK800A600	600

Tabela 5.6: **Gabinetes metálicos tipo D, 380-480 V**

### Não-conformidade com o UL

Se não houver conformidade com o UL/cUL, recomendamos utilizar os seguintes fusíveis, que asseguram a conformidade com a EN50178:

Em caso de mau funcionamento, se as seguintes recomendações não forem seguidas, poderá redundar em dano desnecessário ao conversor de frequência.

P110 - P200	380 - 500 V	tipo gG
P250 - P450	380 - 500 V	tipo gR

Frequência conversor	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Fusível Littell	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>Em conformidade com o UL - 200-240 V</b>							
kW	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo RK1	Tipo RK1	Tipo CC	Tipo RK1
K25-K37	KTN-R05	JKS-05	JJN-05	5017906-005	KLN-R005	ATM-R05	A2K-05R
K55-1K1	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K5	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	5017906-015	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R
2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	5012406-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	5012406-025	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R
3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	5012406-030	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	5012406-050	KLN-R50	-	A2K-50R
7K5	KTN-R50	JKS-60	JJN-60	5012406-050	KLN-R60	-	A2K-50R
11K	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	5014006-063	KLN-R60	A2K-60R	A2K-60R
15K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80	A2K-80R	A2K-80R
18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	A2K-125R	A2K-125R
22K	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	A2K-125R	A2K-125R
30K	FWX-150	-	-	2028220-150	L25S-150	A25X-150	A25X-150
37K	FWX-200	-	-	2028220-200	L25S-200	A25X-200	A25X-200
45K	FWX-250	-	-	2028220-250	L25S-250	A25X-250	A25X-250

Tabela 5.7: **Fusíveis 200 - 240 V UL**

Fre- quência conver- sor	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Fusível Littell	Ferraz- Shawmut	Ferraz- Shawmut
<b>Em conformidade com o UL - 380-480 V, 525-600</b>							
kW	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo RK1	Tipo RK1	Tipo CC	Tipo RK1
K37-1K1	KTS-R6	JKS-6	JJS-6	5017906-006	KLS-R6	ATM-R6	A6K-6R
1K5-2K2	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	5017906-010	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R
3K0	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	5017906-016	KLS-R16	ATM-R16	A6K-16R
4K0	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	5017906-020	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R
5K5	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	5017906-025	KLS-R25	ATM-R25	A6K-25R
7K5	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	5012406-032	KLS-R30	ATM-R30	A6K-30R
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
15K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40	-	A6K-40R
18K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	5014006-050	KLS-R50	-	A6K-50R
22K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R60	-	A6K-60R
30K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	2028220-100	KLS-R80	-	A6K-80R
37K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	2028220-125	KLS-R100	-	A6K-100R
45K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	2028220-125	KLS-R125	-	A6K-125R
55K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	2028220-160	KLS-R150	-	A6K-150R
75K	FWH-220	-	-	2028220-200	L50S-225	-	A50-P225
90K	FWH-250	-	-	2028220-250	L50S-250	-	A50-P250

Tabela 5.8: **Fusíveis 380 - 600 V, UL**

Fusíveis KTS da Bussmann podem substituir KTN para conversores de frequência de 240 V.

Fusíveis FWH da Bussmann podem substituir FWX para conversores de frequência de 240 V.

Fusíveis KLSR da LITTEL FUSE podem substituir KLNLR para conversores de frequência de 240 V.

Fusíveis L50S da LITTEL FUSE podem substituir L50S para conversores de frequência de 240 V.

Fusíveis A6KR da FERRAZ SHAWMUT podem substituir A2KR para conversores de frequência de 240 V.

Fusíveis A50X da FERRAZ SHAWMUT podem substituir A25X para conversores de frequência de 240 V.

<b>Tabelas de Fusíveis de Alta Potência</b>								
Ta- ma- nho/ Tipo	Buss- mann E1958 JFHR2* *	Buss- mann E4273 T/ JDDZ**	SIBA E180276 RKI/JDDZ	LittelFuse E71611 JFHR2**	Ferraz- Shawmut E60314 JFHR2**	Buss- mann E4274 H/ JDDZ**	Bussmann E125085 JFHR2*	Opcional Interno Bussmann
P110	FWH-300	JJS-300	2028220-315	L50S-300	A50-P300	NOS-300	170M3017	170M3018
P132	FWH-350	JJS-350	2028220-315	L50S-350	A50-P350	NOS-350	170M3018	170M4016
P160	FWH-400	JJS-400	206xx32-400	L50S-400	A50-P400	NOS-400	170M4012	170M4016
P200	FWH-500	JJS-500	206xx32-500	L50S-500	A50-P500	NOS-500	170M4014	170M4016
P250	FWH-600	JJS-600	206xx32-600	L50S-600	A50-P600	NOS-600	170M4016	170M4016

Tabela 5.9: **Gabinetes metálicos tipo D, 380-480 V**

\*Os fusíveis 170M da Bussmann exibidos utilizam o indicador visual -/80, -TN/80 Tipo T, indicador -/110 ou TN/110 Tipo T, fusíveis do mesmo tamanho e amperagem podem ser substituídos para uso externo

\*\*Qualquer fusível listado pelo UL, no mínimo de 480 V, com valor nominal de corrente associado, pode ser utilizado para estar em conforme com os requisitos do UL.

Tamanho/ Tipo	Bussmann E125085 JFHR2	Amps	SIBA E180276 JFHR2	Ferraz-Shawmut E76491 JFHR2
P110	170M3017	315	2061032.315	6.6URD30D08A0315
P132	170M3018	350	2061032.350	6.6URD30D08A0350
P160	170M4011	350	2061032.350	6.6URD30D08A0350
P200	170M4012	400	2061032.400	6.6URD30D08A0400
P250	170M4014	500	2061032.500	6.6URD30D08A0500
P315	170M5011	550	2062032.550	6.6URD32D08A0550

Tabela 5.10: **Gabinetes metálicos D, 525-600 V**

Tamanho/ Tipo	PN Bussmann*	PN Danfoss	Valor Nominal	Perdas (W)
P315	170M5013	20221	900 A, 700 V	120
P355	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P400	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P450	170M6013	20221	900A, 700 V	120

Tabela 5.11: **Gabinetes metálicos E, 380-480 V**

Os fusíveis \*170M da Bussmann exibidos utilizam o indicador visual -/80, -TN/80 Tipo T, indicador -/110 ou TN/110 Tipo T, fusíveis do mesmo tamanho e amperagem podem ser substituídos para uso externo.

### 5.2.8. Acesso aos Terminais de Controle

Todos os terminais para os cabos de controle estão localizados sob a tampa do bloco de terminais, na parte da frente do conversor de frequência. Remova essa tampa dos terminais utilizando uma chave de fenda (veja a figura ilustrativa).

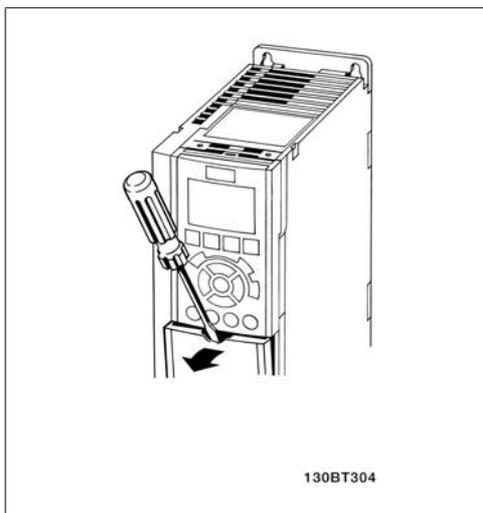


Ilustração 5.12: Gabinetes metálicos A1, A2 e A3.

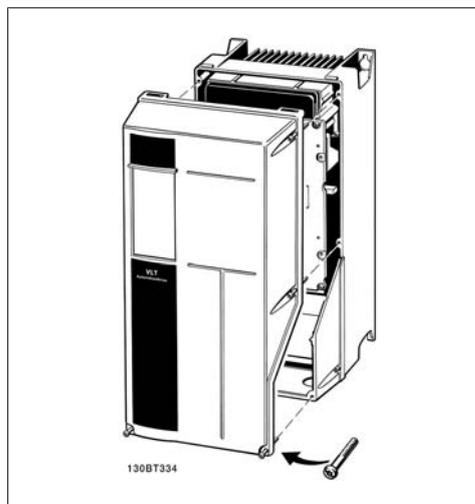


Ilustração 5.13: Gabinetes metálicos A5, B1, B2, C1 e C2

### 5.2.9. Terminais de Controle

Números de referências de desenhos:

1. Plugue de 10 pólos da E/S digital
2. Plugue de 3 pólos do barramento RS-485.
3. 6 pólos da E/S analógica.
4. Conexão USB.

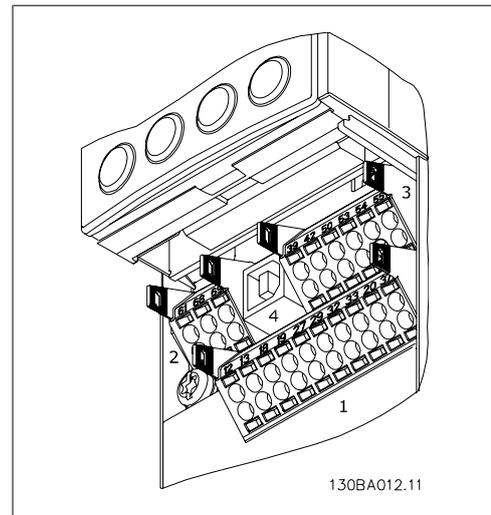
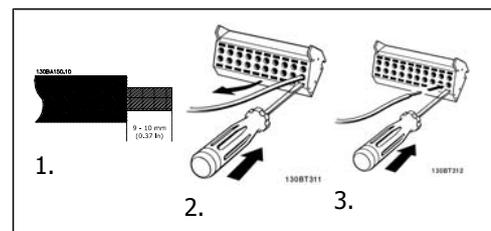


Ilustração 5.14: Terminais de controle (todos os gabinetes)

### 5.2.10. Instalação Elétrica, Terminais dos Cabos de Controle

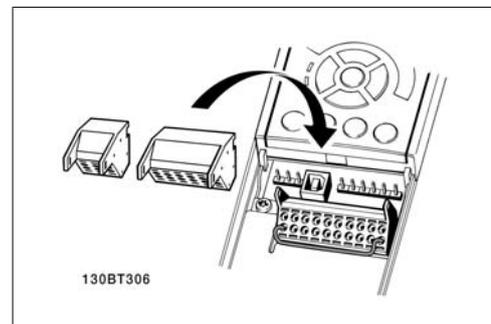
Para montar o cabo no bloco de terminais:

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



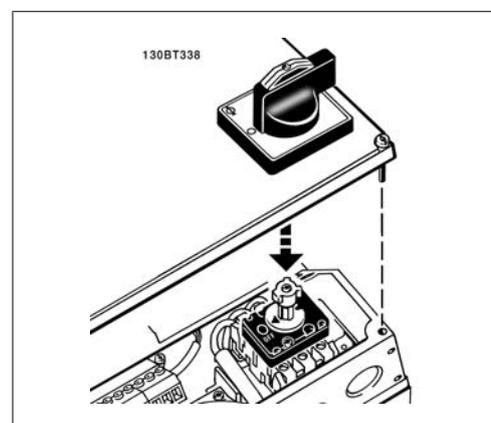
Para remover o cabo dos blocos de terminais:

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



<sup>1)</sup> Máx. 0,4 x 2,5 mm

Montagem do compartimento do IP55 / NEMA TIPO 12 com o disjuntor de rede elétrica



### 5.2.11. 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 por pulso

27= inversão de parada

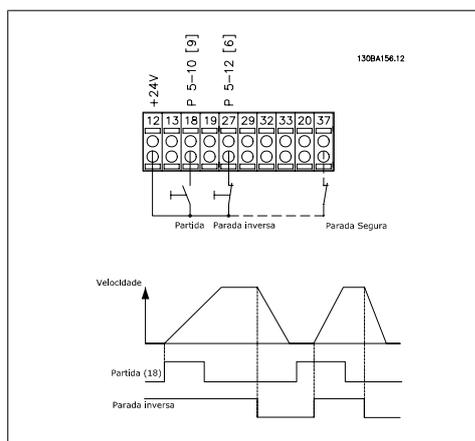


Ilustração 5.15: Terminal 37 somente disponível com a Função de Parada Segura!

### 5.2.12. Instalação Elétrica, Cabos de Controle

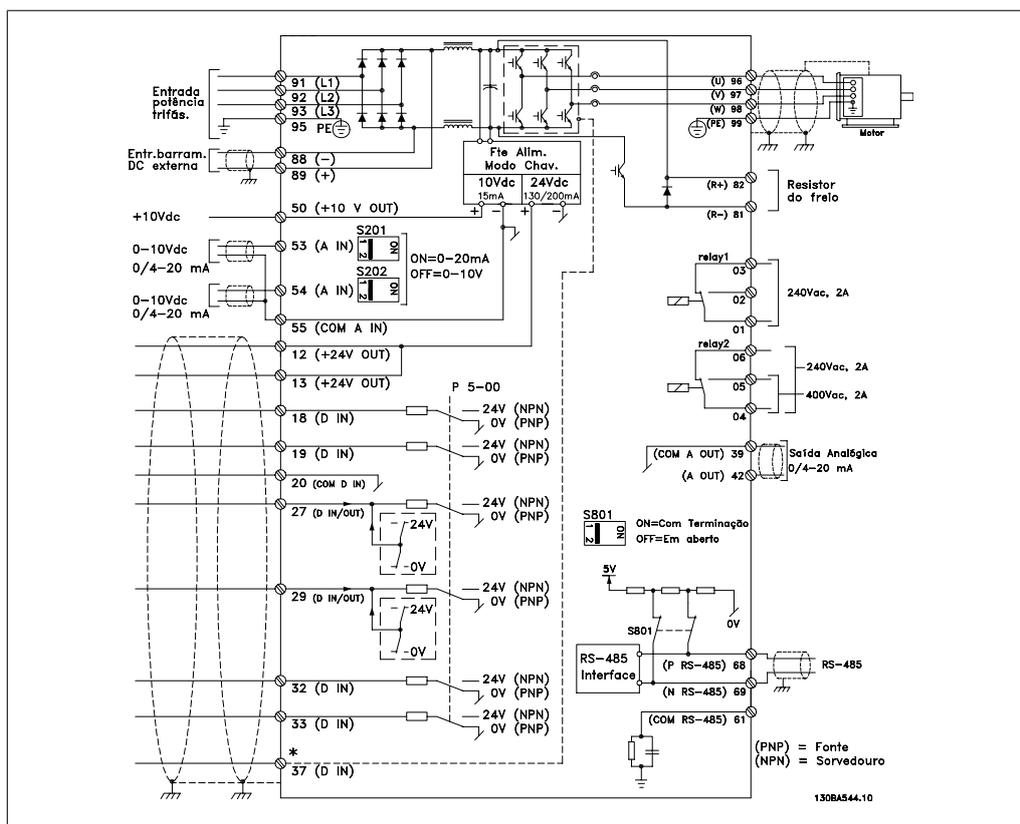


Ilustração 5.16: Diagrama mostrando todos os terminais elétricos. (O terminal 37 estará instalado somente nas unidades com a Função Parada Segura.)

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

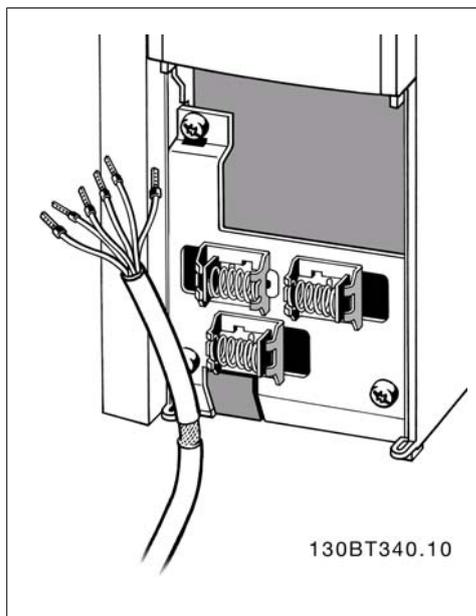
Se isto acontecer, é possível que haja a necessidade de cortar a malha da blindagem ou inserir um capacitor de 100 nF entre a malha e o chassi.

As entradas e saídas, digitais e analógicas, devem ser conectadas separadamente às entradas comuns do VLT HVAC (terminais 20, 55 e 39), para evitar que correntes de fuga dos dois grupos de sinais afetem outros grupos. Por exemplo, o chaveamento na entrada digital pode interferir no sinal de entrada analógico.

**NOTA!**  
Os cabos de controle devem estar blindados/encapados metalicamente.

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

Consulte a seção intitulada *Aterramento de Cabos de Controle Blindados/Encapados Metalicamente*, para a terminação correta dos cabos de controle.



### 5.2.13. Chaves S201, S202 e S801

As chaves S201(A53) e S202 (A54) são usadas para selecionar uma configuração de corrente (0-20 mA) ou de tensão (0 a 10 V), nos terminais de entrada analógica 53 e 54, respectivamente.

A chave S801 (BUS TER.) pode ser utilizada para ativar a terminação na porta RS-485 (terminais 68 e 69).

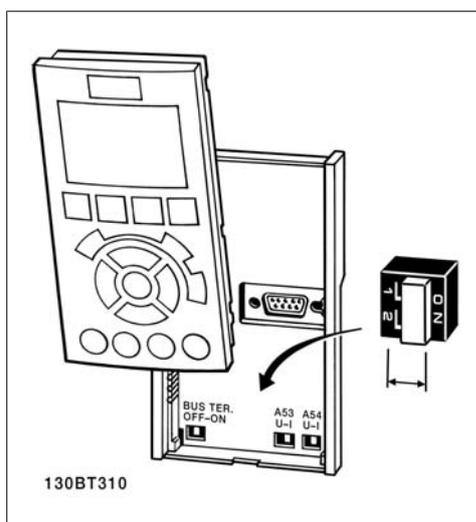
Consulte o desenho *Diagrama mostrando todos os terminais elétricos* na seção *Instalação Elétrica*.

Configuração padrão:

S201 (A53) = OFF (entrada de tensão)

S202 (A54) = OFF (entrada de tensão)

S801 (Terminação de barramento) = OFF



## 5.3. Set-Up Final e Teste

### 5.3.1. Setup Final e Teste

Para testar o setup e assegurar que o conversor de frequência está funcionando, siga os seguintes passos.

#### Passo 1. Localize a plaqueta de identificação do motor



**NOTA!**

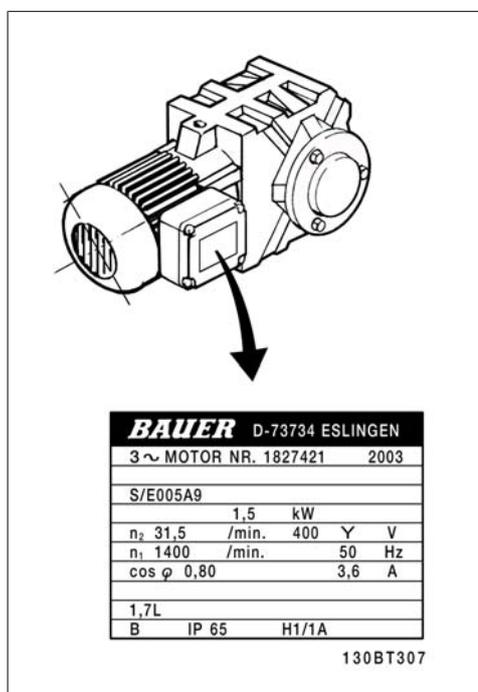
O motor está ligado em estrela - (Y) ou em delta - ( $\Delta$ ). Esta informação está localizada na plaqueta de identificação do motor.

**5**

#### Passo 2. Insira os dados da plaqueta de identificação do motor do motor, nesta lista de parâmetros.

Para acessar esta lista pressione a tecla [QUICK MENU] (Menu Rápido) e, em seguida, selecione "Configuração Rápida Q2".

1.	Potência do Motor [kW] ou Potência do Motor [HP]	par. 1-20 par. 1-21
2.	Tensão do Motor	par. 1-22
3.	Frequência do Motor	par. 1-23
4.	Corrente do Motor	par. 1-24
5.	Velocidade Nominal do Motor	par. 1-25



#### Passo 3. Ative a Adaptação Automática do Motor (AMA)

A execução da AMA assegurará um desempenho ótimo. A AMA mede os valores a partir do diagrama equivalente do modelo do motor.

1. Conecte o terminal 27 ao 12 ou programe o par. 5-12 para 'Sem operação' (par. 5-12 [0])
2. Ative o par. 1-29 da AMA.
3. Escolha entre AMA completa ou reduzida. Se houver um filtro LC instalado, execute somente a AMA reduzida ou remova o filtro LC, durante o procedimento da AMA.
4. Aperte a tecla [OK]. O display exibe "Pressione [Hand on] (Manual ligado) para iniciar".
5. Pressione a tecla [Hand on]. Uma barra de evolução desse processo mostrará se a AMA está em execução.

### Pare a AMA durante a operação

1. Pressione a tecla [OFF] (Desligar) - o conversor de frequência entra no modo alarme e o display mostra que a AMA foi encerrada pelo usuário.

AMA executada com êxito

1. O display mostra "Pressione [OK] para encerrar a AMA".
2. Pressione a tecla [OK] para sair do estado da AMA.

AMA falhou

1. O conversor de frequência entra no modo alarme. Pode-se encontrar uma descrição do alarme na seção *Solucionando Problemas*.
2. O "Valor de Relatório" em [Alarm Log] (Registro de alarme) mostra a última seqüência de medição executada pela AMA, antes do conversor de frequência entrar no modo alarme. Este número, junto com a descrição do alarme, auxiliará na solução do problema. Sempre que necessitar entrar em contacto com a Assistência Técnica da Danfoss, certifique-se de mencionar o número e a descrição do alarme.



#### NOTA!

A falha na execução de uma AMA, freqüentemente, é causada pela digitação incorreta dos dados da plaqueta de identificação ou devido à diferença muito grande entre a potência do motor e a potência do Drive do VLT HVAC.

### Passo 4. Programe o limite de velocidade e o tempo de rampa

Programe os limites desejados para a velocidade e o tempo de rampa.

Referência Mínima	par. 3-02
Referência Máxima	par. 3-03

Lim. Inferior da Veloc. do Motor	par. 4-11 ou 4-12
Lim. Superior da Veloc. do Motor	par. 4-13 ou 4-14

Tempo de Aceleração da Rampa 1 [s]	par. 3-41
Tempo de Desaceleração da Rampa 1 [s]	par. 3-42

## 5.4. Conexões Adicionais

### 5.4.1. Ligação do barramento CC

O terminal do bus CC é utilizado como backup CC, em que o circuito intermediário é alimentado a partir de uma fonte externa.

Números dos terminais: 88, 89

Se necessitar de informação adicional, contacte a Danfoss.

### 5.4.2. Opção de Conexão de Freio

O cabo de conexão do resistor de freio deve ser blindado/encapado metalicamente.

Gabinete metálico	A+B+C+D+F	A+B+C+D+F
Resistor de freio	81	82
Terminais	R-	R+

**NOTA!**  
O freio dinâmico requer equipamento adicional e cuidados com segurança. Para informações detalhadas, entre em contacto com a Danfoss.

1. Utilize braçadeiras para conectar a malha da blindagem do cabo ao gabinete metálico do conversor de frequência e à placa de desacoplamento do resistor de freio.
2. Dimensão da seção transversal do cabo de freio, para corresponder à corrente de frenagem.

**NOTA!**  
Tensões de até 975 V CC (@ 600 V CA) podem ocorrer entre os terminais.

**NOTA!**  
Se ocorrer um curto-circuito no IGBT do freio, evite a perda de energia no resistor de freio utilizando um interruptor ou contactor de rede elétrica para desconectar o conversor de frequência da rede. Somente o conversor de frequência deverá controlar o contactor.

### 5.4.3. Conexão de Relés

Para programar a saída de relé, consulte o grupo de par. 5-4\* Relés.

No	01 - 02	freio desativado (normalmente aberto)
	01 - 03	freio ativado (normalmente fechado)
	04 - 05	freio desativado (normalmente aberto)
	04 - 06	freio ativado (normalmente fechado)

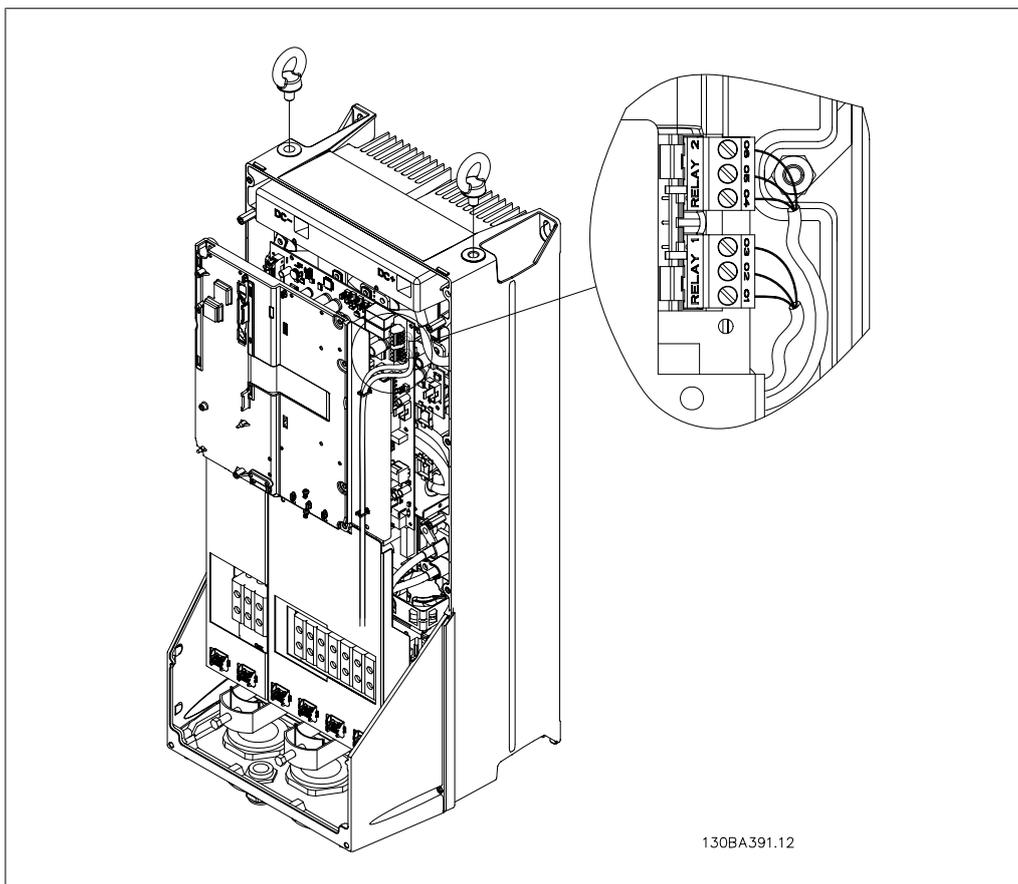
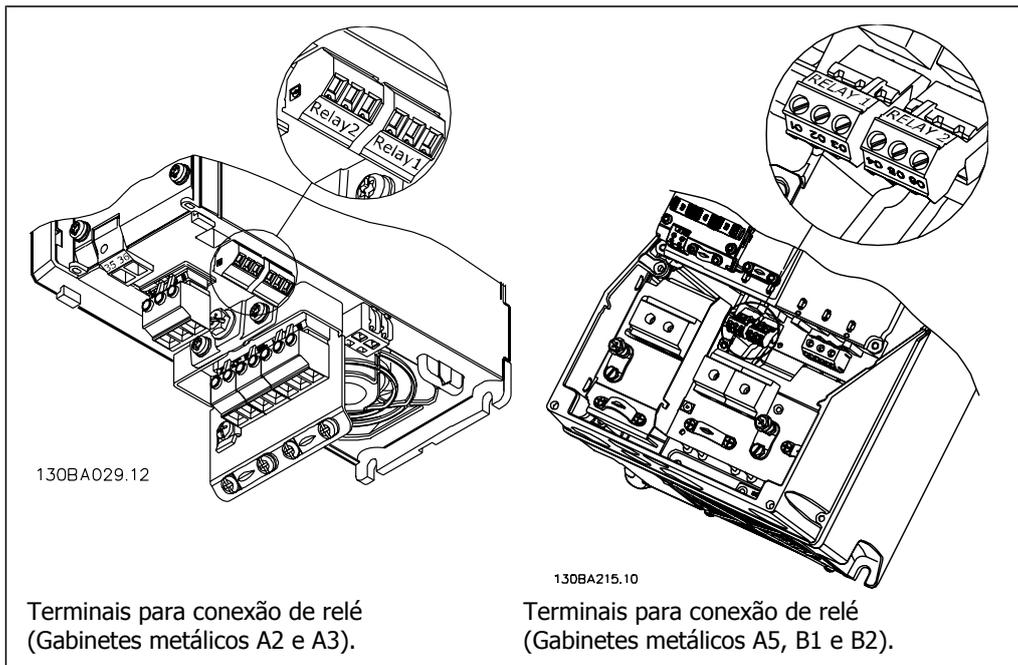


Ilustração 5.17: Terminais para conexão de relé  
(Gabinetes metálicos C1 e C2).

### 5.4.4. Saída de Relé

#### Relé 1

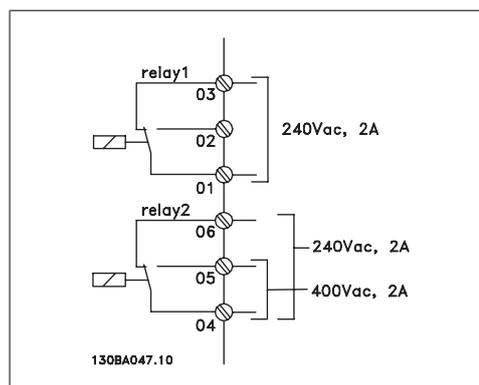
- Terminal 01: comum
- Terminal 02: normalmente aberto 240 V CA
- Terminal 03: normalmente fechado 240 V CA

#### 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 par. 5-40, 5-41 e 5-42.

Saídas de relé adicionais utilizando o módulo opcional MCB 105.



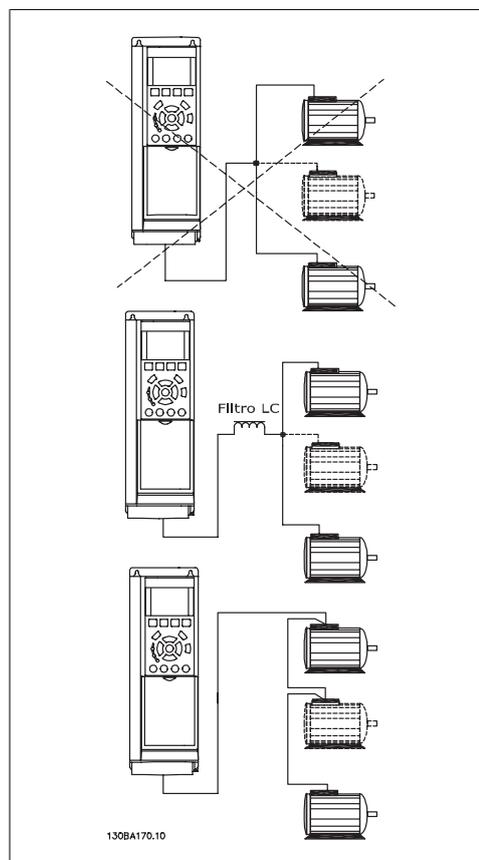
### 5.4.5. Conexão de Motores em Paralelo

O conversor de frequência pode controlar diversos motores ligados em paralelo. O consumo total de corrente dos motores não deve ultrapassar a corrente de saída nominal  $I_{INV}$  do conversor de frequência.

**NOTA!**  
 Quando motores são conectados em paralelo, o par. 1-02 *Adaptação automática do motor (AMA)* não pode ser utilizado.

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

O relé térmico eletrônico (ETR) do conversor de frequência não pode ser utilizado como dispositivo de proteção do motor, para cada motor individual do sistema de motores paralelos. Deve-se providenciar proteção adicional para os motores, p. ex., instalando termistores em cada motor ou relés térmicos individuais. (Disjuntores não são adequados como proteção).

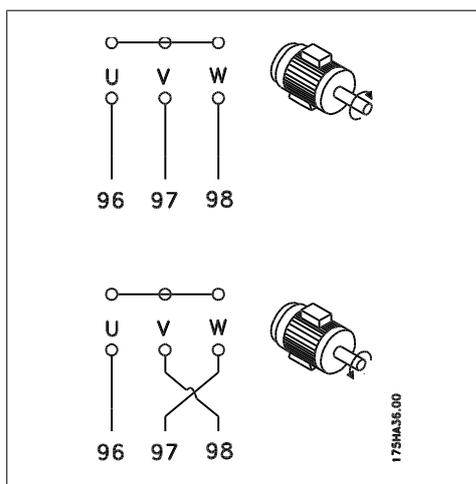


### 5.4.6. Sentido da Rotação do Motor

A configuração padrão é a rotação no sentido horário, com a saída do conversor de frequência ligada da seguinte maneira.

Terminal 96 ligado à fase U  
Terminal 97 ligado à fase V  
Terminal 98 conectado à fase W

O sentido de rotação do motor pode ser alterado invertendo-se duas fases no cabo do motor.



### 5.4.7. Proteção Térmica do Motor

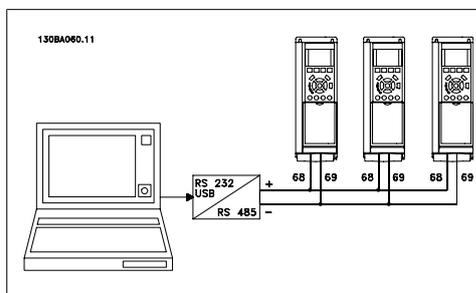
O relé térmico eletrônico no conversor de frequência recebeu a aprovação do UL, para proteção de um único motor, quando o par. 1-90 *Proteção Térmica do Motor* for definido para *Desarme por ETR* e o parâmetro 1-24 *Corrente do motor,  $I_{M,N}$*  definido com o valor da corrente nominal do motor (conferir a plaqueta de identificação do motor).

## 5.5. Instalações de conexões diversas

### 5.5.1. Conexão do Barramento RS-485

Um ou mais conversores de frequência podem ser conectados a um controle (ou mestre), utilizando uma interface RS-485 padronizada. O terminal 68 é conectado ao sinal P (TX+, RX+), enquanto o terminal 69 ao sinal N (TX-, RX-).

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



Para evitar correntes de equalização de potencial na malha de blindagem, aterre esta por meio do terminal 61, que está conectado ao chassi através de um circuito RC.

#### Terminação do barramento

O barramento do RS-485 deve ser terminado por meio de um resistor, nas duas extremidades. Para esta finalidade, ligue a chave S801 na posição "ON" (Ligado), no cartão de controle. Para mais informações, consulte o parágrafo *Chaves S201, S202 e S801*.



#### NOTA!

O protocolo de comunicação deve ser programado para FC MC, no par. 8-30.

### 5.5.2. Como Conectar um PC ao FC 100

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

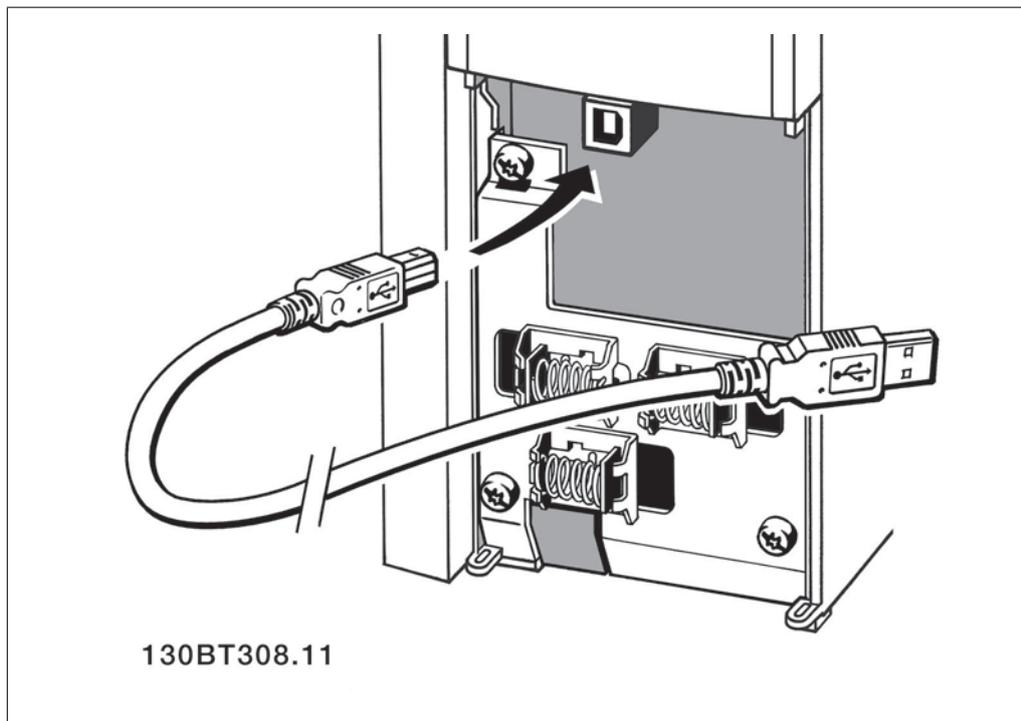
O PC é conectado por meio de um cabo USB padrão (host/dispositivo) ou através de uma interface RS-485, conforme ilustrado no *Guia de Design do Drive VLT® HVAC, capítulo Como Instalar > Instalação de conexões misc.*



**NOTA!**

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. Utilize somente laptop isolado como conexão de PC ao conector USB do Drive do VLT HVAC.

**5**



**Software para PC - MCT 10**

Todos os drives estão equipados com uma porta de comunicação serial. Uma ferramenta de PC está disponível para a comunicação entre o PC e o conversor de frequência, o Software de Setup do MCT 10 da Ferramenta de Controle de Movimento do VLT.

**Software de Setup do 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 do MCT 10 será útil para:

- Planejamento de uma rede de comunicações off-line. O MCT 10 contém um banco de dados de conversores de frequência completo.
- Colocar em operação on-line os conversores de frequência
- Gravar configurações para todos os conversores de frequência
- Substituir um drive em uma rede

- Expandir uma rede existente
- Drives desenvolvidos futuramente serão suportados

Suporte de Software de Setup do MCT 10, para o Profibus DP-V1, por meio de uma conexão Master classe 2. Isto torna possível ler/gravar parâmetros on-line em um conversor de frequência, através de rede Profibus. Isto eliminará 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 MCT 10 Setup
3. Escolha "Ler a partir do drive"
4. Escolha "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 MCT 10 Setup
3. Selecione "Abrir" – os arquivos armazenados serão exibidos
4. Abra o arquivo apropriado
5. Escolha "Gravar no drive"

Todas as configurações de parâmetros agora são transferidas para o drive.

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:

	<p><b>Software de Setup do MCT 10</b>          Configuração dos parâmetros          Copiar a partir de/para os conversores de frequência          Documentação e impressão das configurações de parâmetros, inclusive diagramas</p>
<p><b>Ext. Usuário Ext.</b>          Cronograma de Manutenção Preventiva          Programação do relógio          Programação de Ação Temporizada          Setup do Smart Logic Controller</p>	

#### Código de pedido:

Encomende o CD que contém o Software de Setup do MCT 10 usando o código 130B1000.

O MCT 10 também pode ser baixado do site da Danfoss: [www.DANFOSS.COM](http://www.DANFOSS.COM), Business Area: Motion Controls.

**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 da Danfoss quanto a dos conversores de outros fabricantes, com diferentes dispositivos de redução adicional de harmônicas como, por exemplo, os filtros AHF da Danfoss e os retificadores de pulso 12-18 podem ser calculadas.

**Código de compra:**

Encomende o CD que contém a ferramenta de PC MCT 31, usando o código 130B1031.

O MCT 31 também pode ser baixado do site da Danfoss: [www.DANFOSS.COM](http://www.DANFOSS.COM), Business Area: Motion Controls.

## 5.6. Segurança

### 5.6.1. Teste de Alta Tensão

Execute um teste de alta tensão curto circuitando os terminais U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>. Energize com 2,15 kV CC, no máximo, durante um segundo, entre este curto-circuito e o chassi.

**NOTA!**

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.

### 5.6.2. Conexão de Aterramento de Segurança

O conversor de frequência tem uma corrente de fuga elevada e deve, portanto, ser apropriadamente aterrado por razões de segurança, de acordo com a EN 50178.



A corrente de fuga de aterramento do conversor de frequência excede 3,5 mA. Para garantir uma boa conexão mecânica, desde o cabo de aterramento até a conexão de aterramento (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.

## 5.7. Instalação de EMC correta

### 5.7.1. Instalação Elétrica -

A seguir encontra-se uma orientação de boas práticas de engenharia para a instalação de conversores de frequência. Siga estas orientações para ficar em conformidade com a norma EN 61800-3 *Primeiro Ambiente*. Se a instalação está conforme o *Segundo ambiente* da EN 61800-3, tais como redes de comunicação industriais ou em uma instalação com o seu próprio transformador, permite-se que ocorra desvio dessas orientações, porém não é recomendável. Consulte também *Rotulagem CE, Aspectos Gerais de Emissão de EMC e Resultados de Testes de EMC*.

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

- Utilize somente cabos de motor e cabos de controle trançados/encapados metalicamente. A malha de blindagem deve ter cobertura de no mínimo 80%. O material da malha 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. Exige-se que o conduíte, desde o drive até o motor, seja totalmente conectado. Em relação à EMC, o desempenho dos conduítes flexíveis varia muito e deve-se obter informações do fabricante a esse respeito.
- Conecte a blindagem/encapamento metálico/conduíte ao terra, nas duas extremidades, tanto no caso dos cabos de motor 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 *Aterramento de Cabos de Controle com Malha Trançada/Encapada Metalicamente*.
- Evite que a terminação da blindagem/encapamentos metálicos esteja com as extremidades torcidas (rabichos). Isto aumenta a impedância de alta frequência da malha, reduzindo a sua eficácia nessas frequências. Em vez disso, utilize braçadeiras de cabos de impedância baixa, ou alternativamente, buchas de cabo EMC.
- Sempre que possível, evite utilizar cabos de motor ou de controle sem blindagem/sem encapamento metálico no interior de gabinetes que contêm o(s) drive(s).

Deixe a blindagem tão próxima dos conectores quanto possível.

A ilustração mostra um exemplo de uma instalação elétrica de um conversor de frequência IP20, correta do ponto de vista de EMC. O conversor de frequência está instalado em uma cabine de instalação, com um contactor de saída, e conectado a um PLC que, neste exemplo, está instalado em uma cabine separada. Outras maneiras de fazer a instalação podem proporcionar um desempenho de EMC tão bom quanto este, desde que sejam seguidas as orientações para as práticas de engenharia acima descritas.

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 satisfeitos. Consulte a seção *Resultados de teste de EMC* a esse respeito.

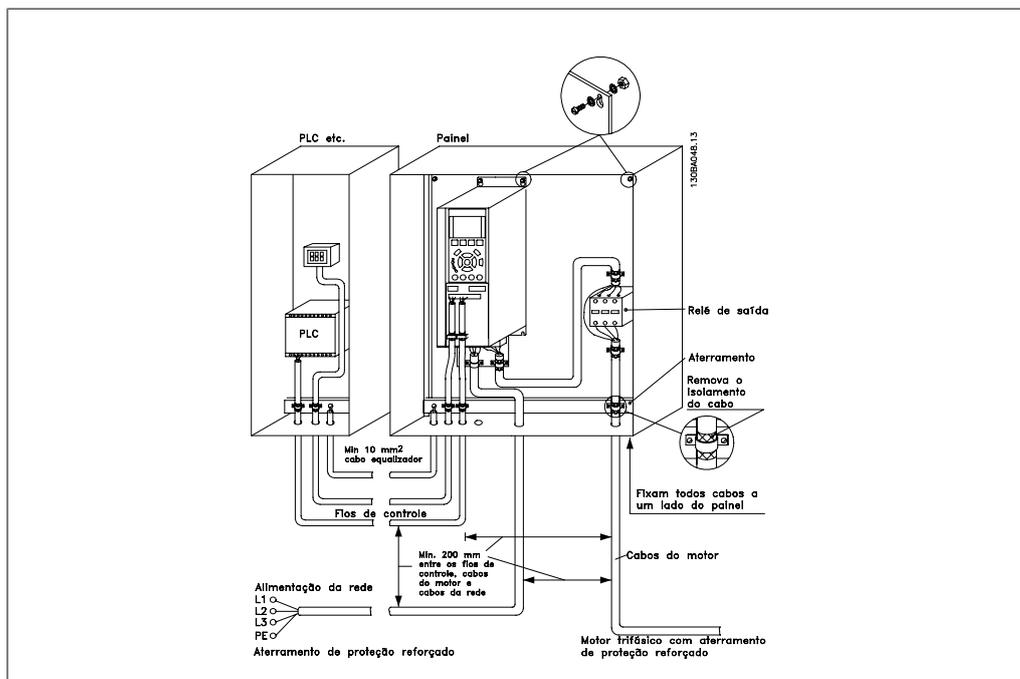


Ilustração 5.18: Instalação elétrica correta de EMC de um conversor de frequência.

### 5.7.2. Utilização de Cabos de EMC Corretos

A Danfoss recomenda utilizar cabos blindados/encapados metalicamente para otimizar a imunidade EMC dos cabos de controle e das emissões EMC dos cabos do motor.

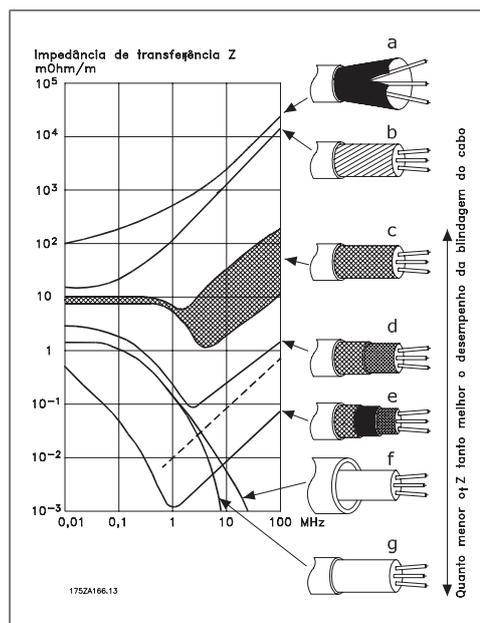
A capacidade de um cabo de reduzir a radiação de entrada e de saída de ruído elétrico depende da impedância de transferência ( $Z_T$ ). A malha de blindagem de um cabo é normalmente concebida para reduzir a transferência do ruído elétrico; entretanto, uma malha com valor de impedância de transferência ( $Z_T$ ) 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 normalmente é possível estimá-la avaliando o projeto físico do cabo.

**A impedância de transferência ( $Z_T$ ) pode ser avaliada com base nos seguintes fatores:**

- A condutibilidade do material da malha de blindagem.
- A resistência de contacto entre os condutores individuais da malha.
- A abrangência da malha, ou seja, a área física do cabo coberta pela malha - geralmente informada como uma percentagem.
- Tipo de malha de blindagem, ou seja, padrão trançado ou entrelaçado.

- a. Cobertura de alumínio com fio de cobre.1
- b. Fio de cobre entrelaçado ou cabo de fio de aço encapado metalicamente. 1
- c. Camada única de fio de cobre trançado, com cobertura de malha de percentagem variável. Este é o cabo de referência típico da Danfoss.1
- d. Camada dupla de fio de cobre trançado.1
- e. Camada dupla de fio de cobre trançado com camada intermediária magnética blindada/encapada metalicamente.1
- f. Cabo embutido em tubo de cobre ou aço.1
- g. Cabo de ligação com espessura de parede de 1,1 mm.1

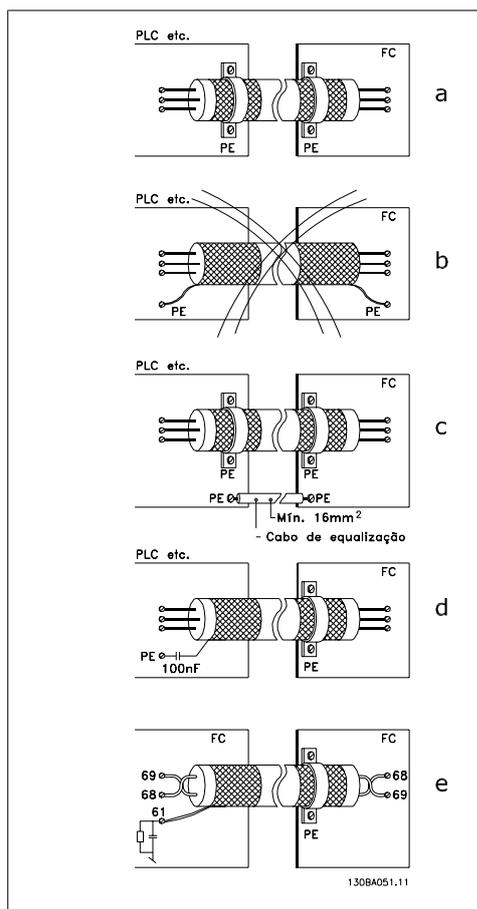


### 5.7.3. Aterramento de Cabos de Controle Blindados/Encapados Metalicamente

Em termos gerais, os cabos de controle devem ser blindados/encapados metalicamente e a malha metálica deve estar conectada com uma braçadeira, em ambas as extremidades no chassi metálico da unidade.

O desenho abaixo indica como deve ser feito o aterramento correto e o que fazer no caso de dúvida.

- 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.1
- b. Aterramento incorreto**  
Não use cabos com extremidades torcidas (rabichos). Elas aumentam a impedância da malha de blindagem, em frequências altas.1
- c. Proteção com relação ao potencial do ponto de aterramento entre o PLC e o VLT**  
Se o potencial do terra, entre o conversor de frequência e o PLC (etc.), for diferente, poderá ocorrer ruído elétrico que interferirá em todo o sistema. Este problema pode ser solucionado instalando um cabo de equalização,, junto ao cabo de controle. Seção transversal mínima do cabo: 16 mm<sup>2</sup>.1
- d. Para loops de aterramento de 50/60 Hz**  
Se forem usados cabos de controle muito longos, poderão ocorrer loops de aterramento de 50/60 Hz. Este problema pode ser resolvido conectando-se uma extremidade da malha de blindagem ao ponto de aterramento, através de um capacitor de 100 nF (com os terminais curtos).1
- 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. Utilize cabos de par trançado para reduzir a interferência do modo diferencial entre os condutores.1



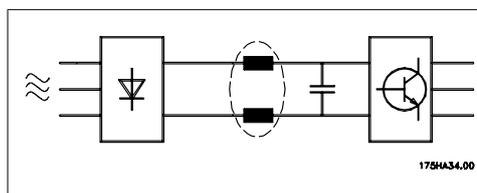
## 5.8. Interferência da alimentação de rede elétrica/Harmônicas

### 5.8.1. Interferência da Alimentação de Rede Elétrica/Harmônicas

Um conversor de frequência absorve uma corrente não-senoidal da rede elétrica, o que aumenta a corrente de entrada  $I_{RMS}$ . Uma corrente não-senoidal pode ser transformada, por meio da análise de Fourier, e desmembrada em correntes de ondas senoidais com diferentes frequências, isto é, correntes harmônicas  $I_N$  diferentes, com uma frequência básica de 50 Hz:

Correntes de harmônicas	$I_1$	$I_5$	$I_7$
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

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



**NOTA!** Algumas das correntes de harmônicas podem interferir em equipamento de comunicação que estiver conectado no mesmo transformador, ou causar ressonância vinculada com banco de capacitores para correção do fator de potência.

Correntes harmônicas comparadas com a corrente RMS de entrada:

	Corrente de entrada
$I_{RMS}$	1.0
$I_1$	0.9
$I_5$	0.4
$I_7$	0.2
$I_{11-49}$	< 0.1

Por padrão o conversor de frequência vem equipado com bobinas no circuito intermediário, para garantir correntes harmônicas baixas. Isto normalmente reduz a corrente de entrada  $I_{RMS}$  de 40%.

A distorção na tensão de alimentação de rede elétrica depende da amplitude das correntes harmônicas, multiplicada pela impedância de rede elétrica, para a frequência em questão. A distorção de tensão total, THD, é calculada com base na tensão das harmônicas individuais, utilizando a seguinte fórmula:

$$THD\% = \sqrt{U\frac{2}{5} + U\frac{2}{7} + \dots + U\frac{2}{N}}$$

( $U_N\%$  de  $U$ )

### 5.9.1. Dispositivo de Corrente Residual

Pode-se utilizar relés RCD, aterramento de proteção múltiplo ou aterramento como proteção adicional, desde que esteja em conformidade com as normas de segurança locais.

No caso de uma falha de aterramento um conteúdo CC pode se desenvolver na corrente com falha.

Se forem utilizados relés RCD, as normas locais devem ser obedecidas. Os relés devem ser apropriados para a proteção de equipamento trifásico, com um retificador ponte e uma descarga breve, durante a energização; consulte a seção *Corrente de Fuga de Aterramento*, para maiores informações.

# 6. Exemplos de Aplicações

## 6.1.1. Partida/Parada

Terminal 18 = partida/parada par. 5-10 [8]  
*Partida*  
 Terminal 27 = Fora de operação par. 5-12 [0]  
*Sem operação* (Padrão é *parada por inércia inversa*)

Par. 5-10 *Entrada Digital = Partida* (padrão)

Par. 5-12 *Entrada Digital = Parada/inérc, reverso* (padrão)

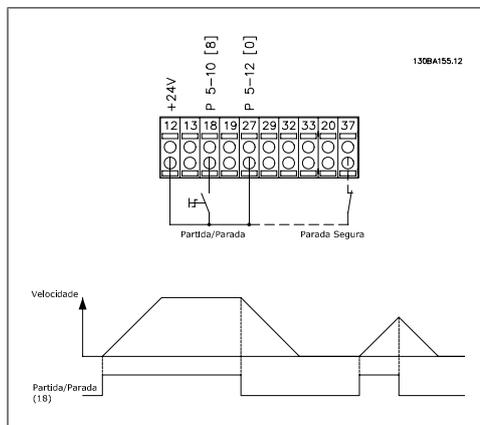


Ilustração 6.1: Terminal 37: Disponível somente com a Função de Parada Segura!

## 6.1.2. Partida/Parada por Pulso

Terminal 18 = partida/parada par. 5-10 [9]  
*Partida por pulso*  
 Terminal 27 = Parada par. 5-12 [6] *Parada inversa*

Par. 5-10 *Entrada Digital = Partida por pulso*

Par. 5-12 *Entrada Digital = Parada inversa*

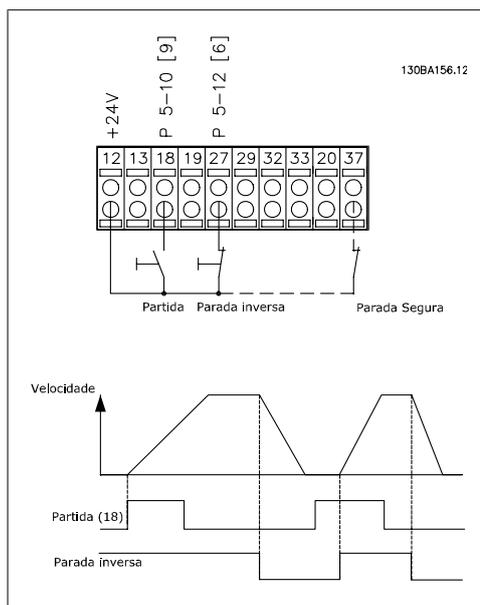


Ilustração 6.2: Terminal 37: Disponível somente com a Função de Parada Segura!

### 6.1.3. Referência do Potenciômetro

Referência de tensão por meio de um potenciômetro.

Par. 3-15 *Fonte da Referência 1 [1]*  
= *Entrada analógica 53*

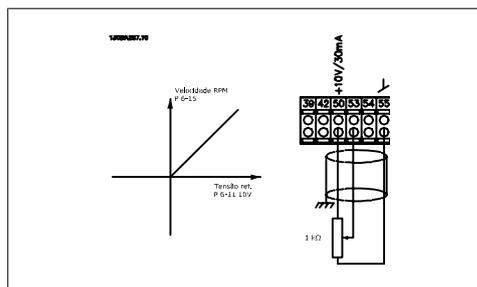
Par. 6-10 *Terminal 53, Tensão Baixa* = 0 Volt

Par. 6-11 *Terminal 53, Tensão Alta* = 10 Volt

Par. 6-14 *Terminal 53 Ref./Feedb.*  
*Valor Baixo* = 0 RPM

Par. 6-15 *Terminal 53 Ref./Feedb.*  
*Valor Alto* = 1.500 RPM

Chave S201 = OFF (U)



6

### 6.1.4. Adaptação Automática do Motor (AMA)

A AMA é um algoritmo que possibilita medir os parâmetros elétricos do motor, em um motor parado. Isto significa que a AMA em si não fornece qualquer torque.

A AMA é útil ao colocar sistemas em operação e otimizar o ajuste do conversor de frequência do motor. Este recurso é usado particularmente quando a configuração padrão não se aplica ao motor instalado.

O par. 1-29 permite escolher uma AMA completa, com a determinação de todos os parâmetros elétricos do motor, ou uma AMA reduzida, apenas com a determinação da resistência  $R_s$  do estator.

A duração de uma AMA total varia desde alguns minutos, em motores pequenos, até mais de 15 minutos, em motores grandes.

#### Limitações e pré-requisitos:

- Para a AMA poder determinar os parâmetros do motor de modo ótimo, insira os dados constantes na plaqueta de identificação do motor nos par. 1-20 a 1-26.
- 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 redundará em um aumento da resistência do estator,  $R_s$ . Normalmente, isto não é crítico.
- A AMA só pode ser executada se a corrente nominal do motor for no mínimo 35% da corrente nominal de saída do conversor de frequência. A AMA pode ser executada em até 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 utilizar 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 com 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, p.ex., com o efeito cata-vento em sistemas de ventilação. Isto interfere na função AMA.

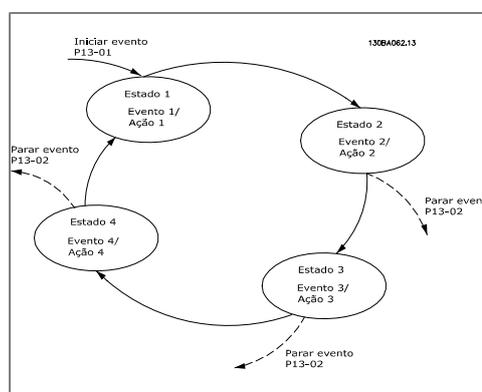
### 6.1.5. Smart Logic Control

O Smart Logic Control (SLC) é essencialmente uma seqüência de ações definida pelo usuário (consulte o par. 13-52), executada pelo SLC quando o *evento* (consulte o par. 13-51) associado definido pelo usuário, for avaliado como TRUE (Verdadeiro) pelo SLC.

*Eventos e ações* são numerados individualmente e são vinculados em pares, denominados estados. Isto significa que quando o *evento [1]* estiver completo (atinge o valor TRUE--Verdadeiro), a *ação [1]* será executada. Após isso, 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 matriciais.

Somente um *evento* será avaliado por vez. Se um *evento* for avaliado como FALSE (Falso), nada acontecerá (no SLC) durante o intervalo de varredura atual e nenhum outro *evento* será avaliado. Isso significa que ao inicializar o SLC, ele avalia o *evento [1]* (e unicamente o *evento [1]*) a 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 seqüência recomeça desde o *evento [1] / ação [1]*. A ilustração mostra um exemplo com três *eventos / ações*.



### 6.1.6. Programação do Smart Logic Control

Novo recurso útil no Drive do VLT HVAC é o Smart Logic Control (SLC).

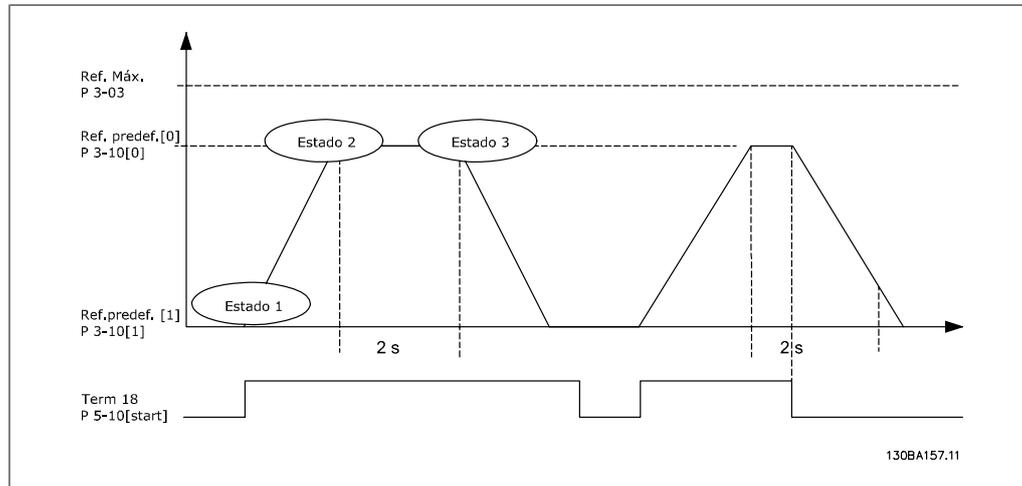
Nas aplicações onde uma PLC gera uma seqüência simples, o SLC pode assumir tarefas elementares do controle principal.

O SLC é projetado atuar a partir de eventos enviados para ou gerados pelo Drive do VLT HVAC. O conversor de frequência executará então a ação pré-programada.

### 6.1.7. Exemplo de Aplicação do SLC

#### 1 Sequência um:

Dar partida - acelerar - funcionar na velocidade de referência por 2 s - desacelerar e segurar o eixo até parar.



Programa os tempos de rampa nos par. 3-41 e 3-42 com os valores desejados.

$$t_{ramp} = \frac{t_{acc} \times n_{norm} (par. 1 - 25)}{\Delta ref [RPM]}$$

Programa o term 27 para *Sem Operação* (par. 5-12)

Programa a Ref. predefinida 0 para a primeira velocidade predefinida (par. 3-10 [0]), em porcentagem da Velocidade de Referência Máxima (par. 3-03). Ex.: 60%

Programa a referência predefinida 1 para a segunda velocidade predefinida (par. 3-10 [1]) Ex.: 0 % (zero).

Programa o temporizador 0 para velocidade de funcionamento constante, no par. 13-20 [0]. Ex.: 2 s

Programa o Evento 1, no par. 13-51 [1], para *True (Verdadeiro)* [1]

Programa o Evento 2, no par. 13-51 [2], para *Na referência* [4]

Programa o Evento 3, no par. 13-51 [3], para *Timeout 0 do SLC* [30]

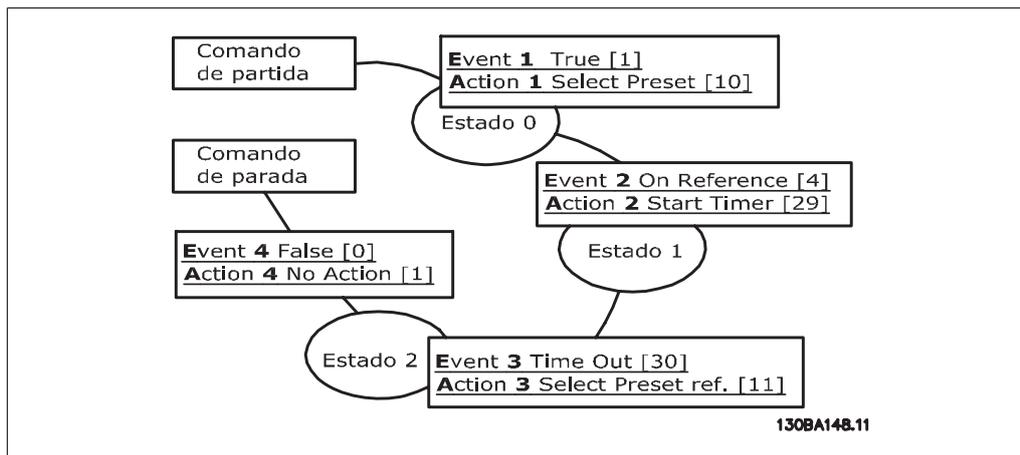
Programa o Evento 4, no par. 13-51 [1], para *FALSE (Falso)* [0]

Programa a Ação 1, no par. 13-52 [1], para *Selec ref. Predef. 0* [10]

Programa a Ação 2, no par. 13-52 [2], para *Iniciar temporizadr 0* [29]

Programa a Ação 3, no par. 13-52 [3], para *Selec ref. predef. 1* [11]

Programa a Ação 4, no par. 13-52 [4], para *Nenhuma ação* [1]

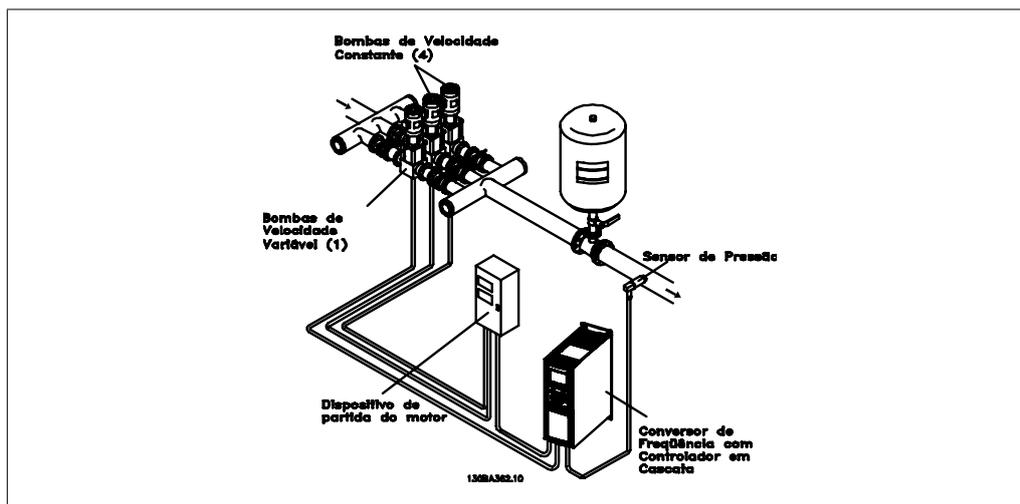


Programa o Smart Logic Control, no par. 13-00, para ON (Ligado).

O comando de Partida/Parada é aplicado no terminal 18. Se o sinal de parada for aplicado, o conversor de frequência desacelerará e entrará no modo livre.

6

### 6.1.8. Controlador BÁSICO em Cascata



O Controlador BÁSICO em Cascata é utilizado em aplicações de bombas, onde uma determinada pressão ("pressão de saturação") ou nível deve ser mantida acima de uma faixa dinâmica. Fazer uma bomba grande funcionar com velocidade variável, em uma larga faixa, não é uma solução ideal, devido à baixa eficiência da bomba e porque há uma limitação prática de cerca de 25% da velocidade nominal, com plena carga da bomba em funcionamento.

No Controlador em Cascata BÁSICO, o conversor de frequência controla um motor de velocidade variável, que funciona como a bomba de velocidade variável (de comando) e pode escalonar até duas bombas de velocidade constante adicionais, ligando e desligando-as. Ao variar a velocidade da bomba inicial, disponibiliza-se um controle de velocidade variável ao sistema inteiro. Isto mantém a pressão constante, ao mesmo tempo que elimina as variações bruscas de pressão, resultando em redução no estresse do sistema e operação mais silenciosa em sistemas de bombeamento.

### Bomba de Comando Fixa

Os motores devem ter o mesmo tamanho. O Controlador BÁSICO em Cascata permite que o conversor de frequência controle até 3 bombas de mesmo tamanho, utilizando os dois relés internos do drive. Quando a bomba de velocidade variável (de comando) está conectada diretamente ao drive, as duas outras bombas são controladas pelos dois relés internos. Quando a alternância da bomba de comando for ativada, as bombas são conectadas aos relés internos e o drive é capaz de operar as 2 bombas.

### Alternância da Bomba de Comando

Os motores devem ter o mesmo tamanho. Esta função possibilita alternar o drive entre as bombas no sistema (2 bombas no máximo). Nesta operação, o tempo de funcionamento entre as bombas é equalizado, reduzindo-se a manutenção requerida para a bomba e aumentando a confiabilidade e a vida útil do sistema. A alternância da bomba de comando pode ocorrer por meio de um sinal de comando ou no escalonamento (acrescentando outra bomba).

O comando pode ser uma alternância manual ou um sinal do evento alternância. Se o evento alternância estiver selecionado, a alternância da bomba de comando ocorrerá todas as vezes que o evento acontecer. As seleções incluem situações em que um temporizador de alternância expira, em um horário predeterminado, ou quando a bomba de comando entra em sleep mode. O escalonamento das bombas é determinado pela carga real do sistema.

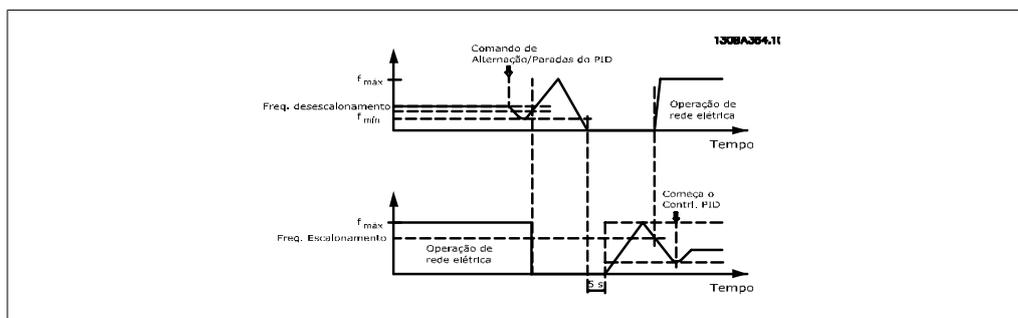
Um outro parâmetro estabelece um limite para que a alternância ocorra somente se a capacidade total requerida for > 50%. A capacidade total da bomba é determinada como sendo a capacidade da bomba de comando acrescida das capacidades das bombas de velocidade constante.

### Gerenciamento da Largura de Banda

Em sistemas de controle em cascata, para evitar freqüentes chaveamentos de bombas de velocidade constante, a pressão desejada do sistema, geralmente, é mantida dentro de uma largura de banda em vez de manter em um nível constante. A Largura da Banda de Escalonamento fornece a largura de faixa necessária para a operação. Quando ocorre uma variação grande e rápida, em um sistema de pressão, a Largura de Banda de Sobreposição se sobrepõe à Largura de Banda de Escalonamento, para prevenir a resposta imediata a uma variação de pressão de curta duração. O Temporizador de Largura de Banda de Sobreposição pode ser programado para evitar o escalonamento, até que a pressão do sistema se estabilize e o controle normal seja restabelecido.

Quando o Controlador em Cascata for ativado e estiver funcionando normalmente e o drive emitir um alarme de desarme, a pressão de saturação do sistema é mantida por meio do escalonamento e desescalonamento das bombas de velocidade fixa. Para evitar escalonamentos e desescalonamentos freqüentes e minimizar as flutuações de pressão, utiliza-se uma Largura de Banda Fixa de Velocidade mais larga em vez da Largura de banda de escalonamento.

## 6.1.9. Escalonamento da Bomba com Alternância da Bomba de Comando



Com alternância da bomba de comando ativada, pode-se controlar um máximo de duas bombas. Em um comando de alternância, a bomba de comando acelerará até uma frequência mínima (fmin) e, após algum tempo, acelerará até a frequência máxima (fmax). Quando a velocidade da bomba de comando atingir a frequência de desescalamento, a bomba de velocidade fixa desligará (desescalamento). A bomba de comando continua a acelerar e, em seguida, desacelerará até parar e os dois relés são, então, desligados.

Depois de algum tempo, o relé da bomba de velocidade fixa liga (escalamento) e a 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 escalamento, a antiga bomba de comando entra em funcionamento (escalada) na rede elétrica, passando a ser a nova bomba de velocidade fixa.

Se a bomba de comando estiver funcionando na frequência mínima (fmin), durante um tempo programado, e tendo uma bomba de velocidade fixa 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 circulação de muita água quente.

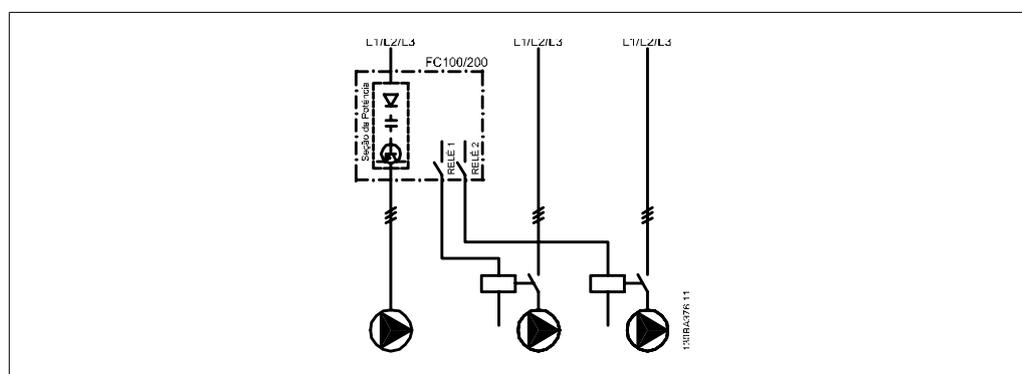
### 6.1.10. Status do Sistema e Operação

Se a bomba de comando entrar em Sleep Mode, a função é exibida no Painel de Controle Local. É possível alternar a bomba de comando quando ela estiver em Sleep Mode.

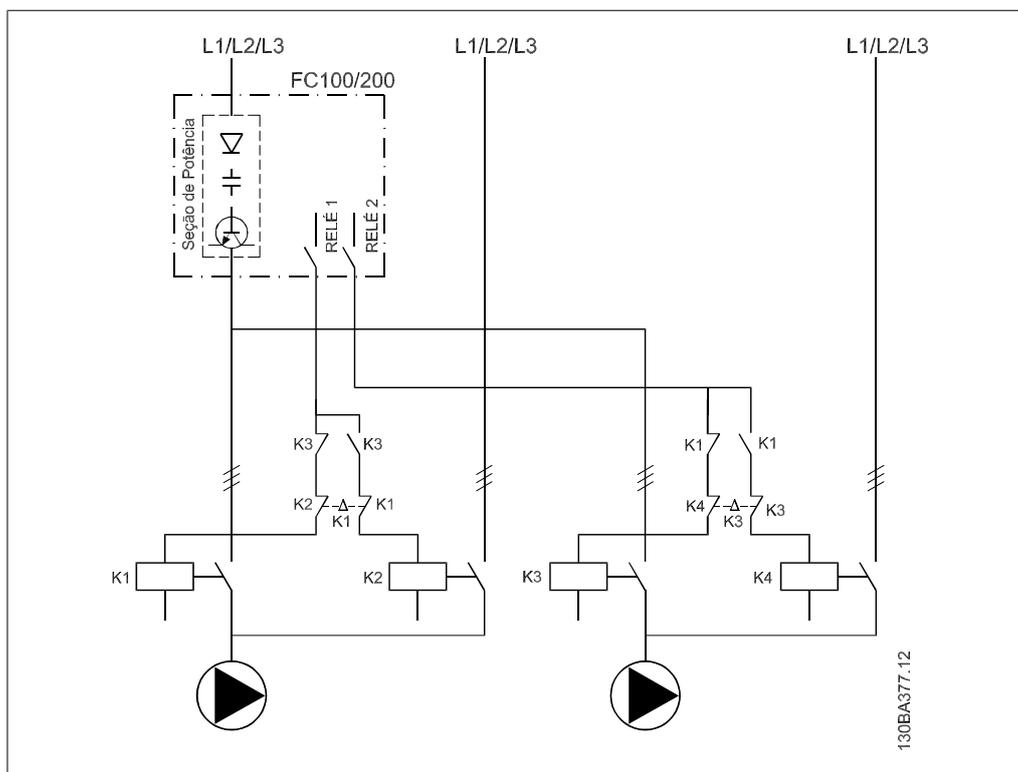
Quando o controlador em cascata estiver ativo, o status da operação, para cada bomba e para o controlador em cascata, é exibido no Painel de Controle Local. As informações exibidas incluem:

- 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 elas, todas as bombas estão funcionando e que as bombas de velocidade constante estão sendo escalonadas/desescaladas e a alternância da bomba de comando está acontecendo.
- O desescalamento na situação de Fluxo Zero que todas as bombas de velocidade constante são paradas, individualmente, até que a condição de fluxo zero desapareça.

### 6.1.11. Diagrama da Fiação da Bomba de Velocidade Fixa/Variável



### 6.1.12. Diagrama de Fiação para Alternação da Bomba de Comando

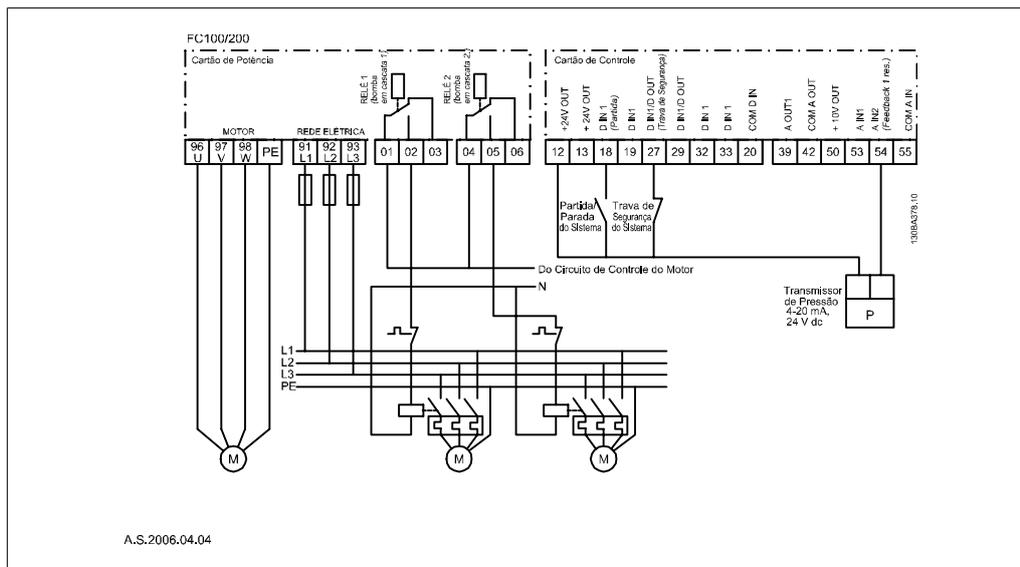


Cada bomba deve estar conectada a dois contactores (K1/K2 e K3/K4) com uma trava mecânica. Os relés térmicos, ou outros dispositivos de proteção do motor, devem ser aplicados, de acordo com a regulamentação local e/ou exigências individuais.

- RELAY 1 e RELAY 2 são os relés internos do conversor de frequência.
- Quando todos os relés estiverem desenergizados, o primeiro relé interno a ser energizado ativará o contactor correspondente à bomba controlada pelo relé. Por exemplo, RELAY 1 aciona o contactor 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 contacto de interrupção auxiliar em K1 previne que K3 seja ativado.
- RELAY 2 controla o contactor K4 que o controle de liga/desliga da bomba de velocidade fixa.
- Na alternância, os dois relés são desenergizados e, daí, RELAY 2 será energizado como o primeiro relé.

### 6.1.13. Diagrama da Fiação do Controlador em Cascata

O diagrama da fiação mostra um exemplo de um controlador em cascata BÁSICO embutido, com uma bomba de velocidade variável (de comando) e duas bombas de velocidade fixa, um transmissor de 4-20 mA e uma Trava de Segurança de Sistema.



### 6.1.14. Condições de Partida/Parada

Comandos atribuídos às entradas digitais.  
*Consulte Entradas Digitais, par. 5-1\*.*

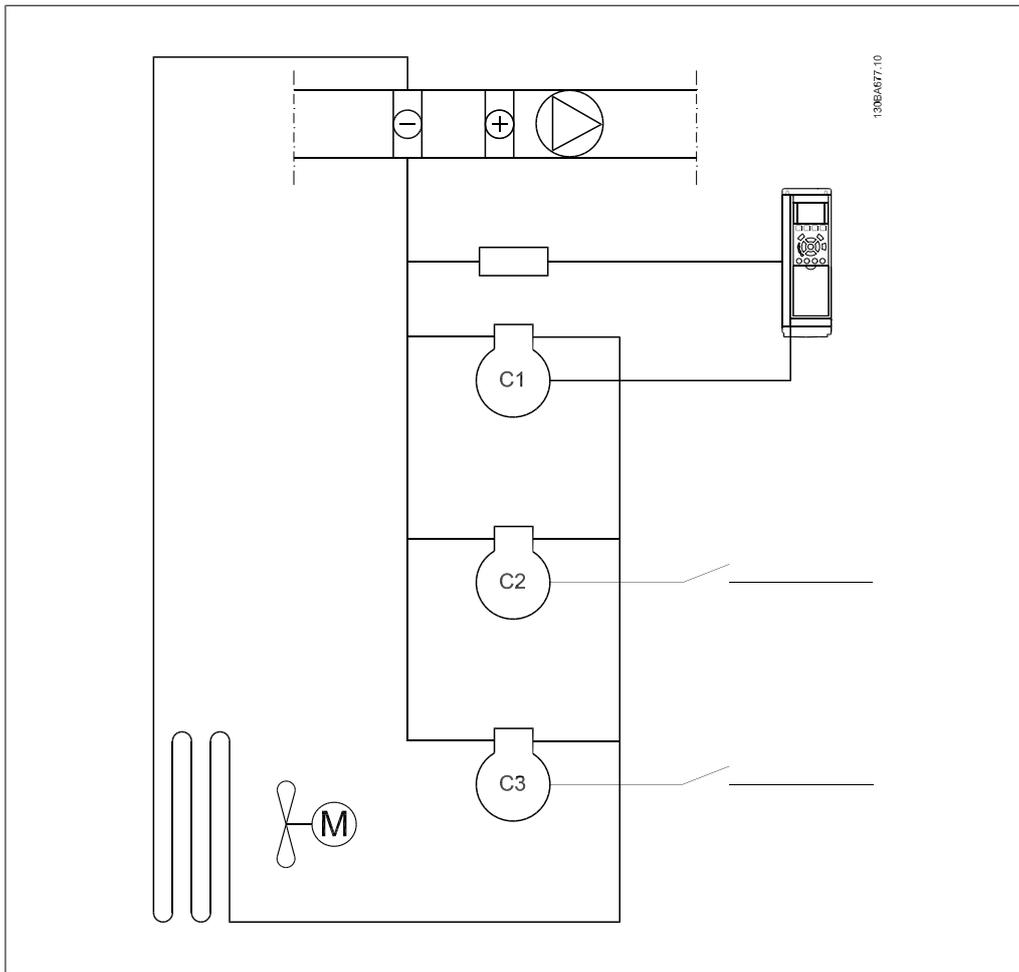
	<b>Bomba de velocidade variável (de comando)</b>	<b>Bombas de velocidade constante</b>
Partida (SYSTEM START / STOP) (Partida/Parada do sistema)	Acelera (se parado e houver uma demanda)	Escalona (se parado e houver uma demanda)
Partida da Bomba de Comando	Acelera se SYSTEM START (Partida de Sistema) estiver ativa	Não é afetada
Parada por inércia (EMERGENCY STOP)(Parada de emergência)	Parada por inércia	Desligamento (relés internos são desenergizados)
Bloqueio de Segurança	Parada por inércia	Desligamento (relés internos são desenergizados)

Função dos botões do Painel de Controle Local:

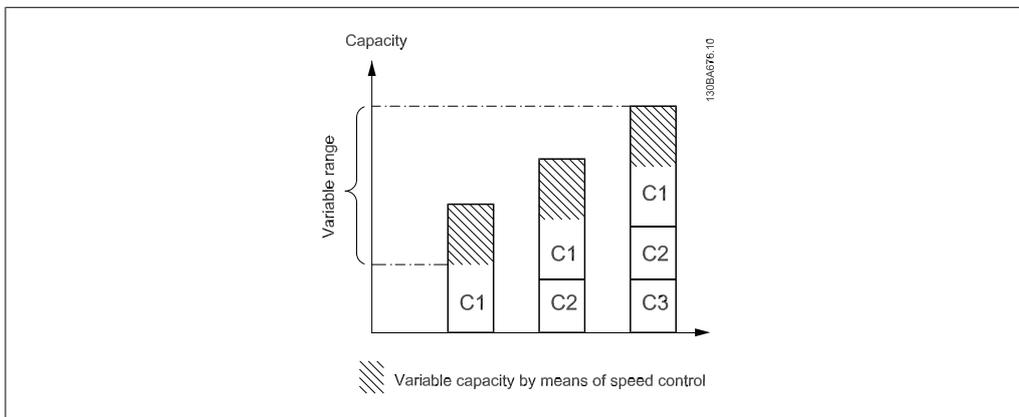
	<b>Bomba de velocidade variável (de comando)</b>	<b>Bombas de velocidade constante</b>
Hand On (Manual Ligado)	Acelera (se parado por um comando de parada normal) ou permanece em operação se já estava funcionando	Desescalamento (se estiver em funcionamento)
Off (Desligado)	Desacelera	Desacelera
Auto On (Automático Ligado)	Dá partida e pára, de acordo com os comandos via terminais ou barramento serial.	Escalonamento/Desescalamento

### 6.1.15. Controle em Cascata do Compressor

6



O controlador em cascata BASIC também pode ser usado para controlar até três compressores para controle de capacidade. Como os compressores normalmente não podem cair abaixo de certa velocidade, compressores para controle de velocidade variável (C1) terão tipicamente o dobro da potência dos compressores de velocidade fixa (C2 e C3).



O controlador em cascata BASIC oferece os seguintes recursos os quais são dedicados ao controle do compressor: \*Proteção de ciclo curto (Intervalo Entre Partidas e Tempo Mínimo de Funcionamento) fica ativado com contadores individuais para cada compressor (porém com as mesmas

definições de valores. Consulte o grupo de parâmetros 22-7\*, Proteção de Ciclo Curto). Caso o escalonamento ou desescalonamento esteja bloqueado em função de um dos timers de Proteção de Ciclo Curto, o controlador PID será congelado.

\*Caso o feedback (pressão de sucção) caia para abaixo de um certo valor (parâmetros 25-10, Cancelamento de Tempo Mínimo de Funcionamento e 25-11, Valor de Cancelamento de Tempo Mínimo de Funcionamento) porque a função Tempo Mínimo de Funcionamento não permite desligar um compressor de velocidade fixa, a função Tempo Mínimo de Funcionamento será cancelada e o compressor de velocidade fixa que tiver o maior tempo de funcionamento será desligado.

**NOTA!**

Caso esteja controlando pressão de sucção, o parâmetro 20-81, Controle Normal/ Inverso do PID, precisa ser definido como Inverso.



## 7. Instalação e Set-up do RS-485

### 7.1. Instalação e Set-up do RS-485

#### 7.1.1. Visão Geral

O RS-485 é uma interface de barramento de par de fios, compatível com topologia de rede de entradas múltiplas, i.é., topologia em que os nós podem ser conectados como um barramento ou por meio de cabos de entrada, a partir de uma linha tronco comum. Um total de 32 nós podem ser conectados a um segmento de rede de comunicação.

Os segmentos da rede são divididos de acordo com os seus repetidores. Observe que cada repetidor funciona como um nó, dentro do segmento onde está instalado. Cada nó conectado, dentro de uma rede específica, deve ter um endereço de nó único, ao longo de todos os segmentos. Cada segmento deve estar com terminação em ambas as extremidades; para isso utilize a chave de terminação (S801) dos conversores de frequência ou um banco de resistores de terminação polarizado. É recomendável sempre utilizar cabo com pares de fios trançados blindado (STP) e com boas práticas de instalação comuns.

A conexão do terra de baixa impedância da malha de blindagem, em cada nó, é muito importante, inclusive em frequências altas. Este tipo de conexão pode ser obtido conectando-se uma larga superfície de blindagem para o terra, por exemplo, por meio de uma braçadeira de cabo ou uma bucha de cabo que seja condutiva. É possível que seja necessário aplicar cabos equalizadores de potencial, para manter o mesmo potencial de aterramento ao longo da rede de comunicação, particularmente em instalações onde há cabo com comprimento longo.

Para prevenir descasamento de impedância, utilize sempre o mesmo tipo de cabo ao longo da rede inteira. Ao conectar um motor a um conversor de frequência, utilize sempre um cabo de motor que seja blindado.

Cabo: Par de fios trançados blindado (STP)
Impedância: 120 Ω
Comprimento do cabo: 1200 m máx. (inclusive linhas de entrada)
Máx. de 500 m de estação a estação

#### 7.1.2. Conexão de Rede

**Conecte o conversor de frequência à rede RS-485, da seguinte maneira (veja também o diagrama):**

1. Conecte os fios de sinal aos terminais 68 (P+) e 69 (N-), na placa de controle principal do conversor de frequência.
2. Conecte a blindagem do cabo às braçadeiras de cabo.



**NOTA!**

Recomenda-se cabos com pares de fios trançados, blindados, a fim de reduzir o ruído entre os fios condutores.

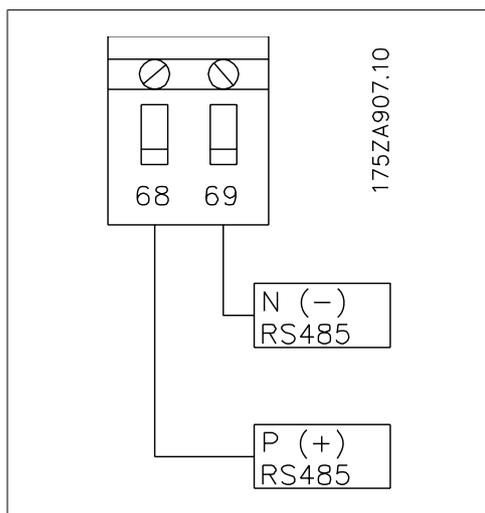
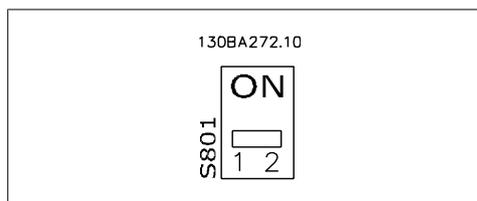


Ilustração 7.1: Conexão do Terminal da Rede

## 7

### 7.1.3. Setup do Hardware do Conversor de Frequência

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.



Configuração de Fábrica da Chave de Terminação

**NOTA!**

A configuração de fábrica da chave tipo dip é OFF (Desligada).

### 7.1.4. Definições dos Parâmetros do Conversor de Frequência para Comunicação do Modbus

Os parâmetros a seguir aplicam-se à interface RS-485 (porta do FC):

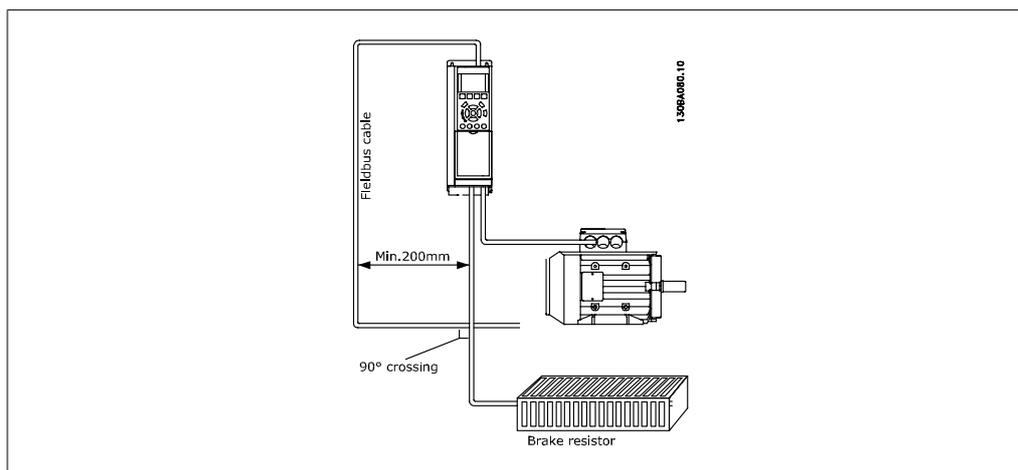
Número do Parâmetro	Nome do parâmetro	Função
8-30	Protocolo	Selecione o protocolo do aplicativo a ser executado na interface RS-485
8-31	Endereço	Programa o endereço do nó. Observação: A faixa de endereços depende do protocolo selecionado, no par. 8-30
8-32	Baud Rate	Programa a baud rate. Observação: A baud rate depende do protocolo selecionado no par. 8-30
8-33	Bit de paridade da porta do PC/Parada	Programa os bits de paridade e do número de paradas. Observação: A seleção depende do protocolo selecionado no par. 8-30
8-35	Atraso de resposta mínimo	Especifique o tempo de atraso mínimo, entre o recebimento de uma solicitação e a transmissão de uma resposta. Este tempo pode ser utilizado para contornar os atrasos repentinos do modem.
8-36	Atraso de resposta máximo	Especifique um tempo de atraso máximo entre a transmissão de uma solicitação e o recebimento de uma resposta.
8-37	Atraso inter-caracter máx	Especifique um tempo de atraso máximo entre dois bytes recebidos, para garantir o timeout se a transmissão for interrompida.



### 7.1.5. Cuidados com EMC

As seguintes precauções com EMC são recomendadas, a fim de obter uma operação da rede RS-485 isenta de interferências.

**NOTA!**  
 Deve-se obedecer aos regulamentos local e nacional relevantes, por exemplo, a relativa à conexão do terra protetiva. O cabo de comunicação RS-485 deve ser mantido distante dos cabos de motor e do resistor de freio, para evitar o acoplamento do ruído de alta frequência entre um cabo e outro. Normalmente uma distância de 200 mm (8 polegadas) é suficiente, mas recomenda-se manter a maior distância possível entre os cabos, principalmente se eles forem instalados em paralelo ao longo de grandes distâncias. Se o cruzamento for inevitável, o cabo do RS-485 deve cruzar com os cabos de motor e do resistor de freio com um ângulo de 90 graus.



## 7.2. Visão Geral do Protocolo do FC

O protocolo do FC, também conhecido como Bus do FC ou Bus padrão, é o fieldbus padrão dos Drives da 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. Os escravos individuais são selecionados pelo mestre, através 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 um outro nó (sistema de mestre único).

A camada física é o RS-485, utilizando, portanto, a porta RS-485 embutida no conversor de frequência. O protocolo do FC suporta formatos de telegrama diferentes; um formato curto de 8 bytes para os dados de processo e outro, longo, de 16 bytes que também inclui um canal de parâmetro. Um terceiro formato de telegrama é também utilizado para textos.

### 7.2.1. FC com Modbus RTU

O protocolo do FC permite o acesso à Control Word e à Referência do Barramento do conversor de frequência, em hexadecimal.

A Control Word permite ao Modbus mestre controlar diversas funções importantes do conversor de frequência.

- Partida
- É possível parar o conversor de frequência por diversos meios:
  - Parada por inércia
  - Parada rápida
  - Parada por Frenagem CC
  - Parada (de rampa) normal
- Reset após um desarme por falha
- Funcionamento em diversas velocidades predefinidas
- Funcionamento em reversão
- Alteração do setup ativo
- Controle de dois relés embutidos no conversor de frequência

A Referência Via Bus Serial é comumente utilizada para controle da velocidade. Também é possível acessar os parâmetros, ler seus valores e, onde for possível, inserir valores neles. Isto permite uma gama de opções de controle, inclusive controlar o setpoint do conversor de frequência quando o seu controlador PID interno for utilizado.

## 7.3. Configuração de Rede

### 7.3.1. Setup do Conversor de Frequência

Programa os parâmetros a seguir, para habilitar o protocolo do FC para o VLT HVAC.

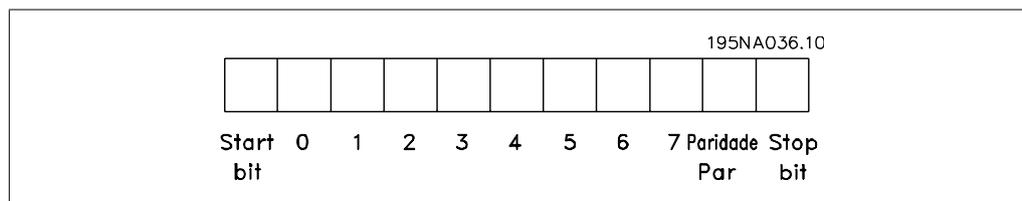
Nº do parâmetro	Nome do Parâmetro	Configuração
8-30	Protocolo	FC
8-31	Endereço	1 - 126
8-32	Baud Rate	2400 - 115200
8-33	Bits de Paridade/Parada	Paridade par, 1 bit de parada (padrão)

7

## 7.4. Estrutura de Enquadramento da Mensagem do Protocolo do FC

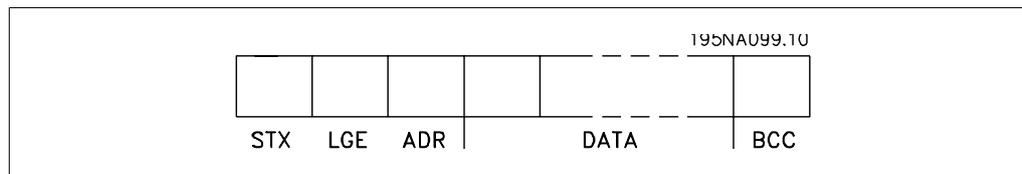
### 7.4.1. Conteúdo de um Caractere (byte)

Cada caractere transferido começa com um start bit. Em seguida, são transmitidos 8 bits de dados, que correspondem a um byte. Cada caractere é garantido por meio de um bit de paridade, programado em "1", quando atinge a paridade (ou seja, quando há um número par de 1's, nos 8 bits de dados, e o bit de paridade no total). Um caractere é completado com um bit de parada e é, portanto, composto de 11 bits no total.



### 7.4.2. Estrutura dos Telegramas

Cada telegrama começa com um caractere de início (STX) = Hex 02, seguido de um byte que indica o comprimento do telegrama (LGE) e de um byte que indica o endereço do conversor de frequência (ADR). Em seguida, seguem inúmeros bytes de dados (variável, dependendo do tipo de telegrama). O telegrama termina com um byte de controle de dados (BCC).



### 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 de dados BCC.

Os telegramas com 4 bytes de dados têm um comprimento de:  $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$  bytes

Os telegramas com 12 bytes de dados têm um comprimento de:  $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$  bytes

O comprimento dos telegramas contendo texto é  $10^1+n$  bytes

<sup>1)</sup> Onde 10 representa os caracteres fixos, enquanto 'n' é variável (depende do comprimento do texto).

### 7.4.4. Endereço (ADR) do conversor de frequência.

São utilizados 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 utilizado

Bit 5 = 1: "Difusão", os bits de endereço (0-4) não são utilizados

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 1-126 do conversor de frequência

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 de 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

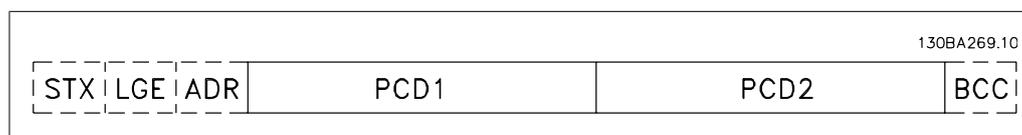
A estrutura dos blocos de dados depende do tipo de telegrama. Existem três tipos de telegramas e o tipo aplica-se tanto aos telegramas de controle (mestre =>escravo) quanto aos telegramas de resposta (escravo =>mestre).

Os três tipos de telegramas são:

Bloco de processo (PCD):

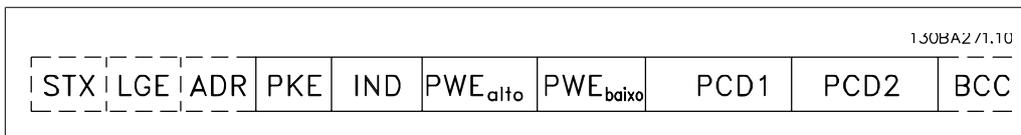
O PCD é composto de um bloco de dados de quatro bytes (2 words) e contém:

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



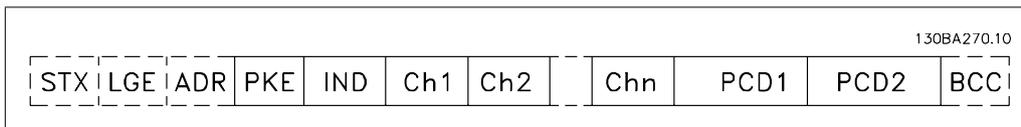
Bloco de parâmetro:

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.



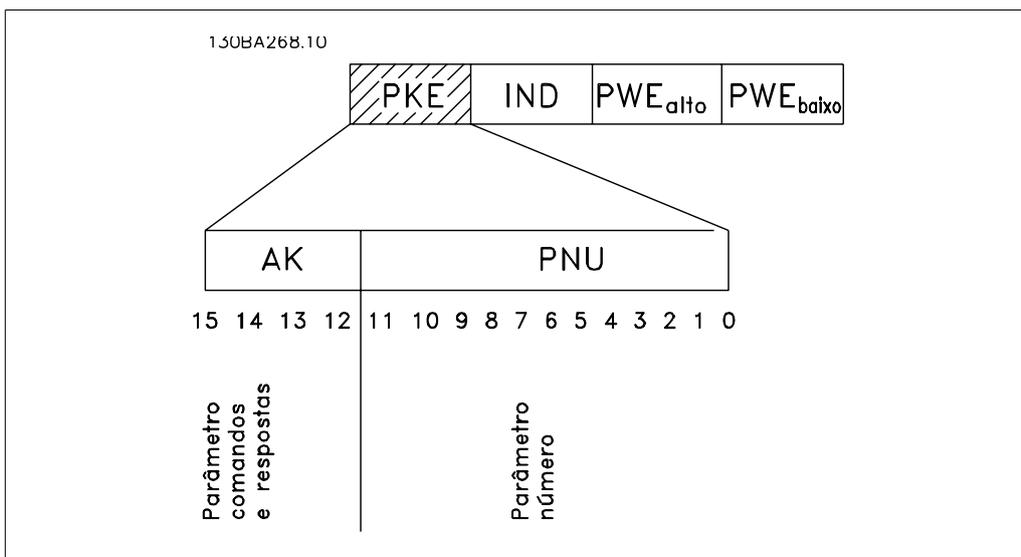
Bloco de texto:

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



### 7.4.7. O Campo PKE

O campo PKE contém dois sub-campos: Comando e resposta AK do parâmetro e o Número de parâmetro PNU:



Os bits nºs. 12-15 são usados para transferir comandos de parâmetro, do mestre para o escravo, e as respostas processadas, enviadas de volta do escravo para o mestre.

Comandos de parâmetro mestre ⇒escravo				
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 (double word)
1	1	1	0	Gravar valor do parâmetro na RAM e na EEprom (word)
1	1	1	1	Ler/gravar texto

Resposta do escravo ⇒ mestre					
Bit nº	15	14	13	12	Resposta
0	0	0	0	0	Nenhuma resposta
0	0	0	0	1	Valor de parâmetro transferido (word)
0	0	1	0	0	Valor do parâmetro transferido (word dupla)
0	1	1	1	1	O comando não pode ser executado
1	1	1	1	1	texto transferido

Se o comando não puder ser executado, o escravo envia esta resposta:

0111 O comando não pode ser executado

- e emite o seguinte relatório de falha, no valor do parâmetro (PWE):

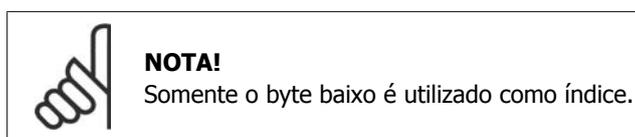
PWE baixo (Hex)	Relatório de Falha
0	O número do parâmetro utilizado não existe
1	Não há nenhum acesso de gravação para o parâmetro definido
2	O valor dos dados ultrapassa os limites do parâmetro
3	O sub-índice utilizado não existe
4	O parâmetro não é do tipo matriz
5	O tipo de dados não corresponde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

### 7.4.8. Número do Parâmetro (PNU)

Os bits nºs 0-10 são utilizados para transferir números de parâmetro. A função de parâmetro relevante é definida na descrição de parâmetro, no capítulo *Como Programar*.

### 7.4.9. Índice (IND)

O índice é utilizado em conjunto com o número do parâmetro, para parâmetros de acesso de leitura/gravação com um índice, por exemplo, par. 15-30 *Código da Falha*. O índice é formado por 2 bytes, um byte baixo e um alto.



### 7.4.10. Valor do Parâmetro (PWE)

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

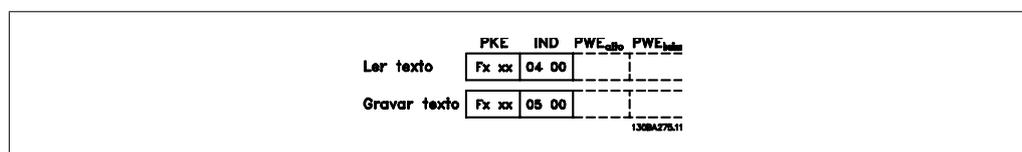
Se um escravo responder a uma solicitação de parâmetro (comando de leitura), o valor do parâmetro atual no bloco PWE é transferido e devolvido ao mestre. Se um parâmetro não contiver um valor numérico, mas várias opções de dados, por exemplo, par. 0-01 Idioma, onde [0] corresponde

a Inglês e [4] corresponde a 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 dados do tipo 9 (seqüência de texto).

Os parâmetros 15-40 a 15-53 contêm o tipo de dado 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 seqüência 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 utilizar a transferência de texto, o caractere do índice indica se o comando é de leitura ou gravação.

Para ler um texto, via bloco PWE, programe o comando do parâmetro (AK) para 'F' Hex. O byte-alto do caractere do índice deve ser "4".

Alguns parâmetros contêm textos que podem ser gravados por intermédio do barramento serial. Para gravar um texto por meio do bloco PWE, defina o comando do parâmetro (AK) para Hex 'F'. O byte-alto dos caracteres do índice deve ser "5".



### 7.4.11. Tipos de Dados suportados pelo Conversor de Freqüência

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

Sem sinal algébrico significa que não há sinal operacional no telegrama.

### 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, utilizados para transferir decimais.

O par. 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.

Tabela de conversão:

Índice de conversão	Fator de conversão
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

### 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 seqüência definida.

PCD 1	PCD 2
Telegrama de Controle (mestre⇒Control word do escravo)	Valor de referência
Status word do telegrama de controle (escravo ⇒mestre)	Freq. de saída atual

## 7.5. Exemplos

### 7.5.1. Gravando um valor de parâmetro

Altere 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 no par. 4-14 *Lim. Superior da Veloc do Motor [Hz]*  
 IND = 0000 Hex  
 PWEHIGH = 0000 Hex  
 PWELow = 03E8 Hex - Valor de dados 1000, correspondendo a 100 Hz, consulte o item Conversão.

O telegrama terá a seguinte aparência:

130BA092.10			
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

Observação: O parâmetro 4-14 é uma word única e o comando de parâmetro para gravar na EEPROM é "E". O número de parâmetro 414 é 19E em hexadecimal.

A resposta do escravo para o mestre será:

130BA093.10			
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

### 7.5.2. Lendo um valor de parâmetro:

Ler o valor no par. 3-41 *Tempo de Aceleração da Rampa 1*.

PKE = 1155 Hex - Ler o valor do parâmetro, no par. 3-41 *Tempo de Aceleração da Rampa 1*

IND = 0000 Hex  
 PWEHIGH = 0000 Hex  
 PWELOW = 0000 Hex

130BA094.10			
1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

Se o valor do par. 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>

**NOTA!**  
 Hex 3E8 corresponde ao decimal 1000. O índice de conversão para o par. 3-41 é -2, ou seja, 0,01.



## 7.6. Visão Geral do Modbus RTU

### 7.6.1. Premissas

Estas instruções operacionais assumem que o controlador instalado suporta as interfaces neste documento e que todos os requisitos estipulados nesse controlador, bem como no conversor de frequência, são seguidos rigorosamente junto com as limitações aqui descritas.

### 7.6.2. O que o Usuário já Deverá Saber

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. É suposto que o usuário tem conhecimento pleno das capacidades bem como das 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. Isso inclui como ele responderá às solicitações de outro dispositivo e como os erros serão detectados e relatados. O documento também estabelece um formato comum para o leiaute e para o conteúdo dos campos de mensagem.

Durante as comunicações, em uma rede Modbus RTU, o protocolo define como cada controlador determinará o seu endereço de dispositivo, como reconhecerá uma mensagem que lhe é endereçada, como determinará o tipo de ação a ser tomada e como extrairá quaisquer dados ou outras informações contidas na mensagem. Se uma resposta for solicitada, o controlador construirá a mensagem de resposta e a enviará.

Os controladores comunicam-se utilizando 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 executando a ação requisitada na solicitação.

O mestre pode endereçar escravos individuais ou iniciar uma mensagem de broadcast a todos os escravos. Os escravos devolvem uma mensagem (denominada resposta) às solicitações que lhes são endereçadas. Nenhuma resposta é devolvida às solicitações de broadcast do mestre. O protocolo do Modbus RTU estabelece o formato para a solicitação do mestre, apresentando a este o endereço do dispositivo (ou do 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 utilizando 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 elaborará uma mensagem de erro e a enviará em resposta ou um timeout ocorrerá.

#### 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 Via Bus Serial do conversor de frequência.

A Control Word permite ao Modbus mestre controlar diversas funções importantes do conversor de frequência.

- Partida
- É possível parar o conversor de frequência por diversos meios:
  - Parada por inércia
  - Parada rápida
  - Parada por Frenagem CC
  - Parada (de rampa) normal
- Reset após um desarme por falha
- Funcionamento em diversas velocidades predefinidas
- Funcionamento em reversão
- Alterar o setup ativo
- Controle os dois relés embutidos do conversor de frequência

A Referência Via Bus Serial é comumente utilizada para controle da velocidade. Também é possível acessar os parâmetros, ler seus valores e, onde for possível, inserir valores neles. Isto permite uma gama de opções de controle, inclusive controlar o setpoint do conversor de frequência quando o seu controlador PID interno for utilizado.

### 7.7. Configuração de Rede

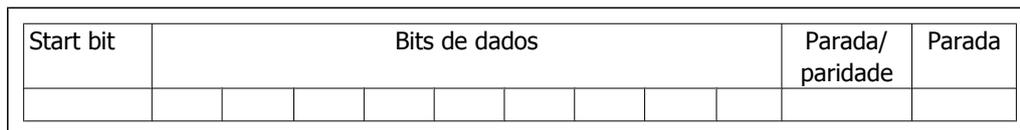
Para ativar o Modbus RTU no conversor de frequência, programe os seguintes parâmetros:

Nº do parâmetro	Nome do 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 - Unidade de Terminal Remoto), com byte de 8 bits cada, em uma mensagem contendo dois caracteres hexadecimais de 4 bits. O formato para cada byte é mostrado abaixo.



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 8 bits de dados, o bit menos significativo é enviado primeiro 1 bit para paridade par/ímpar; nenhum bit para sem-paridade 1 bit de parada se for utilizada a paridade; 2 bits, se for sem-paridade
Campo de Verificação de Erro	Verificação de Redundância Cíclica (CRC)



### 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. Isto permite aos dispositivos de recepção começar no início da mensagem, ler a porção do endereço, determinar qual dispositivo está sendo endereçado (ou todos os dispositivos, se a mensagem for do tipo broadcast) e a reconhecer quando a mensagem for completada. As mensagens parciais são detectadas e os erros programados, em consequência. Os caracteres para transmissão devem estar no formato hexadecimal de 00 a FF, em cada campo. O conversor de frequência monitora continuamente o barramento da rede, inclusive durante os intervalos 'silenciosos'. Quando o primeiro campo (o campo do 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 a seguir.

#### Estrutura de Mensagem Típica do Modbus RTU

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

### 7.8.3. Campo Início / Parada

As mensagens iniciam com um período de silêncio com intervalos de no mínimo 3,5 caracteres. Isso é implementado como um múltiplo de intervalos de caractere, na baud rate da rede selecionada (mostrado como Início T1-T2-T3-T4). O primeiro campo a ser transmitido é o endereço do dispositivo. Após a transmissão do último caractere, um período semelhante de intervalos de no mínimo 3,5 caracteres marca o fim da mensagem. Após este período, pode-se começar uma mensagem nova. O quadro completo da mensagem deve ser transmitido como um fluxo contínuo. Se ocorrer um período de silêncio com intervalos maiores que 1,5 caracteres, antes de completar o quadro, o dispositivo receptor livra-se da mensagem incompleta e assume que o byte seguinte será um campo de endereço de uma nova mensagem. Analogamente, se uma mensagem nova começar antes dos intervalos de 3,5 caracteres, após de uma mensagem anterior, o dispositivo receptor a considerará como continuação da mensagem anterior. Este fato causará um timeout (nenhuma resposta do escravo), uma vez que o valor no fim do campo de CRC não será 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. Os dispositivos escravos individuais têm endereços associados na faixa de 1 – 247. (O 0 é reservado para o modo broadcast, que todos os escravos reconhecem). Um mestre seleciona um escravo inserindo o endereço deste 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 o escravo a espécie de ação a ser executada. Quando o escravo responde ao mestre, ele utiliza o campo do código da função para sinalizar uma resposta (sem erros) ou informar que ocorreu algum tipo de erro (conhecida como resposta de exceção). Para uma resposta normal, o escravo simplesmente retorna o código de função original. Para uma resposta de exceção, o escravo retorna um código 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. Isto informa o mestre que espécie de erro ocorreu ou o motivo da exceção. Consulte também as seções *Códigos das Funções Suportados pelo Modbus RTU* e *Códigos de Exceção*.

### 7.8.6. Campo dos Dados

O campo dos dados é construído utilizando-se conjuntos de dois dígitos hexadecimais, na faixa de 00 a FF hexadecimal. Estes são constituídos de um caractere RTU. O campo dos dados de mensagens, enviadas de um mestre para um dispositivo escravo, contém informações complementares que o escravo deve utilizar para tomar a ação definida pelo código da função. Isto pode incluir itens como uma bobina ou endereços de registradores, a quantidade de itens a se manuseada 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 funciona com base em um método de Verificação de Redundância Cíclica (CRC). O campo do CRC verifica o conteúdo da mensagem inteira. Ele é aplicado independentemente de qualquer método de verificação de paridade utilizado pelos caracteres individuais da mensagem. O valor de CRC é calculado pelo dispositivo de trans-

missão, o qual insere o CRC como o último campo na mensagem. O dispositivo receptor recalcula um CRC, durante a recepção da mensagem, e compara o valor calculado com o valor real recebido no campo do CRC. Se os dois valores forem diferentes, ocorrerá um timeout de barramento. O campo de verificação de erro contém um valor binário de 16 bits, implementado como bytes de 8 bits. Quando isto é feito, o byte de ordem baixa do campo é inserido primeiro, seguido pelo byte de ordem alta. O byte de ordem alta do CRC é o último byte enviado na mensagem.

### 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 word de 2 bytes (ou seja, 16 bits). Todos os endereços de dados, em mensagens do Modbus, são referenciadas em zero. A primeira ocorrência de um item de dados é endereçada como item número zero. Por exemplo: A bobina conhecida como 'bobina 1', em um controlador programável, é endereçada como bobina 0000, no campo de endereço de dados de uma mensagem do Modbus. A bobina decimal 127 é endereçada como bobina 007E, hexadecimal (decimal 126).

O registrador de retenção 40001 é endereçado como registrador 0000, no campo de endereço de dados da mensagem. O campo do código da função já especifica uma operação de 'registrador de retenção'. Portanto, a referência '4XXXX' fica implícita. O registrador de retenção 40108 é endereçado como registrador 006B, hexadecimal (decimal 107).



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

Bobina	0	1
01	Referência predefinida LSB	
02	Referência predefinida MSB	
03	Freio CC	S/ freio CC
04	Parada por inércia	S/ parada por inércia
05	Parada rápida	S/ parada rápida
06	Congelar frequência	S/ congelar frequência
07	Parada de rampa	Partida
08	Sem reset	Reset
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 Set up	
15	MSB do Set up	
16	Sem reversão	Reversão
<b>Control word do conversor de frequência (Perfil do FC)</b>		

Bobina	0	1
33	Controle não preparado	Ctrl pronto
34	O conversor de frequência não está pronto para funcionar.	O conversor de frequência está pronto para funcionar.
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 freq.	Na faixa de freq.
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	S/ advert. térmica	Advertênc térmic
<b>Status word do conversor de frequência (Perfil do FC)</b>		

Registadores de retenção	
Nº do Registrador	Descrição
00001-00006	Reservado
00007	Código do último erro de uma interface do objeto de dados do FC
00008	Reservado
00009	Índice de parâmetro*
00100-00999	Grupo de parâmetros 000 (parâmetros de 001 a 099)
01000-01999	Grupo de parâmetros 100 (parâmetros de 100 a 199)
02000-02999	Grupo de parâmetros 200 (parâmetros de 200 a 299)
03000-03999	Grupo de parâmetros 300 (parâmetros de 300 a 399)
04000-04999	Grupo de parâmetros 400 (parâmetros de 400 a 499)
...	...
49000-49999	Grupo de parâmetros 4900 (parâmetros de 4900 a 4999)
500000	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).

\* Utilizado para especificar o número de índice a ser usado ao acessar um parâmetro indexado.

### 7.8.9. Como controlar o Conversor de Frequência

Esta seção descreve os códigos que podem ser usados nos campos função e dados de uma mensagem do Modbus RTU. Para uma descrição completa de todos os campos de mensagem, consulte a seção *Estrutura de Enquadramento da Mensagem do Modbus RTU*.

### 7.8.10. Códigos de Função Suportados pelo Modbus RTU

O Modbus RTU suporta o uso dos seguintes códigos de função, no campo da função de uma mensagem:

Função	Código da Função
Ler bobinas	1 hex
Ler registradores de re-tenção	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 evento de comun.	B hex
Relatar ID do escravo	11 hex

Função	Código da Função	Código da sub-função	Sub-função
Diagnósticos	8	1	Reiniciar a comunicação
		2	Retornar registrador de diagnósticos
		10	Limpar contadores e registr. diagnósticos
		11	Retornar contagem de mensagens de bus
		12	Retornar contagem de erros de comun. bus
		13	Retornar contagem de erros de exceção bus
		14	Retornar contagem de mensagem escravo



### 7.8.11. Códigos de Exceção:

No caso de um erro, os seguintes códigos de exceção podem aparecer no campo de dados de uma mensagem de resposta: Para uma explicação completa da estrutura de uma resposta de exceção (i.e., erro), consulte a seção Estrutura de Enquadramento de Mensagem do Modbus RTU, Campo da Função.

Código de exceção no campo de dados (decimal)	Descrição do código de exceção
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

## 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 de 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 seqüências 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 utilizado para a transferência de números decimais. Consulte a seção sobre *Parâmetros*.

### 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 utilizando-se a função 03HEX "Ler Registradores de Retenção". Os parâmetros são gravados utilizando-se 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 seqüências de textos e são armazenados como registradores 4x (40001 – 4FFFF). Os parâmetros são lidos, utilizando-se a função 03HEX "Ler Registradores de Retenção", e gravados, utilizando-se a função 10HEX "Predefinir Registradores Múltiplos". Os tamanhos legíveis variam desde 1 registrador (2 caracteres) a 10 registradores (20 caracteres).

## 7.10. Exemplos

Os exemplos seguintes ilustram diversos comandos do Modbus RTU. Se ocorrer um erro, consulte a seção Códigos de Exceção.

### 7.10.1. Status da Leitura de 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.

#### Solicitação

A mensagem de solicitação especifica a bobina de início e a quantidade de bobinas a ser lida. Os endereços de bobina começam em zero, ou seja, a bobina 33 e endereçada como 32.

Exemplo de uma solicitação de leitura das bobinas 33-48 (Status Word), a partir 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)
Nº de Pontos ALTO	00
Nº de Pontos BAIXO	10 (decimal 16)
Verificação de Erro (CRC)	-

#### 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 deste byte, e a partir da 'ordem mais baixa para a mais alta', nos bytes subsequentes.

Se a quantidade de bobinas devolvidas não for um múltiplo de oito, os bits restantes, no byte de dados final, serão preenchidos com zeros (no sentido da extremidade de ordem mais alta do byte). O campo da Contagem de Bytes especifica 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)	-

### 7.10.2. Forçar/Gravar Bobina Única (05 HEX)

**Descrição**

Esta função força uma gravação na bobina para ON (Ligado) ou OFF (Desligado). Quando há broadcast, a função força as referências da mesma bobina em todos os escravos anexos.

**Solicitação**

A mensagem de solicitação especifica a bobina 65 (controle de gravação de parâmetro) que será forçada. Os endereços de bobina começam em zero, ou seja, a bobina 65 é endereçada como 64. 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 (bobina nº. 65)
Forçar Dados ALTO	FF
Forçar Dados BAIXO	00 (FF 00 = ON)
Verificação de Erro (CRC)	-

**Resposta**

A resposta normal é um eco da solicitação, devolvida 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)	-



### 7.10.3. Forçar/Gravar Bobinas Múltiplas (0F HEX)

Esta função força cada bobina, em uma seqüência de bobinas, para ON (Ligado) ou OFF (Desligado). Quando há broadcast, a função força as referências da mesma bobina em todos os escravos anexos. .

A mensagem de **solicitação** especifica as bobinas 17 a 32 (setpoint de velocidade) para serem forçadas. Os endereços de bobina começam em zero, ou seja, a bobina 17 é endereçada como 16.

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 ALTO (Bobinas 8-1)	20
Forçar Dados BAIXO (Bobinas 10-9)	00 (ref. = 2000hex)
Verificação de Erro (CRC)	-

#### Resposta

A resposta normal devolve 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)	-

### 7.10.4. Ler Registradores de Retenção (03 HEX)

**Descrição**

Esta função lê o conteúdo dos registradores de retenção no escravo.

**Solicitação**

A mensagem de solicitação especifica o registrador inicial e a quantidade de registradores a ser lida. Os endereços de registradores começam em zero, ou seja, os registradores 1-4 são endereçados como 0-3.

Nome do Campo	Exemplo (HEX)
Endereço do Escravo	01
Função	03 (ler registradores de retenção)
Endereço Inicial ALTO	00
Endereço Inicial BAIXO	00 (endereço de bobina 17)
Nº de Pontos ALTO	00
Nº de Pontos BAIXO	03
Verificação de Erro (CRC)	-

**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, os bits de ordem mais baixa.

Nome do Campo	Exemplo (HEX)
Endereço do Escravo	01
Função	03
Contagem de Bytes	06
Dados ALTO (Registrador 40001)	55
Dados BAIXO (Registrador 40001)	AA
Dados ALTO (Registrador 40002)	55
Dados BAIXO (Registrador 40002)	AA
Dados ALTO (Registrador 40003)	55
Dados BAIXO (Registrador 40003)	AA
Verificação de Erro (CRC)	-



### 7.10.5. Predefinir Registrador Único (06 HEX)

#### Descrição

Esta função predefine um valor em um registrador de retenção único.

#### Solicitação

A mensagem de solicitação especifica a referência do registrador a ser predefinido. Os endereços de registradores começam em zero, ou seja, o registrador 1 é endereçado como 0.

Nome do Campo	Exemplo (HEX)
Endereço do Escravo	01
Função	06
Endereço do Registrador ALTO	00
Endereço do Registrador BAIXO	01
Dados Predefinidos ALTO	00
Dados Predefinidos BAIXO	03
Verificação de Erro (CRC)	-

#### Resposta

A resposta normal é um eco da solicitação, devolvida após o conteúdo do registrador ter sido passado.

Nome do Campo	Exemplo (HEX)
Endereço do Escravo	01
Função	06
Endereço do Registrador ALTO	00
Endereço do Registrador BAIXO	01
Dados Predefinidos ALTO	00
Dados Predefinidos BAIXO	03
Verificação de Erro (CRC)	-

### 7.10.6. Predefinir Registradores Múltiplos (10 HEX)

**Descrição**

Esta função predefine valores em uma seqüência de registradores de retenção.

**Solicitação**

A mensagem de solicitação especifica as referências do registrador que serão predefinidas. Os endereços de registradores começam em zero, ou seja, o registrador 1 é endereçado como 0. Exemplo de uma solicitação para predefinir dois registradores (programar o parâmetro 1-05 = 738 (7,38 A)):

Nome do Campo	Exemplo (HEX)
Endereço do Escravo	01
Função	10
Endereço Inicial ALTO	04
Endereço Inicial BAIXO	19
Nº de Registradores ALTO	00
Nº de Registradores BAIXO	02
Contagem de Bytes	04
Gravar Dados ALTO (Registrador 4: 1049)	00
Gravar Dados BAIXO (Registrador 4: 1049)	00
Gravar Dados ALTO (Registrador 4: 1050)	02
Gravar Dados BAIXO (Registrador 4: 1050)	E2
Verificação de Erro (CRC)	-

**Resposta**

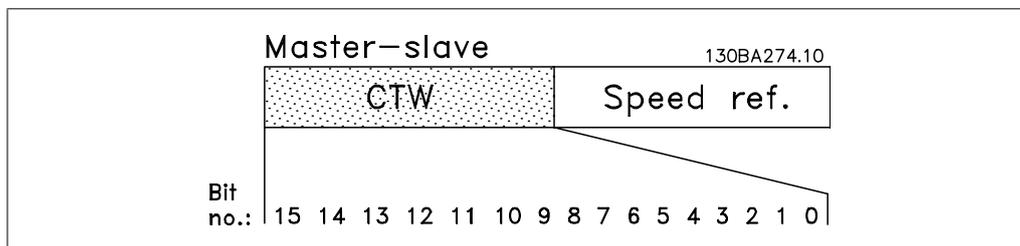
A resposta normal retorna o endereço do escravo, o código da função, endereço inicial e a quantidade de registradores predefinidos.

Nome do Campo	Exemplo (HEX)
Endereço do Escravo	01
Função	10
Endereço Inicial ALTO	04
Endereço Inicial BAIXO	19
Nº de Registradores ALTO	00
Nº de Registradores BAIXO	02
Verificação de Erro (CRC)	-



## 7.11. Perfil de Controle do FC da Danfoss

### 7.11.1. Control Word De acordo com o Perfil do FC (Par. 8-10 = Perfil do FC)



Bit	Valor do bit = 0	Valor do bit = 1
00	Valor de referência	seleção externa lsb
01	Valor de referência	seleção externa msb
02	Freio CC	Rampa
03	Parada por inércia	Sem parada por inércia
04	Parada rápida	Rampa
05	Manter a frequência de saída.	utilizar rampa
06	Parada de rampa	Partida
07	Sem função	Reset
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	Setup do parâmetro	seleção do lsb
14	Setup do parâmetro	seleção do msb
15	Sem função	Reversão

#### Explicação dos Bits de Controle

##### Bits 00/01

Os bits 00 e 01 são utilizados para fazer a seleção entre os quatro valores de referência, que são pré-programados no par. 3-10 *Referência Predefinida*, de acordo com a tabela a seguir:

Valor de ref. programado	Par.	Bit 01	Bit 00
1	3-10 [0]	0	0
2	3-10 [1]	0	1
3	3-10 [2]	1	0
4	3-10 [3]	1	1



#### NOTA!

Escolha no par. 8-56 *Seleção da Referência Predefinida* para definir como o Bit 00/01 sincroniza com a função correspondente nas entradas digitais.

##### Bit 02, Freio CC:

Bit 02 = '0' determina uma frenagem CC e a parada. Programe a corrente e a duração de frenagem, nos parâmetros 2-01 *Corrente de Freio CC* e 2-02 *Tempo de Frenagem CC*. Bit 02 = '1' estabelece rampa.

**Bit 03, Parada por inércia:**

Bit 03 = '0': O conversor de frequência "libera" o motor (os transistores de saída são "desligados"), imediatamente, e este pára por inércia. Bit 03 = '1': O conversor de frequência dá a partida no motor, se as demais condições de partida estiverem satisfeitas.

**NOTA!**

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': Desacelera o motor para parar (programada no par. 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 intermédio das entradas digitais (par. 5-10 a 5-15), programadas para *Acelerar e Desacelerar*.

**NOTA!**

Se Congelar saída estiver ativo, o conversor de frequência somente pode ser parado pelo:

- Bit 03 Parada por inércia
- Bit 02 Frenagem CC
- Entrada digital (par.5-10 a 5-15) 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 força o motor a 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.

**NOTA!**

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. A reinicialização é ativada na borda de ataque do sinal, ou seja, na transição do '0' lógico para o '1' lógico.

**Bit 08, Jog:**

Bit 08 = '1': A frequência de saída é determinada pelo par. 3-19 *Velocidade de Jog*.

**Bit 09, Seleção de rampa 1/2:**

Bit 09 = "0": A rampa 1 está ativa (par. 3-40 a 3-47). Bit 09 = "1": A rampa 2 (par. 3-50 a 3-57) 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 utilizada. Esta função é importante porque o telegrama sempre contém a control word, qualquer que seja o telegrama. Portanto, pode-se desligar a control word, caso não se deseje utilizá-la na atualização ou leitura de parâmetros.

**Bit 11, Relay 01:**

Bit 11 = "0": O relé não está ativo. Bit 11 = "1": Relé 01 ativado, desde que o *bit 11 da Control word* tenha sido escolhido no par. 5-40 *Função do relé*.

**Bit 12, Relé 04:**

Bit 12 = "0": O relé 04 não está ativado. Bit 12 = "1": O relé 04 está ativado, uma vez que o bit 12 da *Control word* foi selecionado no par. 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 a seguinte tabela. .

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

A função só é possível quando *Setup Múltiplo* estiver selecionado no parâmetro 0-10 *Setup Ativo*.



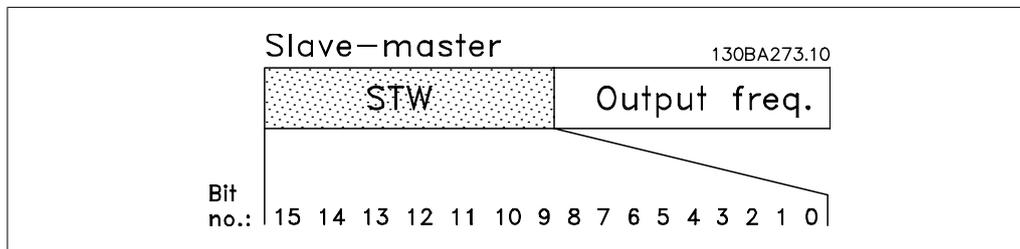
**NOTA!**

Faça uma seleção no par. 8-55 *Seleção do Setup* 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 programação padrão, a reversão é programada como digital no par, 8-54 *Seleção da Reversão*. O bit 15 só força a inversão quando Comunicação serial, Lógica 'OU' ou Lógica 'E' estiverem selecionadas.

**7.11.2. Status Word De acordo com o Perfil do FC (STW) (Par. 8-10 = Perfil do FC)**



Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Controle não preparado	Ctrl pronto
01	Drive não pronto	Drive pront
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 funcionamento
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 está necessariamente recebendo alimentação de energia (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, por exemplo, de haver aceleração/desaceleração da velocidade durante a partida/parada. Bit 08 = '1': A velocidade do motor corresponde à referência de velocidade predefinida.

Bit 09, Operação local/controle de barramento:

Bit 09 = '0': [STOP/RESET] está ativo na unidade de controle ou o *Controle local*, no par. 3-13 *Tipo de Referência*, está selecionado. Não é possível controlar o conversor de frequência via 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 atingiu o valor do par. 4-11 *Lim. Inferior da Veloc. do Motor*, ou do par. 4-13 *Lim. Superior da Veloc. do Motor*. Bit 10 = "1": A frequência de saída está dentro dos limites definidos.

Bit 11, Fora de funcionamento/em funcionamento:

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 o funcionamento, assim que o superaquecimento cessar.

**Bit 13, Tensão OK/limite excedido:**

Bit 13 = '0': Não há advertências de tensão. Bit 13 = '1': A tensão CC no circuito intermediário do conversor de frequência está muito baixa ou muito alta.

**Bit 14, Torque OK/limite excedido:**

Bit 14 = '0': A corrente do motor está abaixo do limite de torque selecionado no par. 4-18 *Limite de Corrente*. Bit 14 = '1': O limite de torque do par. 4-18 *Limite de Corrente* foi excedido.

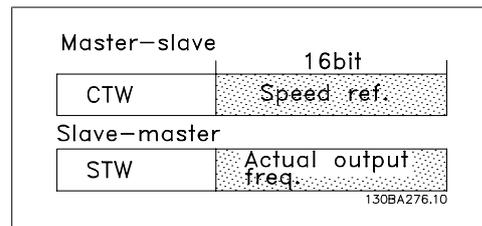
**Bit 15, Temporizador OK/limite excedido:**

Bit 15 = '0': Os temporizadores para a proteção térmica do motor e a proteção térmica do VLT, respectivamente, não ultrapassaram os 100%. Bit 15 = '1': Um dos temporizadores ultrapassou 100%.

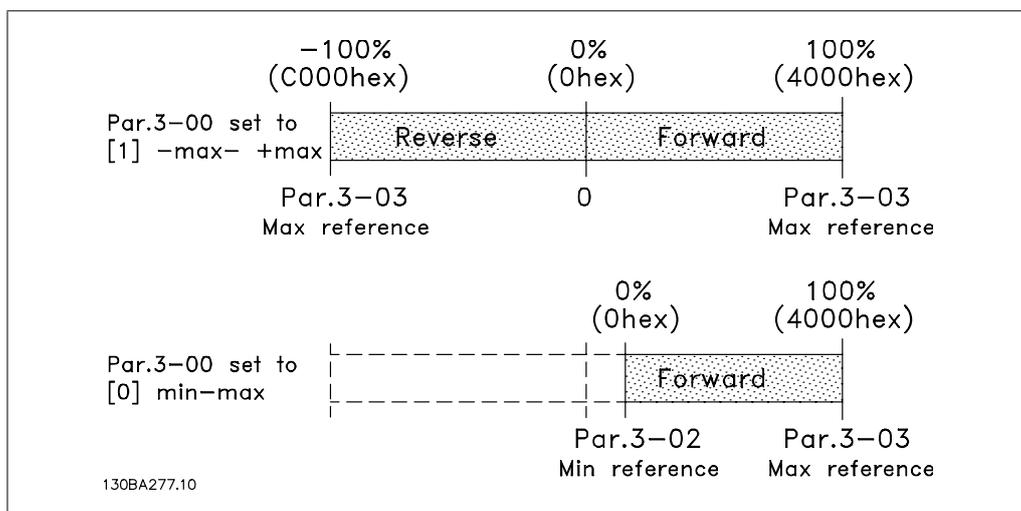
**NOTA!**  
 Todos os bits na STW são programados para '0', se a conexão entre o opcional de Interbus e o conversor de frequência for perdida ou se ocorrer um problema de comunicação interno.

### 7.11.3. Valor de Referência de Velocidade Via Bus Serial

O valor de referência de velocidade é transmitido ao conversor de frequência como um valor relativo em %. O valor é transmitido no formato de uma word de 16 bits; em números inteiros (0-32767), o valor 16384 (4000 Hex) corresponde a 100%. Valores negativos são formatados como complementos de 2. A frequência de Saída Real (MAV) é escalonada, do mesmo modo que a referência de bus.



A referência e a MAV são escalonadas como a seguir:



## 8. Solução de Problemas

### 8.1.1. Alarmes e advertências

Uma advertência ou um alarme é sinalizado pelo respectivo LED, no painel do conversor de frequência e indicado por um código no display.

Uma advertência permanece ativa até que a sua causa seja eliminada. Sob certas condições, a operação do motor ainda pode ter continuidade. As mensagens de advertência podem referir-se a uma situação crítica, porém, não necessariamente.

Na eventualidade de um alarme o conversor de frequência desarmará. Os alarmes devem ser reinicializados a fim de que a operação inicie novamente, desde que a sua causa tenha sido eliminada. Isto pode ser realizado de três modos:

1. Utilizando a tecla de controle [RESET], no painel de controle do LCP.
2. Através de uma entrada digital com a função "Reset".
3. Por meio da comunicação serial/opcional de fieldbus.
4. Pela reinicialização automática, com o uso da função [Auto Reset] (Reset Automático), que é uma configuração padrão do Drive do VLT HVAC. Consulte o *par 14-20 Modo Reset*, no *Guia de Programação do Drive do VLT® HVAC, MG.11Cx.yy*



#### NOTA!

Após um reset manual, por meio da tecla [RESET] do LCP, deve-se acionar a tecla [AUTO ON] (Automático Ligado) para dar partida no motor novamente.

Se um alarme não puder ser reinicializado, provavelmente é porque a sua causa não foi eliminada ou porque o alarme está bloqueado por desarme (consulte também a tabela na próxima página).

Os alarmes que são bloqueados por desarme oferecem proteção adicional, o que significa que a alimentação de rede elétrica deve ser desligada, antes que o alarme possa ser reinicializado. Ao ser novamente ligado, o conversor de frequência não estará mais bloqueado e poderá ser reinicializado, como acima descrito, uma vez que a causa foi eliminada.

Os alarmes que não estão bloqueados por desarme podem também ser reinicializados, utilizando a função de reset automático, nos parâmetros 14-20 (Advertência: é possível a ativação automática!)

Se uma advertência e um alarme estiverem marcados por um código, na tabela da página a seguir, significa que ou uma advertência aconteceu antes de um alarme ou que é possível especificar se uma advertência ou um alarme será exibido para um determinado defeito.

Isto é possível, por exemplo, no parâmetro 1-90 *Proteção Térmica do Motor*. Após um alarme ou um desarme, o motor pára 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	Advertência	Alarme/Desarme	Bloqueio p/ Alarme/Desarme	Referência de Parâmetro
1	10 Volts baixo	X			
2	Erro live zero	(X)	(X)		6-01
3	Sem motor	(X)			1-80
4	Falta Fase Elétrica	(X)	(X)	(X)	14-12
5	Tensão CC alta	X			
6	Tensão CC baixa	X			
7	Sobretensão CC	X	X		
8	Subtensão CC	X	X		
9	Sobrecarga do inversor	X	X		
10	Superaquecimento do ETR do motor	(X)	(X)		1-90
11	Superaquecimento do termistor do motor	(X)	(X)		1-90
12	Limite de torque	X	X		
13	Sobrecorrente	X	X	X	
14	Falha de Aterramento	X	X	X	
15	Incomp. HW		X	X	
16	Curto-Circuito		X	X	
17	Timeout da Control Word	(X)	(X)		8-04
23	Ventiladores Internos				
24	Ventiladores Externos				
25	Resistor de freio Curto-circuitado	X			
26	Limite de carga do resistor de freio	(X)	(X)		2-13
27	Circuito de frenagem curto-circuitado	X	X		
28	Verificação do Freio	(X)	(X)		2-15
29	Superaquecimento da placa de potência	X	X	X	
30	Perda da fase U	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Perda da fase V	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Perda da fase W	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Falha de inrush		X	X	
34	Falha de comunicação Fieldbus	X	X		
36	Falha rede elétr				
38	Falha interna		X	X	
40	SobrecargT27				
41	SobrecargT29				
42	Sobrecarga X30/6-7				
47	Alim. 24 V baixa	X	X	X	
48	Alim. 1,8 V baixa		X	X	
49	Lim.deVelocidad				
50	Calibração AMA falhou		X		
51	Verificação AMA $U_{nom}$ , $I_{nom}$		X		
52	$I_{nom}$ AMA baixa		X		
53	Motor muito grande para AMA		X		
54	Motor muito pequeno para AMA		X		
55	Parâm. AMA fora de faixa		X		
56	AMA interrompida pelo usuário		X		
57	Expir. tempo de AMA		X		
58	Falha interna AMA	X	X		
59	Limite de corrente	X			
60	Bloqueio Externo				
62	Frequência de Saída no Limite Máximo	X			
64	Limite de tensão	X			
65	Sobret temperatura da Placa de Controle	X	X	X	
66	Temp. Baixa no Dissipador de Calor	X			
67	Configuração de opcional foi modificada		X		
68	Parada Segura Ativada		X		
70	Config ilegal FC				
80	Drive inicializado no Valor Padrão		X		
92	Fluxo-Zero	X	X		22-2*
93	Bomba Seca	X	X		22-2*
94	Final de Curva	X	X		22-5*
95	Correia Partida	X	X		22-6*
96	Partida em Atraso	X			22-7*
97	Parada em Atraso	X			22-7*
98	Falha de Clock	X			0-7*

Tabela 8.1: Lista de códigos de Alarme/Advertência

No.	Descrição	Advertência	Alarme/Desarme	Bloqueio p/ Alarme/Desarme	Referência de Parâmetro
200	Fire Mode	X			24-0*
201	Fire Mode estava Ativo	X			0-7*
202	Limites do Fire Mode Excedido	X			0-7*
250	PeçaSobrsNova				
251	Novo Código Tipo				

Tabela 8.2: Lista de códigos de Alarme/Advertência, continuação.

(X) Dependente do parâmetro

Indicação do LED	
Advertência	amarela
Alarme	vermelha piscando
Bloqueado por desarme	amarela e vermelha

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	Pwr. PlacPotê	Pwr. PlacPotê	AMA em Exec
2	00000004	4	Falha de Atterr.	Falha de Atterr.	Partida SH/SAH
3	00000008	8	TempPlacaCntrl	TempPlacaCntrl	Slow Down
4	00000010	16	Ctrl. Word TO	Ctrl. Word TO	Catch Up
5	00000020	32	Sobrecorrente	Sobrecorrente	Feedback alto
6	00000040	64	Limite d torque	Limite d torque	FeedbackBaix
7	00000080	128	TérmMtrSuper	TérmMtrSuper	Corrente Alta
8	00000100	256	ETR excss motr	ETR excss motr	Corrente Baix
9	00000200	512	Sobrec. do inversor	Sobrec. do inversor	Freq.de Saída Alta
10	00000400	1024	Subtensão CC	Subtensão CC	Freq.Saída Baixa
11	00000800	2048	Sobretensão CC	Sobretensão CC	Verificaç.de Freio OK
12	00001000	4096	Curto-Circuito	Tensão CC baix	Frenagem Máx
13	00002000	8192	Falha de Inrush	Tensão CC alta	Frenagem
14	00004000	16384	Perda de Fase Elétr	Perda de Fase Elétr	Fora da faix de veloc
15	00008000	32768	AMA Não OK	Sem Motor	OVC Ativo
16	00010000	65536	Erro Live Zero	Erro Live Zero	
17	00020000	131072	Falha Interna	10 V Baixo	
18	00040000	262144	Sobrecarg do Freio	Sobrecarg do Freio	
19	00080000	524288	Perda da fase U	Resistor de Freio	
20	00100000	1048576	Perda da fase V	IGBT do freio	
21	00200000	2097152	Perda da fase W	Lim.deVelocidad	
22	00400000	4194304	Falha d Fieldbus	Falha d Fieldbus	
23	00800000	8388608	Alim. 24 V baix	Alim. 24 V baix	
24	01000000	16777216	Falh red elétr	Falh red elétr	
25	02000000	33554432	Alim 1,8 V baix	Limite de Corrente	
26	04000000	67108864	Resistor de Freio	Temp. baixa	
27	08000000	134217728	IGBT do freio	Limite de tensão	
28	10000000	268435456	Mudanç do opcio-nal	Sem uso	
29	20000000	536870912	Drive inicializado	Sem uso	
30	40000000	1073741824	Parada Segura	Sem uso	

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 os par. 16-90, 16-92 e 16-94.

## 8.1.2. Palavras de Alarme

### 16-90, Alarm word

Bit (Hex)	Alarm Word (Par. 16-90)
00000001	Verificação do Freio
00000002	Superaquecimento da placa de potência
00000004	Falha de Aterramento
00000008	Superaquecimento do cartão de controle
00000010	Timeout da Control Word
00000020	Sobrecorrente
00000040	Limite de torque
00000080	Superaquec. do termistor do motor.
00000100	Superaquecimento do ETR do motor
00000200	Sobrecarga do inversor
00000400	Subtensão de conexão CC
00000800	Sobretensão do barramento CC
00001000	Curto-circuito
00002000	Falha de inrush
00004000	Falha Fase Elétrica
00008000	AMA não OK
00010000	Erro live zero
00020000	Falha interna
00040000	Sobrecarga do freio
00080000	Perda da fase U do motor
00100000	Perda da fase V do motor
00200000	Perda da fase W do motor
00400000	Falha no Fieldbus
00800000	Falha na alimentação de 24 V
01000000	Falha rede elétr
02000000	Defeito na fonte de alimentação de 1,8 V
04000000	Curto-circuito no resistor de freio
08000000	IGBT do freio
10000000	Mudança de Opcional
20000000	Drive Inicializado
40000000	Parada Segura
80000000	Não usado

### 16-91, Alarm word 2

Bit (Hex)	Alarm Word 2 (Par. 16-91)
00000001	Desarme Serviço, ler/Gravar
00000002	Reservado
00000004	Desarme Serviço, Typecode / Peça de reposição
00000008	Reservado
00000010	Reservado
00000020	Fluxo-Zero
00000040	Bomba Seca
00000080	Final de Curva
00000100	Correia Partida
00000200	Não usado
00000400	Não usado
00000800	Reservado
00001000	Reservado
00002000	Reservado
00004000	Reservado
00008000	Reservado
00010000	Reservado
00020000	Não usado
00040000	Erro de ventiladores
00080000	Erro de ECB
00100000	Reservado
00200000	Reservado
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

### 8.1.3. Warning words

#### 16-92, Warning word

Bit (Hex)	Warning Word (Par. 16-92)
00000001	Verificação do Freio
00000002	Superaquecimento da placa de potência
00000004	Falha de Aterramento
00000008	Superaquecimento do cartão de controle
00000010	Timeout da Control Word
00000020	Sobrecorrente
00000040	Limite de torque
00000080	Superaquec. do termistor do motor.
00000100	Superaquecimento do ETR do motor
00000200	Sobrecarga do inversor
00000400	Subtensão de conexão CC
00000800	Sobretensão do barramento CC
00001000	Tensão de conexão CC baixa
00002000	Tensão de conexão CC alta
00004000	Falta de fase elétrica
00008000	Sem motor
00010000	Erro live zero
00020000	10 V baixo
00040000	Limite de carga do resistor de freio
00080000	Curto-circuito no resistor de freio
00100000	IGBT do freio
00200000	Lim.deVelocidad
00400000	Falha de comunic. no Fieldbus
00800000	Falha na alimentação de 24 V
01000000	Falha rede elétr
02000000	Limite de corrente
04000000	Baixa temperatura
08000000	Limite d tensão
10000000	Perda d Encodr
20000000	Limite da frequência de saída
40000000	Não usado
80000000	Não usado

#### 16-93, Warning word 2

Bit (Hex)	Warning Word 2 (Par. 16-93)
00000001	Partida em Atraso
00000002	Parada em Atraso
00000004	Falha de Clock
00000008	Reservado
00000010	Reservado
00000020	Fluxo-Zero
00000040	Bomba Seca
00000080	Final de Curva
00000100	Correia Partida
00000200	Não usado
00000400	Reservado
00000800	Reservado
00001000	Reservado
00002000	Reservado
00004000	Reservado
00008000	Reservado
00010000	Reservado
00020000	Não usado
00040000	Advertência de ventiladores
00080000	Advertência ECB
00100000	Reservado
00200000	Reservado
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

## 8.1.4. Status words estendidas

### Status word estendida, Par. 16-94

Bit (Hex)	Status word estendida (Par. 16-94)
00000001	Rampa
00000002	Ajuste de AMA
00000004	Partida SH/SAH
00000008	Não usado
00000010	Não usado
00000020	Feedback alto
00000040	Feedback baixo
00000080	Corrente de saída alta
00000100	Corrente de saída baixa
00000200	Frequência de saída alta
00000400	Frequência de saída baixa
00000800	A verificação do freio está OK
00001000	Frenagem Máx
00002000	Frenagem
00004000	Fora da faixa de velocidade
00008000	OVC ativa
00010000	Freio CA
00020000	Senha com Trava Crométrica
00040000	Proteção por Senha
00080000	Referência alta
00100000	Referência baixa
00200000	Ref. Local/Ref. Remota
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

### 16-95, Status word estendida 2

Bit (Hex)	Status Word Estendida 2 (Par. 16-95)
00000001	Off (Desligado)
00000002	Manual / Automático
00000004	Não usado
00000008	Não usado
00000010	Não usado
00000020	Relé 123 ativo
00000040	Partida Impedida
00000080	Ctrl pronto
00000100	Drive pront
00000200	Parada Rápida
00000400	Freio CC
00000800	Parada
00001000	Prontidão
00002000	Pedido de Congelar Saída
00004000	Congelar Saída
00008000	Pedido de Jog
00010000	Jog
00020000	Pedido de Partida
00040000	Partida
00080000	Partida Aplicada
00100000	Atraso da Partida
00200000	Sleep
00400000	Impulso de Sleep
00800000	Em funcionamento
01000000	Bypass
02000000	Fire Mode
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

### 8.1.5. Mensagens de falha

**WARNING (Advertência) 1, 10 Volts baixo:**

A tensão de 10 V do terminal 50, no cartão de controle, está abaixo de 10 V. Remova uma parte da carga do terminal 50, quando a fonte de alimentação de 10 V estiver com sobrecarga. Máx. de 15 mA ou mínimo de 590 Ω.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 2, Erro de live zero:**

O sinal no terminal 53 ou 54 é menor que 50% do valor definido nos pars. 6-10, 6-12, 6-20 ou 6-22 respectivamente.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 3, Sem motor:**

Não há nenhum motor conectado na saída do conversor de frequência.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 4, Falta Fase Elétrica:**

Uma das fases está ausente, no lado da alimentação, ou o desbalanceamento na tensão de rede está muito alto.

Esta mensagem também será exibida no caso de um defeito no retificador de entrada do conversor de frequência.

Verifique a tensão de alimentação e as correntes de alimentação do conversor de frequência.

**WARNING (Advertência) 5, Tensão do barramento CC alta:**

A tensão (CC) do circuito intermediário está acima do limite de sobretensão do sistema de controle. O conversor de frequência ainda está ativo.

**WARNING (Advertência) 6, Tensão do barramento CC baixa:**

A tensão no circuito intermediário (CC) está abaixo do limite de subtensão do sistema de controle. O conversor de frequência ainda está ativo.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 7, Sobretensão CC:**

Se a tensão do circuito intermediário exceder o limite, o conversor de frequência desarma após um tempo.

**Correções possíveis:**

- Selecione a função Controle de Sobretensão, no par. 2-17
- Conectar um resistor de freio
- Aumentar o tempo de rampa

Ativar funções no par. 2-10

Aumentar o par. 14-26

Ao selecionar a função OVC, os tempos de rampa serão estendidos.

Limites de alarme/advertência:			
VLT HVAC	3 x 200-240 VCA	3 x 380-500 VCA	
	[VCC]	[VCC]	
Subtensão	185	373	
Advertência de tensão baixa	205	410	
Advertência de tensão alta (s/freio - c/freio)	390/405	810/840	
Sobretensão	410	855	

As tensões informadas são as tensões do circuito intermediário do VLT HVAC, com uma tolerância de ± 5 %. A correspondente tensão de rede é a tensão do circuito intermediário (barramento CC) dividida por 1,35.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 8, Subtensão CC:**

Se a tensão do circuito intermediário (CC) cair abaixo do limite de "advertência de tensão baixa" (consulte a tabela acima), o conversor de frequência verifica se a fonte backup de 24 V está conectada.

Se não houver nenhuma fonte backup de 24 V conectada, o conversor de frequência desarma após algum tempo, dependendo da unidade.

Para verificar se a tensão de alimentação corresponde à do conversor de frequência, consulte 3.2 *Especificações Gerais*.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 9: Sobrecarga do inversor:**

O conversor de frequência está prestes a desligar devido a uma sobrecarga (corrente muito alta durante muito tempo). Para proteção térmica eletrônica do inversor o contador emite uma advertência em 98% e desarma em 100%, acionando um alarme simultaneamente. O conversor de frequência não pode ser reinicializado antes do contador estar abaixo de 90%.

O defeito indica que o conversor de frequência está sobrecarregado acima da corrente nominal, durante um tempo excessivo.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 10, Sobre aquecimento do motor ETR do motor (ETR excss motr):**

De acordo com a proteção térmica eletrônica (ETR), o motor está superaquecido. Pode-se selecionar se o conversor de frequência deve emitir uma advertência ou um alarme quando



o contador atingir 100%, no par. 1-90. O defeito ocorre porque o motor está com sobrecarga acima da corrente nominal, durante um período de tempo longo demais. Verifique se o par. 1-24 do motor foi programado corretamente.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 11, Superaquecimento do termistor do motor (TérmMtrSuper):**

O termistor ou a sua conexão foi desconectado. Pode-se selecionar se o conversor de frequência deve emitir uma advertência ou um alarme, no par. 1-90. Verifique se o termistor está conectado corretamente, entre os terminais 53 ou 54 (entrada de tensão analógica), e o terminal 50 (alimentação de + 10 Volts), ou entre os terminais 18 ou 19 (somente para entrada digital PNP) e o terminal 50. Se for utilizado um sensor KTY, verifique se a conexão entre os terminais 54 e 55 está correta.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 12, Limite de torque:**

O torque é maior que o valor no parâmetro 4-16 (ao funcionar como motor) ou maior que o valor no parâmetro 4-17 (ao funcionar como gerador).

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 13, Sobrecorrente:**

O limite da corrente de pico do inversor (aprox. 200% da corrente nominal) foi excedido. A advertência irá durar de 8 a 12 s, aproximadamente e, em seguida, o conversor de frequência desarmará e emitirá um alarme. Desligue o conversor de frequência e verifique se o eixo do motor pode ser girado, e se o tamanho do motor é compatível com esse conversor.

**ALARM (Alarme) 14, Falha de aterramento:**

Há uma descarga das fases de saída, para o terra, localizada no cabo entre o conversor de frequência e o motor, ou então no próprio motor.

Desligue o conversor de frequência e elimine a falha do ponto de aterramento.

**ALARM (Alarme) 15, Hardware incompleto:**

Um opcional instalado não pode ser acionado pela placa de controle (hardware ou software) deste equipamento.

**ALARM (Alarme) 16, Curto-circuito:**

Há um curto-circuito no motor ou nos seus terminais.

Desligue o conversor de frequência e elimine o curto-circuito.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 17, Timeout da control word:**

Não há comunicação com o conversor de frequência.

A advertência somente estará ativa quando o par. 8-04 NÃO estiver programado para OFF (Desligado).

Se o par. 8-04 foi programado para *Parada e Desarme*, uma advertência será emitida e o conversor de frequência desacelerará até zero, emitindo simultaneamente um alarme.

O par. 8-03 *Tempo de Timeout da Control Word* poderia provavelmente ser aumentado.

**WARNING (Advertência) 23, Ventiladores internos:**

Os ventiladores externos falharam devido ao hardware defeituoso ou a ventiladores não instalados.

**WARNING (Advertência) 24, Falha de ventiladores externos:**

A função de advertência de ventilador é uma função de proteção extra que verifica se o ventilador está girando / instalado. A advertência de ventilador pode ser desativada em *Mon.Ventldr*, par. 14-53, [0] Desativado.

**WARNING (Advertência) 25, Resistor de freio curto-circuitado:**

O resistor de freio é monitorado durante a operação. Se ele entrar em curto-circuito, a função de frenagem será desconectada e será exibida uma advertência. O conversor de frequência ainda funciona, mas sem a função de frenagem. Desligue o conversor e substitua o resistor de freio (consulte o par. 2-15 *Verificação do Freio*).

**ALARM/WARNING (Advertência/Alar-me) 26, Limite de potência do resistor do freio (Sobrcrg d freio):**

A energia transmitida ao resistor do freio é calculada como uma porcentagem, um valor médio dos últimos 120 s, baseado no valor de resistência do resistor do freio (par. 2-11) e na tensão do circuito intermediário. A advertência estará ativa quando a potência de frenagem dissipada for maior que 90%. Se *Desarme* [2] estiver selecionado no par. 2-13, o conversor de frequência corta e emite este alarme, quando a potência de frenagem dissipada for maior que 100%.

**WARNING/ALARM 27, Falha no circuito de frenagem:**

O transistor de freio é monitorado durante a operação e, em caso de curto-circuito, a função de frenagem é desconectada e a advertência é emitida. O conversor de frequência

ainda poderá funcionar, mas, como o transistor de freio está curto-circuitado, uma energia considerável é transmitida ao resistor de freio, mesmo que este esteja inativo. Desligue o conversor de frequência e remova o resistor de freio.

Warning (Advertência): Há risco de uma quantidade considerável de energia ser transmitida ao resistor de freio, se o transistor de freio entrar em curto-circuito.

**ALARM/WARNING (Alarme/Advertência) 28, Verificação do freio falhou (Verificç.d freio):**

Falha do resistor de freio: o resistor de freio não está conectado/funcionando.

**WARNING/ALARM 29, Sobre aquecimento do drive (TempPlacPotê):**

Se o gabinete metálico utilizado for o IP00, IP20/Nema1 ou IP21/TIPO 1, a temperatura de corte do dissipador de calor será de 95 °C  $\pm$ 5 °C. A falha de temperatura não pode ser reinicializada até que a temperatura do dissipador de calor esteja abaixo de 70 °C.

**O defeito pode ser devido a:**

- Temperatura ambiente alta demais
- Cabo do motor comprido demais

**ALARM (Alarme)30, Perda da fase U:**

A fase U do motor, entre o conversor de frequência e o motor, está ausente.

Desligue o conversor e verifique a fase U do motor.

**ALARM (Alarme) 31, Perda da fase V:**

A fase V do motor, entre o conversor de frequência e o motor, está ausente.

Desligue o conversor e verifique a fase V do motor.

**ALARM (Alarme) 32, Perda da fase W:**

A fase W do motor, entre o conversor de frequência e o motor, está ausente.

Desligue o conversor e verifique a fase W do motor.

**ALARM (Alarme)33, Falha de Inrush:**

Houve um excesso de energizações, durante um curto período de tempo. Consulte o capítulo *Especificações Gerais* para obter o número de energizações permitidas durante um minuto.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alarme) 34, Falha de comunicação do Fieldbus (Falha d Fieldbus):**

O fieldbus, no cartão do opcional de comunicação, não está funcionando.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alarme) 36, Falha de rede elétrica (Falha rede elétr):**

Esta advertência/alarme estará ativa somente se a tensão de alimentação do conversor de frequência for perdida e se o parâmetro 14-10 NÃO tiver sido programado para OFF (Desligado). Correções possíveis: verifique os fusíveis do conversor de frequência.

**ALARM (Alarme) 38, falha interna:**

Entre em contacto com o representante da Danfoss local.

**WARNING (Advertência) 40, Sobrecarga da Saída Digital Term. 27:**

Verifique a carga conectada ao terminal 27 ou remova a conexão de curto circuito. Verifique os parâmetros 5-00 e 5-01.

**WARNING (Advertência) 41, Sobrecarga da Saída Digital Term. 29:**

Verifique a carga conectada ao terminal 29 ou remova a conexão de curto circuito. Verifique os parâmetros 5-00 e 5-02.

**WARNING (Advertência) 42, Sobrecarga da Saída Digital Do X30/6:**

Verifique a carga conectada no X30/6 ou remova o curto circuito. Verifique o parâmetro 5-32.

**WARNING (Advertência) 42, Sobrecarga da Saída Digital Do X30/7:**

Verifique a carga conectada no X30/7 ou remova o curto circuito. Verifique o parâmetro 5-33.

**WARNING (Advertência) 47, Alimentação de 24 V baixa (Alim. 24 V baix):**

A fonte backup de 24 VCC externa pode estar sobrecarregada. Se não for este o caso, entre em contacto com o fornecedor Danfoss.

**WARNING (Advertência) 48, Alimentação de 1,8 V baixa (Alim 1,8V baix):**

Entre em contacto com o fornecedor Danfoss.

**WARNING 49, Lim.de velocidade:**

A velocidade foi limitada pela faixa especificada nos par. 4-11 e par. 4-13

**ALARM (Alarme) 50, Calibração AMA falhou (Calibração AMA):**

Entre em contacto com o fornecedor Danfoss.

**ALARM (Alarme) 51, Verificação de Unom e Inom da AMA (Unom, Inom AMA):**

As configurações de tensão, corrente e potência do motor provavelmente estão erradas. Verifique as configurações.

**ALARM (Alarme) 52, Inom AMA baixa:**

A corrente do motor está baixa demais. Verifique as configurações.

**ALARM (Alarme) 53, Motor muito grande para AMA (MtrGrandp/AMA):**

O motor usado é muito grande para que a AMA possa ser executada.

**ALARM (Alarme) 54, AMA Motor muito pequeno para AMA (Mtr peq p/ AMA):**

O motor é muito pequeno para que a AMA seja executada.

**ALARM (Alarme) 55, Par. AMA fora da faixa (ParAMAForaFaix):**

Os valores de par. encontrados no motor estão fora do intervalo aceitável.

**ALARM (Alarme) 56, AMA interrompida pelo usuário (Interrup d AMA):**

A AMA foi interrompida pelo usuário.

**ALARM (Alarme) 57, Timeout da AMA (Expir.tempoAMA):**

Tente reiniciar a AMA algumas vezes, até que ela seja executada. Observe que execuções repetidas da AMA podem aquecer o motor, a um nível em que as resistências Rs e Rr aumentam de valor. Na maioria dos casos, no entanto, isso não é crítico.

**WARNING/ALARM 58, Falha interna da AMA:**

Entre em contacto com o fornecedor Danfoss.

**WARNING (Advertência) 59, Limite de corrente (Lim. de Corrent):**

A corrente está maior que o valor definido no par. 4-18.

**WARNING (Advertência) 60, Bloqueio Externo:**

A função Bloqueio Externo foi ativada. Para retomar a operação normal, aplicar 24 V CC ao terminal programado para o Bloqueio Externo e, em seguida, reinicializar o conversor de frequência (pelo Barramento, E/S Digital ou pressionando [Reset]).

**WARNING (Advertência) 62, Frequência de Saída no Limite Máximo (Lim.freq.d saída):**

A frequência de saída é limitada pelo valor programado no par. 4-19

**WARNING (Advertência) 64, Limite de Tensão (Limite d tensão):**

A combinação da carga com a velocidade exige uma tensão de motor maior que a tensão do barramento CC real.

**WARNING/ALARM/TRIP(Advertência/Alarme/Desarme) 65, Superaquecimento no Cartão de Controle (TempPlacaCtrl):**

Superaquecimento do cartão de controle: A temperatura de corte do cartão de controle é 80 °C.

**WARNING (Advertência) 66, Temperatura do Dissipador de Calor Baixa (Temp.baixa):**

A temperatura do dissipador de calor é medida como 0 °C. Isso que pode ser uma indicação de que o sensor de temperatura está defeituoso e, portanto, que a velocidade do ventilador está no máximo, no caso do setor de potência ou o cartão de controle estar muito quente.

**ALARM (Alarme) 67, Configuração de Opcional foi Modificada (Mdnç d opcional):**

Um ou mais opcionais foram acrescentados ou removidos, desde o último ciclo de desenergização.

**ALARM (Alarme) 68, Parada Segura:**

A Parada Segura foi ativada. Para retomar a operação normal, aplicar 24 V CC ao terminal 37 e, em seguida, enviar um Sinal de reset (pelo Barramento, E/S Digital ou pressionando [Reset]).

**ALARM (Alarme) 70, Configuração Ilegal do Conversor de Frequência:**

A combinação real da placa de controle e da placa de energia é ilegal.

**ALARM 80, Drive inicializado no Valor Padrão:**

As configurações dos parâmetros serão inicializadas com a configuração padrão, após um reset manual (três dedos) ou por meio do par 14-22.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alarme) 92, Fluxo Zero:**

Uma situação de sem carga foi detetada pelo sistema. Consulte o grupo de par. 22-2\*.

**WARNING/ALARM (Advertência/Alarme) 93, Bomba Seca:**

Uma situação de fluxo zero e alta rotação indica que a bomba está funcionando seca. Consulte o grupo de par. 22-2\*

**WARNING/ALARM (Advertência/Alar-me) 94, Final de Curva:**

O feedback permanece mais baixo do que o setpoint, o que pode indicar um vazamento no sistema de tubulação. Consulte o grupo de par. 22-5\*

**WARNING/ALARM 95, Correia Partida:**

O torque está abaixo do nível de torque definido para a situação sem carga, indicando uma correia partida. Consulte o grupo de par. 22-6\*

**WARNING 96, Partida em Atraso:**

A partida do motor foi retardada pois a proteção de ciclo reduzido está ativa. Consulte o grupo de par. 22-7\*

**WARNING (Advertência) 97, Parada em Atraso:**

A parada do motor foi atrasada pois a proteção de ciclo reduzido está ativa. Consulte o grupo de par. 22-7\*

**WARNING (Advertência) 98, Falha de Clock:**

Data e hora não foram programadas ou algum backup instalado falhou. Consulte o grupo de par. 0-7\*

**WARNING (Advertência) 200, Fire Mode:**

O comando de entrada Fire Mode está ativo. Consulte o grupo de par. 24-0\*

**WARNING (Advertência) 201, Fire Mode estava Ativo.:**

O comando de entrada Fire Mode estava ativo, mas foi desativado. Consulte o grupo de par. 0-7\*

**WARNING (Advertência) 202, Limites do Fire Mode Excedidos:**

Um ou mais alarmes de que invalidam a garantia foram suprimidos durante o Fire Mode. Consulte o grupo de par. 0-7\*

**ALARM (Alarme) 250, Peça Sobressalente Nova:**

A potência ou a Fonte de Alimentação de Modo Chaveado foi trocada. O código do tipo de conversor de frequência deve ser regravado na EEPROM. Selecione o código correto do tipo no Par 14-23, de acordo com a plaqueta da unidade. Lembre-se de selecionar 'Salvar na EEPROM' para completar a alteração.

**ALARM (Alarme) 251, Novo Código Tipo:**

O conversor de frequência recebeu um novo código de tipo.

## Índice

### >

>ventilador De Retorno	24
------------------------	----

### 0

0 - 10 Vcc	81
0-20 Ma	81

### 1

16-90, Alarm Word	172
16-92, Warning Word	173
16-93, Warning Word 2	173
16-95, Status Word Estendida 2	174

### 4

4-20 Ma	81
---------	----

### 6

60 Avm	70
--------	----

### A

A Diretiva De Maquinário (98/37/eec)	15
A Diretriz De Baixa Tensão (73/23/eec)	15
A Diretriz Emc (89/336/eec)	15
Abreviações	6
Acesso Aos Terminais De Controle	108
Adaptação Automática Do Motor	128
Adaptação Automática Do Motor (ama)	113
Adaptações Automáticas Para Garantir O Desempenho	74
Advertência Contra Partida Acidental	13
Advertência Geral	5
Alimentação De 24 V Cc Externa	80
Alimentação De Rede Elétrica	11
Alimentação De Rede Elétrica	55, 61
Ama	128
Ama Executada Com Êxito	114
Ama Falhou	114
Ambientes Agressivos	17
Amortecedores	24
Anti Windup Do Pid	36
Aperto Dos Terminais	99
Aplicação Do Controle De Pid	34
Aterramento	124
Aterramento De Cabos De Controle Blindados/encapados Metalicamente	124
Awg	55

### B

Barramento Cc	175
Bateria De Backup Da Função Relógio	81
Blindados/encapados Metalicamente	111
Blindagem De Cabos	103
Bombas Do Condensador	27
Bombas Primárias	28
Bombas Secundárias	30
Braçadeira	124
Braçadeiras De Cabos	122

### C

Cabeamento Do Resistor De Freio	50
---------------------------------	----

Cabo De Equalização,	124
Cabos De Controle	111, 121
Cabos De Controle	111
Cabos De Motor	121
Cabos Do Motor	103
Cálculo Do Resistor De Freio	48
Características Da Bomba	20
Características De Controle	66
Características De Torque	63
Características Externas	66
Carregar As Configurações De Drive	120
Cartão De Controle, Comunicação Serial Usb	66
Cartão De Controle, Saída De +10 V Cc	66
Cartão De Controle, Saída De 24 V Cc	65
Categoria De Parada 0 (en 60204-1)	53
Categoria De Parada 3 (en 954-1)	53
Cav System	25
Chaveamento Na Saída	50
Chaves S201, S202 E S801	112
Circuito Intermediário	49, 50, 68, 69, 175
Códigos De Compra	87
Códigos De Compra: Filtros De Harmônicas	90
Códigos De Compra: Filtros Du/dt, 380-480 Vca	93
Códigos De Compra: Filtros Du/dt, 525-600 Vca	94
Códigos De Compra: Módulos De Filtro De Onda Senoidal, 200-500 Vca	91
Códigos De Compra: Módulos De Filtros De Onda-senoidal, 525-600 Vca	92
Códigos De Compra: Opcionais E Acessórios	89
Como Conectar Um Pc Ao Fc 100	119
Como Controlar O Conversor De Freqüência	154
Compensação Do Cos $\Phi$	21
Comprimento Do Cabo E Seção Transversal	103
Comprimentos De Cabo E Seções Transversais	63
Comunicação Do Modbus	141
Comunicação Serial	8, 66, 124
Condições De Funcionamento Extremas	50
Condições De Partida/parada	135
Condutores De Alumínio	104
Conexão À Rede Elétrica	100
Conexão De Aterramento De Segurança	121
Conexão De Motores Em Paralelo	117
Conexão De Relés	115
Conexão Do Barramento Rs-485	118
Conexão Do Motor	101
Conexão Usb	109
Conexões Da Rede De Alimentação E Do Motor Da Série High Power	99
Configuração Da Freqüência Mínima Programável	26
Configurador Do Drive	87
Configure A Referência De Setpoint Do Controlador Do Pid	38
Configure O Feedback Do Controlador Do Pid	38
Conformidade E Rotulagem Ce	15
Congelar Saída	6
Contrativo Do Balanceamento	29
Control Word	164
Controlador (pid) De Malha Fechada	33
Controlador De Pid Com 3 Setpoint	25
Controle De Compressor	43
Controle De Zona Múltipla	81
Controle Em Cascata Do Compressor	136
Controle Em Malha Fechada De Um Sistema De Ventilação	37
Controle Normal/inverso Do Pid	34
Controle Variável Da Vazão E Da Pressão	20
Controles Local (hand On - Manual Ligado) E Remoto (auto On - Automático Ligado)	31
Conversão De Feedback	42
Conversão De Feedback 1	35
Conversão De Feedback 2	35
Conversão De Feedback 3	35
Conversor De Freqüência Com Modbus Rtu	150

Correção Do Fator De Potência	21
Corrente De Fuga	47
Corrente De Fuga De Aterramento	121
Corrente De Fuga Para O Terra	47
Curto-circuito (fase – Fase Do Motor)	50

**D**

Dados Da Plaqueta De Identificação Do Motor	113
Definições	6
Derating Para A Temperatura Ambiente	69
Derating Para Funcionamento Em Baixa Velocidade	73
Derating Para Instalar Cabos De Motor Longos Ou Cabos Com Seção Transversal Maior	74
Derating Para Pressão Atmosférica Baixa	73
Determinação Da Velocidade Local	29
Devicenet	89
Diagrama De Blocos Do Controlador De Malha Fechada	33
Diagrama De Fiação Para Alternação Da Bomba De Comando	134
Diagrama De Princípios	81
Difer. Do Pid: De Ganho	36
Dimensões Mecânicas	96
Dimensões Mecânicas	95
Direitos Autorais, Responsabilidade Limitada E Direitos De Revisão	4
Diretriz De Emc.89/336/eec	16
Dispositivo De Corrente Residual	47, 125

**E**

E/s Analógica Do Opcional Mcb 109	81
E/s's Para Entradas De Setpoints	81
Economia De Energia	18
Economia De Energia	20
Eficiência	67
Elemento De Resfriamento	35
Emissão Conduzida	44
Emissão Irrradiada	44
Energia De Frenagem	8
Entrada Analógica	8
Entradas Analógicas	64
Entradas Analógicas	8
Entradas De Pulso	64
Entradas De Transmissor/sensor	81
Entradas Digitais	63
Especificações Gerais	63
Estrutura De Controle	31
Etr	117, 175
Exemplo De Controle Do Pid De Malha Fechada	37
Exemplo De Fiação Básica	110
Exemplos De Aplicações	23

**F**

Faça A Sintonização Dos Parâmetros Do Controlador Do Pid	38
Faça O Escalonamento Das Entradas Digitais	38
Faixas De Frequências De Bypass	26
Fases Do Motor	50
Fator De Potência	11
Fc Com Modbus Rtu	142
Ferramentas De Software De Pc	119
Filtro De Onda Senoidal	103
Filtros De Harmônicas	90
Filtros De Saída	85
Filtros Du/dt	85
Filtros Senoidais	85
Fluxo Variante Ao Longo De 1 Ano	20
Fonte De Feedback 2	35
Fonte De Feedback 3	35
Fonte Do Feedback 1	34

Freio Cc	164
Frequência De Chaveamento	103
Função De Feedback	35
Função De Frenagem	49
Fusíveis	104
Fusíveis 200 - 240 V UI	106
Fusíveis De 200 V A 480 V, Não UI	105

## G

Gabinete Metálico A5	102
Ganho Proporcional Do Pid	34
Guia De Design Do Mct 31 - Hvac	121

## I

Igvs	24
Impulsor Da Bomba	27
Imunidade A Emc	45
Instalação Da Parada Segura	53
Instalação Elétrica	103, 111
Instalação Elétrica - Cuidados Com Emc	121
Instalação Elétrica, Terminais Dos Cabos De Controle	109
Instalação Em Altitudes Elevadas	13
Instalação Lado A Lado	98
Instruções De Operação Do Drive Vlt Hvac High Power, Mg.11.f1.02	99
Instruções Para Descarte	14
Interferência Da Alimentação De Rede Elétrica	125
Isolação Galvânica (pelv)	46

## J

Jog	6
Jog	165

## K

Kit Do Gabinete Ip 21/ip 4x/ Tipo 1	84
-------------------------------------	----

## L

Lcp	6, 9, 31, 83
Leis Da Proporcionalidade	19
Ligação Do Barramento Cc	115
Limites Do Conversor De Frequência	38
Literatura	4

## M

Mct 10	120
Mct 31	121
Medidor De Vazão	28
Mensagens De Falha	175
Método De Sintonia Ziegler Nichols	39
Modulação Por Largura De Pulso	70
Momento De Inércia	51
Montagem Da Placa De Desacoplamento	101
Montagem Mecânica	98
Múltiplas Bombas	30
Multizona, Multi Setpoint	42
Multizona, Setpoint Único	42

## N

Na Largura De Banda Da Referência	36
Nível De Tensão	63
Normas De Segurança	13

**O**

O Que É A Conformidade E Rotulagem Ce?	15
O Que Está Coberto	15
Observação Sobre Segurança	13
Opção De Conexão De Freio	115
Opcional De Backup De 24 V Do Mcb 107 (opcional D)	80
Opcional De Comunicação	177
Opcional De Relé Mcb 105	78
Opcional Mcb 105	78

**P**

Parada Por Inércia	167
Parada Por Inércia	6, 165
Parada Segura	52
Parâmetros Elétricos Do Motor	128
Parâmetros Relevantes Do Controle De Malha Fechada	35
Partida/parada	127
Partida/parada Por Pulso	127
Perfil Do Fc	164
Performance De Saída (u, V, W)	63
Performance Do Cartão De Controle	66
Período De Retorno Do Investimento	20
Placa De Controle, Comunicação Serial Rs-485	65
Placa De Desacoplamento	101
Plaqueta De Identificação	113
Plaqueta De Identificação Do Motor	113
Plc	124
Plugue De Energia	100
Ponto De Aterramento	100
Potência De Frenagem	50
Potencial De Controle	30
Pressão Diferencial	30
Pressão Estática No Duto	33
Pressão Para Temperatura	35
Profibus	89
Profibus Dp-v1	120
Programação Do Smart Logic Control	129
Programa O Limite De Velocidade E O Tempo De Rampa	114
Programa Os Parâmetros Do Motor Utilizando Os Dados Da Plaqueta De Identificação	38
Proteção	17, 46, 47
Proteção Contra Curto Circuito	104
Proteção Contra Sobrecorrente	104
Proteção Do Circuito De Derivação	104
Proteção Do Motor	67, 117
Proteção E Recursos	67
Proteção Térmica Do Motor	168
Proteção Térmica Do Motor	51, 118

**Q**

Queda Da Rede Elétrica	51
------------------------	----

**R**

Rcd	10, 47
Referência De Setpoint	34
Referência Do Potenciômetro	128
Referências De Setpoint	35
Refrigerante A1	36
Refrigerante A2	36
Refrigerante A3	36
Relógio Em Tempo-real (rtc, Real-time Clock)	83
Remoção De Protetores Para Cabos Adicionais	99
Resfriamento	73, 98
Resistor De Freio	47

Resistores De Freio	83
Resultados Do Teste De Emc	44
Reter A Frequência De Saída	165
Rotação Do Motor	118
Rotação No Sentido Horário	118
RS-485	139
Ruído Acústico	68

## S

Sacola De Acessórios	97
Saída Analógica	64
Saída Digital	65
Saída Do Motor	63
Saídas De Relé	65
Saídas Para Atuadores	81
Salvar As Configurações De Drive	120
Seleção Da E/s Analógica	81
Sensor De Co2	25
Sensor De Temperatura De Ni1000	81
Sensor De Temperatura Pt1000	81
Sensor Kty	176
Sentido De Rotação Do Motor	118
Seqüência Da Programação	38
Setpoint 1	35
Setpoint 2	35
Setpoint 3	35
Setup Do Conversor De Frequência	143
Setup Do Hardware Do Conversor De Frequência	140
Setup Final E Teste	113
Sfavm	70
Sinais De Feedback Múltiplos	35
Sintonizando O Controlador De Malha Fechada Do Drive	39
Sistema De Gerenciamento De Construção	81
Sistema De Ventiladores Controlado Por Conversores De Frequência	22
Sistemas Centrais Vav	24
Smart Logic Control	129
Sobrecarga Estática No Modo Vvcplus	51
Sobretensão Gerada Pelo Motor	50
Soft-starter	21
Software De Setup Do Mct 10	119
Starter Para Estrela/delta	21
Stator Frequency Asyncon Vector Modulation	70
Status Do Sistema E Operação	133
Status Word	166
Status Word Estendida, Par. 16-94	174
String Do Código Do Tipo	88

## T

Temperatura Baixa Do Evaporador	28
Temperatura Do Elemento De Resfriamento	43
Tempo De Frenagem	164
Tempo De Integração Do Pid	34
Tempo De Subida	69
Tempo Do Diferencial Do Pid	36
Tempo Do Filtro Passa Baixa	36
Tensão De Pico No Motor	69
Tensão Do Motor	69
Terminais De Controle	109
Termistor	10
Teste De Alta Tensão	121
Tipos De Dados Suportados Pelo Conversor De Frequência	147
Torque De Segurança	7
Tratamento Das Referências	40
Tratamento Do Feedback	41

## U

Umidade Do Ar	17
Unidade Da Fonte De Feedback 1	35
Unidade Da Fonte De Feedback 2	35
Unidade Da Fonte De Feedback 3	35
Unidade Da Referência/feedback	34
Utilização De Cabos De Emc Corretos	123

## V

Válvulas Reguladoras	27
Variable Air Volume (volume Variável De Ar)	24
Vav	24
Velocidade Da Vazão Do Evaporador	28
Velocidade De Partida Do Pid [hz]	36
Velocidade De Partida Do Pid [rpm]	36
Velocidade Nominal Do Motor	7
Ventilador De Alimentação	33
Ventiladores De Torre De Resfriamento	26
Verifique Se O Motor Está Girando No Sentido Correto	38
Versões De Software	90
Vibração E Choque	18
Vibrations	26
Volume De Ar Constante	25
Vvplus	10

## Z

Zona Única, Setpoint Único	42
----------------------------	----