



Guía de Diseño de VLT[®] HVAC FC 102

1,1-90 kW



Índice

1	Cómo leer esta Guía de diseño	6
2	Introducción a Convertidor de frecuencia VLT® HVAC	11
2.1	Seguridad	11
2.2	Marca CE	12
2.3	Humedad atmosférica	13
2.4	Entornos agresivos	14
2.5	Vibración y golpe	14
2.6	Desconexión segura de par	15
2.7	Ventajas	22
2.8	Estructuras de control	37
2.9	Aspectos generales de la EMC	47
2.10	Aislamiento galvánico (PELV)	52
2.11	Corriente de fuga a tierra	53
2.12	Función de freno	54
2.13	Condiciones de funcionamiento extremas	56
3	Selección	59
3.1	Opciones y accesorios	59
3.1.1	Montaje de módulos de opción en la ranura B	59
3.1.2	Módulo E/S general MCB 101	60
3.1.3	Entradas digitales - Terminal X30/1-4	61
3.1.4	Entradas de tensión analógicas - Terminal X30/10-12	61
3.1.5	Salidas digitales - Terminal X30/5-7	61
3.1.6	Salidas analógicas - Terminal X30/5+8	61
3.1.7	Opción de relé MCB 105	62
3.1.8	24 V Back-Up Option MCB 107 (opción D)	64
3.1.9	Opción E/S analógica MCB 109	65
3.1.10	Tarjeta del termistor PTC MCB 112	67
3.1.11	Opción de entrada de sensor MCB 114	68
3.1.11.1	Números de código de pedido y piezas enviadas	69
3.1.11.2	Especificaciones mecánicas y eléctricas	69
3.1.11.3	Cableado eléctrico	70
3.1.12	Kit de montaje de control remoto para LCP	70
3.1.13	Kit de protección IP21 / IP41 / TIPO 1	71
3.1.14	Kit de protección IP21 / Tipo 1	71
3.1.15	Filtros de salida	73
4	Cómo realizar un pedido	74
4.1	Formulario de pedido	74

4.2 Números de pedido	76
5 Instalación mecánica	86
5.1 Instalación mecánica	86
5.1.1 Requisitos de seguridad de la instalación mecánica	86
5.1.2 Dimensiones mecánicas	87
5.1.3 Bolsa de accesorios	90
5.1.4 Montaje mecánico	91
5.1.5 Instalación de campo	92
6 Instalación eléctrica	93
6.1 Conexiones: tipos de protección A, B y C	93
6.1.1 Par	93
6.1.2 Eliminación de troqueles para cables adicionales	94
6.1.3 Conexión a la tensión de alimentación y conexión a tierra	94
6.1.4 Conexión del motor	97
6.1.5 Conexión de relés	104
6.2 Fusibles y magnetotérmicos	105
6.2.1 Fusibles	105
6.2.2 Recomendaciones	105
6.2.3 Cumplimiento de la normativa CE	105
6.2.4 Tabla de fusibles	106
6.3 Desconectores y contactores	114
6.4 Información adicional del motor	115
6.4.1 Cable de motor	115
6.4.2 Protección térmica del motor	115
6.4.3 Conexión de motores en paralelo	116
6.4.4 Dirección de giro del motor	118
6.4.5 Aislamiento del motor	118
6.4.6 Corrientes en los rodamientos del motor	119
6.5 Cables de control y terminales	119
6.5.1 Acceso a los terminales de control	119
6.5.2 Recorrido de los cables de control	120
6.5.3 Terminales de control	121
6.5.4 Interruptores S201, S202 y S801	121
6.5.5 Instalación eléctrica, Terminales de control	122
6.5.6 Ejemplo de cableado básico	122
6.5.7 Instalación eléctrica, Cables de control	123
6.5.8 Salida de relé	125
6.6 Conexiones adicionales	125
6.6.1 Conexión de bus de CC	125

6.6.2 Carga compartida	125
6.6.3 Instalación del cable de freno	125
6.6.4 Cómo conectar un PC al convertidor de frecuencia	125
6.6.5 Software para PC	126
6.6.6 MCT 31	126
6.7 Seguridad	126
6.7.1 Prueba de alta tensión	126
6.7.2 Toma de tierra	127
6.7.3 Conexión a tierra de seguridad	127
6.7.4 Instalación conforme a ADN	127
6.8 Instalación correcta en cuanto a EMC	128
6.8.1 Instalación eléctrica - Recomendaciones de compatibilidad electromagnética	128
6.8.2 Uso de cables correctos para EMC	130
6.8.3 Conexión a tierra de cables de control apantallados	131
6.8.4 Interruptor RFI	132
6.9 Dispositivo de corriente residual (diferencial)	132
6.10 Ajuste final y prueba	132
7 Ejemplos de aplicaciones	134
7.1 Ejemplos de aplicaciones	134
7.1.1 Arranque/parada	134
7.1.2 Arranque / parada de pulsos	134
7.1.3 Referencia de potenciómetro	135
7.1.4 Adaptación automática del motor (AMA)	135
7.1.5 Smart Logic Control	136
7.1.6 Programación del Smart Logic Control	136
7.1.7 Ejemplo de aplicación del SLC	137
7.1.8 Controlador en cascada	139
7.1.9 Conexión por etapas de bombas con alternancia de bomba principal	140
7.1.10 Estado y funcionamiento del sistema	140
7.1.11 Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable	141
7.1.12 Esquema eléctrico de alternancia de bomba principal	141
7.1.13 Diagrama de cableado del controlador en cascada	142
7.1.14 Condiciones de arranque / parada	143
8 Instalación y configuración	144
8.1 Instalación y configuración	144
8.2 Aspectos generales del protocolo FC	146
8.3 Configuración de red	147
8.4 Estructura del formato de mensajes del protocolo FC	147
8.4.1 Contenido de un carácter (byte)	147

8.4.2 Estructura de telegramas	147
8.4.3 Longitud del telegrama (LGE)	147
8.4.4 Dirección del convertidor de frecuencia (ADR)	148
8.4.5 Byte de control de datos (BCC)	148
8.4.6 El campo de datos	149
8.4.7 El campo PKE	150
8.4.8 Número de parámetro (PNU)	150
8.4.9 Índice (IND)	150
8.4.10 Valor de parámetro (PWE)	151
8.4.11 Tipos de datos admitidos por el convertidor de frecuencia	151
8.4.12 Conversión	151
8.4.13 Códigos de proceso (PCD)	152
8.5 Ejemplos	152
8.5.1 Escritura del valor de un parámetro.	152
8.5.2 Lectura del valor de un parámetro	152
8.6 Visión general de Modbus RTU	153
8.6.1 Requisitos previos	153
8.6.2 Conocimientos previos necesarios	153
8.6.3 Visión general de Modbus RTU	153
8.6.4 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus	153
8.7 Configuración de red	154
8.8 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU	154
8.8.1 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus	154
8.8.2 Estructura de mensaje Modbus RTU	154
8.8.3 Campo de arranque / parada	154
8.8.4 Campo de dirección	155
8.8.5 Campo de función	155
8.8.6 Campo de datos	155
8.8.7 Campo de comprobación CRC	155
8.8.8 Direccionamiento de bobinas	155
8.8.9 Cómo controlar el convertidor de frecuencia	157
8.8.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU	157
8.8.11 Códigos de excepción Modbus	157
8.9 Cómo acceder a los parámetros	158
8.9.1 Gestión de parámetros	158
8.9.2 Almacenamiento de datos	158
8.9.3 IND	158
8.9.4 Bloques de texto	158
8.9.5 Factor de conversión	158
8.9.6 Valores de parámetros	158

8.10 Ejemplos	158
8.10.1 Lectura de estado de bobina (01 HEX)	158
8.10.2 Forzar / escribir una sola bobina (05 HEX)	159
8.10.3 Forzar / escribir múltiples bobinas (0F HEX)	160
8.10.4 Lectura de registros de retención (03 HEX)	160
8.10.5 Preajuste de un solo registro (06 HEX)	161
8.10.6 Preajuste de múltiples registros (10 HEX)	161
8.11 Perfil de control (Danfoss) del convertidor de frecuencia	162
8.11.1 Código de control de acuerdo con el perfil FC (8-10 Trama control = perfil FC)	162
8.11.2 Código de estado de acuerdo con el perfil FC (STW) (8-10 Trama control = perfil FC)	164
8.11.3 Valor de referencia de la velocidad del bus	165
9 Especificaciones generales y solución de fallos	166
9.1 Tablas de alimentación de red	166
9.2 Especificaciones generales	175
9.3 Rendimiento	180
9.4 Ruido acústico	181
9.5 Pico de tensión en el motor	181
9.6 Condiciones especiales	185
9.6.1 Propósito de la reducción de potencia	185
9.6.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente	185
9.6.3 Reducción de potencia por temperatura ambiente, tipo de protección A	185
9.6.4 Reducción de potencia por temperatura ambiente, tipo de protección B	186
9.6.5 Reducción de potencia por temperatura ambiente, tipo de protección C	188
9.6.6 Adaptaciones automáticas para asegurar el rendimiento	189
9.6.7 Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica	190
9.6.8 Reducción de potencia debido a funcionamiento a velocidad lenta	190
9.7 Localización de averías	191
9.7.1 Códigos de alarma	195
9.7.2 Códigos de advertencia	196
9.7.3 Códigos de estado ampliados	197
Índice	206

1 Cómo leer esta Guía de diseño

Series Convertidor de frecuencia

VLT® HVAC

FC 102



Esta guía puede emplearse para todos los convertidores de frecuencia Convertidor de frecuencia VLT® HVAC que incorporen la versión de software 3.9x.

El número de la versión de software se puede leer en *15-43 Versión de software.*

Tabla 1.1 Versión de software

Este documento contiene información propiedad de (Danfoss). Al aceptar y utilizar este manual, el usuario se compromete a utilizar la información incluida única y exclusivamente para utilizar equipos de (Danfoss) o de otros fabricantes, siempre y cuando estos últimos se utilicen para la comunicación con equipos de (Danfoss) a través de un enlace de comunicación en serie. Esta publicación está protegida por las leyes de derechos de autor de Dinamarca y de la mayoría de los demás países.

(Danfoss) no garantiza que un programa de software diseñado según las pautas de este manual funcione correctamente en todos los entornos físicos, de software o de hardware.

Aunque (Danfoss) ha probado y revisado la documentación que se incluye en este manual, (Danfoss) no ofrece garantías ni representación alguna, ni expresa ni implícitamente, con respecto a esta documentación, incluida su calidad, rendimiento o idoneidad para un uso determinado.

En ningún caso (Danfoss) se hará responsable de los daños y perjuicios directos, indirectos, especiales, incidentales o consecuentes derivados del uso o de la incapacidad de utilizar la información incluida en este manual, incluso en caso de que se advierta de la posibilidad de tales daños. En particular, (Danfoss) no se responsabiliza de ningún coste, incluidos, sin limitación alguna, aquellos en los que se haya incurrido como resultado de pérdidas de beneficios, daños o pérdidas de equipos, pérdida de programas informáticos, pérdida de datos, los costes para sustituirlos o cualquier reclamación de terceros.

(Danfoss) se reserva el derecho de revisar esta publicación en cualquier momento y de realizar cambios en su contenido sin previo aviso y sin ninguna obligación de informar previamente a los usuarios de tales revisiones o cambios.

- La *Guía de Diseño* incluye toda la información técnica acerca del diseño y las aplicaciones del convertidor de frecuencia y del cliente.
- La *Guía de programación* proporciona información sobre cómo programar el equipo e incluye descripciones completas de los parámetros.
- *Nota sobre la aplicación, Guía de reducción de potencia por temperatura.*
- El *Manual de funcionamiento del software de configuración MCT 10* permite al usuario configurar el convertidor de frecuencia desde un ordenador con sistema operativo Windows™.
- Software VLT® Energy Box de (Danfoss) en www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions a continuación, seleccione PC Software Download (Descarga de software para PC).
- *Manual de funcionamiento de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC BACnet.*
- *Manual de funcionamiento de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC Metasys.*
- *Manual de funcionamiento de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC FLN.*

La documentación técnica impresa de (Danfoss) está disponible en su oficina de ventas local de (Danfoss) o en Internet en:

www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm

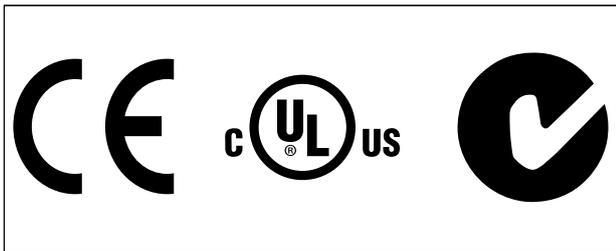


Tabla 1.2

El convertidor de frecuencia cumple los requisitos de la norma UL508C de retención de memoria térmica. Para obtener más información, consulte *capítulo 6.4.2 Protección térmica del motor*.

En este documento se utilizan los siguientes símbolos.

⚠️ ADVERTENCIA

Indica situaciones potencialmente peligrosas que pueden producir lesiones graves o incluso la muerte.

⚠️ PRECAUCIÓN

Indica una situación potencialmente peligrosa que puede producir lesiones leves o moderadas. También puede utilizarse para alertar contra prácticas inseguras.

⚠️ AVISO!

Indica información importante, entre la que se incluyen situaciones que pueden producir daños en el equipo u otros bienes.

Corriente alterna	CA
Calibre de cables estadounidense	AWG
Amperio	A
Adaptación automática del motor	AMA
Límite de intensidad	I _{LIM}
Grados Celsius	°C
Corriente continua	CC
Depende del convertidor de frecuencia	D-TYPE
Compatibilidad electromagnética	EMC
Relé termoelectrónico	ETR
Convertidor de frecuencia	FC
Gramo	g
Hercio	Hz
Caballos de vapor	CV
Kilohercio	kHz
Panel de control local	LCP
Metro	m
Milihenrio (inductancia)	mH
Miliamperio	mA
Milisegundo	ms
Minuto	min
Herramienta de control de movimientos	MCT
Nanofaradio	nF
Newton metro	Nm
Corriente nominal del motor	I _{M,N}
Frecuencia nominal del motor	f _{M,N}
Potencia nominal del motor	P _{M,N}
Tensión nominal del motor	U _{M,N}
Motor de magnetización permanente	Motor PM
Tensión protectora extrabaja	PELV
Placa de circuito impreso	PCB
Intensidad nominal de salida del convertidor	I _{INV}
Revoluciones por minuto	r/min
Terminales regenerativos	Regen
Segundo	s
Velocidad del motor síncrono	n _s
Límite de par	T _{LIM}
Voltios	V
Intensidad máxima de salida	I _{VLT,MÁX.}
Corriente nominal de salida suministrada por el convertidor de frecuencia	I _{VLT,N}

Tabla 1.3 Abreviaturas

1.1.1 Definiciones

Convertidor de frecuencia:

I_{VLT,MÁX.}
Intensidad de salida máxima.

I_{VLT,N}
Corriente de salida nominal suministrada por el convertidor de frecuencia.

U_{VLT, MÁX.}
La tensión de salida máxima.

Entrada:

Comando de control Arranca y detiene el motor conectado con el LCP o las entradas digitales. Las funciones se dividen en dos grupos. Las funciones del grupo 1 tienen mayor prioridad que las funciones del grupo 2.	Grupo 1	Reinicio, Paro por inercia, Reinicio y paro por inercia, Parada rápida, Frenado de CC, Parada y tecla «Off».
	Grupo 2	Arranque, Arranque de impulsos, Cambio de sentido, Arranque y cambio de sentido, Velocidad fija y Mantener salida

Tabla 1.4 Grupos de funciones

Motor:

f_{VELOCIDAD FIJA}
La frecuencia del motor cuando se activa la función de velocidad fija (mediante terminales digitales).

f_M
La frecuencia del motor.

f_{MÁX.}
La frecuencia máxima del motor.

f_{MÍN.}
La frecuencia mínima del motor.

f_{M,N}
La frecuencia nominal del motor (datos de la placa de características).

I_M
La intensidad del motor.

I_{M,N}
La corriente nominal del motor (datos de la placa de características).

n_{M,N}
La velocidad nominal del motor (datos de la placa de características).

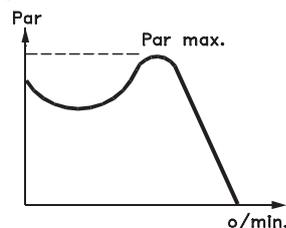
P_{M,N}
La potencia nominal del motor (datos de la placa de características).

T_{M,N}
Par nominal (motor).

U_M
La tensión instantánea del motor.

U_{M,N}
La tensión nominal del motor (datos de la placa de características).

Par de arranque



175ZA078.10

Ilustración 1.1 Par de arranque

η_{VLT}
El rendimiento del convertidor de frecuencia se define como la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada.

Comando de desactivación de arranque
Un comando de parada que pertenece al grupo 1 de los comandos de control (consulte la *Tabla 1.4*).

Comando de parada
Consulte los comandos de control.

Referencias:

Referencia analógica
Una señal transmitida a las entradas analógicas 53 o 54 puede ser tensión o intensidad.

Referencia de bus
Señal transmitida al puerto de comunicación en serie (puerto FC).

Referencia interna
Una referencia interna definida que puede ajustarse a un valor comprendido entre el -100 % y el +100 % del intervalo de referencia. Pueden seleccionarse ocho referencias internas mediante los terminales digitales.

Referencia de pulsos
Señal de frecuencia de impulsos transmitida a las entradas digitales (terminal 29 o 33).

Ref_{MÁX.}
Determina la relación entre la entrada de referencia a un 100 % de plena escala (normalmente, 10 V y 20 mA) y la referencia resultante. El valor de referencia máximo se ajusta en 3-03 *Referencia máxima*.

Ref_{MIN}.

Determina la relación entre la entrada de referencia a un valor del 0 % (normalmente, 0 V, 0 mA y 4 mA) y la referencia resultante. El valor de referencia mínima se ajusta en *3-02 Referencia mínima*

Varios:**Control vectorial avanzado****Entradas analógicas**

Las entradas analógicas se utilizan para controlar varias funciones del convertidor de frecuencia.

Hay dos tipos de entradas analógicas:

Entrada de intensidad, 0-20 mA y 4-20 mA

Entrada de tensión, 0-10 V CC.

Salidas analógicas

Las salidas analógicas pueden proporcionar una señal de 0-20 mA, 4-20 mA o una señal digital.

Adaptación automática del motor, AMA

El algoritmo AMA determina los parámetros eléctricos del motor conectado cuando se encuentra parado.

Resistencia de freno

La resistencia de freno es un módulo capaz de absorber la potencia de frenado generada durante el frenado regenerativo. Esta potencia de frenado regenerativo aumenta la tensión del circuito intermedio y un interruptor de freno garantiza que la potencia se transmita a la resistencia de freno.

Características de par constante (CT)

Características de par constante utilizadas para compresores de refrigeración de hélice y vaivén.

Entradas digitales

Las entradas digitales pueden utilizarse para controlar distintas funciones del convertidor de frecuencia.

Salidas digitales

El convertidor de frecuencia dispone de dos salidas de estado sólido que pueden proporcionar una señal de 24 V CC (máx. 40 mA).

DSP

Procesador digital de señal.

Salidas de relé

El convertidor de frecuencia dispone de dos salidas de relé programables.

ETR

El relé termoelectrónico es un cálculo de la carga térmica basado en la carga actual y el tiempo que transcurre con esa carga. Su finalidad es calcular la temperatura del motor.

GLCP

Panel gráfico de control local (LCP102)

Inicialización

Si se lleva a cabo una inicialización (*14-22 Modo funcionamiento*), los parámetros programables del convertidor de frecuencia se restablecen a los ajustes predeterminados.

Ciclo de trabajo intermitente

Una clasificación de trabajo intermitente es una secuencia de ciclos de trabajo. Cada ciclo está formado por un periodo en carga y un periodo sin carga. El funcionamiento puede ser de trabajo periódico o de trabajo no periódico.

LCP

El panel de control local es una completa interfaz para el control y la programación del convertidor de frecuencia. El LCP es desmontable y puede instalarse hasta a 3 metros de distancia del convertidor de frecuencia, es decir, en un panel frontal, mediante la opción del kit de instalación. El LCP está disponible en dos versiones:

- Panel numérico LCP101 (NLCP)
- Panel gráfico LCP102 (GLCP)

Isb

Bit menos significativo.

MCM

Sigla en inglés de Mille Circular Mil, una unidad norteamericana de sección de cables. $1 \text{ MCM} \equiv 0,5067 \text{ mm}^2$.

msb

Bit más significativo.

NLCP

Panel numérico de control local LCP 101.

Parámetros en línea / fuera de línea

Los cambios realizados en los parámetros en línea se activan inmediatamente después de cambiar el valor de dato. Pulse [OK] para activar cambios en los parámetros fuera de línea.

Controlador PID

El controlador PID mantiene la velocidad, presión, temperatura, etc., que desee ajustando la frecuencia de salida para adaptarla a la carga variable.

RCD

Dispositivo de corriente residual.

Ajuste

Guarde ajustes de parámetros en cuatro configuraciones distintas. Puede cambiar entre estas cuatro configuraciones de parámetros y editar una mientras otra está activa.

SFAVM

Patrón de conmutación denominado Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation, modulación asíncrona de vectores orientada al flujo del estátor (*14-00 Patrón conmutación*).

Compensación de deslizamiento

El convertidor de frecuencia compensa el deslizamiento del motor añadiendo un suplemento a la frecuencia que sigue a la carga medida del motor, manteniendo la velocidad del mismo casi constante.

Smart Logic Control (SLC)

SLC es una secuencia de acciones definidas por el usuario que se ejecuta cuando el SLC evalúa como verdaderos los eventos asociados definidos por el usuario.

Termistor

Resistencia que depende de la temperatura y que se coloca en el punto donde ha de controlarse la temperatura (convertidor de frecuencia o motor).

Desconexión

Estado al que se pasa en situaciones de fallo; por ejemplo, si el convertidor de frecuencia se sobrecalienta, o cuando está protegiendo al motor, al proceso o al mecanismo. Se impide el re arranque hasta que desaparece la causa del fallo y se anula el estado de desconexión mediante la activación del reinicio o, en algunos casos, mediante la programación de un reinicio automático. No debe utilizarse la desconexión para la seguridad personal.

Bloqueo por alarma

Estado al que se pasa en situaciones de fallo cuando el convertidor de frecuencia está protegiéndose a sí mismo y requiere una intervención física; por ejemplo, si el convertidor de frecuencia se cortocircuita en la salida. Un bloqueo por alarma solo puede cancelarse cortando la alimentación, eliminando la causa del fallo y volviendo a conectar el convertidor de frecuencia. Se impide el re arranque hasta que se cancela el estado de desconexión mediante la activación del reinicio o, en algunos casos, mediante la programación del reinicio automático. No debe utilizarse el bloqueo por alarma como medida de seguridad personal.

Características de VT

Características de par variable utilizadas en bombas y ventiladores.

VVC^{plus}

Comparado con el control estándar de la relación de tensión / frecuencia, el control vectorial de tensión (VVC^{plus}) mejora la dinámica y la estabilidad, tanto cuando se cambia la referencia de velocidad como en relación con el par de carga.

60° AVM

Patrón de conmutación denominado Modulación asíncrona de vectores de 60° (60° Asynchronous Vector Modulation, consulte 14-00 Patrón conmutación).

1.1.2 Factor de potencia

El factor de potencia es la relación entre I_1 e I_{RMS} .

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

El factor de potencia para el control trifásico es:

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

El factor de potencia indica hasta qué punto el convertidor de frecuencia impone una carga a la alimentación de red. Cuanto menor es el factor de potencia, mayor es I_{RMS} para el mismo rendimiento en kW.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + \dots + I_n^2}$$

Además, un factor de potencia elevado indica que las distintas corrientes armónicas son bajas.

Las bobinas CC integradas en los convertidores de frecuencia producen un factor de potencia alto, que reduce al mínimo la carga impuesta a la alimentación de red.

2 Introducción a Convertidor de frecuencia VLT[®] HVAC

2.1 Seguridad

2.1.1 Nota de seguridad

⚠️ ADVERTENCIA

La tensión del convertidor de frecuencia es peligrosa cuando el equipo está conectado a la red. La instalación incorrecta del motor, del convertidor de frecuencia o del bus de campo puede producir daños al equipo, lesiones físicas graves e incluso la muerte. Por lo tanto, es necesario respetar las instrucciones de este manual, así como las normas y los reglamentos de seguridad locales y nacionales.

Normas de seguridad

1. En caso de que haya que realizar actividades de reparación, desconecte el convertidor de frecuencia de la red. Antes de retirar las conexiones del motor y de la red eléctrica, compruebe que se haya desconectado la alimentación de red y que haya transcurrido el tiempo necesario.
2. La tecla [Stop/Reset] del LCP del convertidor de frecuencia no desconecta el equipo de la red, por lo que no debe utilizarse como interruptor de seguridad.
3. Se debe establecer una correcta conexión protectora a tierra del equipo, proteger al usuario de la tensión de alimentación y proteger el motor contra sobrecargas conforme a la normativa nacional y local aplicable.
4. La corriente de fuga a tierra es superior a 3,5 mA.
5. La protección contra sobrecarga del motor se establece en *1-90 Protección térmica motor*. Si se desea utilizar esta función, ajuste *1-90 Protección térmica motor* en el valor de datos [Desconexión ETR] (valor predeterminado) o el valor de datos [Advertencia ETR]. Nota: la función se inicializa a 1,16 x corriente nominal del motor y frecuencia nominal del motor. Para el mercado norteamericano: las funciones ETR proporcionan una protección contra sobrecarga del motor de clase 20, de acuerdo con el Código Nacional de Seguridad Eléctrica (NEC).
6. No desconecte las conexiones del motor ni la alimentación de red mientras el convertidor de frecuencia esté conectado a la red. Antes de retirar las conexiones del motor y de la red eléctrica, compruebe que se haya desconectado la alimentación de red y que haya transcurrido el tiempo necesario.

7. Tenga en cuenta que el convertidor de frecuencia tiene otras entradas de tensión además de las entradas L1, L2 y L3 cuando se han instalado la carga compartida (enlace del circuito intermedio de CC) y el suministro externo de 24 V CC. Antes de efectuar cualquier actividad de reparación, compruebe que se hayan desconectado todas las entradas de tensión y que haya transcurrido un periodo suficiente.

Instalación en altitudes elevadas

⚠️ PRECAUCIÓN

380-500 V, protección de tipo A, B y C: En altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

525-690 V: En altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

⚠️ ADVERTENCIA

Advertencia contra arranques accidentales

1. Mientras el convertidor de frecuencia esté conectado a la red eléctrica, el motor podrá pararse mediante comandos digitales, comandos de bus, referencias o parada local. Si la seguridad de las personas requiere que no se produzca bajo ningún concepto un arranque accidental, estas funciones de parada no son suficientes.
2. El motor podría arrancar mientras se modifican los parámetros. Por lo tanto, siempre deberá estar activada la tecla [Reset]; después de lo cual pueden modificarse los datos.
3. Un motor parado podría arrancar si se produjese un fallo en los componentes electrónicos del convertidor de frecuencia, si se produjese una sobrecarga temporal, un fallo de la red eléctrica o un fallo en la conexión del motor.

⚠️ ADVERTENCIA

El contacto con los componentes eléctricos puede llegar a provocar la muerte, incluso una vez desconectado el equipo de la red de alimentación.

Además, asegúrese de haber desconectado el resto de entradas de tensión, como el suministro externo de 24 V CC, la carga compartida (enlace del circuito intermedio de CC) y la conexión del motor para energía regenerativa. Consulte el *Manual de funcionamiento* correspondiente para obtener unas directrices de seguridad más detalladas.

2.1.2 Precaución

⚠️ ADVERTENCIA

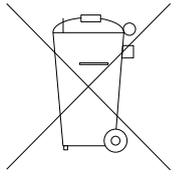
Los condensadores de enlace de CC permanecen cargados después de desconectar la alimentación. Para evitar el peligro de descargas eléctricas, antes de llevar a cabo tareas de mantenimiento, desconecte el de la toma de alimentación. Antes de iniciar tareas de mantenimiento en el convertidor de frecuencia, espere como mínimo el tiempo indicado:

Tensión [V]	Referencia de espera mín. (minutos)	
	4	15
200-240	1,1-3,7 kW	5,5-45 kW
380-480	1,1-7,5 kW	11-90 kW
525-600	1,1-7,5 kW	11-90 kW
525-690		11-90 kW

Tenga en cuenta que puede haber alta tensión en el enlace de CC aunque los indicadores LED estén apagados.

Tabla 2.1 Tiempo de descarga

2.1.3 Instrucciones de eliminación



Los equipos que contienen componentes eléctricos no pueden desecharse junto con los desperdicios domésticos. Deben recogerse de forma independiente con los residuos electrónicos y eléctricos de acuerdo con la legislación local actualmente vigente.

2.2 Marca CE

2.2.1 Marca y conformidad CE

Qué es la marca y conformidad CE?

El propósito de la marca CE es evitar los obstáculos técnicos para la comercialización en la EFTA (AELC) y la UE. La UE ha introducido la marca CE como un modo sencillo de demostrar si un producto cumple con las directivas correspondientes de la UE. La marca CE no es indicativa de la calidad o las especificaciones de un producto. Los convertidores de frecuencia se regulan según tres directivas de la UE, que son las siguientes:

Directiva de máquinas (2006/42/CE)

Los convertidores de frecuencia con función de seguridad integrada ahora se incluyen en la Directiva de máquinas. Danfoss otorga la marca CE de acuerdo con esta directiva y emite una declaración de conformidad si así se solicita. Los convertidores de frecuencia sin función de seguridad no se incluyen en la directiva de máquinas. Sin embargo, si se suministra un convertidor de frecuencia para utilizarlo con una máquina, proporcionamos información sobre los aspectos de seguridad relativos a dicho convertidor.

Directiva sobre baja tensión (2006/95/CE).

Los convertidores de frecuencia deben tener la marca CE certificando el cumplimiento de la directiva sobre baja tensión, vigente desde el 1 de enero de 1997. Esta directiva se aplica a todos los equipos y aparatos eléctricos utilizados en el rango de tensión de 50-1000 V CA y 75-1500 V CC. (Danfoss) otorga la marca CE de acuerdo con esta directiva y emite una declaración de conformidad si así se solicita.

Directiva EMC (2004/108/CE)

EMC son las siglas en inglés de «compatibilidad electromagnética». La presencia de compatibilidad electromagnética significa que las interferencias mutuas entre los diferentes componentes / aparatos no afectan al funcionamiento de los mismos.

La directiva EMC entró en vigor el 1 de enero de 1996. (Danfoss) otorga la marca CE de acuerdo con esta directiva y emite una declaración de conformidad si así se solicita. Para realizar una instalación correcta en cuanto a EMC, consulte las instrucciones en esta *Guía de Diseño*. Además, (Danfoss) especifica las normas que cumplen nuestros distintos productos. (Danfoss) ofrece filtros que pueden encontrarse en las especificaciones y proporciona otros tipos de asistencia para asegurar un resultado óptimo de EMC.

En la mayoría de los casos, los profesionales del sector utilizan el convertidor de frecuencia como un componente complejo que forma parte de un equipo, sistema o instalación más grandes. Debe señalarse que la responsabilidad sobre las propiedades finales en cuanto a EMC del aparato, sistema o instalación corresponde al instalador.

2.2.2 Qué situaciones están cubiertas

La directriz de la UE «*Guidelines on the Application of Council Directive 2004/108/EC*» (Directrices para la aplicación de la Directiva del Consejo 2004/108/CE) describe tres situaciones típicas de utilización de un convertidor de frecuencia.

1. El convertidor de frecuencia se vende directamente al usuario final. Para tales usos, el convertidor de frecuencia debe contar con la marca CE según la directiva EMC.
2. El convertidor de frecuencia se vende como parte de un sistema. Se comercializa como un sistema completo, p. ej., un sistema de aire acondicionado. El sistema completo debe contar con la marca CE según la directiva EMC. El fabricante puede garantizar la marca CE según la directiva EMC realizando pruebas de EMC del sistema. No es necesario que los componentes del sistema dispongan de la marca CE.
3. El convertidor de frecuencia se vende para instalarlo en una planta, Podría tratarse de una instalación de producción o de calefacción y ventilación, diseñada e instalada por profesionales. El convertidor de frecuencia debe contar con la marca CE según la directiva EMC. La instalación terminada no debería contar con la marca CE. Sin embargo, la unidad debe cumplir con los requisitos básicos de la directiva. Esto se consigue mediante la utilización de aparatos y sistemas que cuenten con la marca CE, según la directiva EMC.

2.2.3 Convertidores de frecuencia de (Danfoss) y marca CE

El propósito de la marca CE es facilitar la comercialización en la UE y la AELC.

Sin embargo, la marca CE puede abarcar muchas especificaciones diferentes. Así, deberá comprobar qué cubre una marca CE concreta.

Esta es la razón de que la marca CE pueda dar a los instaladores una falsa impresión de seguridad cuando utilizan un convertidor de frecuencia como componente de un sistema o un aparato.

(Danfoss) etiqueta con la marca CE sus convertidores de frecuencia según la directiva sobre baja tensión. Esto significa que siempre que el convertidor de frecuencia se instale correctamente, (Danfoss) garantiza que cumple con la directiva de baja tensión. (Danfoss) emite una declaración de conformidad que confirma nuestra marca CE de acuerdo con la directiva de baja tensión.

La marca CE es aplicable a la directiva sobre EMC, con la condición de que se sigan las instrucciones para la instalación y filtrado correctos en cuanto a EMC. Sobre esta base, se emite una declaración de conformidad con la directiva sobre EMC.

Esta *Guía de Diseño* ofrece instrucciones detalladas para la instalación que aseguran su conformidad respecto a EMC. Además, (Danfoss) especifica las normas que cumplen los distintos productos.

(Danfoss) proporciona otros tipos de asistencia que le pueden ayudar a obtener el mejor resultado de EMC.

2.2.4 Conformidad con la Directiva EMC 2004/108/CE

En la mayoría de los casos, y tal y como se ha mencionado anteriormente, los profesionales del sector utilizan el convertidor de frecuencia como un componente complejo que forma parte de un equipo, sistema o instalación más grande. Tenga en cuenta que la responsabilidad sobre las propiedades finales en cuanto a EMC del aparato, sistema o instalación corresponde al instalador. Como ayuda al instalador, (Danfoss) ha preparado unas directrices de instalación en cuanto a compatibilidad electromagnética, para el sistema Power Drive. Las normas y niveles de prueba establecidos para sistemas Power Drive se cumplirán siempre que se hayan seguido las instrucciones para la instalación correcta en cuanto a EMC. Consulte .

2.3 Humedad atmosférica

El convertidor de frecuencia ha sido diseñado para cumplir la norma CEI/EN 60068-2-3, EN 50178 pkt. 9.4.2.2 a 50 °C.

2.4 Entornos agresivos

Un convertidor de frecuencia consta de un gran número de componentes mecánicos y electrónicos. Todos ellos son, hasta cierto punto, vulnerables a los efectos ambientales.

⚠ PRECAUCIÓN

No instale el convertidor de frecuencia en lugares en los que haya líquidos, partículas o gases transmitidos por el aire capaces de afectar y dañar los componentes electrónicos. Si no se toman las medidas de protección necesarias, aumentará el riesgo de paradas y se reducirá la vida del convertidor de frecuencia.

Grado de protección según la norma CEI 60529

La función de desconexión segura de par solo puede instalarse y operarse desde un armario de control con un grado de protección IP54 o superior (o en un entorno equivalente). Esto es necesario para evitar fallos cruzados y cortocircuitos entre terminales, conectores, pistas y circuitería relacionada con la seguridad, que pudieran ser provocados por objetos extraños.

Los líquidos pueden ser transportados por el aire y condensarse en el convertidor de frecuencia, provocando la corrosión de los componentes y las partes metálicas. El vapor, la grasa y el agua salada pueden ocasionar la corrosión de componentes y de piezas metálicas. En tales entornos, utilice equipos con clasificación de protección IP54/55. Como protección adicional, se puede pedir opcionalmente el barnizado de las placas de circuito impreso.

Las partículas transportadas en el aire, como el polvo, pueden provocar fallos mecánicos, eléctricos o térmicos en el convertidor de frecuencia. Un indicador habitual de los niveles excesivos de partículas suspendidas en el aire son las partículas de polvo alrededor del ventilador del convertidor de frecuencia. En entornos con mucho polvo, se recomienda el uso de un equipo con clasificación de protección IP 54 / 55 o un armario para equipos IP 00 / IP 20 / TIPO 1.

En ambientes con altos niveles de temperatura y humedad, los gases corrosivos, como los compuestos de azufre, nitrógeno y cloro, originan procesos químicos en los componentes del convertidor de frecuencia.

Dichas reacciones químicas afectan a los componentes electrónicos y los dañarán con rapidez. En esos ambientes, monte el equipo en un armario con ventilación de aire fresco, manteniendo los gases agresivos alejados del convertidor de frecuencia.

Como protección adicional, en estas zonas se puede pedir opcionalmente el barnizado de las placas de circuitos impresos.

AVISO!

La instalación de los convertidores de frecuencia en entornos agresivos aumentará el riesgo de parada del sistema y reducirá considerablemente la vida útil del convertidor de frecuencia.

Antes de instalar el convertidor de frecuencia, compruebe la presencia de líquidos, partículas y gases en el aire. Para ello, observe las instalaciones existentes en este entorno. Signos habituales de líquidos dañinos en el aire son la existencia de agua o aceite en las piezas metálicas o su corrosión.

Los niveles excesivos de partículas de polvo suelen encontrarse en los armarios de instalación y en las instalaciones eléctricas existentes. Un indicador de la presencia de gases corrosivos transmitidos por el aire es el ennegrecimiento de los conductos de cobre y los extremos de los cables de las instalaciones existentes.

Los tipos de protección D y E tienen una opción de canal trasero de acero inoxidable para proporcionar protección adicional en entornos agresivos. Sigue siendo necesaria una ventilación adecuada para los componentes internos del convertidor de frecuencia. Póngase en contacto con (Danfoss) para obtener información más detallada.

2.5 Vibración y golpe

El convertidor de frecuencia ha sido probado según un procedimiento basado en las siguientes normativas:

- CEI/EN 60068-2-6: Vibración (sinusoidal) – 1970
- CEI/EN 60068-2-64: Vibración aleatoria de banda ancha

El convertidor de frecuencia cumple los requisitos relativos a estas condiciones cuando se monta en las paredes y suelos de instalaciones de producción, o en paneles atornillados a paredes o suelos.

2.6 Desconexión segura de par

El FC 102 puede llevar a cabo la función de seguridad *Desconexión segura de par* (STO), tal y como se define en la norma EN CEI 61800-5-2¹⁾ y *Parada categoría 0* (tal y como se define en la norma EN 60204-1²⁾).

Antes de integrar y utilizar la Desconexión segura de par en una instalación, hay que realizar un análisis completo de los riesgos de dicha instalación para determinar si la función de la Desconexión segura de par y los niveles de seguridad son apropiados y suficientes. Está diseñado y homologado conforme a estos requisitos:

- Categoría 3 en EN ISO 13849-1
- Nivel de rendimiento «d» en ISO EN 13849-1:2008
- Capacidad SIL 2 en CEI 61508 y EN 61800-5-2
- SILCL 2 en EN 62061

1) Consulte EN CEI 61800-5-2 para más información sobre la función de Desconexión segura de par (STO).

2) Consulte EN CEI 60204-1 para más información sobre la categoría de parada 0 y 1.

Activación y terminación de la desconexión segura de par

La función Desconexión segura de par (STO) se activa eliminando la tensión en el terminal 37 del inversor de seguridad. Si se conecta el inversor de seguridad a dispositivos externos de seguridad que proporcionan un retardo de seguridad, puede obtenerse una instalación para una desconexión segura de par de Categoría 1. La función Desconexión segura de par del FC 102 puede utilizarse con motores síncronos, asíncronos y motores de magnetización permanente. Consulte los ejemplos en *capítulo 2.6.1 Terminal 37: función de desconexión segura de par*.

⚠ ADVERTENCIA

Después de instalar la desconexión segura de par (STO), debe efectuarse una prueba de puesta en marcha según especifica el apartado *Prueba de puesta en marcha de la desconexión segura de par*. Es obligatorio pasar una prueba de puesta en marcha tras la primera instalación y después de cada cambio en la instalación de seguridad.

Datos técnicos de la desconexión segura de par

Los siguientes valores están asociados con los diferentes tipos de niveles de seguridad:

Tiempo de reacción para T37

- Tiempo máximo de reacción: 20 ms

Tiempo de reacción = demora entre la desactivación de la entrada STO y la desconexión del puente de salida.

Datos para EN ISO 13849-1

- Nivel de rendimiento «d»
- $MTTF_d$ (Tiempo medio entre fallos peligrosos): 14 000 años
- DC (Cobertura del diagnóstico): 90 %
- Categoría 3
- Vida útil de 20 años

Datos para EN CEI 62061, EN CEI 61508 y EN CEI 61800-5-2

- Capacidad SIL 2, SILCL 2
- PFH (Probabilidad de fallo peligroso por hora) = $1E-10/h$
- SFF (Fracción de fallos seguros) >99 %
- HFT (Tolerancia a fallos del hardware) = 0 (arquitectura 1001)
- Vida útil de 20 años

Datos para EN CEI 61508 demanda baja

- PFDavg para prueba de evidencia de 1 año: $1E-10$
- PFDavg para prueba de evidencia de 3 años: $1E-10$
- PFDavg para prueba de evidencia de 5 años: $1E-10$

La funcionalidad STO no requiere mantenimiento.

Tome medidas de seguridad, p. ej., solo personal cualificado debe poder acceder e instalar en los armarios cerrados.

Datos SISTEMA

Desde los datos de seguridad funcionales de Danfoss está disponible a través de la biblioteca de datos para su uso con la herramienta de cálculo SISTEMA del IFA (Instituto de Salud y Seguridad en el Trabajo del Seguro Social Alemán de Accidentes del Trabajo) y datos para el cálculo manual. La biblioteca se completa y amplía constantemente.

Abrev.	Ref.	Descripción
Cat.	EN ISO 13849-1	Categoría, nivel «B, 1-4»
FIT		Fallo en el tiempo: 1E-9 horas
HFT	CEI 61508	Tolerancia a fallos del hardware: HFT = n significa que n+1 fallos podrían ocasionar una pérdida de la función de seguridad
MTTFd	EN ISO 13849-1	Tiempo medio entre fallos - peligrosos Unidad: años
PFH	CEI 61508	Probabilidad de fallos peligrosos por hora. Este valor se considerará si el dispositivo de seguridad funciona en modo de alta demanda (más de una vez al año) o en modo continuo, donde la frecuencia de demanda de funcionamiento que solicita un sistema relacionado con la seguridad es superior a una vez por año
PFD	CEI 61508	La probabilidad media de fallo según demanda, valor utilizado para el funcionamiento de baja demanda
PL	EN ISO 13849-1	Nivel discreto empleado para especificar la capacidad de las partes relacionadas con la seguridad de sistemas de control para desempeñar una función de seguridad en condiciones no predecibles. Niveles a-e
SFF	CEI 61508	Fración de fallos seguros [%]; parte porcentual de fallos seguros y fallos peligrosos detectados de una función de seguridad o de un subsistema relacionado con todos los fallos
SIL	CEI 61508	Nivel de integridad de seguridad
STO	EN 61800-5-2	Desconexión segura de par
SS1	EN 61800-5-2	Parada de seguridad 1

Tabla 2.2 Abreviaturas relacionadas con la seguridad funcional

2.6.1 Terminal 37: función de desconexión segura de par

El FC 102 está disponible con una función de desconexión segura de par a través del terminal de control 37. La desconexión segura de par desactiva la tensión de control de los semiconductores de potencia de la etapa de salida del convertidor de frecuencia, lo que a su vez impide que se genere la tensión necesaria para que el motor gire. Cuando se activa la desconexión segura de par (T37), el convertidor de frecuencia emite una alarma, desconecta la unidad y hace que el motor entre en modo de inercia hasta que se detiene. Será necesario un re arranque manual. La función de desconexión segura de par puede utilizarse para detener el convertidor de frecuencia en situaciones de parada de emergencia. En el modo de funcionamiento normal, cuando no se necesite la desconexión segura de par, utilice la función de parada normal del convertidor de frecuencia. Si se utiliza el re arranque automático, debe cumplir los requisitos indicados en el párrafo 5.3.2.5 de la norma ISO 12100-2.

Responsabilidad

Es responsabilidad del usuario asegurarse de que el personal que instala y utiliza la función de desconexión segura de par:

- Lee y comprende las normas de seguridad relativas a la salud, la seguridad y la prevención de accidentes.
- Comprende las indicaciones generales y de seguridad incluidas en esta descripción y en la descripción ampliada de la Guía de Diseño.
- Conoce a la perfección las normas generales y de seguridad correspondientes a la aplicación específica.

Normas

El uso de la desconexión segura de par en el terminal 37 conlleva el cumplimiento por parte del usuario de todas las disposiciones de seguridad, incluidas las normas, reglamentos y directrices pertinentes. La función de desconexión segura de par opcional cumple las siguientes normas.

CEI 60204-1: 2005 categoría 0, parada no controlada

CEI 61508: 1998 SIL2

CEI 61800-5-2: 2007, función de desconexión segura de par (STO)

CEI 62061: 2005 SIL CL2

ISO 13849-1: 2006 categoría 3 PL d

ISO 14118: 2000 (EN 1037), prevención de arranque inesperado

La información y las instrucciones del *Manual de funcionamiento* no son suficientes para poder utilizar la función de desconexión segura de par de forma correcta y segura. Deben seguirse la información y las instrucciones de la *Guía de Diseño* correspondiente.

Medidas de protección

- Los sistemas de ingeniería para seguridad solo pueden instalarse y ponerse en marcha por parte de personal cualificado y experimentado.
- La unidad debe instalarse en un armario IP54 o en un entorno equivalente. En aplicaciones especiales puede ser necesario un grado de protección IP mayor.
- El cable entre el terminal 37 y el dispositivo externo de seguridad debe estar protegido contra cortocircuitos, de conformidad con la tabla D.4 de la norma ISO 13849-2.
- Si hay fuerzas externas que influyan sobre el eje del motor, como cargas suspendidas, deben tomarse medidas adicionales (por ejemplo, un freno de retención de seguridad) para evitar peligros.

Instalación y configuración de la desconexión segura de par

⚠️ ADVERTENCIA

FUNCIÓN DE DESCONEXIÓN SEGURA DE PAR

La función de desconexión segura de par **NO** aísla la tensión de red al convertidor de frecuencia o los circuitos auxiliares. Realice las tareas pertinentes en las partes eléctricas del convertidor de frecuencia o el motor únicamente después de aislar el suministro de tensión de red y de esperar el tiempo especificado en el apartado de seguridad de este manual. Si no aísla el suministro de tensión de red de la unidad y no espera el tiempo especificado, se puede producir la muerte o lesiones graves.

- No se recomienda detener el convertidor de frecuencia utilizando la función de desconexión segura de par. Si un convertidor de frecuencia que está en funcionamiento se detiene con esta función, la unidad se desconectará y se parará por inercia. En caso de que esto no resulte aceptable (por ejemplo, porque suponga un peligro), el convertidor de frecuencia y la maquinaria deberán detenerse utilizando el modo de parada adecuado en lugar de recurrir a esta función. Puede ser necesario un freno mecánico, en función de la aplicación.

- Con respecto a los convertidores de frecuencia síncronos y de motor de magnetización permanente, en caso de fallo múltiple en el semiconductor de potencia IGBT: en lugar de activar la función de desconexión segura de par, el sistema del convertidor de frecuencia puede producir un par de alineación que gira el eje del motor como máximo $180 / p$ grados. La «p» indica el número de par del polo.
- Esta función es adecuada para realizar tareas mecánicas en el sistema del convertidor de frecuencia o en la zona afectada de una máquina. No ofrece seguridad eléctrica. Esta función no debe utilizarse para controlar el arranque o la parada del convertidor de frecuencia.

Para que la instalación del convertidor de frecuencia sea segura, deben cumplirse los siguientes requisitos:

1. Retire el cable de puente entre los terminales de control 37 y 12 o 13. No basta con cortar o romper el puente para evitar los cortocircuitos (consulte el puente de la *Ilustración 2.1*).
2. Conecte un relé externo de control de seguridad a través de una función de seguridad NA (siga las instrucciones del dispositivo de seguridad) al terminal 37 (desconexión segura de par) y al terminal 12 o 13 (24 V CC). El relé de control de seguridad debe ser conforme con la categoría 3 / PL «d» (ISO 13849-1) o SIL 2 (EN 62061).

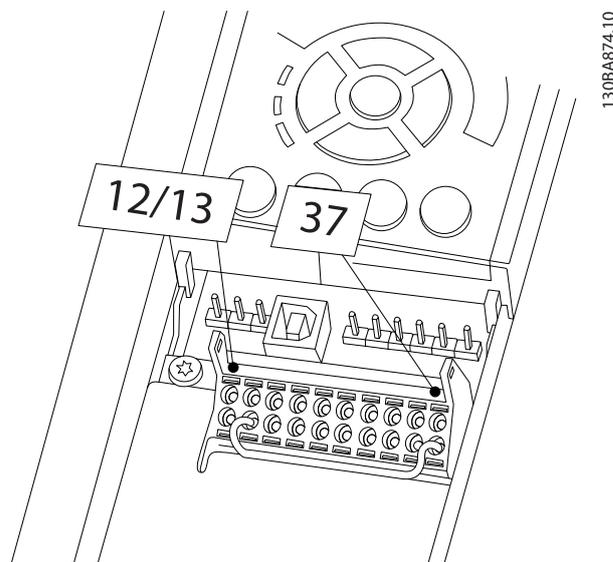


Ilustración 2.1 Puente entre el terminal 12 / 13 (24 V) y 37

130BA874.10

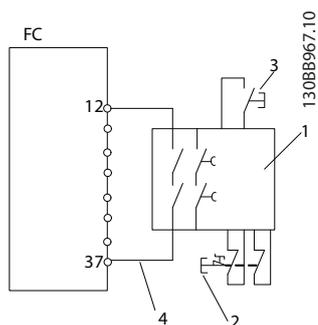


Ilustración 2.2 Instalación para conseguir una parada de categoría 0 (EN 60204-1) con categoría de seguridad 3/PL «d» (ISO 13849-1) o SIL 2 (EN 62061).

1	Relé de seguridad (cat. 3, PL d or SIL2)
2	Botón de parada de emergencia
3	Botón Reset
4	Cable protegido contra cortocircuitos (si no se encuentra dentro del armario IP54)

Tabla 2.3 Leyenda de la Ilustración 2.2

Prueba de puesta en marcha de la desconexión segura de par

Después de la instalación y antes de ponerlo en funcionamiento por primera vez, realice una prueba de puesta en marcha de la instalación utilizando la desconexión segura de par. Además, realice la prueba después de cada modificación de la instalación.

Ejemplo con STO

Un relé de seguridad evalúa las señales del botón de parada de emergencia y activa una función STO en el convertidor de frecuencia en caso de activación del botón de parada de emergencia (consulte la Ilustración 2.3). Esta función de seguridad se corresponde con una parada de categoría 0 (parada no controlada) de acuerdo con la norma CEI 60204-1. Si se activa la función durante el funcionamiento, el motor se apaga de una forma incontrolada. Se retira la potencia del motor de forma segura para que no pueda moverse más. No es necesario monitorizar la planta en una parada. Si debe anticiparse un efecto de fuerza externa, aplique medidas adicionales para prevenir de forma segura cualquier movimiento potencial (por ejemplo, frenos mecánicos).

AVISO!

Para todas las aplicaciones con desconexión segura de par es importante poder excluir un cortocircuito en el cableado hacia T37, lo cual se consigue como se describe en EN ISO 13849-2 D4, utilizando un cableado protegido (apantallado o separado).

Ejemplo con SS1

SS1 corresponde a una parada controlada, parada de categoría 1 conforme a CEI 60204-1 (consulte la Ilustración 2.4). Cuando activa la función de seguridad, tiene lugar una parada controlada normal, lo cual puede activarse a través del terminal 27. Una vez que ha expirado el tiempo de retardo seguro en el módulo de seguridad externo, la STO se activa y el terminal 37 se ajusta bajo. La desaceleración se realiza tal y como está configurado en el convertidor de frecuencia. Si el convertidor de frecuencia no se detiene tras el tiempo de retardo seguro, la activación de STO pone en inercia el convertidor de frecuencia.

AVISO!

Quando se utiliza la función SS1, no se controla la seguridad de la rampa del freno del convertidor de frecuencia.

Ejemplo con aplicación de Categoría 4/PL e

En aquellos diseños de sistema de control de seguridad que necesiten dos canales para que la función STO alcance la categoría 4/PL e, un canal puede implementarse por medio de una Desconexión segura de par T37 (STO) y el otro por un contactor, que puede estar conectado bien en los circuitos de potencia de entrada o salida del convertidor de frecuencia y ser controlado por el relé de seguridad (consulte la Ilustración 2.5). El contactor debe ser controlado a través de un contacto guiado auxiliar y estar conectado a la entrada de reinicio del relé de seguridad.

Conexión en paralelo de la entrada de la desconexión segura de par en un relé de seguridad

Las entradas de desconexión segura de par T37 (STO) pueden estar conectadas directamente si es necesario controlar múltiples convertidores de frecuencia desde la misma línea de control a través de un relé de seguridad (consulte la Ilustración 2.6). La conexión de entradas aumenta las posibilidades de un fallo en la dirección no segura, puesto que un fallo en un convertidor de frecuencia puede traducirse en la inhabilitación de todos los convertidores de frecuencia. La probabilidad de un fallo en T37 es tan baja, que la probabilidad resultante sigue cumpliendo los requisitos para SIL2.

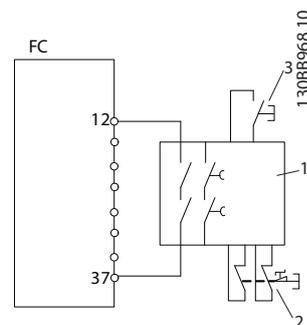


Ilustración 2.3 Ejemplo STO

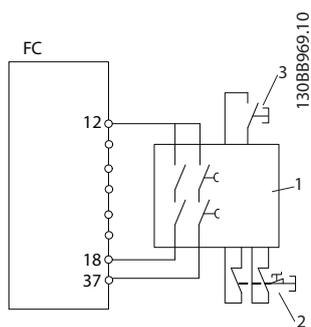


Ilustración 2.4 Ejemplo SS1

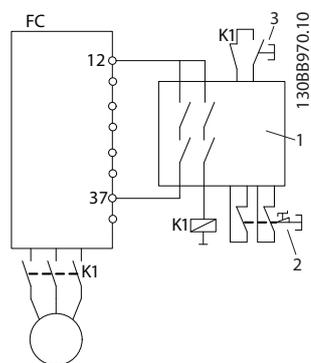


Ilustración 2.5 Ejemplo STO categoría 4

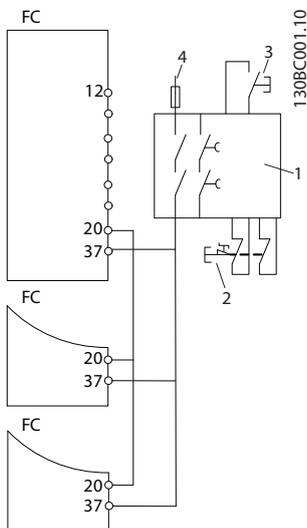


Ilustración 2.6 Ejemplo de conexión en paralelo de múltiples convertidores de frecuencia

1	Relé de seguridad
2	Botón de parada de emergencia
3	Botón Reset
4	24 V CC

Tabla 2.4 Leyenda de la Ilustración 2.3 a la Ilustración 2.6

⚠️ ADVERTENCIA

La activación de la desconexión segura de par (es decir, la retirada del suministro de tensión de 24 V CC al terminal 37) no proporciona seguridad eléctrica. La función de desconexión segura de par en sí misma no es, por tanto, suficiente para implementar la función de desconexión de emergencia, tal y como se define en la norma EN 60204-1. La desconexión de emergencia requiere medidas de aislamiento eléctrico, como la desconexión de la red a través de un contactor adicional.

1. Active la función de desconexión segura de par eliminando el suministro de tensión de 24 V CC al terminal 37.
2. Después de activar la desconexión segura de par (por ejemplo, tras el tiempo de respuesta), el convertidor de frecuencia pasa al modo de inercia (se detiene creando un campo rotacional en el motor). El tiempo de respuesta es típicamente inferior a 10 ms para el rango de rendimiento completo del convertidor de frecuencia.

Se garantiza que el convertidor de frecuencia no reiniciará la creación de un campo rotacional a causa de un fallo interno (según la cat. 3 PL d acc. EN ISO 13849-1 y SIL 2 acc. EN 62061). Después de activar la desconexión segura de par, la pantalla del convertidor de frecuencia muestra el texto Desconexión segura de par activada. El texto de ayuda asociado indica «La desconexión segura de par ha sido activada». Esto significa que se ha activado la desconexión segura de par o que el funcionamiento normal todavía no se ha reanudado después de la activación de la desconexión segura de par.

⚠️ AVISO!

Los requisitos de la cat. 3/PL «d» (ISO 13849-1) solo se cumplen cuando la alimentación de 24 V CC al terminal 37 se mantiene eliminada o baja mediante un dispositivo de seguridad, que a su vez cumple con los requisitos de la cat. 3/PL «d» (ISO 13849-1). Si actúan fuerzas externas en el motor, p. ej., en caso de eje vertical (cargas suspendidas) y un movimiento accidental, causado, por ejemplo, por la gravedad, pudiera causar un peligro, el motor no deberá ponerse en marcha sin medidas adicionales para la protección contra caídas. Es decir, es necesario instalar frenos mecánicos adicionales.

Para reanudar el funcionamiento después de la activación de la desconexión segura de par, primero debe volver a aplicarse una tensión de 24 V CC al terminal 37 (todavía se muestra el texto Desconexión segura de par activada) y, a continuación, debe crearse una señal de reinicio (por bus, E/S digital o pulsando la tecla [Reset] del inversor).

De manera predeterminada, la función de desconexión segura de par está establecida para funcionar con la prevención de re arranque no intencionado. Esto significa que para terminar la desconexión segura de par y continuar con el funcionamiento normal, primero es necesario volver a aplicar la alimentación de 24 V CC al Terminal 37. A continuación, debe enviarse una señal de reinicio (por bus, E/S digital o pulsando la tecla [Reset]).

La función de desconexión segura de par puede configurarse para funcionar con re arranque automático cambiando el valor de *5-19 Terminal 37 parada segura* del valor predeterminado [1] al valor [3]. Si está conectada una opción MCB 112 al convertidor de frecuencia, entonces el funcionamiento con re arranque automático se establece utilizando los valores [7] y [8].

El re arranque automático significa que la desconexión segura de par se ha terminado y se reanuda el funcionamiento normal tan pronto como se vuelva a aplicar la alimentación de 24 V CC al Terminal 37; no es necesario enviar una señal de reinicio.

ADVERTENCIA

El re arranque automático solo está permitido en una de estas dos situaciones:

1. La prevención de re arranque no intencionado se implementa mediante otras partes de la instalación de la desconexión segura de par.
2. Puede excluirse la presencia física de alguien en la zona peligrosa cuando la desconexión segura de par no está activada. En particular, debe observarse el párrafo 5.3.2.5 de la norma ISO 12100-2 2003.

2.6.2 Instalación de dispositivo externo de seguridad en combinación con MCB 112.

Si se conecta el módulo de termistor MCB 112 con certificación Ex, que utiliza el Terminal 37 como su canal de desconexión en relación con la seguridad, entonces debe añadirse una Y entre la salida X44/12 del MCB 112 y el sensor relacionado con la seguridad (como botón de parada de emergencia, interruptor de protección, etc.) que activa la desconexión segura de par. Esto significa que la salida al terminal 37 de desconexión segura de par es ALTA (24 V) solo si la señal de la salida X44/12 del MCB 112 y la señal del sensor relacionado con la seguridad son ALTAS. Si al menos una de las dos señales es BAJA, la salida al terminal 37 también debe ser BAJA. El dispositivo de seguridad y el propio Y lógico debe realizarse en conformidad con CEI 61508, SIL 2. La conexión desde la salida del dispositivo de seguridad con Y lógica segura al terminal 37 de desconexión segura de par debe disponer de protección contra cortocircuitos. Consulte *Ilustración 2.7*.

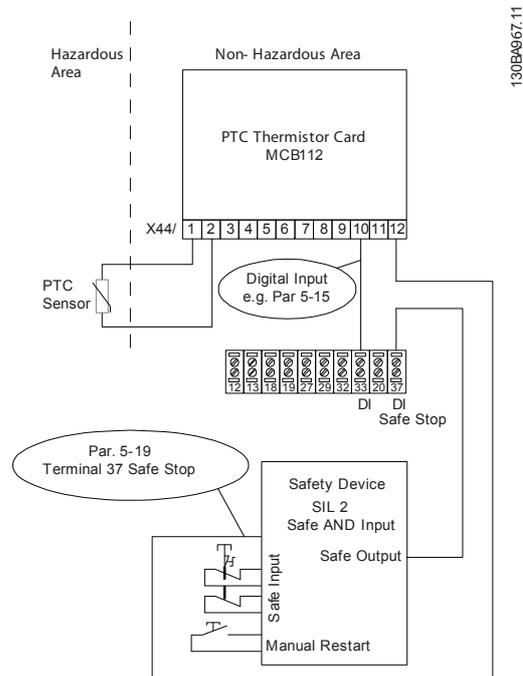


Ilustración 2.7 Auto on], el convertidor de frecuencia pasa al modo instalación de una combinación de una aplicación de desconexión segura de par y una aplicación MCB 112. El diagrama muestra una entrada de re arranque para el dispositivo de seguridad externo. Esto significa que en esta instalación, *5-19 Terminal 37 parada segura* debe ajustarse en [7] PTC 1 & Relay W o [8] PTC 1 y relé A/W. Consulte el *Manual de funcionamiento del MCB 112* para obtener más detalles.

Ajustes de parámetros para dispositivo externo de seguridad en combinación con MCB112

Si se conecta MCB 112, será posible elegir opciones adicionales (de [4] *Alarma PTC 1* a [9] *PTC 1 y relé W/A*) para 5-19 *Terminal 37 parada segura*. Las selecciones [1] *Safe Torque Off Alarm* y [3] *Safe Torque Off Warning* están todavía disponibles, pero no se deben utilizar, ya que son para instalaciones sin MCB 112 u otro tipo de dispositivo de seguridad externo. Si se selecciona por error [1] *Safe Torque Off Alarm* o [3] *Safe Torque Off Warning* y el MCB 112 se activa, entonces del convertidor de frecuencia reacciona con una alarma «Fallo peligroso [A72]» y pone en inercia el convertidor frecuencia de manera segura, sin rearmar automáticamente. Las selecciones [4] *Alarma PTC 1* y [5] *PTC 1 Warning* no pueden realizarse cuando se utiliza un dispositivo de seguridad externo. Estas selecciones son para cuando solo MCB 112 utiliza la desconexión segura de par. Si se seleccionan por error [4] *Alarma PTC 1* o [5] *PTC 1 Warning* y el dispositivo de seguridad externo activa la desconexión segura de par, el convertidor de frecuencia reacciona con una alarma «Fallo peligroso [A72]» y pone en inercia el convertidor de frecuencia de manera segura, sin rearmar automáticamente. Las selecciones de [6] *PTC 1 & Relay A* a [9] *PTC 1 y relé W/A* deben realizarse para la combinación del dispositivo de seguridad externo y MCB 112.

AVISO!

Tenga en cuenta que las selecciones [7] *PTC 1 & Relay W* u [8] *PTC 1 y relé A/W* activan el rearmar automático cuando el dispositivo de seguridad externo se desactiva de nuevo.

Esto solo está permitido en las siguientes situaciones:

- La prevención de rearmar no intencionado se implementa mediante otras partes de la instalación de la desconexión segura de par.
- Puede excluirse la presencia física de alguien en la zona peligrosa cuando la desconexión segura de par no está activada. En particular, debe observarse el parágrafo 5.3.2.5 de ISO 12100-2 2003.

Para obtener más información, consulte el *Manual de funcionamiento del MCB 112*.

2.6.3 Prueba de puesta en marcha de la desconexión segura de par

Después de la instalación y antes de ponerlo en funcionamiento por primera vez, realice una prueba de puesta en marcha de una instalación o aplicación utilizando la desconexión segura de par.

Además, realice la prueba después de cada modificación de la instalación o aplicación de la que forme parte la desconexión segura de par.

AVISO!

Es obligatorio pasar una prueba de puesta en marcha tras la primera instalación y después de cada cambio en la instalación de seguridad.

La prueba de puesta en marcha (seleccione el caso, 1 o 2, que sea aplicable):

Caso 1: es necesaria la prevención de rearmar para la desconexión segura de par (es decir, solo desconexión segura de par cuando 5-19 *Terminal 37 parada segura* se ajusta en el valor predeterminado [1] o combinación de desconexión segura de par y MCB112 cuando 5-19 *Terminal 37 parada segura* se ajusta en [6] o [9]):

1.1 Retire el suministro de tensión de 24 V CC del terminal 37 mediante el dispositivo interruptor mientras el motor esté accionado por el FC 102 (es decir, sin interrumpir la alimentación de red). Esta parte de la prueba se pasa si el motor reacciona con paro por inercia y se activa el freno mecánico (si está conectado) y, en caso de que haya un LCP instalado, se muestra la alarma «Safe Torque Off [A68]».

1.2 Envíe la señal de reinicio (por bus, E/S digital o pulsando la tecla [Reset]). Esta parte de la prueba se pasa si el motor permanece en el estado de desconexión segura de par y el freno mecánico (si está conectado) permanece activado.

1.3 A continuación, vuelva a aplicar 24 V CC al terminal 37. Esta parte de la prueba se pasa si el motor permanece en estado de inercia y el freno mecánico (si está conectado) permanece activado.

1.4 Envíe la señal de reinicio (por bus, E/S digital o pulsando la tecla [Reset]). Esta parte de la prueba se pasa si el motor vuelve a estar operativo.

La prueba de puesta en marcha se supera si se pasan los cuatro pasos de la prueba, 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4.

Caso 2: se desea y permite el rearranque automático de la desconexión segura de par (es decir, solo desconexión segura de par cuando 5-19 Terminal 37 parada segura se ajusta en [3] o combinación de desconexión segura de par y MCB112 cuando 5-19 Terminal 37 parada segura se ajusta en [7] u [8]):

2.1 Retire el suministro de tensión de 24 V CC del terminal 37 mediante el dispositivo interruptor mientras el motor esté accionado por el FC 102 (es decir, sin interrumpir la alimentación de red). Esta parte de la prueba se pasa si el motor reacciona con paro por inercia y se activa el freno mecánico (si está conectado) y, en caso de que haya un LCP instalado, se muestra la advertencia «Safe Torque Off [W68]».

2.2 A continuación, vuelva a aplicar 24 V CC al terminal 37.

Esta parte de la prueba se pasa si el motor vuelve a estar operativo. La prueba de puesta en marcha se supera si se superan ambos pasos de la prueba, 2.1 y 2.2.

AVISO!

Consulte la advertencia de la reacción de reinicio en capítulo 2.6.1 Terminal 37: función de desconexión segura de par

2.7 Ventajas

2.7.1 ¿Por qué utilizar un convertidor de frecuencia para controlar ventiladores y bombas?

Un convertidor de frecuencia saca partido de que las bombas centrífugas y los ventiladores siguen las leyes de proporcionalidad que les son propias. Para obtener más información, consulte el texto y la figura *Las leyes de la proporcionalidad*.

2.7.2 Una clara ventaja: el ahorro de energía

La ventaja de emplear un convertidor de frecuencia para controlar la velocidad de ventiladores o bombas reside en el ahorro de electricidad.

Si se compara con sistemas de control y tecnologías alternativas, un convertidor de frecuencia es el sistema de control de energía óptimo para controlar sistemas de ventiladores y bombas.

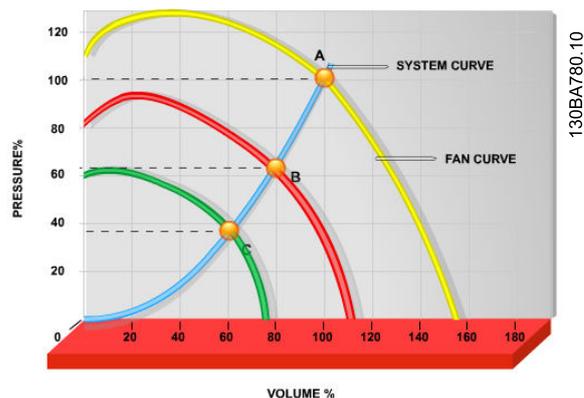


Ilustración 2.8 Curvas de ventilador (A, B y C) para caudales bajos de ventilador

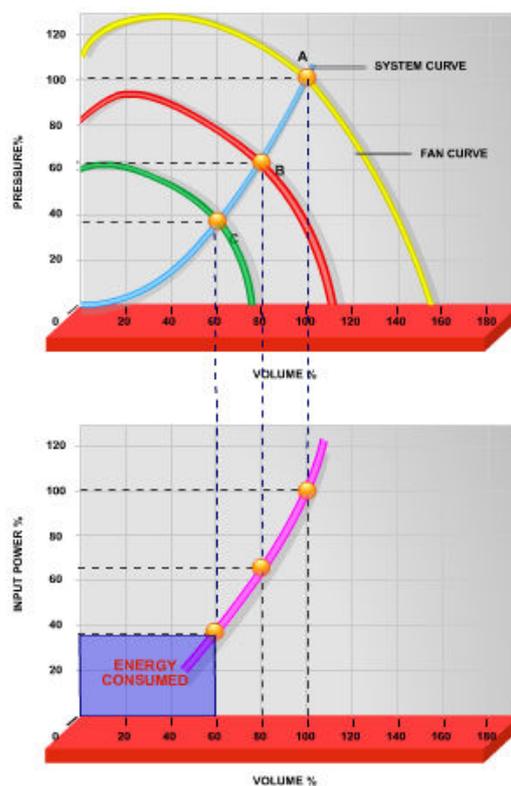


Ilustración 2.9 Cuando se utiliza un convertidor de frecuencia para reducir la capacidad del ventilador al 60 %, es posible obtener un ahorro energético de más del 50 % en equipos convencionales.

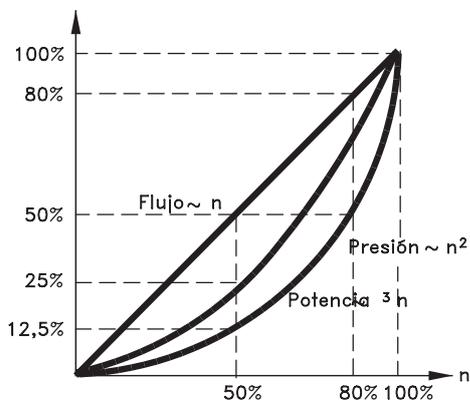
2.7.3 Ejemplo de ahorro de energía

Como muestra la ilustración (las leyes de proporcionalidad), el caudal se controla cambiando las r/min. Al reducir la velocidad solo un 20 % respecto a la velocidad nominal, el caudal también se reduce en un 20 %. Esto se debe a que el caudal es directamente proporcional a las r/min. El consumo eléctrico, sin embargo, se reduce en un 50 %.

Si el sistema en cuestión solo tiene que suministrar un caudal correspondiente al 100 % durante unos días al año, mientras que el promedio es inferior al 80 % del caudal nominal para el resto del año, el ahorro de energía es incluso superior al 50 %.

Las leyes de proporcionalidad	
<i>Ilustración 2.10</i> describe la dependencia del caudal, la presión y el consumo de energía de las r/min.	
Q = Caudal	P = Energía
Q ₁ = Caudal nominal	P ₁ = Potencia nominal
Q ₂ = Caudal reducido	P ₂ = Potencia reducida
H = Presión	n = Regulación de velocidad
H ₁ = Presión nominal	n ₁ = Velocidad nominal
H ₂ = Presión reducida	n ₂ = Velocidad reducida

Tabla 2.5 Abreviaturas usadas en la ecuación



175HA208.10

Ilustración 2.10 Dependencia del caudal, la presión y el consumo de energía de las r/min

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

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

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

2.7.4 Comparación de ahorro de energía

El sistema de convertidor de frecuencia de (Danfoss) ofrece un gran ahorro en comparación con los productos tradicionales de ahorro de energía. Esto se debe a que este convertidor de frecuencia es capaz de controlar la velocidad del ventilador en función de la carga térmica del sistema y del hecho de que el convertidor de frecuencia posee una instalación integrada que le permite funcionar como un Sistema de gestión de edificios (en inglés, BMS).

La *Ilustración 2.12* muestra el ahorro de energía típico que puede obtenerse con 3 productos conocidos cuando el volumen del ventilador se reduce, por ejemplo, hasta un 60 %.

La *Ilustración 2.12* muestra que se puede obtener un ahorro energético de más del 50 % en aplicaciones convencionales.

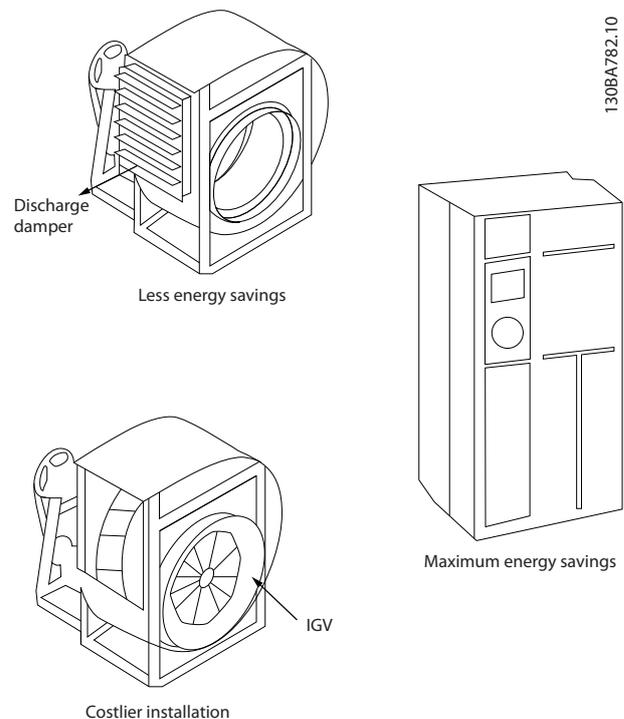


Ilustración 2.11 Los tres sistemas de ahorro de energía convencionales

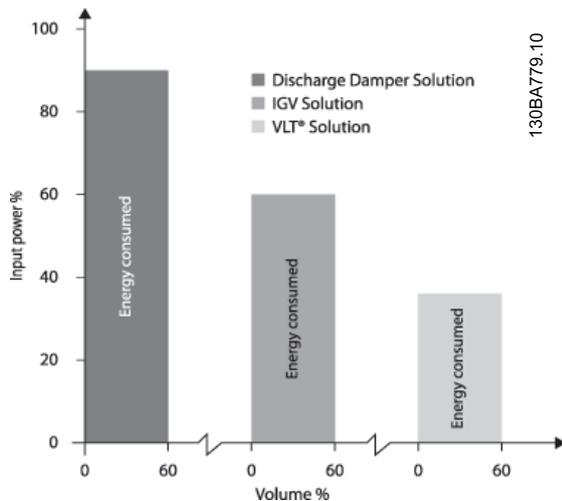


Ilustración 2.12 Los atenuadores de descarga reducen el consumo de energía en cierta medida. Las aletas guidoras variables de entrada ofrecen un 40 % de reducción pero su instalación es costosa. El sistema de convertidor de frecuencia de (Danfoss) reduce el consumo de energía en más de un 50 % y es fácil de instalar.

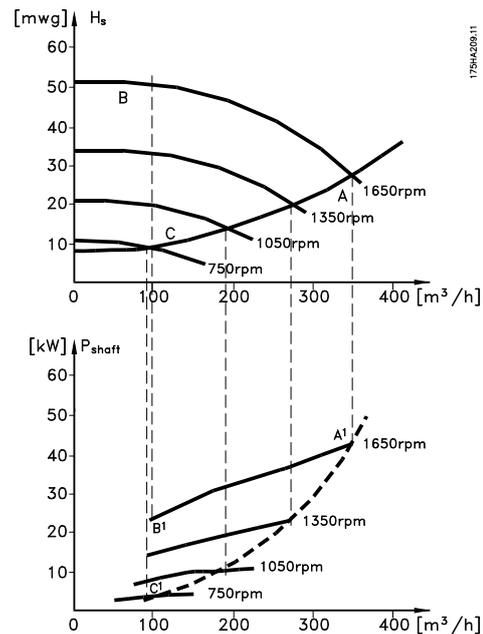


Ilustración 2.13 Ejemplo con caudal variable

2.7.5 Ejemplo con caudal variable durante 1 año

El siguiente ejemplo está calculado en base a las características de una bomba según su hoja de datos. El resultado obtenido muestra un ahorro de energía superior al 50 % para el caudal dado, durante un año. El periodo de amortización depende del precio por kWh y del precio del convertidor de frecuencia. En este ejemplo, es inferior a un año comparado con las válvulas y la velocidad constante.

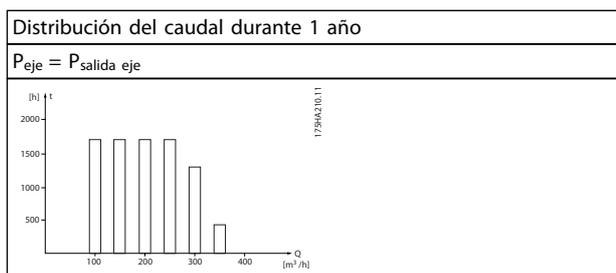


Tabla 2.6 Ahorro de energía

m ³ /h	Distribución		Regulación por válvula		Control por convertidor de frecuencia	
	%	Horas	Potencia	Consumo	Potencia	Consumo
			A ₁ -B ₁	kWh	A ₁ -C ₁	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	6132
Σ	100	8760		275 064		26 801

Tabla 2.7 Consumo

2.7.6 Control mejorado

Si se utiliza un convertidor de frecuencia para controlar el caudal o la presión de un sistema, se obtiene un control mejorado.

Un convertidor de frecuencia puede variar la velocidad de un ventilador o una bomba, lo que permite obtener un control variable del caudal y la presión.

Además, adapta rápidamente la velocidad de un ventilador o de una bomba a las nuevas condiciones de caudal o presión del sistema.

Control simple del proceso (caudal, nivel o presión) utilizando el control de PID integrado.

2.7.7 Compensación de $\cos \phi$

En general, el Convertidor de frecuencia VLT® HVAC tiene un $\cos \phi$ del 1 y proporciona una corrección del factor de potencia para el $\cos \phi$ del motor, lo que significa que no hay necesidad de considerar el $\cos \phi$ del motor cuando se dimensiona la unidad de corrección del factor de potencia.

2.7.8 No es necesario un arrancador en estrella / triángulo ni un arrancador suave

Cuando se necesita arrancar motores relativamente grandes, en muchos países es necesario usar equipos que limitan la tensión de arranque. En sistemas más tradicionales, se suele utilizar un arrancador en estrella / triángulo o un arrancador suave. Estos arrancadores de motor no se necesitan si se usa un convertidor de frecuencia.

Como se ilustra en *Ilustración 2.14*, un convertidor de frecuencia no consume más intensidad que la nominal.

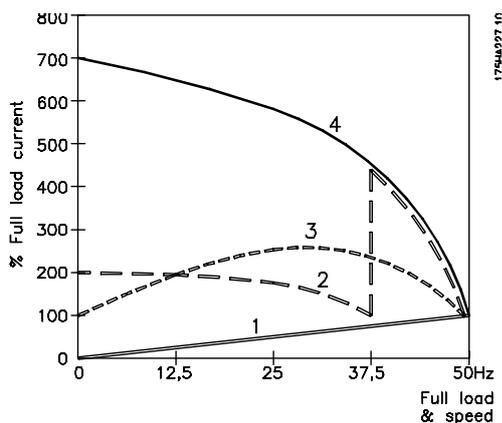


Ilustración 2.14 Un convertidor de frecuencia no consume más intensidad que la nominal.

1 Convertidor de frecuencia VLT® HVAC
2 Arrancador en estrella / triángulo
3 Arrancador suave
4 Arranque directamente con la alimentación de red

Tabla 2.8 Leyenda de la *Ilustración 2.14*

2.7.9 El uso de un convertidor de frecuencia ahorra energía.

El ejemplo de la siguiente página muestra que muchos de los equipos no son necesarios cuando se emplea un convertidor de frecuencia. Es posible calcular el coste de instalación de los dos sistemas. En el ejemplo de la página siguiente, el precio de ambos sistemas es aproximadamente el mismo.

2.7.10 Sin un convertidor de frecuencia

D.D.C.	=	Control digital directo	E.M.S.	=	Sistema de gestión de energía
V.A.V.	=	Volumen de aire variable			
Sensor P	=	Presión	Sensor T	=	Temperatura

Tabla 2.9 Abreviaturas usadas en Ilustración 2.15 y Ilustración 2.16

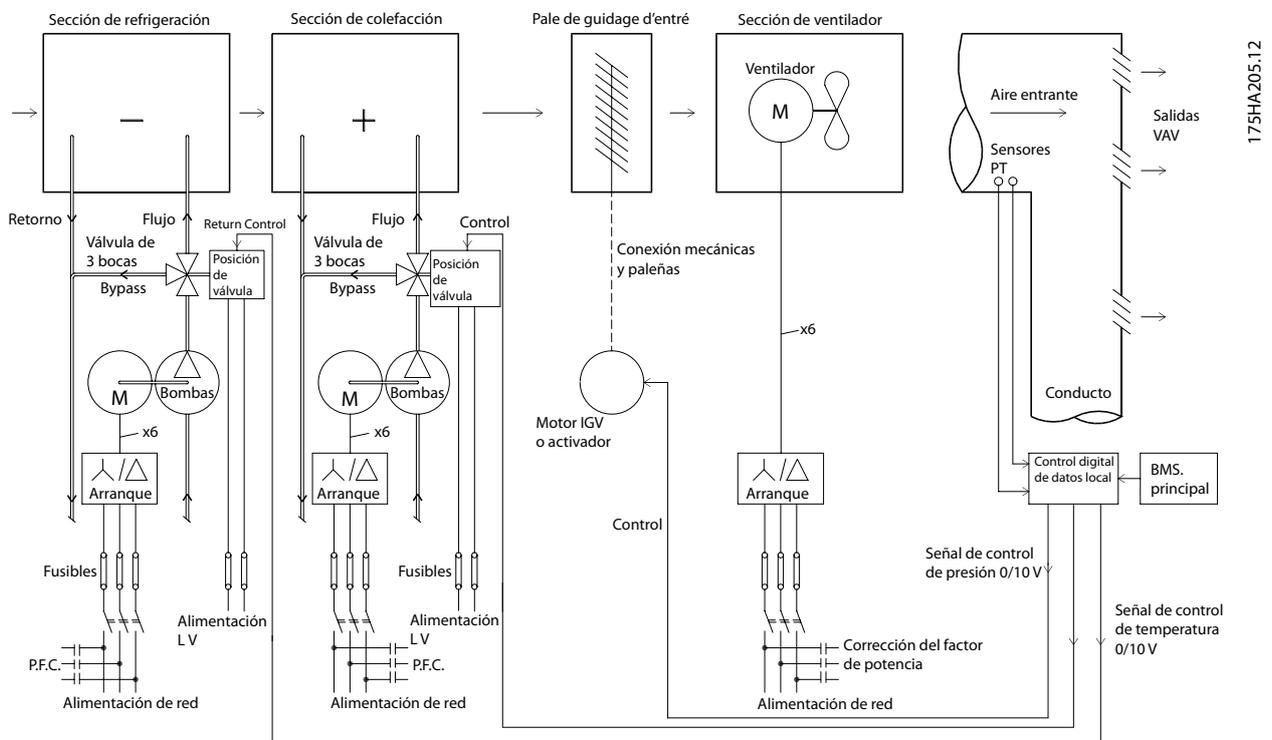


Ilustración 2.15 Sistema de ventilador tradicional

2.7.11 Con un convertidor de frecuencia

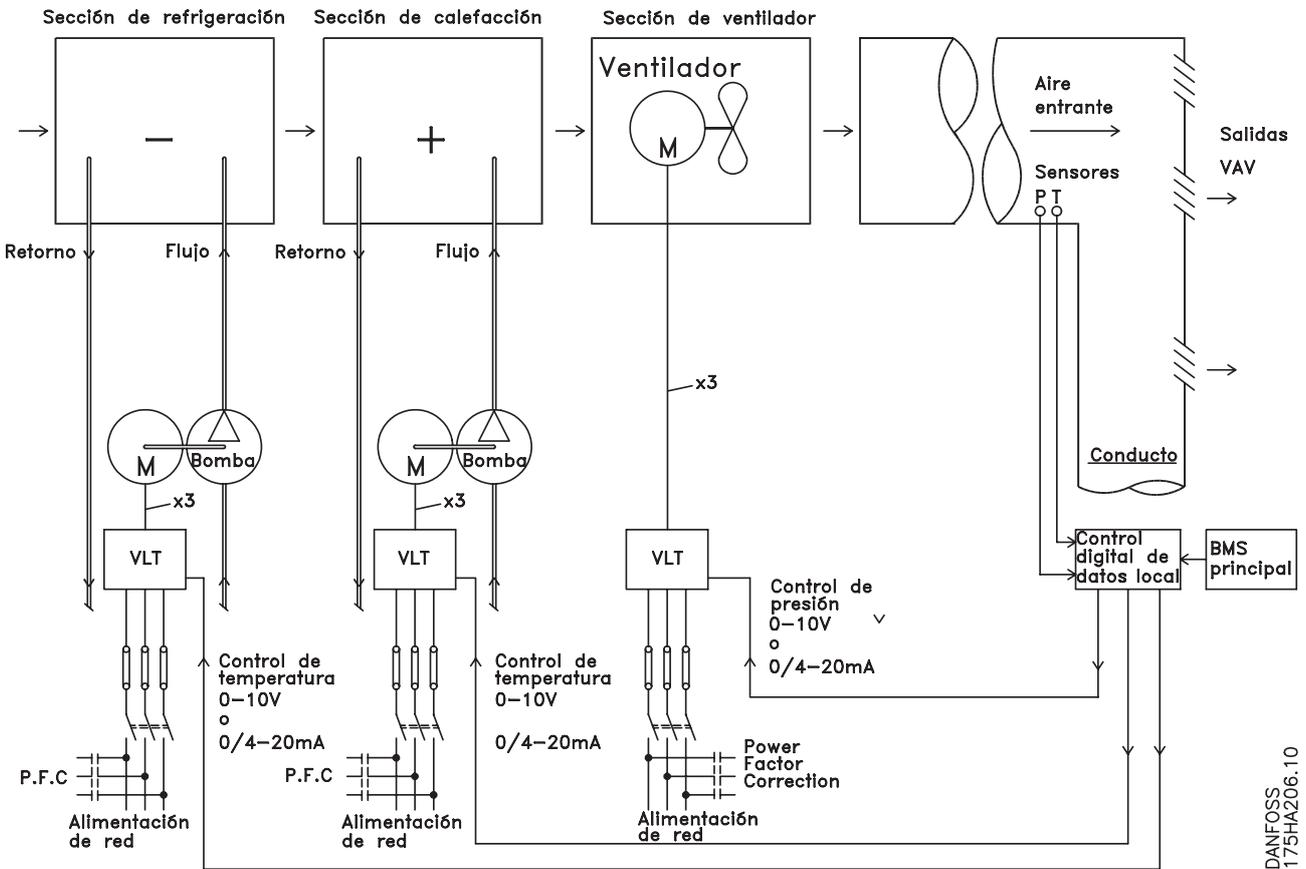


Ilustración 2.16 Sistema de ventiladores controlado por convertidores de frecuencia

2

DANFOSS
175HA206.10

2.7.12 Ejemplos de aplicaciones

En las siguientes páginas se muestran ejemplos típicos de aplicaciones en HVAC.

Para obtener más información sobre una determinada aplicación, solicite a su proveedor de (Danfoss) la hoja informativa con la descripción completa de la aplicación.

Volumen de aire variable

Solicite The Drive to...Improving Variable Air Volume Ventilation Systems (El convertidor de frecuencia para ...Mejorando los sistemas de ventilación de aire variable) MN.60.A1.02

Volumen de aire constante

Solicite The Drive to...Improving Constant Air Volume Ventilation Systems (El convertidor de frecuencia para ...Mejorando los sistemas de ventilación de aire constante) MN.60.B1.02

Ventilador de torre de refrigeración

Solicite The Drive to...Improving fan control on cooling towers (El convertidor de frecuencia para ...Mejorando el control de ventiladores en torres de refrigeración) MN.60.C1.02

Bombas del condensador

Solicite The Drive to...Improving condenser water pumping systems (El convertidor de frecuencia para ...Mejorando los sistemas de bombas de agua del condensador) MN.60.F1.02

Bombas primarias

Solicite The Drive to...Improve your primary pumping in primay/secondary pumping systems (El convertidor de frecuencia para ...Mejorando su bombeo primario en sistemas de bombas primarias / secundarias) MN.60.D1.02

Bombas secundarias

Solicite The Drive to...Improve your secondary pumping in primay/secondary pumping systems (El convertidor de frecuencia para ...Mejorando su bombeo secundario en sistemas de bombas primarias / secundarias) MN.60.E1.02

2.7.13 Volumen de aire variable

Los sistemas de volumen de aire variable VAV sirven para controlar la ventilación y la temperatura de un edificio en función de sus necesidades específicas. Se considera que los sistemas centrales VAV constituyen el método de mayor rendimiento energético para el acondicionamiento de aire en edificios. Se puede obtener un mayor rendimiento diseñando sistemas centralizados en lugar de sistemas distribuidos.

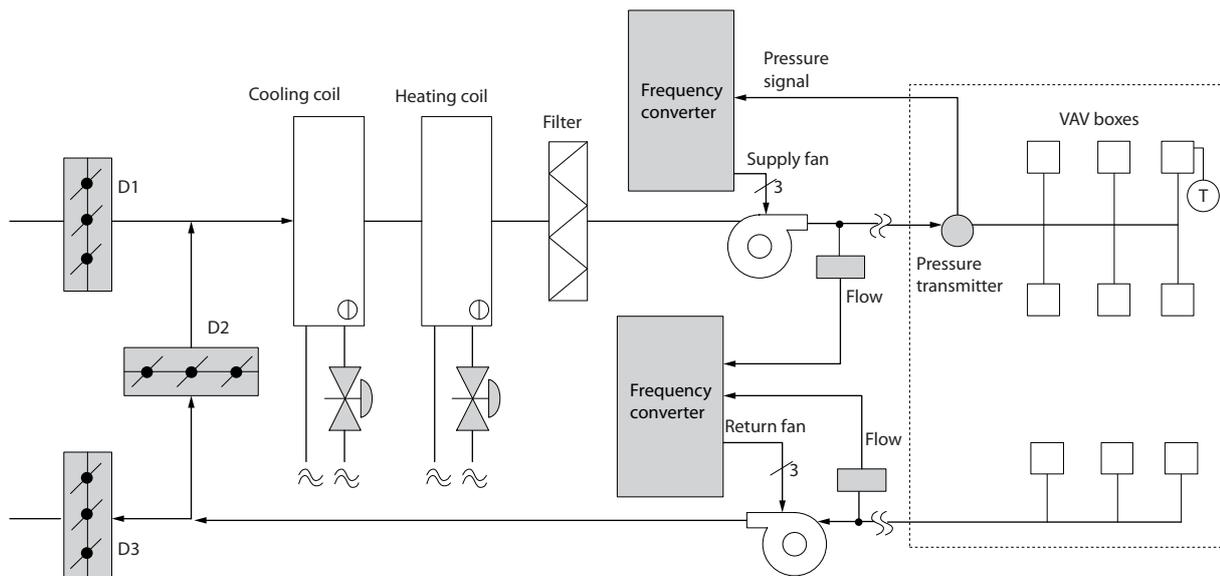
El rendimiento se consigue al utilizar ventiladores y enfriadores más grandes, cuyo rendimiento es muy superior al de los enfriadores de aire frío distribuidos y motores pequeños. También se produce un ahorro como consecuencia de la disminución de los requisitos de mantenimiento.

2.7.14 La solución VLT

Mientras que los amortiguadores y los IGV sirven para mantener una presión constante en los conductos, una solución de ahorra mucha más energía y reduce la complejidad de la instalación. En lugar de crear un descenso de presión artificial o provocar una reducción en el rendimiento del ventilador, el reduce la velocidad del ventilador para proporcionar el caudal y la presión que precisa el sistema.

Los dispositivos centrífugos, como los ventiladores, funcionan según las leyes de afinidad centrífuga. Esto significa que los ventiladores reducen la presión y el caudal que producen a medida que disminuye su velocidad. Por lo tanto, el consumo de electricidad se reduce significativamente.

Normalmente se controla el ventilador de retorno para mantener una diferencia fija entre el flujo de aire de alimentación y el de retorno. Para eliminar la necesidad de controladores adicionales, puede utilizarse el controlador PID avanzado del VLT HVAC.



13088455.10

Ilustración 2.17 La solución VLT

2.7.15 Volumen de aire constante

2

Los sistemas de volumen de aire constante (CAV) son sistemas centralizados de ventilación que se utilizan normalmente para abastecer grandes zonas comunes con la mínima cantidad de aire acondicionado. Estos sistemas son anteriores a los sistemas VAV y, por lo tanto, también pueden encontrarse en edificios comerciales antiguos divididos en varias zonas. Estos sistemas precalientan el aire utilizando acondicionadores autónomos (AHU) con un serpentín calentador, y muchos se utilizan también para refrigerar edificios y poseen un intercambiador de frío. Los ventilosconvectores suelen emplearse para satisfacer los requisitos de calefacción y refrigeración de zonas individuales.

2.7.16 La solución VLT

Un convertidor de frecuencia permite obtener importantes ahorros energéticos y, al mismo tiempo, mantener un control adecuado del edificio. Los sensores de temperatura y de CO₂ pueden utilizarse como señales de realimentación para los convertidores de frecuencia. Tanto si se utiliza para controlar la temperatura como la calidad del aire, o ambas cosas, un sistema CAV puede controlarse para funcionar de acuerdo con las condiciones reales del edificio. A medida que disminuye el número de personas en el área controlada, disminuye la necesidad de aire nuevo. El sensor de CO₂ detecta niveles inferiores y reduce la velocidad de los ventiladores de alimentación. El ventilador de retorno se modula para mantener un valor de consigna de presión estática o una diferencia fija entre los caudales de aire de alimentación y de retorno.

Con el control de la temperatura, que se utiliza especialmente en sistemas de aire acondicionado, hay varios requisitos de refrigeración que hay que tener en cuenta, ya que la temperatura exterior varía, así como el número de personas de la zona controlada. Cuando la temperatura desciende por debajo de la consigna, el ventilador de alimentación puede disminuir su velocidad. El ventilador de retorno se modula para mantener una consigna de presión estática. Si se reduce el caudal de aire, también se reduce la energía utilizada para calentar o enfriar el aire nuevo, lo que supone un ahorro adicional. Para mejorar el rendimiento de un sistema CAV, pueden utilizarse varias de las funciones del convertidor de frecuencia especializado HVAC de (Danfoss). Uno de los aspectos que hay que tener en cuenta para controlar un sistema de ventilación es la mala calidad del aire. Es posible ajustar la frecuencia mínima programable para mantener un mínimo de alimentación de aire, al margen de la señal de realimentación o de referencia. El convertidor de frecuencia también incluye un controlador PID con 3 valores de consigna y 3 zonas, que permite controlar la temperatura y la calidad del aire. Aunque se alcance una temperatura adecuada, el convertidor mantendrá una alimentación de aire suficiente como para ajustarse a los requisitos del sensor de calidad de aire. El convertidor de frecuencia es capaz de supervisar y comparar dos señales de realimentación para controlar el ventilador de retorno, a la vez que mantiene un caudal de aire diferencial fijo entre los conductos de alimentación y de retorno.

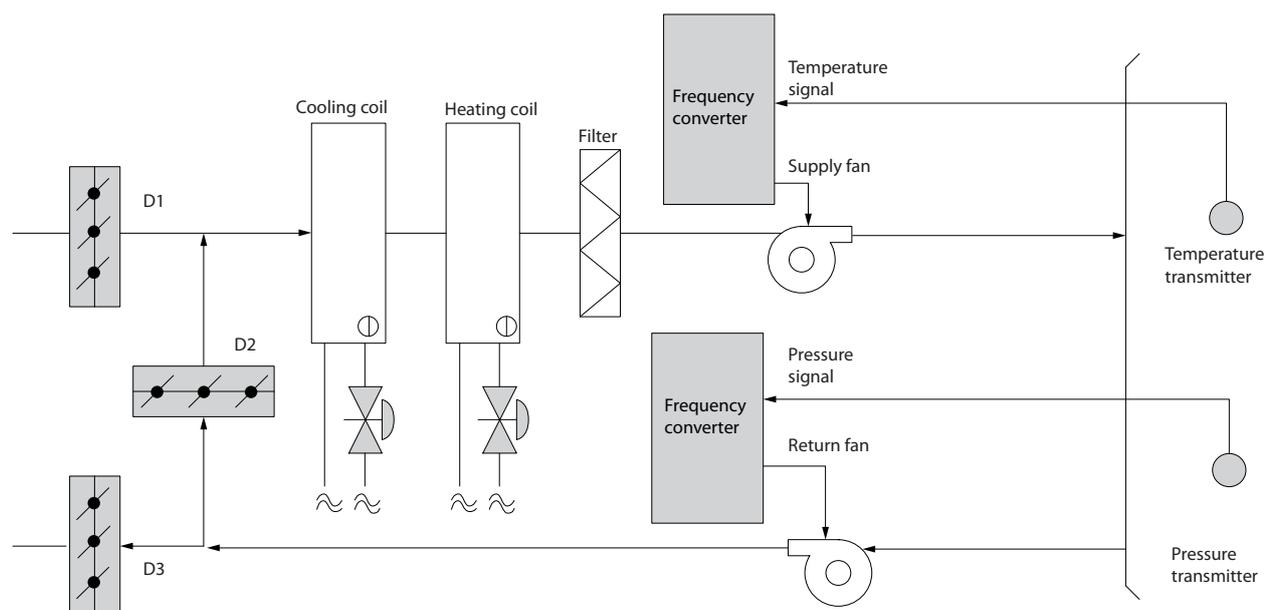


Ilustración 2.18 La solución VLT

1308B45.1.10

2.7.17 Ventilador de torre de refrigeración

Los ventiladores de torres de refrigeración sirven para refrigerar el agua del condensador en sistemas enfriadores refrigerados por agua. Estos enfriadores constituyen el medio más eficaz para obtener agua fría. Son hasta un 20 % más eficaces que los enfriadores de aire. Según el clima, las torres de refrigeración a menudo constituyen el método de mayor rendimiento energético para refrigerar el agua del condensador de un enfriador.

Enfrían el agua del condensador por evaporación.

El agua del condensador se esparce con un pulverizador sobre la «bandeja» de la torre de refrigeración para que ocupe una mayor superficie. El ventilador de la torre distribuye el aire a la bandeja y al agua rociada para ayudar a que esta se evapore. La evaporación extrae energía del agua reduciendo su temperatura. El agua enfriada se recoge en el depósito de las torres de refrigeración, donde vuelve a bombearse al condensador de los enfriadores, y el ciclo vuelve a empezar.

2.7.18 La solución VLT

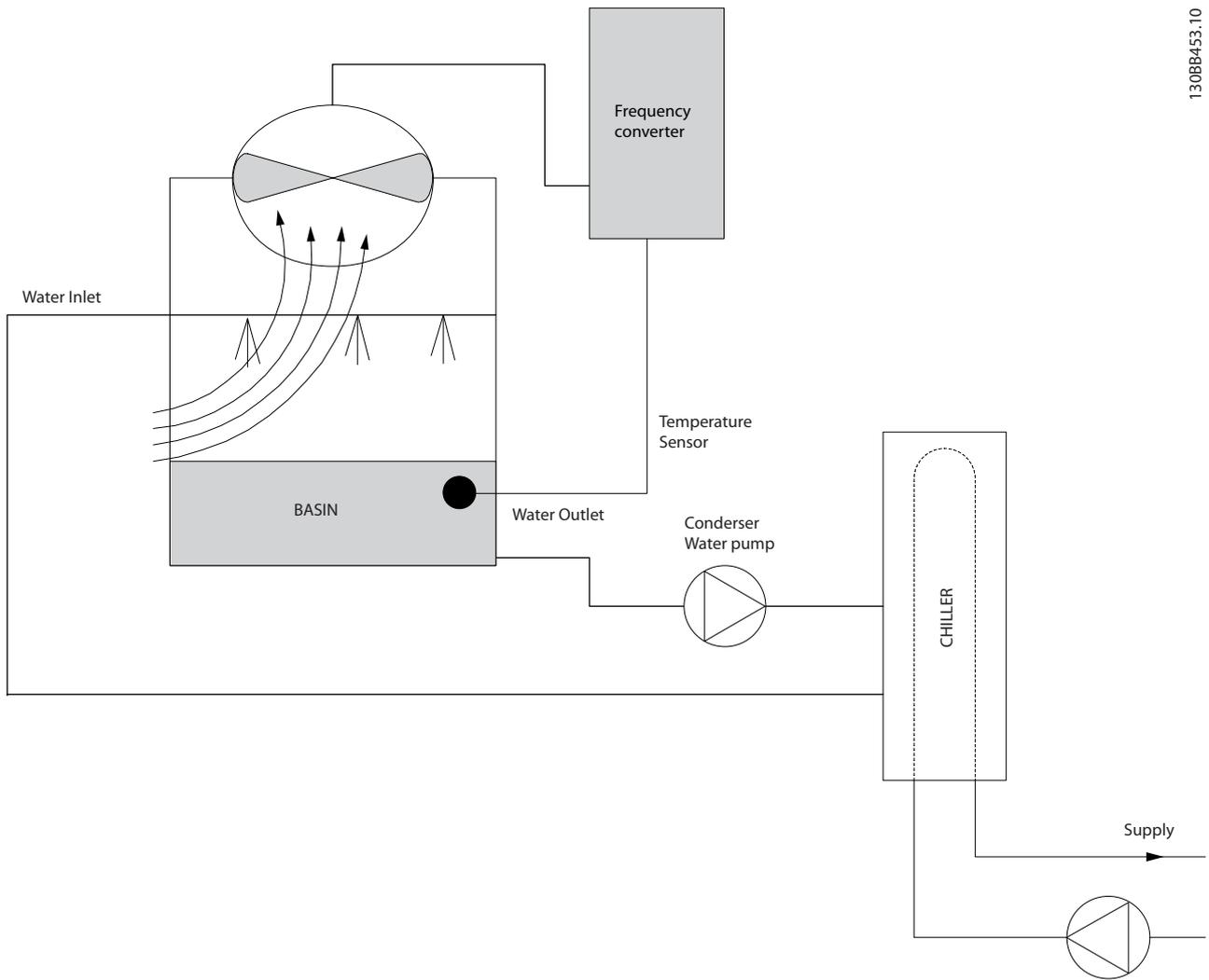
Con un convertidor de frecuencia VLT es posible controlar la velocidad de los ventiladores de las torres de refrigeración para mantener la temperatura del agua del condensador. También pueden utilizarse convertidores de frecuencia para encender y apagar el ventilador cuando sea necesario.

Para mejorar el rendimiento de una aplicación de ventiladores de torres de refrigeración, pueden utilizarse varias de las funciones del convertidor de frecuencia especializado HVAC de (Danfoss). Cuando la velocidad de un ventilador de torre de refrigeración desciende por debajo de un valor determinado, también disminuye su capacidad para refrigerar el agua. Además, si se utiliza una caja de engranajes para controlar la frecuencia del ventilador de la torre, puede ser necesaria una velocidad mínima del 40 al 50 %.

El ajuste de frecuencia mínima programable por el usuario está disponible para mantener esta frecuencia mínima, incluso si la realimentación o la referencia de velocidad solicita una velocidad inferior.

Otra de las funciones estándar del convertidor de frecuencia es que puede programarse para entrar en modo «ir a dormir» y detener el ventilador hasta que se requiera una velocidad mayor. Por otro lado, en algunas torres de refrigeración hay ventiladores con frecuencias no deseadas que pueden provocar vibraciones. Estas frecuencias pueden suprimirse fácilmente programando las bandas de frecuencias de bypass en el convertidor de frecuencia.

2



130BB453.10

Ilustración 2.19 La solución VLT

2.7.19 Bombas del condensador

Las bombas de agua del condensador se usan principalmente para impulsar la circulación del agua a través de la sección de condensación de los enfriadores refrigerados por agua fría y sus respectivas torres de refrigeración. El agua del condensador absorbe el calor de la sección de condensación del enfriador y lo libera a la atmósfera en la torre de refrigeración. Estos sistemas constituyen el medio más eficaz de enfriar agua y son hasta un 20 % más eficaces que los enfriadores refrigerados por aire.

2.7.20 La solución VLT

Se pueden añadir convertidores de frecuencia a las bombas de agua del condensador en lugar de equilibrarlas con una válvula de estrangulamiento o de calibrar el rodete de la bomba.

El uso de un convertidor de frecuencia en lugar de una válvula de estrangulamiento permite ahorrar la energía que absorbería la válvula. Esto puede suponer un ahorro de entre un 15 y un 20 %, o incluso mayor. La calibración del rodete de la bomba es irreversible, de modo que, si las condiciones cambian y se necesita un caudal mayor, será necesario cambiar el rodete.

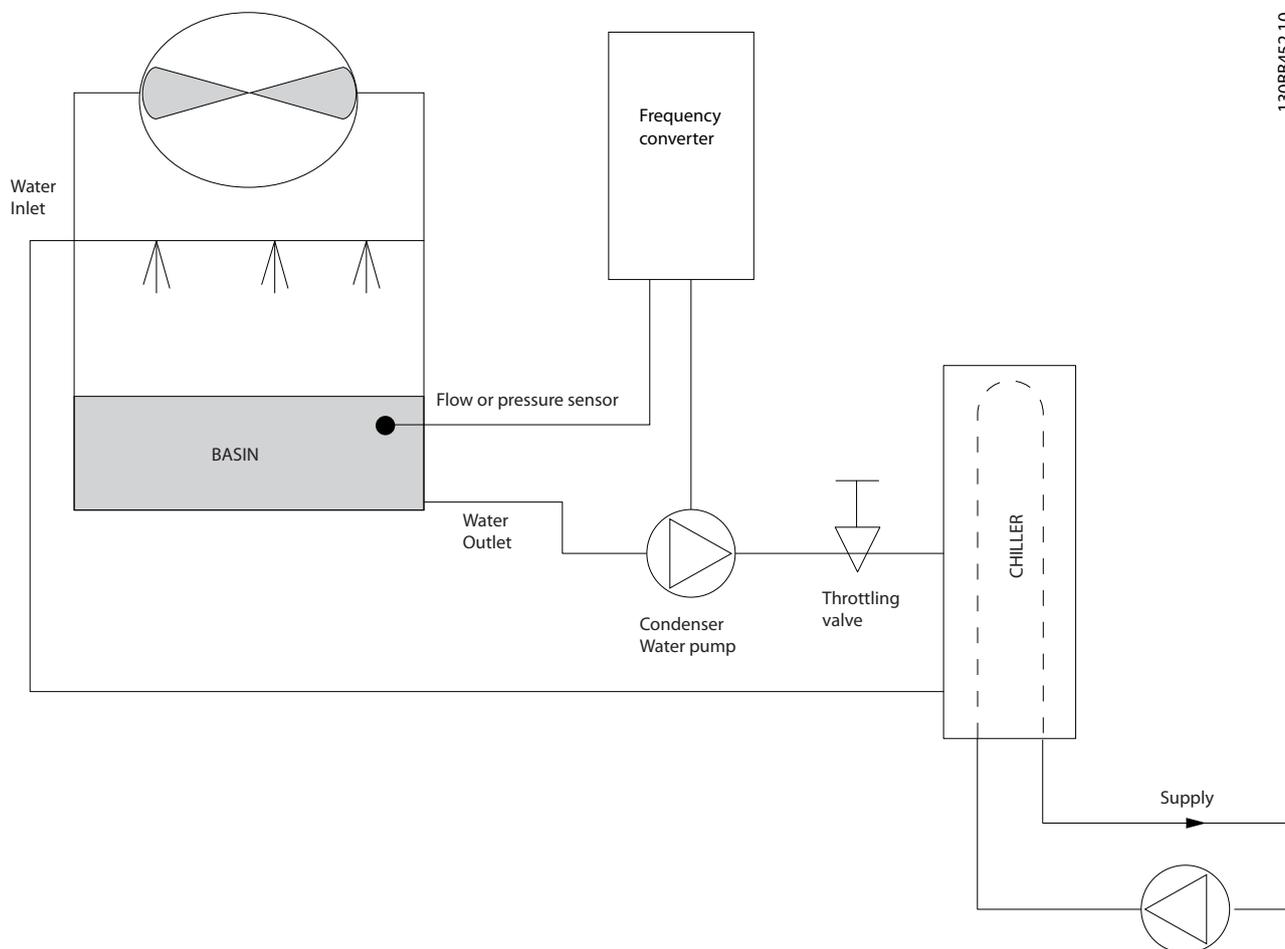


Ilustración 2.20 La solución VLT

2.7.21 Bombas primarias

Las bombas primarias de un sistema de bombeo primario / secundario pueden utilizarse para mantener un caudal constante a través de dispositivos que presentan dificultades de funcionamiento o control cuando se exponen a un caudal variable. La técnica de bombeo primario / secundario desacopla el lazo de producción «primario» del lazo de distribución «secundario». De esta forma, algunos dispositivos, como los enfriadores, pueden mantener un caudal de diseño uniforme y funcionar correctamente aunque el caudal varíe en el resto del sistema.

A medida que disminuye el caudal del evaporador de un enfriador, el agua refrigerada comienza a enfriarse en exceso. Cuando esto ocurre, el enfriador intenta reducir su capacidad de refrigeración. Si el caudal disminuye demasiado o con demasiada rapidez, el enfriador no podrá esparcir suficientemente la carga y el dispositivo de seguridad de baja temperatura del evaporador desconectará el enfriador, lo que requerirá un reinicio manual. Esta situación es habitual en grandes instalaciones, especialmente cuando se instalan dos o varios enfriadores en paralelo y no se utiliza un bombeo primario ni secundario.

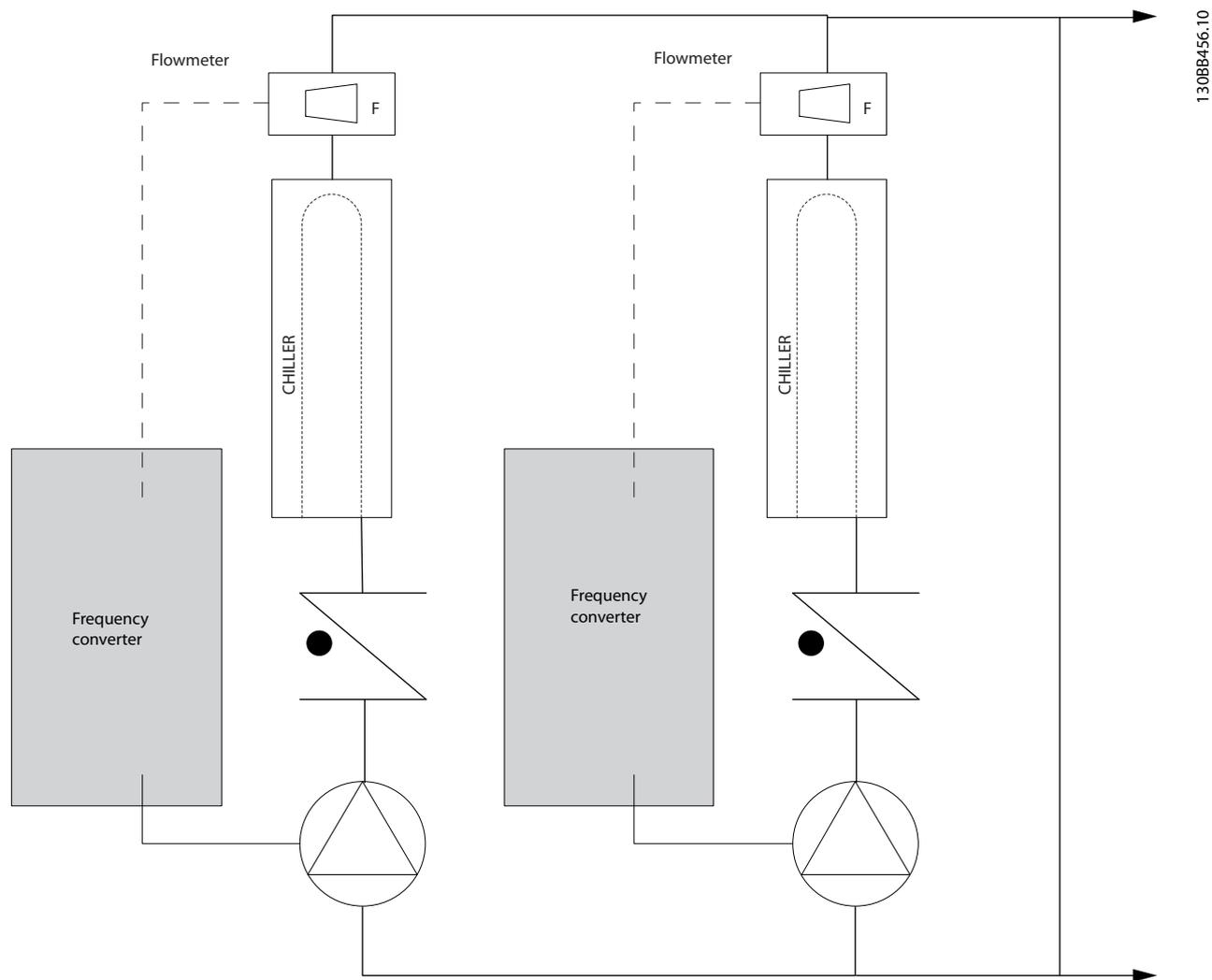
2.7.22 La solución VLT

Según el tamaño del sistema y del lazo primario, el consumo energético del lazo primario puede ser sustancial. Para reducir los gastos de funcionamiento, puede incorporarse un convertidor de frecuencia al sistema primario que sustituya la válvula de estrangulamiento y / o la calibración de los rodets. Existen dos métodos de control comunes:

El primero utiliza un caudalímetro. Dado que se conoce el caudal deseado y que este es uniforme, puede utilizarse un medidor de caudal en la descarga de cada enfriador para controlar la bomba directamente. Mediante el uso del controlador PID incorporado, el convertidor de frecuencia mantiene siempre el caudal adecuado e incluso compensa la resistencia cambiante del lazo de tuberías primario cuando se activan y desactivan los enfriadores y sus bombas.

El segundo método consiste en la determinación de la velocidad local. El operador simplemente disminuye la frecuencia de salida hasta que se alcanza el caudal de diseño.

Utilizar un convertidor de frecuencia para reducir la velocidad de las bombas es muy parecido a equilibrar los rodets de las bombas, salvo que no se requiere mano de obra y que el rendimiento de las bombas es superior. El compensador de contracción simplemente disminuye la velocidad de la bomba hasta que se alcanza el caudal correcto y, entonces, fija la velocidad. La bomba funciona a esta velocidad siempre que el enfriador entre en funcionamiento. Dado que el lazo primario no tiene válvulas de control ni otros dispositivos que puedan provocar cambios en la curva del sistema y que la variación procedente de la conexión y desconexión por etapas de bombas y enfriadores normalmente es pequeña, dicha velocidad fija sigue siendo correcta. En caso de que más adelante haya que aumentar el caudal del sistema, bastará con que el convertidor de frecuencia aumente la velocidad de la bomba en lugar de tener que cambiar el rodete.



130BB456.10

2

Ilustración 2.21 La solución VLT

2.7.23 Bombas secundarias

Las bombas secundarias de un sistema de bombeo primario / secundario de agua fría sirven para distribuir el agua refrigerada a las cargas procedentes del lazo de producción primario. El sistema de bombeo primario / secundario sirve para desacoplar hidráulicamente un lazo de tuberías de otro. En este caso, la bomba primaria se usa para mantener constante el caudal de los enfriadores mientras permite que el caudal de las bombas secundarias varíe, lo cual aumenta el control y ahorra energía.

Si no se emplea el concepto de diseño primario / secundario y se diseña un sistema de volumen variable, cuando el caudal descienda demasiado o demasiado rápidamente, el enfriador no podrá distribuir la carga correctamente. El dispositivo de seguridad de baja temperatura del evaporador desconectará el enfriador, lo que requerirá un reinicio manual. Esta situación es habitual en grandes instalaciones, especialmente cuando se instalan dos o más enfriadores en paralelo.

2.7.24 La solución VLT

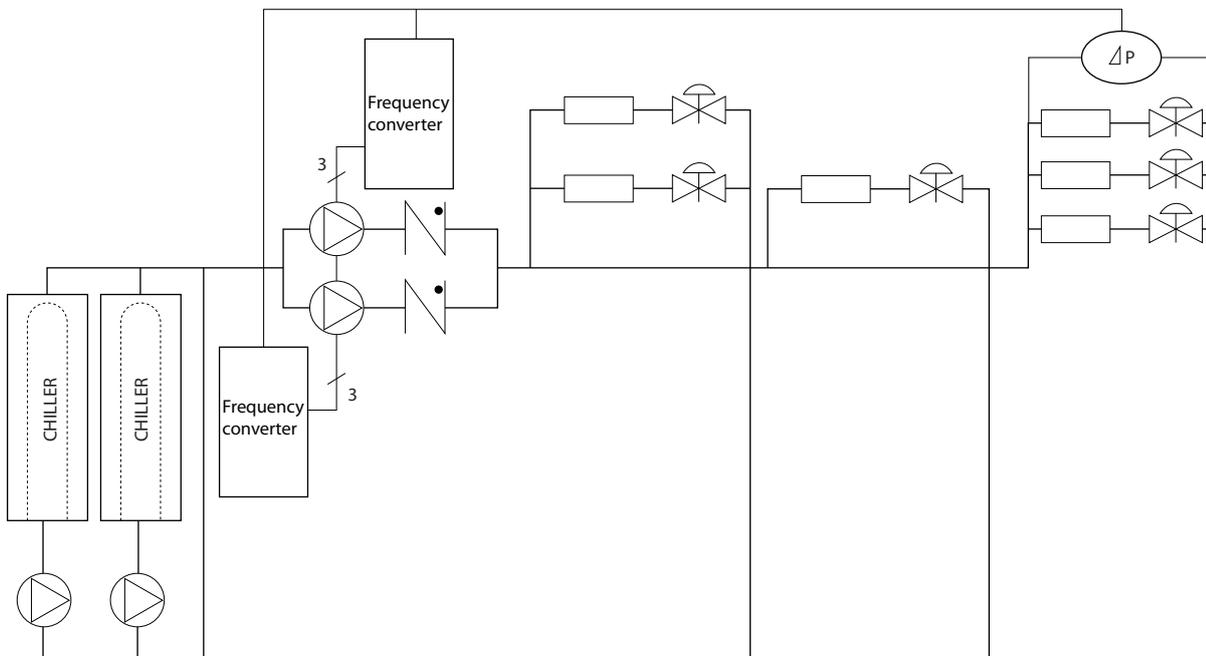
Aunque el sistema primario / secundario con válvulas bidireccionales permite aumentar el ahorro energético y aliviar los problemas de control del sistema, solo se consigue un verdadero ahorro energético y potencial de control con la incorporación de convertidores de frecuencia.

Con la incorporación de convertidores de frecuencia, y colocando el sensor adecuado en el lugar adecuado, las bombas pueden cambiar de velocidad para seguir la curva del sistema en lugar de la curva de la bomba.

Así se malgasta menos energía y se elimina la mayor parte de la sobrepresurización a la que a veces se ven sometidas las válvulas bidireccionales.

Cuando se alcanzan las cargas controladas, se cierran las válvulas bidireccionales. Esto aumenta la presión diferencial calculada en toda la carga y en la válvula bidireccional. Cuando esta presión diferencial comienza a subir, se aminora la velocidad de la bomba para mantener el cabezal de control o valor de consigna. Este valor de consigna se calcula sumando la caída de presión de la carga y de la válvula bidireccional en las condiciones de diseño.

Tenga en cuenta que, si se utilizan varias bombas en paralelo, deben funcionar a la misma velocidad para aumentar al máximo el ahorro energético, ya sea con varios convertidores de frecuencia individuales o con un controlando varias bombas en paralelo.



130BB454.10

Ilustración 2.22 La solución VLT

2.8 Estructuras de control

2.8.1 Principio de control

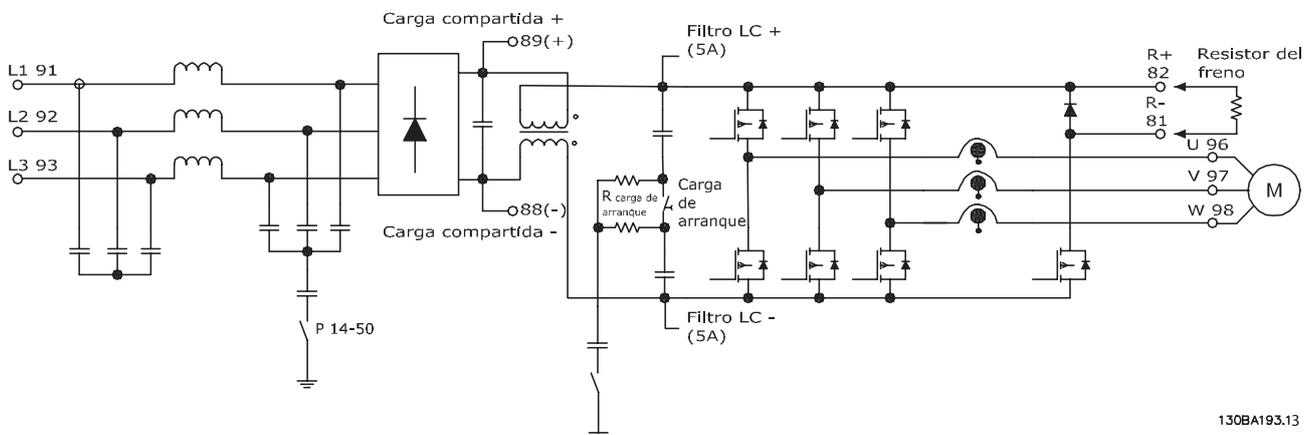


Ilustración 2.23 Estructuras de control

El convertidor de frecuencia es un equipo de alto rendimiento para aplicaciones exigentes. Puede manejar varias clases de principios de control de motor, tales como el modo de motor especial U/f y VVC^{plus} y puede manejar motores normales asíncronos de jaula de ardilla. El comportamiento en cortocircuito del convertidor de frecuencia depende de los tres transductores de corriente de las fases del motor.

Seleccione entre lazo abierto o lazo cerrado en 1-00 Modo Configuración.

2.8.2 Estructura de control de lazo abierto

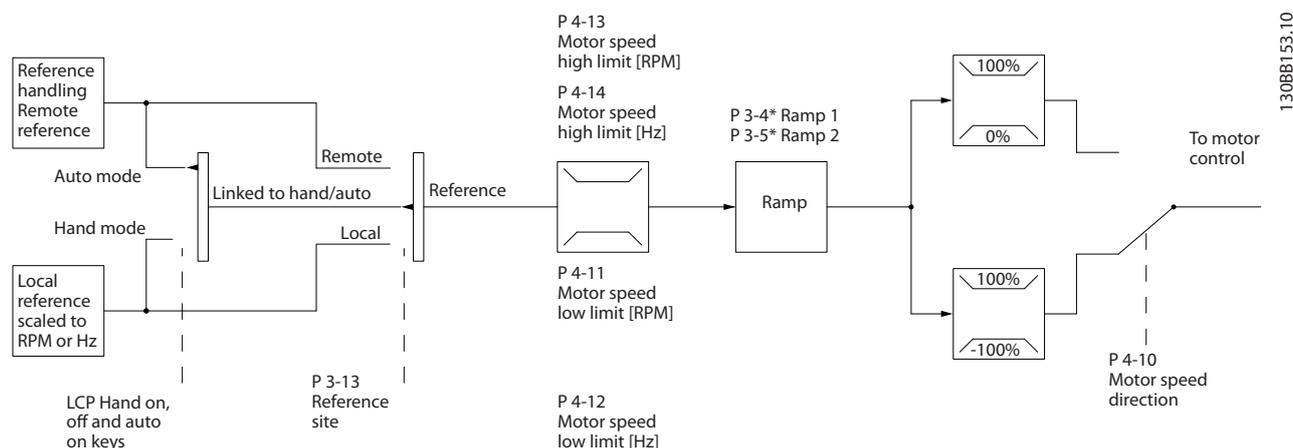


Ilustración 2.24 Estructura de lazo abierto

En la configuración mostrada en la Ilustración 2.24, 1-00 Modo Configuración está ajustado en Lazo abierto [0]. Se recibe la referencia resultante del sistema de manejo de referencias, o la referencia local, y se transfiere a la limitación de rampa y de velocidad antes de enviarse al control del motor. La salida del control del motor se limita entonces según el límite de frecuencia máxima.

2.8.3 Control de motor PM / EC+

El concepto EC+ de (Danfoss) ofrece la posibilidad de que los convertidores de frecuencia de (Danfoss) funcionen con motores PM de alto rendimiento en tipos de protección estándar, según lo establecido en CEI.

La puesta en servicio se puede comparar a la de los motores asíncronos (de inducción) que utilizan la estrategia de control VVC^{plus} PM de (Danfoss).

Ventajas para el cliente:

- Libre elección de la tecnología del motor (motor de magnetización permanente o de inducción)
- Instalación y funcionamiento similares a los de los motores de inducción
- Independencia del fabricante al elegir componentes del sistema, como motores
- Rendimiento del sistema mejorado gracias a la elección de los mejores componentes
- Posibilidad de actualizar instalaciones existentes
- Gama de potencias: 1,1-22 kW

Limitaciones de intensidad:

- Actualmente, solamente hasta 22 kW
- Actualmente, limitada a motores PM no salientes
- Los filtros LC no son compatibles con motores PM
- El algoritmo de sobretensión no es compatible con motores PM
- El algoritmo de energía regenerativa no es compatible con motores PM
- El algoritmo AMA no es compatible con motores PM
- Detección de que no falta una fase del motor
- Detección de no calado
- Sin función de ETR

2.8.4 Dimensionamiento del convertidor de frecuencia y el motor PM

Las inductancias bajas de los motores PM pueden provocar ondulaciones de intensidad en el convertidor de frecuencia.

Para elegir el convertidor de frecuencia adecuado para un motor PM determinado, asegúrese de que:

- El convertidor de frecuencia puede proporcionar la potencia e intensidad necesarias en todas las condiciones de funcionamiento.
- La potencia de salida del convertidor de frecuencia es igual o superior a la potencia de salida del motor.
- Dimensione el convertidor de frecuencia para una carga de funcionamiento constante del 100 % con un margen de seguridad suficiente.

La intensidad (A) y la potencia de salida típica (kW) para un motor PM puede encontrarse en *capítulo 9.1 Tablas de alimentación de red* para diferentes tensiones.

Ejemplos de dimensionamiento para potencia de salida nominal
Ejemplo 1

- Tamaño del motor PM: 1,5 kW/2,9 A
- Red: 3 × 400 V

Convertidor de frecuencia	Típica [kW]	Típica [CV] a 460 V	Continua [A] (3 × 380-440 V)	Intermitente [A] (3 × 380-440 V)	Continua [A] (3 × 441-480 V)	Intermitente [A] (3 × 441-480 V)
P1K1	1,1	1,5	3,0	3,3	2,7	3,0
P1K5	1,5	2,0	4,1	4,5	3,4	3,7

Tabla 2.10 Datos de dimensionamiento para convertidores de frecuencia de 1,1 y 1,5 kW

La potencia de salida del motor PM (2,9 A) se corresponde con la clasificación actual, tanto para el convertidor de frecuencia de 1,1 kW (3 A a 400 V), como para el convertidor de frecuencia de 1,5 kW (4,1 A a 400 V). Sin embargo, dado que la potencia de salida del motor es 1,5 kW, el convertidor de frecuencia de 1,5 kW es la opción adecuada,

	Motor	Convertidor de frecuencia de 1,5 kW
Potencia	1,5 kW	1,5 kW
Intensidad	2,9 A	4,1 A a 400 V

Tabla 2.11 Convertidor de frecuencia con las dimensiones correctas
Ejemplo 2

- Tamaño del motor PM: 5,5 kW/12,5 A
- Red: 3 × 400 V

Convertidor de frecuencia	Típica [kW]	Típica [CV] a 460 V	Continua [A] (3 × 380-440 V)	Intermitente [A] (3 × 380-440 V)	Continua [A] (3 × 441-480 V)	Intermitente [A] (3 × 441-480 V)
P4K0	4,0	5,0	10,0	11,0	8,2	9,0
P5K5	5,5	7,5	13,0	14,3	11,0	12,1

Tabla 2.12 Datos de dimensionamiento para convertidores de frecuencia de 4,0 y 5,5 kW

La clasificación actual del motor PM (12,5 A) se corresponde con la clasificación de intensidad de los convertidores de frecuencia 5,5 kW (13 A a 400 V) y no con la clasificación de intensidad de los convertidores de frecuencia de 4,0 kW (10 A a 400 V). Dado que la potencia de salida del motor es 5,5 kW, el convertidor de frecuencia de 5,5 kW es la opción adecuada.

	Motor	Convertidor de frecuencia de 5,5 kW
Potencia	5,5 kW	5,5 kW
Intensidad	12,5 A	13 A a 400 V

Tabla 2.13 Convertidor de frecuencia con las dimensiones correctas
2.8.5 Control local (Hand on) y remoto (Auto on)

El convertidor de frecuencia puede accionarse manualmente a través del panel de control local (LCP) o de forma remota mediante entradas analógicas / digitales o un bus serie.

Si se permite en 0-40 Botón (Hand on) en LCP, 0-41 Botón (Off) en LCP, 0-42 [Auto activ.] llave en LCP y 0-43 Botón (Reset) en LCP, es posible arrancar y parar el convertidor de frecuencia mediante el LCP utilizando las teclas [Hand on] y [Off]. Las alarmas pueden reiniciarse mediante la tecla [Reset]. Después de pulsar la tecla [Hand on], el convertidor de frecuencia pasa al modo manual y sigue (de manera predeterminada) la referencia local ajustada mediante [▲] y [▼].

Tras pulsar [Auto on], el convertidor de frecuencia pasa al modo automático y sigue (de manera predeterminada) la referencia remota. En este modo, resulta posible controlar el convertidor de frecuencia mediante las entradas digitales y diferentes interfaces serie (RS-485, USB o un bus de campo opcional). Obtenga más información acerca del arranque, parada, cambio de rampas y ajustes de parámetros, etc., en el grupo de parámetros 5-1* *Entradas digitales* o en el grupo de parámetros 8-5* *Serial Communication*.

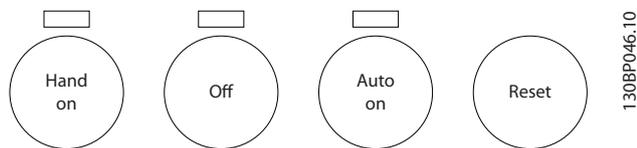


Ilustración 2.25 Teclas de funcionamiento

Hand off Auto Teclas del LCP	3-13 Lugar de referencia	Referencia activa
Manual	Conectado a Hand / Auto	Local
Hand ⇒ off	Conectado a Hand / Auto	Local
Auto	Conectado a Hand / Auto	Remoto
Auto ⇒ off	Conectado a Hand / Auto	Remoto
Todas las teclas	Local	Local
Todas las teclas	Remoto	Remoto

Tabla 2.14 Condiciones para referencia local o remota

Tabla 2.14 indica en qué condiciones está activada la referencia local o la remota. Una de ellas está siempre activa, pero nunca pueden estarlo ambas a la vez.

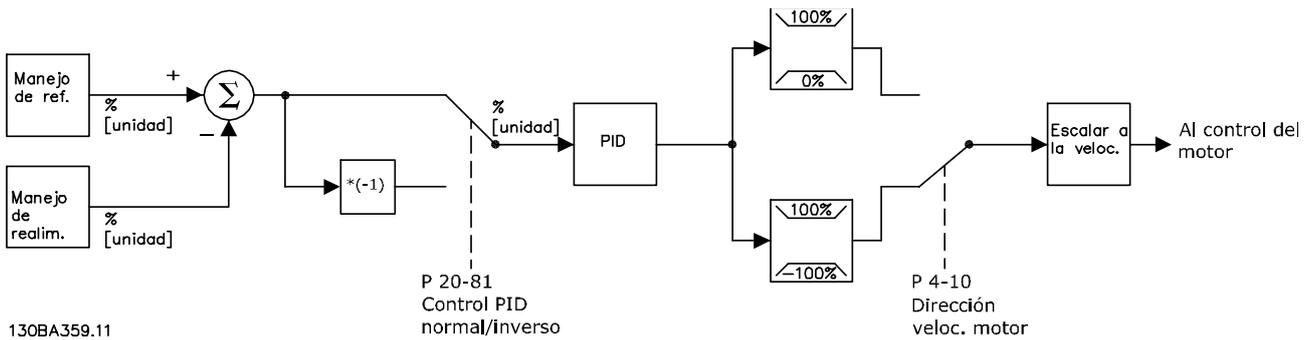
La referencia local hace que el modo de configuración se ajuste a lazo abierto, independientemente del ajuste de 1-00 *Modo Configuración*.

La referencia local se restaura con la desconexión.

2.8.6 Estructura de control de lazo cerrado

El controlador interno permite que el convertidor de frecuencia se convierta en parte integral del sistema controlado. El convertidor de frecuencia recibe una señal de realimentación desde un sensor en el sistema. A continuación, compara esta señal con un valor de referencia y determina el error, si lo hay, entre las dos señales. Ajusta luego la velocidad del motor para corregir el error.

Por ejemplo, consideremos una aplicación de bombas en la que la velocidad de una bomba debe ser controlada de forma que la presión en una tubería sea constante. El valor de presión estática deseado se suministra al convertidor de frecuencia como referencia de consigna. Un sensor de presión estática mide la presión estática real en la tubería y suministra este dato al convertidor en forma de señal de realimentación. Si la señal de realimentación es mayor que la referencia de consigna, el convertidor de frecuencia disminuye la velocidad para reducir la presión. De la misma forma, si la presión en la tubería es inferior a la referencia de consigna, el convertidor de frecuencia acelera automáticamente para aumentar la presión suministrada por la bomba.



Aunque los valores predeterminados del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia normalmente proporcionan un rendimiento satisfactorio, a menudo puede optimizarse el control del sistema ajustando algunos de los parámetros del controlador de lazo cerrado. También se pueden ajustar automáticamente las constantes del control PI.

2.8.7 Gestión de la realimentación

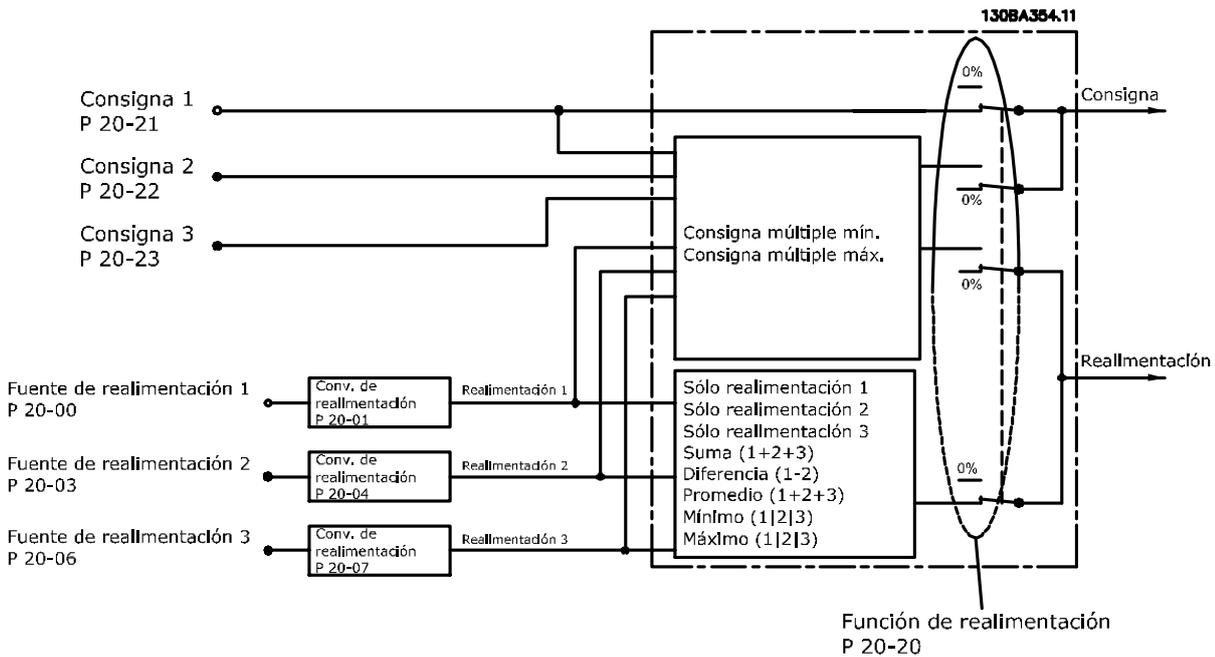


Ilustración 2.27 Diagrama de bloques de procesamiento de señal de realimentación

La gestión de la realimentación puede configurarse para trabajar con aplicaciones que requieran un control avanzado, tales como múltiples valores de consigna y realimentaciones. Son habituales tres tipos de control.

Zona única, valor de consigna único

Zona única, consigna única es una configuración básica. La Consigna 1 se añade a cualquier otra referencia (si la hay, consulte Gestión de referencias) y la señal de realimentación se selecciona utilizando 20-20 Función de realim..

Multizona, consigna única

Multizona, consigna única utiliza dos o tres sensores de realimentación, pero un único valor de consigna. La realimentación puede sumarse, restarse (solo realimentación 1 y 2) o puede hallarse su promedio.

Adicionalmente, puede usarse el valor máximo o el mínimo. El valor de consigna 1 se utiliza exclusivamente en esta configuración.

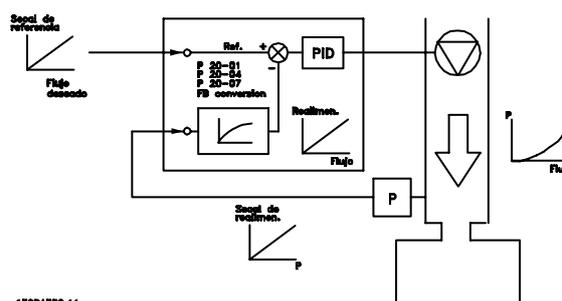
Si se ha seleccionado [13] *Mín. consignas múltiples*, el par de consigna / realimentación que tenga la mayor diferencia controla la velocidad del convertidor de frecuencia. [14] *Máx. consignas múltiples* intenta mantener todas las zonas en sus respectivas consignas, o por debajo de ellas, mientras que [13] *Mín. consignas múltiples* intenta mantener todas las zonas en sus consignas respectivas, o por encima de ellas.

Ejemplo

Una aplicación con dos zonas y dos valores de consigna. El valor de consigna de la zona 1 es 15 bar y la realimentación es 5,5 bar. El valor de consigna de la zona 2 es 4,4 bar y la realimentación es 4,6 bar. Si se selecciona [14] *Máx. consignas múltiples*, el valor de consigna y la realimentación de la zona 1 se envían al controlador PID, puesto que es el que tiene la menor diferencia (la realimentación es mayor que el valor de consigna, lo que produce una diferencia negativa). Si se selecciona [13] *Mín. consignas múltiples*, el valor de consigna y la realimentación de la zona 2 se envían al controlador PID, puesto que es el que tiene la mayor diferencia (la realimentación es menor que el valor de consigna, lo que produce una diferencia positiva)

2.8.8 Conversión de realimentación

En algunas aplicaciones, puede resultar de utilidad convertir la señal de realimentación. Un ejemplo de ello es el uso de una señal de presión para proporcionar realimentación de caudal. Puesto que la raíz cuadrada de la presión es proporcional al caudal, la raíz cuadrada de la señal de presión suministra un valor proporcional al caudal. Esto se muestra en la Ilustración 2.28.



11000000 11

Ilustración 2.28 Conversión de realimentación

2.8.9 Manejo de referencias

Detalles para el funcionamiento en lazo abierto y en lazo cerrado

130BA357.1'

2

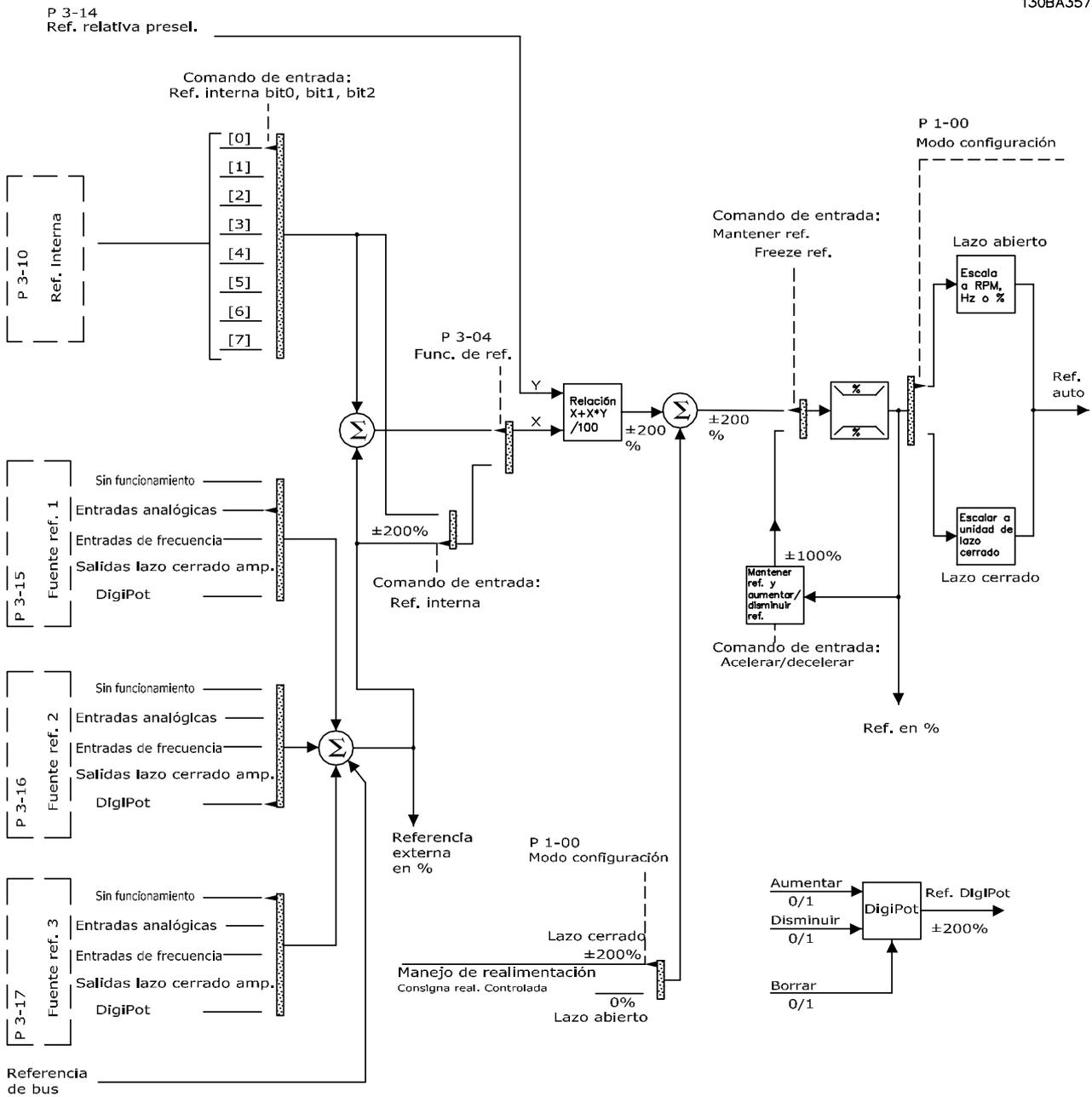


Ilustración 2.29 Diagrama de bloque que muestra la referencia remota

La referencia remota está compuesta por:

- Referencias internas.
- Referencias externas (entradas analógicas, de frecuencia de impulsos, de potenciómetros digitales y de referencias de bus de comunicaciones serie).
- La referencia relativa interna.
- Valor de consigna controlado de realimentación.

Es posible programar hasta 8 referencias internas distintas en el convertidor de frecuencia. La referencia interna activa puede seleccionarse utilizando entradas digitales o el bus de comunicación serie. La referencia también puede suministrarse externamente, generalmente desde una entrada analógica. Esta fuente externa se selecciona mediante uno de los tres parámetros de Fuente de referencia (3-15 Fuente 1 de referencia, 3-16 Fuente 2 de referencia y 3-17 Fuente 3 de referencia). Digipot es un potenciómetro digital. También es denominado habitualmente Control de aceleración / deceleración o Control de coma flotante. Para configurarlo, se programa una entrada digital para aumentar la referencia, mientras otra entrada digital se programa para disminuir la referencia. Puede utilizarse una tercera entrada digital para reiniciar la referencia del Digipot. Todos los recursos de referencias y la referencia de bus se suman para producir la referencia externa total. Como referencia activa puede seleccionarse la referencia externa, la referencia interna o la suma de las dos. Finalmente, esta referencia puede escalarse utilizando 3-14 Referencia interna relativa.

La referencia escalada se calcula de la siguiente forma:

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

Donde X es la referencia externa, la interna o la suma de ambas, e Y es la 3-14 Referencia interna relativa en [%].

Si Y, 3-14 Referencia interna relativa se ajusta al 0 %, la referencia no se verá afectada por el escalado.

2.8.10 Ejemplo de control PID de lazo cerrado.

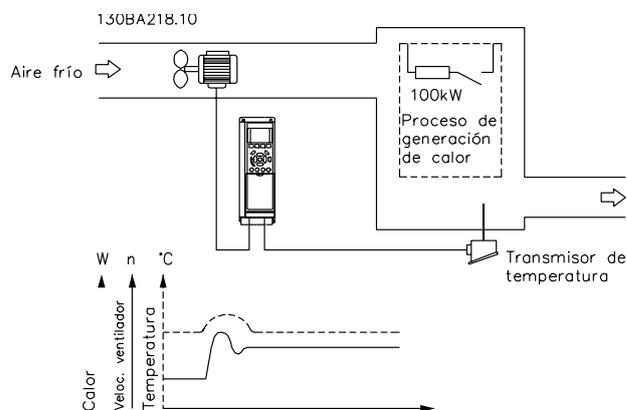


Ilustración 2.30 Control de lazo cerrado para un sistema de ventilación

En un sistema de ventilación, la temperatura debe mantenerse en un valor constante. La temperatura deseada se establece en un intervalo de -5 a $+35$ °C utilizando un potenciómetro de 0-10 V. Como se trata de una aplicación de refrigeración, si la temperatura está por encima del valor de consigna, la velocidad del ventilador debe incrementarse para proporcionar un mayor caudal de aire de refrigeración. El sensor de temperatura tiene un rango de -10 a 40 °C y utiliza un transmisor de dos cables para proporcionar una señal de 4-20 mA. El rango de frecuencia de salida del convertidor de frecuencia es de 10 a 50 Hz.

1. Arranque / parada mediante el interruptor conectado entre los terminales 12 (+24 V) y 18.
2. Referencia de temperatura a través de un potenciómetro (de -5 a $+35$ °C, 0-10 V) conectado a los terminales 50 (+10 V), 53 (entrada) y 55 (común).
3. Realimentación de temperatura a través de un transmisor (de -10 a 40 °C, 4 a 20 mA) conectado al terminal 54. Interruptor S202 tras el LCP ajustado a ON (entrada de intensidad).

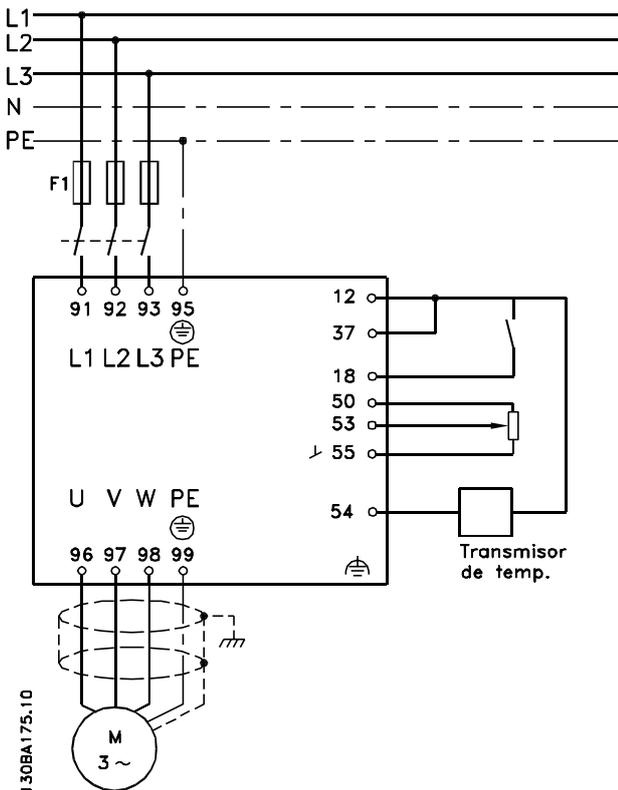


Ilustración 2.31 Ejemplo de control PID de lazo cerrado.

2.8.11 Orden de programación

AVISO!

En este ejemplo, se presupone que se utiliza un motor de inducción, es decir, que 1-10 Construcción del motor = [0] Asíncrono.

Función	Parámetro	Ajuste
1) Asegúrese de que el motor está funcionando correctamente. Haga lo siguiente:		
Ajuste los parámetros del motor usando los datos de la placa de características.	1-2*	En función de las especificaciones de la placa de características del motor.
Ejecute una Adaptación automática del motor.	1-29	[1] Active AMA completo y ejecute luego la función AMA.
2) Compruebe que el motor esté rodando en la dirección adecuada.		
Ejecute una verificación de la rotación del motor.	1-28	Si el motor gira en sentido incorrecto, desconecte temporalmente la alimentación e invierta dos de las fases del motor.

Función	Parámetro	Ajuste
3) Asegúrese de que los límites del convertidor de frecuencia están ajustados a valores seguros		
Compruebe que los ajustes de rampa estén dentro de las posibilidades del convertidor de frecuencia y cumplan las especificaciones de funcionamiento de la aplicación.	3-41 3-42	60 s 60 s Depende del tamaño de motor / de la carga También activo en modo manual.
Si es necesario, impida la inversión del motor	4-10	[0] Izqda. a dcha.
Especifique unos límites aceptables para la velocidad del motor.	4-12 4-14 4-19	10 Hz, Motor min speed 50 Hz, Motor max speed 50 Hz, Drive max output frequency
Cambio de lazo abierto a lazo cerrado.	1-00	[3] Lazo cerrado
4) Configure la realimentación al controlador PID.		
Seleccione la unidad de referencia / realimentación apropiada.	20-12	[71] bar
5) Configure la referencia de consigna para el controlador PID.		
Ajuste unos límites aceptables para la referencia de consigna.	20-13 20-14	0 bar 10 bar
Seleccione intensidad o tensión con los interruptores S201 / S202		
6) Escale las entradas analógicas empleadas como consigna de referencia y realimentación.		
Escale la Entrada analógica 53 para el rango de presión del potenciómetro (0-10 bar, 0-10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (predeterminado) 0 bar 10 bar
Escale la Entrada analógica 54 para el sensor de presión (0-10 bar, 4-20 mA)	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (predeterminado) 0 bar 10 bar
7) Ajuste los parámetros del controlador PID		
Ajuste el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia si es preciso.	20-93 20-94	Consulte a continuación el apartado sobre Optimización del controlador PID.
8) Guarde para finalizar.		
Guarde los ajustes de los parámetros en el LCP para mantenerlos a salvo	0-50	[1] Trans. LCP tod. par.

Tabla 2.15 Orden de programación

2.8.12 Ajuste del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia

Una vez que el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia ha sido configurado, debe comprobarse el rendimiento del controlador. En muchos casos, su rendimiento puede ser aceptable utilizando los valores predeterminados de *20-93 Ganancia proporc. PID* y *20-94 Tiempo integral PID*. No obstante, en algunos casos puede resultar útil optimizar los valores de estos parámetros para proporcionar una respuesta más rápida del sistema, a la vez que se mantiene bajo control la sobremodulación de velocidad.

2.8.13 Ajuste manual del PID

1. Ponga en marcha el motor.
2. Ajuste *20-93 Ganancia proporc. PID* a 0,3 e increméntelo hasta que la señal de realimentación empiece a oscilar. Si es necesario, arranque y pare el convertidor de frecuencia o haga cambios paso a paso en la referencia de consigna para intentar que se produzca la oscilación. A continuación, reduzca la ganancia proporcional de PID hasta que la señal de realimentación se estabilice. Después, reduzca la ganancia proporcional entre un 40 y un 60 %.
3. Ajuste *20-94 Tiempo integral PID* a 20 s y reduzca el valor hasta que la señal de realimentación empiece a oscilar. Si es necesario, arranque y pare el convertidor de frecuencia o haga cambios paso a paso en la referencia de consigna para intentar que se produzca la oscilación. A continuación, aumente el tiempo integral de PID hasta que la señal de realimentación se estabilice. Después, aumente el tiempo integral entre un 15 y un 50 %.
4. *20-95 Tiempo diferencial PID* únicamente debe usarse para sistemas de actuación muy rápida. El valor normal es el 25 % de *20-94 Tiempo integral PID*. La función diferencial solo debe emplearse cuando el ajuste de la ganancia proporcional y del tiempo integral se hayan optimizado por completo. Compruebe que las oscilaciones de la señal de realimentación están suficientemente amortiguadas por el filtro de paso bajo para la señal de realimentación (parámetros 6-16, 6-26, 5-54 o 5-59, según se necesite).

2.9 Aspectos generales de la EMC

Normalmente aparecen interferencias eléctricas a frecuencias en el intervalo de 150 kHz a 30 MHz. Las interferencias generadas por el convertidor de frecuencia y transmitidas por el aire, con frecuencias en el rango de 30 MHz a 1 GHz, tienen su origen en el inversor, el cable del motor y el motor.

Como se muestra en la *Ilustración 2.32*, la capacitancia en el cable de motor, junto con una elevada dU/dt de la tensión del motor, genera corrientes de fuga.

La utilización de un cable de motor apantallado aumenta la corriente de fuga (consulte *Ilustración 2.32*) porque los cables apantallados tienen una mayor capacitancia a tierra que los cables no apantallados. Si la corriente de fuga no se filtra, provoca una mayor interferencia en la alimentación de red, en el intervalo de radiofrecuencia inferior a 5 MHz. Puesto que la corriente de fuga (I_1) se reconduce a la unidad a través del apantallamiento (I_3), en principio solo habrá un pequeño campo electromagnético (I_4) desde el cable apantallado del motor, tal y como se indica en la *Ilustración 2.32*.

El apantallamiento reduce la interferencia radiada, aunque incrementa la interferencia de baja frecuencia en la red eléctrica. Conecte el apantallamiento del cable de motor a la protección del convertidor de frecuencia, así como a la protección del motor. El mejor procedimiento consiste en utilizar abrazaderas de apantallamiento integradas para evitar extremos de apantallamiento retorcidos en espiral (cables de conexión flexibles). Los cables de conexión flexibles aumentan la impedancia del apantallamiento a frecuencias superiores, lo que reduce el efecto de pantalla y aumenta la corriente de fuga (I_4).

Si se emplea un cable apantallado para el relé, el cable de control, la interfaz de señal y el freno, monte el apantallamiento en ambos extremos de la protección. En algunas situaciones, sin embargo, es necesario romper el apantallamiento para evitar bucles de intensidad.

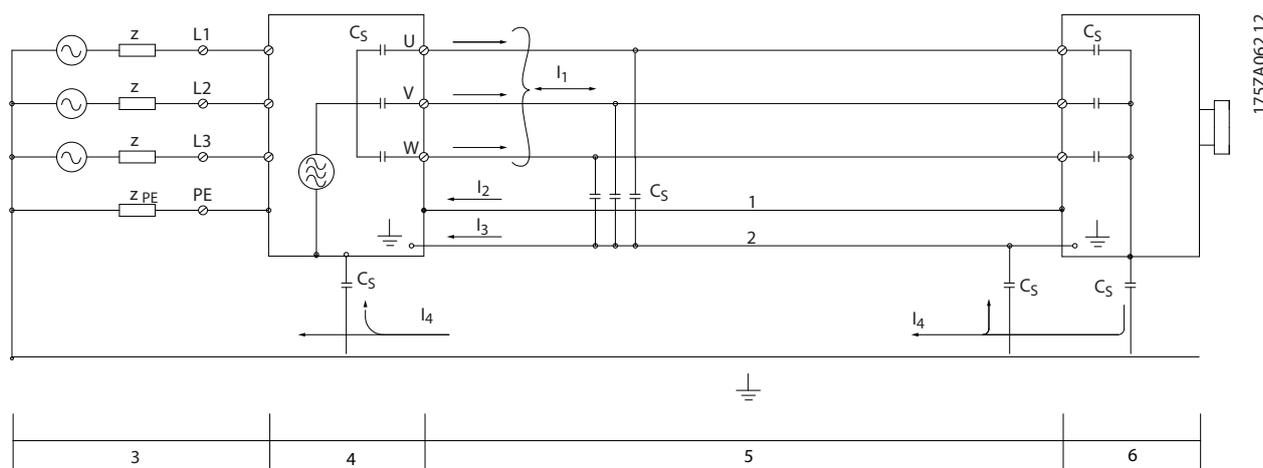


Ilustración 2.32 Situación que provoca intensidades de fuga

1	Cable de tierra	4	Convertidor de frecuencia
2	Apantallamiento	5	Cable de motor apantallado
3	Alimentación de red de CA	6	Motor

Tabla 2.16 Leyenda de la *Ilustración 2.32*

Si el apantallamiento debe colocarse en una placa de montaje para el convertidor de frecuencia, dicha placa deberá estar fabricada en metal para conducir las intensidades del apantallamiento de vuelta a la unidad. Asegúrese, además, de que la placa de montaje y el chasis del convertidor de frecuencia hacen buen contacto eléctrico a través de los tornillos de montaje.

Si se utilizan cables no apantallados, no se cumplirán algunos de los requisitos sobre emisión, aunque sí se seguirán la mayoría de los requisitos de inmunidad.

Para reducir el nivel de interferencia del sistema completo (unidad + instalación), haga que los cables de motor y de freno sean lo más cortos posibles. Los cables con un nivel de señal sensible no deben colocarse junto a los cables de motor y de freno. La interferencia de radio superior a 50 MHz (transmitida por el aire) es generada especialmente por los elementos electrónicos de control. Consulte para obtener más información sobre EMC.

2.9.1 Requisitos en materia de emisiones

De acuerdo con la norma de productos EMC para convertidores de frecuencia de velocidad ajustable EN/CEI 61800-3:2004, los requisitos EMC dependen del uso previsto del convertidor de frecuencia. Hay cuatro categorías definidas en la norma de productos EMC. Las definiciones de las cuatro categorías, junto con los requerimientos en materia de emisiones de la alimentación de red, se proporcionan en *Tabla 2.17*.

Categoría	Definición	Requisito en materia de emisiones realizado conforme a los límites indicados en la norma EN 55011.
C1	Convertidores de frecuencia instalados en el primer ambiente (hogar y oficina) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.	Clase B
C2	Convertidores de frecuencia instalados en el primer ambiente (hogar y oficina), con una tensión de alimentación inferior a 1000 V, que no son ni enchufables ni desplazables y están previstos para su instalación y puesta a punto por profesionales.	Clase A, grupo 1
C3	Convertidores de frecuencia instalados en el segundo ambiente (industrial) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.	Clase A, grupo 2
C4	Convertidores de frecuencia instalados en el segundo ambiente con una tensión de alimentación igual o superior a 1000 V y una intensidad nominal igual o superior a 400 A o prevista para el uso en sistemas complejos.	Sin límite Debe elaborarse un plan EMC.

Tabla 2.17 Requisitos en materia de emisiones

Cuando se utilizan las normas de emisiones generales (conducidas), los convertidores de frecuencia deben cumplir los siguientes límites

Ambiente	Estándar general	Requisito en materia de emisiones realizado conforme a los límites indicados en la norma EN 55011.
Primer ambiente (hogar y oficina)	Norma de emisiones para entornos residenciales, comerciales e industria ligera EN/CEI 61000-6-3.	Clase B
Segundo ambiente (entorno industrial)	Norma de emisiones para entornos industriales EN/CEI 61000-6-4.	Clase A, grupo 1

Tabla 2.18 Límites de las normas de emisiones generales

2.9.2 Resultados de las pruebas de EMC

Los siguientes resultados de las pruebas se obtuvieron utilizando un sistema con un convertidor de frecuencia, un cable de control apantallado y un cuadro de control con potenciómetro, así como un motor y un cable de motor apantallado a frecuencia de conmutación nominal. En la *Tabla 2.19* se establecen las longitudes máximas de cable.

Tipo de filtro RFI		Emisión conducida			Emisión irradiada		
		Longitud del cable [m]			Longitud del cable [m]		
Estándares y requisitos	EN 55011	Clase B Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera	Clase A, grupo 1 Entorno industrial	Clase A, grupo 2 Entorno industrial	Clase B Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera	Clase A, grupo 1 Entorno industrial	Clase A, grupo 2 Entorno industrial
	EN/CEI 61800-3	Categoría C1 Primer ambiente (hogar y oficina)	Categoría C2 Primer ambiente (hogar y oficina)	Categoría C3 Segundo ambiente (entorno industrial)	Categoría C1 Primer ambiente (hogar y oficina)	Categoría C2 Primer ambiente (hogar y oficina)	Categoría C3 Segundo ambiente (entorno industrial)
H1							
FC 102	1,1-45 kW 200-240 V	50	150	150	No	Sí	Sí
	1,1-90 kW 380-480 V	50	150	150	No	Sí	Sí
H2							
FC 102	1,1-3,7 kW 200-240 V	No	No	5	No	No	No
	5,5-45 kW 200-240 V	No	No	25	No	No	No
	1,1-7,5 kW 380-500 V	No	No	5	No	No	No
	11-90 kW 380-500 V ⁴⁾	No	No	25	No	No	No
	11-22 kW 525-690 V ^{1, 4)}	No	No	25	No	No	No
	30-90 kW 525-690 V ^{2, 4)}	No	No	25	No	No	No
H3							
FC 102	1,1-45 kW 200-240 V	10	50	75	No	Sí	Sí
	1,1-90 kW 380-480 V	10	50	75	No	Sí	Sí
H4							
FC 102	11-30 kW 525-690 V ¹⁾	No	100	100	No	Sí	Sí
	37-90 kW 525-690 V ²⁾	No	150	150	No	Sí	Sí
Hx³⁾							
FC 102	1,1-90 kW 525-600 V	No	No	No	No	No	No

Tabla 2.19 Resultados de las pruebas de EMC (emisión)

1) Tipo de protección B

2) Tipo de protección C

3) Las versiones Hx pueden utilizarse según la categoría C4 de EN / CEI 61800-3

4) T7, 37-90 kW cumple con el grupo 1 de la clase A con 25 m de cable de motor. Existen algunas limitaciones para la instalación (póngase en contacto con Danfoss para obtener más información)

HX, H1, H2, H3, H4 o H5 se define en las pos. 16-17 del código descriptivo para filtros de EMC

HX - No hay filtros EMC incorporados al convertidor de frecuencia (unidades de 600 V solamente)

H1 - Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 clase A1/B y EN / CEI 61800-3 Categoría 1/2

H2 - Sin filtro de EMC adicional. Cumple con EN 55011 Clase A2 y EN/CEI 61800-3 Categoría 3

H3 - Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 clase A1/B y EN / CEI 61800-3 Categoría 1/2

H4 - Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 Clase A1 y EN/CEI 61800-3 Categoría 2

H5: versiones marinas. Cumple con los mismos niveles de emisiones que las versiones H2

2.9.3 Aspectos generales de la emisión de armónicos

El convertidor de frecuencia acepta una intensidad no sinusoidal de la red, lo que aumenta la intensidad de entrada I_{RMS} . Se transforma una intensidad no sinusoidal por medio de un análisis Fourier y se separa en intensidades sinusoidales con diferentes frecuencias, es decir, con diferentes corrientes armónicas I_n con 50 Hz de frecuencia básica:

	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabla 2.20 Corrientes armónicas

Los armónicos no afectan directamente al consumo eléctrico, aunque aumentan las pérdidas de calor en la instalación (transformador, cables). Así, en instalaciones con un porcentaje alto de carga rectificadora, mantenga las corrientes armónicas en un nivel bajo para evitar la sobrecarga del transformador y una alta temperatura de los cables.

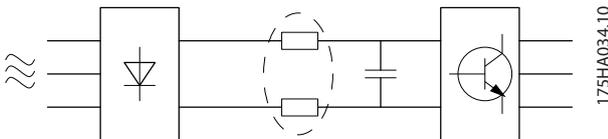


Ilustración 2.33 Corrientes armónicas

AVISO!

Algunas corrientes armónicas pueden perturbar el equipo de comunicación conectado al mismo transformador o causar resonancias con baterías con corrección del factor de potencia.

Para asegurar corrientes armónicas bajas, el convertidor de frecuencia tiene bobinas de circuito intermedio de forma estándar. Normalmente, esto reduce la intensidad de entrada I_{RMS} en un 40 %.

La distorsión de la tensión de la alimentación de red depende de la magnitud de las corrientes armónicas multiplicada por la impedancia interna de la red para la frecuencia dada. La distorsión de tensión total (THD) se calcula según los distintos armónicos de tensión individual usando esta fórmula:

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

($U_N\%$ de U)

2.9.4 Requisitos en materia de emisión de armónicos

Equipos conectados a la red pública de suministro eléctrico

Opciones	Definición
1	CEI/EN 61000-3-2 Clase A para equipo trifásico equilibrado (solo para equipos profesionales de hasta 1 kW de potencia total).
2	CEI/EN 61000-3-12 Equipo 16 A-75 A y equipo profesional desde 1 kW hasta una intensidad de fase de 16 A.

Tabla 2.21 Equipo conectado

2.9.5 Resultados de la prueba de armónicos (emisión)

Los tamaños de potencia de hasta PK75 en T2 y T4 cumplen las disposiciones de CEI / EN 61000-3-2 Clase A. Los tamaños de potencia desde P1K1 hasta P18K en T2 y hasta P90K en T4 cumplen las disposiciones de CEI / EN 61000-3-12, tabla 4. Los tamaños de potencia de P110 a P450 en T4 también cumplen las disposiciones de CEI / EN 61000-3-12 aunque no sea necesario porque las intensidades se encuentran por encima de los 75 A.

	Corriente armónica individual I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Real (típico)	40	20	10	8
Límite para $R_{sce} \geq 120$	40	25	15	10
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHD	
Real (típico)	46		45	
Límite para $R_{sce} \geq 120$	48		46	

Tabla 2.22 Resultados de la prueba de armónicos (emisión)

Si la potencia de cortocircuito de la fuente de alimentación S_{sc} es superior o igual a:

$$SSC = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{red} \times I_{equ} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{equ}$$

en el punto de conexión entre la fuente de alimentación del usuario y la red pública (R_{sce}).

Es responsabilidad del instalador o del usuario del equipo asegurar que el equipo está conectado únicamente a una fuente de alimentación con una potencia de cortocircuito S_{sc} superior o igual a la especificada anteriormente. Si fuera necesario, consulte con la empresa distribuidora operadora de la red.

Es posible conectar otros tamaños de potencia a la red eléctrica pública previa consulta con la compañía distribuidora operadora de la red.

Conformidad con varias directrices de nivel de sistema: Los datos de corriente armónica de la *Tabla 2.22* se proporcionan de acuerdo con CEI / EN 61000-3-12 con referencia al estándar de producto de Power Drive Systems. Los datos pueden utilizarse para calcular la influencia de las corrientes armónicas en el sistema de la fuente de alimentación y para documentar el cumplimiento de las directrices regionales aplicables: IEEE 519-1992; G5/4.

2.9.6 Requisitos de inmunidad

Los requisitos de inmunidad para convertidores de frecuencia dependen del entorno en el que estén instalados. Los requisitos para el entorno industrial son más exigentes que los del entorno doméstico y de oficina. Todos los convertidores de frecuencia de (Danfoss) cumplen con los requisitos para el entorno industrial y, por lo tanto, cumplen también con los requisitos mínimos del entorno doméstico y de oficina con un amplio margen de seguridad.

Para documentar la inmunidad contra interferencias eléctricas provocadas por fenómenos eléctricos, se han realizado las siguientes pruebas de inmunidad según las siguientes normas básicas:

- **EN 61000-4-2 (CEI 61000-4-2):** Descargas electrostáticas (ESD): simulación de descargas electrostáticas de seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (CEI 61000-4-3):** Radiación del campo electromagnético entrante, simulación modulada en amplitud de los efectos de equipos de radar y de comunicación por radio, así como las comunicaciones móviles.
- **EN 61000-4-4 (CEI 61000-4-4):** Transitorios de conexión / desconexión: simulación de la interferencia introducida por el acoplamiento de un contactor, relés o dispositivos similares.
- **EN 61000-4-5 (CEI 61000-4-5):** Transitorios de sobretensión: Simulación de transitorios introducidos, por ejemplo, al caer rayos cerca de las instalaciones.
- **EN 61000-4-6 (CEI 61000-4-6):** RF modo común: simulación del efecto del equipo transmisor de radio conectado a cables de conexión.

Consulte *Tabla 2.23*.

2

Norma básica	Ráfaga CEI 61000-4-4	Sobretensión CEI 61000-4-5	ESD CEI 61000-4-2	Campo electromagnético radiado CEI 61000-4-3	Tensión de RF modo común CEI 61000-4-6
Criterios de aceptación	B	B	B	A	A
Rango de tensión: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V y 525-690 V					
Línea	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM (modo común: MC)	—	—	10 V _{RMS}
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Freno	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Carga compartida	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Cables de control	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Bus estándar	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Cables de relé	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Opciones de bus de campo y de aplicación	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Cable del LCP	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
24 V CC externa	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
Protección	—	—	8 kV AD 6 kV CC	10 V/m	—

Tabla 2.23 Tabla sobre inmunidad EMC

1) Inyección en la protección del cable

AD: Descarga por el aire

CD: Descarga de contacto

CM: Modo común

DM: Modo diferencial

2.10 Aislamiento galvánico (PELV)

2.10.1 PELV: tensión protectora extrabaja

PELV ofrece protección mediante una tensión muy baja. Se considera garantizada la protección contra descargas eléctricas cuando la fuente de alimentación eléctrica es de tipo PELV y la instalación se realiza de acuerdo con las reglamentaciones locales o nacionales sobre equipos PELV.

Todos los terminales de control y de relé 01-03/04-06 cumplen con la tensión protectora extra baja (PELV), salvo la conexión a tierra en triángulo por encima de 400 V.

El aislamiento galvánico (garantizado) se consigue cumpliendo los requisitos relativos a un mayor aislamiento y proporcionando las distancias necesarias en los circuitos. Estos requisitos se describen en la norma EN 61800-5-1.

Los componentes que forman el aislamiento eléctrico, según se explica a continuación, también cumplen todos los requisitos relativos al aislamiento y a la prueba correspondiente descrita en EN 61800-5-1.

El aislamiento galvánico PELV puede mostrarse en 6 ubicaciones (consulte la *Ilustración 2.34*):

Para mantener el estado PELV, todas las conexiones realizadas con los terminales de control deben ser PELV, por ejemplo, el termistor debe disponer de un aislamiento reforzado / doble.

1. Fuente de alimentación (SMPS), incl. aislamiento de señal de U_{CC} , indicando la tensión del circuito intermedio del enlace de CC.
2. Circuito para disparo de los IGBT (transformadores de disparo / optoacopladores).
3. Transductores de corriente.
4. Optoacoplador, módulo de freno.
5. Circuitos de aflujo de corriente interna, RFI y medición de temperatura.
6. Relés configurables.
7. Freno mecánico.

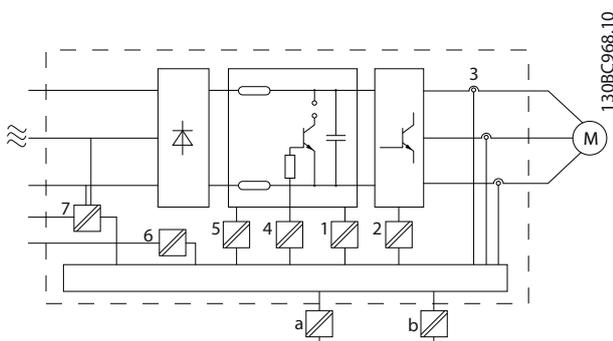


Ilustración 2.34 Aislamiento galvánico

El aislamiento galvánico funcional (a y b en el dibujo) funciona como opción auxiliar de 24 V y para la interfaz del bus estándar RS-485.

⚠️ ADVERTENCIA

Instalación en altitudes elevadas:
 380-500 V, protección de tipo A, B y C: En altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.
 525-690 V: En altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

⚠️ ADVERTENCIA

El contacto con los componentes eléctricos podría llegar a provocar la muerte, incluso una vez desconectado el equipo de la red de alimentación. Además, asegúrese de que se han desconectado las demás entradas de tensión, como la carga compartida (enlace del circuito intermedio de CC), así como la conexión del motor para energía regenerativa. Antes de tocar cualquier componente eléctrico, espere como mínimo el tiempo indicado en la *Tabla 2.19*. Solo se permite un intervalo de tiempo inferior si así se indica en la placa de características de un equipo específico.

2.11 Corriente de fuga a tierra

Siga las normas locales y nacionales sobre la conexión protectora a tierra del equipo con una corriente de fuga >3,5 mA.

La tecnología del convertidor de frecuencia implica una conmutación de alta frecuencia con alta potencia. De este modo, se genera una corriente de fuga en la conexión a tierra. Es posible que una intensidad a tierra en los terminales de potencia de salida del convertidor de frecuencia contenga un componente de CC que podría cargar los condensadores de filtro y provocar una intensidad a tierra transitoria.

La corriente de fuga a tierra está compuesta por varias contribuciones y depende de las diversas configuraciones del sistema, incluido el filtro RFI, los cables del motor apantallados y la potencia del convertidor de frecuencia.

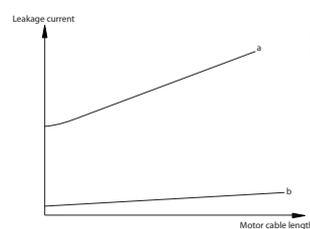


Ilustración 2.35 La longitud del cable y la magnitud de la potencia influyen en la corriente de fuga. $P_a > P_b$

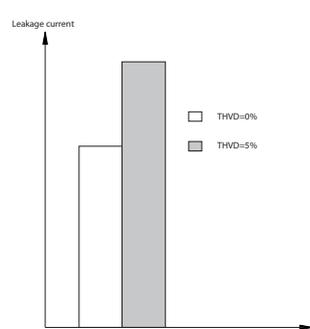


Ilustración 2.36 La distorsión de la línea influye en la corriente de fuga

AVISO!

Si se utiliza un filtro, desconecte *14-50 Filtro RFI* durante la carga del filtro para evitar que una corriente de fuga elevada conecte el RCD.

La norma EN/CEI 61800-5-1 (estándar de producto de Power Drive Systems) requiere una atención especial si la corriente de fuga supera los 3,5 mA. La toma de tierra debe reforzarse de una de las siguientes maneras:

- Cable de toma de tierra (terminal 95) de 10 mm² como mínimo
- Dos cables de toma de tierra independiente que cumplan con las normas de dimensionamiento

Consulte las normas EN/CEI 61800-5-1 y EN 50178 para obtener más información.

Uso de RCD

En caso de que se usen dispositivos de corriente residual (RCD), llamados también disyuntores de fuga a tierra (ELCB), habrá que cumplir las siguientes indicaciones:

- Solo deben utilizarse RCD de tipo B capaces de detectar intensidades de CA y CC.
- Deben utilizarse RCD con un retardo de entrada para evitar fallos provocados por las intensidades a tierra de transitorios.
- La dimensión de los RCD debe ser conforme a la configuración del sistema y las consideraciones medioambientales.

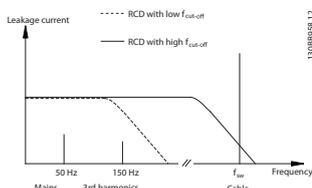


Ilustración 2.37 Contribuciones principales a la corriente de fuga

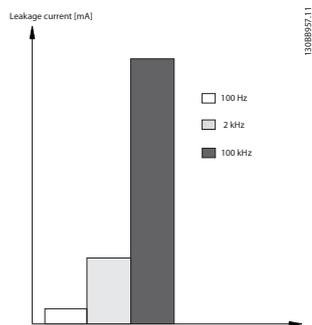


Ilustración 2.38 Influencia de la frecuencia de corte del RCD en la respuesta / medición

Consulte también la *Nota sobre la aplicación RCD, MN90G*.

2.12 Función de freno

2.12.1 Selección de resistencia de freno

En determinadas aplicaciones como, por ejemplo, en sistemas de ventilación de túneles o de estaciones subterráneas de ferrocarril, sería deseable poder detener el motor más rápidamente que mediante rampa de deceleración o dejándolo girar libremente. En tales aplicaciones, puede utilizarse el frenado dinámico con una resistencia de freno. El uso de una resistencia de freno garantiza que la energía es absorbida por esta y no por el convertidor de frecuencia.

Si no se conoce la cantidad de energía cinética transferida a la resistencia en cada periodo de frenado, la potencia media puede calcularse a partir del tiempo de ciclo y del tiempo de frenado, también llamado ciclo de trabajo intermitente. El ciclo de trabajo intermitente de la resistencia es un indicador del ciclo de trabajo con el que funciona la misma. *Ilustración 2.39* muestra un ciclo de frenado típico.

El ciclo de trabajo intermitente de la resistencia se calcula como se indica a continuación:

$Ciclo\ de\ trabajo = t_b/T$

T = tiempo del ciclo en segundos
 t_b es el tiempo de frenado en segundos (como parte del tiempo de ciclo total)

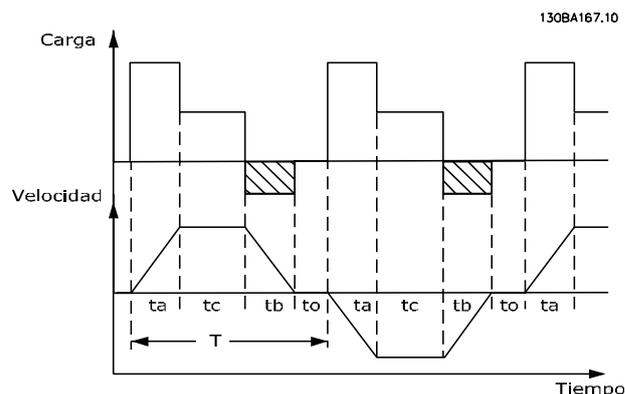


Ilustración 2.39 Ciclo de trabajo intermitente de la resistencia

(Danfoss) ofrece resistencias de freno con ciclos de trabajo del 5, del 10 y del 40%, adecuadas para utilizarse con los convertidores de frecuencia de la serie Convertidor de frecuencia VLT® HVAC. Si se aplica un ciclo de trabajo del 10 %, las resistencias de freno son capaces de absorber potencia de frenado durante un 10 % del tiempo de ciclo, mientras que el 90 % restante se utiliza para disipar el calor de la resistencia.

Si desea asesoramiento sobre la selección, póngase en contacto con (Danfoss).

2.12.2 Cálculo de la resistencia de freno

La resistencia de freno se calcula de la siguiente manera:

$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{pico}}$
donde
$P_{pico} = P_{motor} \times M_{br} \times \eta_{motor} \times \eta [W]$

Tabla 2.24 Cálculo de la resistencia de freno

Como puede verse, la resistencia de freno depende de la tensión del circuito intermedio (U_{cc}).

La función de freno del convertidor de frecuencia se fija en 3 áreas de la alimentación de red:

Tamaño [V]	Frenado activo [V]	Advertencia antes de corte [V]	Corte (desconexión) [V]
3 × 200-240	390 (U_{cc})	405	410
3 × 380-480	778	810	820
3 × 525-600	943	965	975
3 × 525-690	1084	1109	1130

Tabla 2.25 Función de freno establecida en 3 áreas de la alimentación de red

AVISO!

Compruebe que la resistencia de freno pueda manejar una tensión de 410 V, 820 V o 975 V - salvo que se utilicen resistencias de freno de (Danfoss).

(Danfoss) recomienda la resistencia de freno R_{rec} , es decir, una que garantiza que el puede frenar al par de frenado más alto ($M_{br(\%)}$) del 110 %. La fórmula puede expresarse como:

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

η_{motor} se encuentra normalmente a 0,90

η se encuentra normalmente a 0,98

Para los convertidores de frecuencia de 200 V, 480 V y 600 V, la R_{rec} al 160 % del par de freno se escribe como:

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

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

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

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

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

1) Para convertidores de frecuencia con salida en el eje $\leq 7,5$ kW

2) Para convertidores de frecuencia con salida en el eje $> 7,5$ kW

AVISO!

La resistencia seleccionada del circuito de resistencia de freno no debería ser superior a la recomendada por (Danfoss). Si se selecciona una resistencia de freno con un valor en ohmios más alto, tal vez no se consiga el par de frenado porque existe el riesgo de que el convertidor de frecuencia se desconecte por motivos de seguridad.

AVISO!

Si se produce un cortocircuito en el transistor de freno, la disipación de potencia en la resistencia de freno solo se puede impedir por medio de un contactor o un interruptor de red que desconecte la alimentación eléctrica del convertidor de frecuencia (el convertidor de frecuencia puede controlar el contactor).

ADVERTENCIA

No tocar nunca la resistencia de freno, porque puede estar muy caliente durante o después del frenado

2.12.3 Control con Función de freno

El freno está protegido contra cortocircuitos en la resistencia de freno y el transistor de freno está controlado para garantizar la detección de cortocircuitos en el transistor. Puede utilizarse una salida digital / de relé para proteger la resistencia de freno frente a sobrecargas en caso de producirse un fallo en el convertidor de frecuencia. Además, el freno permite leer la potencia instantánea y principal de los últimos 120 segundos. El freno también puede controlar la potencia y asegurar que no se supera el límite seleccionado en 2-12 *Límite potencia de freno (kW)*. En 2-13 *Ctrol. Potencia freno*, seleccione la función que se realizará cuando la potencia que se transmite a la resistencia de freno sobrepase el límite ajustado en 2-12 *Límite potencia de freno (kW)*.

AVISO!

El control de la potencia de frenado no es una función de seguridad; se necesita un interruptor térmico para lograr ese objetivo. El circuito de resistencia de freno no tiene protección de fuga a tierra.

En 2-17 *Control de sobretensión* puede seleccionarse Control de sobretensión (OVC) (excluyendo la resistencia de freno) como función de freno alternativa. Esta función está activada para todas las unidades. La función asegura que se pueda evitar una desconexión si aumenta la tensión del enlace de CC. Esto se realiza incrementando la frecuencia de salida para limitar la tensión del enlace de CC. Es una función útil, por ejemplo, si el tiempo de deceleración es demasiado corto, ya que se evita la desconexión del convertidor de frecuencia. En esta situación, se amplía el tiempo de deceleración.

AVISO!

OVC no puede activarse cuando está funcionando un motor PM (cuando 1-10 *Construcción del motor* está ajustado en [1] *PM no saliente SPM*).

2.12.4 Cableado de la resistencia de freno

EMC (cables trenzados / apantallamiento)

Trece los cables para reducir el ruido eléctrico de los cables entre la resistencia de freno y el convertidor de frecuencia.

Para mejorar el rendimiento de EMC se puede utilizar un apantallamiento metálico.

2.13 Condiciones de funcionamiento extremas

Cortocircuito (Fase del motor - Fase)

El convertidor de frecuencia está protegido contra cortocircuitos con la medición de la intensidad en cada una de las tres fases del motor o en el enlace de CC. Un cortocircuito entre dos fases de salida provoca una sobrecorriente en el inversor. El inversor se cierra individualmente cuando la intensidad del cortocircuito sobrepasa el valor permitido (alarma 16, bloqueo por alarma).

Para proteger el convertidor de frecuencia contra un cortocircuito en las cargas compartidas y en las salidas de freno, consulte las directrices de diseño.

Conmutación en la salida

Se permite la conmutación a la salida entre el motor y el convertidor de frecuencia. Es posible que aparezcan mensajes de fallo. Active la función de Motor en giro para capturar un motor que gira.

Sobretensión generada por el motor

La tensión en el circuito intermedio aumenta cuando el motor actúa como generador. Esto ocurre en los siguientes casos:

- Cuando la carga arrastra al motor (a una frecuencia de salida constante del convertidor de frecuencia), es decir, cuando la carga genera energía.
- Durante la desaceleración (rampa de deceleración), si el momento de inercia es alto, la fricción es baja y el tiempo de deceleración es demasiado corto para que la energía se disipe como una pérdida en el convertidor de frecuencia, el motor y la instalación.
- Un ajuste de compensación de deslizamiento incorrecto puede provocar una tensión de enlace de CC más elevada.
- Fuerza contraelectromotriz desde el funcionamiento del motor PM. Si queda en inercia a unas r/min altas, la fuerza contraelectromotriz del motor PM puede superar, potencialmente, la tolerancia de tensión máxima del convertidor de frecuencia y provocar daños. Para evitarlo, el valor de 4-19 *Frecuencia salida máx.* se limita automáticamente en base a un cálculo interno basado en el valor de 1-40 *fcem a 1000 RPM*, 1-25 *Veloc. nominal motor* y 1-39 *Polos motor*. Si es posible que el motor supere la velocidad (p. ej., debido a efectos excesivos de autorrotación), (Danfoss) recomienda utilizar una resistencia de freno.

ADVERTENCIA

El convertidor de frecuencia debe estar equipado con un interruptor de freno.

La unidad de control intenta corregir la rampa, si es posible (2-17 *Control de sobretensión*).

El inversor se apaga para proteger a los transistores y condensadores del circuito intermedio, cuando se alcanza un determinado nivel de tensión.

Consulte 2-10 *Función de freno* y 2-17 *Control de sobretensión* para seleccionar el método utilizado para controlar el nivel de tensión del circuito intermedio.

AVISO!

OVC no puede activarse cuando está funcionando un motor PM (cuando 1-10 *Construcción del motor* está ajustado en [1] *PM no saliente SPM*).

Corte de red

Durante un corte en la alimentación, el convertidor de frecuencia sigue funcionando hasta que la tensión del circuito intermedio desciende por debajo del nivel mínimo para parada. Generalmente, dicho nivel es un 15 % inferior a la tensión de alimentación nominal más baja del convertidor de frecuencia. La tensión de red antes del corte y la carga del motor determinan el tiempo necesario para la parada de inercia del inversor.

Sobrecarga estática en modo VVC^{plus}

Cuando el convertidor de frecuencia está sobrecargado (se alcanza el límite de par de 4-16 *Modo motor límite de par/ 4-17 Modo generador límite de par*), los controles reducen la frecuencia de salida para reducir la carga.

Si la sobrecarga es excesiva, puede producirse una intensidad que provoque una desconexión del convertidor de frecuencia después de unos 5-10 segundos.

El tiempo de funcionamiento dentro del límite de par se limita (0-60 s) en 14-25 *Retardo descon. con lím. de par*.

2.13.1 Protección térmica del motor

Éste es el modo en el que (Danfoss) protege el motor del sobrecalentamiento. Se trata de una función electrónica que simula un relé bimetalico basado en mediciones internas. Las características se muestran en *Ilustración 2.40*

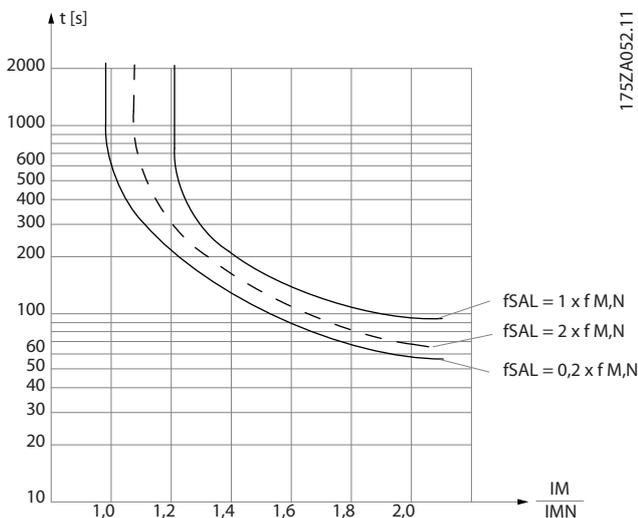


Ilustración 2.40 El eje X muestra la relación entre los valores I_{motor} e $I_{motor nominal}$. El eje Y muestra el intervalo en segundos que transcurre antes de que el ETR se corte y desconecte el convertidor de frecuencia. Las curvas muestran la velocidad nominal característica al doble de la velocidad nominal y al 0,2x de la velocidad nominal.

Se ve claramente que a una velocidad inferior, el ETR se desconecta con un calentamiento inferior debido a un menor enfriamiento del motor. De ese modo, el motor queda protegido frente a un posible sobrecalentamiento, incluso a baja velocidad. La función ETR calcula la temperatura del motor en función de la intensidad y la velocidad reales. La temperatura calculada es visible como un parámetro de lectura en 16-18 *Térmico motor* del convertidor de frecuencia.

El valor de corte del termistor debe ser $>3 \text{ k}\Omega$.

Integre un termistor (sensor PTC) en el motor para la protección del bobinado.

La protección contra sobrecarga del motor se puede aplicar utilizando una serie de técnicas: un sensor PTC en los bobinados del motor, un interruptor termomecánico (tipo Klixon) o un relé termoelectrónico (ETR).

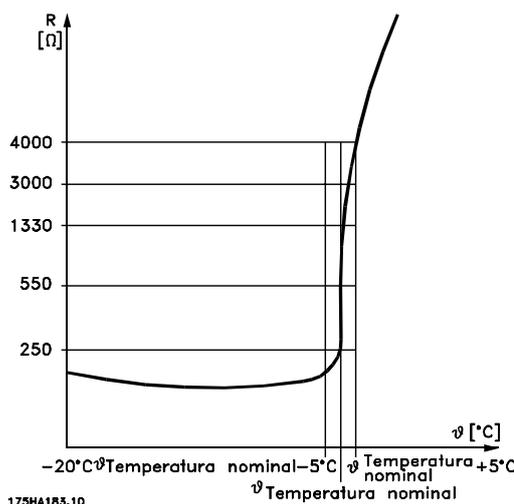


Ilustración 2.41 Desconexión del termistor

Uso de una entrada digital y 24 V como fuente de alimentación:

Ejemplo: el convertidor de frecuencia produce una desconexión cuando la temperatura del motor es demasiado alta.

Ajustes de parámetros:

ajuste 1-90 *Protección térmica motor* en [2] *Thermistor Trip*.

Ajuste 1-93 *Fuente de termistor* en [6] *Entrada digital 33*

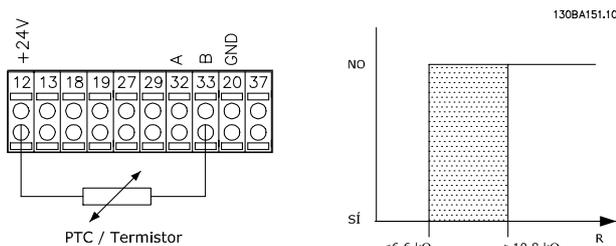


Ilustración 2.42 Uso de una entrada digital y 24 V como fuente de alimentación

Utilizando una entrada digital y 10 V como fuente de alimentación:

Ejemplo: el convertidor de frecuencia produce una desconexión cuando la temperatura del motor es demasiado alta.

Ajustes de parámetros:

ajuste 1-90 Protección térmica motor en [2] Thermistor Trip.

Ajuste 1-93 Fuente de termistor en [6] Entrada digital 33

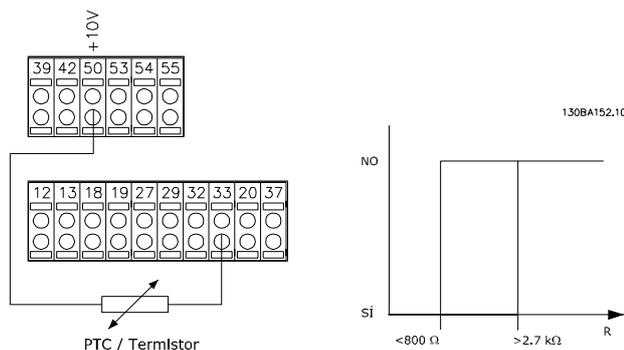


Ilustración 2.43 Uso de una entrada digital y 10 V como fuente de alimentación

Uso de una entrada analógica y 10 V como fuente de alimentación:

Ejemplo: el convertidor de frecuencia produce una desconexión cuando la temperatura del motor es demasiado alta.

Ajustes de parámetros:

ajuste 1-90 Protección térmica motor en [2] Thermistor Trip.

Ajuste 1-93 Fuente de termistor a [2] Entrada analógica 54

No seleccione una fuente de referencia.

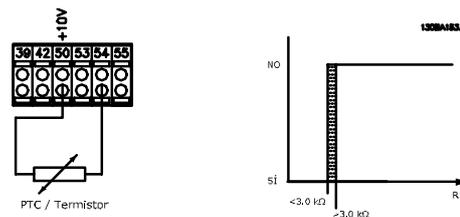


Ilustración 2.44 Uso de una entrada analógica y 10 V como fuente de alimentación

Entrada digital / analógica	Valores de desconexión de tensión de alimentación	Valores umbral de desconexión
Digital	24	<math>< 6,6 \text{ k}\Omega - > 10,8 \text{ k}\Omega</math>
Digital	10	<math>< 800 \Omega - > 2,7 \text{ k}\Omega</math>
Analógica	10	<math>< 3,0 \text{ k}\Omega - > 3,0 \text{ k}\Omega</math>

Tabla 2.26 Valores umbral de desconexión

AVISO!

Compruebe que la tensión de alimentación seleccionada cumple las especificaciones del elemento termistor utilizado.

Resumen

Con la función de límite de par, el motor queda protegido ante sobrecargas, independientemente de la velocidad. Con el sistema ETR, el motor tiene protección contra sobrecalentamiento, por lo que no es necesaria otra protección adicional. Eso significa que, cuando el motor se calienta, el temporizador ETR controla durante cuánto tiempo puede funcionar el motor a alta temperatura antes de que se detenga para evitar el sobrecalentamiento. Si el motor se sobrecarga sin alcanzar la temperatura a la que el ETR desconecta el motor, el límite de par protege de sobrecarga al motor y a la aplicación.

El ETR se activa en 1-90 Protección térmica motor y se controla en 4-16 Modo motor límite de par. El intervalo anterior a la advertencia de límite de par desconecta el convertidor de frecuencia y se ajusta en 14-25 Retardo descon. con lím. de par.

3 Selección

3.1 Opciones y accesorios

(Danfoss) ofrece una amplia gama de opciones y accesorios para los convertidores de frecuencia.

3.1.1 Montaje de módulos de opción en la ranura B

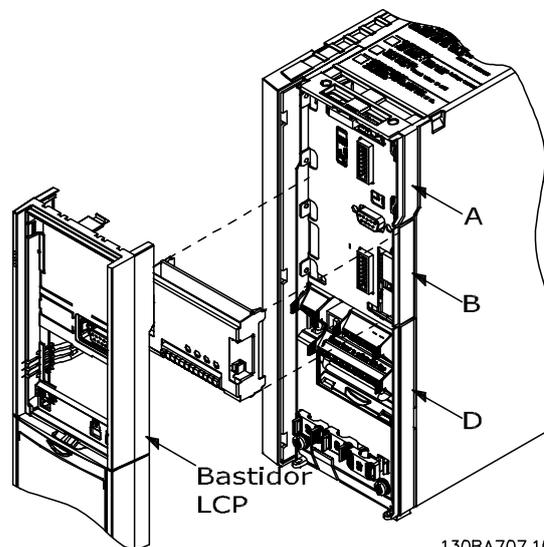
Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia.

Para tipos de protección A2 y A3:

1. Retire del convertidor de frecuencia el LCP, la tapa de terminal y el bastidor del LCP.
2. Ajuste la tarjeta de opción MCB1xx en la ranura B.
3. Conecte los cables de control y sujételos mediante las cintas de cable suministradas. Retire el troquel del bastidor ampliado del LCP, entregado con el juego opcional, para que este quepa bajo el bastidor ampliado del LCP.
4. Ajuste el bastidor ampliado del LCP y la tapa de terminales.
5. Encaje el LCP o la tapa ciega en el bastidor ampliado del LCP.
6. Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.
7. Configure las funciones de entrada / salida en los parámetros correspondientes, como se menciona en *capítulo 9.2 Especificaciones generales*.

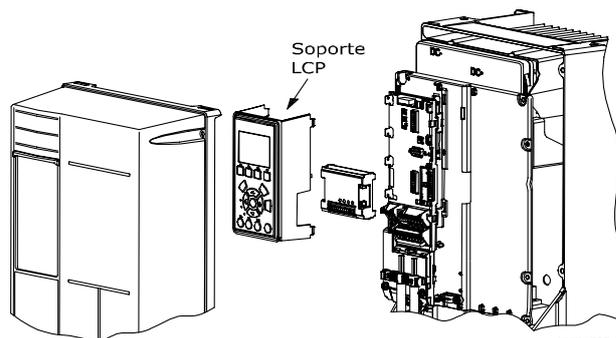
Para los tipos de protección B1, B2, C1 y C2:

1. Retire el LCP y su soporte.
2. Ajuste la tarjeta opcional MCB 1xx en la ranura B.
3. Conecte los cables de control y sujételos mediante las cintas de cable suministradas.
4. Ajuste el soporte.
5. Ajuste el LCP.



130BA707.10

Ilustración 3.1 Tipos de protección A2, A3 y B3



130BA708.10

Ilustración 3.2 Tipos de protección A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 y C4

3.1.2 Módulo E/S general MCB 101

El MCB 101 se utiliza para la extensión de las entradas y salidas, digitales y analógicas del convertidor de frecuencia.

El MCB 101 debe encajarse en la ranura B del convertidor de frecuencia. Contenido:

- Módulo de opción MCB 101
- Bastidor ampliado del LCP
- Tapa de terminal

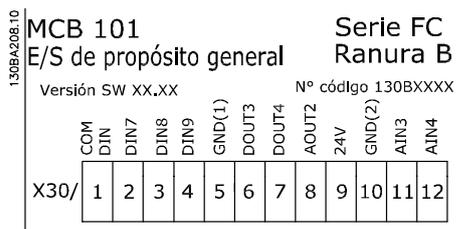


Ilustración 3.3

Aislamiento galvánico en el MCB 101

Las entradas digitales / analógicas están aisladas galvánicamente del resto de las entradas / salidas del MCB 101 y de las de la tarjeta de control del convertidor de frecuencia. Las salidas digitales / analógicas del MCB 101 están aisladas galvánicamente del resto de las entradas / salidas del MCB 101, pero no de las de la tarjeta de control del convertidor de frecuencia.

Si las entradas digitales 7, 8 o 9 tienen que conmutarse para utilizar la fuente de alimentación de 24 V interna (terminal 9), debe establecerse una conexión entre el terminal 1 y el 5, tal y como se muestra en la Ilustración 3.4.

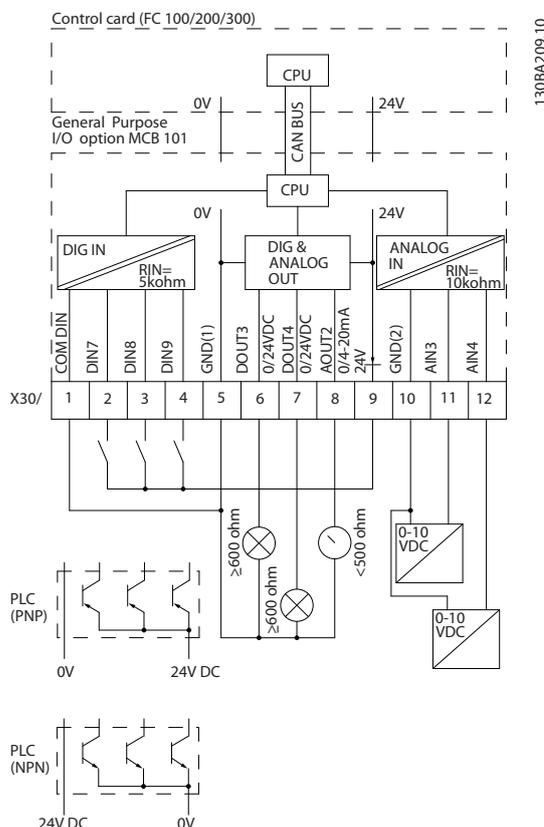


Ilustración 3.4 Diagrama básico

3.1.3 Entradas digitales - Terminal X30/1-4

Número de entradas digitales	Nivel de tensión	Niveles de tensión	Tolerancia	Error impedancia de entrada
3	0-24 V CC	Tipo PNP: Común = 0 V «0» lógico: Entrada <5 V CC «0» lógico: Entrada >10 V CC Tipo NPN: Común = 24 V «0» lógico: Entrada >19 V CC «0» lógico: Entrada <14 V CC	±28 V continua ±37 V en 10 s como mínimo	Aprox. 5 kΩ

3

Tabla 3.1 Parámetros para configuración: 5-16, 5-17 y 5-18

3.1.4 Entradas de tensión analógicas - Terminal X30/10-12

Número de entradas de tensión analógicas	Señal de entrada normalizada	Tolerancia	Resolución	Error impedancia de entrada
2	0-10 V CC	±20 V continuamente	10 bits	Aprox. 5 kΩ

Tabla 3.2 Parámetros para configuración: 6-3*, 6-4* y 16-76

3.1.5 Salidas digitales - Terminal X30/5-7

Número de salidas digitales	Nivel de salida	Tolerancia	Impedancia máx.
2	0 o 2 V CC	± 4 V	≥600 Ω

Tabla 3.3 Parámetros para configuración: 5-32 y 5-33

3.1.6 Salidas analógicas - Terminal X30/5+8

Número de salidas analógicas	Nivel de señal de salida	Tolerancia	Impedancia máx.
1	0/4-20 mA	±0,1 mA	<500 Ω

Tabla 3.4 Parámetros para configuración: 6-6* y 16-77

3.1.7 Opción de relé MCB 105

La MCB 105 opción incluye 3 piezas de contactos SPDT y puede colocarse en la ranura de opción B.

Datos eléctricos:

Carga máx. del terminal (CA-1) ¹⁾ (Carga resistiva):	240 V CA 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) ¹⁾ (Carga inductiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) ¹⁾ (Carga resistiva)	24 V CC 1 A
Carga máx. del terminal (CC-13) ¹⁾ (Carga inductiva)	24 V CC 0,1 A
Carga del terminal mín. (CC)	5 V 10 mA
Frecuencia de conmutación máx. en carga nominal / carga mín.	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹

1) CEI 947 partes 4 y 5

El kit opcional de relé, cuando se encarga por separado, incluye lo siguiente:

- Módulo de relé MCB 105.
- Bastidor ampliado del LCP y tapa de terminal ampliada.
- Etiqueta para cubrir al acceso a los conmutadores S201, S202 y S801.
- Cintas de cable para sujetar los cables al modulo de relé.

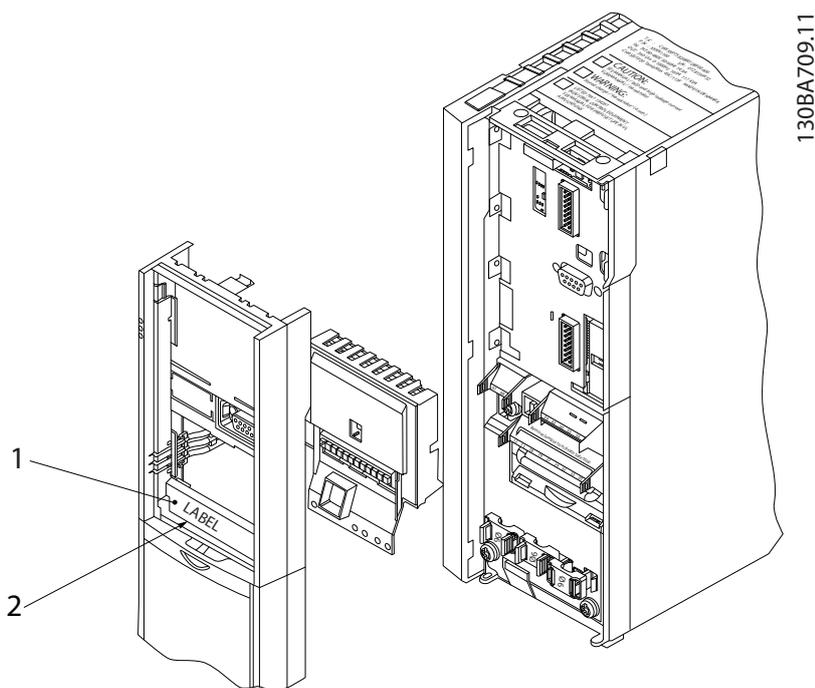


Ilustración 3.5 Opción de relé MCB 105

A2-A3-A4-B3

A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

PRECAUCIÓN

¹⁾ **IMPORTANTE** La etiqueta DEBE estar en el bastidor del LCP, tal como se indica (según las normas UL).

Tabla 3.5 Leyenda para Ilustración 3.5 y Ilustración 3.6

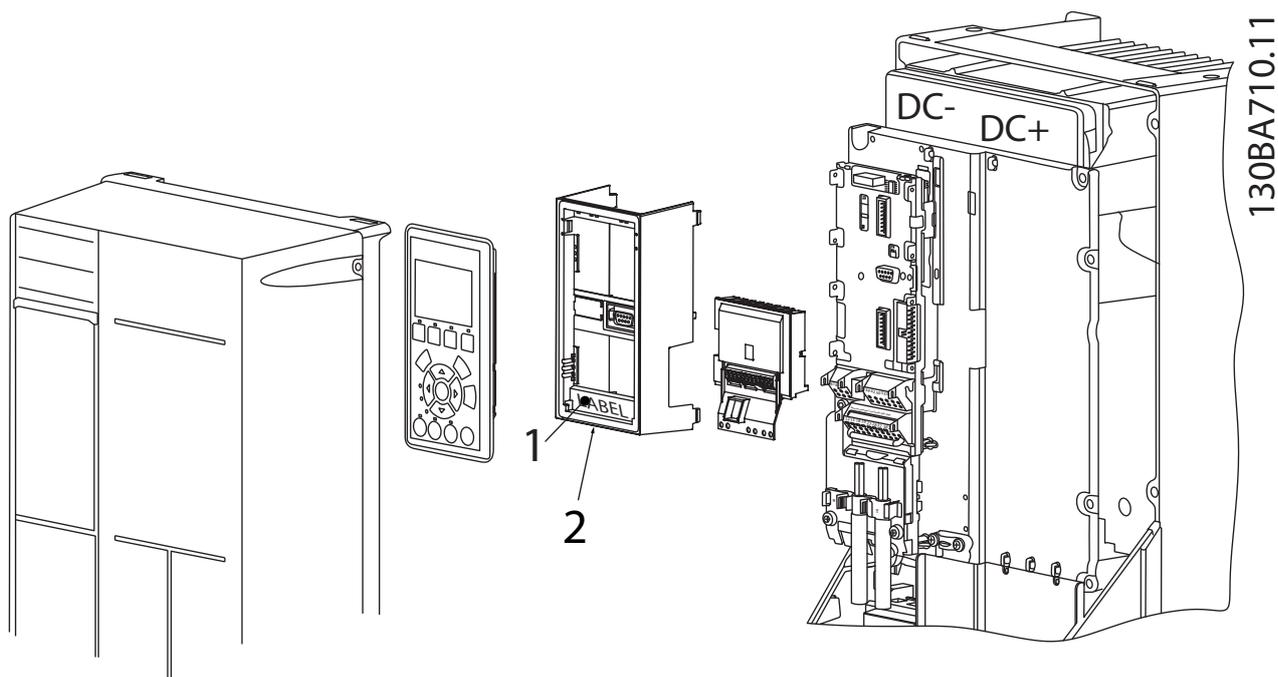


Ilustración 3.6 Kit de opción de relé

ADVERTENCIA

Advertencia sobre la alimentación doble.

Cómo añadir la opción MCB 105:

- Consulte las instrucciones de montaje al principio de la sección «Opciones y accesorios»
- Desconecte la alimentación de las conexiones con corriente de los terminales de relé.
- No mezcle partes activas (con tensión) con señales de control (PELV).
- Seleccione las funciones de relé en 5-40 *Relé de función* [6-8], 5-41 *Retardo conex, relé* [6-8] y 5-42 *Retardo desconex, relé* [6-8].

AVISO!

Índice [6] es el relé 7, índice [7] es el relé 8 e índice [8] es el relé 9.

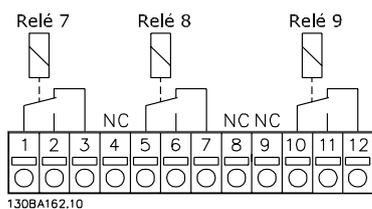


Ilustración 3.7 Relé 7, relé 8 y relé 9

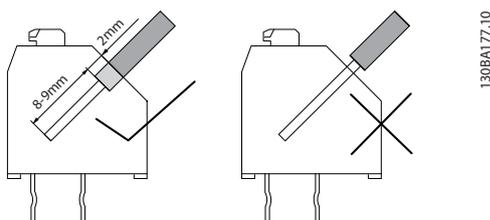


Ilustración 3.8 Montaje

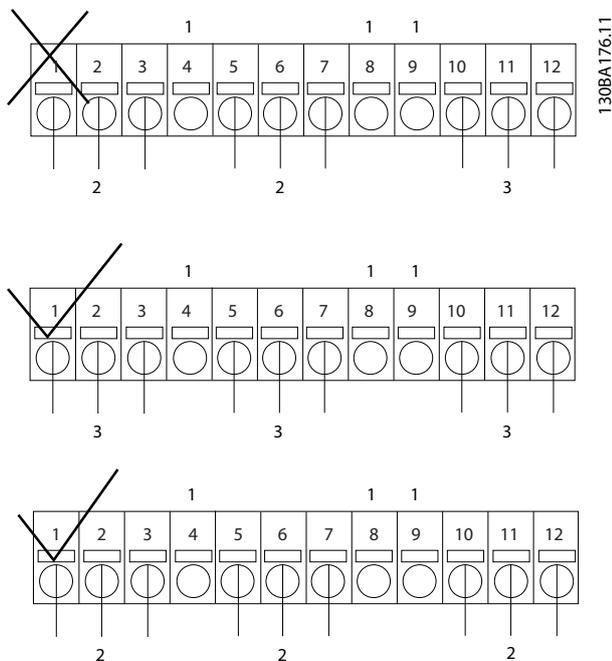


Ilustración 3.9 Conexión

1	NC
2	Corriente
3	PELV

Tabla 3.6 Leyenda de la Ilustración 3.9

⚠️ ADVERTENCIA

No combine piezas de baja tensión con sistemas PELV. Por un único fallo el sistema entero puede volverse peligroso si se toca, y puede producir graves daños e incluso la muerte.

3.1.8 24 V Back-Up Option MCB 107 (opción D)

Suministro externo de 24 V CC

El suministro externo de 24 V CC se puede instalar como un suministro de baja tensión para la tarjeta de control y para cualquier otra tarjeta instalada como opción. Esto permite el funcionamiento completo del LCP (incluido el ajuste de parámetros) y de los buses de campo sin necesidad de conexión a la red eléctrica.

Intervalo de tensión de entrada	24 V CC ±15 % (máx. 37 V en 10 s)
Intensidad de entrada máx.	2,2 A
Intensidad media de entrada para el convertidor de frecuencia	0,9 A
Longitud máxima del cable	75 m
Carga de capacitancia de entrada	<10 uF
Retardo de arranque	<0,6 s

Tabla 3.7 Especificación de la alimentación externa de 24 V CC

Las entradas están protegidas.

Números de terminales:

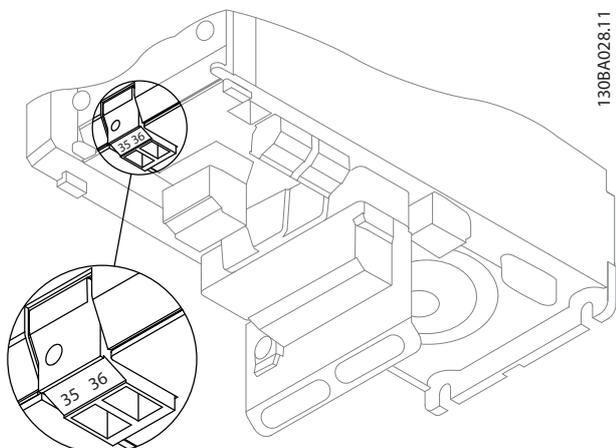
Terminal 35: - suministro externo de 24 V CC.

Terminal 36: + suministro externo de 24 V CC.

Siga estos pasos:

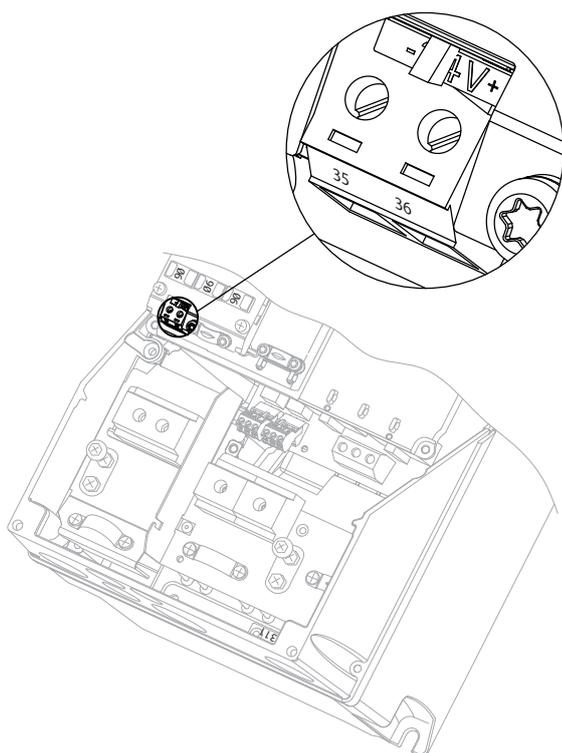
1. Retire el LCP o la tapa ciega.
2. Retire la tapa de terminal.
3. Desmonte la placa de desacoplamiento de cables y la tapa de plástico inferior
4. Inserte la opción de alimentación externa auxiliar de 24 V CC en la ranura para opciones.
5. Monte la placa de desacoplamiento de cables.
6. Acople la tapa de terminales y el LCP o la tapa ciega.

Cuando la opción de seguridad de 24 V CC MCB 107 alimenta el circuito de control, la fuente de alimentación interna de 24 V se desconecta automáticamente.



130BA028.11

Ilustración 3.10 Conexión al suministro externo de 24 V (A2-A3).



130BA216.10

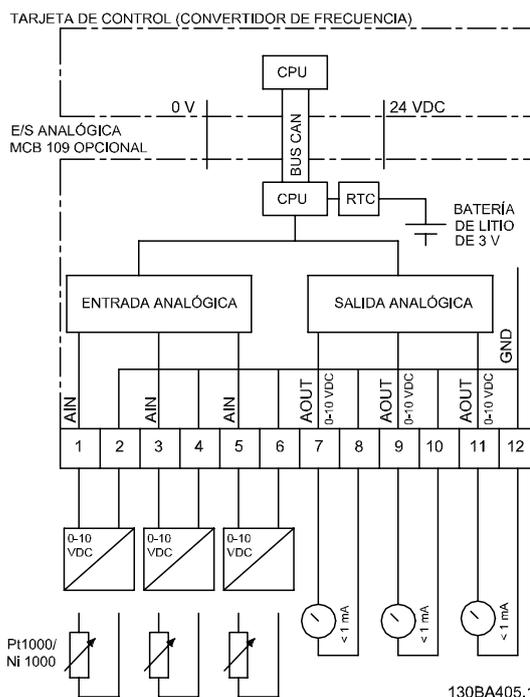
Ilustración 3.11 Conexión al suministro externo de 24 V (A5-C2).

3.1.9 Opción E/S analógica MCB 109

La tarjeta de E/S analógica debe utilizarse, p. ej., en los siguientes casos:

- Ofrecer alimentación de batería auxiliar a la función de reloj en la tarjeta de control.
- Como ampliación general de la selección de E/S analógica disponible en la tarjeta de control, p. ej., para el control multizona con tres transmisores de presión.
- Hacer del convertidor de frecuencia un bloque de E/S descentralizado dando apoyo a un Sistema de gestión de edificio con entradas para sensores y salidas para manejar amortiguadores y actuadores de válvulas.
- Compatibilidad de los controladores PID ampliados con E/S para entradas de consigna, entradas del transmisor / sensor y salidas para actuadores.

3



130BA405.11

Ilustración 3.12 Esquema de principio para las E/S analógicas montadas en el convertidor de frecuencia.

Configuración de E/S analógica

3 entradas analógicas capaces de manejar lo siguiente:

- 0-10 V CC
- O
- 0-20 mA (entrada de tensión 0-10 V) si se monta una resistencia de 510 Ω entre los terminales (consulte **AVISO**)
 - 4-20 mA (entrada de tensión 2-10 V) si se monta una resistencia de 510 Ω entre los terminales (consulte **AVISO**)
 - Sensor de temperatura Ni1000 de 1000 Ω a 0 °C. Especificaciones conforme a DIN 43760
 - Sensor de temperatura Pt1000 de 1000 Ω a 0 °C. Especificaciones conforme a CEI 60751

3 salidas analógicas de 0-10 V CC.

AVISO!

Tenga en cuenta los valores disponibles dentro de los distintos grupos estándar de resistencias:

E12: el valor estándar más próximo es 470 Ω, lo que crea una entrada de 449,9 Ω y 8,997 V.

E24: el valor estándar más próximo es 510 Ω, lo que crea una entrada de 486,4 Ω y 9,728 V.

E48: el valor estándar más próximo es 511 Ω, lo que crea una entrada de 487,3 Ω y 9,746 V.

E96: el valor estándar más próximo es 523 Ω, lo que crea una entrada de 498,2 Ω y 9,964 V.

Entradas analógicas - terminal X42/1-6

Grupo de parámetros: 18-3*. Consulte también la *Guía de programación de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC*.

Grupos de parámetros para ajuste: 26-0*, 26-1*, 26-2* y 26-3*. Consulte también la *Guía de programación de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC*.

3 entradas analógicas	Utilizado como entrada del sensor de temperatura	Utilizado como entrada de tensión
Intervalo de funcionamiento	de -50 a +150 °C	0-10 V CC
Resolución	11 bits	10 bits
Precisión	-50 °C ±1 Kelvin +150 °C ±2 Kelvin	0,2 % de escala total a temperatura cal.
Muestreo	3 Hz	2,4 Hz
Carga máx.	-	±20 V continuamente
Impedancia	-	Aproximadamente 5 kΩ

Tabla 3.8 Entradas analógicas - terminal X42/1-6

Cuando se utilizan para tensión, las entradas analógicas son escalables mediante parámetros para cada entrada.

Cuando se utilizan para sensor de temperatura, el escalado de las entradas analógicas está predeterminado al nivel de señal necesario para el intervalo de temperaturas.

Cuando las entradas analógicas se utilizan para sensores de temperatura, es posible la lectura del valor de realimentación tanto en °C como en °F.

Cuando se funciona con sensores de temperatura, la longitud máxima del cable para conectar los sensores es de 80 m, cables no apantallados / no entrelazados.

Salidas analógicas - Terminal X42/7-12

Grupo de parámetros: 18-3*. Consulte también la *Guía de programación de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC*.

Grupos de parámetros para ajuste: 26-4*, 26-5* y 26-6*.

Consulte también la *Guía de programación de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC*.

3 salidas analógicas	Nivel de señal de salida	Resolución	Linealidad	Carga máx.
Voltios	0-10 V CC	11 bits	1 % de la escala completa	1 mA

Tabla 3.9 Salidas analógicas - Terminal X42/7-12

Las salidas analógicas son escalables por parámetros para cada salida.

La función asignada es seleccionable mediante un parámetro y tiene las mismas opciones que las salidas analógicas de la tarjeta de control.

Para obtener una descripción más detallada de los parámetros, consulte la *Guía de programación de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC*.

Reloj de tiempo real (RTC) con alimentación auxiliar

El formato de los datos del RTC incluye año, mes, fecha, hora, minutos y día de la semana.

La precisión del reloj es mejor que ±20 ppm a 25 °C.

La batería auxiliar de litio incorporada dura, de media, un mínimo de 10 años, si el convertidor de frecuencia funciona a una temperatura ambiente de 40 °C. Si la batería auxiliar falla, debe cambiarse la opción de E/S analógica.

3.1.10 Tarjeta del termistor PTC MCB 112

La opción MCB 112 hace posible monitorizar la temperatura de un motor eléctrico mediante una entrada de termistor PTC. Es una opción B para convertidores de frecuencia con desconexión segura de par.

Para obtener más información sobre el montaje e instalación de esta opción, consulte *capítulo 3.1.1 Montaje de módulos de opción en la ranura B*. Consulte también *capítulo 7 Ejemplos de aplicaciones* para ver distintas posibilidades de aplicación.

X44/1 y X44/2 son las entradas del termistor. X44/12 activa la desconexión segura de par del convertidor de frecuencia (T-37) si los valores del termistor lo hacen necesario y X44/10 informa al convertidor de frecuencia de que la petición de desconexión segura de par proviene del MCB 112, para asegurar así una gestión adecuada de la alarma. Uno de los parámetros de entradas digitales (o una entrada digital de una opción instalada) debe ajustarse en [80] *Tarjeta PTC 1* para utilizar la información que proviene de X44/10. Configure *5-19 Terminal 37 parada segura* a la función de desconexión segura de par deseada (la predeterminada es alarma de parada de seguridad).

Certificación ATEX con FC 102

El MCB 112 ha sido certificado para ATEX, lo que significa que el convertidor de frecuencia junto con el MCB 112 puede utilizarse con motores en atmósferas potencialmente explosivas. Para obtener información más detallada, consulte el Manual de funcionamiento del MCB 112.



Ilustración 3.14 Atmósfera explosiva (ATEX)

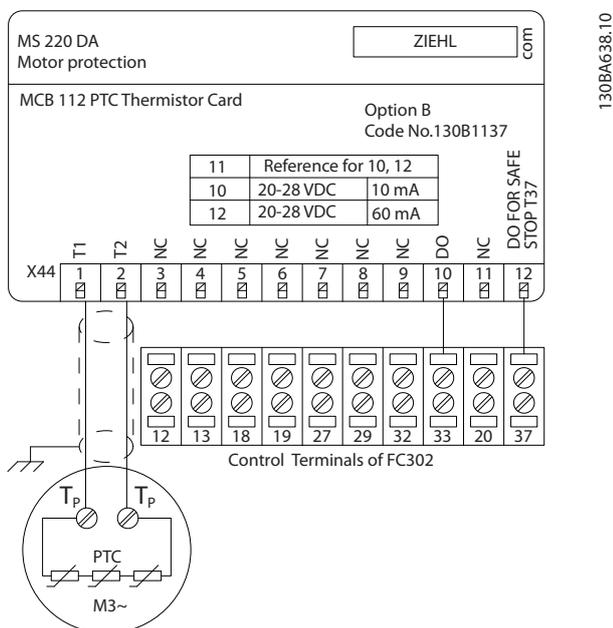


Ilustración 3.13 Instalación del MCB 112

Datos eléctricos
Conexión de resistencia

PTC conforme con las normas DIN 44081 y DIN 44082

Número	1-6 resistencias en serie
Valor de desconexión	3,3 Ω -3,65 Ω -3,85 Ω
Valor de reinicio	1,7 Ω -1,8 Ω -1,95 Ω
Tolerancia de disparo	± 6 °C
Resistencia total del lazo sensor	<1,65 Ω
Tensión del terminal	$\leq 2,5$ V para $R \leq 3,65$ Ω , ≤ 9 V para $R = \infty$
Intensidad de sensor	≤ 1 mA
Cortocircuito	20 $\Omega \leq R \leq 40$ Ω
Consumo de energía	60 mA

Condiciones de prueba

EN 60 947-8

Medida de resistencia a los transitorios de sobretensión	6000 V
Categoría de sobretensión	III
Grado de polución	2
Medida de tensión de aislamiento V_{bis}	690 V
Aislamiento galvánico fiable hasta V_i	500 V
Temperatura ambiente de func.	-20 °C +60 °C
	Calor seco EN 60068-2-1
Humedad	5-95 %, no se permite condensación
Resistencia EMC	EN61000-6-2
Emisiones con EMC	EN61000-6-4
Resistencia a la vibración	10-1000 Hz 1,14 g
Resistencia al impacto	50 g

Valores sistema de seguridad

 EN 61508 para $T_u = 75$ °C continuados

SIL	2 para ciclo de mantenimiento de 2 años 1 para ciclo de mantenimiento de 3 años
HFT	0
PDF (para test funcional anual)	$4,10 \cdot 10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Número de pedido 130B1137	

3.1.11 Opción de entrada de sensor MCB 114

La tarjeta opcional de entrada del sensor MCB 114 debe utilizarse, por ejemplo, en los siguientes casos:

- Entrada del sensor para transmisores de temperatura PT100 y PT1000 para supervisar las temperaturas de los cojinetes
- Como una ampliación general de la selección de entradas analógicas con una entrada adicional para el control multizona o mediciones de presión diferencial
- Dar servicio a controladores PID ampliados con E/S para consignas, entradas de transmisor / sensor

Los motores típicos, diseñados con sensores de temperatura para proteger a los cojinetes de la sobrecarga, están equipados con 3 sensores de temperatura PT100/1000. Uno delante, uno en el rodamiento del extremo trasero y uno en los bobinados del motor. La opción Sensor Input MCB 114 es compatible con sensores de 2 o 3 cables con límites de temperatura individuales para un exceso o defecto de temperatura. Una detección automática del tipo de sensor, PT100 o PT1000 tiene lugar en el arranque.

La opción puede generar una alarma si la temperatura medida queda por debajo del límite inferior o por encima del límite especificado por el usuario. La temperatura individual medida en cada entrada del sensor puede leerse en la pantalla o en los parámetros de lectura de datos. Si tiene lugar una alarma, los relés o las salidas digitales pueden programarse para que estén activas seleccionando [21] *Advertencia térmica* en el grupos de parámetros 5-**.

Un estado de error tiene un número común de advertencia / alarma asociado, que es Alarma / advertencia 20, Temp. input error. Cualquier salida puede programarse para estar activa en caso de emitirse una advertencia o alarma.

3.1.11.1 Números de código de pedido y piezas enviadas

Núm. código versión estándar: 130B1172.

Núm. código versión barnizada: 130B1272.

3.1.11.2 Especificaciones mecánicas y eléctricas

Entrada analógica

N.º de entradas analógicas	1
Formato	0-20 mA o 4-20 mA
Cables	2
Impedancia de entrada	<200 Ω
Tasa de muestreo	1 kHz
Filtro de tercer orden	100 Hz a 3 dB

La opción puede suministrar 24 V CC al sensor analógico (terminal 1).

Entrada de sensor de temperatura

N.º de entradas analógicas compatibles con PT100 / 1000	3
Tipo de señal	PT100/1000
Conexión	PT100 2 o 3 cables / PT1000 2 o 3 cables
Frecuencia PT100 y entrada PT1000	1 Hz para cada canal
Resolución	10 bits
Intervalo de temperaturas	-50-204 °C -58-399 °F

Aislamiento galvánico

Los sensores que se van a conectar deben estar galvánicamente aislados del nivel de tensión de red.

CEI 61800-5-1 y UL508C

Cableado

Longitud máxima de cable de señal	500 m
-----------------------------------	-------

3.1.11.3 Cableado eléctrico

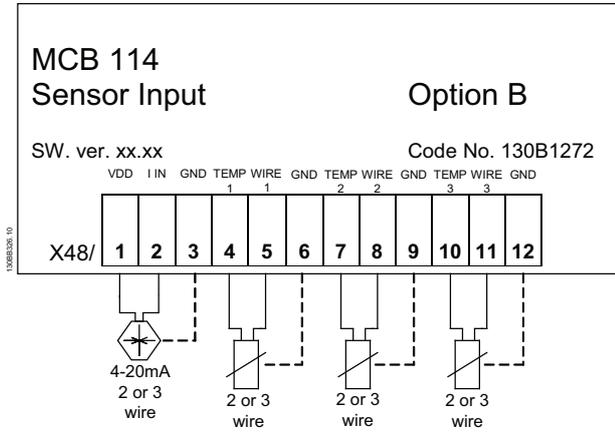


Ilustración 3.15 Cableado eléctrico

Terminal	Nombre	Función
1	VDD	24 V CC para suministrar al sensor 4-20 mA
2	I en	Entrada 4-20 mA
3	GND (tierra)	Entrada analógica GND (conexión a tierra)
4, 7, 10	Temp 1, 2, 3	Entrada de temperatura
5, 8, 11	Cable 1, 2 y 3	3.ª entrada de cable si se usan 3 sensores de cable
6, 9, 12	GND (tierra)	Entrada temp. GND (conexión a tierra)

Tabla 3.10 Terminales

3.1.12 Kit de montaje de control remoto para LCP

El LCP se puede llevar al frontal de un armario utilizando el kit de montaje remoto. La protección es la IP66. Los tornillos deben apretarse con un par máximo de 1 Nm.

Protección	IP66 delantero
Longitud máx. del cable entre LCP y la unidad	3 m
Estándar de comunicaciones	RS-485

Tabla 3.11 Datos técnicos

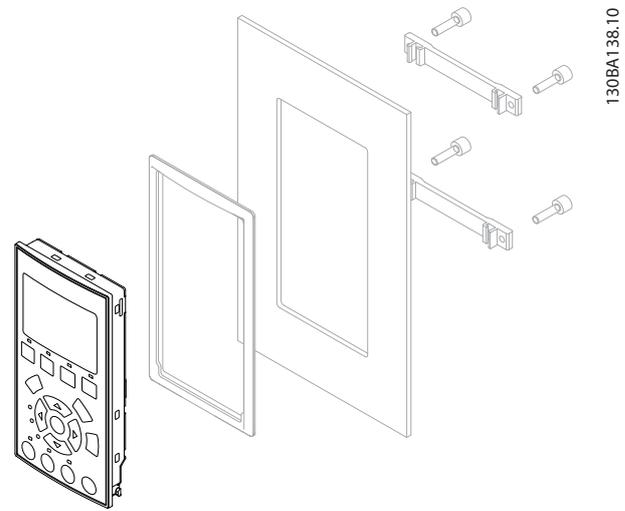


Ilustración 3.16 Kit LCP con LCP gráfico, sujeciones, cable de 3 m y junta.

Referencia 130B1113

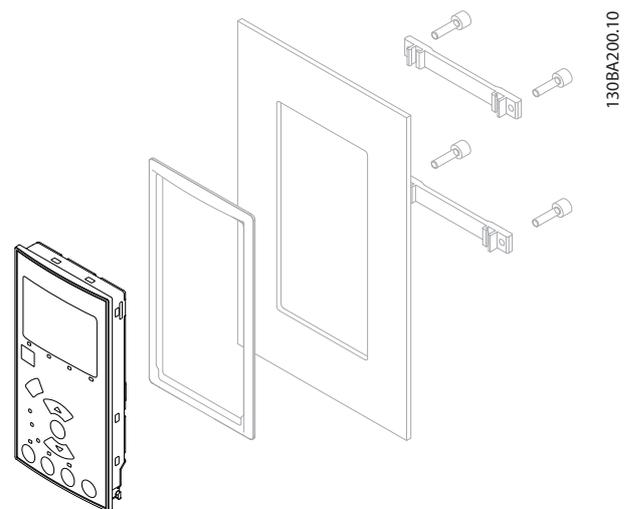
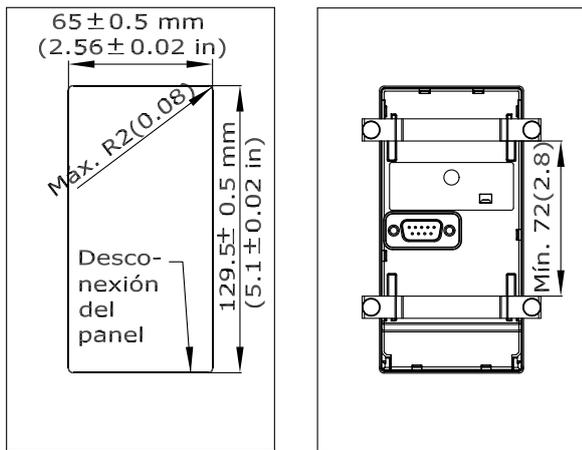


Ilustración 3.17 Kit LCP con LCP numérico, sujeciones y junta.

N.º de pedido 130B1114



130BA139.13

Ilustración 3.18 Dimensiones

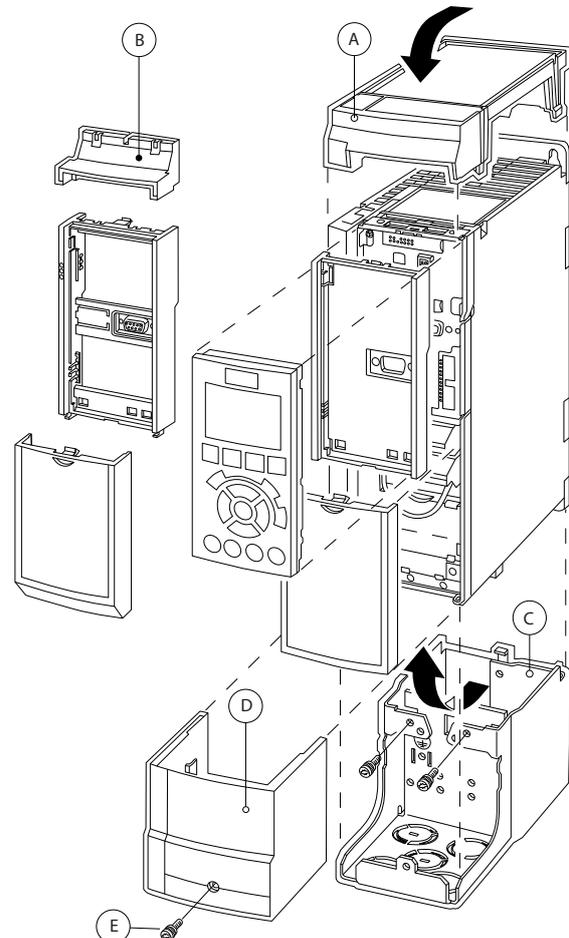
3.1.13 Kit de protección IP21 / IP41 / TIPO 1

IP21 / IP41 superior / TIPO 1 es una protección opcional disponible para las unidades compactas IP20, tamaño de protección A2-A3, B3+B4 y C3+C4.

Si se utiliza el kit de protección, una unidad IP 20 sube a la categoría de protección IP 21/ 41 parte superior/TIPO 1.

La protección IP41 top puede aplicarse a todas las variantes estándar IP 20 de Convertidor de frecuencia VLT® HVAC.

3.1.14 Kit de protección IP21 / Tipo 1



130BT323.10

Ilustración 3.19 Tipo de protección A2

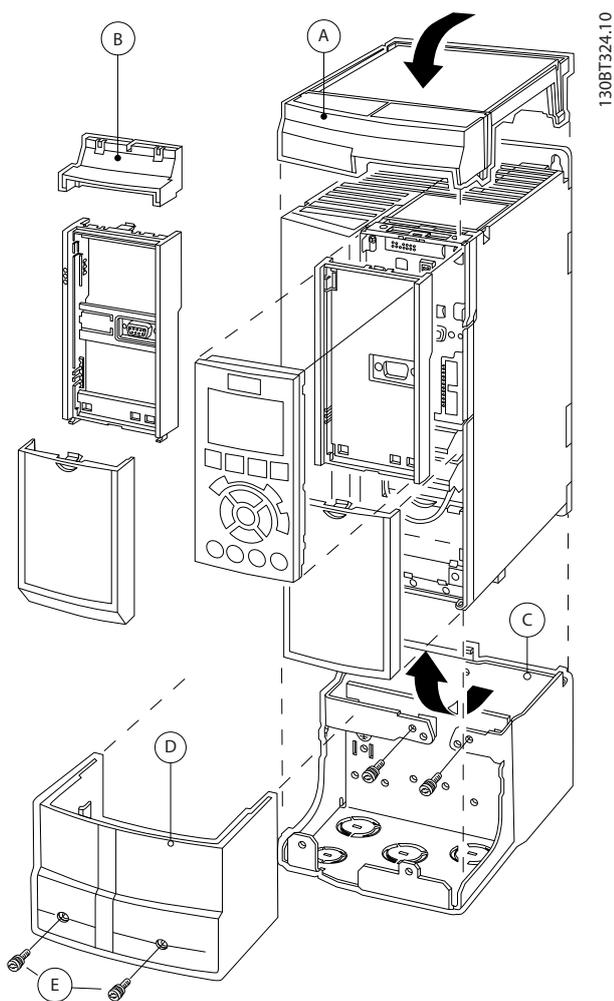


Ilustración 3.20 Tipo de protección A3

A	Tapa superior
B	Ala
C	Pieza base
D	Tapa de la base
E	Tornillo/s

Tabla 3.12 Leyenda para Ilustración 3.19 y Ilustración 3.20

Coloque la tapa superior tal como indica la imagen. Si se usa la opción A o B, el ala debe ajustarse de forma que tape la entrada superior. Coloque la pieza base C en la parte inferior del convertidor de frecuencia y use las abrazaderas de la bolsa de accesorios para sujetar correctamente los cables. Orificios para prensacables:
 Tamaño A2: 2 x M25 y 3 x M32
 Tamaño A3: 3 x M25 y 3 x M32

Tipo de protección	Altura A [mm]	Anchura B [mm]	Profundidad C* [mm]
A2	372	90	205
A3	372	130	205
B3	475	165	249
B4	670	255	246
C3	755	329	337
C4	950	391	337

Tabla 3.13 Dimensiones

* Si se utiliza la opción A / B, aumenta la profundidad (consulte capítulo 5.1.2 Dimensiones mecánicas para obtener más información).

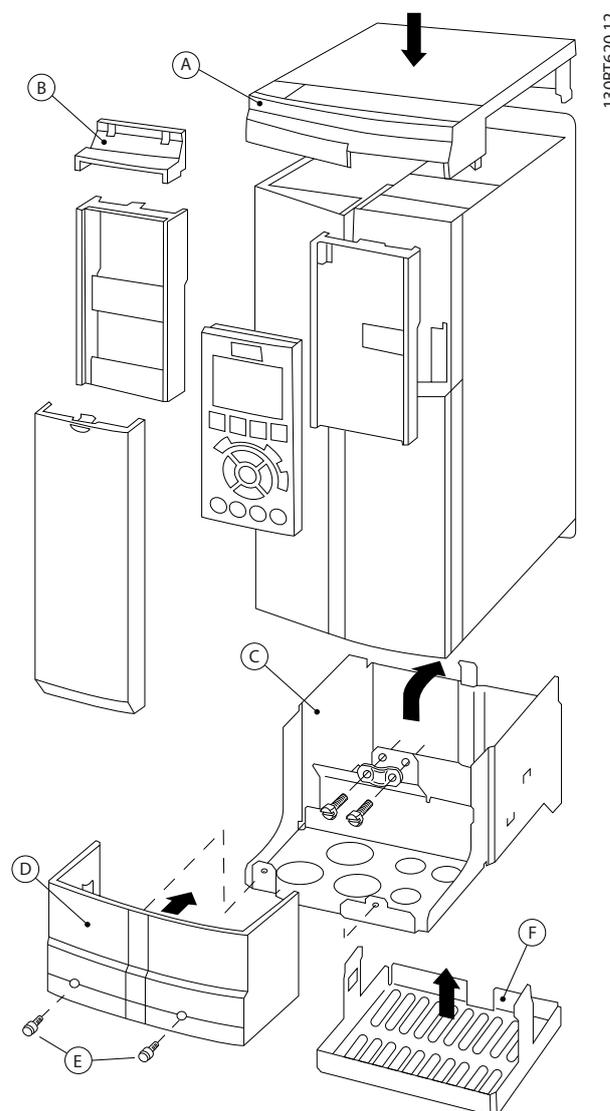


Ilustración 3.21 Tipo de protección B3

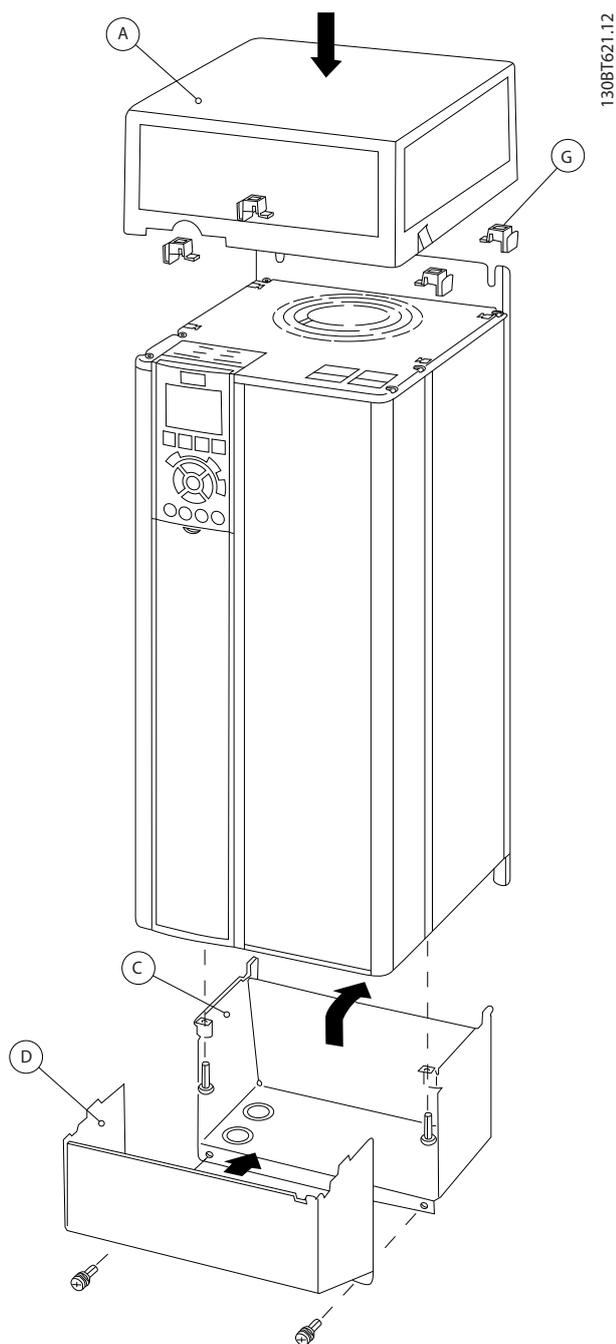


Ilustración 3.22 Tipos de protección B4-C3-C4

A	Tapa superior
B	Ala
C	Pieza base
D	Tapa de la base
E	Tornillo/s
F	Tapa del ventilador
G	Clip superior

Tabla 3.14 Leyenda para Ilustración 3.21 y Ilustración 3.21

Cuando se usa el módulo de opción A y / o el módulo de opción B, el ala (B) debe ajustarse a la tapa superior (A).

AVISO!

La instalación lado a lado no es posible cuando se utiliza el Kit de protección IP21 / IP4X / TIPO 1

3

3.1.15 Filtros de salida

La conmutación de alta frecuencia del convertidor produce algunos efectos secundarios que influyen en el motor y en el entorno circundante. Estos efectos secundarios son tratados por dos tipos de filtros diferentes, el filtro dU/dt y el filtro sinusoidal.

Filtros dU/dt

La fatiga del aislamiento del motor está a menudo causada por la combinación de incremento rápido de tensión e intensidad. Los cambios rápidos en la energía pueden también reflejarse en la línea de CC del convertidor, y causar su apagado. El filtro dU/dt está diseñado para reducir el tiempo de incremento de tensión / el cambio rápido de energía en el motor, y mediante dicha intervención evitar el envejecimiento prematuro y las descargas eléctricas en el aislamiento del motor. Los filtros dU/dt tienen una positiva influencia en la radiación de ruido magnético en el cable que conecta el convertidor de frecuencia al motor. La forma de la onda de tensión sigue teniendo forma de impulsos, pero la velocidad de variación dU/dt se reduce en comparación con la instalación sin filtro.

Filtros sinusoidales

Los filtros sinusoidales están diseñados para dejar pasar solo las bajas frecuencias. Las frecuencias altas son, por lo tanto, derivadas, lo que da como resultado una forma de onda de tensión sinusoidal de fase a fase, y formas de ondas de corriente sinusoidales.

Con las formas de onda sinusoidales, ya no es necesario usar motores especiales para convertidores de frecuencia con aislamiento reforzado. El ruido acústico del motor también resulta amortiguado como consecuencia de la condición de onda.

Además de las funciones del filtro dU/dt, el filtro de onda sinusoidal reduce la fatiga del aislamiento y las corrientes en los rodamientos del motor, lo que da como resultado una vida más larga del motor e intervalos de mantenimiento más espaciados. Los filtros de onda sinusoidal permiten el uso de cables de motor más largos en aplicaciones en que este está instalado lejos del convertidor de frecuencia. Desafortunadamente, la longitud está limitada porque el filtro no reduce las corrientes de fuga en los cables.

4 Cómo realizar un pedido

4.1 Formulario de pedido

4.1.1 Configurador de convertidores de frecuencia

4

Es posible diseñar un convertidor de frecuencia conforme a las necesidades de la aplicación, mediante el uso del sistema de números de pedido.

Pida el convertidor de frecuencia estándar o con opciones completas enviando una cadena de código descriptivo del producto a la oficina local de ventas de (Danfoss), es decir:

FC-102P18KT4E21H1XGCXXXSXXXAGBKCXXXDX

El significado de los caracteres de la cadena puede encontrarse en *capítulo 3 Selección*, en las páginas que contienen los números de pedido. En el ejemplo anterior, se incluyen en el convertidor de frecuencia una opción Profibus LON Works y una opción de E/S general.

Los números de pedido para las variantes estándar del convertidor de frecuencia también pueden localizarse en *capítulo 4 Cómo realizar un pedido*.

Configure el convertidor de frecuencia apropiado para su aplicación y genere el código descriptivo en el configurador de convertidores de frecuencia, disponible en Internet. El configurador del convertidor de frecuencia genera automáticamente un número de ventas de ocho dígitos que se debe enviar a la oficina de ventas local. Además, puede establecer una lista de proyectos con varios productos y enviársela a un representante de ventas de (Danfoss).

El configurador del convertidor de frecuencia puede encontrarse en el sitio de internet: www.danfoss.com/drives.

Ejemplo de la configuración de la interfaz del convertidor:

Los números que se muestran en las cajas se refieren a la letra / número del código de tipo del convertidor, leído de izquierda a derecha.

Grupos de productos	1-3	☐
Serie de convertidores de frecuencia	4-6	☐
Potencia nominal	8-10	☐
Fases	11	☐
Tensión de red	12	☐
Protección	13-15	☐
Tipo de protección		☐
Clase de protección		☐
Tensión de alimentación de control		☐
Configuración de hardware		☐
Filtro RFI	16-17	☐
Freno	18	☐
Pantalla (LCP)	19	☐
PCB barnizado	20	☐
Opción de red	21	☐
Adaptación A	22	☐
Adaptación B	23	☐
Versión de software	24-27	☐
Idioma del software	28	☐
Opciones A	29-30	☐
Opciones B	31-32	☐
Opciones C0, MCO	33-34	☐
Opciones C1	35	☐
Software de opción C	36-37	☐
Opciones D	38-39	☐

Tabla 4.1 Ejemplo de la configuración de la interfaz del configurador del convertidor de frecuencia

4.1.2 Código descriptivo de baja y media potencia

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

130BA052.14

Ilustración 4.1 Código descriptivo

Descripción	Pos.	Elección posible
Grupo de producto y serie convertidor	1-6	FC 102
Potencia nominal	8-10	1,1-90 kW (P1K1-P90K)
Número de fases	11	3 fases (T)
Tensión de red	11-12	T 2: 200-240 V CA T 4: 380-480 V CA T 6: 525-600 V CA T 7: 525-690 V CA
Protección	13-15	E20: IP20 E21: IP 21/NEMA, tipo 1 E55: IP55 / NEMA tipo 12 E66: IP66 P21: IP21 / NEMA tipo 1 con placa trasera P55: IP55 / NEMA tipo 12 con placa trasera Z55: bastidor A4 IP55 Z66: bastidor A4 IP66
Filtro RFI	16-17	H1: filtro RFI clase A1/B H2: filtro RFI clase A2 H3: filtro RFI clase A1/B (longitud de cable reducida) Hx: sin filtro RFI
Freno	18	X: sin interruptor de freno B: interruptor de freno incluido T: Parada de seguridad U: parada de seguridad + freno
Pantalla	19	G: Panel gráfico de control local (GLCP) N: panel numérico de control local (NLCP) X: sin panel de control local
PCB barnizado	20	X: PCB no barnizado C: PCB barnizado
Opción de red	21	X: sin interruptor de desconexión de la red y carga compartida 1: con interruptor de desconexión de la red (solo IP55) 8: desconexión de la red y carga compartida D: Carga compartida Consulte el capítulo 9 para obtener información sobre las dimensiones máximas de cables.
Adaptación	22	X: Entradas de cables estándar O: roscado métrico europeo en entradas de cables (solo A4, A5, B1, B2) S: entradas de cables imperiales (solo A5, B1, B2)
Adaptación	23	Reservado
Versión de software	24-27	Software actual
Idioma del software	28	

Descripción	Pos.	Elección posible
Opciones A	29-30	AX: sin opciones A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AG: MCA 108 Lonworks AJ: MCA 109 Puerta de enlace BACnet AL: MCA 120 Profinet AN: MCA 121 Ethernet / IP AQ: MCA 122 Modbus TCP
Opciones B	31-32	BX: sin opción BK: MCB 101 Opción de E/S general BP: MCB 105 Opción de relé BO: MCB 109 Opción de E/S analógica B2: MCB 112 tarjeta de termistor PTC B4: MCB 114 Opción de entrada de sensor
Opciones C0 MCO	33-34	CX: sin opciones
Opciones C1	35	X: sin opciones
Software de opción C	36-37	XX: software estándar
Opciones D	38-39	DX: sin opción D0: 24 V auxiliar

Tabla 4.2 Descripción del código

4.2 Números de pedido

4.2.1 Números de pedido: Opciones y accesorios

Tipo	Descripción	N.º de pedido
Hardware diverso I		
Conector del enlace de CC	Bloque de terminales para la conexión del enlace de CC en A2 / A3	130B1064
Kit IP 21 / 4X superior / TIPO 1	IP21 / NEMA1 superior + A2 inferior	130B1122
Kit IP 21 / 4X superior / TIPO 1	IP21 / NEMA1 superior + A3 inferior	130B1123
Kit IP 21 / 4X superior / TIPO 1	IP21 / NEMA1 superior + B3 inferior	130B1187
Kit IP 21 / 4X superior / TIPO 1	IP21 / NEMA1 superior + B4 inferior	130B1189
Kit IP 21 / 4X superior / TIPO 1	IP21 / NEMA1 superior + C3 inferior	130B1191
Kit IP 21 / 4X superior / TIPO 1	IP21 / NEMA1 superior + C4 inferior	130B1193
IP21 / 4X superior	IP21 Tapa superior A2	130B1132
IP21 / 4X superior	IP21 Tapa superior A3	130B1133
IP 21 / 4X superior	IP21 Tapa superior B3	130B1188
IP 21 / 4X superior	IP21 Tapa superior B4	130B1190
IP 21 / 4X superior	IP21 Tapa superior C3	130B1192
IP 21 / 4X superior	IP21 Tapa superior C4	130B1194
Kit de montaje en panel	Protección, tipo de protección A5	130B1028
Kit de montaje en panel	Protección, tipo de protección B1	130B1046
Kit de montaje en panel	Protección, tipo de protección B2	130B1047
Kit de montaje en panel	Protección, tipo de protección C1	130B1048
Kit de montaje en panel	Protección, tipo de protección C2	130B1049
Profibus D-Sub 9	Kit de conector para IP20	130B1112
Kit de entrada superior Profibus	Kit de entrada superior para la conexión Profibus, tipos de protección D + E	176F1742
Bloques de terminales	Bloques de terminales con tornillo para sustituir a terminales de muelle 1 conector de 10 contactos, 1 de 6 y 1 de 3	130B1116
Placa trasera	A5 IP55 / NEMA 12	130B1098
Placa trasera	B1 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3383
Placa trasera	B2 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3397
Placa trasera	C1 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3910

Tipo	Descripción	N.º de pedido
Hardware diverso I		
Placa trasera	C2 IP21/IP55 / NEMA 12	130B3911
Placa trasera	A5 IP66	130B3242
Placa trasera	B1 IP66	130B3434
Placa trasera	B2 IP66	130B3465
Placa trasera	C1 IP66	130B3468
Placa trasera	C2 IP66	130B3491
LCP y kits		
LCP 101	Panel numérico de control local (NLCP)	130B1124
102	Panel gráfico de control local (GLCP)	130B1107
cable	Cable independiente , 3 m	175Z0929
Kit de	Kit de montaje del panel, formado por el LCP gráfico, las sujeciones, un cable de 3 m y la junta.	130B1113
Kit LCP	Kit de montaje del panel (LCP numérico, sujeciones y junta incluidos)	130B1114
Kit de	Kit de montaje del panel para todos los LCP, que incluye las sujeciones, un cable de 3 m y la junta.	130B1117
Kit de	Kit de montaje frontal, protecciones IP55	130B1129
Kit de	Kit de montaje del panel para todos los LCP, que incluye las sujeciones y la junta (sin cable)	130B1170

Tabla 4.3 Las opciones se pueden pedir como opciones integradas de fábrica. Consulte la información sobre pedidos.

Tipo	Descripción	Comentarios
Opciones para ranura A		N.º de pedido
		Barnizado
MCA 101	Opción Profibus DP V0/V1	130B1200
MCA 104	Opción DeviceNet	130B1202
MCA 108	Lonworks	130B1206
MCA 109	Pasarela BACnet para integración. No es apta para su uso con la tarjeta MCB 105 de opción de relé	130B1244
MCA 120	Profinet	130B1135
MCA 121	Ethernet	130B1219
Opciones para ranura B		
MCB 101	Opción de entrada / salida general	
MCB 105	Opción de relé	
MCB 109	Opción de E/S analógica y batería de respaldo para reloj de tiempo real.	130B1243
MCB 112	ATEX PTC	130B1137
MCB 114	Entrada de sensor, sin barnizado	130B1172
	Entrada de sensor, barnizado	130B1272
Opción para ranura D		
MCB 107	Alimentación auxiliar de 24 V CC	130B1208
Opciones externas		
Ethernet IP	Ethernet maestro	

Tabla 4.4 Información de pedido de opciones

Para obtener información sobre el bus de campo y la compatibilidad de opciones de aplicaciones con versiones de software anteriores, póngase en contacto con el distribuidor de (Danfoss).

Tipo	Descripción	N.º de pedido	Comentarios
Repuestos			
Placa de control convertidor de frecuencia	Con función de parada de seguridad	130B1150	
Placa de control convertidor de frecuencia	Sin función de parada de seguridad	130B1151	
Ventilador A2	Ventilador, tipo de protección A2	130B1009	
Ventilador A3	Ventilador, tipo de protección A3	130B1010	
Ventilador A5	Ventilador, tipo de protección A5	130B1017	
Ventilador B1	Ventilador externo, tipo de protección B1	130B3407	
Ventilador B2	Ventilador externo, tipo de protección B2	130B3406	
Ventilador B3	Ventilador externo, tipo de protección B3	130B3563	
Ventilador B4	Ventilador externo, 18,5/22 kW	130B3699	
Ventilador B4	Ventilador externo 22/30 kW	130B3701	
Ventilador C1	Ventilador externo, tipo de protección C1	130B3865	
Ventilador C2	Ventilador externo, tipo de protección C2	130B3867	
Ventilador C3	Ventilador externo, tipo de protección C3	130B4292	
Ventilador C4	Ventilador externo, tipo de protección C4	130B4294	
Hardware diverso II			
Bolsa de accesorios A2	Bolsa de accesorios, tipo de protección A2	130B1022	
Bolsa de accesorios A3	Bolsa de accesorios, tipo de protección A3	130B1022	
Bolsa de accesorios A4	Bolsa de accesorios para bastidor A4 sin rosca	130B0536	
Bolsa de accesorios A5	Bolsa de accesorios, tipo de protección A5	130B1023	
Bolsa de accesorios B1	Bolsa de accesorios, tipo de protección B1	130B2060	
Bolsa de accesorios B2	Bolsa de accesorios, tipo de protección B2	130B2061	
Bolsa de accesorios B3	Bolsa de accesorios, tipo de protección B3	130B0980	
Bolsa de accesorios B4	Bolsa de accesorios, tipo de protección B4	130B1300	Pequeña
Bolsa de accesorios B4	Bolsa de accesorios, tipo de protección B4	130B1301	Grande
Bolsa de accesorios C1	Bolsa de accesorios, tipo de protección C1	130B0046	
Bolsa de accesorios C2	Bolsa de accesorios, tipo de protección C2	130B0047	
Bolsa de accesorios C3	Bolsa de accesorios, tipo de protección C3	130B0981	
Bolsa de accesorios C4	Bolsa de accesorios, tipo de protección C4	130B0982	Pequeña
Bolsa de accesorios C4	Bolsa de accesorios, tipo de protección C4	130B0983	Grande

Tabla 4.5 Información de pedido de accesorios

4.2.2 Números de pedido: Filtros armónicos

Los filtros armónicos se utilizan para reducir los armónicos del suministro de red.

- AHF 010: distorsión de corriente del 10 %
- AHF 005: distorsión de corriente del 5 %

I _{AHF,N} [A]	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de (Danfoss)		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10	1,1-4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19	5.5-7.5	175G6601	175G6623	P5K5-P7K5
26	11	175G6602	175G6624	P11K
35	15-18,5	175G6603	175G6625	P15K-P18K
43	22	175G6604	175G6626	P22K
72	30-37	175G6605	175G6627	P30K-P37K
101	45-55	175G6606	175G6628	P45K-P55K
144	75	175G6607	175G6629	P75K
180	90	175G6608	175G6630	P90K
217	110	175G6609	175G6631	P110
289	132	175G6610	175G6632	P132-P160
324	160	175G6611	175G6633	
370	200	175G6688	175G6691	P200
506	250	175G6609 + 175G6610	175G6631 + 175G6632	P250
578	315	2 × 175G6610	2 × 175G6632	P315
648	355	2 × 175G6611	2 × 175G6633	P355
694	400	175G6611 + 175G6688	175G6633 + 175G6691	P400
740	450	2 × 175G6688	2 × 175G6691	P450

Tabla 4.6 380-415 V CA, 50 Hz

I _{AHF,N} [A]	Motor utilizado normalmente [CV]	Número de pedido de (Danfoss)		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10	1,1-4	130B2540	130B2541	P1K1-P4K0
19	5.5-7.5	130B2460	130B2472	P5K5-P7K5
26	11	130B2461	130B2473	P11K
35	15-18,5	130B2462	130B2474	P15K, P18K
43	22	130B2463	130B2475	P22K
72	30-37	130B2464	130B2476	P30K-P37K
101	45-55	130B2465	130B2477	P45K-P55K
144	75	130B2466	130B2478	P75K
180	90	130B2467	130B2479	P90K
217	110	130B2468	130B2480	P110
289	132	130B2469	130B2481	P132
324	160	130B2470	130B2482	P160
370	200	130B2471	130B2483	P200
506	250	130B2468 + 130B2469	130B2480 + 130B2481	P250
578	315	2 × 130B2469	2 × 130B2481	P315
648	355	2 × 130B2470	2 × 130B2482	P355
694	400	130B2470 + 130B2471	130B2482 + 130B2483	P400
740	450	2 × 130B2471	130B2483	P450

Tabla 4.7 380-415 V CA, 60 Hz

I _{AHF,N} [A]	Motor utilizado normalmente [CV]	Número de pedido de (Danfoss)		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10	1.5-7.5	130B2538	130B2539	P1K1-P5K5
19	10-15	175G6612	175G6634	P7K5-P11K
26	20	175G6613	175G6635	P15K
35	25-30	175G6614	175G6636	P18K-P22K
43	40	175G6615	175G6637	P30K
72	50-60	175G6616	175G6638	P37K-P45K
101	75	175G6617	175G6639	P55K
144	100-125	175G6618	175G6640	P75K-P90K
180	150	175G6619	175G6641	P110
217	200	175G6620	175G6642	P132
289	250	175G6621	175G6643	P160
370	350	175G6690	175G6693	P200
434	350	2 × 175G6620	2 × 175G6642	P250
506	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578	500	2 × 175G6621	2 × 175G6643	P355
648	550-600	2 × 175G6689	2 × 175G6692	P400
694	600	175G6689 + 175G6690	175G6692 + 175G6693	P450
740	650	2 × 175G6690	2 × 175G6693	P500

Tabla 4.8 440-480 V CA, 60 Hz

La correspondencia entre el convertidor de frecuencia y el filtro se ha calculado previamente en base a 400 V/480 V, con una carga típica del motor (4 polos) y un par del 110%.

I _{AHF,N} [A]	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de (Danfoss)		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10	1.1-7.5	175G6644	175G6656	P1K1-P7K5
19	11	175G6645	175G6657	P11K
26	15-18,5	175G6646	175G6658	P15K-P18K
35	22	175G6647	175G6659	P22K
43	30	175G6648	175G6660	P30K
72	37-45	175G6649	175G6661	P45K-P55K
101	55	175G6650	175G6662	P75K
144	75-90	175G6651	175G6663	P90K-P110
180	110	175G6652	175G6664	P132
217	132	175G6653	175G6665	P160
289	160-200	175G6654	175G6666	P200-P250
324	250	175G6655	175G6667	P315
397	315	175G6652 + 175G6653	175G6641 + 175G6665	P400
434	355	2 × 175G6653	2 × 175G6665	P450
506	400	175G6653 + 175G6654	175G6665 + 175G6666	P500
578	450	2 × 175G6654	2 × 175G6666	P560
613	500	175G6654 + 175G6655	175G6666 + 175G6667	P630

4

Tabla 4.9 500-525 V CA, 50 Hz

I _{AHF,N} [A]	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de (Danfoss)		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
43	45	130B2328	130B2293	
72	45-55	130B2330	130B2295	P37K-P45K
101	75-90	130B2331	130B2296	P55K-P75K
144	110	130B2333	130B2298	P90K-P110
180	132	130B2334	130B2299	P132
217	160	130B2335	130B2300	P160
288	200-250	2 × 130B2333	130B2301	P200-P250
324	315	130B2334 + 130B2335	130B2302	P315
397	400	130B2334 + 130B2335	130B2299 + 130B2300	P400
434	450	2 × 130B2335	2 × 130B2300	P450
505	500	*	130B2300 + 130B2301	P500
576	560	*	2 × 130B2301	P560
612	630	*	130B2301 + 130B2300	P630
730	710	*	2 × 130B2302	P710

Tabla 4.10 690 V CA, 50Hz

* Para intensidades superiores, póngase en contacto con (Danfoss).

4.2.3 Números de pedido: Módulos de filtro sinusoidal, 200-500 V CA

Tamaño del convertidor de frecuencia			Frecuencia de conmutación mínima [kHz]	Máx. frecuencia de salida [Hz]	Código IP20	Código IP00	Intensidad nominal del filtro a 50 Hz [A]
200-240 [V CA]	380-440 [V CA]	440-480 [V CA]					
	P1K1	P1K1	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P1K5	P1K5	5	120	130B2441	130B2406	4,5
	P2K2	P2K2	5	120	130B2443	130B2408	8
P1K5	P3K0	P3K0	5	120	130B2443	130B2408	8
	P4K0	P4K0	5	120	130B2444	130B2409	10
P2K2	P5K5	P5K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P3K0	P7K5	P7K5	5	120	130B2446	130B2411	17
P4K0			5	120	130B2446	130B2411	17
P5K5	P11K	P11K	4	100	130B2447	130B2412	24
P7K5	P15K	P15K	4	100	130B2448	130B2413	38
	P18K	P18K	4	100	130B2448	130B2413	38
P11K	P22K	P22K	4	100	130B2307	130B2281	48
P15K	P30K	P30K	3	100	130B2308	130B2282	62
P18K	P37K	P37K	3	100	130B2309	130B2283	75
P22K	P45K	P55K	3	100	130B2310	130B2284	115
P30K	P55K	P75K	3	100	130B2310	130B2284	115
P37K	P75K	P90K	3	100	130B2311	130B2285	180
P45K	P90K	P110	3	100	130B2311	130B2285	180
	P110	P132	3	100	130B2312	130B2286	260
	P132	P160	3	100	130B2313	130B2287	260
	P160	P200	3	100	130B2313	130B2287	410
	P200	P250	3	100	130B2314	130B2288	410
	P250	P315	3	100	130B2314	130B2288	480
	P315	P315	2	100	130B2315	130B2289	660
	P355	P355	2	100	130B2315	130B2289	660
	P400	P400	2	100	130B2316	130B2290	750
		P450	2	100	130B2316	130B2290	750
	P450	P500	2	100	130B2317	130B2291	880
	P500	P560	2	100	130B2317	130B2291	880
	P560	P630	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P630	P710	2	100	130B2318	130B2292	1200
	P710	P800	2	100	2 × 130B2317	2 × 130B2291	1500
	P800	P1M0	2	100	2 × 130B2317	2 × 130B2291	1500
	P1M0		2	100	2 × 130B2318	2 × 130B2292	1700

Tabla 4.11 Alimentación de red 3 × 200-480 V CA

Cuando se utilicen filtros sinusoidales, la frecuencia de conmutación deberá cumplir con las especificaciones de filtro de 14-01 Frecuencia conmutación.

AVISO!

Consulte también la *Guía de diseño de los filtros de salida*.

4.2.4 Números de pedido: Módulos de filtro sinusoidal, 525-600/690 V CA

Tamaño del convertidor de frecuencia		Frecuencia de conmutación mínima [kHz]	Máx. frecuencia de salida [Hz]	Código IP20	Código IP00	Intensidad nominal del filtro a 50 Hz [A]
525-600 [V CA]	690 [V CA]					
P1K1		2	100	130B2341	130B2321	13
P1K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P2k2		2	100	130B2341	130B2321	13
P3K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P4K0		2	100	130B2341	130B2321	13
P5K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P7K5		2	100	130B2341	130B2321	13
P11K		2	100	130B2342	130B2322	28
P15K		2	100	130B2342	130B2322	28
P18K		2	100	130B2342	130B2322	28
P22K		2	100	130B2342	130B2322	28
P30K		2	100	130B2343	130B2323	45
P37K	P45K	2	100	130B2344	130B2324	76
P45K	P55K	2	100	130B2344	130B2324	76
P55K	P75K	2	100	130B2345	130B2325	115
P75K	P90K	2	100	130B2345	130B2325	115
P90K	P110	2	100	130B2346	130B2326	165
	P132	2	100	130B2346	130B2326	165
	P160	2	100	130B2347	130B2327	260
	P200	2	100	130B2347	130B2327	260
	P250	2	100	130B2348	130B2329	303
	P315	2	100	130B2370	130B2341	430
	P355	1,5	100	130B2370	130B2341	430
	P400	1,5	100	130B2370	130B2341	430
	P450	1,5	100	130B2371	130B2342	530
	P500	1,5	100	130B2371	130B2342	530
	P560	1,5	100	130B2381	130B2337	660
	P630	1,5	100	130B2381	130B2337	660
	P710	1,5	100	130B2382	130B2338	765
	P800	1,5	100	130B2383	130B2339	940
	P900	1,5	100	130B2383	130B2339	940
	P1M0	1,5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M2	1,5	100	130B2384	130B2340	1320
	P1M4	1,5	100	2 × 130B2382	2 × 130B2338	1479

Tabla 4.12 Alimentación de red 3 × 525-690 V CA

AVISO!

Cuando se utilicen filtros sinusoidales, la frecuencia de conmutación deberá cumplir con las especificaciones de filtro de 14-01 Frecuencia conmutación.

AVISO!

Consulte también la *Guía de diseño de los filtros de salida*.

4.2.5 Números de pedido: Filtros dU/dt, 380-480 V CA

4

Tamaño del convertidor de frecuencia		Frecuencia de conmutación mínima [kHz]	Máx. frecuencia de salida [Hz]	Código IP20	Código IP00	Intensidad nominal del filtro a 50 Hz [A]
380-439 [V CA]	440-480 [V CA]					
P11K	P11K	4	100	130B2396	130B2385	24
P15K	P15K	4	100	130B2397	130B2386	45
P18K	P18K	4	100	130B2397	130B2386	45
P22K	P22K	4	100	130B2397	130B2386	45
P30K	P30K	3	100	130B2398	130B2387	75
P37K	P37K	3	100	130B2398	130B2387	75
P45K	P45K	3	100	130B2399	130B2388	110
P55K	P55K	3	100	130B2399	130B2388	110
P75K	P75K	3	100	130B2400	130B2389	182
P90K	P90K	3	100	130B2400	130B2389	182
P110	P110	3	100	130B2401	130B2390	280
P132	P132	3	100	130B2401	130B2390	280
P160	P160	3	100	130B2402	130B2391	400
P200	P200	3	100	130B2402	130B2391	400
P250	P250	3	100	130B2277	130B2275	500
P315	P315	2	100	130B2278	130B2276	750
P355	P355	2	100	130B2278	130B2276	750
P400	P400	2	100	130B2278	130B2276	750
	P450	2	100	130B2278	130B2276	750
P450	P500	2	100	130B2405	130B2393	910
P500	P560	2	100	130B2405	130B2393	910
P560	P630	2	100	130B2407	130B2394	1500
P630	P710	2	100	130B2407	130B2394	1500
P710	P800	2	100	130B2407	130B2394	1500
P800	P1M0	2	100	130B2407	130B2394	1500
P1M0		2	100	130B2410	130B2395	2300

Tabla 4.13 Alimentación de red de 3 × 380 a 3 × 480 V CA

AVISO!

Consulte también la *Guía de diseño de los filtros de salida*.

4.2.6 Números de pedido: Filtros dU/dt, 525-600/690 V CA

Tamaño del convertidor de frecuencia		Frecuencia de conmutación mínima [kHz]	Máx. frecuencia de salida [Hz]	Código IP20	Código IP00	Intensidad nominal del filtro a 50 Hz [A]
525-600 [V CA]	690 [V CA]					
P1K1		4	100	130B2423	130B2414	28
P1K5		4	100	130B2423	130B2414	28
P2K2		4	100	130B2423	130B2414	28
P3K0		4	100	130B2423	130B2414	28
P4K0		4	100	130B2424	130B2415	45
P5K5		4	100	130B2424	130B2415	45
P7K5		3	100	130B2425	130B2416	75
P11K		3	100	130B2425	130B2416	75
P15K		3	100	130B2426	130B2417	115
P18K		3	100	130B2426	130B2417	115
P22K		3	100	130B2427	130B2418	165
P30K		3	100	130B2427	130B2418	165
P37K	P45K	3	100	130B2425	130B2416	75
P45K	P55K	3	100	130B2425	130B2416	75
P55K	P75K	3	100	130B2426	130B2417	115
P75K	P90K	3	100	130B2426	130B2417	115
P90K	P110	3	100	130B2427	130B2418	165
	P132	2	100	130B2427	130B2418	165
	P160	2	100	130B2428	130B2419	260
	P200	2	100	130B2428	130B2419	260
	P250	2	100	130B2429	130B2420	310
	P315	2	100	130B2238	130B2235	430
	P400	2	100	130B2238	130B2235	430
	P450	2	100	130B2239	130B2236	530
	P500	2	100	130B2239	130B2236	530
	P560	2	100	130B2274	130B2280	630
	P630	2	100	130B2274	130B2280	630
	P710	2	100	130B2430	130B2421	765
	P800	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P900	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M0	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M2	2	100	130B2431	130B2422	1350
	P1M4	2	100	2 × 130B2430	2 × 130B2421	1530

Tabla 4.14 Alimentación de red de 3 × 525 a 3 × 690 V CA

AVISO!

Consulte también la *Guía de diseño de los filtros de salida*.

4.2.7 Números de pedido: Resistencias de freno

AVISO!

Consulte la *Guía de diseño de la resistencia de freno*.

5 Instalación mecánica

5.1 Instalación mecánica

5.1.1 Requisitos de seguridad de la instalación mecánica

ADVERTENCIA

Preste atención a los requisitos relativos a la integración y al kit de montaje de campo. Observe la información facilitada en la lista para evitar daños en el equipo o lesiones graves, especialmente al instalar unidades grandes.

5

PRECAUCIÓN

El convertidor de frecuencia se refrigera mediante circulación de aire.

Para evitar que la unidad se sobrecaliente, compruebe que la temperatura ambiente *no supera la temperatura máxima indicada para el convertidor de frecuencia* y que *no se supera la temperatura media para 24 horas*.

Localice la temperatura máxima y el promedio para 24 horas en *capítulo 9.6.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente*.

Si la temperatura ambiente se encuentra dentro del rango 45 °C-55 °C, la reducción de la potencia del convertidor de frecuencia será relevante; consulte *capítulo 9.6.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente*.

La vida útil del convertidor de frecuencia se reducirá si no se tiene en cuenta la reducción de potencia en función de la temperatura ambiente.

Tipo de protección	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
Potencia nominal	1.1-2.2	3-3,7	1.1-2.2	1.1-3.7	5,5-11	15	5,5-11	15-18	18-30	37-45	22-30	37-45
[kW]	1.1-4.0	5.5-7.5	1,1-4	1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
IP	525-600 V	1.1-7.5		1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
NEMA	525-690 V					11-30				37-90		
Altura [mm]	20	21	55/66	55/66	21/ 55/66	21/55/66	20	20	21/55/66	21/55/66	20	20
Altura de la placa posterior	Chasis	Chasis	Tipo 12	Tipo 12	Tipo 1 / Tipo 12	Tipo 1 / Tipo 12	Chasis	Chasis	Tipo 1 / Tipo 12	Tipo 1 / Tipo 12	Chasis	Chasis
Altura con placa de desacoplamiento para cables de bus de campo	268	375	390	420	480	650	399	520	680	770	550	660
Distancia entre los orificios de montaje	A	-	-	-	-	-	420	595			630	800
Anchura [mm]	257	350	401	402	454	624	380	495	648	739	521	631
Anchura de la placa posterior	B	130	200	242	242	242	165	230	308	370	308	370
Anchura de la placa posterior con una opción C	B	130	170	242	242	242	205	230	308	370	308	370
Anchura de la placa posterior con dos opciones C	B	150	190	242	242	242	225	230	308	370	308	370
Distancia entre los orificios de montaje	b	70	110	171	210	210	140	200	272	334	270	330
Profundidad [mm]												
Profundidad sin opción A / B	C	205	207	200	260	260	249	242	310	335	333	333
Con opción A / B	C	220	222	200	260	260	262	242	310	335	333	333
Orificios para los tornillos [mm]												
	c	8,0	8,0	8,25	12	12	8		12,5	12,5		
	d	ø11	ø11	ø12	ø19	ø19	12		ø19	ø19		
	e	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø9	ø9	6,8	8,5	ø9	ø9	8,5	8,5
	f	9	6,5	6	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17
Peso máx. [kg]		4,9	5,3	9,7	23	27	12	23,5	45	65	35	50

Tipo de protección		A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
Potencia nominal [kW]	200-240 V	1.1-2.2	3-3,7	1.1-2.2	1.1-3.7	5,5-11	15	5,5-11	15-18	18-30	37-45	22-30	37-45
	380-480/500 V	1.1-4.0	5.5-7.5	1,1-4	1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
	525-600 V		1.1-7.5		1.1-7.5	11-18	22-30	11-18	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
IP NEMA	525-690 V						11-30				37-90		
		20 Chasis Tipo 1	20 Chasis Tipo 1	55/66 Tipo 12	55/66 Tipo 12	21/ 55/66 Tipo 1 / Tipo 12	21/55/66 Tipo 1 / Tipo 12	20 Chasis	20 Chasis	21/55/66 Tipo 1 / Tipo 12	21/55/66 Tipo 1 / Tipo 12	20 Chasis	20 Chasis
Cubierta frontal del par de apriete [Nm]													
Tapa de plástico (IP baja)		Clic	Clic	-	-	Clic	Clic	Clic	Clic	Clic	Clic	2,0	2,0
Cubierta metálica (IP55/66)		-	-	1,5	1,5	2,2	2,2	-	-	2,2	2,2	2,0	2,0

Tabla 5.2 Peso y dimensiones

5.1.3 Bolsa de accesorios

5

				<p>Tipo de protección C1 y C2</p>	<p>Tipo de protección B1 y B2</p>	<p>Tipo de protección A5</p>	<p>Tipo de protección A1, A2 y A3</p>
				<p>Tipo de protección C4</p>	<p>Tipo de protección C3</p>	<p>Tipo de protección B4</p>	<p>Tipo de protección B3</p>
<p>1 + 2 solo disponibles en unidades con interruptor de freno. Para la conexión del enlace de CC (carga compartida), se puede pedir por separado el conector 1 (n.º de código 130B1064)</p> <p>Se incluye un conector de ocho polos en la bolsa de accesorios para FC 102 sin desconexión segura de par.</p>							

Tabla 5.3 Elementos incluidos en la bolsa de accesorios

5.1.4 Montaje mecánico

Todos los tipos de protección permiten la instalación lado a lado, excepto cuando se utiliza un *kit de protección IP21 / IP4X / TIPO 1* (consulte capítulo 3.1 Opciones y accesorios).

Montaje lado a lado

Las protecciones IP20 A y B pueden colocarse lado a lado sin necesidad de dejar un espacio libre entre ellas, pero el orden de instalación es importante. La *Ilustración 5.1* muestra como montar los bastidores correctamente.

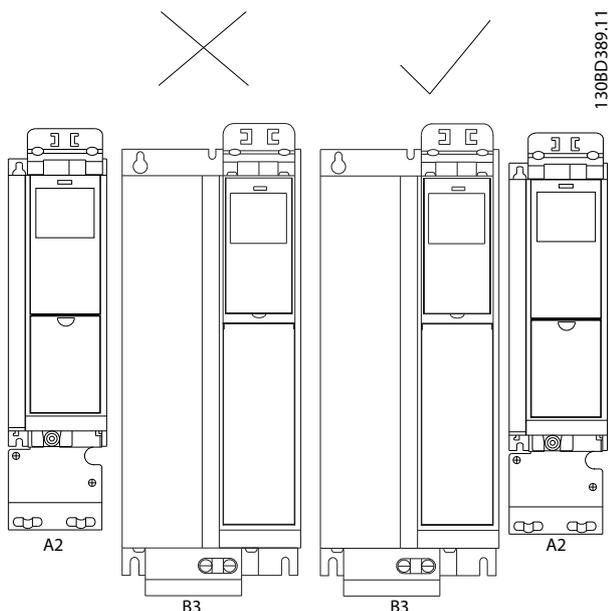


Ilustración 5.1 Montaje lado a lado correcto

Si se utiliza el kit de protección IP21 en el tipo de protección A2 o A3, debe existir un espacio libre entre los convertidores de frecuencia de 50 mm, como mínimo.

Para conseguir unas condiciones de refrigeración óptimas, debe dejarse un espacio para que circule el aire libremente por encima y por debajo del convertidor de frecuencia. Consulte *Tabla 5.4*.

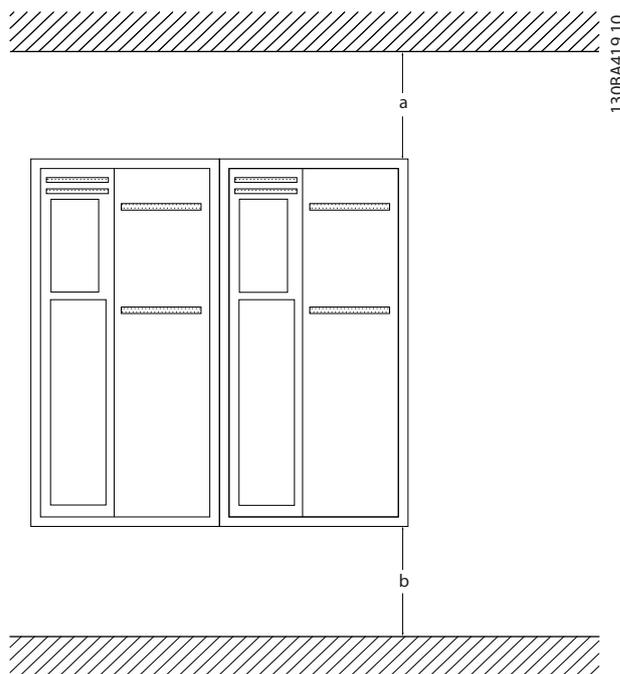


Ilustración 5.2 Separación

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

Tabla 5.4 Espacio para la circulación de aire para distintos tipos de protección

1. Realice las perforaciones de acuerdo con las medidas indicadas.
2. Utilice tornillos adecuados para la superficie de montaje del convertidor de frecuencia. Apriete de nuevo los cuatro tornillos.

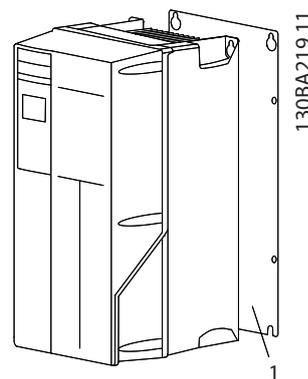


Ilustración 5.3 Montaje correcto con placa posterior

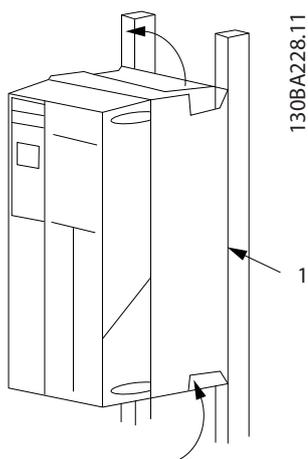


Ilustración 5.4 Montaje correcto con railes

Elemento	Descripción
1	Placa posterior

Tabla 5.5 Leyenda de la Ilustración 5.4

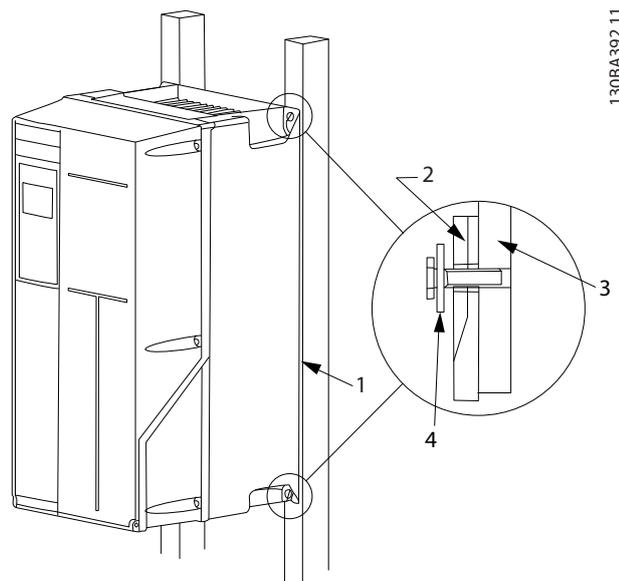


Ilustración 5.5 Montaje en una pared no maciza

Si se montan los tipos de protección A4, A5, B1, B2, C1 y C2 en una pared que no sea maciza, el convertidor de frecuencia debe suministrarse con una placa posterior «1» debido a la falta de aire de refrigeración sobre el disipador térmico.

Protección	IP20	IP21	IP55	IP66
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	2	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-

* = Sin tornillos para atornillar
 - = No existe

Tabla 5.6 Par de apriete para las tapas (Nm)

5.1.5 Instalación de campo

Para la instalación de campo, se recomiendan los kits IP21 / IP4X superior / TIPO 1 o las unidades IP54/55.

6 Instalación eléctrica

6.1 Conexiones: tipos de protección A, B y C

6.1.1 Par

AVISO!

Información general sobre el cableado

Todos los cableados deben cumplir las normas locales y nacionales sobre las secciones de cables y la temperatura ambiente. Se recomienda usar conductores de cobre (75 °C).

Conductores de aluminio

Los terminales pueden aceptar conductores de aluminio, pero la superficie del conductor debe estar limpia y debe eliminarse cualquier resto de óxido y aislarse mediante vaselina neutra sin ácido antes de conectar el conductor. Además, el tornillo del terminal debe apretarse de nuevo al cabo de dos días, debido a la poca dureza del aluminio. Es sumamente importante que la conexión sea impermeable a gases; de lo contrario, la superficie de aluminio volvería a oxidarse.

6

Tipo de protección	200-240 V [kW]	380-480 V [kW]	525-690 V [kW]	Cable para	Par de apriete [Nm]
A2	1.1-2.2	1,1-4	-		
A3	3-3,7	5,5-7,5	-		
A4	1.1-2.2	1,1-4			
A5	1.1-3.7	1,1-7,5	-		
B1	5,5-11	11-18	-	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	1,8
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
B2	15	22-30	11-30	Red, resistencia de freno, cables de carga compartida	4,5
				Cables de motor	4,5
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
B3	5,5-11	11-18	-	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	1,8
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
B4	15-18	22-37	-	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	4,5
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
C1	18-30	37-55	-	Red, resistencia de freno, cables de carga compartida	10
				Cables de motor	10
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
C2	37-45	75-90	37-90	Red, cables de motor	14 (hasta 95 mm ²) 24 (a partir de 95 mm ²)
				Carga compartida, cables de freno	14
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
C3	22-30	45-55	-	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	10
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
C4	37-45	75-90	-	Red, cables de motor	14 (hasta 95 mm ²) 24 (a partir de 95 mm ²)
				Carga compartida, cables de freno	14
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3

Tabla 6.1 Par de apriete

6.1.2 Eliminación de troqueles para cables adicionales

1. Retire la entrada de cable del convertidor de frecuencia (al quitar los troqueles, evite que caigan piezas externas dentro del convertidor de frecuencia).
2. La entrada de cable debe estar sujeta alrededor del troquel que se va a retirar.
3. Ahora puede retirar el troquel con un mandril robusto y un martillo.
4. Elimine las rebabas del orificio.
5. Monte la entrada de cable en el convertidor de frecuencia.

6.1.3 Conexión a la tensión de alimentación y conexión a tierra

AVISO!

El conector de alimentación se puede conectar a convertidores de frecuencia de hasta 7,5 kW.

1. Coloque los dos tornillos de la placa de desacomplamiento, deslícela en su sitio y apriete los tornillos.
2. Asegúrese de que el convertidor de frecuencia esté conectado a tierra correctamente. Conéctelo a la conexión a tierra (terminal 95). Utilice un tornillo de la bolsa de accesorios.
3. Coloque los conectores de alimentación 91 (L1), 92 (L2) y 93 (L3) de la bolsa de accesorios en los terminales etiquetados como MAINS, en la parte inferior del convertidor de frecuencia.
4. Acople los cables de alimentación al conector de alimentación a la red.
5. Sujete el cable con los soportes incluidos.

AVISO!

Compruebe que la tensión de red se corresponde con la tensión de alimentación indicada en la placa de características.

PRECAUCIÓN

Red aislada de tierra (IT)

No conecte nunca un convertidor de frecuencia de 400 V con filtros RFI a una red de alimentación que tenga más de 440 V entre fase y tierra.

PRECAUCIÓN

La sección transversal del cable de conexión a tierra debe ser de 10 mm² como mínimo, o bien, deben utilizarse 2 cables de especificación nominal para red conectados por separado conforme a EN 50178.

Si se incluye un interruptor de red, la conexión de red se conectará al mismo.

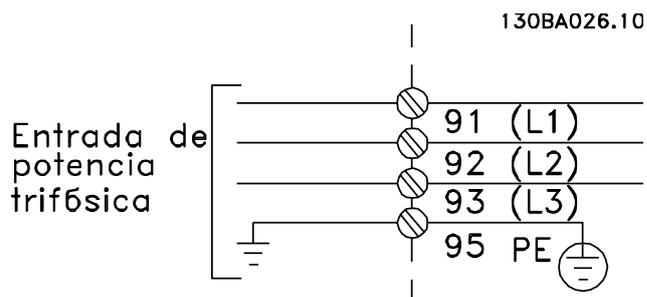


Ilustración 6.1 Conexión de red

Conexión de red para tipos de protección A1, A2 y A3:

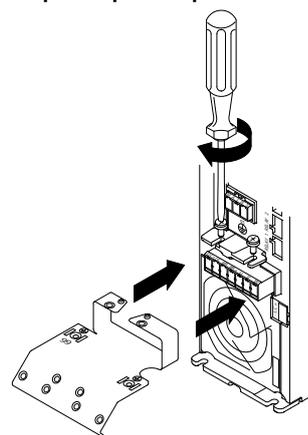


Ilustración 6.2 Instalación de la placa de montaje

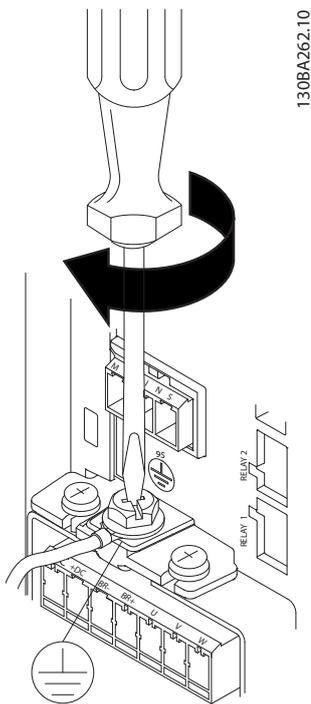


Ilustración 6.3 Apriete del cable de toma de tierra

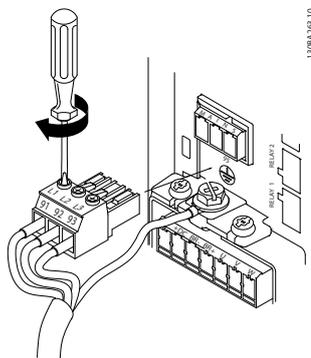


Ilustración 6.4 Montaje del conector de red y apriete de los cables

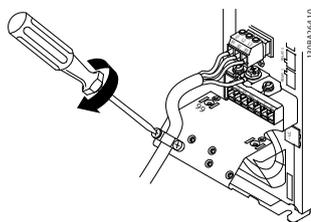


Ilustración 6.5 Apriete el bastidor de soporte

Tipo de protección del conector de red A4 / A5 (IP55/66)

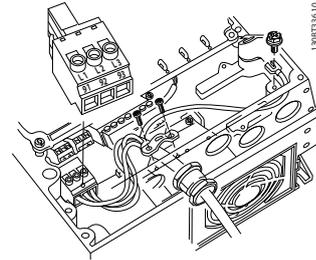


Ilustración 6.6 Conexión a la red y a tierra sin desconector

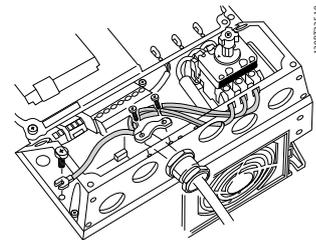


Ilustración 6.7 Conexión a la red y a tierra con desconector

Quando se utiliza un desconector (tipo de protección A4 / A5), la toma de tierra debe montarse en el lado izquierdo del convertidor de frecuencia.

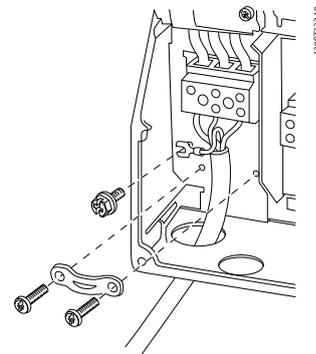


Ilustración 6.8 Tipo de protección B1 y B2 para la conexión de red (IP21 / NEMA Tipo 1 y IP55/66 / NEMA Tipo 12)

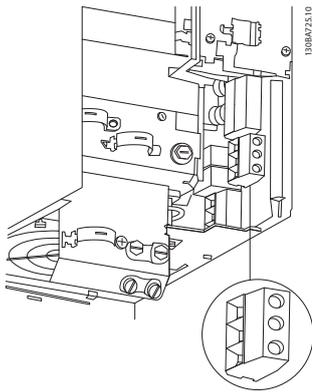


Ilustración 6.9 Tipo de protección B3 para la conexión de red (IP20)

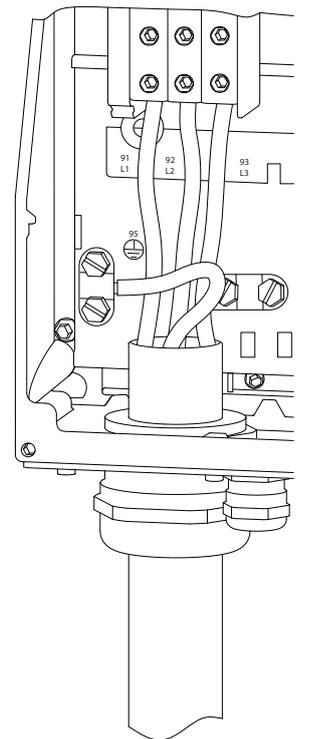


Ilustración 6.11 Tipo de protección C1 y C2 para la conexión de red (IP21 / NEMA Tipo 1 y IP55/66 / NEMA Tipo 12).

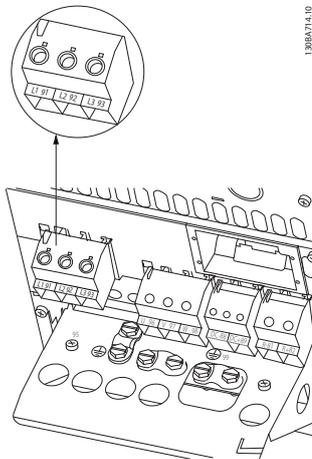


Ilustración 6.10 Tipo de protección B4 para la conexión de red (IP20)

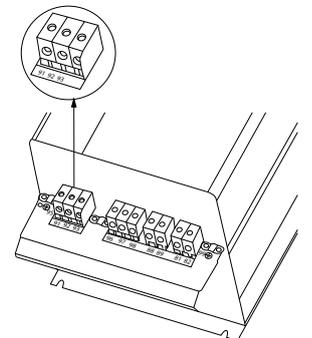


Ilustración 6.12 Tipo de protección C3 para la conexión de red (IP20).

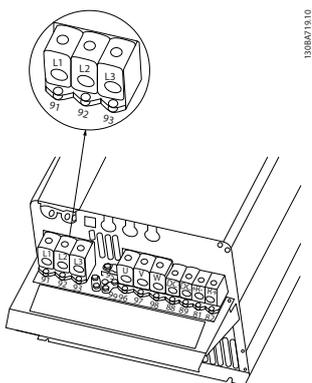


Ilustración 6.13 Tipo de protección C4 para la conexión de red (IP20).

Normalmente, los cables de alimentación no son apantallados.

6.1.4 Conexión del motor

AVISO!

Para cumplir las especificaciones de emisión EMC, se necesitan cables apantallados / blindados. Para obtener más información, consulte *capítulo 2.9.2 Resultados de las pruebas de EMC*.

Consulte *capítulo 9 Especificaciones generales y solución de fallos* para elegir las dimensiones correctas de sección y longitud del cable de motor.

Apantallamiento de los cables:

Evite la instalación con extremos de apantallamiento retorcido (cables de conexión flexibles). Eliminan el efecto de apantallamiento a frecuencias elevadas. Si necesita interrumpir el apantallamiento para instalar un aislamiento de motor o un contactor de motor, el apantallamiento debe continuarse con la menor impedancia de AF posible. Conecte el apantallamiento del cable de motor a la placa de desacoplamiento del convertidor de frecuencia y al chasis metálico del motor.

Realice las conexiones del apantallamiento con la mayor superficie posible (abrazadera de cables). Para ello, utilice los dispositivos de instalación suministrados con el convertidor de frecuencia.

Si necesita romper el apantallamiento para instalar aislamientos o relés de motor, continúe el apantallamiento con la menor impedancia de AF posible.

Longitud y sección del cable

Las pruebas efectuadas en el convertidor de frecuencia se han realizado con una longitud y una sección de cable determinadas. Si se utiliza una sección de cable de mayor tamaño, puede aumentar la capacitancia (y, por tanto, la corriente de fuga) del cable, por lo que su longitud debe reducirse proporcionalmente. Mantenga el cable de motor tan corto como sea posible para reducir el nivel de interferencias y las corrientes de fuga.

Frecuencia de conmutación

Si los convertidores de frecuencia se utilizan con filtros sinusoidales para reducir el ruido acústico de un motor, la frecuencia de conmutación debe ajustarse según la instrucción del filtro de sinusoidal en *14-01 Frecuencia conmutación*.

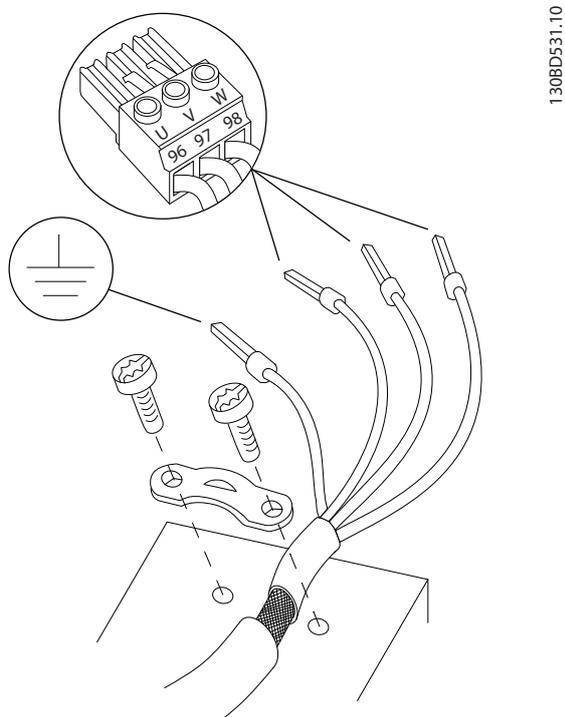
1. Fije la placa de desacoplamiento a la parte inferior del convertidor de frecuencia con los tornillos y las arandelas de la bolsa de accesorios.
2. Conecte el cable de motor a los terminales 96 (U), 97 (V) y 98 (W).
3. Conecte la conexión a tierra (terminal 99) de la placa de desacoplamiento con los tornillos de la bolsa de accesorios.
4. Inserte los conectores de alimentación 96 (U), 97 (V), 98 (W) (hasta 7,5 kW) y el cable de motor en los terminales etiquetados como MOTOR.
5. Fije el cable apantallado a la placa de desacoplamiento con los tornillos y arandelas de la bolsa de accesorios.

Es posible conectar al convertidor de frecuencia cualquier tipo de motor asíncrono trifásico estándar. Normalmente, los motores pequeños se conectan en estrella (230 / 400 V, Y). Los motores grandes se conectan normalmente en triángulo (400/690 V, Δ). Consulte la placa de características del motor para utilizar el modo de conexión y la tensión adecuados.

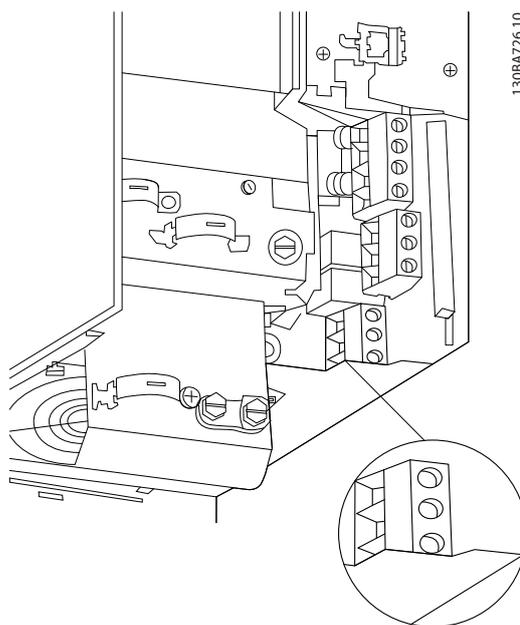
Procedimiento

1. Pele una sección del aislamiento del cable exterior.
2. Coloque el cable pelado bajo la abrazadera para establecer una fijación mecánica y un contacto eléctrico entre el apantallamiento del cable y la toma de tierra.
3. Conecte el cable de puesta a tierra al terminal de conexión a tierra más cercano según las instrucciones de conexión a tierra.
4. Conecte el cableado del motor trifásico a los terminales 96 (U), 97 (V) y 98 (W), consulte la *Ilustración 6.14*.

5. Apriete los terminales de acuerdo con la información indicada en capítulo 6.1.1 Par.



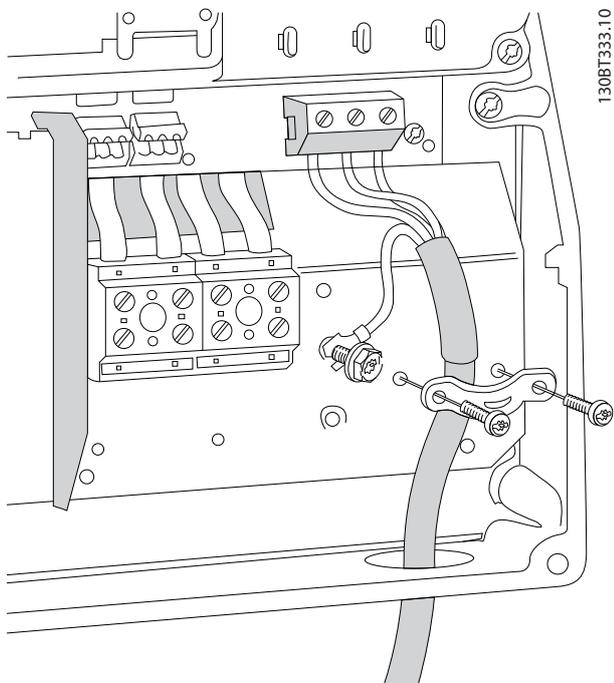
1308D531.10



1308A726.10

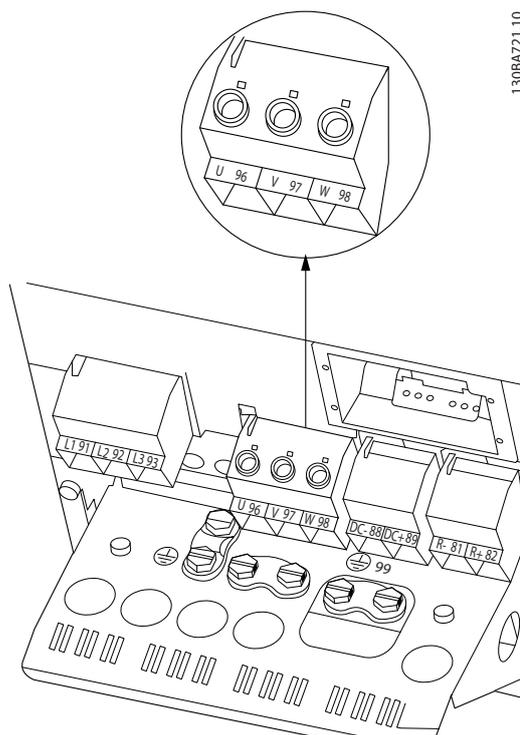
Ilustración 6.16 Conexión del motor para tipo de protección B3

Ilustración 6.14 Conexión del motor



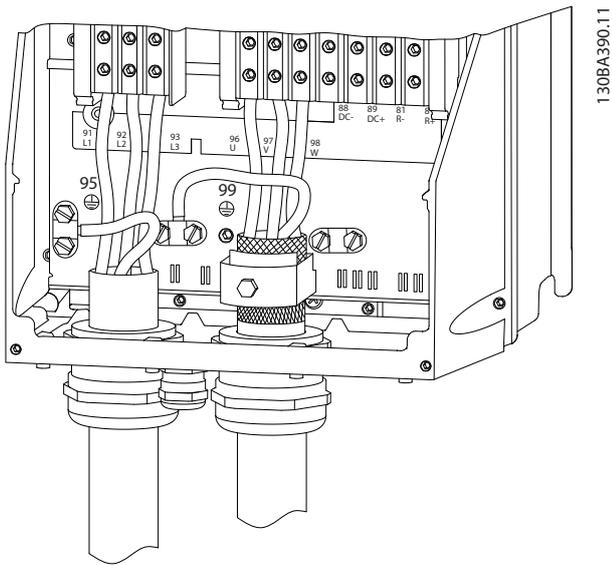
1308T333.10

Ilustración 6.15 Conexión del motor para tipo de protección B1 y B2 (IP21 / NEMA Tipo 1, IP55 / NEMA Tipo 12 e IP66 / NEMA Tipo 4X)



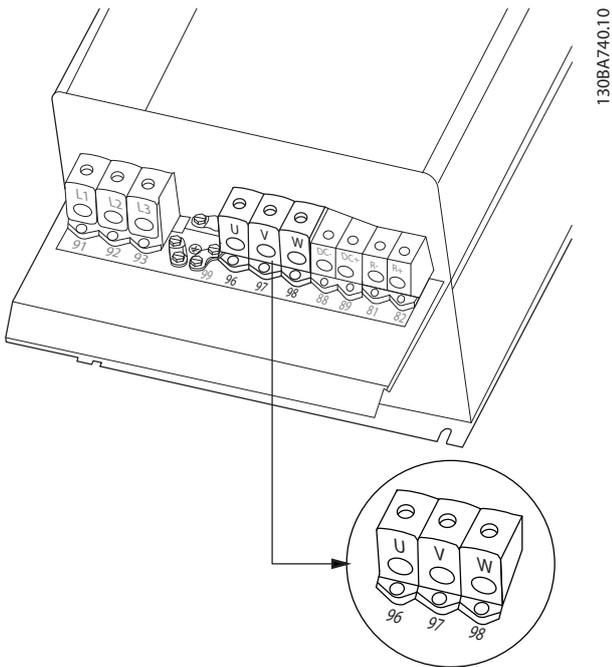
1308A721.10

Ilustración 6.17 Conexión del motor para tipo de protección B4



130BA390.11

Ilustración 6.18 Conexión del motor para tipos de protección C1 y C2 (IP21 / NEMA Tipo 1 e IP55/66 / NEMA Tipo 12)



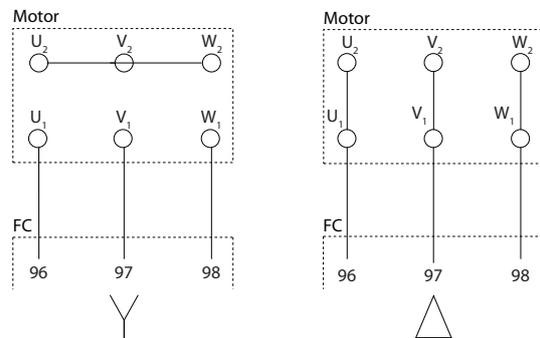
130BA740.10

Ilustración 6.19 Conexión del motor para tipo de protección C3 y C4

N.º de term.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Tensión del motor 0-100 % de la tensión de red. 3 cables que salen del motor
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Conexión en triángulo 6 cables que salen del motor
	W2	U2	V2		Conexión en estrella U2, V2 y W2 U2, V2 y W2 deben interconectarse de forma independiente.
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	

Tabla 6.2 Descripción de los terminales

1) Conexión a tierra protegida



175ZA114.11

Ilustración 6.20 Conexiones en estrella y en triángulo

AVISO!

Para los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento adecuado para su funcionamiento con suministro de tensión (como un convertidor de frecuencia), coloque un filtro de onda sinusoidal en la salida del convertidor de frecuencia.

Orificios de entrada para cables

La utilización que se sugiere de los orificios es solo una recomendación. Son posibles otras soluciones. Los orificios de entrada de cable que no se usen pueden sellarse con arandelas de goma (para IP21).

* Tolerancia $\pm 0,2$ mm

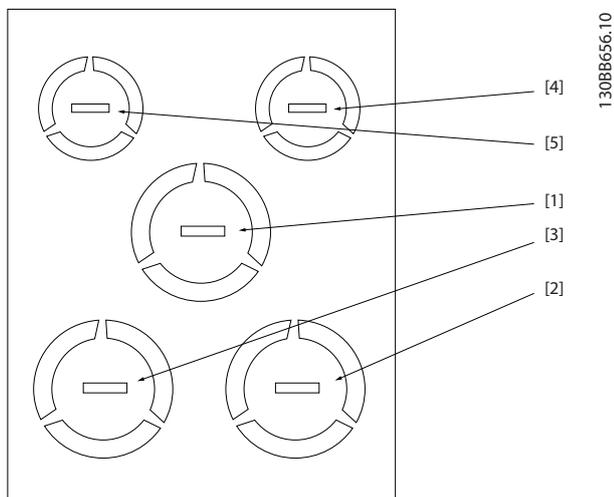


Ilustración 6.21 A2 - IP21

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freno / carga S	3/4	28,4	M25
4) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Cable de control	1/2	22,5	M20

Tabla 6.3 Leyenda de la Ilustración 6.21

1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

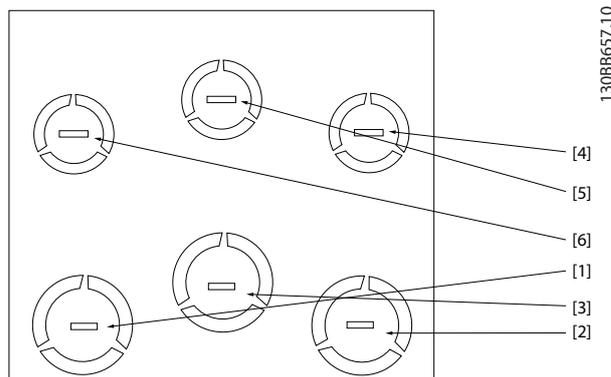


Ilustración 6.22 A3 - IP21

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freno / carga compartida	3/4	28,4	M25
4) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
6) Cable de control	1/2	22,5	M20

Tabla 6.4 Leyenda de la Ilustración 6.22

1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

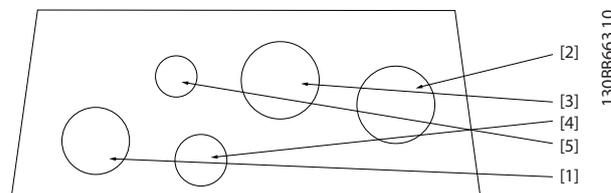


Ilustración 6.23 A4 - IP55

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freno / carga compartida	3/4	28,4	M25
4) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Retirado	-	-	-

Tabla 6.5 Leyenda de la Ilustración 6.23

1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

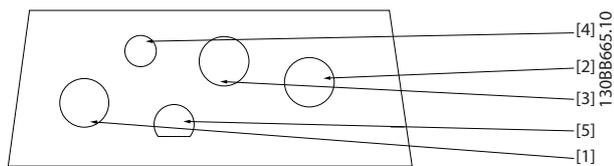


Ilustración 6.24 A4 - IP55 Orificios roscados para prensables

Número de orificio y uso recomendado	Métrica más próxima
1) Red	M25
2) Motor	M25
3) Freno / carga compartida	M25
4) Cable de control	M16
5) Cable de control	M20

Tabla 6.6 Leyenda de la Ilustración 6.24

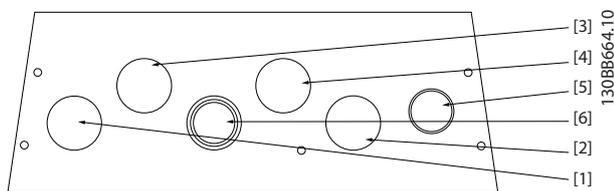


Ilustración 6.25 A5 - IP55

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freno / carga compartida	3/4	28,4	M25
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control ²⁾	3/4	28,4	M25
6) Cable de control ²⁾	3/4	28,4	M25

Tabla 6.7 Leyenda de la Ilustración 6.25

1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

2) Orificio prepunzonado

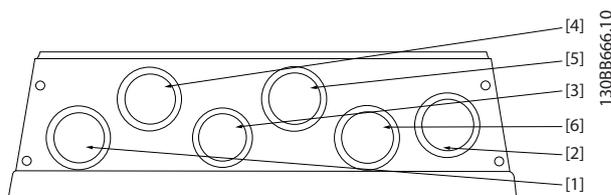


Ilustración 6.26 A5- IP55 Orificios roscados para prensables

Número de orificio y uso recomendado	Métrica más próxima
1) Red	M25
2) Motor	M25
3) Freno / carga S	28,4 mm ¹⁾
4) Cable de control	M25
5) Cable de control	M25
6) Cable de control	M25

Tabla 6.8 Leyenda de la Ilustración 6.26

1) Orificio prepunzonado

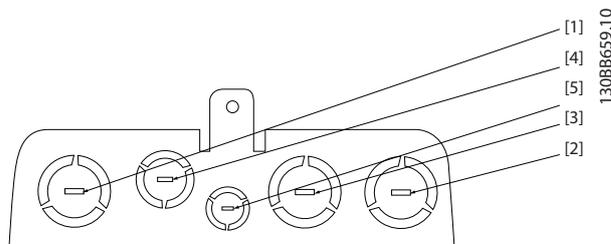


Ilustración 6.27 B1 - IP21

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	1	34,7	M32
5) Cable de control	1/2	22,5	M20

Tabla 6.9 Leyenda de la Ilustración 6.27

1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

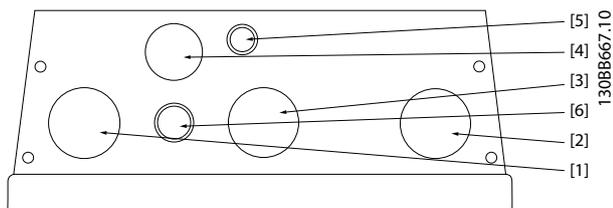


Ilustración 6.28 B1 - IP55

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Cable de control ²⁾	1/2	22,5	M20

Tabla 6.10 Leyenda de la Ilustración 6.28

- 1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm
- 2) Orificio prepunzado

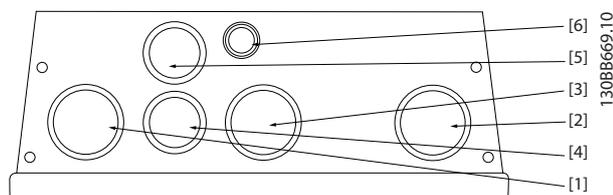


Ilustración 6.29 B1 - IP55 Orificios roscados para prensacables

Número de orificio y uso recomendado	Métrica más próxima
1) Red	M32
2) Motor	M32
3) Freno / carga compartida	M32
4) Cable de control	M25
5) Cable de control	M25
6) Cable de control	22,5 mm ¹⁾

Tabla 6.11 Leyenda de la Ilustración 6.29

- 1) Orificio prepunzado

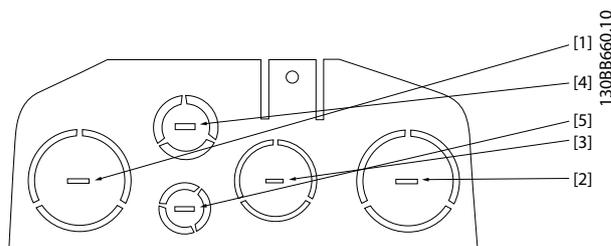


Ilustración 6.30 B2 - IP21

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control	1/2	22,5	M20

Tabla 6.12 Leyenda de la Ilustración 6.30

- 1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

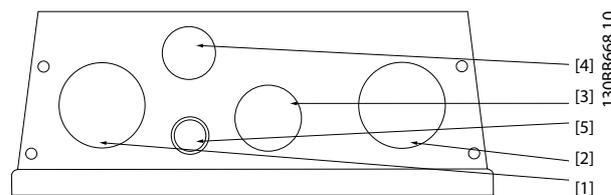


Ilustración 6.31 B2 - IP55

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control ²⁾	1/2	22,5	M20

Tabla 6.13 Leyenda de la Ilustración 6.31

- 1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm
- 2) Orificio prepunzado

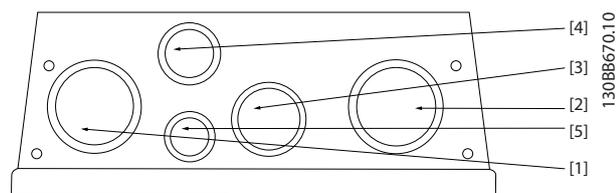


Ilustración 6.32 B2 - IP55 Orificios roscados para prensacables

Número de orificio y uso recomendado	Métrica más próxima
1) Red	M40
2) Motor	M40
3) Freno / carga compartida	M32
4) Cable de control	M25
5) Cable de control	M20

Tabla 6.14 Leyenda de la Ilustración 6.32

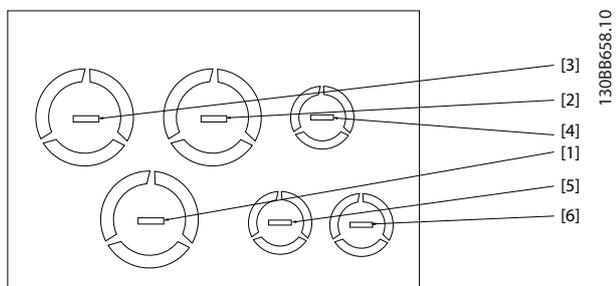


Ilustración 6.33 B3 - IP21

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
6) Cable de control	1/2	22,5	M20

Tabla 6.15 Leyenda de la Ilustración 6.33

1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

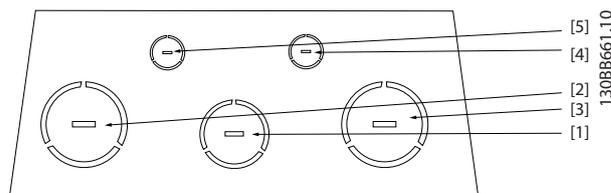


Ilustración 6.34 C1 - IP21

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Freno / carga compartida	1 1/2	50,2	M50
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control	1/2	22,5	M20

Tabla 6.16 Leyenda de la Ilustración 6.34

1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

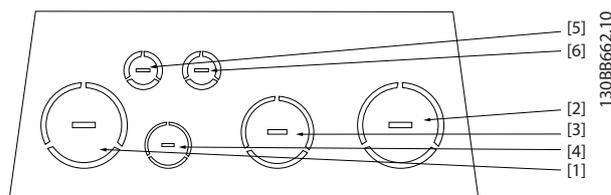


Ilustración 6.35 C2 - IP21

Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones ¹⁾		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Freno / carga compartida	1 1/2	50,2	M50
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
6) Cable de control	1/2	22,5	M20

Tabla 6.17 Leyenda de la Ilustración 6.35

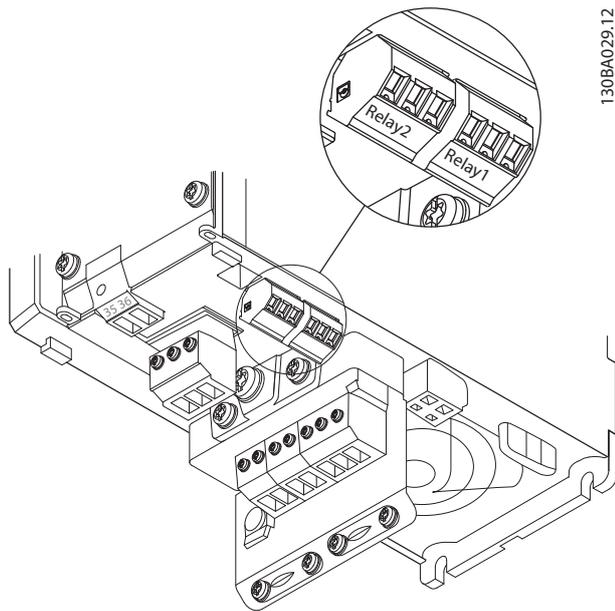
1) Tolerancia $\pm 0,2$ mm

6.1.5 Conexión de relés

Para establecer la salida del relé, consulte el grupo de parámetros 5-4* Relés.

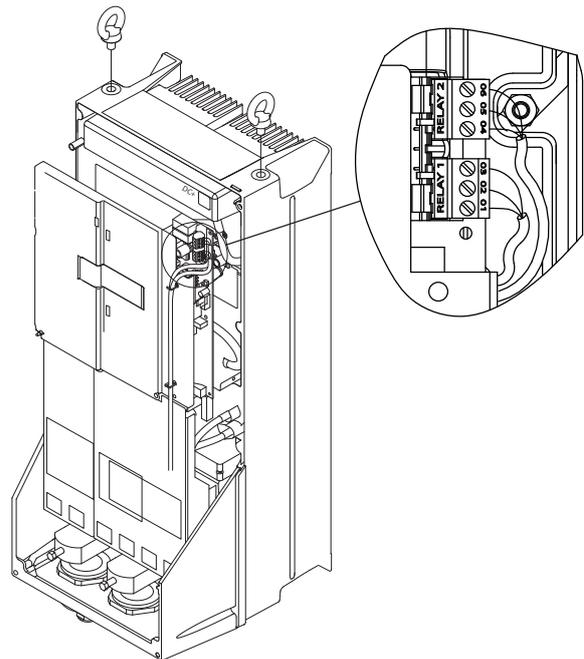
N.º	01 - 02	conexión (normalmente abierta)
	01 - 03	desconexión (normalmente cerrada)
	04 - 05	conexión (normalmente abierta)
	04 - 06	desconexión (normalmente cerrada)

Tabla 6.18 Descripción de relés



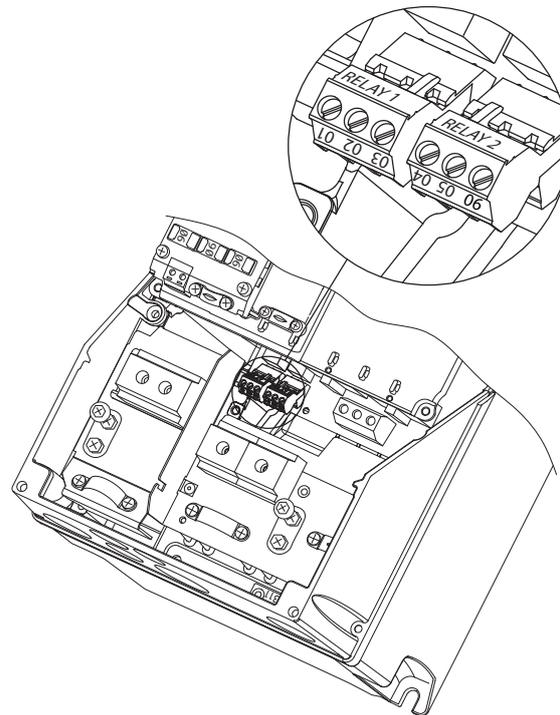
130BA029.12

Ilustración 6.36 Terminales para conexión de relé (tipos de protección A1, A2 y A3).



130BA391.12

Ilustración 6.37 Terminales para conexión de relé (tipos de protección C1 y C2).



130BA215.10

Ilustración 6.38 Terminales para conexión de relé (tipos de protección A5, B1 y B2).

6.2 Fusibles y magnetotérmicos

6.2.1 Fusibles

Se recomienda utilizar fusibles y / o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación a modo de protección, en caso de avería de componentes internos del convertidor de frecuencia (primer fallo).

AVISO!

El uso de fusibles y / o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación es obligatorio para garantizar el cumplimiento de CEI 60364 para CE o NEC 2009 para UL.

⚠️ ADVERTENCIA

Proteja los bienes y al personal contra las consecuencias de la avería de componentes en el interior del convertidor de frecuencia.

Protección de circuito derivado

Para proteger la instalación de peligros eléctricos e incendios, todos los circuitos derivados de una instalación, aparatos de conexión, máquinas, etc., deben estar protegidos frente a cortocircuitos y sobrecorrientes de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales.

AVISO!

Las recomendaciones dadas no se aplican a la protección de circuito derivado para UL.

Protección contra cortocircuitos

(Danfoss) recomienda utilizar los fusibles / magnetotérmicos mencionados a continuación para proteger al personal de servicio y los bienes en caso de avería de un componente en el convertidor de frecuencia.

6.2.2 Recomendaciones

⚠️ ADVERTENCIA

En caso de mal funcionamiento, el hecho de no seguir esta recomendación podría dar lugar a riesgos personales y daños al convertidor de frecuencia u otros equipos.

En las tablas de *capítulo 6.2.4 Tabla de fusibles* se indica la intensidad nominal recomendada. Los fusibles recomendados son de tipo gG para potencias bajas y medias. Para potencias superiores, se recomiendan los fusibles aR. En el caso de los magnetotérmicos, se recomiendan los tipos de Moeller. Pueden utilizarse otros tipos de magnetotérmicos con tal de que limiten la energía en el interior del convertidor de frecuencia a un intervalo igual o inferior que el de los tipos de Moeller.

Si los fusibles / magnetotérmicos se seleccionan siguiendo las recomendaciones, los posibles daños en el convertidor de frecuencia se reducen principalmente a daños en el interior de la unidad.

Para obtener más información, consulte la Nota sobre la aplicación *Fusibles y magnetotérmicos*.

6.2.3 Cumplimiento de la normativa CE

Los fusibles o magnetotérmicos son obligatorios para cumplir con la norma CEI 60364. (Danfoss) recomienda utilizar una selección de los siguientes.

Los fusibles siguientes son adecuados para su uso en un circuito capaz de proporcionar 100 000 Arms (simétricos), 240 V, 480 V, 600 V o 690 V, en función de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. Con los fusibles adecuados, la clasificación de intensidad de cortocircuito (SCCR) del convertidor de frecuencia es de 100 000 Arms.

Los siguientes fusibles UL de la lista están disponibles:

- fusibles UL248-4, clase CC
- fusibles UL248-8, clase J
- fusibles UL248-12, clase R (RK1)
- fusibles UL248-15, clase T

Se han probado los siguientes tamaños máx. y tipos de fusibles:

6.2.4 Tabla de fusibles

Tipo de protección	Potencia [kW]	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máx. recomendado	Magnetotérmico recomendado Moeller	Nivel de desconexión máx. [A]
A2	1.1-2.2	gG-10 (1,1-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	5,5-11	gG-25 (5,5-7,5) gG-32 (11)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	15-18	gG-50 (15) gG-63 (18)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	22-30	gG-80 (22) aR-125 (30)	gG-150 (22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	150
C4	37-45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250
A4	1.1-2.2	gG-10 (1,1-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5,5-11	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5-11)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	15	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	18-30	gG-63 (18,5) gG-80 (22) gG-100 (30)	gG-160 (18,5-22) aR-160 (30)	NZMB2-A200	160
C2	37-45	aR-160 (37) aR-200 (45)	aR-200 (37) aR-250 (45)	NZMB2-A250	250

Tabla 6.19 200-240 V, protección de tipo A, B y C

Tipo de protección	Potencia [kW]	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máx. recomendado	Magnetotérmico recomendado Moeller	Nivel de desconexión máx. [A]
A2	1.1-4.0	gG-10 (1,1-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-25	25
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11-18	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-50 (22) gG-63 (30) gG-80 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45-55	gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-150 (45) gG-160 (55)	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A4	1,1-4	gG-10 (1,1-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	1.1-7.5	gG-10 (1,1-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18,5	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-80 (37) gG-100 (45) gG-160 (55)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (75) aR-250 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabla 6.20 380-480 V, protección de tipos A, B y C

Tipo de protección	Potencia [kW]	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máx. recomendado	Magnetotérmico recomendado Moeller	Nivel de desconexión máx. [A]
A3	5.5-7.5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B3	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15-18)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	22-37	gG-40 (22) gG-50 (30) gG-63 (37)	gG-125	NZMB1-A100	100
C3	45-55	gG-63 (45) gG-100 (55)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	75-90	aR-160 (75) aR-200 (90)	aR-250	NZMB2-A250	250
A5	1.1-7.5	gG-10 (1,1-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75-90	aR-200 (75-90)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabla 6.21 525-600 V, protección de tipo A, B y C

Tipo de protección	Potencia [kW]	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máx. recomendado	Magnetotérmico recomendado Moeller	Nivel de desconexión máx. [A]
A3	1,1	gG-6	gG-25	-	-
	1,5	gG-6	gG-25		
	2,2	gG-6	gG-25		
	3	gG-10	gG-25		
	4	gG-10	gG-25		
	5,5	gG-16	gG-25		
	7,5	gG-16	gG-25		
B2	11	gG-25 (11)	gG-63	-	-
	15	gG-32 (15)	gG-80 (30)		
	18	gG-32 (18)			
	22	gG-40 (22)			
	30	gG-63 (30)			
C2	37	gG-63 (37)	gG-100 (37)	-	-
	45	gG-80 (45)	gG-125 (45)		
	55	gG-100 (55)	gG-160 (55-75)		
	75	gG-125 (75)			
C3	45	gG-80	gG-100	-	-
	55	gG-100	gG-125		

Tabla 6.22 525-690 V, protección de tipo A, B y C

Conformidad con UL

Los fusibles o magnetotérmicos son obligatorios para cumplir con el NEC 2009. Danfoss recomienda utilizar una selección de los siguientes.

Los siguientes fusibles son adecuados para su uso en un circuito capaz de proporcionar 100 000 Arms (simétricos), 240 V, 480 V, 500 V o 600 V, dependiendo de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. Con los fusibles adecuados, la clasificación de corriente de cortocircuito (SCCR) del convertidor de frecuencia es de 100 000 Arms.

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado					
	Bussmann Tipo RK1 ¹⁾	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
1,1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5,5-7,5	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
11	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
15	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
18,5-22	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
30	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
37	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
45	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

Tabla 6.23 200-240 V, protección de tipo A, B y C

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado			
	SIBA Tipo RK1	Littel fuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo CC	Ferraz-Shawmut Tipo RK1 ³⁾
1,1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5,5-7,5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
11	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
15	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
18,5-22	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
30	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
37	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
45	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tabla 6.24 200-240 V, protección de tipo A, B y C

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado			
	Bussmann Tipo JFHR2 ²⁾	Littel fuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2 ⁴⁾	Ferraz-Shawmut J
1,1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5,5-7,5	FWX-50	-	-	HSJ-50
11	FWX-60	-	-	HSJ-60
15	FWX-80	-	-	HSJ-80
18,5-22	FWX-125	-	-	HSJ-125
30	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
37	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
45	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabla 6.25 200-240 V, protección de tipo A, B y C

- 1) Los fusibles KTS de Bussmann pueden sustituir a los KTN en los convertidores de frecuencia de 240 V.
- 2) Los fusibles FWH de Bussmann pueden sustituir a los FWX en los convertidores de frecuencia de 240 V.
- 3) Los fusibles A6KR de FERRAZ SHAWMUT pueden sustituir a los A2KR en los convertidores de frecuencia de 240 V.
- 4) Los fusibles A50X de FERRAZ SHAWMUT pueden sustituir a los A25X en los convertidores de frecuencia de 240 V.

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado					
	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
1,1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11-15	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
90	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabla 6.26 380-480 V, protección de tipos A, B y C

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado			
	SIBA Tipo RK1	Littel fuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo CC	Ferraz-Shawmut Tipo RK1
1,1-2,2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5,5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11-15	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
18	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
22	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
30	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
37	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
45	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
55	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
75	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
90	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

6

Tabla 6.27 380-500 V, protección de tipo A, B y C

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado			
	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz-Shawmut JFHR2 ¹⁾	Littel fuse JFHR2
1,1-2,2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5,5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11-15	FWH-40	HSJ-40	-	-
18	FWH-50	HSJ-50	-	-
22	FWH-60	HSJ-60	-	-
30	FWH-80	HSJ-80	-	-
37	FWH-100	HSJ-100	-	-
45	FWH-125	HSJ-125	-	-
55	FWH-150	HSJ-150	-	-
75	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
90	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabla 6.28 380-480 V, protección de tipos A, B y C

1) Los fusibles A50QS de Ferraz Shawmut pueden ser sustituidos por los A50P.

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado					
	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabla 6.29 525-600 V, protección de tipo A, B y C

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado			
	SIBA Tipo RK1	Littel fuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo RK1	Ferraz-Shawmut J
1,1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11-15	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
18	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
22	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
30	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
37	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
45	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
55	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
75	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
90	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabla 6.30 525-600 V, protección de tipo A, B y C

1) Los fusibles 170M de Bussmann mostrados utilizan el indicador visual - / 80. Los fusibles con el indicador -TN / 80 tipo T, - / 110 o TN / 110 tipo T del mismo tamaño y amperaje pueden ser sustituidos.

Potencia [kW]	Fusible máx. recomendado					
	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11-15	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
18	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
22	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
30	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
37	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
45	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
55	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
75	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
90	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabla 6.31 525-690 V, protección de tipo A, B y C

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

Tabla 6.32 *525-690 V, tipos de protección B y C

* Conformidad con UL solo 525-600 V

6.3 Desconectores y contactores

6.3.1 Dispositivos de desconexión de corriente

Montaje de IP55 / NEMA Tipo 12 (tipo de protección A5) con desconector de red

El interruptor de red está situado en el lado izquierdo de los tipos de protección B1, B2, C1 y C2. En la protección A5, se encuentra en el lado derecho.

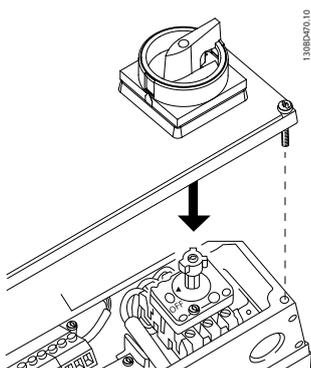


Ilustración 6.39 Ubicación del interruptor de red

Tipo de protección	Tipo	Conexiones de terminal
A5	Kraus&Naimer KG20A T303	
B1	Kraus&Naimer KG64 T303	
B2	Kraus&Naimer KG64 T303	
C1 37 kW	Kraus&Naimer KG100 T303	
C1 45-55 kW	Kraus&Naimer KG105 T303	
C2 75 kW	Kraus&Naimer KG160 T303	
C2 90 kW	Kraus&Naimer KG250 T303	

Tabla 6.33 Conexiones de terminal para varios tipos de protección

6.4 Información adicional del motor

6.4.1 Cable de motor

El motor debe conectarse a los terminales U/T1/96, V/T2/97 y W/T3/98. Conecte el terminal 99 a tierra. Es posible utilizar cualquier tipo de motor asíncrono trifásico estándar con una unidad de convertidor de frecuencia. Según el ajuste de fábrica, el motor gira en sentido horario con la salida del convertidor de frecuencia conectada del modo siguiente:

N.º de terminal	Función
96, 97, 98, 99	Red U/T1, V/T2 y W/T3 Tierra

Tabla 6.34 Funciones de los terminales

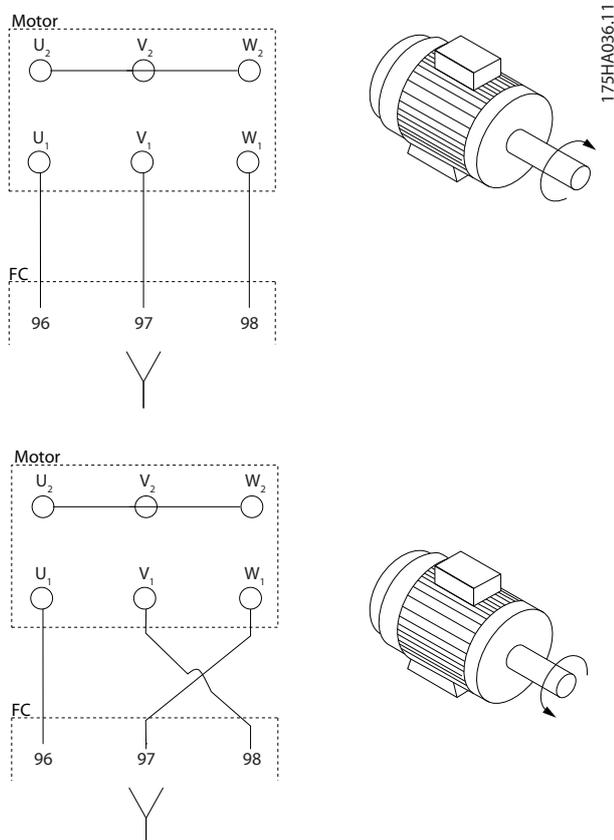


Ilustración 6.40 Conexión de terminal para giros en sentido horario y en sentido antihorario

- Terminal U/T1/96 conectado a la fase U
- Terminal V/T2/97 conectado a la fase V
- Terminal W/T3/98 conectado a la fase W

El sentido de giro puede cambiarse invirtiendo dos fases en el cable de motor o modificando el ajuste de 4-10 *Dirección veloc. motor*.

Es posible comprobar el giro del motor mediante 1-28 *Comprob. rotación motor* y siguiendo los pasos que se indican en la pantalla.

AVISO!

Si una aplicación de actualización requiere un número desigual de cables por fase, consulte con el fabricante para conocer los requisitos y la documentación necesarios o utilice la opción de armario lateral con entrada superior / inferior.

6.4.2 Protección térmica del motor

El relé termoelectrónico del convertidor de frecuencia ha recibido la aprobación UL para la protección de un motor, cuando 1-90 *Protección térmica motor* se ha ajustado para *Descon. ETR* y 1-24 *Intensidad motor* se ha ajustado a la corriente nominal del motor (consulte la placa de características del mismo).

Para la protección térmica del motor, también se puede utilizar la opción tarjeta del termistor PTC MCB 112. Esta tarjeta cuenta con la certificación ATEX para proteger motores en zonas con peligro de explosiones, Zona 1/21 y Zona 2/22. Si 1-90 *Protección térmica motor* está ajustado en [20] ATEX ETR, se combina con el uso de MCB 112 y se puede controlar un motor Ex-e en áreas con riesgo de explosión. Consulte la *Guía de programación* para obtener más información sobre cómo configurar el convertidor de frecuencia para un funcionamiento seguro de motores Ex-e.

6.4.3 Conexión de motores en paralelo

El convertidor de frecuencia puede controlar varios motores conectados en paralelo. Al utilizar la conexión del motor en paralelo, debe observarse lo siguiente:

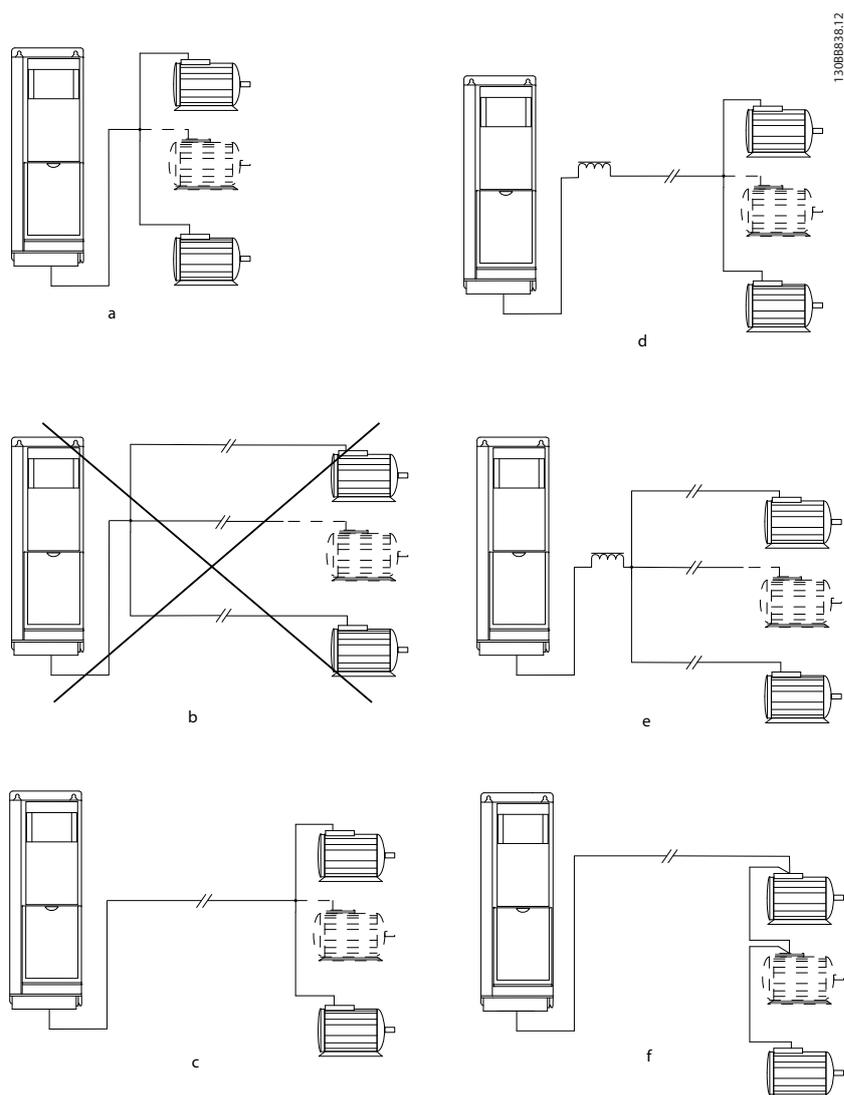
- Recomendado para ejecutar aplicaciones con motores en paralelo en modo U/F *1-01 Principio control motor*. Ajuste la configuración U/F en *1-55 Característica U/f - U* y *1-56 Característica U/f - F*.
- El modo VCC^{plus} se puede utilizar en algunas aplicaciones.
- El consumo total de corriente por parte de los motores no debe sobrepasar la corriente nominal de salida I_{INV} del convertidor de frecuencia.
- Si los tamaños de los motores son muy diferentes en la resistencia de bobinado, pueden surgir problemas debidos a una tensión del motor demasiado baja a baja velocidad.
- El relé termoelectrónico (ETR) del convertidor de frecuencia no puede utilizarse como protección del motor para el motor individual. Proporciona una mayor protección del motor, por ejemplo mediante termistores en cada resistencia de bobinado del motor o relés térmicos individuales (los magnetotérmicos no son adecuados como dispositivo de protección).

AVISO!

Las instalaciones con cables conectados a un punto común, como se muestra en el primer ejemplo de la figura, solo son recomendables para longitudes de cable cortas.

AVISO!

Cuando los motores se encuentran conectados en paralelo, *1-02 Realimentación encoder motor Flux* no se puede utilizar, y *1-01 Principio control motor* debe estar ajustado a *Características especiales del motor (U/f)*.



6

Ilustración 6.41 Conexión paralela del motor

c, d) La longitud total del cable de motor en el apartado 4.5, *Especificaciones generales*, es válida siempre y cuando los cables paralelos se mantengan cortos (menos de 10 m cada uno).

d, e) Tenga en cuenta la caída de tensión en los cables del motor.

e) Observe la longitud máxima del cable de motor que se especifica en *Tabla 6.35*.

e) Utilice el filtro LC para cables paralelos largos.

Tipo de protección	Magnitud de potencia [kW]	Tensión [V]	1 cable [m]	2 cables [m]	3 cables [m]	4 cables [m]
A5	5	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3 y C4	11-90	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37

Tabla 6.35 Longitud máx. del cable para cada cable paralelo, en función de la calidad de los cables paralelos.

Al arrancar y con valores bajos de r/min , pueden surgir problemas si los tamaños de los motores son muy diferentes, ya que la resistencia óhmica del estátor, relativamente alta en los motores pequeños, necesita tensiones más altas a pocas revoluciones.

El relé termoelectrónico (ETR) del convertidor de frecuencia no puede utilizarse como protección del motor para el motor individual de sistemas con motores conectados en paralelo. Proporcione una mayor protección del motor, por ejemplo mediante termistores en cada motor o relés térmicos individuales (los magnetotérmicos no son adecuados como protección).

6.4.4 Dirección de giro del motor

El ajuste predeterminado es giro de izquierda a derecha con la salida del convertidor de frecuencia conectada del modo siguiente.

Terminal 96 conectado a la fase U
Terminal 97 conectado a la fase V
Terminal 98 conectado a la fase W

La dirección de giro del motor se cambia invirtiendo dos fases del motor.

Es posible comprobar el giro del motor mediante 1-28 *Comprob. rotación motor* y siguiendo los pasos que se indican en la pantalla.

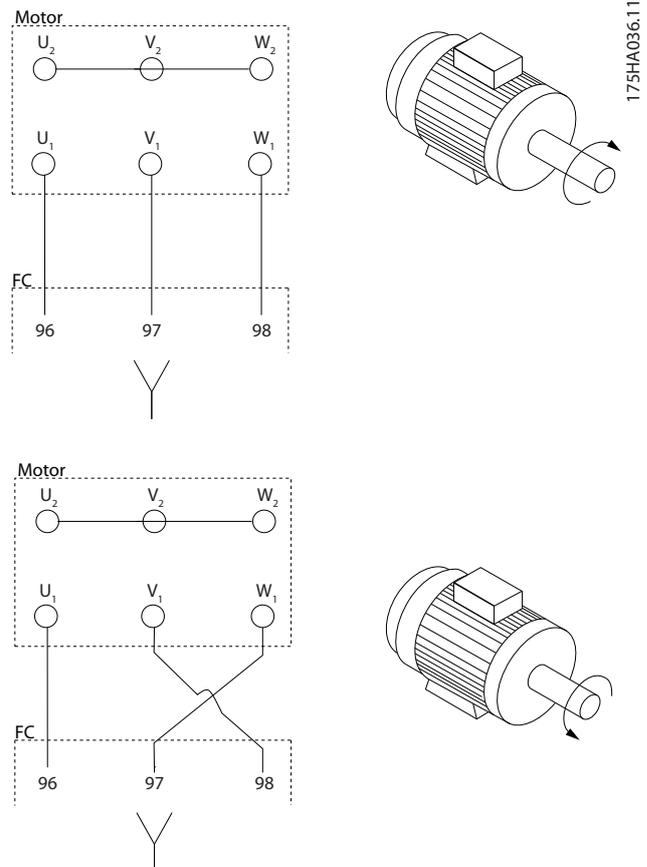


Ilustración 6.42 Fases de comprobación del giro del motor

6.4.5 Aislamiento del motor

Para longitudes del cable de motor \leq que la longitud del cable máxima que se enumera en *capítulo 9 Especificaciones generales y solución de fallos*, se recomienda la clasificación de aislamientos del motor que se encuentra en la *Tabla 6.36*. Si un motor tiene una clasificación de aislamiento inferior, se recomienda utilizar un filtro dU/dt o sinusoidal.

Tensión de red nominal [V]	Aislamiento del motor [V]
$U_N \leq 420$	Estándar $U_{LL} = 1300$
$420 V < U_N \leq 500$	Reforzada $U_{LL} = 1600$
$500 V < U_N \leq 600$	Reforzada $U_{LL} = 1800$
$600 V < U_N \leq 690$	Reforzada $U_{LL} = 2000$

Tabla 6.36 Aislamiento del motor

6.4.6 Corrientes en los rodamientos del motor

Todos los motores instalados con convertidores de frecuencia FC 102 de 90 kW o de mayor potencia deben tener instalados rodamientos NDE (Non-Drive End, no acoplados) aislados para eliminar las intensidades circulantes en los rodamientos. Para reducir al mínimo las corrientes en el eje y los rodamientos de la transmisión (DE), es necesario una adecuada conexión a tierra del convertidor de frecuencia, el motor, la máquina manejada y la conexión entre el motor y la máquina.

Estrategias estándar de mitigación

1. Utilizar un rodamiento aislado.
2. Aplicar rigurosos procedimientos de instalación
 - 2a Comprobar que el motor y el motor de carga estén alineados.
 - 2b Seguir estrictamente las directrices de instalación EMC.
 - 2c Reforzar el PE de modo que la impedancia de alta frecuencia sea inferior en el PE que los cables de alimentación de entrada.
 - 2d Proporcionar una buena conexión de alta frecuencia entre el motor y el convertidor de frecuencia, por ejemplo, mediante un cable apantallado que tenga una conexión de 360° en el motor y en el convertidor de frecuencia.
 - 2e Asegurarse de que la impedancia desde el convertidor de frecuencia hasta la tierra sea inferior que la impedancia de tierra de la máquina, lo que puede resultar difícil para las bombas.
 - 2f Realizar una conexión a tierra directa entre el motor y el motor de carga.
3. Reducir la frecuencia de conmutación de IGBT.
4. Modificar la forma de onda del inversor, 60° AVM frente a SFAVM.
5. Instalar un sistema de conexión a tierra del eje o usar un acoplador aislante.
6. Aplicar un lubricante conductor.
7. Usar el ajuste mínimo de velocidad, si es posible.
8. Tratar de asegurar que la tensión de línea está equilibrada con tierra. Esto puede resultar difícil para sistemas de patilla con toma de tierra, IT, TT o TN-CS.
9. Usar un filtro dU/dt o sinusoidal.

6.5 Cables de control y terminales

6.5.1 Acceso a los terminales de control

Todos los terminales de los cables de control se encuentran situados bajo la tapa de terminales, en la parte delantera del convertidor de frecuencia. Desmonte la tapa de terminal con un destornillador (consulte la *Ilustración 6.43*).

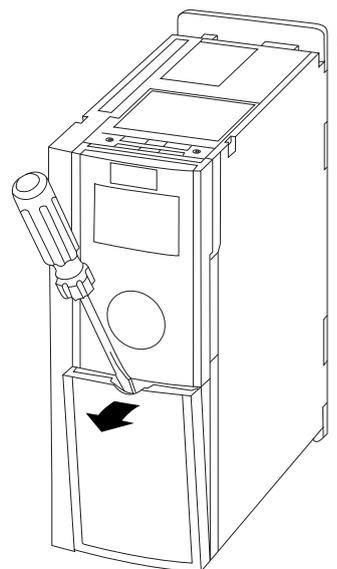


Ilustración 6.43 Tipos de protección A1, A2, A3, B3, B4, C3 y C4

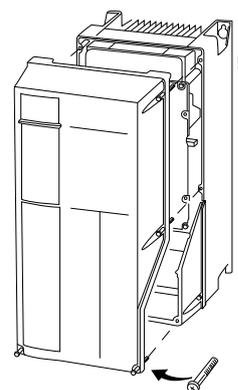


Ilustración 6.44 Tipos de protección A5, B1, B2, C1 y C2

6.5.2 Recorrido de los cables de control

Sujete todos los cables de control al recorrido designado para ellos, como se muestra en la ilustración. Recuerde conectar los apantallamientos de un modo correcto para asegurar una óptima inmunidad eléctrica.

Conexión del bus de campo

La conexiones se hacen a las opciones correspondientes de la tarjeta de control. Para obtener más detalles consulte el manual correspondiente del fieldbus. El cable debe colocarse en el trayecto proporcionado en el interior del convertidor de frecuencia y sujetarse conjuntamente con otros cables de control (consulte la Ilustración 6.45).

En las unidades de chasis (IP00) y NEMA 1, también es posible conectar el bus de campo desde la parte superior de la unidad, como se muestra en la Ilustración 6.46 y la Ilustración 6.47. En la unidad NEMA 1, retire una placa protectora.

Número de kit para la conexión superior de bus de campo: 176F1742

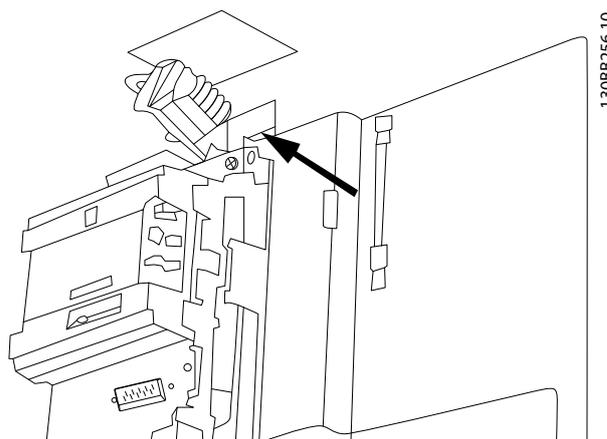


Ilustración 6.47 Conexión superior para bus de campo en unidades NEMA 1

Instalación de un suministro de CC externo de 24 V

Par: 0,5-0,6 Nm (5 in-lb)

Tamaño de tornillo: M3

N.º	Función
35 (-), 36 (+)	Suministro externo de 24 V CC

Tabla 6.37 Suministro de CC externo de 24 V

La alimentación externa de 24 V CC se puede utilizar como una alimentación de baja tensión para la tarjeta de control y cualquier otra tarjeta instalada como opción. Esto permite el funcionamiento completo del LCP (incluido el ajuste de parámetros) sin necesidad de realizar una conexión a la red eléctrica.

AVISO!

Se produce una advertencia de tensión baja cuando se haya conectado la alimentación de 24 V CC; sin embargo, no hay desconexión.

ADVERTENCIA

Utilice una alimentación de 24 V CC de tipo PELV para asegurar el correcto aislamiento galvánico (de tipo PELV) en los terminales de control del convertidor de frecuencia.

6

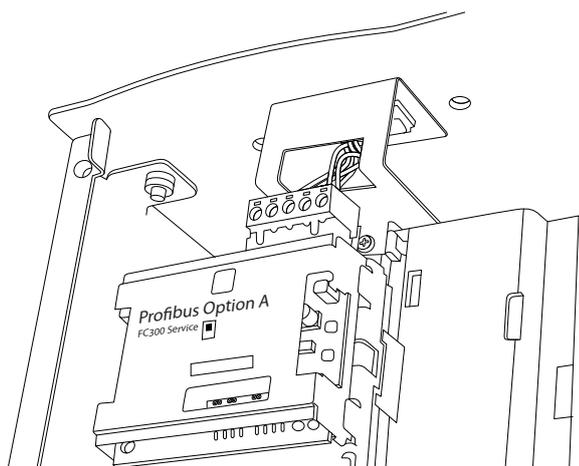


Ilustración 6.45 Ubicación interior del bus de campo

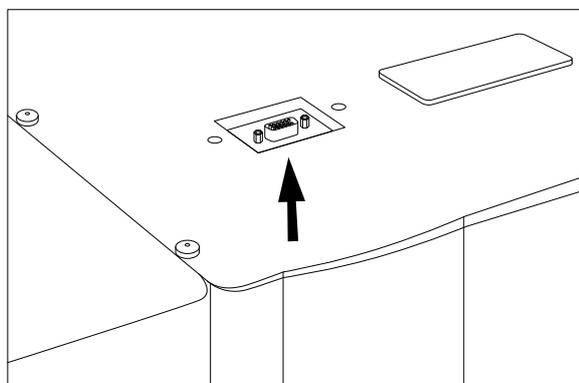


Ilustración 6.46 Conexión superior para bus de campo en IP00

6.5.3 Terminales de control

Elemento	Descripción
1	E/S digital con conector de 8 polos
2	Conector de 3 polos bus RS-485
3	E/S analógica de 6 polos
4	Conexión USB

Tabla 6.38 Tabla de la leyenda de la *Ilustración 6.48*, para FC 102

Elemento	Descripción
1	E/S digital con conector de 10 polos
2	Conector de 3 polos bus RS-485
3	E/S analógica de 6 polos
4	Conexión SB

Tabla 6.39 Tabla de la leyenda de la *Ilustración 6.48*, para FC 102

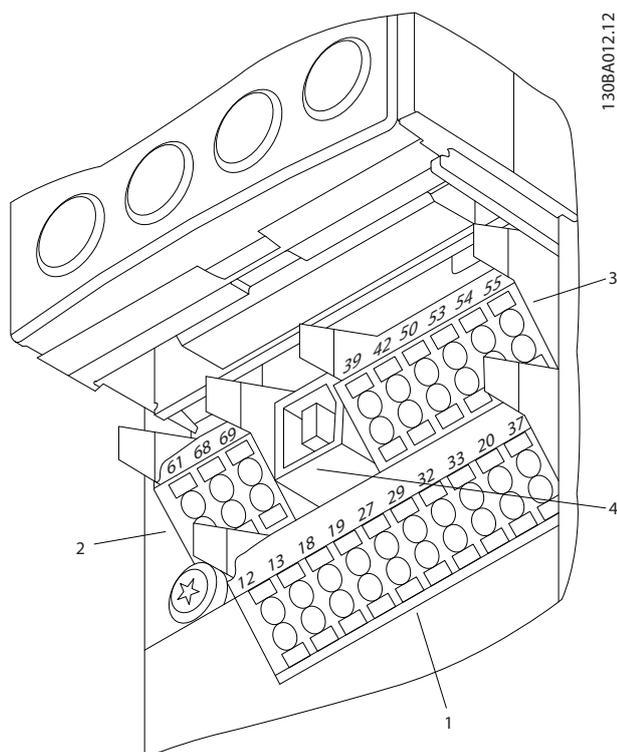


Ilustración 6.48 Terminales de control (todos los tipos de protección)

6.5.4 Interruptores S201, S202 y S801

Los interruptores S201 (A53) y S202 (A54) se utilizan para seleccionar una configuración de intensidad (0-20 mA) o de tensión (de -10 a 10 V) de los terminales de entrada analógica 53 y 54.

El interruptor S801 (BUS TER.) se puede utilizar para activar la terminación del puerto RS-485 (terminales 68 y 69).

Ajustes predeterminados

S201 (A53) = OFF (entrada de tensión)

S202 (A54) = OFF (entrada de tensión)

S801 (terminación de bus) = OFF

AVISO!

Al cambiar la función del S201, el S202 o el S801, tenga cuidado de no forzar los interruptores. Se recomienda desmontar la base del LCP para manipular los interruptores. No deben accionarse los interruptores con la alimentación conectada al convertidor de frecuencia.

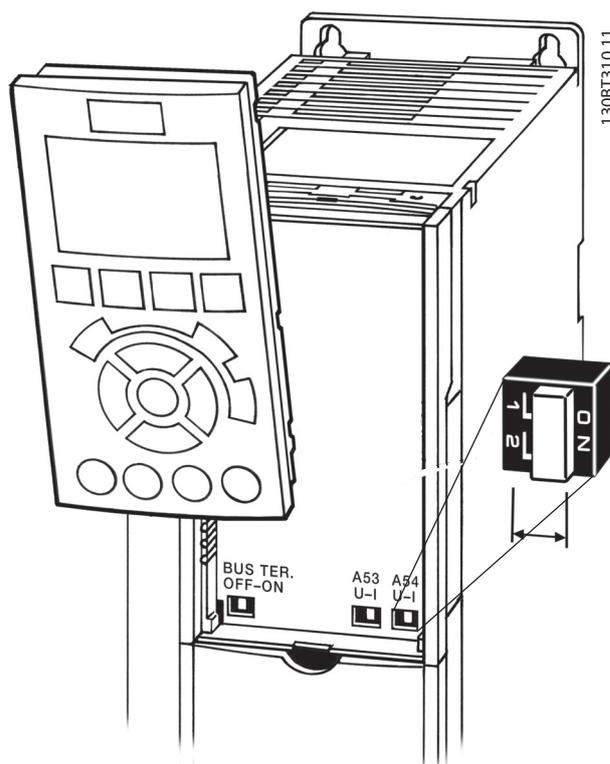


Ilustración 6.49 Ubicación de los interruptores S201, S202 y S801

6.5.5 Instalación eléctrica, Terminales de control

Para montar el cable en el terminal

1. Quite 9 o 10 mm de aislante.

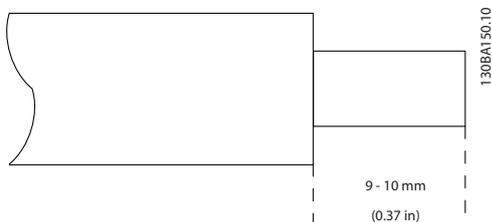


Ilustración 6.50 Pele el cable.

2. Introduzca un destornillador¹⁾ en el orificio cuadrado.

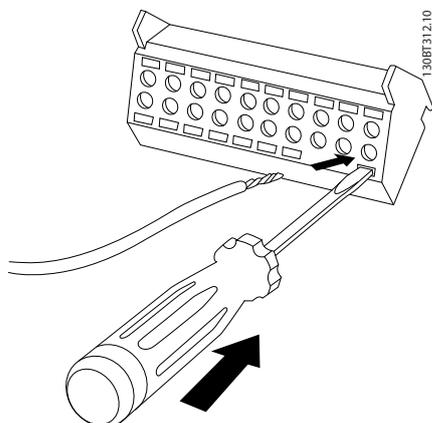


Ilustración 6.51 Inserte el destornillador.

3. Introduzca el cable en el orificio circular adyacente.

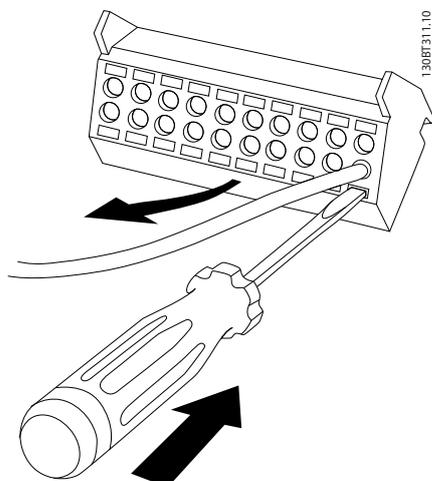


Ilustración 6.52 Inserte el cable.

4. Retire el destornillador. Ahora el cable está montado en el terminal.

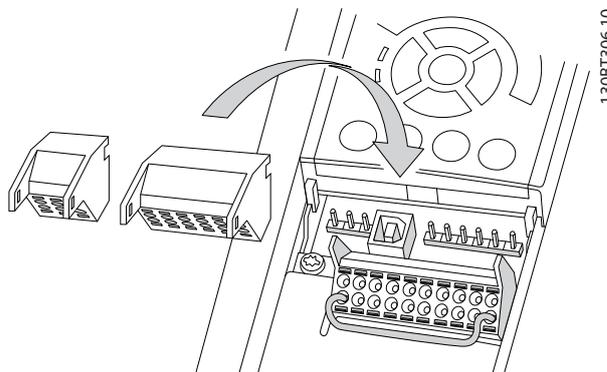


Ilustración 6.53 Retire el destornillador.

Para quitar el cable del terminal

1. Introduzca un destornillador¹⁾ en el orificio cuadrado.
2. Saque el cable.

¹⁾ Máx. 0,4 x 2,5 mm

6.5.6 Ejemplo de cableado básico

1. Monte los terminales de la bolsa de accesorios en la parte delantera del convertidor de frecuencia.
2. Conecte los terminales 18 y 27 a +24 V (terminales 12/13).

Ajustes predeterminados

18 = Arranque, 5-10 Terminal 18 Entrada digital [9]

27 = Parada inversa, 5-12 Terminal 27 Entrada digital [6]

37 = Desconexión segura de par inversa

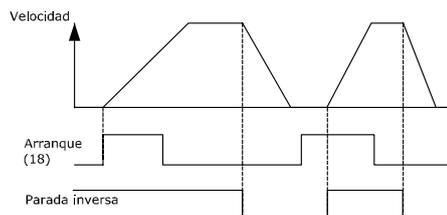
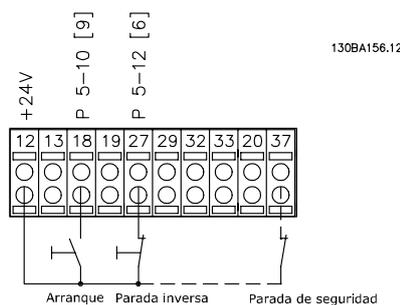


Ilustración 6.54 Cableado básico

6.5.7 Instalación eléctrica, Cables de control

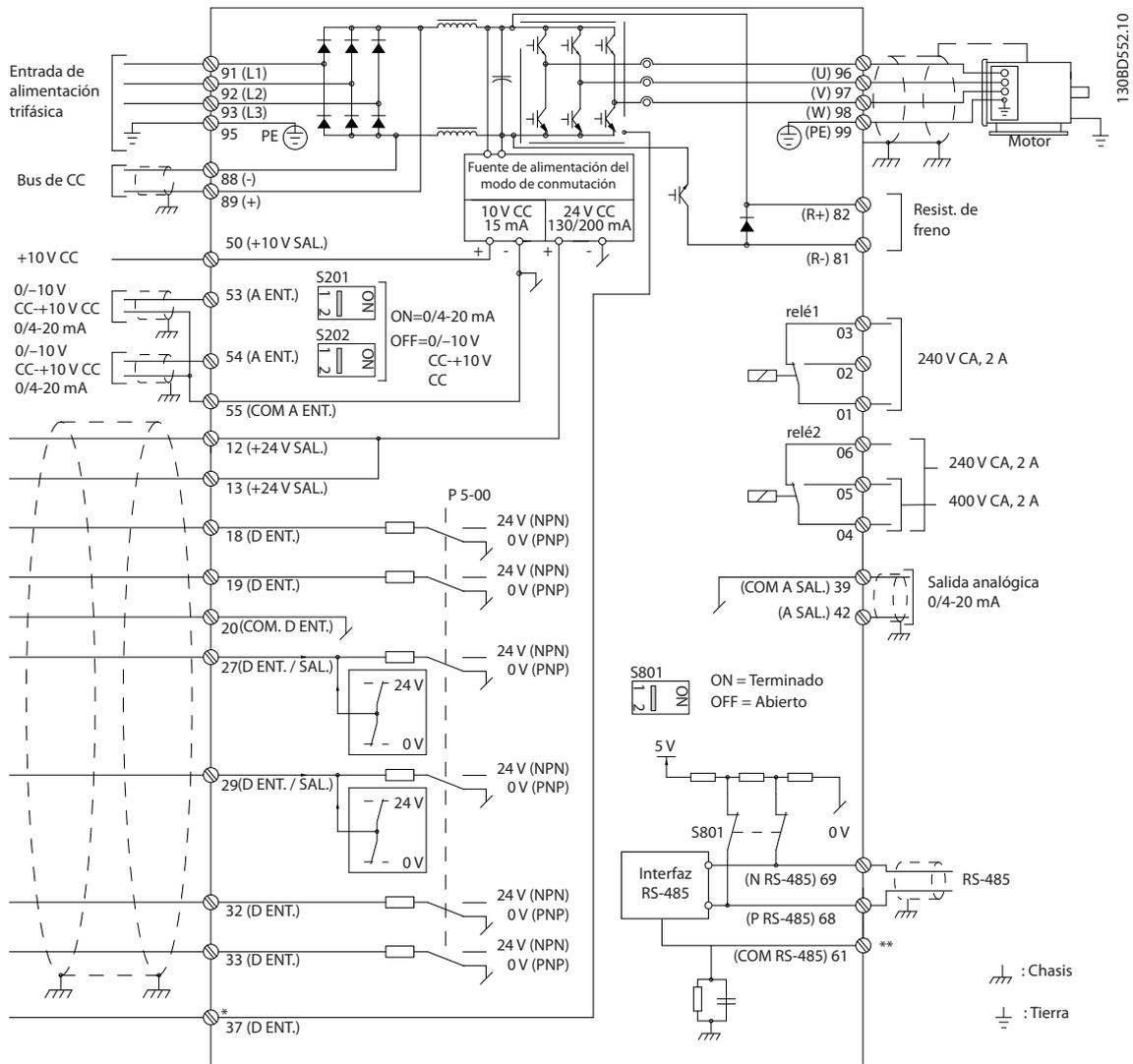


Ilustración 6.55 Esquema básico del cableado

A = analógico, D = digital

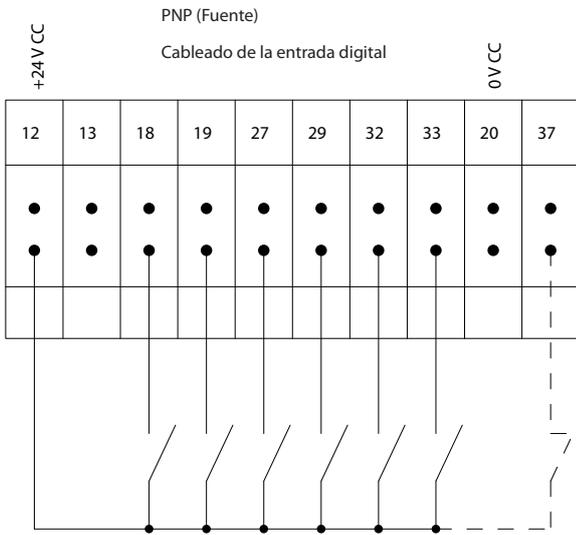
*El terminal 37 (opcional) se utiliza para la desconexión segura de par. Para conocer las instrucciones de instalación de la desconexión segura de par, consulte el *Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par para los convertidores de frecuencia VLT® de (Danfoss)*.

**No conecte el apantallamiento de cables.

Los cables de control y de señales analógicas muy largos pueden, en casos raros y en función de la instalación, producir lazos de tierra de 50/60 Hz debido al ruido introducido a través de los cables de alimentación. Si esto ocurre, puede ser necesario romper el apantallamiento o introducir un condensador de 100 nF entre el apantallamiento y el chasis. Las entradas y salidas analógicas y digitales deben estar conectadas por separado a las entradas comunes del convertidor de frecuencia (terminal 20, 55 y 39) para evitar que las intensidades a tierra de ambos grupos afecten a otros grupos. Por ejemplo, conectar la entrada digital podría perturbar la señal de entrada analógica.

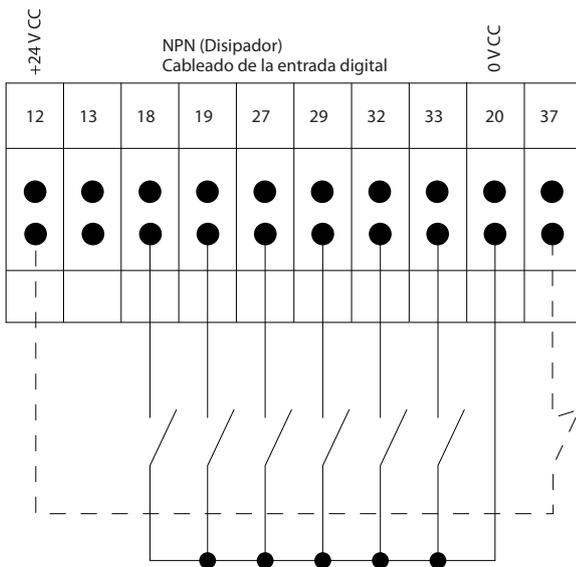
Polaridad de entrada de los terminales de control

6



130BT106.10

Ilustración 6.56 Polaridad de entrada PNP (fuente)

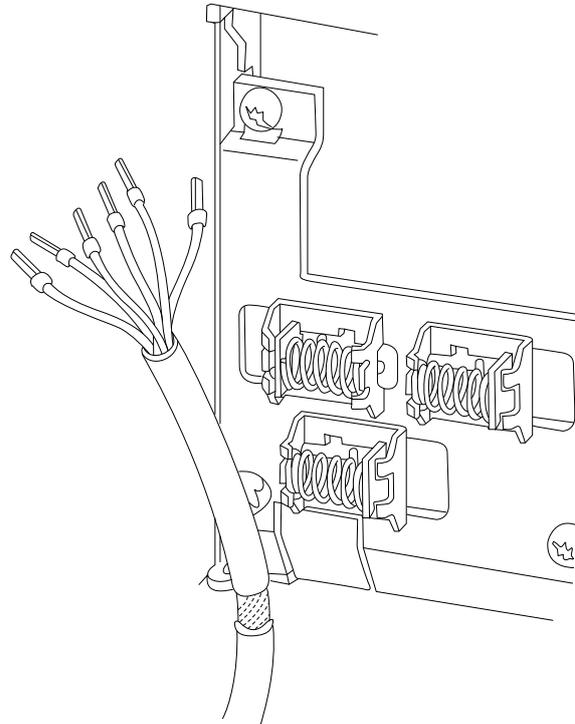


130BT107.11

Ilustración 6.57 Polaridad de entrada NPN (disipador)

AVISO!

Para ajustarse a las especificaciones de emisión EMC, se recomiendan cables apantallados / blindados. Si se utiliza un cable no apantallado / no blindado, consulte capítulo 2.9.2 Resultados de las pruebas de EMC.



130BA681.10

Ilustración 6.58 Conexión a tierra de cables de control apantallados / blindados

6.5.8 Salida de relé

Relé 1

- Terminal 01: común
- Terminal 02: normalmente abierto 240 V CA
- Terminal 03: normalmente cerrado 240 V CA

Relé 2 (No en el FC 301)

- Terminal 04: común
- Terminal 05: normalmente abierto 400 V CA
- Terminal 06: normalmente cerrado 240 V CA

El relé 1 y el relé 2 se programan en 5-40 Relé de función, 5-41 Retardo conex, relé y 5-42 Retardo desconex, relé.

Puede utilizar salidas de relé adicionales empleando el módulo de opción de relé MCB 105.

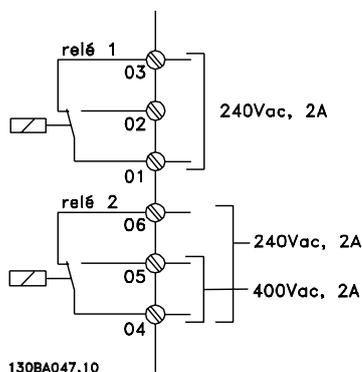


Ilustración 6.59 Salidas de relé 1 y 2

6.6 Conexiones adicionales

6.6.1 Conexión de bus de CC

El terminal de bus de CC se utiliza para reserva de CC, con el circuito intermedio alimentado desde una fuente externa. Utiliza los terminales 88 y 89.

Para obtener más información, póngase en contacto con (Danfoss).

6.6.2 Carga compartida

Utilice los terminales 88 y 89 para la carga compartida.

El cable de conexión debe apantallarse y la longitud máx. desde el convertidor de frecuencia hasta la barra de CC está limitada a 25 m (82 ft).

La carga compartida permite enlazar los circuitos intermedios de CC de varios convertidores de frecuencia.

ADVERTENCIA

Tenga en cuenta que, en los terminales, pueden generarse tensiones de hasta 1099 V CC. La carga compartida requiere equipo y condiciones de seguridad adicionales. Para obtener más información, consulte las instrucciones de carga compartida.

ADVERTENCIA

Tenga en cuenta que la desconexión de la red puede no aislar el convertidor de frecuencia debido a la conexión del enlace de CC

6.6.3 Instalación del cable de freno

El cable de conexión a la resistencia de freno debe estar apantallado y la longitud máxima desde el convertidor de frecuencia hasta la barra de CC está limitada a 25 m (82 ft).

1. Conecte el apantallamiento mediante prensacables a la placa posterior conductora del convertidor de frecuencia y al armario metálico de la resistencia de freno.
2. Elija un cable de freno cuya sección se adecue al par de frenado.

Los terminales 81 y 82 son terminales de resistencia de freno.

Consulte las instrucciones del freno para obtener más información sobre la instalación segura.

AVISO!

De producirse un cortocircuito en el IGBT del freno, evite la disipación de potencia en la resistencia de freno utilizando un contactor o interruptor de red para desconectar de la red el convertidor de frecuencia. El contactor solo se debe controlar con el convertidor de frecuencia.

PRECAUCIÓN

Tenga en cuenta que pueden generarse tensiones de CC de hasta 1099 V en los terminales, en función de la tensión de alimentación.

6.6.4 Cómo conectar un PC al convertidor de frecuencia

Para controlar el convertidor de frecuencia desde un PC, instale el software de configuración MCT 10.

El PC se conecta mediante un cable USB estándar (host / dispositivo) o mediante la interfaz RS-485.

El USB es un bus serie que emplea 4 cables apantallados con 4 clavijas de toma a tierra conectadas al apantallamiento en el puerto USB del PC. Si se conecta el PC a un convertidor de frecuencia a través del cable USB, existe el riesgo potencial de dañar el controlador del host del USB del PC. Todos los PC estándar se fabrican sin aislamiento galvánico en el puerto USB.

Cualquier diferencia de potencial de toma de tierra, causada por no seguir las recomendaciones descritas en el apartado *Conexión de la red de CA del Manual de funcionamiento*, puede dañar el controlador del host del USB a través del apantallamiento del cable USB.

Se recomienda emplear un aislamiento USB con aislamiento galvánico para proteger el controlador del host del USB del PC de las diferencias de potencial de toma de tierra, cuando se conecta el PC a un convertidor de frecuencia a través de un cable USB.

No se recomienda utilizar un cable de alimentación de PC con un conector de tierra si el PC está conectado a un convertidor de frecuencia a través de un cable USB. Reduce la diferencia de potencial de la toma de tierra, pero no elimina todas las diferencias de potencial debidas a la toma de tierra y al apantallamiento conectado al puerto USB del PC.

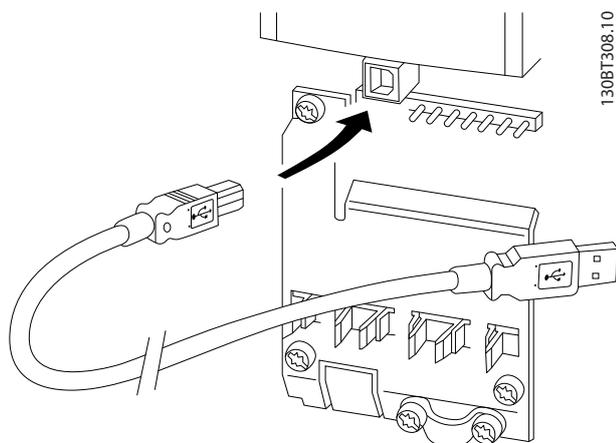


Ilustración 6.60 Conexión USB

6.6.5 Software para PC

Almacenamiento de datos en el PC a través del MCT 10 Software de configuración

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB.
2. Abra el MCT 10 Software de configuración
3. Seleccione el puerto USB en el apartado *network*.
4. Seleccione *copy*.
5. Seleccione el apartado *project*.
6. Seleccione *paste*.
7. Seleccione *save as*.

En este momento, se almacenarán todos los parámetros.

Transferencia de datos del PC al convertidor de frecuencia a través del MCT 10 Software de configuración

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB.
2. Abra el MCT 10 Software de configuración.
3. Seleccione *Open* (se muestran los archivos guardados).
4. Abra el archivo apropiado.
5. Seleccione *Write to drive*.

En este momento, todos los parámetros se transfieren al convertidor de frecuencia.

Tiene a su disposición un manual independiente del MCT 10 Software de configuración.

6.6.6 MCT 31

La herramienta para PC de cálculo de armónicos, MCT 31, permite realizar con facilidad una estimación de la distorsión armónica en una aplicación cualquiera. La distorsión armónica tanto de los convertidores de frecuencia de Danfoss como de los de otras marcas con dispositivos adicionales de reducción armónica, como los filtros AHF de Danfoss y los rectificadores de 12-18 impulsos, puede calcularse.

Número de pedido:

Realice el pedido de su CD con la herramienta para PC MCT 31 utilizando el n.º de código 130B1031.

MCT 31 también puede descargarse desde www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/.

6.7 Seguridad

6.7.1 Prueba de alta tensión

Realice una prueba de alta tensión cortocircuitando los terminales U, V, W, L₁, L₂ y L₃. Aplique un máximo de 2,15 kV CC para los convertidores de frecuencia de 380-500 V y de 2,525 kV CC para los de 525-690 V, durante un segundo, entre el cortocircuito y el chasis.

ADVERTENCIA

Si se somete a toda la instalación a una prueba de alta tensión, interrumpa la conexión del motor y de la alimentación si las corrientes de fuga son demasiado altas.

6.7.2 Toma de tierra

Siempre que se instale un convertidor de frecuencia, se deben tener en cuenta los siguientes puntos básicos para obtener la compatibilidad electromagnética (EMC).

- Conexión a tierra de seguridad: el convertidor de frecuencia tiene una alta corriente de fuga y debe conectarse a tierra de forma adecuada por razones de seguridad. Aplique la normativa local de seguridad.
- Conexión a tierra de alta frecuencia: Las conexiones del cable a tierra deben ser lo más cortas que sea posible.

Conecte los diferentes sistemas de toma de tierra con la impedancia de conductor más baja posible. La mínima impedancia del conductor posible se obtiene manteniendo el conductor lo más corto posible y utilizando la superficie más extensa posible.

Los alojamientos metálicos de los diferentes dispositivos se montan en la placa posterior del alojamiento con la impedancia de AF más baja posible. Con ello, se evita tener distintas tensiones de AF para cada dispositivo, así como el riesgo de corrientes de interferencias de radio a través de los cables de conexión que se pueden utilizar entre los dispositivos. Las interferencias de radio se han reducido.

Para obtener una baja impedancia de AF, use los pernos de ajuste de los dispositivos como conexión de AF a la placa posterior. Es necesario retirar la pintura aislante o similar de los puntos de ajuste.

6.7.3 Conexión a tierra de seguridad

El convertidor de frecuencia tiene una corriente de fuga alta y debe conectarse a tierra de forma adecuada por razones de seguridad conforme a EN 50178.

⚠️ ADVERTENCIA

La corriente de fuga a tierra del convertidor de frecuencia sobrepasa los 3,5 mA. Para asegurarse de que el cable a tierra cuenta con una buena conexión mecánica a la conexión a tierra (terminal 95), la sección transversal del cable debe ser de, al menos, 10 mm² o 2 cables a tierra nominales terminados de forma independiente.

6.7.4 Instalación conforme a ADN

Las unidades con protección Ingress de clasificación IP55 (NEMA 12) o superior evitan la formación de chispas y se clasifican como aparatos eléctricos con riesgo de explosión limitado según el acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables (ADN).

En las unidades con protección Ingress de clasificación IP20, IP21 o IP54, el riesgo de formación de chispas se evita de la siguiente forma:

- No instale un interruptor de red.
- Asegúrese de que 14-50 Filtro RFI está ajustado en [1] Sí.
- Retire todos los conectores de relé marcados como «RELÉ». Consulte Ilustración 6.61.
- Compruebe qué opciones de relé están instaladas, si es que las hay. La única opción de relé permitida es la tarjeta de relé ampliada MCB 113.

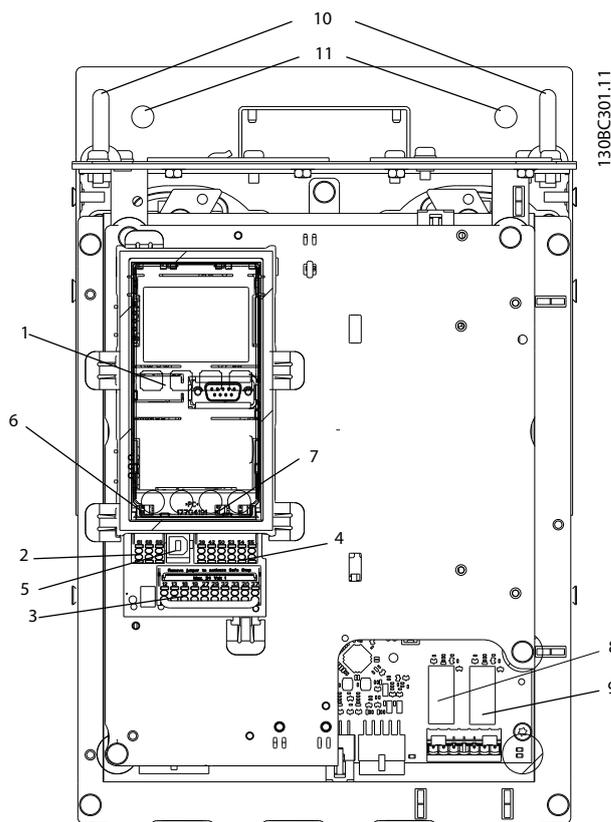


Ilustración 6.61 Ubicación de los conectores de relé, pos. 8 y 9.

La declaración del fabricante está disponible bajo pedido.

6.8 Instalación correcta en cuanto a EMC

6.8.1 Instalación eléctrica - Recomendaciones de compatibilidad electromagnética

Lo que sigue es una guía para la instalación de convertidores de frecuencia siguiendo lo que se denomina buena práctica de ingeniería. Siga estas directrices cuando sea necesario cumplir la norma EN 61800-3 *Primer ambiente*. Si la instalación debe cumplir la norma EN 61800-3 *Segundo ambiente*, por ejemplo, en redes industriales, o en una instalación con su propio transformador, se permite desviarse de estas directrices, aunque no es recomendable. Consulte también los apartados *capítulo 2.2 Marca CE*, *capítulo 2.9 Aspectos generales de la EMC* y *capítulo 2.9.2 Resultados de las pruebas de EMC*.

Buena práctica de ingeniería para asegurar una instalación eléctrica correcta en cuanto a EMC:

- Utilice solo cables de motor y de control blindados y trenzados. El apantallamiento debería proporcionar una cobertura mínima del 80 %. El material del apantallamiento debe ser metálico, normalmente de cobre, aluminio, acero o plomo, aunque se admiten otros tipos. No hay requisitos especiales en cuanto al cable de red.
- En instalaciones que utilizan conductos metálicos rígidos no es necesario utilizar cable apantallado, pero el cable del motor se debe instalar en un conducto separado de los cables de control y de red. Es necesario conectar completamente el conducto desde el convertidor de frecuencia al motor. El rendimiento de EMC de los conductos flexibles varía considerablemente y es preciso obtener información del fabricante.
- Conecte el apantallamiento / blindaje / conducto a tierra en ambos extremos para los cables del motor y de control. En algunos casos, no es posible conectar el apantallamiento en ambos extremos. En estos casos, conecte el apantallamiento al convertidor de frecuencia. Consulte también *capítulo 6.8.3 Conexión a tierra de cables de control apantallados*.

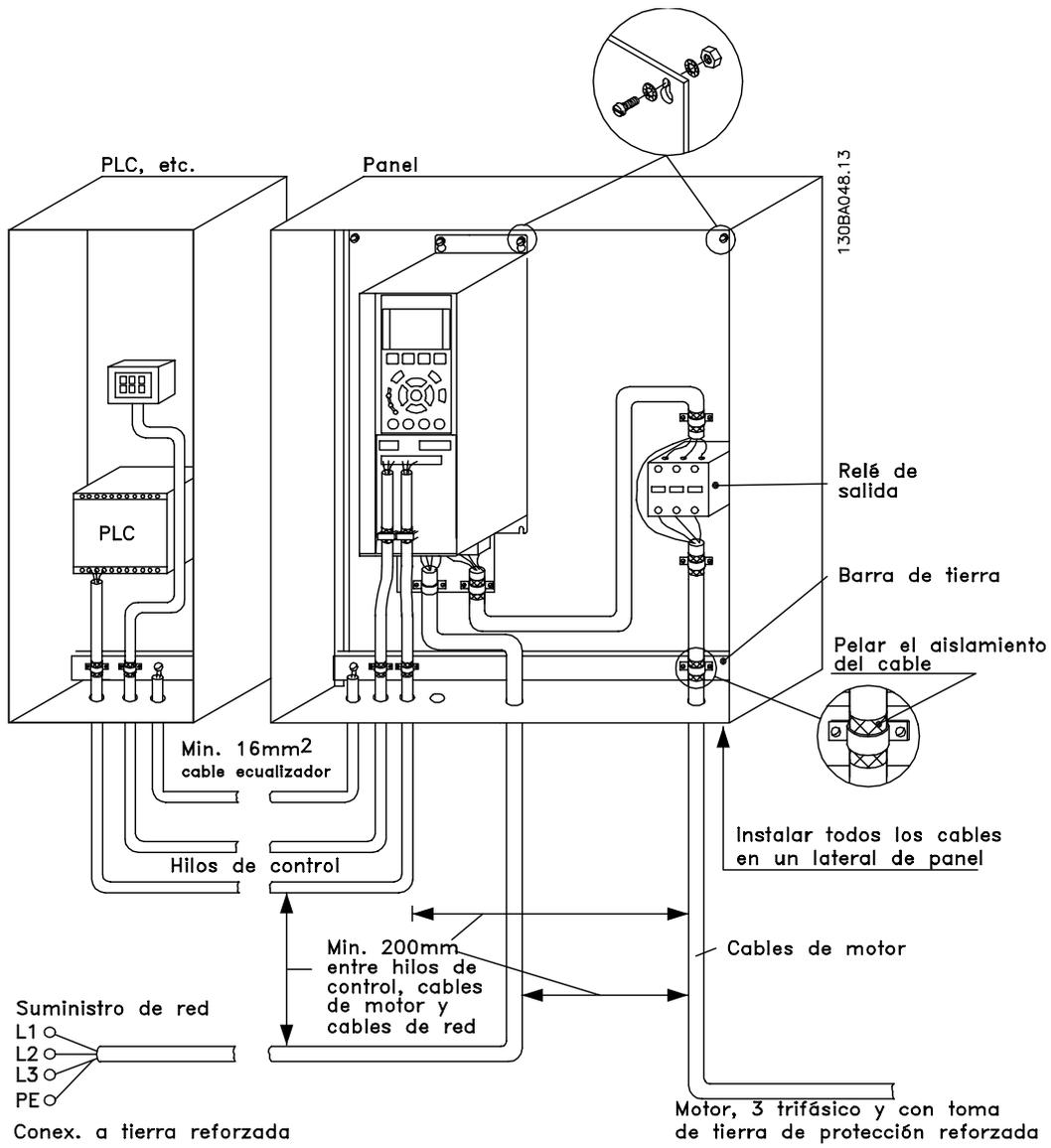
Buena práctica de ingeniería para asegurar una instalación eléctrica correcta en cuanto a EMC:

- Evite terminar el apantallamiento / blindaje con extremos enrollados (cables de conexión flexibles) Eso aumenta la impedancia de alta frecuencia del apantallamiento, lo cual reduce su eficacia a altas frecuencias. Utilice, en su lugar, abrazaderas de cable o prensacables EMC de baja impedancia.
- Evite utilizar cables de motor o de control no apantallados / blindados en el interior de los armarios que albergan los convertidores de frecuencia.

Deje el apantallamiento lo más cerca posible de los conectores.

Ilustración 6.62 muestra un ejemplo de una instalación eléctrica correcta, en cuanto a EMC, de un convertidor de frecuencia IP20. El convertidor de frecuencia está colocado en un armario de instalación con un contactor de salida, y se ha conectado a un PLC que está instalado en un armario aparte. Otras formas de instalación podrán ofrecer un rendimiento de EMC igualmente bueno, siempre y cuando se sigan las anteriores directrices de práctica de ingeniería.

Si la instalación no se lleva a cabo según las directrices y si se utilizan cableados y cables de control no apantallados, es posible que no se cumplan algunos requisitos relativos a emisiones aunque sí se cumplan los relacionados con inmunidad. Consulte *capítulo 2.9.2 Resultados de las pruebas de EMC*.



6

Ilustración 6.62 Instalación eléctrica correcta en cuanto a EMC de un convertidor de frecuencia en el armario

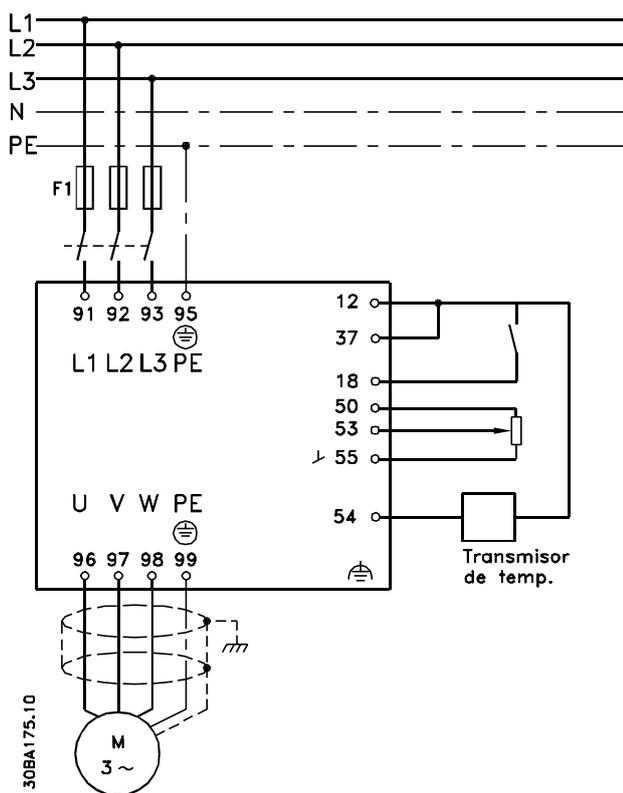


Ilustración 6.63 Diagrama de conexiones eléctricas

6.8.2 Uso de cables correctos para EMC

(Danfoss) recomienda utilizar cables trenzados apantallados / blindados para optimizar la inmunidad EMC de los cables de control y la emisión EMC de los cables del motor.

La capacidad de un cable para reducir la radiación entrante y saliente de interferencias eléctricas depende de la impedancia de transferencia (Z_T). El apantallamiento de un cable está diseñado, normalmente, para reducir la transferencia de ruido eléctrico; sin embargo, un apantallamiento con un valor de impedancia de transferencia menor (Z_T) es más efectivo que un apantallamiento con una impedancia de transferencia mayor (Z_T).

Los fabricantes de cables no suelen declarar la impedancia de transferencia (Z_T), aunque normalmente es posible calcularla mediante la evaluación del diseño físico del cable.

La impedancia de transferencia (Z_T) puede ser estimada basándose en los siguientes factores:

- La conductibilidad del material del apantallamiento.
- La resistencia de contacto entre los conductores individuales del apantallamiento.
- La cobertura del apantallamiento, es decir, la superficie física del cable cubierta por el apantallamiento (a menudo se indica como un porcentaje).
 - a. Revestimiento de aluminio con hilo de cobre.
 - b. Cable con hilo de cobre trenzado o hilo de acero blindado.
 - c. Cable de cobre trenzado con una sola capa de apantallamiento y con un porcentaje variable de cobertura de apantallamiento. Este es el cable de referencia típico de (Danfoss).
 - d. Cable de cobre con apantallamiento de doble capa.
 - e. Doble capa de cable de cobre trenzado con una capa intermedia magnética apantallada / blindada.
 - f. Cable alojado en tubería de cobre o de acero.
 - g. Cable forrado con plomo con un grosor de pared de 1,1 mm.

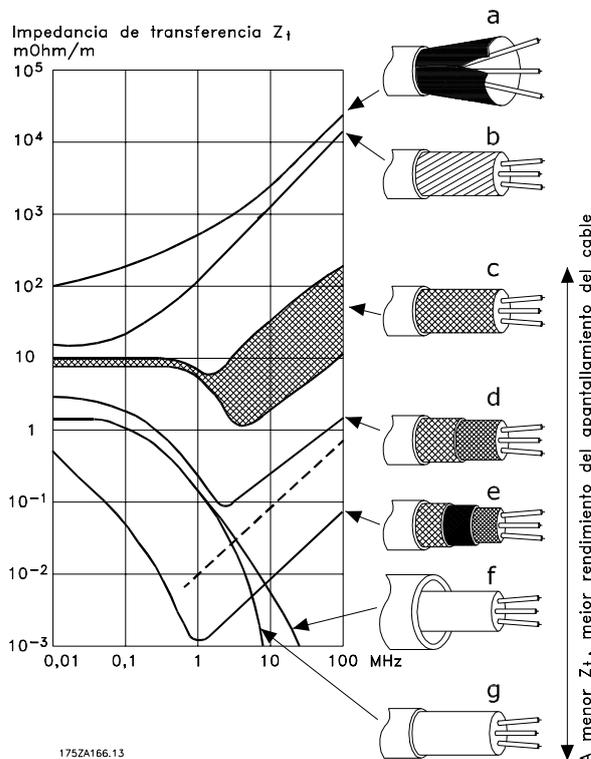


Ilustración 6.64 Impedancia de transferencia

6.8.3 Conexión a tierra de cables de control apantallados

Apantallamiento correcto

En la mayoría de los casos, el método preferido consiste en fijar los cables de control con abrazaderas de apantallamiento en ambos extremos para garantizar el mejor contacto posible con el cable de alta frecuencia.

Si el potencial de tierra entre el convertidor de frecuencia y el PLC es distinto, puede producirse ruido eléctrico que perturbará todo el sistema. Resuelva este problema instalando un cable ecualizador, junto al cable de control.

Sección transversal mínima del cable: 16 mm².

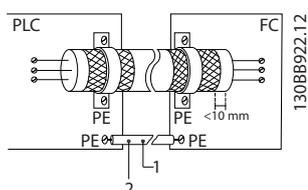


Ilustración 6.65 Cable de control con cable ecualizador

1	16 mm ² mín.
2	Cable ecualizador

Tabla 6.40 Leyenda de la Ilustración 6.65

Lazos de tierra de 50 / 60 Hz

Si se utilizan cables de control muy largos, pueden aparecer lazos de tierra. Este problema se puede solucionar conectando un extremo del apantallamiento a tierra mediante un condensador de 100 nF (manteniendo los cables cortos).

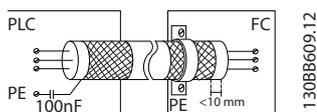


Ilustración 6.66 Apantallamiento a tierra conectado a un condensador de 100 nF

Evite el ruido de EMC en la comunicación serie

Este terminal se conecta a tierra mediante un enlace RC interno. Utilice cables de par trenzado a fin de reducir la interferencia entre conductores.

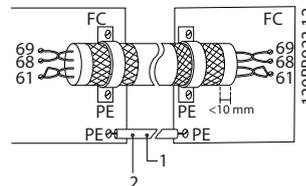


Ilustración 6.67 Cables de par trenzado

1	16 mm ² mín.
2	Cable ecualizador

Tabla 6.41 Leyenda de la Ilustración 6.67

Como método alternativo, puede omitirse la conexión al terminal 61:

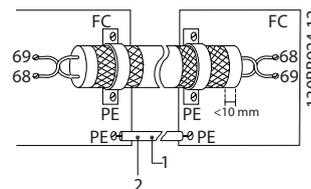


Ilustración 6.68 Terminal 61 no conectado

1	16 mm ² mín.
2	Cable ecualizador

Tabla 6.42 Leyenda de la Ilustración 6.68

6.8.4 Interruptor RFI

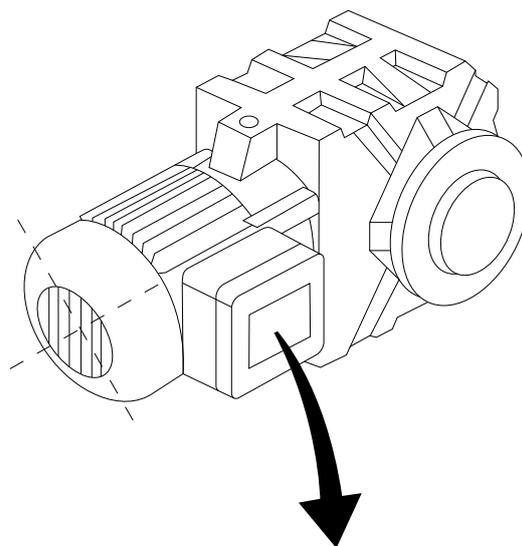
Alimentación de red aislada de tierra

Si la alimentación del convertidor de frecuencia proviene de una fuente de red aislada (red eléctrica IT, triángulo flotante) o de redes TT / TN-S con toma de tierra (conexión a tierra en triángulo), desconecte el interruptor RFI mediante *14-50 Filtro RFI*. En OFF, los condensadores internos entre el chasis (tierra), el filtro RFI de entrada y el circuito intermedio se desconectan. Puesto que el interruptor RFI está desconectado, el convertidor de frecuencia no será capaz de proporcionar un rendimiento óptimo de EMC.

Al abrir el interruptor de filtro RFI, las corrientes de fuga a tierra también se reducen, a excepción de las corriente de fuga de alta frecuencia provocadas por la conmutación del inversor. Es importante utilizar monitores de aislamiento que sean adecuados para su uso con aparatos electrónicos de potencia (IEC61557-8). P. ej., tipo Deif SIM-Q, tipo Bender IRDH 275/375 o similar. Consulte también la nota sobre la aplicación *VLT en redes IT*.

AVISO!

Si no se desconecta el interruptor RFI y el convertidor de frecuencia funciona en redes aisladas, las fugas a tierra podrían causar la carga del circuito intermedio y provocar daños en el condensador de CC o reducir la vida útil del producto.



130BT307.10

BAUER D-7 3734 ESLINGEN				
3~ MOTOR NR. 1827421 2003				
S/E005A9				
	1,5	KW		
n ₂ 31,5	/MIN.	400	Y	V
n ₁ 1400	/MIN.		50	Hz
cos 0,80			3,6	A
1,7L				
B	IP 65	H1/1A		

Ilustración 6.69 Placa de características del motor

6.9 Dispositivo de corriente residual (diferencial)

Utilice relés RCD o conexión a tierra de protección múltiple como protección adicional, siempre que se cumpla la normativa local en materia de seguridad.

En caso de fuga a tierra, puede desarrollarse un contenido de CC en la intensidad en fallo.

Si se utilizan relés RCD, observe la normativa local. Los relés deben ser adecuados para proteger equipos trifásicos con un puente rectificador y para una pequeña descarga en el momento de la conexión. Consulte capítulo 2.11 *Corriente de fuga a tierra* para obtener más información.

6.10 Ajuste final y prueba

Para probar el ajuste y asegurarse de que el convertidor de frecuencia funciona, siga estos pasos.

Paso 1. Localice la placa de características del motor.

AVISO!

El motor puede estar conectado en estrella (Y) o en triángulo (Δ). Esta información aparece en los datos de la placa de características del motor.

Paso 2. Introduzca los datos de la placa de características del motor en esta lista de parámetros.

Para acceder a esta lista, pulse [Quick Menu] y seleccione «Q2 Ajuste rápido».

- 1-20 Potencia motor [kW].
1-21 Potencia motor [CV].
- 1-22 Tensión motor.
- 1-23 Frecuencia motor.
- 1-24 Intensidad motor.
- 1-25 Veloc. nominal motor.

Paso 3. Active la Adaptación automática del motor (AMA)

La realización de un procedimiento AMA garantiza un rendimiento óptimo. El AMA calcula los valores a partir del diagrama equivalente del modelo de motor.

1. Conecte el terminal 37 al terminal 12 (si el terminal 37 está disponible).
2. Conecte el terminal 27 al terminal 12 o ajuste 5-12 Terminal 27 Entrada digital a [0] Sin función.
3. Active el AMA 1-29 Adaptación automática del motor (AMA).
4. Elija entre un AMA reducido o completo. Si hay un filtro de onda sinusoidal instalado, ejecute solo AMA reducido o bien retire el filtro de onda sinusoidal durante el procedimiento AMA.
5. Pulse [OK]. El display muestra el mensaje «Pulse la tecla [Hand on] para arrancar».
6. Pulse [Hand on]. Una barra de progreso indica que el AMA se está llevando a cabo.

Parada del AMA durante el funcionamiento

1. Pulse [Off]: el convertidor de frecuencia entra en modo de alarma y la pantalla muestra que el usuario ha finalizado el AMA.

AMA correcto

1. La pantalla muestra el mensaje «Pulse la tecla [OK] para finalizar el AMA».
2. Pulse [OK] para salir del estado AMA.

AMA fallido

1. El convertidor de frecuencia entra en modo de alarma. Se puede encontrar una descripción de la alarma en el capítulo *Advertencias y alarmas* en el *Manual de funcionamiento* correspondiente al producto.
2. *Valor de informe*, en [Alarm Log] (Registro de alarmas), muestra la última secuencia de medición llevada a cabo por el AMA, antes de que el convertidor de frecuencia entrase en modo alarma. Este número, junto con la descripción de la alarma, le ayuda a solucionar los problemas con los que se encuentre. Si se pone en contacto con el servicio de asistencia de (Danfoss), asegúrese de indicar el número y la descripción de la alarma.

AVISO!

Un AMA fallida suele deberse a la introducción incorrecta de los datos de la placa de características del motor o a una diferencia demasiado grande entre la potencia del motor y la del convertidor de frecuencia.

Paso 4. Ajuste el límite de velocidad y el tiempo de rampa.

Ajuste los límites deseados para la velocidad y el tiempo de rampa:

3-02 Referencia mínima.

3-03 Referencia máxima.

4-11 Límite bajo veloc. motor [RPM] o 4-12 Límite bajo veloc. motor [Hz].

4-13 Límite alto veloc. motor [RPM] o 4-14 Límite alto veloc. motor [Hz].

3-41 Rampa 1 tiempo acel. rampa.

3-42 Rampa 1 tiempo desaccel. rampa.

7 Ejemplos de aplicaciones

7.1 Ejemplos de aplicaciones

7.1.1 Arranque/parada

Terminal 18 = arranque / parada, 5-10 Terminal 18 Entrada digital [8] Arranque

Terminal 27 = Sin función 5-12 Terminal 27 Entrada digital [0] Sin función (Predeterminado inercia inversa)

5-10 Terminal 18 Entrada digital = Arranque (predeterminado)

5-12 Terminal 27 Entrada digital = inercia inversa (predeterminado)

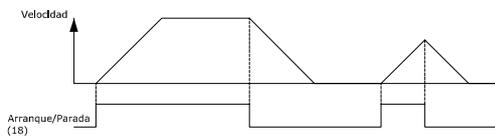
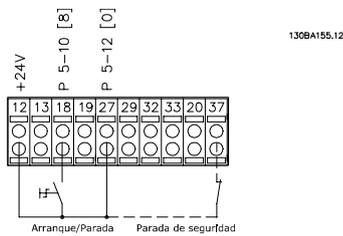


Ilustración 7.1 Terminal 37: solo disponible con la función de parada de seguridad

7.1.2 Arranque / parada de pulsos

Terminal 18 = arranque / parada 5-10 Terminal 18 Entrada digital [9] Arranque por pulsos

Terminal 27 = parada 5-12 Terminal 27 Entrada digital [6] Parada

5-10 Terminal 18 Entrada digital = Arranque por pulsos

5-12 Terminal 27 Entrada digital = Parada

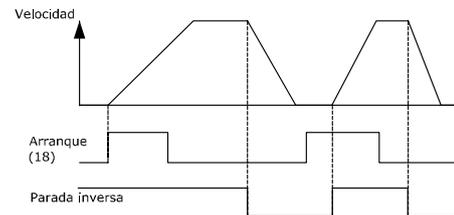
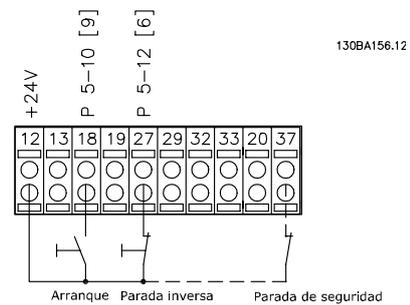


Ilustración 7.2 Terminal 37: disponible únicamente con función de desconexión segura de par

7.1.3 Referencia de potenciómetro

Referencia de tensión mediante un potenciómetro.

3-15 Fuente 1 de referencia [1] = Entrada analógica 53

6-10 Terminal 53 escala baja $V = 0\text{ V}$

6-11 Terminal 53 escala alta $V = 10\text{ V}$

6-14 Term. 53 valor bajo ref./realim = 0 r/min

6-15 Term. 53 valor alto ref./realim = 1500 r/min

Interruptor S201 = OFF (U)

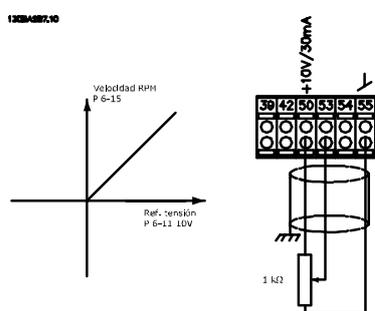


Ilustración 7.3 Referencia de tensión a través de un potenciómetro

7.1.4 Adaptación automática del motor (AMA)

El AMA es un algoritmo para medir los parámetros eléctricos del motor con el motor parado. Esto significa que el AMA en sí mismo no suministra par.

El AMA resulta útil durante la puesta en marcha de los sistemas y en la optimización del ajuste del convertidor de frecuencia al motor aplicado. Esta función se utiliza principalmente cuando los ajustes predeterminados no son aplicables al motor conectado.

1-29 *Adaptación automática del motor (AMA)* permite elegir un AMA completo con determinación de todos los parámetros eléctricos del motor o un AMA reducido con determinación únicamente de la resistencia del estator, R_s . La duración del AMA total varía entre unos minutos para motores pequeños hasta más de 15 minutos para motores grandes.

Limitaciones y condiciones necesarias:

- Para que el AMA determine de forma óptima los parámetros del motor, introduzca los datos correctos de la placa de características del mismo en los parámetros de 1-20 *Potencia motor [kW]* a 1-28 *Comprob. rotación motor*.
- Para obtener el mejor ajuste del convertidor de frecuencia, lleve a cabo un AMA con el motor frío. Si se ejecuta el AMA repetidamente, se podría calentar el motor, provocando un aumento de la resistencia del estator, R_s . Normalmente, esto no suele ser grave.
- El AMA solo se puede realizar si la intensidad nominal del motor es como mínimo el 35 % de la intensidad de salida nominal del convertidor de frecuencia. El AMA puede realizarse en un máximo de un motor sobredimensionado.
- Es posible llevar a cabo una prueba de AMA reducido con un filtro de onda sinusoidal instalado. Evite llevar a cabo un AMA completo con un filtro de onda sinusoidal. Si se necesita un ajuste global, retire el filtro de onda sinusoidal mientras realice un AMA total. Una vez finalizado el AMA, vuelva a insertar el filtro de onda sinusoidal.
- Si los motores están acoplados en paralelo, utilice únicamente un AMA reducido, si fuera necesario.
- Si utiliza motores síncronos, evite realizar un AMA completo. Si se aplica a motores síncronos, lleve a cabo un AMA reducido y ajuste manualmente los datos del motor ampliados. La función AMA no se aplica a motores de magnetización permanente.
- El convertidor de frecuencia no produce par motor durante un AMA. Durante un AMA, es obligatorio que la aplicación no fuerce el eje del motor, que es lo que puede ocurrir, por ejemplo, con las aspas de los sistemas de ventilación. Esto perturba el funcionamiento del AMA.
- El AMA no puede activarse cuando está en funcionamiento un motor PM (cuando 1-10 *Construcción del motor* está ajustado en [1] *PM no saliente SPM*).

7.1.5 Smart Logic Control

Una función útil del convertidor de frecuencia es el Smart Logic Control (SLC).

En las aplicaciones en que un PLC genera una secuencia simple, el SLC puede encargarse de tareas elementales del control principal.

El SLC está diseñado para actuar ante un evento enviado al convertidor de frecuencia o generado en el mismo.

Entonces, el convertidor de frecuencia realiza la acción preprogramada.

7.1.6 Programación del Smart Logic Control

Smart Logic Control (SLC) es, básicamente, una secuencia de acciones definidas por el usuario (consulte 13-52 *Acción Controlador SL*) ejecutadas por el SLC cuando el *evento* asociado definido por el usuario (consulte 13-51 *Evento Controlador SL*) es evaluado como VERDADERO por el SLC. Los *eventos* y las *acciones* están numerados y vinculados entre sí en parejas denominadas estados. Esto significa que cuando se complete el *evento [1]* (cuando alcance el valor VERDADERO), se ejecutará la *acción [1]*. Después de esto, se evalúan las condiciones del *evento [2]* y, si se evalúan como VERDADERAS, se ejecutará la *acción [2]* y así sucesivamente. Los eventos y las acciones se colocan en parámetros de matrices.

Se evaluará solamente un *evento* en cada momento. Si un *evento* es considerado FALSO, no sucede nada (en el SLC) durante el presente intervalo de exploración y no se evalúa ningún otro *evento*. Esto significa que cuando el SLC se inicia, evalúa el *evento [1]* (y solo el *evento [1]*) en cada ciclo. Solo cuando el *evento [1]* sea considerado VERDADERO, el SLC ejecuta la *acción [1]* e inicia la evaluación del *evento [2]*.

Se pueden programar de 0 a 20 *eventos* y *acciones*. Cuando se haya ejecutado el último *evento* / la última *acción*, la secuencia vuelve a comenzar desde el *evento [1]* / la *acción [1]*. La *Ilustración 7.4* muestra un ejemplo con tres *eventos* / *acciones*:

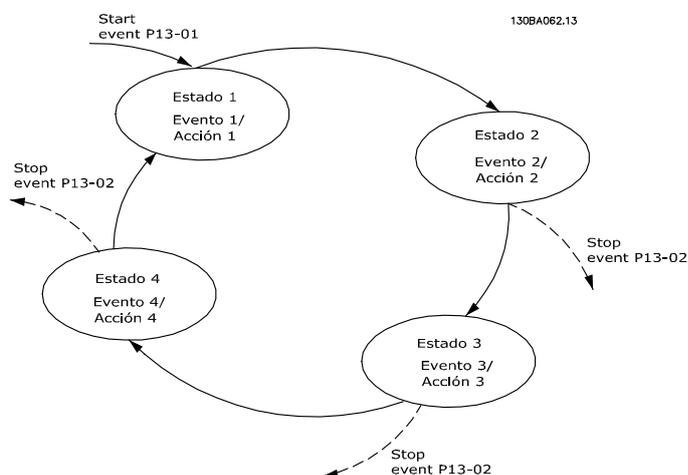
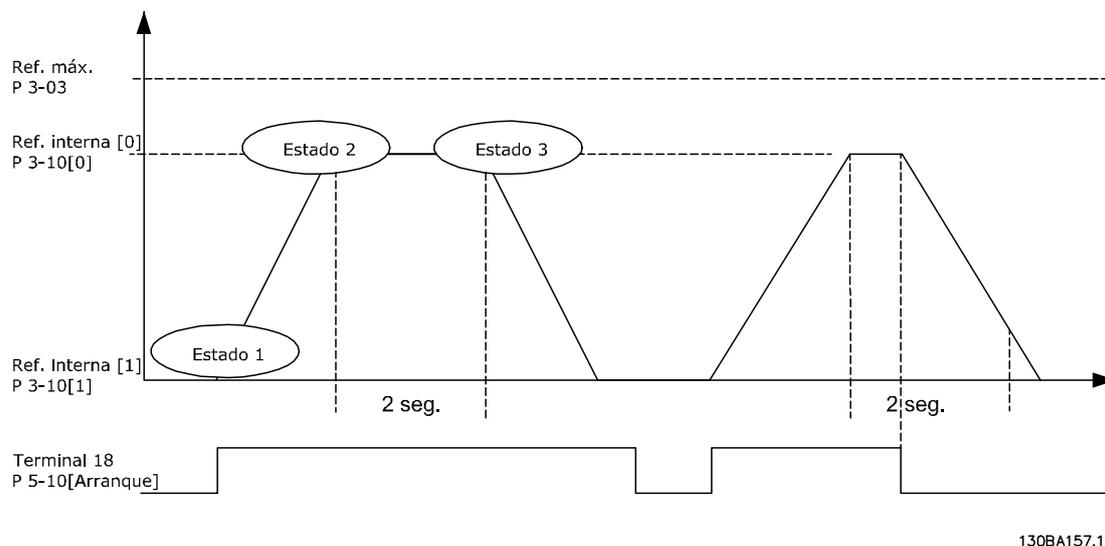


Ilustración 7.4 Ejemplo con tres eventos / acciones

7.1.7 Ejemplo de aplicación del SLC



130BA157.11

Ilustración 7.5 Una secuencia 1: arranque, rampa de aceleración, funcionamiento a la velocidad de referencia durante 2 segundos, rampa de deceleración y detención del eje hasta la parada.

7

Ajuste los tiempos de rampa en 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* y 3-42 *Rampa 1 tiempo desaccel. rampa* a los valores deseados

$$trampa = \frac{t_{acel.} \times n_{norm} (par. 1 - 25)}{ref. [r/min]}$$

Ajustar el terminal 27 a *Sin función* (5-12 *Terminal 27 Entrada digital*)

Ajustar la Referencia interna 0 a la primera velocidad preajustada (3-10 *Referencia interna [0]*) en forma de porcentaje de la Velocidad de referencia máxima (3-03 *Referencia máxima*). Ej.: 60 %

Ajustar la Referencia interna 1 a la segunda velocidad preajustada (3-10 *Referencia interna [1]*) Ej.: 0 % (cero).

Ajustar el temporizador 0 para una velocidad de funcionamiento constante en 13-20 *Temporizador Smart Logic Controller [0]*. Ej.: 2 s

Ajustar el Evento 1 de 13-51 *Evento Controlador SL [1]* a *Verdadero [1]*

Ajustar el Evento 2 de 13-51 *Evento Controlador SL [2]* a *En referencia [4]*

Ajustar el Evento 3 de 13-51 *Evento Controlador SL [3]* a *Tiempo límite SL 0 [30]*

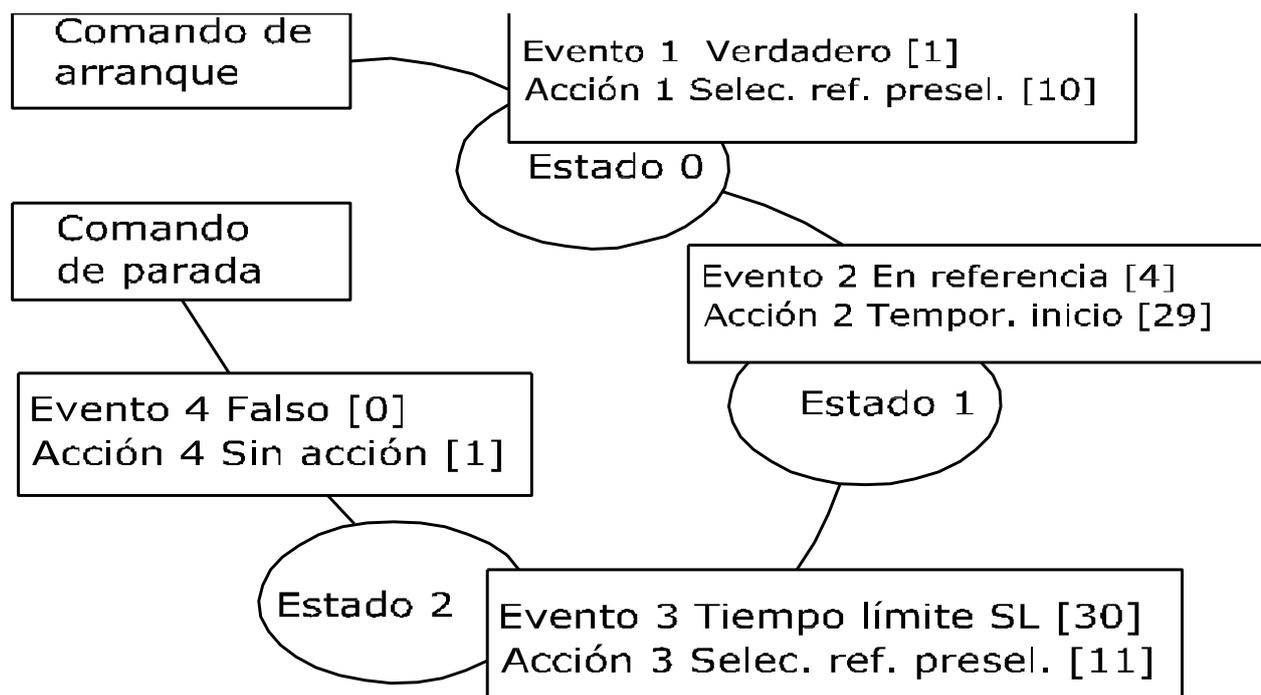
Ajustar el Evento 4 de 13-51 *Evento Controlador SL [4]* a *Falso [0]*

Ajustar la Acción 1 de 13-52 *Acción Controlador SL [1]* a *Selec. ref. presel. 0 [10]*

Ajustar la Acción 2 de 13-52 *Acción Controlador SL [2]* a *Tempor. inicio 0 [29]*

Ajustar la Acción 3 de 13-52 *Acción Controlador SL [3]* a *Selec. ref. presel. 1 [11]*

Ajustar la Acción 4 de 13-52 *Acción Controlador SL [4]* a *Sin acción [1]*



7

130BA148.11

Ilustración 7.6 Configuración de evento y acción

Ajuste el Smart Logic Control en 13-00 Modo Controlador SL a ON.

El comando de arranque / parada se aplica en el terminal 18. Si se aplica la señal de parada, el convertidor de frecuencia se desacelerará y pasará a modo libre.

7.1.8 Controlador en cascada

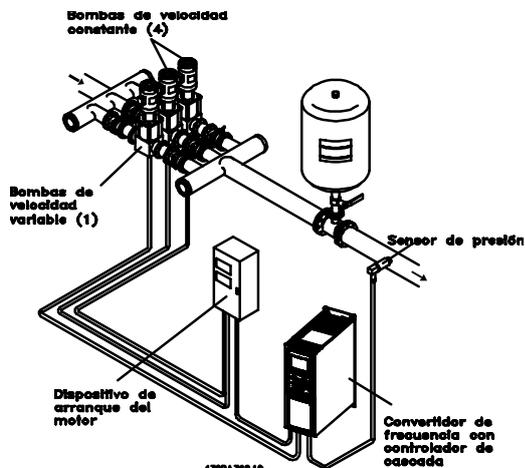


Ilustración 7.7 Aplicación de bomba A

El controlador en cascada se utiliza en aplicaciones de bombeo en las que es necesario mantener una cierta presión («altura manométrica») o nivel en un amplio intervalo dinámico. Hacer funcionar una bomba grande a velocidad variable y en un amplio intervalo no es una solución ideal, debido al bajo rendimiento de las bombas y porque existe un límite práctico de alrededor del 25 % de la velocidad nominal a plena carga para hacer funcionar una bomba.

En el controlador en cascada, el convertidor de frecuencia controla un motor de velocidad variable como la bomba de velocidad variable (principal) y puede activar y desactivar hasta dos bombas de velocidad constante adicionales. Variando la velocidad de la bomba inicial, se consigue el control de velocidad variable de todo el sistema. Esto mantiene una presión constante a la vez que elimina picos de presión, lo que se traduce en una menor fatiga del sistema y en un funcionamiento más silencioso de los sistemas de bombeo.

Bomba principal fija

Los motores deben tener el mismo tamaño. El controlador en cascada permite que el convertidor de frecuencia controle hasta cinco bombas de igual tamaño, utilizando los dos relés internos del convertidor y los terminales 27 y 29 (ED / SD). Cuando la bomba variable (principal) está conectada directamente al convertidor de frecuencia, las otras cuatro bombas se controlan mediante los dos relés internos y los terminales 27 y 29 (ED / SD). La alternancia de la bomba principal no puede seleccionarse cuando la bomba principal está fija.

Alternancia bomba principal

Los motores deben tener el mismo tamaño. Esta función hace posible cambiar el convertidor de frecuencia entre las bombas del sistema (si $25-57 \text{ Relays per Pump} = 1$, la bomba máxima es 4. Si $25-57 \text{ Relays per Pump} = 2$, la bomba máxima es 3). En esta operación el tiempo de funcionamiento entre bombas se iguala, reduciendo la necesidad de mantenimiento de las bombas e incrementando la fiabilidad y el tiempo de vida del sistema. La alternancia de la bomba principal puede tener lugar por una señal de comando o por etapas (añadiendo una bomba secundaria).

El comando puede ser una alternancia manual o una señal de evento de alternancia. Si se selecciona el evento de alternancia, la alternancia de bomba principal se produce cada vez que se produzca el evento. Las posibles selecciones incluyen: cuando transcurre un tiempo de alternancia o cuando la bomba principal pasa a modo ir a dormir. La conexión por etapas viene determinada por la carga real del sistema.

$25-55 \text{ Alternar si la carga} < 50\% = 1$, si la carga $> 50\%$, no se produce alternancia. Si la carga $\leq 50\%$, se produce alternancia. Cuando $25-55 \text{ Alternar si la carga } 50\% = 0$, se produce alternancia independiente mente de la carga. La capacidad total de bombeo está determinada por la capacidad de la bomba principal más las capacidades de las bombas de velocidad secundarias.

Gestión del ancho de banda

En los sistemas de control en cascada, para evitar el cambio frecuente de bombas de velocidad fija, la presión del sistema deseada se mantiene normalmente dentro de un ancho de banda en lugar de mantenerse a un nivel constante. El ancho de banda por etapas proporciona el ancho de banda requerido para el funcionamiento. Cuando se produce un cambio grande y rápido en la presión del sistema, la anulación de ancho de banda anula el ancho de banda por etapas para evitar una respuesta inmediata a un cambio en la presión de corta duración. Se puede programar un temporizador de anulación de ancho de banda para evitar la activación por etapas hasta que la presión del sistema se haya estabilizado y se haya establecido el control normal.

Cuando el controlador en cascada está activado y funcionando normalmente, y el convertidor de frecuencia emite una alarma de desconexión, la cabeza del sistema se mantiene activando y desactivando por etapas las bombas de velocidad fija. Para evitar la activación y desactivación por etapas frecuente, y reducir al mínimo las fluctuaciones de la presión, se utiliza un ancho de banda de velocidad fija más amplio, en lugar del ancho de bandas por etapas.

7.1.9 Conexión por etapas de bombas con alternancia de bomba principal

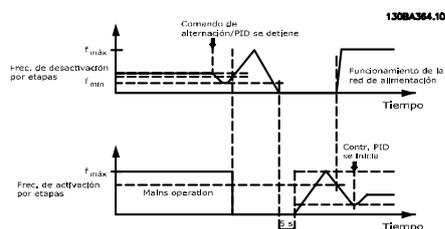


Ilustración 7.8 Conexión por etapas de bombas con alternancia de bomba principal

Con la alternancia de la bomba principal activada, se controlan un máximo de dos bombas. En un comando de alternancia, la bomba principal realizará una rampa hasta la frecuencia mínima (f_{\min}) y, después de una demora, realizará una rampa hasta la frecuencia máxima (f_{\max}). Cuando la velocidad de la bomba principal alcance la frecuencia de desconexión por etapas, la bomba de velocidad constante se desconectará (por etapas). La bomba principal continúa en rampa de aceleración y después realiza una rampa de deceleración hasta la parada y los dos relés son desconectados.

Tras una pausa, el relé de la bomba de velocidad fija se conecta (por etapas) y esta bomba se convierte en la nueva bomba principal. La nueva bomba principal realiza una rampa de aceleración hasta la velocidad máxima y después decelera hasta la velocidad mínima. Cuando la rampa de deceleración alcanza la frecuencia de conexión por etapas, la antigua bomba principal es conectada (por etapas) a la red como la nueva bomba de velocidad fija.

Si la bomba principal ha estado funcionando a la frecuencia mínima (f_{\min}) durante un lapso de tiempo programado, con una bomba de velocidad fija funcionando, la bomba principal contribuye poco al sistema. Cuando el lapso de tiempo programado expira, la bomba principal se elimina, evitando un problema de circulación de agua caliente.

7.1.10 Estado y funcionamiento del sistema

Si la bomba principal pasa a modo ir a dormir, la función se muestra en el LCP. Es posible alternar la bomba principal estando en modo de reposo.

Cuando el controlador en cascada está activado, el estado de funcionamiento de cada bomba y del controlador en cascada se muestra en el LCP. La información mostrada incluye:

- Estado de las bombas, que es una lectura de los datos de estado de los relés asignados a cada bomba. La pantalla muestra las bombas que están desactivadas, apagadas, funcionando en el convertidor de frecuencia o funcionando con la alimentación de red / el arrancador del motor.
- El estado de cascada es una lectura del estado del controlador de cascada. La pantalla muestra si el controlador en cascada está desactivado, si todas las bombas están apagadas y si una emergencia ha detenido todas las bombas, si todas las bombas están funcionando, si todas las bombas que están funcionando a velocidad fija están siendo conectadas / desconectadas por etapas y si se está produciendo la alternancia de bomba principal.
- La desconexión por etapas cuando no hay caudal asegura que todas las bombas de velocidad fija se detienen individualmente hasta que desaparezca el estado de falta de caudal.

7.1.11 Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable

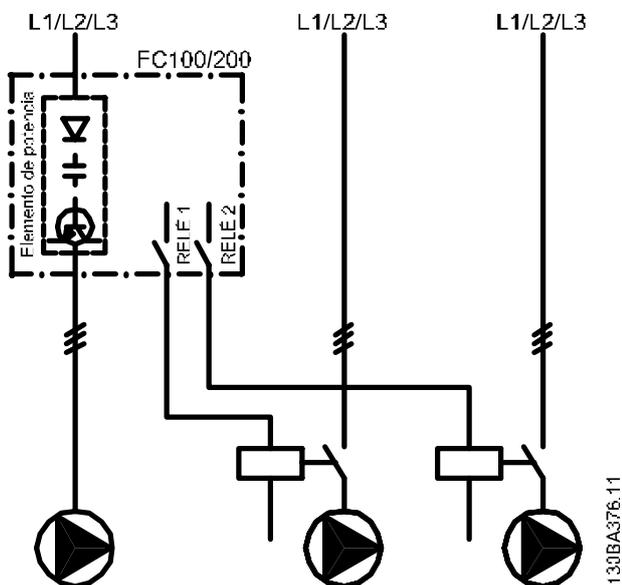


Ilustración 7.9 Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable

7.1.12 Esquema eléctrico de alternancia de bomba principal

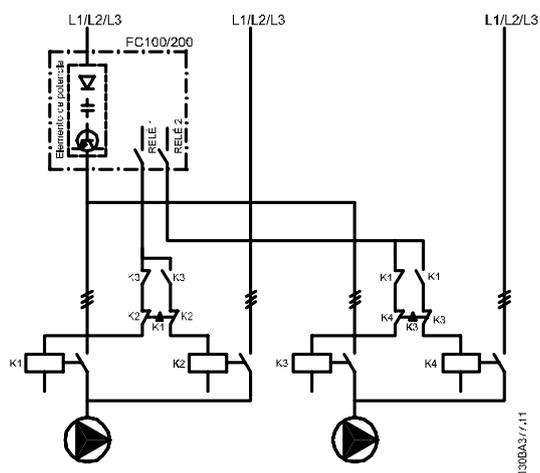


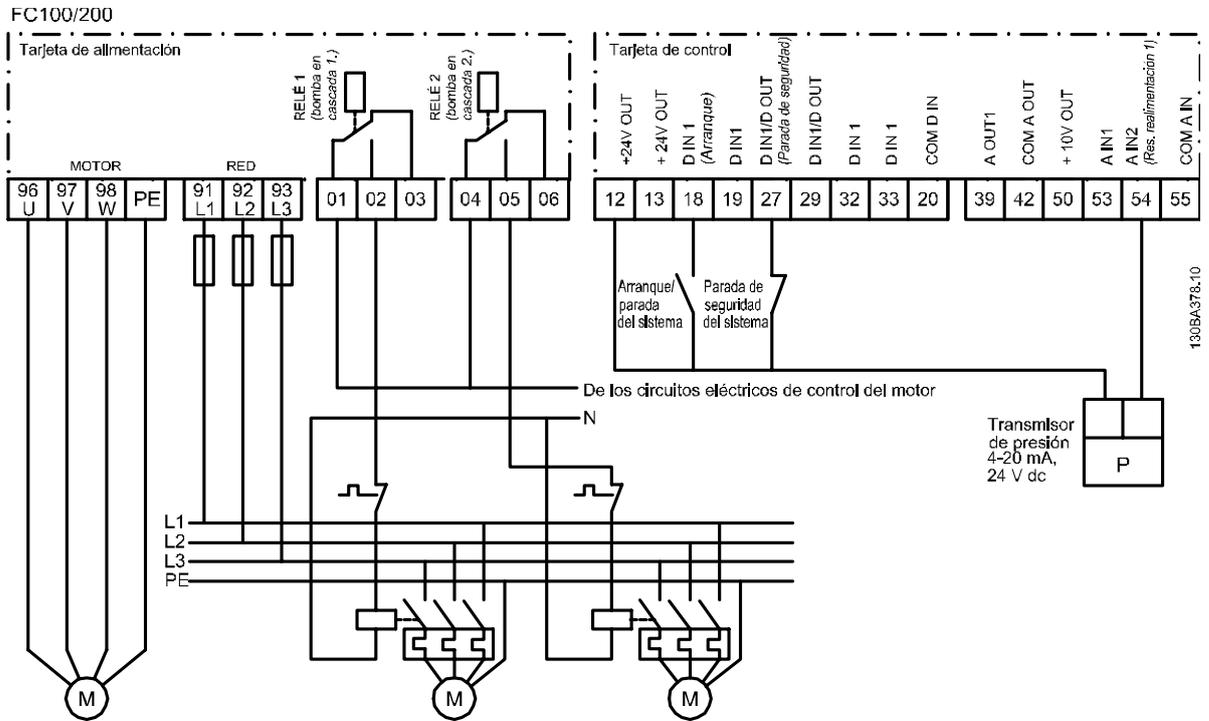
Ilustración 7.10 Esquema eléctrico de alternancia de bomba principal

Cada bomba debe estar conectada a dos contactores (K1 / K2 y K3 / K4) con un sistema mecánico de parada de seguridad. Deben utilizarse relés térmicos u otros sistemas de protección conformes a las normas locales y / o a las necesidades individuales.

- RELÉ 1 (R1) y RELÉ 2 (R2) son los relés integrados del convertidor de frecuencia.
- Cuando todos los relés están sin alimentación, el primer relé integrado que sea alimentado conecta el contactor correspondiente a la bomba controlada por el relé. P. ej., RELÉ 1 conecta el contactor K1, que se convierte en la bomba principal.
- K1 bloquea K2 mediante la parada de seguridad mecánica, evitando que se conecte la alimentación a la salida del convertidor de frecuencia (a través de K1).
- Un interruptor de corte auxiliar en K1 evita que K3 se conecte.
- RELÉ 2 controla el contactor K4 para controlar el encendido / apagado de la bomba de velocidad fija.
- En la alternancia, se dejará de alimentar ambos relés y, después, RELÉ 2 se alimentará como el primer relé.

7.1.13 Diagrama de cableado del controlador en cascada

El diagrama de cableado muestra un ejemplo con el controlador en cascada integrado BASIC con una bomba de velocidad variable (principal) y dos bombas de velocidad fija, un transmisor de 4-20 mA y un sistema de parada de seguridad.



7

A.S.2006.04.04

Ilustración 7.11 Diagrama de cableado del controlador en cascada

7.1.14 Condiciones de arranque / parada

Consulte 5-1* *Entradas digitales*.

Comandos de entrada digital	Bomba de velocidad variable (principal)	Bombas de velocidad fija (secundarias)
Arranque (ARRANQUE / PARADA SISTEMA)	Acelera en rampa (si está parada y hay demanda)	Conexión por etapas (si está parada y hay demanda)
Arranque bomba principal	Acelera en rampa si ARRANQUE SISTEMA está activo	No afectada
Parada en inercia (PARADA DE EMERGENCIA)	Parada en inercia	Desconexión (relés correspondientes, terminal 27/29 y 42/45)
Parada externa	Parada en inercia	Desconexión (relés integrados sin alimentación)

Tabla 7.1 Comandos asignados a las entradas digitales

Teclas del LCP	Bomba de velocidad variable (principal)	Bombas de velocidad fija (secundarias)
[Hand on]	Rampa de aceleración (si está parado por un comando de parada normal) o permanece en funcionamiento si ya lo está	Desactivación por etapas (si está funcionando)
[Off]	Rampa de deceleración	Desconexión
[Auto on]	Los arranques y las paradas según los comandos a través de los terminales o el controlador en cascada del bus serie solo funcionan cuando el convertidor de frecuencia está en modo «Auto on»	Activación / desactivación por etapas

Tabla 7.2 Funciones de las teclas del LCP

8 Instalación y configuración

8.1 Instalación y configuración

8.1.1 Descripción general

RS-485 es una interfaz de bus de dos cables compatible con la topología de red multipunto, es decir, en la que los nodos se pueden conectar como un bus o mediante cables conectados a una línea troncal común. Se pueden conectar un total de 32 nodos a un segmento de red.

Los repetidores dividen los segmentos de la red.

AVISO!

Cada repetidor funciona como un nodo dentro del segmento en el que está instalado. Cada nodo conectado en una red determinada debe tener una dirección de nodo única en todos los segmentos.

Cada segmento debe terminarse en ambos extremos, utilizando bien el conmutador de terminación (S801) del convertidor de frecuencia o bien una red predispuesta de resistencias de terminación. Utilice siempre cable de par trenzado y apantallado (STP) para cablear el bus y siga siempre unas buenas prácticas de instalación.

Es importante disponer de una conexión a tierra de baja impedancia para el apantallamiento de cada nodo, incluso a frecuencias altas. Conecte una gran superficie del apantallamiento a la toma de tierra, por ejemplo, mediante una abrazadera o un prensacables conductor. Puede ser necesario utilizar cables ecualizadores de potencial para mantener el mismo potencial de tierra en toda la red, especialmente en instalaciones con grandes longitudes de cable.

Para evitar diferencias de impedancia, utilice siempre el mismo tipo de cable en toda la red. Cuando conecte un motor al convertidor de frecuencia, utilice siempre cable de motor apantallado.

Cable	Par trenzado apantallado (STP)
Impedancia [Ω]	120
Longitud del cable [m]	Máx. 1200 (incluidos los ramales conectables) Máx. 500 entre estaciones.

Tabla 8.1 Especificaciones del cable

Puede haber uno o varios convertidores de frecuencia conectados a un controlador (o maestro) mediante la interfaz normalizada RS-485. El terminal 68 está conectado a la señal P (TX+, RX+), mientras que el terminal 69 está conectado a la señal N (TX-, RX-). Consulte las imágenes en *capítulo 6.8.3 Conexión a tierra de cables de control apantallados*.

Si hay más de un convertidor de frecuencia conectado a un maestro, utilice conexiones en paralelo.

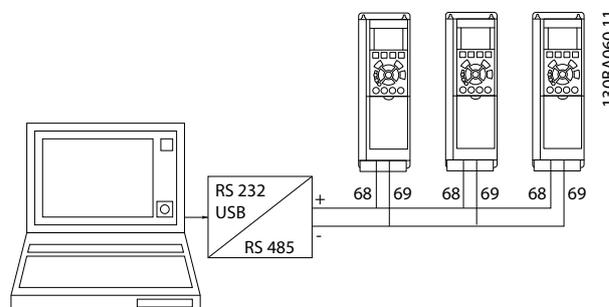


Ilustración 8.1 Conexiones en paralelo

Para evitar posibles corrientes ecualizadoras en el apantallamiento, conecte el apantallamiento del cable a tierra a través del terminal 61, que está conectado al bastidor mediante un enlace RC.

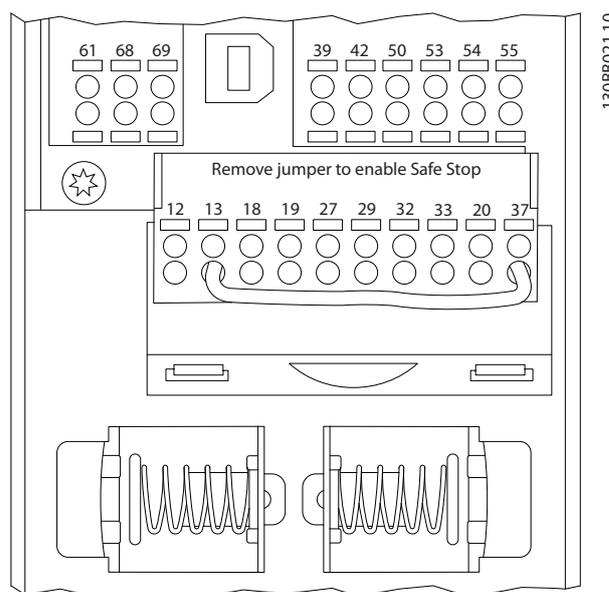


Ilustración 8.2 Terminales de la tarjeta de control

8.1.2 Ajuste hardware del convertidor de frecuencia

Utilice el interruptor DIP terminador de la placa de control principal del convertidor de frecuencia para terminar el bus RS-485.

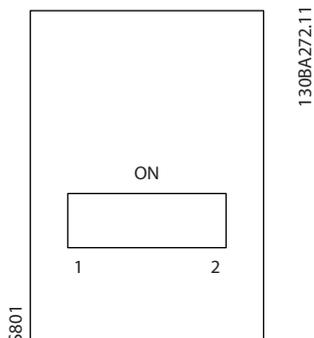


Ilustración 8.3 Ajuste de fábrica del interruptor terminador

El ajuste de fábrica del interruptor DIP está en OFF (desactivado).

8.1.3 Ajustes del convertidor de frecuencia para comunicación Modbus

Los siguientes parámetros son de aplicación a la interfaz RS-485 (puerto FC):

Parámetro	Función
8-30 Protocolo	Seleccionar el protocolo de aplicación que se utilizará en la interfaz RS-485
8-31 Dirección	Ajustar la dirección del nodo. Nota: el rango de direcciones depende del protocolo seleccionado en <i>8-30 Protocolo</i>
8-32 Velocidad en baudios	Ajustar la velocidad en baudios. Nota: la velocidad en baudios predeterminada depende del protocolo seleccionado en <i>8-30 Protocolo</i>
8-33 Paridad / Bits de parada	Ajustar la paridad y el número de bits de parada. Nota: la selección predeterminada depende del protocolo seleccionado en <i>8-30 Protocolo</i>
8-35 Retardo respuesta mín.	Especificar un tiempo mínimo de retardo entre la recepción de una petición y la transmisión de la respuesta. Se puede usar para reducir los retardos de procesamiento del módem
8-36 Retardo respuesta máx.	Especificar un tiempo de retardo máximo entre la transmisión de una petición y la recepción de una respuesta
8-37 Retardo máximo intercarac.	Especificar un tiempo de retardo máximo entre dos bytes recibidos para asegurar el tiempo límite si la transmisión se interrumpe

Tabla 8.2 Los parámetros se aplican a la interfaz RS-485 (puerto FC)

8.1.4 Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC)

Se recomienda adoptar las siguientes precauciones de EMC para que la red RS-485 funcione sin interferencias.

Cumpla las disposiciones nacionales y locales pertinentes, por ejemplo, las relativas a la conexión a tierra de protección. Mantenga alejado el cable de comunicación RS-485 de los cables del motor y de la resistencia de freno para evitar el acoplamiento del ruido de alta frecuencia de un cable con otro. Normalmente, es suficiente con una distancia de 200 mm (8 in), pero se recomienda guardar la mayor distancia posible entre los cables, especialmente cuando estos se instalan en paralelo y cubran distancias largas. Si el cruce es inevitable, el cable RS-485 debe cruzar los cables de motor o de resistencia de freno en un ángulo de 90°.

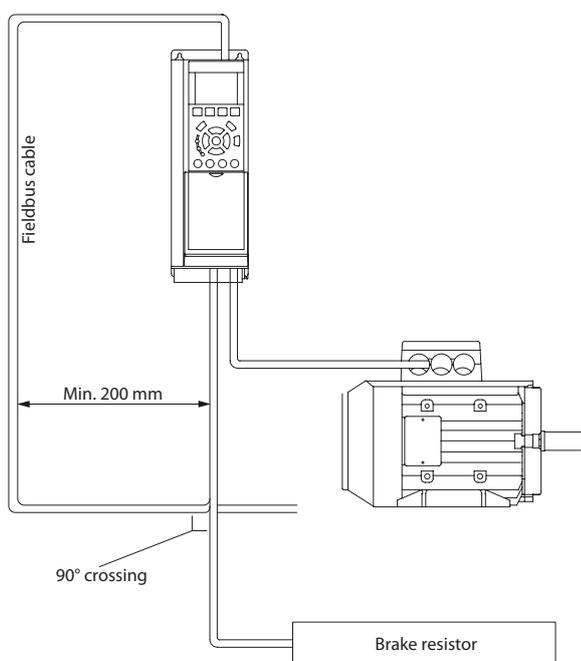


Ilustración 8.4 Enrutado de los cables

8.2 Aspectos generales del protocolo FC

El protocolo FC, también conocido como bus FC o bus estándar, es el bus de campo estándar de (Danfoss). Define una técnica de acceso conforme al principio maestro-auxiliar para las comunicaciones mediante un bus serie. Pueden conectarse al bus un maestro y un máximo de 126 auxiliares. El maestro selecciona los auxiliares individualmente mediante un carácter de dirección incluido en el telegrama. Un auxiliar no puede transmitir por sí mismo sin recibir previamente una petición para hacerlo, y tampoco es posible la transmisión directa de mensajes entre auxiliares. Las comunicaciones se producen en modo semidúplex.

La función de maestro no se puede transmitir a otro nodo (sistema de maestro único).

La capa física es RS-485, utilizando, por tanto, el puerto RS-485 integrado en el convertidor de frecuencia. El protocolo FC admite varios formatos de telegrama:

- un formato breve de 8 bytes para datos de proceso,
- un formato largo de 16 bytes, que también incluye un canal de parámetros,
- un formato para textos.

8.2.1 FC con Modbus RTU

El protocolo FC proporciona acceso al código de control y a la referencia del bus del convertidor de frecuencia.

El código de control permite al maestro del Modbus controlar varias funciones importantes del convertidor de frecuencia:

- Arranque
- Detener el convertidor de frecuencia de diversas formas:
 - Paro por inercia
 - Parada rápida
 - Parada por freno de CC
 - Parada (de rampa) normal
- Reinicio tras desconexión por avería
- Funcionamiento a velocidades predeterminadas
- Funcionamiento en sentido inverso
- Cambio del ajuste activo
- Control de los dos relés integrados en el convertidor de frecuencia

La referencia de bus se utiliza normalmente para el control de la velocidad. También es posible acceder a los parámetros, leer sus valores y, donde es posible, escribir valores en ellos. Esto permite una amplia variedad de opciones de control, incluido el control del valor de consigna del convertidor de frecuencia cuando se utiliza el controlador PID interno.

8.3 Configuración de red

8.3.1 Ajuste del convertidor de frecuencia

Ajuste los siguientes parámetros para activar el protocolo FC en el convertidor de frecuencia.

Número de parámetro	Ajuste
8-30 Protocolo	FC
8-31 Dirección	1 - 126
8-32 Velocidad en baudios	2400 - 115200
8-33 Paridad / Bits de parada	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

Tabla 8.3 Los parámetros activan el protocolo FC

8.4 Estructura del formato de mensajes del protocolo FC

8.4.1 Contenido de un carácter (byte)

La transferencia de cada carácter comienza con un bit de inicio. A continuación, se transfieren 8 bits de datos, que corresponden a un byte. Cada carácter está asegurado mediante un bit de paridad. Este bit se ajusta a «1» cuando alcanza la paridad. La paridad se da cuando hay un número equivalente de 1 s en los 8 bits de datos y en el bit de paridad en total. Un bit de parada completa un carácter, por lo que consta de 11 bits en total.

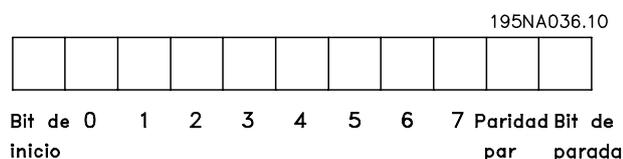


Ilustración 8.5 Contenido de un carácter

8.4.2 Estructura de telegramas

Cada telegrama tiene la siguiente estructura:

1. Carácter de inicio (STX) = 02 hex
2. Un byte que indica la longitud del telegrama (LGE)
3. Un byte que indica la dirección del convertidor de frecuencia (ADR)

A continuación, están los bytes de datos, en número variable según el tipo de telegrama.

Un byte de control de datos (BCC) completa el telegrama.



Ilustración 8.6 Estructura de telegramas

8.4.3 Longitud del telegrama (LGE)

La longitud de un telegrama es el número de bytes de datos, más el byte de dirección ADR y el byte de control de datos BCC.

4 bytes de datos	$LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ bytes
12 bytes de datos	$LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ bytes
Textos que contienen telegramas	$10^{1) + n}$ bytes

Tabla 8.4 Longitud de los telegramas

1) El 10 representa los caracteres fijos, mientras que «n» es variable (dependiendo de la longitud del texto).

8.4.4 Dirección del convertidor de frecuencia (ADR)

Se utilizan dos formatos diferentes para la dirección.

El intervalo de direcciones del convertidor de frecuencia es de 1 a 31 o de 1 a 126.

1. Formato de dirección 1-31:

Bit 7 = 0 (formato de dirección 1-31 activado)

Bit 6 no se utiliza

Bit 5 = 1: transmisión, los bits de dirección (0-4) no se utilizan

Bit 5 = 0: sin transmisión

Bit 0-4 = dirección del convertidor de frecuencia 1-31

2. Formato de dirección 1-126:

Bit 7 = 1 (formato de dirección 1-126 activado)

Bit 0-6 = dirección del convertidor de frecuencia 1-126

Bit 0-6 = 0 transmisión

El auxiliar devuelve el byte de la dirección sin cambios al maestro en el telegrama de respuesta.

8.4.5 Byte de control de datos (BCC)

La suma de verificación (checksum) se calcula como una función XOR. Antes de que se reciba el primer byte del telegrama, la suma de verificación calculada es 0.

8.4.6 El campo de datos

La estructura de los bloques de datos depende del tipo de telegrama. Hay tres tipos de telegramas y el tipo se aplica tanto a telegramas de control (maestro→auxiliar) como a telegramas de respuesta (auxiliar→maestro).

Los 3 tipos de telegrama son:

Bloque de proceso (PCD)

El PCD está formado por un bloque de datos de cuatro bytes (2 códigos) y contiene:

- Código de control y valor de referencia (de maestro a auxiliar)
- Código de estado y frecuencia de salida actual (de auxiliar a maestro)



130BA269.10

Ilustración 8.7 Bloque de proceso

Bloque de parámetros

El bloque de parámetros se utiliza para transferir parámetros entre un maestro y un auxiliar. El bloque de datos está formado por 12 bytes (6 códigos) y también contiene el bloque de proceso.

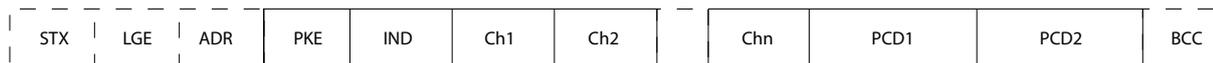
130BA271.10



Ilustración 8.8 Bloque de parámetros

Bloque de texto

El bloque de texto se utiliza para leer o escribir textos mediante el bloque de datos.



130BA270.10

Ilustración 8.9 Bloque de texto

8.4.7 El campo PKE

El campo PKE contiene dos subcampos: comando de parámetro y respuesta (AK), y número de parámetro (PNU):

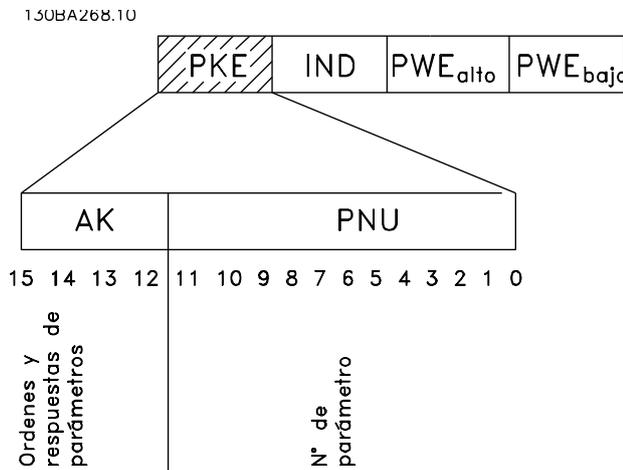


Ilustración 8.10 Campo PKE

Los bits de n.º 12 a 15 transfieren comandos de parámetros del maestro al auxiliar y devuelven las respuestas procesadas del auxiliar al maestro.

N.º de bit				Comando de parámetro
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sin comando
0	0	0	1	Leer valor de parámetro
0	0	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM (código)
0	0	1	1	Escribir valor de parámetro en RAM (doble código)
1	1	0	1	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (doble código)
1	1	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (código)
1	1	1	1	Leer / escribir texto

Tabla 8.5 Comandos de parámetro maestro ⇒ auxiliar

N.º de bit				Respuesta
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sin respuesta
0	0	0	1	Valor de parámetro transferido (código)
0	0	1	0	Valor de parámetro transferido (doble código)
0	1	1	1	El comando no se puede ejecutar.
1	1	1	1	texto transferido

Tabla 8.6 Respuesta auxiliar ⇒ maestro

Si el comando no se puede realizar, el auxiliar envía esta respuesta:

0111 Comando no ejecutable

– y devuelve el siguiente informe de fallo en el valor del parámetro (PWE):

PWE bajo (hex)	Informe de fallo
0	El número de parámetro utilizado no existe.
1	No hay acceso de escritura para el parámetro definido.
2	El valor de dato supera los límites del parámetro.
3	El subíndice utilizado no existe.
4	El parámetro no es de tipo matriz.
5	El tipo de dato no coincide con el parámetro definido.
11	No es posible cambiar los datos del parámetro definido en el modo actual del convertidor de frecuencia. Algunos parámetros solo se pueden cambiar cuando el motor está parado.
82	No hay acceso de bus al parámetro definido.
83	No es posible cambiar los datos, porque se ha seleccionado el ajuste de fábrica.

Tabla 8.7 Informe de fallo en el valor del parámetro

8.4.8 Número de parámetro (PNU)

Los bits de 0 a 11 transfieren los números de parámetros. La función de los parámetros correspondientes se define en la descripción de los parámetros en *capítulo 8.11.1 Código de control de acuerdo con el perfil FC (8-10 Trama control = perfil FC)*.

8.4.9 Índice (IND)

El índice se utiliza junto con el número de parámetro para el acceso de lectura / escritura a los parámetros con un índice, por ejemplo, *15-30 Reg. alarma: código de fallo*. El índice consta de 2 bytes, un byte bajo y un byte alto.

Solo el byte bajo se utiliza como índice.

8.4.10 Valor de parámetro (PWE)

El bloque de valor de parámetro consta de 2 códigos (4 bytes) y el valor depende del comando definido (AK). El maestro solicita un valor de parámetro cuando el bloque PWE no contiene ningún valor. Para cambiar el valor de un parámetro (escritura), escriba el nuevo valor en el bloque PWE y envíelo del maestro al auxiliar.

Si el auxiliar responde a una solicitud de parámetro (comando de lectura), el valor de parámetro actual en el bloque PWE se transfiere y devuelve al maestro. Si un parámetro no contiene un valor numérico, sino varias opciones de datos, p. ej., *0-01 Idioma* donde [0] es Inglés y [4] es Danés, seleccione el valor de dato introduciéndolo en el bloque PWE. Consulte el ejemplo: selección de un valor de dato. La comunicación en serie solo es capaz de leer parámetros que tienen el tipo de dato 9 (cadena de texto).

De *15-40 Tipo FC* a *15-53 Número serie tarjeta potencia* contienen datos de tipo 9.

Por ejemplo, se puede leer el tamaño del convertidor de frecuencia y el intervalo de tensión de red en *15-40 Tipo FC*. Cuando se transfiere una cadena de texto (lectura), la longitud del telegrama varía, y los textos pueden tener distinta longitud. La longitud del telegrama se define en el segundo byte, denominado LGE. Cuando se utiliza la transferencia de texto, el carácter de índice indica si se trata de un comando de lectura o de escritura.

Para leer un texto a través del bloque PWE, ajuste el comando del parámetro (AK) a «F» hex. El carácter de índice de byte alto debe ser «4».

Algunos parámetros contienen texto que se puede escribir mediante el bus de serie. Para escribir un texto mediante el bloque PWE, ajuste el comando de parámetro (AK) a «F» hex. El carácter de índice de byte alto debe ser «5».

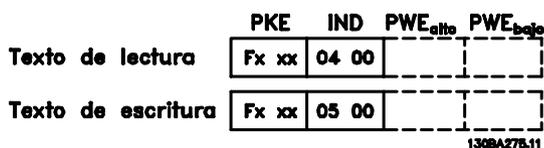


Ilustración 8.11 Texto a través del bloque PWE

8.4.11 Tipos de datos admitidos por el convertidor de frecuencia

«Sin signo» significa que el telegrama no tiene ningún signo de funcionamiento.

Tipos de datos	Descripción
3	Entero 16
4	Entero 32
5	Sin signo 8
6	Sin signo 16
7	Sin signo 32
9	Cadena de texto
10	Cadena de bytes
13	Diferencia de tiempo
33	Reservado
35	Secuencia de bits

Tabla 8.8 Tipo de dato y descripción

8.4.12 Conversión

Los distintos atributos de cada parámetro se muestran en ajuste de fábrica. Los valores de parámetros que se transfieren son únicamente números enteros. Para transferir decimales se utilizan factores de conversión.

4-12 Límite bajo veloc. motor [Hz] tiene un factor de conversión de 0,1. Para preajustar la frecuencia mínima a 10 Hz, transfiera el valor 100. Un factor de conversión de 0,1 significa que el valor transferido se multiplica por 0,1. Por lo tanto, el valor 100 se lee como 10,0.

Ejemplos:

- 0 s ⇒ índice de conversión 0
- 0,00 s ⇒ índice de conversión -2
- 0 ms ⇒ índice de conversión -3
- 0,00 ms ⇒ índice de conversión -5

Índice de conversión	Factor de conversión
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabla 8.9 Tabla de conversión

8.4.13 Códigos de proceso (PCD)

El bloque de códigos de proceso se divide en dos bloques de 16 bits, que siempre se suceden en la secuencia definida.

PCD 1	PCD 2
Telegrama de control (maestro → código de control del auxiliar)	Valor de referencia
Telegrama de control (auxiliar → maestro)	Frecuencia de salida actual

Tabla 8.10 Códigos de proceso (PCD)

8.5 Ejemplos

8.5.1 Escritura del valor de un parámetro.

Cambie 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]* a 100 Hz. Escriba los datos en EEPROM.

PKE = E19E Hex - Escribir un único código en 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]*
 IND = 0000 Hex
 PWEHIGH = 0000 Hex
 PWELOW = 03E8 Hex - Valor de dato, 1000, correspondiente a 100 Hz, consulte capítulo 8.4.12 *Conversión*.

El telegrama tendrá este aspecto:

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Ilustración 8.12 Escriba los datos en EEPROM

AVISO!

4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]* es un único código, y el comando de parámetro que se debe grabar en la EEPROM es «E». El número de parámetro 4-14 es 19E en hexadecimal.

La respuesta del auxiliar al maestro es:

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Ilustración 8.13 Respuesta del auxiliar

8.5.2 Lectura del valor de un parámetro

Lea el valor de 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*.

PKE = 1155 Hex - Lea el valor del parámetro en 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*.
 IND = 0000 Hex
 PWEHIGH = 0000 Hex
 PWEBAJO = 0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Ilustración 8.14 Valor del parámetro

Si el valor de 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es 10 s, la respuesta del auxiliar al maestro será

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Ilustración 8.15 Respuesta del auxiliar

3E8 Hex corresponde a 1000 en decimal. El índice de conversión para 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es -2, es decir, 0,01.
 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es del tipo Sin signo 32.

8.6 Visión general de Modbus RTU

8.6.1 Requisitos previos

(Danfoss) da por sentado que el controlador instalado es compatible con las interfaces mencionadas en este documento y que se siguen estrictamente todos los requisitos y limitaciones estipulados tanto en el controlador como en el convertidor de frecuencia.

8.6.2 Conocimientos previos necesarios

El Modbus RTU (Remote Terminal Unit) está diseñado para comunicarse con cualquier controlador compatible con las interfaces definidas en este documento. Se da por supuesto que el usuario tiene pleno conocimiento de las capacidades y limitaciones del controlador.

8.6.3 Visión general de Modbus RTU

Independientemente de los tipos de redes de comunicación física, en Visión general de Modbus RTU se describe el proceso que un controlador utiliza para solicitar acceso a otro dispositivo. Esto incluye cómo el Modbus RTU responde a las solicitudes de otro dispositivo y cómo se detectarán y se informará de los errores que se produzcan. También se establece un formato común para el diseño y los contenidos de los campos de mensajes. Durante las comunicaciones en una red Modbus RTU, el protocolo determina:

- cómo cada controlador aprende su dirección de dispositivo
- cómo reconoce un mensaje dirigido a él
- determina qué acciones debe efectuar
- extrae cualquier dato o información incluida en el mensaje

Si se requiere una respuesta, el controlador construirá el mensaje de respuesta y lo enviará.

Los controladores se comunican utilizando una técnica maestro-auxiliar en la que solo el maestro puede iniciar transacciones (llamadas peticiones). Los auxiliares responden proporcionando al maestro los datos pedidos o realizando la acción solicitada en la petición.

El maestro puede dirigirse a un auxiliar individualmente o iniciar la transmisión de un mensaje a todos los auxiliares. Los auxiliares devuelven una respuesta a las peticiones que se les dirigen individualmente. No se responde a las peticiones transmitidas por el maestro. El protocolo Modbus RTU establece el formato para la petición del maestro proporcionando la dirección del dispositivo (o de la transmisión), un código de función que define la acción solicitada, los datos que se deban enviar y un campo de comprobación de errores. El mensaje de respuesta del auxiliar también se construye utilizando el protocolo Modbus. Contiene campos que confirman la acción realizada, los datos que se hayan de devolver y un campo de comprobación de errores. Si se produce un error en la recepción del mensaje o si el auxiliar no puede realizar la acción solicitada, este genera un mensaje de error y lo envía en respuesta o se produce un error de tiempo límite.

8.6.4 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus

El convertidor de frecuencia se comunica en formato Modbus RTU a través de la interfaz RS-485 integrada. Modbus RTU proporciona acceso al código de control y a la referencia de bus del convertidor de frecuencia.

El código de control permite al maestro del Modbus controlar varias funciones importantes del convertidor de frecuencia:

- Arranque
- Detener el convertidor de frecuencia de diversas formas:
 - Paro por inercia
 - Parada rápida
 - Parada por freno de CC
 - Parada (de rampa) normal
- Reinicio tras desconexión por avería
- Funcionamiento a velocidades predeterminadas
- Funcionamiento en sentido inverso
- Cambiar el ajuste activo
- Controlar el relé integrado del convertidor de frecuencia

La referencia de bus se utiliza normalmente para el control de la velocidad. También es posible acceder a los parámetros, leer sus valores y, donde es posible, escribir valores en ellos. Esto permite una amplia variedad de opciones de control, incluido el control del valor de consigna del convertidor de frecuencia cuando se utiliza el controlador PI interno.

8.7 Configuración de red

Para activar Modbus RTU en el convertidor de frecuencia, ajuste los siguientes parámetros

Parámetro	Ajuste
8-30 Protocolo	Modbus RTU
8-31 Dirección	1-247
8-32 Velocidad en baudios	2400-115200
8-33 Paridad / Bits de parada	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

Tabla 8.11 Parámetros de Modbus RTU

8.8 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU

8.8.1 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus

Los controladores están configurados para comunicarse en la red Modbus utilizando el modo RTU (Remote Terminal Unit), con cada byte de un mensaje conteniendo dos caracteres hexadecimales de 4 bits. El formato de cada byte se muestra en *Tabla 8.12*.

Bit de inicio	Byte de datos	Parada / paridad	Parada

Tabla 8.12 Formato de cada byte

Sistema de codificación	Binario de 8 bits, hexadecimal 0-9, A-F. Dos caracteres hexadecimales contenidos en cada campo de 8 bits del mensaje
Bits por byte	1 bit de inicio 8 bits de datos, el menos significativo enviado primero 1 bit de paridad par / impar; sin bit de no paridad 1 bit de parada si se utiliza paridad; 2 bits si no se usa paridad
Campo de comprobación de errores	Comprobación de redundancia cíclica (CRC)

8.8.2 Estructura de mensaje Modbus RTU

El dispositivo emisor coloca un mensaje Modbus RTU en un formato con un comienzo conocido y un punto final. Esto permite a los dispositivos receptores comenzar al principio del mensaje, leer la parte de la dirección, determinar a qué dispositivo se dirige (o a todos, si el mensaje es una transmisión) y reconocer cuándo el mensaje se ha completado. Los mensajes parciales se detectan y se determinan los errores resultantes. Los caracteres que se van a transmitir deben estar en formato hexadecimal 00 a FF en cada campo. El convertidor de frecuencia monitoriza continuamente el bus de red, también durante los intervalos «silenciosos». Cuando el primer campo (el campo de dirección) es recibido, cada convertidor de frecuencia o dispositivo lo descodifica para determinar a qué dispositivo se dirige. Los mensajes Modbus RTU dirigidos a cero son mensajes de transmisión. No se permiten respuestas a los mensajes de transmisión. En *Tabla 8.13*, se muestra un formato típico de mensaje.

Arranque	Dirección	Función	Datos	Comprobación CRC	Final
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N × 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

Tabla 8.13 Estructura típica de mensaje Modbus RTU

8.8.3 Campo de arranque / parada

El mensaje comienza con un periodo de silencio de al menos 3,5 intervalos de caracteres. Esto se implementa como un múltiplo de intervalos de caracteres a la velocidad en baudios seleccionada (mostrada como Arranque T1-T2-T3-T4). El primer campo a transmitir es la dirección del dispositivo. Tras el último carácter transmitido, un periodo similar de al menos 3,5 intervalos de carácter marca el fin del mensaje. Después de este periodo, puede comenzar otro mensaje. El formato completo del mensaje debe transmitirse como un flujo continuo. Si se produce un periodo de más de 1,5 intervalos de carácter antes de que se complete el formato, el dispositivo receptor descarta el mensaje incompleto y asume que el siguiente byte es el campo de dirección de un nuevo mensaje. De forma similar, si un nuevo mensaje comienza antes de 3,5 intervalos de carácter tras un mensaje previo, el dispositivo receptor lo considerará una continuación del mensaje anterior. Esto produce un error de tiempo límite (falta de respuesta por parte del auxiliar), porque el valor del campo CRC final no es válido para los mensajes combinados.

8.8.4 Campo de dirección

El campo de dirección de un mensaje contiene 8 bits. Las direcciones válidas de dispositivos auxiliares están en el rango de 0 a 247 decimal. Los dispositivos auxiliares individuales tienen direcciones asignadas en un rango entre 1 y 247 (0 se reserva para el modo de transmisión, que reconocen todos los auxiliares). Un maestro se dirige a un auxiliar poniendo la dirección de este en el campo de dirección del mensaje. Cuando el auxiliar envía su respuesta, pone su propia dirección en dicho campo, para que el maestro sepa qué auxiliar le está contestando.

8.8.5 Campo de función

El campo de función de un mensaje contiene 8 bits. Los códigos válidos están en el rango de 1 a FF. Los campos de función se utilizan para enviar mensajes entre el maestro y el auxiliar. Cuando se envía un mensaje desde un maestro a un dispositivo auxiliar, el campo de código de función le indica al auxiliar la clase de acción que debe realizar. Cuando el auxiliar responde al maestro, utiliza el campo de código de función para indicar una respuesta normal (sin error), o que se ha producido un error de alguna clase (esta respuesta se denomina «excepción»). Para dar una respuesta normal, el auxiliar simplemente devuelve el código de función original. Para responder con una excepción, el auxiliar devuelve un código equivalente al de la función original, pero con su bit más significativo cambiado a 1 lógico. Además, el auxiliar pone un código único en el campo de datos del mensaje de respuesta. Esto le indica al maestro el tipo de error ocurrido o la razón de la excepción. Consulte también *capítulo 8.8.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU* y *capítulo 8.8.11 Códigos de excepción Modbus*

8.8.6 Campo de datos

El campo de datos se construye utilizando grupos de dos dígitos hexadecimales, en el intervalo de 00 a FF en hexadecimal. Están hechos con un carácter RTU. El campo de datos de los mensajes enviados desde un maestro a un dispositivo auxiliar contiene información más detallada que el auxiliar debe utilizar para realizar la acción definida por el código de función. Este puede incluir elementos tales como direcciones de registro o bobinas, la cantidad de elementos que se manejarán y el contador de los bytes de datos reales del campo.

8.8.7 Campo de comprobación CRC

Los mensajes incluyen un campo de comprobación de errores, que se comporta en base al método de Comprobación de redundancia cíclica (CRC). El campo CRC comprueba el contenido de todo el mensaje. Se aplica independientemente del método de comprobación de paridad utilizado para los caracteres individuales del mensaje. El valor CRC lo calcula el dispositivo emisor, que añade el CRC como último campo del mensaje. El dispositivo receptor vuelve a calcular un CRC durante la recepción del mensaje y compara el valor calculado con el valor recibido en el campo CRC. Si los dos valores son distintos, el resultado es un tiempo límite de bus. El campo de comprobación de errores contiene un valor binario de 16 bits implementado como dos bytes de 8 bits. Cuando esto se ha realizado, el byte de orden bajo del campo se añade primero, seguido del byte de orden alto. El byte de orden alto del CRC es el último byte que se envía en el mensaje.

8.8.8 Direccionamiento de bobinas

En Modbus, todos los datos están organizados en bobinas (señales binarias) y registros de retención (registros de retención). Las bobinas almacenan un solo bit, mientras que los registros de retención alojan una palabra de 2 bytes (es decir, 16 bits). Todas las direcciones de datos de los mensajes Modbus están referenciadas a cero. La primera aparición de un elemento de datos se gestiona como elemento número cero. Por ejemplo: la bobina conocida como «bobina 1» de un controlador programable se direcciona como «bobina 0000» en el campo de dirección de un mensaje Modbus. «Bobina 127» decimal se direcciona como «bobina 007EHEX» (126 decimal). El registro de retención 40001 se direcciona como registro 0000 en el campo de dirección del mensaje. El campo de código de función ya especifica una operación de «registro de retención». Por lo tanto, la referencia «4XXXX» es implícita. El registro de retención 40108 se procesa como un registro 006BHEX (107 decimal).

Número de bobina	Descripción	Dirección de la señal
1-16	Código de control del convertidor de frecuencia	Maestro a auxiliar
17-32	Velocidad del convertidor de frecuencia o referencia de consigna Rango 0x0 – 0xFFFF (-200 % ...~200 %)	Maestro a auxiliar
33-48	Código de estado del convertidor de frecuencia (consulte <i>Tabla 8.16</i>)	Auxiliar a maestro
49-64	Modo lazo abierto: frecuencia de salida del convertidor de frecuencia Modo lazo cerrado: señal de realimentación del convertidor de frecuencia	Auxiliar a maestro
65	Control de escritura de parámetro (maestro a auxiliar)	Maestro a auxiliar
	0 = Los cambios en los parámetros se escriben en la RAM del convertidor de frecuencia	
	1 = Los cambios de los parámetros se escriben en la RAM y en la EEPROM del convertidor de frecuencia.	
66-65536	Reservado	

Tabla 8.14 Descripciones de bobinas

Bobina	0	1
01	Referencia interna, bit menos significativo (lsb)	
02	Referencia interna, bit más significativo (msb)	
03	Freno de CC	Sin freno de CC
04	Paro por inercia	Sin paro por inercia
05	Parada rápida	Sin parada rápida
06	Mantener frecuencia	No mantener frecuencia
07	Parada de rampa	Arranque
08	Sin reinicio	Reinicio
09	Sin velocidad fija	Veloc. fija
10	Rampa 1	Rampa 2
11	Datos no válidos	Datos válidos
12	Relé 1 desactivado	Relé 1 activado
13	Relé 2 desactivado	Relé 2 activado
14	Ajuste bit menos significativo	
15	Ajuste bit más significativo	
16	Sin cambio de sentido	Cambio de sentido

Tabla 8.15 Código de control del convertidor de frecuencia (perfil FC)

Bobina	0	1
33	Control no preparado	Control listo
34	Convertidor de frecuencia no preparado	Convertidor de frecuencia listo
35	Paro por inercia	Cerrado seguro
36	Sin alarma	Alarma
37	Sin uso	Sin uso
38	Sin uso	Sin uso
39	Sin uso	Sin uso
40	Sin advertencia	Advertencia
41	No en referencia	En referencia
42	Modo manual	Modo automático
43	Fuera de rangos de frecuencia	En rangos de frecuencia
44	Detenido	En func.
45	Sin uso	Sin uso
46	Sin advertencia de tensión	Advertencia de tensión
47	No en límite de intensidad	Límite de intensidad
48	Sin advertencia térmica	Advertencia térmica

Tabla 8.16 Código de estado del convertidor de frecuencia (perfil FC)

Número de registro	Descripción
00001-00006	Reservado
00007	Último código de fallo desde una interfaz de objeto de datos de convertidor de frecuencia
00008	Reservado
00009	Índice de parámetro*
00010-00990	Grupo de parámetros 000 (parámetros de 001 a 099)
01000-01990	Grupo de parámetros 100 (parámetros de 100 a 199)
02000-02990	Grupo de parámetros 200 (parámetros de 200 a 299)
03000-03990	Grupo de parámetros 300 (parámetros de 300 a 399)
04000-04990	Grupo de parámetros 400 (parámetros de 400 a 499)
...	...
49000-49990	Grupo de parámetros 4900 (parámetros de 4900 a 4999)
50000	Datos de entrada: registro de código de control de convertidor de frecuencia (CTW)
50010	Datos de entrada: registro de referencia de bus (REF)
...	...
50200	Datos de salida: registro de código de estado de convertidor de frecuencia (STW).
50210	Datos de salida: registro de valor real principal de convertidor de frecuencia (MAV).

Tabla 8.17 Registros de retención

* Utilizado para especificar el número de índice que se debe usar al acceder a un parámetro indexado.

8.8.9 Cómo controlar el convertidor de frecuencia

Esta sección describe los códigos que se pueden utilizar en los campos de función y datos de un mensaje Modbus RTU.

8.8.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU

Modbus RTU admite el uso de los siguientes códigos en el campo de función de un mensaje.

Función	Código de función
Leer bobinas	1 Hex
Leer registros de retención	3 Hex
Escribir una sola bobina	5 Hex
Escribir un solo registro	6 Hex
Escribir múltiples bobinas	F Hex
Escribir múltiples registros	10 Hex
Coger contador de eventos de com.	B Hex
Informar sobre la identificación del auxiliar	11 Hex

Tabla 8.18 Códigos de función

Función	Código de función	Código de subfunción	Subfunción
Diagnóstico	8	1	Reiniciar comunicación
		2	Devolver registro de diagnóstico
		10	Borrar contadores y registro de diagnóstico
		11	Devolver recuento de mensajes de bus
		12	Devolver recuento de errores de comunicación de bus
		13	Devolver recuento de errores de excepciones de bus
		14	Devolver recuento de mensajes de auxiliar

Tabla 8.19 Códigos de función

8.8.11 Códigos de excepción Modbus

Para obtener una explicación completa sobre la estructura de una excepción, consulte *capítulo 8.8.5 Campo de función*.

Código	Nombre	Significado
1	Función incorrecta	El código de función recibido en la petición no es una acción permitida para el servidor (o auxiliar). Esto puede ser debido a que el código de la función solo se aplica a dispositivos recientes y no se implementó en la unidad seleccionada. También puede indicar que el servidor (o auxiliar) se encuentra en un estado incorrecto para procesar una petición de este tipo, por ejemplo, porque no esté configurado y se le pide devolver valores registrados.
2	Dirección de datos incorrecta	La dirección de datos recibida en la petición no es una dirección admisible para el servidor (o auxiliar). Más concretamente, la combinación del número de referencia y la longitud de transferencia no es válida. Para un controlador con 100 registros, una petición con desviación 96 y longitud 4 sería aceptada, mientras que una petición con desviación 96 y longitud 5 genera una excepción 02.
3	Valor de datos incorrecto	Un valor contenido en el campo de datos de solicitud no es un valor permitido para el servidor (o auxiliar). Esto indica un fallo en la estructura de la parte restante de una petición compleja como, por ejemplo, la de que la longitud implicada es incorrecta. Específicamente NO significa que un conjunto de datos enviado para su almacenamiento en un registro cuyo valor se encuentra fuera de la expectativa del programa de la aplicación, ya que el protocolo Modbus no conoce el significado de cualquier valor determinado de cualquier registro en particular.
4	Fallo del dispositivo auxiliar	Un error irrecuperable se produjo mientras el servidor (o auxiliar) intentaba ejecutar la acción solicitada.

Tabla 8.20 Códigos de excepción Modbus

8.9 Cómo acceder a los parámetros

8.9.1 Gestión de parámetros

El PNU (número de parámetro) se traduce de la dirección del registro contenida en el mensaje de lectura o escritura Modbus. El número de parámetro se traslada a Modbus como (10 x el número de parámetro) DECIMAL. Ejemplo: Lectura 3-12 *Valor de enganche/arriba-abajo* (16 bit): el registro de retención 3120 almacena el valor de los parámetros. Un valor de 1352 (decimal) significa que el parámetro está ajustado en 12,52 %

Lectura 3-14 *Referencia interna relativa* (32 bit): los registros de retención 3410 y 3411 almacenan el valor de los parámetros. Un valor de 11300 (decimal) significa que el parámetro está ajustado en 1113,00 s.

Para obtener más información sobre los parámetros, el tamaño y el índice de conversión, consulte la Guía de programación del producto correspondiente.

8.9.2 Almacenamiento de datos

El decimal de la bobina 65 determina si los datos escritos en el convertidor de frecuencia se almacenan en EEPROM y RAM (bobina 65 = 1) o solo en RAM (bobina 65 = 0).

8.9.3 IND

Algunos de los parámetros del convertidor de frecuencia son parámetro de matrices, p. ej., 3-10 *Referencia interna*. Dado que el Modbus no es compatible con matrices en los registros de retención, el convertidor de frecuencia ha reservado el registro de retención 9 como indicador para la matriz. Antes de leer o escribir un parámetro de matrices, configure el registro de retención 9. Si se configura el registro de retención al valor 2, las siguientes lecturas / escrituras a la matriz serán en el índice 2.

8.9.4 Bloques de texto

A los parámetros almacenados como cadenas de texto se accede de la misma forma que a los restantes. El tamaño máximo de un bloque de texto es 20 caracteres. Si se realiza una petición de lectura de un parámetro por más caracteres de los que el parámetro almacena, la respuesta se trunca. Si la petición de lectura se realiza por menos caracteres de los que el parámetro almacena, la respuesta se rellena con espacios en blanco.

8.9.5 Factor de conversión

Los distintos atributos de cada parámetro pueden verse en el apartado de ajustes de fábrica. Debido a que un valor de parámetro solo puede transferirse como un número entero, es necesario utilizar un factor de conversión para transmitir las cifras decimales.

8.9.6 Valores de parámetros

Tipos de datos estándar

Los tipos de datos estándar son int 16, int 32, uint 8, uint 16 y uint 32. Se guardan como registros 4x (40001-4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03HEX «Lectura de registros de retención». Los parámetros se escriben utilizando la función 6HEX «Preajustar registro» para 1 registro (16 bits) y la función 10 HEX «Preajustar múltiples registros» para 2 registros (32 bits). Los tamaños legibles van desde 1 registro (16 bits) hasta 10 registros (20 caracteres).

Tipos de datos no estándar

Los tipos de datos no estándar son cadenas de texto y se almacenan como registros 4x (40001-4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03HEX «Lectura de registros de retención» y se escriben utilizando la función 10HEX «Preajustar múltiples registros». Los tamaños legibles van desde 1 registro (2 caracteres) hasta 10 registros (20 caracteres).

8.10 Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran varios comandos Modbus RTU.

8.10.1 Lectura de estado de bobina (01 HEX)

Descripción

Esta función lee el estado ON / OFF de las distintas salidas (bobinas) del convertidor de frecuencia. No se admite la transmisión en las lecturas.

Petición

El mensaje de petición especifica la bobina inicial y la cantidad de bobinas a leer. Las direcciones de bobina comienzan en cero, es decir, la bobina 33 tiene la dirección 32.

Ejemplo de una petición de lectura de las bobinas de la 33 a la 48 (código de estado) del dispositivo auxiliar 01.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	01 (leer bobinas)
Dirección de inicio HI	00
Dirección de inicio LO	20 (32 decimal) bobina 33
N.º de puntos HI	00
N.º de puntos LO	10 (16 decimal)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.21 Petición

Respuesta

El estado de la bobina en el mensaje de respuesta está empaquetado como una bobina por bit del campo de datos. El estado se indica como: 1 = activado; 0 = desactivado. El LSB (bit menos significativo) del primer byte de datos contiene la bobina a la que se dirige la consulta. Las otras bobinas siguen hacia el final de mayor nivel del byte y desde «el nivel bajo al nivel alto» en los bytes siguientes.

Si la cantidad de bobinas devueltas no es múltiplo de ocho, los bits restantes del byte de datos final se rellenan con ceros (hacia el final de mayor nivel del byte). El campo contador de bytes especifica el número de bytes de datos completos.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	01 (leer bobinas)
Contador de bytes	02 (2 bytes de datos)
Datos (bobinas 40-33)	07
Datos (bobinas 48-41)	06 (STW=0607hex)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.22 Respuesta

AVISO!

Las bobinas y los registros se direccionan explícitamente con una compensación de -1 en Modbus.

Es decir, la bobina 33 tiene la dirección de bobina 32.

8.10.2 Forzar / escribir una sola bobina (05 HEX)

Descripción

Esta función fuerza la bobina a activado o desactivado. Cuando se transmite, la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los auxiliares conectados.

Petición

El mensaje de petición especifica que se fuerce la bobina 65 (control de escritura de parámetro). Las direcciones de bobinas comienzan en cero, es decir, la bobina 65 tiene la dirección 64. Forzar datos = 00 00HEX (OFF) o FF 00HEX (ON).

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	05 (escribir una sola bobina)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	40 (64 decimal) bobina 65
Forzar datos HI	FF
Forzar datos LO	00 (FF 00=ON)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.23 Petición

Respuesta

La respuesta normal es un eco de la petición, devuelta tras ser forzado el estado de la bobina.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	05
Forzar datos HI	FF
Forzar datos LO	00
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	01
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.24 Respuesta

8.10.3 Forzar / escribir múltiples bobinas (OF HEX)

Descripción

Esta función fuerza cada bobina de una secuencia a activado o desactivado. Cuando se transmite, la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los auxiliares conectados.

Petición

El mensaje de petición especifica que se fuercen las bobinas 17 a 32 (consigna de velocidad)

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	0F (escribir múltiples bobinas)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	10 (dirección de bobina 17)
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	10 (16 bobinas)
Contador de bytes	02
Forzar datos HI (bobinas 8-1)	20
Forzar datos LO (bobinas 16-9)	00 (ref.=2000 hex)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.25 Petición

Respuesta

La respuesta normal devuelve la dirección del auxiliar, el código de la función, la dirección de inicio y la cantidad de bobinas forzadas.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	0F (escribir múltiples bobinas)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	10 (dirección de bobina 17)
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	10 (16 bobinas)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.26 Respuesta

8.10.4 Lectura de registros de retención (03 HEX)

Descripción

Esta función lee el contenido de los registros de retención del auxiliar.

Petición

El mensaje de petición especifica el registro de inicio y la cantidad de ellos que se deben leer. Las direcciones de registros comienzan en 0, es decir, los registros 1-4 tienen la dirección 0-3.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	03 (lectura de registros de retención)
Dirección de inicio HI	0B (dirección de registro 3029)
Dirección de inicio LO	D5 (dirección de registro 3029)
N.º de puntos HI	00
N.º de puntos LO	02 - (Par. 3-03 tiene 32 bits de longitud, es decir, 2 registros)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.27 Ejemplo: lectura 3-03 Referencia máxima, registro 03030.

Respuesta

Los datos del registro en el mensaje de respuesta están empaquetados a razón de dos bytes por registro, con los contenidos binarios justificados a la derecha en cada uno. Para cada registro, el primer byte contiene los bits de nivel alto y el segundo, los de nivel bajo.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	03
Contador de bytes	04
Datos HI (registro 3030)	00
Datos LO (registro 3030)	16
Datos HI (registro 3031)	E3
Datos LO (registro 3031)	60
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.28 Ejemplo: Hex 0016E360 = 1 500 000 = 1500 r/min

8.10.5 Preajuste de un solo registro (06 HEX)

Descripción

Esta función preajusta un valor en un único registro de retención.

Petición

El mensaje de petición especifica la referencia del registro que se debe preajustar. Las direcciones de los registros comienzan en cero, es decir, el registro 1 tiene la dirección 0.

Ejemplo: escribir a 1-00 *Configuration Mode*, registrar 1000.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	06
Dirección de registro HI	03 (dirección de registro 999)
Dirección de registro LO	E7 (dirección de registro 999)
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	01
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.29 Petición

Respuesta

La respuesta normal es un eco de la petición, devuelto tras aprobarse el contenido de los registros.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	06
Dirección de registro HI	03
Dirección de registro LO	E7
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	01
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.30 Respuesta

8.10.6 Preajuste de múltiples registros (10 HEX)

Descripción

Esta función preajusta valores en una secuencia de registros de retención.

Petición

El mensaje de petición especifica las referencias de los registros que se preajustarán. Las direcciones de los registros comienzan en cero, es decir, el primer registro tiene la dirección 0. Ejemplo de una petición para preajustar dos registros (ajustar parámetro 1-24 = 738 [7,38 A])

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	10
Dirección de inicio HI	04
Dirección de inicio LO	D7
N.º de registros HI	00
N.º de registros LO	02
Contador de bytes	04
Escribir datos HI (Registro 4: 1049)	00
Escribir datos LO (Registro 4: 1049)	00
Escribir datos HI (Registro 4: 1050)	02
Escribir datos LO (Registro 4: 1050)	E2
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.31 Petición

Respuesta

La respuesta normal devuelve la dirección del esclavo, el código de la función, la dirección de inicio y la cantidad de registros preajustados.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	10
Dirección de inicio HI	04
Dirección de inicio LO	D7
N.º de registros HI	00
N.º de registros LO	02
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 8.32 Respuesta

8.11 Perfil de control (Danfoss) del convertidor de frecuencia

8.11.1 Código de control de acuerdo con el perfil FC (8-10 Trama control = perfil FC)

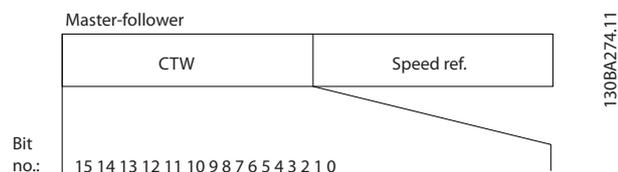


Ilustración 8.16 Código de control

Bit	Valor de bit = 0	Valor de bit = 1
00	Valor de referencia	Selección externa, bit menos significativo
01	Valor de referencia	Selección externa, bit más significativo
02	Freno de CC	Rampa
03	Funcionamiento por inercia	Sin funcionamiento por inercia
04	Parada rápida	Rampa
05	Mantener frecuencia de salida	Usar rampa
06	Parada de rampa	Arranque
07	Sin función	Reinicio
08	Sin función	Veloc. fija
09	Rampa 1	Rampa 2
10	Datos no válidos	Datos válidos
11	Sin función	Relé 01 activo
12	Sin función	Relé 02 activo
13	Ajuste de parámetros	Selección bit menos significativo
14	Ajuste de parámetros	Selección bit más significativo
15	Sin función	Cambio de sentido

Tabla 8.33 Bits del código de control

Explicación de los bits de control

Bits 00/01

Los bits 00 y 01 se utilizan para seleccionar entre los cuatro valores de referencia, que están preprogramados en 3-10 Referencia interna, según la Tabla 8.34.

Valor de referencia programada	Parámetro	Bit 01	Bit 00
1	3-10 Referencia interna [0]	0	0
2	3-10 Referencia interna [1]	0	1
3	3-10 Referencia interna [2]	1	0
4	3-10 Referencia interna [3]	1	1

Tabla 8.34 Valores de referencia

AVISO!

Haga una selección en 8-56 *Selec. referencia interna* para definir cómo se direccionan los bits 00/01 con la función correspondiente en las entradas digitales.

Bit 02, Freno de CC

El bit 02 = «0» provoca el frenado de CC y la parada. Ajuste la intensidad y duración de frenado en 2-01 *Intens. freno CC* y en 2-02 *Tiempo de frenado CC*. El bit 02 = 1 provoca una rampa.

Bit 03, Inercia

Bit 03 = 0: El convertidor de frecuencia «deja ir» inmediatamente al motor, (los transistores de salida se «desactivan») y se produce inercia hasta la parada. Bit 03 = «1»: El convertidor de frecuencia arranca el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

Hacer una selección en 8-50 *Selección inercia* para definir cómo se direcciona el Bit 03 con la correspondiente función en una entrada digital.

Bit 04, Parada rápida

Bit 04 = «0»: hace decelerar el motor hasta pararse (se ajusta en 3-81 *Tiempo rampa parada rápida*).

Bit 05, Mantener la frecuencia de salida

Bit 05 = «0»: la frecuencia de salida actual (en Hz) se mantiene. Cambie la frecuencia de salida mantenida únicamente mediante las entradas digitales (de 5-10 *Terminal 18 Entrada digital* a 5-15 *Terminal 33 entrada digital*) programadas en Aceleración y Deceleración.

AVISO!

Si Mantener salida está activada, el convertidor de frecuencia solo puede pararse mediante:

- Bit 03, Paro por inercia
- Bit 02, Frenado de CC
- Entrada digital (de 5-10 Terminal 18 Entrada digital a 5-15 Terminal 33 entrada digital) programada en Frenado de CC, Paro por inercia o Reinicio y Paro por inercia.

Bit 06, Parada / arranque de rampa

Bit 06 = «0»: provoca una parada y hace que la velocidad del motor decelere hasta detenerse mediante el parámetro de deceleración seleccionado. Bit 06 = «1»: permite que el convertidor de frecuencia arranque el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

Haga una selección en 8-53 *Selec. arranque* para definir cómo se direcciona el bit 06, parada / arranque de rampa, con la función correspondiente en una entrada digital.

Bit 07, Reinicio

Bit 07 = «0»: sin reinicio. Bit 07 = «1»: reinicia una desconexión. Reset se activa en el frente delantero de la señal, es decir, cuando cambia de «0» lógico a «1» lógico.

Bit 08, Velocidad fija

Bit 08 = «1»: la frecuencia de salida está determinada por 3-19 *Velocidad fija [RPM]*.

Bit 09, Selección de rampa 1/2

Bit 09 = «0»: la rampa 1 está activa (de 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* a 3-42 *Rampa 1 tiempo desacel. rampa*).

Bit 09 = «1»: la rampa 2 está activa (de 3-51 *Rampa 2 tiempo acel. rampa* a 3-52 *Rampa 2 tiempo desacel. rampa*).

Bit 10, Datos no válidos / Datos válidos

Indica al convertidor de frecuencia si debe utilizar o ignorar el código de control. Bit 10 = «0»: el código de control se ignora. Bit 10 = «1»: el código de control se utiliza. Esta función es relevante porque el telegrama contiene siempre el código de control, independientemente del tipo de telegrama. Desactive el código de control si no se debe utilizar al actualizar o leer parámetros.

Bit 11, Relé 01

Bit 11 = «0»: relé no activado. Bit 11 = «1»: relé 01 activado, siempre que se haya elegido *Bit código control 11* en 5-40 *Relé de función*.

Bit 12, Relé 04

Bit 12 = «0»: el relé 04 no está activado. Bit 12 = «1»: relé 04 activado, siempre que se haya elegido *Bit código control 12* en 5-40 *Relé de función*.

Bit 13/14, Selección de Ajuste

Utilice los bits 13 y 14 para elegir entre los cuatro ajustes de menú, según la *Tabla 8.35*.

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

Tabla 8.35 4 ajustes de menú

La función solamente es posible cuando se selecciona *Ajuste Múltiple* en 0-10 *Ajuste activo*.

Hacer una selección en 8-55 *Selec. ajuste* para definir cómo se direccionan los bits 13/14 con la función correspondiente en las entradas digitales.

Bit 15, Cambio del sentido

Bit 15 = «0»: sin cambio de sentido. Bit 15 = «1»: cambio de sentido. En los ajustes predeterminados, el cambio de sentido se ajusta a digital en 8-54 *Selec. sentido inverso*. El bit 15 solo causa el cambio de sentido cuando se ha seleccionado Comunicación serie, O lógico o Y lógico.

8.11.2 Código de estado de acuerdo con el perfil FC (STW) (8-10 Trama control = perfil FC)

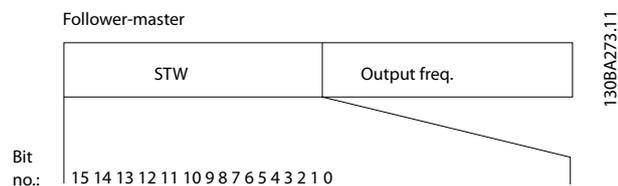


Ilustración 8.17 Código de estado

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Control no preparado	Control listo
01	Convertidor no preparado	Convertidor listo
02	Funcionamiento por inercia	Activar
03	Sin error	Desconexión
04	Sin error	Error (sin desconexión)
05	Reservado	-
06	Sin error	Bloqueo por alarma
07	Sin advertencia	Advertencia
08	Velocidad \neq referencia	Velocidad = referencia
09	Funcionamiento local	Control de bus
10	Fuera del límite de frecuencia	Límite de frecuencia OK
11	Sin función	En funcionamiento
12	Convertidor de frecuencia OK	Detenido, arranque automático
13	Tensión OK	Tensión excedida
14	Par OK	Par excedido
15	Temporizador OK	Temporizador excedido

Tabla 8.36 Bits del código de estado

Explicación de los bits de estado

Bit 00, Control no listo / listo

Bit 00 = «0»: el convertidor de frecuencia se desconecta. Bit 00 = «1»: los controles del convertidor de frecuencia están preparados, pero el componente de potencia podría no estar recibiendo suministro eléctrico (en el caso de suministro externo de 24 V a los controles).

Bit 01, Convertidor preparado

Bit 01 = «1»: el convertidor de frecuencia está listo para funcionar, pero la orden de inercia esta activada mediante las entradas digitales o la comunicación serie.

Bit 02, Paro por inercia

Bit 02 = «0»: el convertidor de frecuencia libera el motor. Bit 02 = «1»: el convertidor de frecuencia arranca el motor con una orden de arranque.

Bit 03, Sin error / desconexión

Bit 03 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 03 = «1»: el convertidor de frecuencia se desconecta. Para restablecer el funcionamiento, pulse [Reset].

Bit 04, Sin error / error (sin desconexión)

Bit 04 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 04 = «1»: el convertidor de frecuencia muestra un error pero no se desconecta.

Bit 05, Sin uso

El bit 05 no se utiliza en el código de estado.

Bit 06, Sin error / bloqueo por alarma

Bit 06 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 06 = 1: el convertidor de frecuencia se ha desconectado y bloqueado.

Bit 07, Sin advertencia / advertencia

Bit 07 = «0»: no hay advertencias. Bit 07 = «1»: se ha producido una advertencia.

Bit 08, Velocidad \neq referencia / velocidad = referencia

Bit 08 = «0»: el motor está funcionando pero la velocidad actual es distinta a la referencia interna de velocidad. Por ejemplo, esto puede ocurrir cuando la velocidad sigue una rampa hacia arriba o hacia abajo durante el arranque / parada. Bit 08 = «1»: la velocidad del motor es igual a la referencia interna de velocidad.

Bit 09, Funcionamiento local / control de bus

Bit 09 = «0»: [STOP/RESET] está activo en la unidad de control o si *Control local* está seleccionado en 3-13 *Lugar de referencia*. No es posible el control mediante la comunicación serie. Bit 09 = «1» Es posible controlar el convertidor de frecuencia a través de la comunicación serie / el bus de campo.

Bit 10, Fuera de límite de frecuencia

Bit 10 = «0»: la frecuencia de salida ha alcanzado el valor ajustado en 4-11 *Límite bajo veloc. motor [RPM]* o 4-13 *Límite alto veloc. motor [RPM]*. Bit 10 = «1»: la frecuencia de salida está dentro de los límites definidos.

Bit 11, Sin función / en funcionamiento

Bit 11 = «0»: el motor no está en marcha. Bit 11 = «1»: el convertidor de frecuencia tiene una señal de arranque o la frecuencia de salida es superior a 0 Hz.

Bit 12, Convertidor de frecuencia OK / parado, autoarranque

Bit 12 = «0»: no hay una sobretensión temporal en el inversor. Bit 12 = «1»: el inversor se ha parado debido a una temperatura excesiva, pero la unidad no se ha desconectado y terminará su funcionamiento cuando la temperatura disminuya.

Bit 13, Tensión OK / límite excedido

Bit 13 = «0»: no hay advertencias de tensión. Bit 13 = «1»: la tensión de CC del circuito intermedio del convertidor de frecuencia es demasiado baja o demasiado alta.

Bit 14, Par OK / límite excedido

Bit 14 = «0»: la intensidad del motor es inferior al límite de par seleccionado en 4-18 *Límite intensidad*. Bit 14 = «1»: se ha sobrepasado el límite de par en 4-18 *Límite intensidad*.

Bit 15, Temporizador OK / límite excedido

Bit 15 = «0»: los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica no han sobrepasado el 100 %. Bit 15 = «1»: uno de los temporizadores sobrepasa el 100 %.

Todos los bits del STW se ajustan a «0» si la conexión entre la opción Interbus y el convertidor de frecuencia se pierde, o si se produce un problema de comunicación interna.

8.11.3 Valor de referencia de la velocidad del bus

El valor de referencia de la velocidad se transmite al convertidor de frecuencia en forma de valor relativo en %. El valor se transmite en forma de una palabra de 16 bits; en enteros (0-32767), el valor 16384 (4000 Hex) corresponde al 100 %. Las cifras negativas se codifican en complemento a 2. La Frecuencia de salida real (MAV) se escala de la misma forma que la referencia del bus.

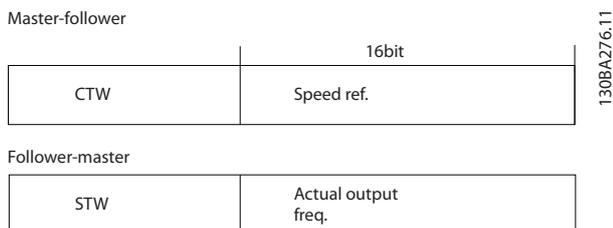


Ilustración 8.18 Frecuencia de salida real (MAV)

La referencia y la MAV se escalan de la siguiente forma:

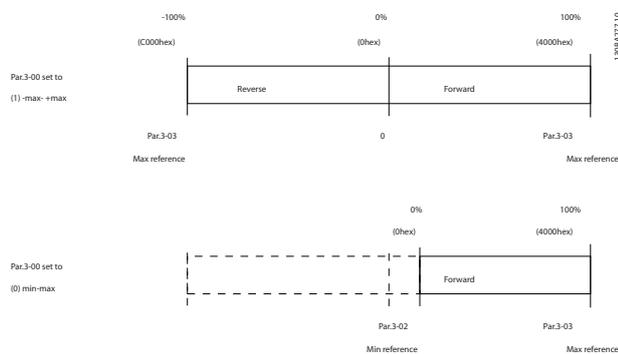


Ilustración 8.19 Referencia y MAV

9 Especificaciones generales y solución de fallos

9.1 Tablas de alimentación de red

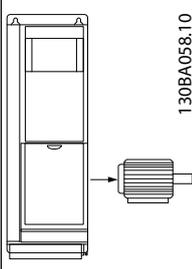
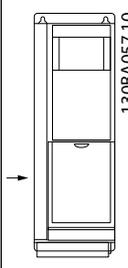
Alimentación de red 3 × 200-240 V CA, sobrecarga normal del 110 % durante 1 minuto						
Convertidor de frecuencia		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Salida típica de eje [kW]		1.1	1.5	2.2	3	3.7
IP20 / chasis (A2+A3 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión)		A2	A2	A2	A3	A3
IP55 / NEMA 12		A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
IP66 / NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5
Salida típica de eje [CV] a 208 V		1,5	2,0	2,9	4,0	4,9
Intensidad de salida						
 130BA058.10	Continua (3 × 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
	Intermitente (3 × 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4
	Continua kVA (208 V CA) [kVA]	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
	Dimensión máx. del cable: (red, motor, freno) [mm ² /AWG] ²					
	4/10					
Intensidad de entrada máx.						
 130BA057.10	Continua (3 × 200-240 V) [A]	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
	Intermitente (3 × 200-240 V) [A]	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5
	Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	20	20	20	32	32
	Ambiente					
	Pérdida estimada de potencia a carga máx. nominal [W] ⁴⁾	63	82	116	155	185
	Peso protección IP20 [kg]	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Peso protección IP21 [kg]	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5
	Peso protección IP55 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13,5	13,5
	Peso protección IP66 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	13,5	13,5
	Rendimiento ³⁾	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabla 9.1 Alimentación de red 3 × 200-240 V CA

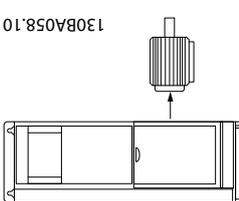
Alimentación de red 3 x 200-240 V CA, sobrecarga normal del 110 % durante 1 minuto											
IP20 / chasis (B3+4 y C3+4 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión)	B3	B3	B3	B4	C3	C3	C4	C4	C4		
IP21 / NEMA 1	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C2	C2	C2		
IP55 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C2	C2	C2		
IP66 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	C1	C1	C2	C2	C2		
Salida típica de eje [kW]	P5K5 5,5	P7K5 7,5	P11K 11	P15K 15	P22K 22	P30K 30	P37K 37	P45K 45	P45K 45		
Salida típica de eje [CV] a 208 V	7,5	10	15	20	30	40	50	60	60		
Intensidad de salida											
	Continua (3 x 200-240 V) [A]		24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	88,0	115	143	
	Continua (3 x 200-240 V) [A]		16/6		35/2		70/3/0		185 / 350 kcmil		
	Continua (3 x 200-240 V) [A]		22,0	28,0	42,0	54,0	68,0	80,0	104,0	130,0	154,0
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]		24,2	30,8	46,2	59,4	74,8	88,0	114,0	143,0	169,0
	Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]		63	63	63	80	125	125	160	200	250
	Ambiente:										
	Pérdida estimada de potencia a carga máx. nominal [W] ⁴⁾		269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636
	Peso protección IP20 [kg]		12	12	12	23,5	23,5	35	35	50	50
	Peso protección IP21 [kg]		23	23	23	27	45	45	45	65	65
	Peso protección IP55 [kg]		23	23	23	27	45	45	45	65	65
Peso protección IP66 [kg]		23	23	23	27	45	45	45	65	65	
Rendimiento ³⁾		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	
Intermitente (3 x 200-240 V) [A]		26,6	33,9	50,8	65,3	82,3	96,8	127	157	187	
Continua kVA (208 V CA) [kVA]		8,7	11,1	16,6	21,4	26,9	31,7	41,4	51,5	61,2	
Dimensión máx. del cable:											
(red, motor, freno) [mm ² /AWG] ²⁾		10/7	35/2	50/1/0 (B4=35/2)	95/4/0	120/250 MCM					

Tabla 9.2 Alimentación de red 3 x 200-240 V CA

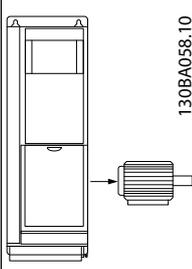
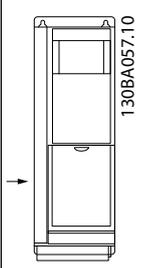
Alimentación de red 3 × 380-480 V CA, sobrecarga normal del 110 % durante 1 minuto								
Convertidor de frecuencia	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	
Salida típica de eje [kW]	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	
Salida típica de eje [CV] a 460 V	1,5	2,0	2,9	4,0	5,0	7,5	10	
IP20 / chasis (A2+A3 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión)	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	
IP55 / NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5	
IP66 / NEMA 12	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5	
Intensidad de salida								
 130BA058.10	Continua (3 × 380-440 V) [A]	3	4,1	5,6	7,2	10	13	16
	Intermitente (3 × 380-440 V)[A]	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6
	Continua (3 × 441-480 V) [A]	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
	Intermitente (3 × 441-480 V) [A]	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4
	Continua kVA (400 V CA) [kVA]	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0
	Continua kVA (460 V CA) [kVA]	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Dimensión máx. del cable:								
(red, motor, freno)								
[mm ² /AWG] ²⁾		4/10						
Intensidad de entrada máx.								
 130BA057.10	Continua (3 × 380-440 V) [A]	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
	Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8
	Continua (3 × 441-480 V) [A]	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0
	Intermitente (3 × 441-480 V) [A]	3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9	14,3
	Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	10	10	20	20	20	32	32
	Ambiente							
	Pérdida estimada de potencia a carga máx. nominal [W] ⁴⁾	58	62	88	116	124	187	255
	Peso protección IP20 [kg]	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Peso protección IP21 [kg]							
	Peso protección IP55 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	14,2	14,2
	Peso protección IP66 [kg]	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	9.7/13.5	14,2	14,2
Rendimiento ³⁾	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	

Tabla 9.3 Alimentación de red 3 × 380-480 V CA

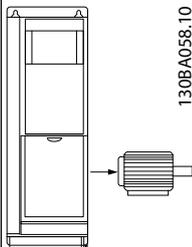
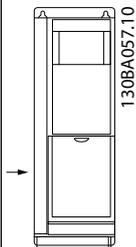
Alimentación de red 3 × 380-480 V CA, sobrecarga normal del 110 % durante 1 minuto											
Convertidor de frecuencia	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	
Salida típica de eje [kW]	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90	
Salida típica de eje [CV] a 460 V	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	
IP20 / chasis (B3+4 y C3+4 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión; póngase en contacto con (Danfoss))	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4	
IP21 / NEMA 1	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2	
IP55 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2	
IP66 / NEMA 12	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2	
Intensidad de salida											
 130BA058.10	Continua (3 × 380-439 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177
	Intermitente (3 × 380-439 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195
	Continua (3 × 440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
	Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176
	Continua kVA (400 V CA) [kVA]	16,6	22,2	26	30,5	42,3	50,6	62,4	73,4	102	123
	Continua kVA (460 V CA) [kVA]	16,7	21,5	27,1	31,9	41,4	51,8	63,7	83,7	104	128
	Dimensión máx. del cable:										
	(red, motor, freno) [mm ² / AWG] ²⁾	10/7			35/2			50/1/0 (B4=35/2)		95/4/0	120/MCM 250
	Con interruptor de desconexión de red incluido:	16/6					35/2	35/2	70/3/0	185 / 350 kcmil	
	Intensidad de entrada máx.										
 130BA057.10	Continua (3 × 380-439 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
	Intermitente (3 × 380-439 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177
	Continua (3 × 440-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
	Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160
	Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
	Ambiente										
	Pérdida estimada de potencia a carga máx. nominal [W] ⁴⁾	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474
	Peso protección IP20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50
	Peso protección IP21 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	Peso protección IP55 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
Peso protección IP66 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65	
Rendimiento ³⁾	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	

Tabla 9.4 Alimentación de red 3 × 380-480 V CA

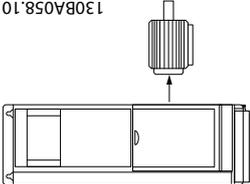
Alimentación de red 3 x 525-600 V CA, sobrecarga normal del 110 % durante 1 minuto		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Tamaño:		1,1	1,5	2,2	3	3,7	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
Salida típica de eje [kW]		A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP20 / chasis		A3	A3	A3	A3	A2	A3	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP21 / NEMA 1		A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2							
IP55 / NEMA 12		A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2							
IP66 / NEMA 12		A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2							
Intensidad de salida																			
Continua (3 x 525-550 V) [A]		2,6	2,9	4,1	5,2	-	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
Intermitente (3 x 525-550 V) [A]		2,9	3,2	4,5	5,7	-	7,0	10,5	12,7	21	25	31	40	47	59	72	96	116	151
Continua (3 x 525-600 V) [A]		2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	18	22	27	34	41	52	62	83	100	131
Intermitente (3 x 525-600 V) [A]		2,6	3,0	4,3	5,4	-	6,7	9,9	12,1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
Continua kVA (525 V CA) [kVA]		2,5	2,8	3,9	5,0	-	6,1	9,0	11,0	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100	130,5
Continua kVA (575 V CA) [kVA]		2,4	2,7	3,9	4,9	-	6,1	9,0	11,0	17,9	21,9	26,9	33,9	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6	130,5
Dimensión máx. del cable, IP21/55/66 (red, motor, freno) [mm ²]/[AWG] ²⁾					4/10						10/7			25/4		50/1/0		95/ MCM 4/0	120/ MCM 250
Dimensión máx. del cable, IP20 (red, motor, freno) [mm ²]/[AWG] ²⁾					4/10						16/6			35/2		50/1/0		95/ 4/0	150 / 250 MCM ⁵⁾
Con interruptor de desconexión de red incluido:					4/10						16/6					35/2		70/3/0	185 / 350 kcmil

Tabla 9.5⁵⁾ Con freno y carga compartida 95/4/0

Alimentación de red 3 x 525-600 V CA, sobrecarga normal del 110 % durante 1 minuto, continuada																			
Tamaño:	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K	
Intensidad de entrada máx.																			
	Continua (3 x 525-600 V) [A]	2,4	2,7	4,1	5,2	-	5,8	8,6	10,4	17,2	20,9	25,4	32,7	39	49	59	78,9	95,3	124,3
	Intermitente (3 x 525-600 V) [A]	2,7	3,0	4,5	5,7	-	6,4	9,5	11,5	19	23	28	36	43	54	65	87	105	137
	Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	10	10	20	20	-	20	32	32	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250
	Ambiente:																		
Pérdida estimada de potencia a carga máx. nominal [W] ⁴⁾	50	65	92	122	-	145	195	261	300	400	475	525	700	750	850	1100	1400	1500	
Peso protección IP20 [kg]	6,5	6,5	6,5	6,5	-	6,5	6,6	6,6	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50	
Peso protección IP21/55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65	
Rendimiento ⁴⁾	0,97	0,97	0,97	0,97	-	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	

Tabla 9.6 ⁵⁾ Con freno y carga compartida 95/4/0

Alimentación de red 3 × 525-690 V CA							
Convertidor de frecuencia	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Salida típica de eje [kW]	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
Protección IP20 (solo)	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Intensidad de salida, sobrecarga alta 110 % durante 1 minuto							
Continua (3 × 525-550 V) [A]	2,1	2,7	3,9	4,9	6,1	9	11
Intermitente (3 × 525-550 V) [A]	2,3	3,0	4,3	5,4	6,7	9,9	12,1
kVA continua (3 × 551-690 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,5	5,5	7,5	10
kVA intermitente (3 × 551-690 V) [A]	1,8	2,4	3,5	4,9	6,0	8,2	11
Continua kVA 525 V CA	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9	12
Continua kVA 690 V CA	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9	12
Intensidad de entrada máx.							
Continua (3 × 525-550 V) [A]	1,9	2,4	3,5	4,4	5,5	8	10
Intermitente (3 × 525-550 V) [A]	2,1	2,6	3,8	8,4	6,0	8,8	11
kVA continua (3 × 551-690 V) [A]	1,4	2,0	2,9	4,0	4,9	6,7	9
kVA intermitente (3 × 551-690 V) [A]	1,5	2,2	3,2	4,4	5,4	7,4	9,9
Especificaciones adicionales							
Sección transversal máx. del cable IP20 ⁵⁾ (red, motor, freno y carga compartida) [mm ²] / (AWG)	[0,2-4]/(24-10)						
Pérdida de potencia estimada a carga máxima nominal [W] ⁴⁾	44	60	88	120	160	220	300
Peso, protección IP20 [kg]	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Rendimiento ⁴⁾	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabla 9.7 Alimentación de red 3 × 525-690 V CA IP20

Sobrecarga normal del 110 % durante 1 minuto										
Convertidor de frecuencia	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Salida típica de eje [kW]	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
Salida típica de eje [CV] a 575 V	10	16,4	20,1	24	33	40	50	60	75	100
IP21 / NEMA 1	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2
IP55 / NEMA 12	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2
Intensidad de salida										
Continua (3 × 525-550 V) [A]	14	19	23	28	36	43	54	65	87	105
Intermitente (3 × 525-550 V) [A]	15,4	20,9	25,3	30,8	39,6	47,3	59,4	71,5	95,7	115,5
Continua (3 × 551-690 V) [A]	13	18	22	27	34	41	52	62	83	100
Intermitente (3 × 551-690 V) [A]	14,3	19,8	24,2	29,7	37,4	45,1	57,2	68,2	91,3	110
Continua kVA (550 V CA) [kVA]	13,3	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100
Continua kVA (575 V CA) [kVA]	12,9	17,9	21,9	26,9	33,8	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6
kVA continuos (690 V CA) [kVA]	15,5	21,5	26,3	32,3	40,6	49	62,1	74,1	99,2	119,5
Intensidad de entrada máx.										
Continua (3 × 525-690 V) [A]	15	19,5	24	29	36	49	59	71	87	99
Intermitente (3 × 525-690 V) [A]	16,5	21,5	26,4	31,9	39,6	53,9	64,9	78,1	95,7	108,9
Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	160	160
Especificaciones adicionales										
Pérdida de potencia estimada a carga máxima nominal [W] ⁴⁾	201	285	335	375	430	592	720	880	1200	1440
Dimensión máx. de cable (red, motor, freno) [mm ²] / (AWG) ²⁾	[35]/(1/0)				[95]/(4/0)					
Peso IP21 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65
Peso IP55 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65
Rendimiento ⁴⁾	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tabla 9.8 Alimentación de red 3 × 525-690 V CA IP21-IP55 / NEMA 1-NEMA 12

Sobrecarga normal del 110 % durante 1 minuto		
Convertidor de frecuencia	P45K	P55K
Salida típica de eje [kW]	45	55
Salida típica de eje [CV] a 575 V	60	75
IP20 / chasis	C3	C3
Intensidad de salida		
Continua (3 × 525-550 V) [A]	54	65
Intermitente (3 × 525-550 V) [A]	59,4	71,5
Continua (3 × 551-690 V) [A]	52	62
Intermitente (3 × 551-690 V) [A]	57,2	68,2
Continua kVA (550 V CA) [kVA]	51,4	62
Continua kVA (575 V CA) [kVA]	62,2	74,1
kVA continuos (690 V CA) [kVA]	62,2	74,1
Intensidad de entrada máx.		
Continua (3 × 525-550 V) [A]	52	63
Intermitente (3 × 525-550 V) [A]	57,2	69,3
Continua (3 × 551-690 V) [A]	50	60
Intermitente (3 × 551-690 V) [A]	55	66
Fusibles previos máx. ¹⁾ [A]	100	125
Especificaciones adicionales		
Pérdida de potencia estimada a carga máxima nominal [W] ⁴⁾	592	720
Dimensión máx. de cable (red, motor, freno) [mm ²] / (AWG) ²⁾	50 (1)	
Peso IP20 [kg]	35	35
Rendimiento ⁴⁾	0,98	0,98

Tabla 9.9 Alimentación de red 3 × 525-690 V CA IP20

1) Para el tipo de fusible, consulte capítulo 6.2 Fusibles y magnetotérmicos

2) Calibre de cables estadounidense

3) Obtenido utilizando 5 m de cable apantallado de motor con carga y frecuencia nominales

4) La pérdida normal de potencia con carga normal debe estar en $\pm 15\%$ (la tolerancia está relacionada con las diferentes tensiones y condiciones del cable).

Los valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE1 / IE2). Los motores de menor rendimiento añaden pérdida de potencia al convertidor de frecuencia y viceversa.

Si la frecuencia de conmutación se eleva por encima de la nominal, las pérdidas de potencia pueden aumentar considerablemente.

Se incluyen los consumos típicos del LCP y de la tarjeta de control. La carga del cliente y las opciones adicionales pueden añadir hasta 30 W a las pérdidas (aunque normalmente solo son 4 W adicionales por una tarjeta de control a plena carga o por cada opción en la ranura A o B).

Pese a que las mediciones se realizan con instrumentos del máximo nivel, debe admitirse una imprecisión en las mismas de ($\pm 5\%$).

5) Cable de red y del motor: 300 MCM / 150 mm²

9.2 Especificaciones generales

Alimentación de red (L1, L2, L3)

Tensión de alimentación 200-240 V \pm 10 %, 380-480 V \pm 10 %, 525-690 V \pm 10 %

Tensión de red baja / corte de red:

Durante un episodio de tensión de red baja o un corte en la alimentación, el convertidor de frecuencia continúa hasta que la tensión del circuito intermedio desciende por debajo del nivel de parada mínimo, que generalmente es del 15 % por debajo de la tensión de alimentación nominal más baja del convertidor de frecuencia. No se puede esperar un arranque y un par completo con una tensión de red inferior al 10 % por debajo de la tensión de alimentación nominal más baja del convertidor de frecuencia.

Frecuencia de alimentación 50/60 Hz \pm 5 %

Máximo desequilibrio transitorio entre fases de red 3,0 % de la tensión de alimentación nominal

Factor de potencia real ($\cos \phi$) \geq 0,9 a la carga nominal

Factor de potencia de desplazamiento ($\cos \phi$) cerca de la unidad ($> 0,98$)

Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) \leq protección tipo A Máximo dos veces/min

Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) \geq protección tipo B y C Máximo una vez/min

Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) \geq protección tipo D, E y F Máximo una vez/2 min

Entorno según la norma EN 60664-1 Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2

Esta unidad es adecuada para utilizarse en un circuito capaz de proporcionar hasta 100 000 amperios simétricos rms, 480 / 600 V máximo.

Salida del motor (U, V, W)

Tensión de salida Un 0-100 % de la tensión de alimentación

Frecuencia de salida 0-590 Hz*

Conmutación en la salida Ilimitada

Tiempos de rampa 1-3600 s

* *Depende de la potencia.*

Características de par

Par de arranque (par constante) máximo de un 110 % durante 1 min*

Par de arranque Máximo un 135 % hasta 0,5 s*

Par de sobrecarga (par constante) máximo de un 110 % durante 1 min*

* *Porcentaje relativo al par nominal del convertidor de frecuencia.*

Longitud y sección de cables

Longitud máx. del cable de motor, apantallado / blindado Convertidor de frecuencia VLT[®] HVAC: 150 m

Longitud máxima del cable de motor, no apantallado / no blindado Convertidor de frecuencia VLT[®] HVAC: 300 m

Sección transversal máx. para motor, alimentación, carga compartida y freno *

Sección de cable máxima para los terminales de control, cable rígido 1,5 mm² / 16 AWG (2 x 0,75 mm²)

Sección de cable máxima para los terminales de control, cable flexible 1 mm² / 18 AWG

Sección de cable máxima para los terminales de control, cable con núcleo recubierto 0,5 mm² / 20 AWG

Sección de cable mínima para los terminales de control 0,25 mm²

* *Consulte las tablas de alimentación de red para obtener más información.*

Entradas digitales

Entradas digitales programables	4 (6)
Número de terminal	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32 y 33
Lógica	PNP o NPN
Nivel de tensión	0-24 V CC
Nivel de tensión, «0» lógico PNP	<5 V CC
Nivel de tensión, «1» lógico PNP	>10 V CC
Nivel de tensión, «0» lógico NPN	>19 V CC
Nivel de tensión, «1» lógico NPN	<14 V CC
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, Ri	aprox. 4 kΩ

Todas las entradas digitales están aisladas galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y de otros terminales de alta tensión.

1) Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como salidas.

Entradas analógicas

N.º de entradas analógicas	2
Número de terminal	53, 54
Modos	Tensión o intensidad
Selección de modo	Interruptor S201 e interruptor S202
Modo de tensión	Interruptor S201 / interruptor S202 = OFF (U)
Nivel de tensión	De 0 a +10 V (escalable)
Resistencia de entrada, Ri	aprox. 10 kΩ
Tensión máx.	±20 V
Modo de intensidad	Interruptor S201 / interruptor S202 = ON (I)
Nivel de intensidad	De 0/4 a 20 mA (escalable)
Resistencia de entrada, Ri	200 Ω aproximadamente
Intensidad máx.	30 mA
Resolución de entradas analógicas	10 bit (signo +)
Precisión de las entradas analógicas	Error máx: 0,5 % de escala total
Ancho de banda	200 Hz

Las entradas analógicas están galvánicamente aisladas de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

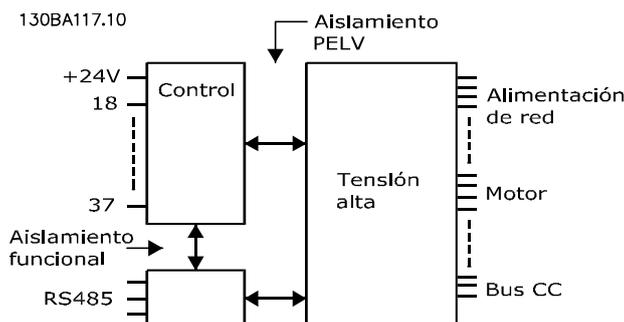


Ilustración 9.1 Aislamiento PELV de entradas analógicas

Entradas de pulsos	
Entradas de pulsos programables	2
Número de terminal de impulso	29, 33
Frecuencia máx. en terminal 29 y 33	110 kHz (en contrafase)
Frecuencia máx. en terminal 29 y 33	5 kHz (colector abierto)
Frecuencia mín. en terminal 29 y 33	4 Hz
Nivel de tensión	consulte capítulo 9.2.1
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, Ri	aprox. 4 kΩ
Precisión de la entrada de pulsos (0,1-1 kHz)	Error máx.: un 0,1 % de la escala completa

Salida analógica	
Número de salidas analógicas programables	1
Número de terminal	42
Rango de intensidad en la salida analógica	0/4-20 mA
Carga máx. de resistor a común en la salida analógica	500 Ω
Precisión en la salida analógica	Error máx.: 0,8 % de escala completa
Resolución en la salida analógica	8 bit

La salida analógica está galvánicamente aislada de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

Tarjeta de control, comunicación serie RS-485	
Número de terminal	68 (P,TX+, RX+) y 69 (N,TX-, RX-)
N.º de terminal 61	Común para los terminales 68 y 69

El circuito de comunicación en serie RS-485 se encuentra funcionalmente separado de otros circuitos y aislado galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV).

Salida digital	
Salidas digitales / de pulsos programables	2
Número de terminal	27 y 29 ¹⁾
Nivel de tensión en la salida digital / de frecuencia	0-24 V
Intensidad de salida máx. (disipador o fuente)	40 mA
Carga máx. en salida de frecuencia	1 kΩ
Carga capacitiva máx. en salida de frecuencia	10 nF
Frecuencia de salida mín. en salida de frecuencia	0 Hz
Frecuencia de salida máx. en salida de frecuencia	32 kHz
Precisión de salida de frecuencia	Error máx.: un 0,1 % de la escala completa
Resolución de salidas de frecuencia	12 bits

1) Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como entradas.

La salida digital está galvánicamente aislada de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

Tarjeta de control, salida de 24 V CC	
Número de terminal	12, 13
Carga máx.	200 mA

El suministro externo de 24 V CC está aislado galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV), aunque tiene el mismo potencial que las entradas y salidas analógicas y digitales.

Salidas de relé

Salidas de relé programables	2
N.º de terminal del relé 01	1-3 (desconexión) y 1-2 (conexión)
Carga máx. del terminal (CA-1) ¹⁾ en 1-3 (NC), 1-2 (NA) (carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) ¹⁾ (carga inductiva a $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) ¹⁾ en 1-2 (NA), 1-3 (NC) (carga resistiva)	60 V CC, 1 A
Carga máx. del terminal (CC-13) ¹⁾ (carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
N.º de terminal del relé 02	4-6 (desconexión) y 4-5 (conexión)
Carga máx. del terminal (CA-1) ¹⁾ en 4-5 (NA) (carga resistiva) ^{2) 3)}	400 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) ¹⁾ en 4-5 (NO) (carga inductiva @ $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. terminal (CC-1) ¹⁾ en 4-5 (NA) (carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga máx. terminal (CC-13) ¹⁾ en 4-5 (NA) (carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga máx. del terminal (CA-1) ¹⁾ en 4-6 (NC) (carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) ¹⁾ en 4-6 (NC) (carga inductiva a $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) ¹⁾ en 4-6 (NC) (carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga máx. del terminal (CC-13) ¹⁾ en 4-6 (NC) (carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga mín. del terminal en 1-3 (NC), 1-2 (NA), 4-6 (NC), 4-5 (NA)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA
Ambiente conforme a la norma EN 60664-1	Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2

1) CEI 60947 partes 4 y 5

Los contactos del relé están galvánicamente aislados con respecto al resto del circuito con un aislamiento reforzado (PELV).

2) Categoría de sobretensión II

3) Aplicaciones UL 300 V CA 2 A

9

Tarjeta de control, salida de 10 V CC

Número de terminal	50
Tensión de salida	10,5 V \pm 0,5 V
Carga máx.	25 mA

El suministro de 10 V CC está galvánicamente aislado de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

Características de control

Resolución de frecuencia de salida a 0-590 Hz	\pm 0,003 Hz
Tiempo de respuesta del sistema (terminales 18, 19, 27, 29, 32 y 33)	\leq 2 ms
Rango de control de velocidad (lazo abierto)	1:100 de velocidad síncrona
Precisión de velocidad (lazo abierto)	30-4000 r/min: error máximo de \pm 8 r/min

Todas las características de control se basan en un motor asíncrono de 4 polos.

Entorno

Tipo de protección A	IP 20 / Chasis, Kit IP 21 / Tipo 1, IP55 / Tipo12, IP 66 / Tipo12
Protección tipo B1 / B2	IP 21 / Tipo 1, IP55 / Tipo 12, IP 66 / 12
Protección tipo B3 / B4	IP20 / chasis
Protección tipo C1 / C2	IP 21 / Tipo 1, IP55 / Tipo 12, IP66 / 12
Protección tipo C3 / C4	IP20 / chasis
Kit de protección disponible	IP21/NEMA 1/IP 4x en la parte superior de la protección
Prueba de vibración protección A, B y C	1,0 g
Humedad relativa	5-95 % (CEI 721-3-3; clase 3K3 [sin condensación]) durante el funcionamiento
Entorno agresivo (CEI 60068-2-43) prueba H ₂ S	Clase Kd
Método de prueba conforme a CEI 60068-2-43 H ₂ S (10 días)	
Temperatura ambiente (en modo de conmutación 60 AVM)	
- con reducción de potencia	máx. 55 ° C ¹⁾
- con potencia de salida completa de motores IE2 típicos (hasta un 90 % de la intensidad de salida)	máx. 50 ° C ¹⁾
- a plena intensidad de salida continua del convertidor de frecuencia	máx. 45 ° C ¹⁾
<i>1) Para obtener más información sobre la reducción de potencia, consulte capítulo 9.6 Condiciones especiales</i>	
Temperatura ambiente mínima durante el funcionamiento a escala completa	0 °C
Temperatura ambiente mínima con rendimiento reducido	- 10 °C
Temperatura durante el almacenamiento / transporte	De -25 a +65 / 70 °C
Altitud máxima sobre el nivel del mar sin reducción de potencia	1000 m
Altitud máxima sobre el nivel del mar con reducción de potencia	3000 m
<i>Reducción de potencia por altitud elevada. Consulte capítulo 9.6 Condiciones especiales</i>	
Normas EMC, emisión	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, CEI 61800-3 EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,
Normas EMC, inmunidad	EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6
<i>Consulte el apartado capítulo 9.6 Condiciones especiales</i>	
Rendimiento de la tarjeta de control	
Intervalo de exploración	5 ms
Tarjeta de control, USB comunicación serie	
USB estándar	1.1 (Velocidad máxima)
Conector USB	Conector de dispositivos USB tipo B

PRECAUCIÓN

La conexión al PC se realiza por medio de un cable USB de dispositivo o host estándar.

La conexión USB se encuentra galvánicamente aislada de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de los terminales de alta tensión.

La conexión USB no se encuentra galvánicamente aislada de la toma de tierra. Utilice únicamente un ordenador portátil o PC aislado como conexión al conector USB del o un cable USB / convertidor aislado.

Protección y funciones

- Protección termoelectrónica del motor contra sobrecarga.
- El control de la temperatura del disipador térmico garantiza la desconexión del convertidor de frecuencia si la temperatura alcanza $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Una temperatura por sobrecarga no se puede reiniciar hasta que la temperatura del disipador térmico se encuentre por debajo de $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ (valores orientativos, estas temperaturas pueden variar para diferentes potencias, protecciones, etc.). El tiene una función de reducción de potencia automática para evitar que su disipador térmico alcance los 95 °C .
- El convertidor de frecuencia está protegido frente a cortocircuitos en los terminales U, V y W del motor.
- Si falta una fase de red, el convertidor de frecuencia se desconectará o emitirá una advertencia (en función de la carga).
- El control de la tensión del circuito intermedio garantiza la desconexión del convertidor de frecuencia si dicha tensión es demasiado alta o baja.
- El convertidor de frecuencia está protegido contra fallos de conexión a tierra en los terminales U, V y W del motor.

9.3 Rendimiento

Rendimiento de los convertidores de frecuencia (η_{VLT})

La carga del convertidor de frecuencia apenas influye en su rendimiento. En general, el rendimiento es el mismo a la frecuencia nominal del motor $f_{M,N}$, tanto si el motor suministra el 100 % del par nominal en el eje o solo el 75 %, es decir, en caso de cargas parciales.

Esto significa que el rendimiento del convertidor de frecuencia tampoco cambia, aunque se elijan otras características de U/f distintas. Sin embargo, las características U/f influyen en el rendimiento del motor.

El rendimiento disminuye un poco si la frecuencia de conmutación se ajusta en un valor superior a 5 kHz. El rendimiento también se reducirá ligeramente a una tensión de red de 480 V.

Cálculo del rendimiento del convertidor de frecuencia

Calcule el rendimiento del convertidor de frecuencia a diferentes cargas basándose en *Ilustración 9.2*. El factor en este gráfico debe multiplicarse por el factor de rendimiento específico indicado en las tablas de especificaciones.

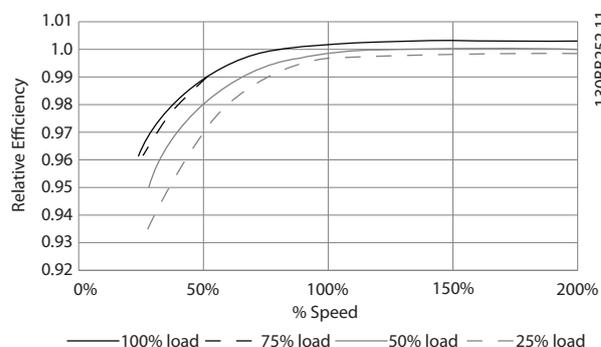


Ilustración 9.2 Curvas de rendimiento típico

Ejemplo: supongamos un convertidor de frecuencia de 22 kW, 380-480 V CA funciona al 25 % de carga al 50 % de velocidad. El gráfico muestra 0,97: el rendimiento nominal para un FC de 22 kW es 0,98 El rendimiento real es: $0,97 \times 0,98 = 0,95$.

Rendimiento del motor (η_{MOTOR})

El rendimiento de un motor conectado al convertidor de frecuencia depende del nivel de magnetización. En general, el rendimiento es el mismo que si funcionara conectado a la red. El rendimiento del motor depende del tipo de motor.

En un rango del 75-100 % del par nominal, el rendimiento del motor es prácticamente constante, tanto cuando lo controla el convertidor de frecuencia como cuando funciona con tensión de red.

En los motores pequeños, la influencia de la característica U/f sobre el rendimiento es mínima. Sin embargo, en motores a partir de 11 kW se obtienen ventajas considerables.

En general, la frecuencia de conmutación no afecta al rendimiento de los motores pequeños. Pero los motores de 11 kW y superiores obtienen un rendimiento mejorado (1-2%). Esto se debe a que la forma sinusoidal de la intensidad del motor es casi perfecta a frecuencias de conmutación elevadas.

Rendimiento del sistema (η_{SISTEMA})

Para calcular el rendimiento del sistema, el rendimiento del convertidor de frecuencia (η_{VLT}) se multiplica por el rendimiento del motor (η_{MOTOR}):

$$\eta_{\text{SISTEMA}} = \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{MOTOR}}$$

9.4 Ruido acústico

El ruido acústico del convertidor de frecuencia procede de tres fuentes:

- Bobinas del circuito intermedio de CC.
- El ventilador incorporado.
- La bobina de choque del filtro RFI.

Valores habituales calculados a una distancia de 1 metro de la unidad:

Tipo de protección	A velocidad de ventilador reducida (50 %) [dBA]	Velocidad de ventilador máxima [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A4	50	55
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B3	59,4	70,5
B4	53	62,8
C1	52	62
C2	55	65
C3	56,4	67,3
C4	-	-

Tabla 9.10 Valores medidos

9.5 Pico de tensión en el motor

Cuando se conmuta un transistor en el puente del inversor, la tensión aplicada al motor se incrementa según una relación du/dt que depende de:

- el cable de motor (tipo, sección, longitud, apantallado / no apantallado)
- la inductancia

La inducción natural produce una sobremodulación U_{PICO} en la tensión del motor antes de que se autoestabilice en un nivel dependiente de la tensión en el circuito intermedio. Tanto el tiempo de incremento como la tensión pico U_{PICO} influyen en la vida útil del motor. Si la tensión pico es demasiado elevada, se verán especialmente afectados los motores sin aislamiento de fase en la bobina. Si el cable de motor es corto (unos pocos metros), el tiempo de incremento y la tensión pico serán más bajos. Si el cable de motor es largo (100 m), el tiempo de incremento y la tensión pico aumentan.

Para los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento adecuado para su funcionamiento con suministro de tensión (como un convertidor de frecuencia), coloque un filtro sinusoidal en la salida del convertidor de frecuencia.

Para obtener valores aproximados para las longitudes y tensiones de cable no mencionadas a continuación, utilice estas reglas generales:

1. El tiempo de incremento aumenta o disminuye de manera proporcional a la longitud del cable.
2. $U_{\text{PICO}} = \text{Tensión de CC} \times 1,9$
(Tensión de enlace de CC = tensión de red \times 1,35).
3.
$$dU/dt = \frac{0,8 \times U_{\text{PICO}}}{\text{Tiempo de incremento}}$$

Los datos se miden de acuerdo con CEI 60034-17. Las longitudes de cable se indican en metros.

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,226	0,616	2,142
50	240	0,262	0,626	1,908
100	240	0,650	0,614	0,757
150	240	0,745	0,612	0,655

Tabla 9.11 Convertidor de frecuencia, P5K5, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23	0,590	2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

Tabla 9.12 Convertidor de frecuencia, P7K5, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,264	0,624	1,894
136	240	0,536	0,596	0,896
150	240	0,568	0,568	0,806

Tabla 9.13 Convertidor de frecuencia, P11K, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,807
150	240	0,708	0,575	0,669

Tabla 9.14 Convertidor de frecuencia, P15K, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabla 9.15 Convertidor de frecuencia, P18K, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,560	0,580	0,832
150	240	0,720	0,574	0,661

Tabla 9.16 Convertidor de frecuencia, P22K, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,929
150	240	0,444	0,538	0,977

Tabla 9.17 Convertidor de frecuencia, P30K, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabla 9.18 Convertidor de frecuencia, P37K, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
30	240	0,300	0,598	1,593
100	240	0,536	0,566	0,843
150	240	0,776	0,546	0,559

Tabla 9.19 Convertidor de frecuencia, P45K, T2

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	400	0,640	0,690	0,862
50	400	0,470	0,985	0,985
150	400	0,760	1,045	0,947

Tabla 9.20 Convertidor de frecuencia, P1K5, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310		2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

Tabla 9.21 Convertidor de frecuencia, P4K0, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	400	0,04755	0,739	8,035
50	400	0,207	1,040	4,548
150	400	0,6742	1,030	2,828

Tabla 9.22 Convertidor de frecuencia, P7K5, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
15	400	0,408	0,718	1,402
100	400	0,364	1,050	2,376
150	400	0,400	0,980	2,000

Tabla 9.23 Convertidor de frecuencia, P11K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	400	0,422	1,060	2,014
100	400	0,464	0,900	1,616
150	400	0,896	1,000	0,915

Tabla 9.24 Convertidor de frecuencia, P15K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	400	0,344	1,040	2,442
100	400	1,000	1,190	0,950
150	400	1,400	1,040	0,596

Tabla 9.25 Convertidor de frecuencia, P18K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	400	0,232	0,950	3,534
100	400	0,410	0,980	1,927
150	400	0,430	0,970	1,860

Tabla 9.26 Convertidor de frecuencia, P22K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
15	400	0,271	1,000	3,100
100	400	0,440	1,000	1,818
150	400	0,520	0,990	1,510

Tabla 9.27 Convertidor de frecuencia, P30K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	480	0,270	1,276	3,781
50	480	0,435	1,184	2,177
100	480	0,840	1,188	1,131
150	480	0,940	1,212	1,031

Tabla 9.28 Convertidor de frecuencia, P37K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
36	400	0,254	1,056	3,326
50	400	0,465	1,048	1,803
100	400	0,815	1,032	1,013
150	400	0,890	1,016	0,913

Tabla 9.29 Convertidor de frecuencia, P45K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
10	400	0,350	0,932	2,130

Tabla 9.30 Convertidor de frecuencia, P55K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	480	0,371	1,170	2,466

Tabla 9.31 Convertidor de frecuencia, P75K, T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μ s]	Vpico [kV]	dU/dt [kV/ μ s]
5	400	0,364	1,030	2,264

Tabla 9.32 Convertidor de frecuencia, P90K, T4

9.6 Condiciones especiales

9.6.1 Propósito de la reducción de potencia

Tenga en cuenta la reducción de potencia cuando utilice el convertidor de frecuencia con bajas presiones atmosféricas (a grandes altitudes), a bajas velocidades, con cables de motor largos, con cables con una sección transversal de gran tamaño o a temperaturas ambiente elevadas. En este apartado se describen las acciones necesarias.

9.6.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente

El 90 % de la corriente de salida del convertidor de frecuencia puede mantenerse a un máximo de 50 °C de temperatura ambiente.

Con una intensidad de carga total típica de motores IE2, puede mantenerse la potencia total del eje de salida hasta en 50 °C.

Para obtener datos más específicos y / o información sobre reducción de potencia para otros motores o condiciones, póngase en contacto con (Danfoss).

9.6.3 Reducción de potencia por temperatura ambiente, tipo de protección A

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

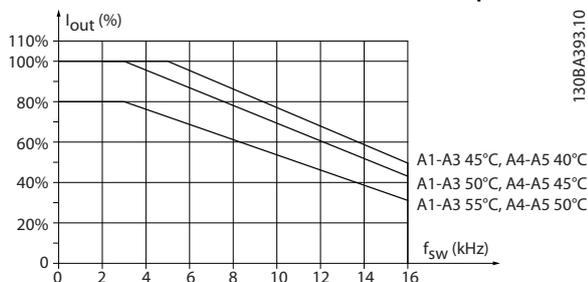


Ilustración 9.3 Reducción de potencia de I_{out} para distintas $T_{AMB, MÁX.}$ para tipo de protección A, utilizando AVM de 60°

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

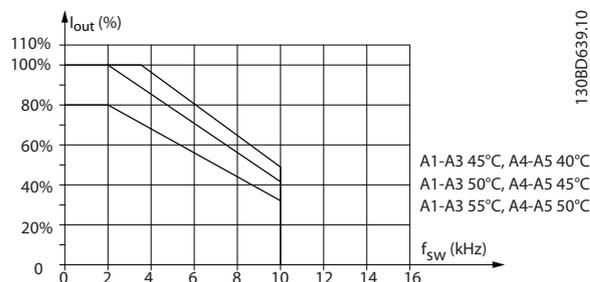


Ilustración 9.4 Reducción de potencia de I_{out} para distintas $T_{AMB, MÁX.}$ para tipo de protección A, utilizando SFAVM

Quando solo se utilizan cables de motor de 10 m o menos en tipos de protección A, se necesita una reducción de potencia menor. Esto es debido al hecho de que la longitud del cable de motor tiene una influencia relativamente elevada en la reducción de potencia recomendada.

60° AVM

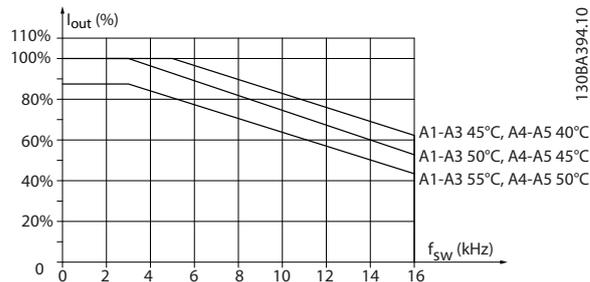


Ilustración 9.5 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipo de protección A, utilizando AVM de 60° y un cable de motor de 10 m como máximo

SFAVM

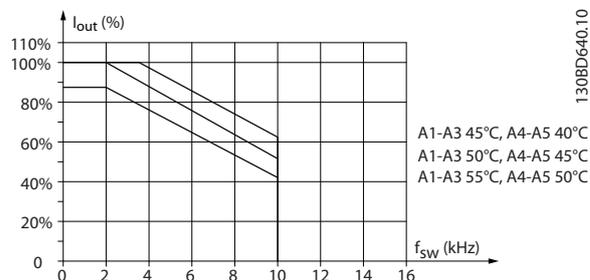
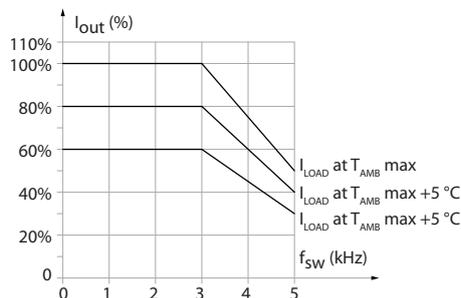


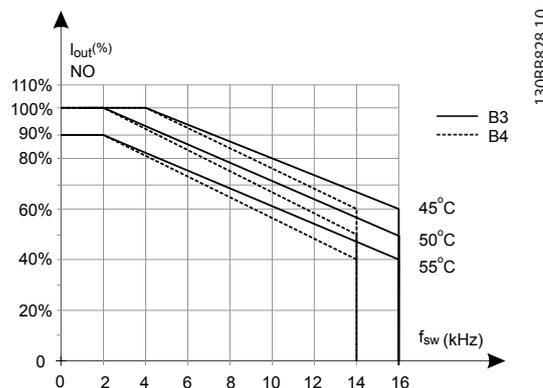
Ilustración 9.6 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipo de protección A, utilizando SFAVM y un cable de motor de 10 m como máximo

9.6.3.1 Tipo de protección A3, T7



130BD596.10

Ilustración 9.7 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipo de protección A3



130BB828.10

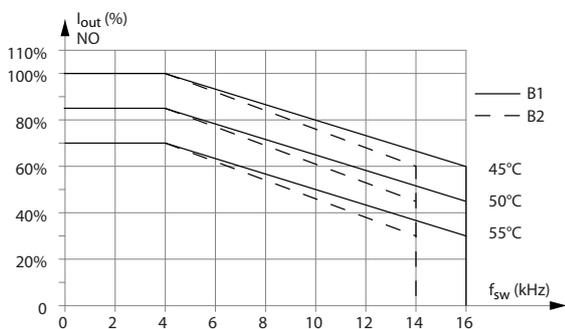
Ilustración 9.9 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B3 y B4, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

9.6.4 Reducción de potencia por temperatura ambiente, tipo de protección B

9.6.4.1 Tipos de protección B, T2, T4 y T5

Para los tipos de protección B y C, la reducción de potencia también depende del modo de sobrecarga seleccionado en 1-04 Modo sobrecarga

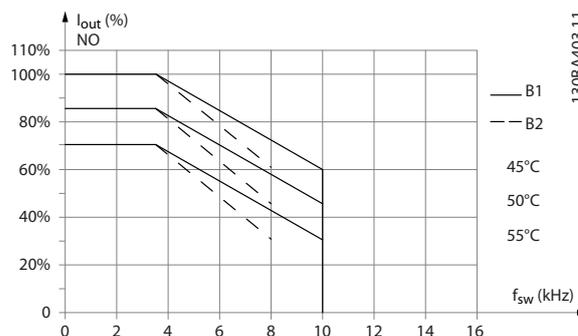
AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos



130BA401.11

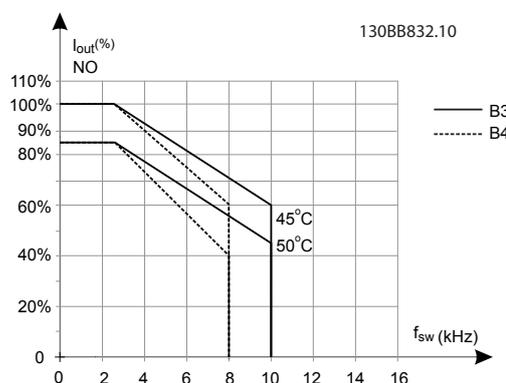
Ilustración 9.8 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B1 y B2, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

SFAVM - Modulación vectorial asíntrica de frecuencia del estátor.



130BA403.11

Ilustración 9.10 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B1 y B2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)



130BB832.10

Ilustración 9.11 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B3 y B4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

9.6.4.2 Tipo de protección B, T6

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos



Ilustración 9.12 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B, 60 AVM, NO

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

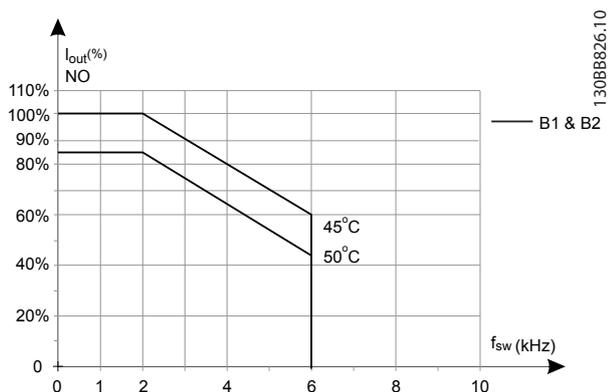


Ilustración 9.13 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B, SFAVM, NO

9.6.4.3 Tipo de protección B, T7

Tipo de protección B2, 525-690 V

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

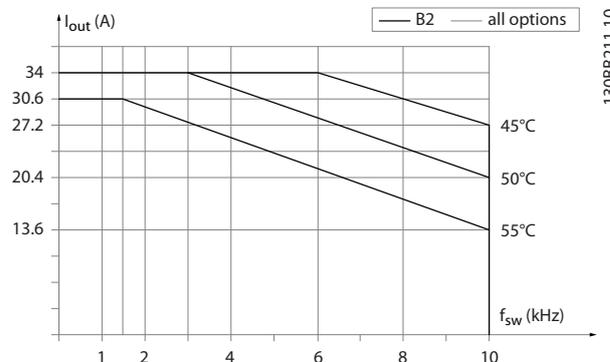


Ilustración 9.14 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección B2, AVM de 60°. Nota: el gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido para sobrecarga alta y normal.

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

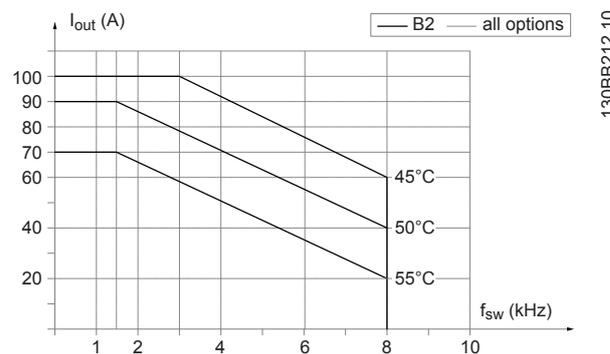


Ilustración 9.15 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección B2, SFAVM. Nota: el gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido para sobrecarga alta y normal.

9.6.5 Reducción de potencia por temperatura ambiente, tipo de protección C

9.6.5.1 Tipo de protección C, T2, T4 y T5

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

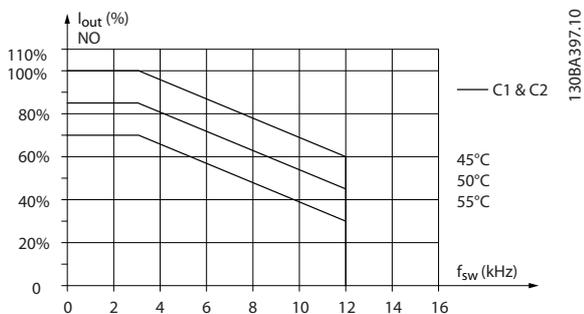


Ilustración 9.16 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C1 y C2, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

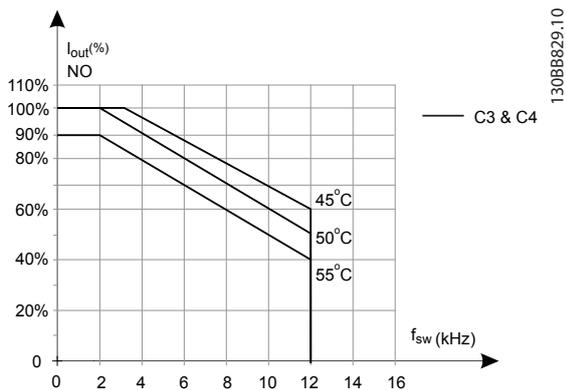


Ilustración 9.17 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C3 y C4, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

SFAVM - Modulación vectorial asínrona de frecuencia del estátor.

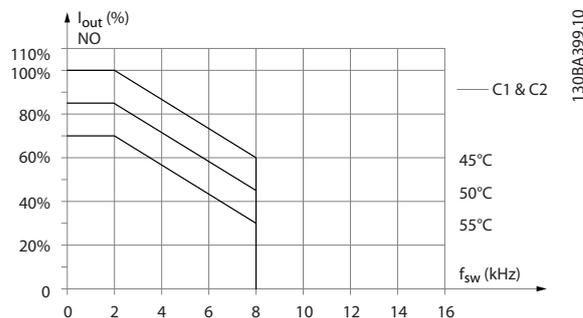


Ilustración 9.18 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C1 y C2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

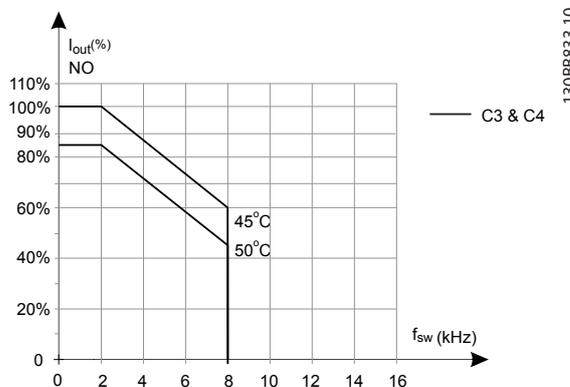


Ilustración 9.19 Reducción de potencia de I_{out} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C3 y C4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

9.6.5.2 Tipo de protección C, T6

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

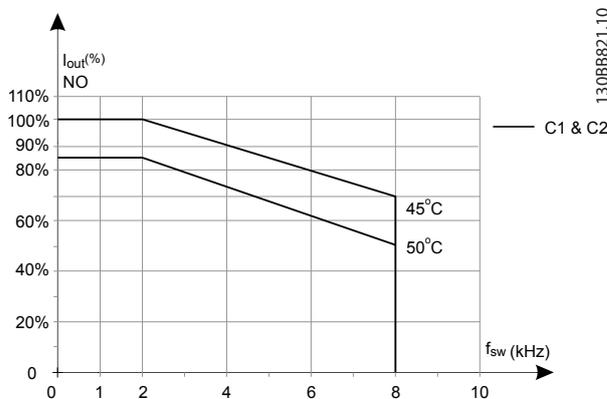


Ilustración 9.20 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección C, 60 AVM, NO

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

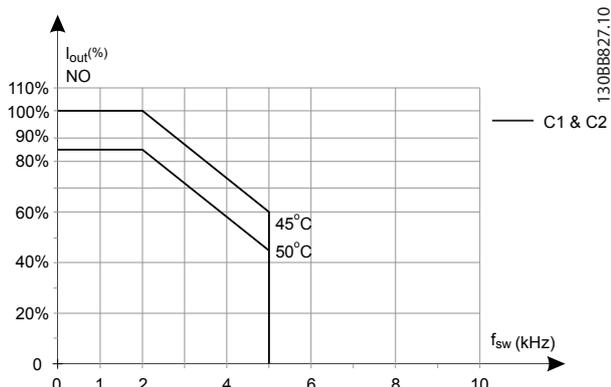


Ilustración 9.21 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección C, SFAVM, NO

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

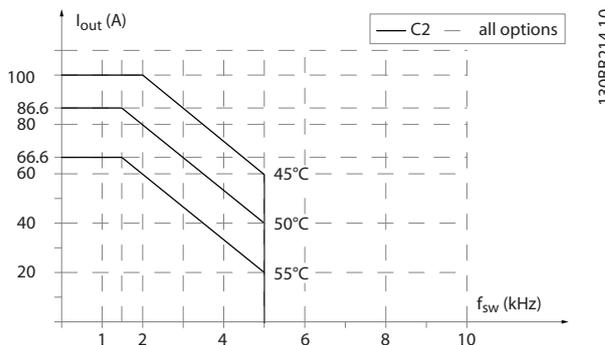


Ilustración 9.23 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección C2, SFAVM. Nota: el gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido para sobrecarga alta y normal.

9.6.5.3 Tipo de protección C, T7

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

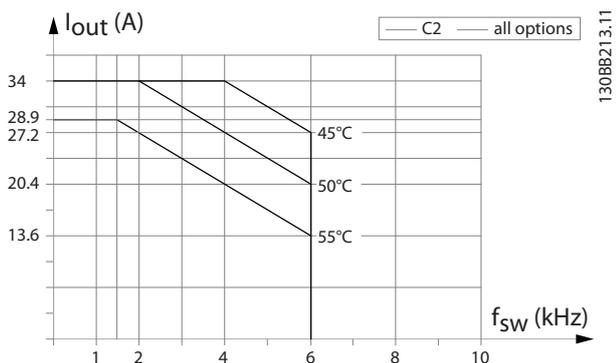


Ilustración 9.22 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección C2, AVM de 60°. Nota: el gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido para sobrecarga alta y normal.

9.6.6 Adaptaciones automáticas para asegurar el rendimiento

El convertidor de frecuencia comprueba constantemente la aparición de niveles graves de temperatura interna, intensidad de carga, tensión alta en el circuito intermedio y velocidades de motor bajas. En respuesta a un nivel crítico, el convertidor de frecuencia puede ajustar la frecuencia de conmutación y / o cambiar el patrón de conmutación para asegurar el rendimiento del convertidor. La capacidad de reducir automáticamente la intensidad de salida aumenta aun más las condiciones aceptables de funcionamiento.

9.6.7 Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica

La capacidad de refrigeración del aire disminuye al disminuir la presión atmosférica.

Por debajo de 1000 m de altitud, no es necesario reducir la potencia, pero por encima de los 1000 m, la temperatura ambiente (T_{AMB}) o la intensidad de salida máx. (I_{out}) deben reducirse de acuerdo con el diagrama siguiente.

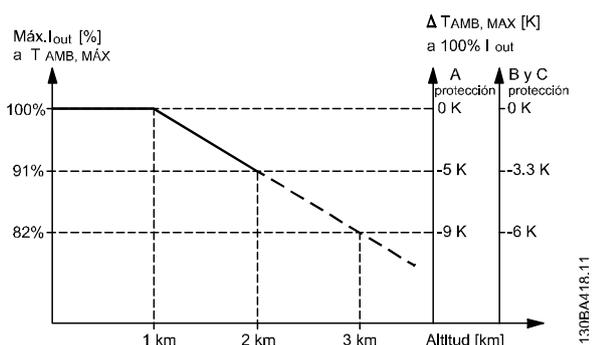


Ilustración 9.24 Reducción de potencia de la intensidad de salida en relación con la altitud a $T_{AMB, MÁX}$ para tipos de protección A, B y C. Para altitudes por encima de los 2000 m, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

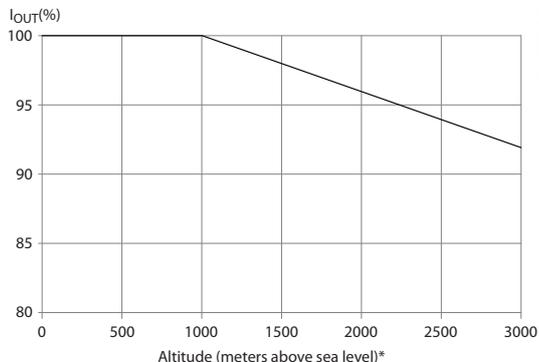


Ilustración 9.25 Una alternativa es reducir la temperatura ambiente en altitudes elevadas, lo que garantiza el 100 % de intensidad de salida.

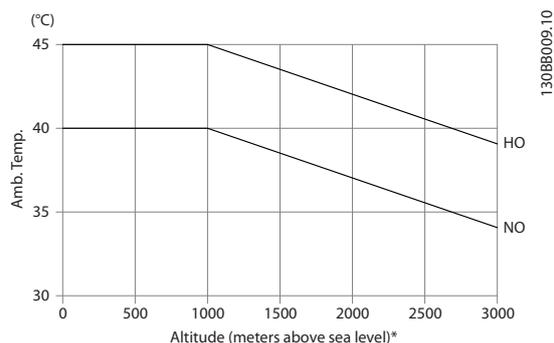


Ilustración 9.26 Ejemplo: A una altitud de 2000 m y una temperatura de 45 °C ($T_{AMB, MÁX}$ - 3,3 K), está disponible el 91 % de la corriente nominal de salida. A una temperatura de 41,7 °C, está disponible el 100 % de la corriente nominal de salida.

Reducción de potencia de la intensidad de salida en relación con la altitud a $T_{AMB, MÁX}$ para tipos de protección D, E y F.

9.6.8 Reducción de potencia debido a funcionamiento a velocidad lenta

Cuando se conecta un motor a un convertidor de frecuencia, es necesario comprobar si la refrigeración del motor es la adecuada.

El nivel de calentamiento depende de la carga del motor, así como de la velocidad y del tiempo de funcionamiento.

Aplicaciones de par constante (modo CT)

Se puede producir un problema con valores bajos de r/min en aplicaciones de par constante. En una aplicación de par constante, un motor puede sobrecalentarse a velocidades bajas debido a una escasez de aire de refrigeración proveniente del ventilador integrado en el motor. Por lo tanto, si se va a hacer funcionar el motor constantemente a un valor de r/min inferior a la mitad del valor nominal, debe recibir aire adicional para su enfriamiento (o debe utilizarse un motor diseñado para este tipo de funcionamiento).

Una alternativa es reducir el nivel de carga del motor eligiendo un motor más grande. No obstante, el diseño del convertidor de frecuencia establece un límite en cuanto al tamaño del motor.

Aplicaciones de par variable (cuadrático) (VT)

En aplicaciones VT, como bombas centrífugas y ventiladores, donde el par es proporcional a la raíz cuadrada de la velocidad y la potencia es proporcional al cubo de la velocidad, no hay necesidad de un enfriamiento adicional o de una reducción en la potencia del motor.

En los gráficos que se muestran a continuación, la curva VT típica está por debajo del par máximo con reducción de potencia y del par máximo con enfriamiento forzado en todas las velocidades.

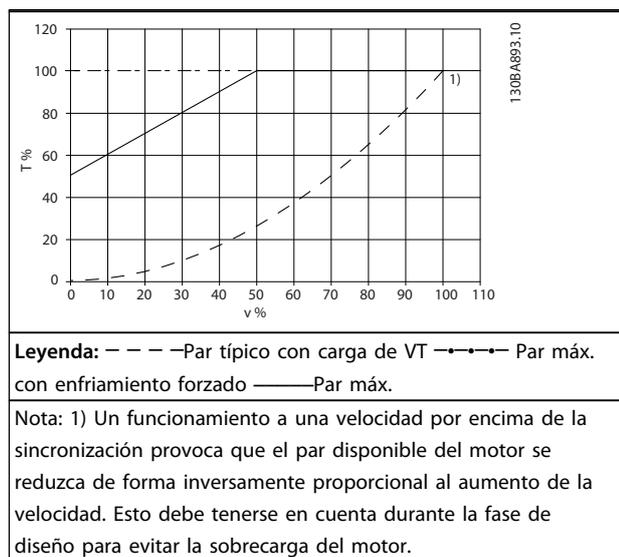


Tabla 9.33 Carga máxima para un motor estándar a 40 °C

9.7 Localización de averías

Las advertencias y alarmas se señalizan mediante el LED correspondiente en la parte delantera del y se muestran con un código en la pantalla.

Las advertencias permanecen activas hasta que se elimina la causa. En determinadas circunstancias, es posible que el motor siga funcionando. Los mensajes de advertencia pueden ser críticos, aunque no necesariamente.

En caso de alarma, el se desconectará. Una vez corregida la causa de la alarma, será necesario reiniciar las alarmas para poder reanudar el funcionamiento.

Esto puede realizarse de cuatro formas:

1. Reiniciando [RESET] en el LCP.
2. A través de una entrada digital con la función «Reinicio».
3. Mediante la opción de comunicación en serie / bus de campo.
4. Reiniciando automáticamente mediante la función de reinicio automático, que es un ajuste predeterminado del Convertidor de frecuencia VLT® HVAC. Consulte 14-20 Modo Reset en la Guía de programación del FC 102

AVISO!

Tras un reinicio manual con [RESET] del LCP, pulse [Auto on] o [Hand on] para reiniciar el motor.

La razón de que no pueda reiniciarse una alarma puede ser que no se haya corregido la causa o que la alarma esté bloqueada (consulte también la Tabla 9.34).

PRECAUCIÓN

Las alarmas bloqueadas ofrecen una protección adicional, ya que es preciso apagar la alimentación de red para poder reiniciar dichas alarmas. Después de volver a conectarla, el ya no estará bloqueado y podrá reiniciarse, como se ha indicado anteriormente, cuando se haya subsanado el problema.

Las alarmas que no están bloqueadas pueden reiniciarse también utilizando la función de Reinicio automático del 14-20 Modo Reset (advertencia: puede producirse un reinicio automático).

Si una alarma o advertencia aparece marcada con un código en la tabla de la siguiente página, significa que, o se produce una advertencia antes de la alarma, o se puede especificar si se mostrará una advertencia o una alarma para un fallo determinado.

Esto es posible, p. ej., en 1-90 Protección térmica motor. Después de una alarma o desconexión, el motor marchará por inercia y la alarma y advertencia parpadearán en el . Una vez corregido el problema, solamente seguirá parpadeando la alarma.

AVISO!

La función fallo fase motor (30-32) y detección de bloqueo no están activas cuando 1-10 Construcción del motor tiene el valor [1] PM no saliente SPM.

N.º	Descripción	Advertencia	Alarma / desc onexión	Alarma / bloqueo por alarma	Referencia de parámetros
1	10 V bajo	X			
2	Error cero activo	(X)	(X)		6-01
3	Sin motor	(X)			1-80
4	Pérdida de fase de alim.	(X)	(X)	(X)	14-12
5	Tensión alta CC	X			
6	Tensión baja CC	X			
7	Sobretensión CC	X	X		
8	Baja tensión CC	X	X		
9	Inversor sobrecarg.	X	X		
10	Sobrt ETR mot	(X)	(X)		1-90
11	Sobtemp. del termistor del motor	(X)	(X)		1-90
12	Límite de par	X	X		
13	Sobrecorriente	X	X	X	
14	Ground fault	X	X	X	
15	Hardware mismatch		X	X	
16	Cortocircuito		X	X	
17	Cód. ctrl TO	(X)	(X)		8-04
18	Arranque fallido		X		
23	Internal Fan Fault	X			
24	External Fan Fault	X			14-53
25	Resist. freno cortocircuitada	X			
26	Lím. potenc. resist. freno	(X)	(X)		2-13
27	Brake chopper short-circuited	X	X		
28	Comprob. freno	(X)	(X)		2-15
29	Drive over temperature	X	X	X	
30	Falta la fase U del motor	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Falta la fase V del motor	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Falta la fase W del motor	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Fa. entr. corri.		X	X	
34	Fallo comunic. Fieldbus	X	X		
35	Out of frequency range	X	X		
36	Fallo aliment.	X	X		
37	Phase Imbalance	X	X		
38	Fallo interno		X	X	
39	Sensor disp.		X	X	
40	Sobrecarga de la salida digital del terminal 27	(X)			5-00, 5-01
41	Sobrecarga de la salida digital del terminal 29	(X)			5-00, 5-02
42	Sobrecarga de la salida digital en X30/6	(X)			5-32
42	Sobrecarga de la salida digital en X30/7	(X)			5-33
46	Alim. tarj. alim.		X	X	
47	Alim. baja 24 V	X	X	X	
48	Alim. baja 1.8 V		X	X	
49	Límite de veloc.	X	(X)		1-86
50	Fallo de calibración AMA		X		
51	U _{nom} e I _{nom} de la comprobación de AMA		X		
52	I _{nom} bajo de AMA		X		
53	Motor AMA demasiado grande		X		
54	Motor AMA demasiado pequeño		X		
55	Parámetro del AMA fuera de rango		X		
56	AMA interrumpido por usuario		X		
57	Intervalo de tiempo AMA		X		
58	Fallo interno del AMA	X	X		

N.º	Descripción	Advertencia	Alarma / desconexión	Alarma / bloqueo por alarma	Referencia de parámetros
59	Límite de intensidad	X			
60	Parada externa	X			
62	Output Frequency at Maximum Limit	X			
64	Límite tensión	X			
65	Control Board Over-temperature	X	X	X	
66	Heat sink Temperature Low	X			
67	Option Configuration has Changed		X		
68	Parada segura	(X)	X ¹⁾		5-19
69	Temp. tarj. pot.		X	X	
70	Conf. FC incor.			X	
71	PTC 1 Par.seg.	X	X ¹⁾		
72	Fallo peligroso			X ¹⁾	
73	R.aut. Par.seg.				
76	Conf. unid. pot.	X			
79	Conf. PS no vál.		X	X	
80	Drive Initialized to Default Value		X		
91	Analog input 54 wrong settings			X	
92	Falta de caudal	X	X		22-2*
93	Bomba seca	X	X		22-2*
94	Fin de curva	X	X		22-5*
95	Correa rota	X	X		22-6*
96	Arr. retardado	X			22-7*
97	Parada retardada	X			22-7*
98	Fallo de reloj	X			0-7*
201	M Incendio act.				
202	Lím. Inc. excd.				
203	Falta el motor				
204	Rotor bloqueado				
243	Freno IGBT	X	X		
244	Temp. disipador	X	X	X	
245	Sensor disp.		X	X	
246	Aliment. tarj. alim.		X	X	
247	Temp. tarj.alim.		X	X	
248	Conf. PS no vál.		X	X	
250	New spare parts			X	
251	Nuevo. cód. tipo		X	X	

Tabla 9.34 Lista de códigos de alarma / advertencia

(X) Dependiente del parámetro

1) No puede realizarse el reinicio automático a través del 14-20 Modo Reset

Una desconexión es la acción desencadenada al producirse una alarma. La desconexión dejará el motor en inercia y podrá reiniciarse pulsando [Reset] o reiniciando desde una entrada digital (grupo de parámetros 5-1* [1]). El evento que generó la alarma no puede dañar al ni crear condiciones peligrosas. Un bloqueo por alarma es la acción que se desencadena cuando se produce una alarma cuya causa podría producir daños al o a los equipos conectados. Una situación de bloqueo por alarma solamente se puede reiniciar apagando y encendiendo el equipo.

Advertencia	amarillo
Alarma	rojo parpadeante
Bloqueo por alarma	amarillo y rojo

Tabla 9.35 Indicación LED

Código de alarma y de estado ampliado					
Bit	Hex	Dec	Código de alarma	Código de advertencia	Código de estado ampliado
0	00000001	1	Comprobación del freno	Comprobación del freno	En rampa
1	00000002	2	Temp. tarj. pot.	Temp. tarj. pot.	AMA en func.
2	00000004	4	Fallo a tierra	Fallo a tierra	Start CW/CCW
3	00000008	8	Temp. tarj. ctrl	Temp. tarj. ctrl	Enganc. abajo
4	00000010	16	Cód. ctrl TO	Cód. ctrl TO	Engan. arriba
5	00000020	32	Sobrecorriente	Sobrecorriente	Realim. alta
6	00000040	64	Límite de par	Límite de par	Realim. baja
7	00000080	128	Sobrt termi mot	Sobrt termi mot	Output Current High
8	00000100	256	Sobrt ETR mot	Sobrt ETR mot	Output Current Low
9	00000200	512	Sobrecar. inv.	Sobrecar. inv.	Output Freq High
10	00000400	1024	Tensión baja CC	Tensión baja CC	Output Freq Low
11	00000800	2048	Sobretens. CC	Sobretens. CC	Brake Check OK
12	00001000	4096	Cortocircuito	Tensión baja CC	Frenado máx.
13	00002000	8192	Fa. entr. corri.	Tensión alta CC	Braking
14	00004000	16384	Mains ph. Loss	Mains ph. Loss	Out of Speed Range
15	00008000	32768	AMA Not OK	No Motor	OVC Active
16	00010000	65536	Error cero activo	Error cero activo	
17	00020000	131072	Fa. corr. carga	10V bajo	
18	00040000	262144	Sobrecar. freno	Sobrecar. freno	
19	00080000	524288	Pérdida fase U	Resistencia de freno	
20	00100000	1048576	Pérdida fase V	Freno IGBT	
21	00200000	2097152	Pérdida fase W	Límite de veloc.	
22	00400000	4194304	Fallo Fieldbus	Fallo Fieldbus	
23	00800000	8388608	24 V Supply Low	Alim. baja 24 V	
24	01000000	16777216	Fallo aliment.	Fallo aliment.	
25	02000000	33554432	Alim. baja 1.8 V	Límite intensidad	
26	04000000	67108864	Resist. freno	Baja temp.	
27	08000000	134217728	Freno IGBT	Límite tensión	
28	10000000	268435456	Cambio opción	Unused	
29	20000000	536870912	Drive Initialized	Unused	
30	40000000	1073741824	Parada de seguridad	Unused	
31	80000000	2147483648	Fr. mecán. bajo (A63)	Código de estado ampliado	

Tabla 9.36 Descripción de Código de alarma, Código de advertencia y Código de estado ampliado

Los códigos de alarma, códigos de advertencia y códigos de estado ampliados pueden leerse mediante un bus serie o bus de campo opcional para su diagnóstico. Consulte también 16-90 *Código de alarma*, 16-92 *Código de advertencia* y 16-94 *Cód. estado amp.*

9.7.1 Códigos de alarma

Bit (Hex)	Código de alarma (16-90 Código de alarma)
00000001	
00000002	Sobretemperatura de la tarjeta de alim.
00000004	Fallo a tierra
00000008	
00000010	Cód. ctrl TO
00000020	Over current
00000040	
00000080	Motor thermistor over temp.
0000100	Sobrt ETR mot
0000200	Inversor sobrecarg.
0000400	DC link under voltage
0000800	DC link over voltage
0001000	Cortocircuito
0002000	
0004000	Pérdida de fase de alim.
0008000	AMA not OK
0010000	Error cero activo
0020000	Fallo interno
0040000	
0080000	Motor phase U is missing
00100000	Motor phase V is missing
00200000	Motor phase W is missing
00800000	Control Voltage Fault
01000000	
02000000	VDD, supply low
04000000	Brake resistor short circuit
08000000	Fallo chopper freno
10000000	Earth fault DESAT
20000000	Equ. inicializado
40000000	Parada segura [A68]
80000000	

Tabla 9.37 16-90 Código de alarma

Bit (Hex)	Código de alarma 2 (16-91 Código de alarma 2)
00000001	
00000002	Reservado
00000004	Service Trip, Typecode / Sparepart
00000008	Reservado
00000010	Reservado
00000020	
00000040	
00000080	
0000100	Correa rota
0000200	Sin uso
0000400	Sin uso
0000800	Reservado
0001000	Reservado
0002000	Reservado
0004000	Reservado
0008000	Reservado
0010000	Reservado
0020000	Sin uso
0040000	Fans error
0080000	ECB error
00100000	Reservado
00200000	Reservado
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	PTC 1 Par.seg. [A71]
80000000	Fallo peligroso [A72]

Tabla 9.38 16-91 Código de alarma 2

9.7.2 Códigos de advertencia

Bit (Hex)	Código de advertencia (16-92 Código de advertencia)
00000001	
00000002	Sobretemperatura de la tarjeta de alim.
00000004	Fallo a tierra
00000008	
00000010	Cód. ctrl TO
00000020	Over current
00000040	
00000080	Motor thermistor over temp.
00000100	Sobrt ETR mot
00000200	Inversor sobrecarg.
00000400	DC link under voltage
00000800	DC link over voltage
00001000	
00002000	
00004000	Pérdida de fase de alim.
00008000	Sin motor
00010000	Error cero activo
00020000	
00040000	
00080000	
00100000	
00200000	
00400000	
00800000	
01000000	
02000000	Límite de intensidad
04000000	
08000000	
10000000	
20000000	
40000000	Parada segura [W68]
80000000	Sin uso

Tabla 9.39 16-92 Código de advertencia

Bit (Hex)	Código de advertencia 2 (16-93 Código de advertencia 2)
00000001	
00000002	
00000004	Clock Failure
00000008	Reservado
00000010	Reservado
00000020	
00000040	
00000080	Fin de curva
00000100	Correa rota
00000200	Sin uso
00000400	Reservado
00000800	Reservado
00001000	Reservado
00002000	Reservado
00004000	Reservado
00008000	Reservado
00010000	Reservado
00020000	Sin uso
00040000	Fans warning
00080000	
00100000	Reservado
00200000	Reservado
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	PTC 1 Par.seg. [W71]
80000000	Reservado

Tabla 9.40 16-93 Código de advertencia 2

9.7.3 Códigos de estado ampliados

Bit (Hex)	Código de estado ampliado (16-94 Cód. estado amp)
00000001	En rampa
00000002	AMA tuning
00000004	Start CW/CCW
00000008	Sin uso
00000010	Sin uso
00000020	Realim. alta
00000040	Realim. baja
00000080	Output current high
00000100	Output current low
00000200	Output frequency high
00000400	Output frequency low
00000800	Brake check OK
00001000	Frenado máx.
00002000	Braking
00004000	Out of speed range
00008000	OVC active
00010000	Frenado de CA
00020000	Password Timelock
00040000	Password Protection
00080000	Reference high
00100000	Reference low
00200000	Local Ref./Remote Ref.
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

Tabla 9.41 Código de estado ampliado, 16-94 Cód. estado amp

Bit (Hex)	Código de estado ampliado 2 (16-95 Código de estado ampl. 2)
00000001	No
00000002	Manual / Auto.
00000004	Sin uso
00000008	Sin uso
00000010	Sin uso
00000020	Relay 123 active
00000040	Start Prevented
00000080	Control listo
00000100	Convertidor listo
00000200	Quick Stop
00000400	DC Brake
00000800	Parada
00001000	Interrupción
00002000	Freeze Output Request
00004000	Mant. salida
00008000	Solicitud de velocidad fija
00010000	Veloc. fija
00020000	Start Request
00040000	Arranque
00080000	Start Applied
00100000	Retardo arr.
00200000	Reposo
00400000	Refuerzo de reposo
00800000	En func.
01000000	Bypass
02000000	Modo Incendio
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

Tabla 9.42 Código de estado ampliado 2, 16-95 Código de estado ampl. 2

La información sobre advertencias / alarmas que se incluye a continuación define la situación de cada advertencia / alarma, indica la causa probable de dicha situación y explica con detalle la solución o el procedimiento de localización y resolución de problemas.

ADVERTENCIA 1, 10 V bajo

La tensión de la tarjeta de control está por debajo de 10 V desde el terminal 50.

Elimine la carga del terminal 50, ya que la fuente de alimentación de 10 V está sobrecargada. Máx. 15 mA o mínimo 590 Ω .

Esta situación puede estar causada por un cortocircuito en un potenciómetro conectado o por un cableado incorrecto del potenciómetro.

Resolución del problema

Retire el cableado del terminal 50. Si la advertencia se borra, el problema es del cableado. Si la advertencia no se borra, sustituya la tarjeta de control.

ADVERTENCIA / ALARMA 2, Error cero activo

Esta advertencia o alarma solo aparece si ha sido programada en *6-01 Función Cero Activo*. La señal en una de las entradas analógicas es inferior al 50 % del valor mínimo programado para esa entrada. Esta situación puede ser causada por un cable roto o por una avería del dispositivo que envía la señal.

Resolución del problema

Compruebe las conexiones de todos los terminales de entrada analógica. Terminales 53 y 54 de la tarjeta de control para señales, terminal 55 común; terminales 11 y 12 del MCB 101 para señales, terminal 10 común; terminales 1, 3, 5 del MCB 109 para señales, terminales 2, 4, 6 comunes.

Compruebe que la programación del convertidor de frecuencia y los ajustes de conmutación concuerdan con el tipo de señal analógica.

Lleve a cabo la prueba de señales en el terminal de entrada.

ADVERTENCIA / ALARMA 4, Pérd. fase alim.

Falta una fase en el lado de alimentación, o bien el desequilibrio de tensión de la red es demasiado alto. Este mensaje también aparece por una avería en el rectificador de entrada del convertidor de frecuencia. Las opciones se programan en *14-12 Función desequil. alimentación*.

Resolución del problema

Compruebe la tensión de alimentación y las intensidades de alimentación del convertidor de frecuencia.

ADVERTENCIA 5, Tensión alta CC

La tensión del circuito intermedio (CC) supera el límite de advertencia de alta tensión. El límite depende de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. La unidad sigue activa.

ADVERTENCIA 6, Tensión baja CC

La tensión del circuito intermedio (CC) está por debajo del límite de advertencia de baja tensión. El límite depende de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. La unidad sigue activa.

ADVERTENCIA / ALARMA 7, Sobretensión de CC

Si la tensión del circuito intermedio supera el límite, el convertidor de frecuencia se desconectará después de un periodo determinado.

Resolución del problema

Conecte una resistencia de freno.

Aumente el tiempo de rampa.

Cambie el tipo de rampa.

Active las funciones de *2-10 Función de freno*.

Aumente *14-26 Ret. de desc. en fallo del convert.*

Si la alarma / advertencia se produce durante una caída de tensión, utilice una energía regenerativa (*14-10 Fallo aliment.*)

ADVERTENCIA / ALARMA 8, Tensión baja CC

Si la tensión del enlace de CC cae por debajo del límite de baja tensión, el convertidor de frecuencia comprobará si la alimentación auxiliar de 24 V CC está conectada. Si no se ha conectado ninguna fuente de alimentación externa de 24 V CC, el convertidor de frecuencia se desconectará transcurrido un intervalo de retardo determinado. El tiempo en cuestión depende del tamaño de la unidad.

Resolución del problema

Compruebe si la tensión de alimentación coincide con la del convertidor de frecuencia.

Lleve a cabo una prueba de tensión de entrada.

Lleve a cabo una prueba del circuito de carga suave.

ADVERTENCIA / ALARMA 9, Sobrecarga inv.

El convertidor de frecuencia está a punto de desconectarse a causa de una sobrecarga (corriente muy elevada durante demasiado tiempo). El contador para la protección térmica y electrónica del inversor emite una advertencia al 98 % y se desconecta al 100 % con una alarma. El convertidor de frecuencia no se puede reiniciar hasta que el contador esté por debajo del 90 %.

El fallo consiste en que el convertidor de frecuencia ha funcionado con una sobrecarga superior al 100 % durante demasiado tiempo.

Resolución del problema

Compare la corriente de salida mostrada en el LCP con la corriente nominal del convertidor de frecuencia.

Compare la intensidad de salida mostrada en el LCP con la intensidad medida del motor.

Muestre la carga térmica del convertidor de frecuencia en el LCP y controle el valor. Al funcionar por encima de la corriente nominal continua del convertidor de frecuencia, el contador aumenta. Al funcionar por debajo de la corriente nominal continua del convertidor de frecuencia, el contador disminuye.

ADVERTENCIA / ALARMA 10, Temperatura de sobrecarga del motor

La protección termoelectrónica (ETR) indica que el motor está demasiado caliente. Seleccione si el convertidor de frecuencia emite una advertencia o una alarma cuando el contador alcance el 100 % en *1-90 Protección térmica motor*. Este fallo se produce cuando el motor funciona con una sobrecarga superior al 100 % durante demasiado tiempo.

Resolución del problema

Compruebe si el motor se está sobrecalentando.

Compruebe si el motor está sobrecargado mecánicamente.

Compruebe que la intensidad del motor configurada en *1-24 Intensidad motor* esté ajustada correctamente.

Asegúrese de que los datos del motor en los par. del 1-20 al 1-25 estén ajustados correctamente.

Si se está utilizando un ventilador externo, compruebe en *1-91 Vent. externo motor* que está seleccionado.

La activación del AMA en *1-29 Adaptación automática del motor (AMA)* ajusta el convertidor de frecuencia con respecto al motor con mayor precisión y reduce la carga térmica.

ADVERTENCIA / ALARMA 11, Sobretemp. del termistor del motor

Compruebe si el termistor está desconectado. Seleccione si el convertidor de frecuencia emite una advertencia o una alarma en *1-90 Protección térmica motor*.

Resolución del problema

Compruebe si el motor se está sobrecalentando.

Compruebe si el motor está sobrecargado mecánicamente.

Cuando utilice el terminal 53 o 54, compruebe que el termistor está bien conectado entre el terminal 53 o 54 (entrada de tensión analógica) y el terminal 50 (alimentación de +10 V) y que el interruptor del terminal 53 o 54 está configurado para tensión. Compruebe que *1-93 Fuente de termistor* selecciona el terminal 53 o 54.

Cuando utilice las entradas digitales 18 o 19, compruebe que el termistor está bien conectado entre el terminal 18 o 19 (solo entrada digital PNP) y el terminal 50. Compruebe que *1-93 Fuente de termistor* selecciona el terminal 18 o 19.

ADVERTENCIA / ALARMA 12, Límite de par

El par es más elevado que el valor en *4-16 Modo motor límite de par* o en *4-17 Modo generador límite de par*. *14-25 Retardo descon. con lím. de par* puede cambiar esta advertencia, de forma que en vez de ser solo una advertencia sea una advertencia seguida de una alarma.

Resolución del problema

Si el límite de par del motor se supera durante una aceleración de rampa, amplíe el tiempo de rampa de aceleración.

Si el límite de par del generador se supera durante una desaceleración de rampa, amplíe el tiempo de desaceleración de rampa.

Si se alcanza el límite de par en funcionamiento, es posible aumentarlo. Asegúrese de que el sistema puede funcionar de manera segura con un par mayor.

Compruebe la aplicación para asegurarse de que no haya una intensidad excesiva en el motor.

ADVERTENCIA / ALARMA 13, Sobrecorriente

Se ha sobrepasado el límite de intensidad máxima del inversor (aproximadamente, el 200 % de la intensidad nominal). Esta advertencia dura 1,5 segundos aproximadamente. Después, el convertidor de frecuencia se desconecta y emite una alarma. Este fallo puede ser causado por carga brusca o aceleración rápida con cargas de alta inercia. Si se acelera de forma rápida durante la rampa, también puede aparecer después de la energía regenerativa. Si se selecciona el control ampliado de freno mecánico es posible reiniciar la desconexión externamente.

Resolución del problema

Desconecte la alimentación y compruebe si se puede girar el eje del motor.

Compruebe que el tamaño del motor coincide con el convertidor de frecuencia.

Compruebe los parámetros del 1-20 al 1-25 para asegurarse de que los datos del motor sean correctos.

ALARMA 14, Fallo de la conexión a tierra

Hay corriente procedente de las fases de salida a tierra, bien en el cable entre el convertidor de frecuencia y el motor o bien en el propio motor.

Resolución del problema

Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia y solucione el fallo de conexión a tierra.

Compruebe que no haya fallos de la conexión a tierra en el motor midiendo la resistencia de conexión a tierra de los terminales del motor y el motor con un megaohmímetro.

ALARMA 15, HW incomp.

Una de las opciones instaladas no puede funcionar con el hardware o el software de la placa de control actual.

Anote el valor de los siguientes parámetros y póngase en contacto con su proveedor de (Danfoss):

15-40 Tipo FC

15-41 Sección de potencia

15-42 Tensión

15-43 Versión de software

15-45 Cadena de código

15-49 Tarjeta control id SW

15-50 Tarjeta potencia id SW

15-60 Opción instalada

15-61 Versión SW opción (por cada ranura de opción)

ALARMA 16, Cortocircuito

Hay un cortocircuito en el motor o en su cableado.

Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia y repare el cortocircuito.

ADVERTENCIA / ALARMA 17, Tiempo límite de código de control

No hay comunicación con el convertidor de frecuencia.

La advertencia solo se activará si 8-04 *Función tiempo límite cód. ctrl.* NO está en [0] No.

Si 8-04 *Función tiempo límite cód. ctrl.* se ajusta en [5] *Parada y Desconexión*, aparecerá una advertencia y el convertidor de frecuencia se desacelerará hasta desconectarse y, a continuación, se emite una alarma.

Resolución del problema

Compruebe las conexiones del cable de comunicación serie.

Aumente 8-03 *Valor de tiempo límite cód. ctrl.*

Compruebe el funcionamiento del equipo de comunicaciones.

Verifique que la instalación es adecuada conforme a los requisitos de EMC.

ALARMA 18, Arranque fallido

La velocidad no ha podido sobrepasar el valor de 1-77 *Velocidad máx. arranque compresor [RPM]* durante el arranque dentro del tiempo establecido (fijado en 1-79 *Tiempo máx. descon. arr. compresor*). Podría deberse al bloqueo de un motor.

ADVERTENCIA 23, Fallo del ventilador interno

La función de advertencia del ventilador es una protección adicional que comprueba si el ventilador está funcionando / montado. La advertencia del ventilador puede desactivarse en el 14-53 *Monitor del ventilador ([0] Desactivado)*.

Para los filtros de tamaño D, E y F, se controla la tensión regulada a los ventiladores.

Resolución del problema

Compruebe que el ventilador funciona correctamente.

Apague y vuelva a encender el convertidor de frecuencia y compruebe que el ventilador funciona se activa al arrancar.

Compruebe los sensores del disipador y la tarjeta de control.

ADVERTENCIA 24, Fallo del ventilador externo

La función de advertencia del ventilador es una protección adicional que comprueba si el ventilador está funcionando / montado. La advertencia del ventilador puede desactivarse en el 14-53 *Monitor del ventilador ([0] Desactivado)*.

Resolución del problema

Compruebe que el ventilador funciona correctamente.

Apague y vuelva a encender el convertidor de frecuencia y compruebe que el ventilador funciona se activa al arrancar.

Compruebe los sensores del disipador y la tarjeta de control.

ADVERTENCIA 25, Resistencia de freno cortocircuitada

La resistencia de freno se controla durante el funcionamiento. Si se produce un cortocircuito, la función de freno se desactiva y aparece la advertencia. El convertidor de frecuencia sigue estando operativo, pero sin la función de freno. Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia y sustituya la resistencia de freno (consulte 2-15 *Comprobación freno*).

ADVERTENCIA / ALARMA 26, Lím. potenc. resist. freno

La potencia transmitida a la resistencia de freno se calcula como un valor medio durante los últimos 120 segundos en funcionamiento. El cálculo se basa en la tensión del circuito intermedio y el valor de la resistencia del freno configurado en *2-16 Intensidad máx. de frenado de CA*. La advertencia se activa cuando la potencia de frenado disipada es superior al 90 % de la potencia de resistencia de frenado. Si se ha seleccionado [2] *Desconexión en 2-13 Ctról. Potencia freno*, el convertidor de frecuencia se desconectará cuando la potencia de frenado disipada alcance el 100 %.

ADVERTENCIA / ALARMA 27, Fallo del interruptor de freno

El transistor de freno se controla durante el funcionamiento y, si se produce un cortocircuito, se desconecta la función de freno y aparece una advertencia. El convertidor de frecuencia podrá seguir funcionando, pero en el momento en que se cortocircuite el transistor de freno, se transmitirá una energía significativa a la resistencia de freno, aunque esa función esté desactivada. Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia y retire la resistencia de freno.

ADVERTENCIA / ALARMA 28, Fallo de comprobación del freno

La resistencia de freno no está conectada o no funciona. Compruebe *2-15 Comprobación freno*.

ALARMA 29, Temp. disipador

Se ha superado la temperatura máxima del disipador. El fallo de temperatura no se puede reiniciar hasta que la temperatura se encuentre por debajo de la temperatura del disipador de calor especificada. Los puntos de desconexión y de reinicio varían en función del tamaño del convertidor de frecuencia.

Resolución del problema

Compruebe si se dan las siguientes condiciones:

Temperatura ambiente excesiva.

Longitud excesiva del cable de motor.

Falta de espacio por encima y por debajo del convertidor de frecuencia para la ventilación.

Flujo de aire bloqueado alrededor del convertidor de frecuencia.

Ventilador del disipador dañado.

Disipador sucio.

ALARMA 30, Pérdida fase U

Falta la fase U del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor.

Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia y compruebe la fase U del motor.

ALARMA 31, Pérdida fase V

Falta la fase V del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor.

Apague la alimentación del convertidor de frecuencia y compruebe la fase V del motor.

ALARMA 32, Pérdida fase W

Falta la fase W del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor.

Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia y compruebe la fase W del motor.

ALARMA 33, Fallo en la carga de arranque

Se han efectuado demasiados arranques en poco tiempo. Deje que la unidad se enfríe hasta la temperatura de funcionamiento.

ADVERTENCIA / ALARMA 34, Fallo comunic. Fieldbus

El bus de campo de la tarjeta de opción de comunicación no funciona.

ADVERTENCIA / ALARMA 36, Fallo de red

Esta advertencia / alarma solo se activa si la tensión de alimentación al convertidor de frecuencia se pierde y si *14-10 Fallo aliment.* NO está ajustado en [0] *Sin función*. Compruebe los fusibles del convertidor de frecuencia y la fuente de alimentación de red a la unidad.

ALARMA 38, Fallo interno

Cuando se produce un fallo interno, se muestra un código definido en la *Tabla 9.43* que se incluye a continuación.

Resolución del problema

Apague y vuelva a encender.

Compruebe que la opción está bien instalada.

Compruebe que no falten cables o que no estén flojos.

En caso necesario, póngase en contacto con su proveedor de (Danfoss) o con el departamento de servicio técnico. Anote el código para dar los siguientes pasos para encontrar el problema.

N.º	Texto
0	El puerto de serie no puede inicializarse. Póngase en contacto con su proveedor de (Danfoss) o con el departamento de servicio técnico de (Danfoss)
256-258	Los datos de la EEPROM de potencia son defectuosos o demasiado antiguos. Sustituya la tarjeta de potencia
512-519	Fallo interno. Póngase en contacto con su proveedor de (Danfoss) o con el departamento de servicio técnico de (Danfoss)
783	Valor de parámetro fuera de los límites mín. / máx.
1024-1284	Fallo interno. Póngase en contacto con su proveedor de (Danfoss) o con el departamento de servicio técnico de (Danfoss)
1299	La opción SW de la ranura A es demasiado antigua
1300	La opción SW de la ranura B es demasiado antigua

N.º	Texto
1302	La opción SW de la ranura C1 es demasiado antigua
1315	La opción SW de la ranura A no es compatible (no está permitida)
1316	La opción SW de la ranura B no es compatible (no está permitida)
1318	La opción SW de la ranura C1 no es compatible (no está permitida)
1379-2819	Fallo interno. Póngase en contacto con su proveedor de (Danfoss) o con el departamento de servicio técnico de (Danfoss)
1792	Reinicio HW de DSP
1793	Los parámetros derivados del motor no se han transferido correctamente a DSP
1794	Los datos de potencia no se han transferido correctamente durante el arranque a DSP
1795	DSP ha recibido demasiados telegramas SPI desconocidos
1796	Error de copia RAM
2561	Sustituya la tarjeta de control
2820	Desbordamiento de pila del LCP.
2821	Desbordamiento del puerto de serie
2822	Desbordamiento del puerto USB
3072-5122	Valor de parámetro fuera de límites
5123	Opción en ranura A: hardware incompatible con el hardware de la placa de control
5124	Opción en ranura B: hardware incompatible con el hardware de la placa de control
5125	Opción en ranura C0: hardware incompatible con el hardware de la placa de control
5126	Opción en ranura C1: hardware incompatible con el hardware de la placa de control
5376-6231	Fallo interno. Póngase en contacto con su proveedor de (Danfoss) o con el departamento de servicio técnico de (Danfoss).

Tabla 9.43 Códigos de fallo interno

ALARMA 39, Sensor del disipador

No hay realimentación del sensor de temperatura del disipador térmico.

La señal del sensor térmico del IGBT no está disponible en la tarjeta de potencia. El problema podría estar en la tarjeta de potencia, en la tarjeta de accionamiento de puerta o en el cable plano entre la tarjeta de potencia y la tarjeta de accionamiento de puerta.

ADVERTENCIA 40, Sobrecarga del terminal de salida digital 27

Compruebe la carga conectada al terminal 27 o elimine la conexión cortocircuitada. Compruebe *5-00 Modo E/S digital* y *5-01 Terminal 27 modo E/S*.

ADVERTENCIA 41, Sobrecarga del terminal de salida digital 29

Compruebe la carga conectada al terminal 29 o elimine la conexión cortocircuitada. Compruebe *5-00 Modo E/S digital* y *5-02 Terminal 29 modo E/S*.

ADVERTENCIA 42, Sobrecarga de la salida digital en X30/6 o sobrecarga de la salida digital en X30/7

Para la X30/6, compruebe la carga conectada en X30/6 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe *5-32 Term. X30/6 salida dig. (MCB 101)*.

Para la X30/7, compruebe la carga conectada en X30/7 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe *5-33 Term. X30/7 salida dig. (MCB 101)*.

ALARMA 45, Fallo de la conexión a toma de tierra 2

Fallo de conexión a tierra.

Resolución del problema

Compruebe que la conexión a tierra es correcta y revise las posibles conexiones sueltas.

Compruebe que el tamaño de los cables es el adecuado.

Compruebe que los cables del motor no presentan cortocircuitos ni intensidades de fuga.

ALARMA 46, Alimentación de la tarjeta de potencia

La fuente de alimentación de la tarjeta de potencia está fuera del intervalo.

Hay tres fuentes de alimentación generadas por la fuente de alimentación de modo conmutado (SMPS) de la tarjeta de potencia: 24 V, 5 V, ± 18 V. Cuando se usa la alimentación de 24 V CC con la opción MCB 107, solo se controlan los suministros de 24 V y de 5 V. Cuando se utiliza la tensión de red trifásica, se controlan los tres suministros.

Resolución del problema

Compruebe si la tarjeta de potencia está defectuosa.

Compruebe si la tarjeta de control está defectuosa.

Compruebe si la tarjeta de opción está defectuosa.

Si se utiliza una fuente de alimentación de 24 V CC, compruebe que el suministro es correcto.

ADVERTENCIA 47, Alim. baja 24 V

Los 24 V CC se miden en la tarjeta de control. Es posible que la alimentación externa de 24 V CC esté sobrecargada. De no ser así, póngase en contacto con el distribuidor de (Danfoss).

ADVERTENCIA 48, Fuente de alimentación de 1,8 V baja

El suministro de 1,8 V CC utilizado en la tarjeta de control está fuera de los límites admisibles. La fuente de alimentación se mide en la tarjeta de control. Compruebe si la tarjeta de control está defectuosa. Si hay una tarjeta de opción, compruebe si hay sobretensión.

ADVERTENCIA 49, Límite de veloc.

Cuando la velocidad no está comprendida dentro del intervalo especificado en *4-11 Límite bajo veloc. motor [RPM]* y *4-13 Límite alto veloc. motor [RPM]*, el convertidor de frecuencia emite una advertencia. Cuando la velocidad sea inferior al límite especificado en *1-86 Velocidad baja desconexión [RPM]* (excepto en arranque y parada), el convertidor de frecuencia se desconecta.

ALARMA 50, Fallo de calibración AMA

Póngase en contacto con su proveedor de (Danfoss) o con el departamento de servicio técnico de (Danfoss).

ALARMA 51, U_{nom} e I_{nom} de la comprobación de AMA

Los ajustes de tensión, intensidad y potencia del motor son erróneos. Compruebe los ajustes en los parámetros de 1-20 a 1-25.

ALARMA 52, Fa. AMA In baja

La intensidad del motor es demasiado baja. Compruebe los ajustes.

ALARMA 53, Motor AMA demasiado grande

El motor es demasiado grande para que funcione AMA.

ALARMA 54, Motor AMA demasiado pequeño

El motor es demasiado pequeño para que funcione AMA.

ALARMA 55, Par. AMA fuera de intervalo

Los valores de parámetros del motor están fuera del intervalo aceptable. El AMA no funcionará.

ALARMA 56, AMA interrumpido por usuario

El usuario ha interrumpido el procedimiento AMA.

ALARMA 57, Fallo interno del AMA

Pruebe a reiniciar AMA de nuevo. Los reinicios repetidos pueden recalentar el motor.

ALARMA 58, Fallo interno del AMA

Diríjase a su distribuidor de (Danfoss).

ADVERTENCIA 59, Límite intensidad

La corriente es superior al valor de *4-18 Límite intensidad*. Asegúrese de que los datos del motor en los par. del 1-20 al 1-25 estén ajustados correctamente. Es posible aumentar el límite de intensidad. Asegúrese de que el sistema puede funcionar de manera segura con un límite superior.

ADVERTENCIA 60, Parada seguridad

Una señal de entrada digital indica una situación de fallo fuera del convertidor de frecuencia. Una parada externa ha ordenado la desconexión del convertidor de frecuencia. Elimine la situación de fallo externa. Para reanudar el funcionamiento normal, aplique 24 V CC al terminal programado para la parada externa. Reinicie el convertidor de frecuencia.

ADVERTENCIA 62, Frecuencia de salida en límite máximo

La frecuencia de salida ha alcanzado el valor ajustado en *4-19 Frecuencia salida máx.* Compruebe la aplicación para determinar la causa. Es posible aumentar el límite de la frecuencia de salida. Asegúrese de que el sistema puede funcionar de manera segura con una frecuencia de salida mayor. La advertencia se eliminará cuando la salida disminuya por debajo del límite máximo.

ADVERTENCIA / ALARMA 65, Sobretemperatura de tarjeta de control

la temperatura de desconexión de la tarjeta de control es de 80 °C.

Resolución del problema

- Compruebe que la temperatura ambiente de funcionamiento está dentro de los límites
- Compruebe que los filtros no estén obstruidos
- Compruebe el funcionamiento del ventilador
- Compruebe la tarjeta de control

ADVERTENCIA 66, Temperatura baja del disipador de calor

El convertidor de frecuencia está demasiado frío para funcionar. Esta advertencia se basa en el sensor de temperatura del módulo IGBT. Aumente la temperatura ambiente de la unidad. Asimismo, puede suministrarse una cantidad reducida de intensidad al convertidor de frecuencia de frecuencia cuando el motor se detiene ajustando *2-00 Intensidad CC mantenida/precalent.* al 5 % y *1-80 Función de parada*

ALARMA 67, La configuración del módulo de opción ha cambiado

Se han añadido o eliminado una o varias opciones desde la última desconexión del equipo. Compruebe que el cambio de configuración es intencionado y reinicie la unidad.

ALARMA 68, Parada de seguridad activada

Se ha activado la desconexión segura de par. Para reanudar el funcionamiento normal, aplique 24 V CC al terminal 37 y envíe una señal de reinicio (vía bus, E/S digital o pulsando [Reset]).

ALARMA 69, Temperatura de la tarjeta de potencia

El sensor de temperatura de la tarjeta de potencia está demasiado caliente o demasiado frío.

Resolución de problemas

- Compruebe que la temperatura ambiente de funcionamiento está dentro de los límites.
- Compruebe que los filtros no estén obstruidos.
- Compruebe el funcionamiento del ventilador.
- Compruebe la tarjeta de potencia.

ALARMA 70, Conf. FC incor.

La tarjeta de control y la tarjeta de potencia son incompatibles. Para comprobar la compatibilidad, póngase en contacto con su proveedor con el código descriptivo de la unidad indicado en la placa de características y las referencias de las tarjetas.

ALARMA 71, PTC 1 parada de seguridad

Se ha activado la desconexión segura de par desde MCB 112 de tarjeta del termistor PTC (motor demasiado caliente). Puede reanudarse el funcionamiento normal cuando MCB 112 aplique de nuevo 24 V CC al terminal 37 (cuando la temperatura del motor descienda hasta un nivel aceptable) y cuando se desactive la entrada digital desde MCB 112. Cuando esto suceda, debe enviarse una señal de reinicio (a través de bus, E/S digital o pulsando [Reset]).

ALARMA 72, Fallo peligroso

Desconexión segura de par con bloqueo por alarma. Se ha producido una combinación imprevista de comandos de desconexión segura de par:

- Tarjeta del termistor PTC VLT activa X44/10, pero la parada de seguridad no se activa.
- MCB 112 es el único dispositivo que utiliza desconexión segura de par (se especifica con la selección [4] o [5] de 5-19 *Terminal 37 parada segura*), se activa una combinación inesperada de desconexión segura de par sin que se active X44/10.

ALARMA 80, Convertidor de frecuencia inicializado en valor predeterminado

Los ajustes de parámetros se han inicializado con los valores predeterminados tras un reinicio manual. Para eliminar la alarma, reinicie la unidad.

ALARMA 92, Sin caudal

Se ha detectado una situación sin caudal en el sistema. 22-23 *Función falta de caudal* está configurado para la alarma. Localice las averías del sistema y reinicie el convertidor de frecuencia una vez eliminado el fallo.

ALARMA 93, Bomba seca

Una situación sin caudal en el sistema con el convertidor de frecuencia funcionando a alta velocidad podría indicar una bomba seca. 22-26 *Función bomba seca* está configurado para la alarma. Localice las averías del sistema y reinicie el convertidor de frecuencia una vez eliminado el fallo.

ALARMA 94, Fin de curva

La realimentación es inferior al punto de referencia. Esto puede indicar que hay una fuga en el sistema. 22-50 *Func. fin de curva* está configurado para la alarma. Localice las averías del sistema y reinicie el convertidor de frecuencia una vez eliminado el fallo.

ALARMA 95, Correa rota

El par es inferior al nivel de par ajustado para condición de ausencia de carga, lo que indica una correa rota. 22-60 *Func. correa rota* está configurado para la alarma. Localice las averías del sistema y reinicie el convertidor de frecuencia una vez eliminado el fallo.

ALARMA 96, Retardo de arranque

El arranque del motor se ha retrasado por haber activo un ciclo corto de protección. 22-76 *Intervalo entre arranques* está activado. Localice las averías del sistema y reinicie el convertidor de frecuencia una vez eliminado el fallo.

ADVERTENCIA 97, Parada retardada

La parada del motor se ha retrasado por haber activo un ciclo corto de protección. 22-76 *Intervalo entre arranques* está activado. Localice las averías del sistema y reinicie el convertidor de frecuencia una vez eliminado el fallo.

ADVERTENCIA 98, Fallo de reloj

La hora no está ajustada o se ha producido un fallo en el reloj RTC. Reinicie el reloj en 0-70 *Fecha y hora*.

ADVERTENCIA 200, Modo incendio

Esta advertencia indica que el convertidor de frecuencia está funcionando en Modo incendio. La advertencia desaparece cuando se elimina el Modo incendio. Consulte los datos del modo incendio en el registro de alarmas.

ADVERTENCIA 201. M Incendio act.

Indica que el convertidor de frecuencia ha entrado en modo incendio. Apague y vuelva a encender la unidad para eliminar la advertencia. Consulte los datos del modo incendio en el registro de alarmas.

ADVERTENCIA 202, Límites del modo incendio excedidos

Al funcionar en el modo incendio, se han ignorado una o más situaciones de alarma que normalmente habrían provocado la desconexión de la unidad. El funcionamiento en este estado anula la garantía de la unidad. Apague y vuelva a encender la unidad para eliminar la advertencia. Consulte los datos del modo incendio en el registro de alarmas.

ADVERTENCIA 203. Falta el motor

Se ha detectado un estado de baja carga con un convertidor de frecuencia con funcionamiento multimotor. Esto podría indicar que falta un motor. Compruebe que todo el sistema funciona correctamente.

ADVERTENCIA 204. Rotor bloqueado

Se ha detectado un estado de sobrecarga con un convertidor de frecuencia con funcionamiento multimotor. Esto podría indicar un rotor bloqueado. Inspeccione el motor para comprobar que funciona correctamente.

ADVERTENCIA 250, Nueva pieza de recambio

Se ha sustituido un componente del convertidor de frecuencia. Reinicie el convertidor de frecuencia para que funcione con normalidad.

ADVERTENCIA 251, Nuevo código descriptivo

Se ha sustituido la tarjeta de potencia u otro componente y el código descriptivo ha cambiado. Reinicie para eliminar la advertencia y reanudar el funcionamiento normal.

Índice

A

Abrazaderas de cable.....	128
Abreviaturas.....	7
Acceso a los terminales de control.....	119
Adaptación automática del motor.....	3
Adaptación automática del motor (AMA).....	133
Adaptaciones automáticas para asegurar el rendimiento.....	189
Advertencia contra arranques accidentales.....	11
Ahorro de energía.....	23, 24
Ajuste de frecuencia mínima programable.....	31
Ajuste del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia.....	46
Ajuste del convertidor de frecuencia.....	147
Ajuste hardware del convertidor de frecuencia.....	145
Ajuste manual del PID.....	46
Alarmas y advertencias.....	191
Alimentación de batería auxiliar a la función de reloj.....	65
Alimentación de red.....	10, 166, 170
AMA.....	133, 135, 199, 203
Amortiguadores.....	29
Apantallado / blindado.....	97, 124
Aplicaciones de par constante (modo CT).....	190
Aplicaciones de par variable (cuadrático) (VT).....	191
Arrancador en estrella / triángulo.....	25
Arranque / parada de pulsos.....	134
Arranque/parada.....	134
Aspectos generales de la emisión de armónicos.....	50
AWG.....	166

B

BACnet.....	77
Baja temperatura del evaporador.....	34
Bandas de frecuencias de bypass.....	31
Bolsa de accesorios.....	90
Bombas del condensador.....	33
Bombas primarias.....	34
Bombas secundarias.....	36

C

Cable de motor.....	115
Cableado de la resistencia de freno.....	56
Cables correctos para EMC.....	130
Cables de control.....	123, 128, 131

Cables de control apantallados.....	131
Cálculo de la resistencia de freno.....	55
Características de control.....	178
Características de par.....	175
Carga compartida.....	125
Caudal del evaporador.....	34
Caudal variable durante 1 año.....	24
Caudalímetro.....	34
Circuito intermedio.....	56, 181
Código de control.....	162
Código de estado.....	164
Código de estado ampliado.....	197
Código de estado ampliado 2.....	197
Código descriptivo de baja y media potencia.....	75
Códigos de advertencia.....	196
Códigos de alarma.....	195
Códigos de excepción Modbus.....	157
Códigos de función.....	157
Comparación de ahorro de energía.....	23
Compensación de $\cos \varphi$	25
Compensador de contracción.....	34
Comunicación en serie.....	8
Comunicación Modbus.....	145
Comunicación serie.....	131, 179
Condiciones de arranque / parada.....	143
Condiciones de funcionamiento extremas.....	56
Condiciones de refrigeración.....	91
Conexión a tierra.....	97, 127
Conexión a tierra de seguridad.....	127
Conexión de bus de CC.....	125
Conexión de red.....	144
Conexión de relés.....	104
Conexión del bus de campo.....	120
Conexión del motor.....	97
Conexión USB.....	121
Configurador de convertidores de frecuencia.....	74
Conmutación en la salida.....	56
Control de lazo cerrado para un sistema de ventilación.....	44
Control local (Hand on) y remoto (Auto on).....	39
Control mejorado.....	24
Control variable del caudal y la presión.....	24
Control vectorial avanzado.....	9
Controlador PID con 3 valores de consigna.....	30
Corriente de fuga a tierra.....	127
Corriente nominal.....	199

Corte de red.....	57	Esquema eléctrico de alternancia de bomba principal.....	141
Cortocircuito.....	200	Estado y funcionamiento del sistema.....	140
Cortocircuito (Fase del motor - Fase).....	56	Estructura de control de lazo abierto.....	37
Cubierta frontal del par de apriete.....	89	Estructura de control de lazo cerrado.....	40
		ETR.....	118
D		F	
Datos del motor.....	199, 203	Factor de potencia.....	10
Definiciones.....	8	Fases del motor.....	56
Derechos de autor, limitación de responsabilidad y derechos de revisión.....	6	FC con Modbus RTU.....	146
Desconexión segura de par.....	15	Filtro sinusoidal.....	99
Desequilibrio de tensión.....	198	Filtros armónicos.....	79
Determinación de la velocidad local.....	34	Filtros de salida.....	73
DeviceNet.....	77	Filtros dU/dt.....	73
Dimensiones mecánicas.....	87	Filtros sinusoidales.....	73
Dirección de giro del motor.....	118	Frenado.....	201
Directiva de máquinas (2006/42/CE).....	12	Freno de CC.....	162
Directiva EMC (2004/108/CE).....	12	Función de freno.....	55
Directiva EMC 2004/108/CE.....	13	Funcionamiento por inercia.....	162
Directiva sobre baja tensión (2006/95/CE).....	12	Fusibles.....	105, 201
Dispositivo de corriente residual (diferencial).....	132		
Dispositivos de desconexión de corriente.....	114	G	
Documentación.....	6	Giro de izquierda a derecha.....	118
		Giro del motor.....	118
E		Golpe.....	14
E/S para entradas de consigna.....	65		
Ejemplo de cableado básico.....	122	H	
Ejemplo de control PID de lazo cerrado.....	44	Humedad atmosférica.....	13
Ejemplos de aplicaciones.....	28		
El control multizona.....	65	I	
Emisión conducida.....	0 , 49	IGV.....	29
Emisión irradiada.....	0 , 49		
Emisiones con EMC.....	47	Í	
Enlace de CC.....	198	Índice (IND).....	150
Entorno.....	179		
Entornos agresivos.....	14	I	
Entrada analógica.....	198	Inercia.....	8, 164
Entrada digital.....	199	Instalación de un suministro de CC externo de 24 V.....	120
Entradas analógicas.....	8, 9, 176	Instalación eléctrica.....	122, 123
Entradas de pulsos.....	177	Instalación eléctrica - Precauciones de EMC.....	128
Entradas de tensión analógicas - Terminal X30/10-12.....	61	Instalación en altitudes elevadas.....	11
Entradas del transmisor / sensor.....	65	Instalación lado a lado.....	91
Entradas digitales.....	176	Instrucciones de eliminación.....	12
Entradas digitales - Terminal X30/1-4.....	61	Intensidad de salida.....	199
Especificaciones generales.....	175	Intensidad del motor.....	203
Esquema de principio.....	65	Interruptor RFI.....	132

Interruptores S201, S202 y S801..... 121

K

Kit de protección IP21 / IP41 / TIPO 1..... 71

Kit de protección IP21 / Tipo 1..... 71

L

La selección de E/S analógica..... 65

Lazos de tierra..... 131

LCP..... 8, 9, 39, 70

Lectura de registros de retención (03 HEX)..... 160

Leyes de proporcionalidad..... 23

Lista de códigos de alarma / advertencia..... 193

Localización de averías..... 191

Longitud del telegrama (LGE)..... 147

Longitudes y secciones de cables..... 175

M

Manejo de referencias..... 43

Mantener la frecuencia de salida..... 162

Mantener salida..... 8

Marca y conformidad CE..... 12

MCT 31..... 126

Modbus RTU..... 153

Momento de inercia..... 56

Montaje mecánico..... 91

N

Nivel de tensión..... 176

Normas de seguridad..... 11

Nota de seguridad..... 11

Número de parámetro (PNU)..... 150

Números de pedido..... 74

Números de pedido:..... 82, 83, 84, 85

Números de pedido: Filtros armónicos..... 79

Números de pedido: Opciones y accesorios..... 76

O

Opción..... 62

Opción de comunicación..... 201

Opción de relé..... 62

Opción E/S analógica MCB 109..... 65

Opciones y accesorios..... 59

Orden de programación..... 45

P

Par de arranque..... 8

Parámetros eléctricos del motor..... 135

Pérdida de fase..... 198

Periodo de amortización..... 24

Placa de características del motor..... 132

Placa de desacoplamiento..... 97

Potencia de frenado..... 9, 56

Potencia del motor..... 203

Potencial de control..... 36

Precaución..... 12

Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC)..... 146

Presión diferencial..... 36

Profibus..... 77

Programación..... 198

Programación del Smart Logic Control..... 136

Protección..... 14, 52, 180

Protección contra sobrecarga del motor..... 118

Protección de circuito derivado..... 105

Protección térmica..... 7

Protección térmica del motor..... 57, 115, 165

Protección y funciones..... 180

Prueba de alta tensión..... 126

Q

Qué es la marca y conformidad CE?..... 12

R

RCD..... 9

Realimentación..... 202, 204

Red aislada de tierra (IT)..... 132

Red pública de suministro eléctrico..... 50

Reducción de potencia debido a funcionamiento a velocidad lenta..... 190

Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica 190

Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente..... 185

Referencia de potenciómetro..... 135

Refrigeración..... 190

Reinicio..... 198, 204

Reloj de tiempo real (RTC)..... 66

Rendimiento..... 180

Rendimiento de la tarjeta de control..... 179

Rendimiento de salida (U, V, W)..... 175

Requisitos de inmunidad.....	51	Terminales de control.....	121, 122
Requisitos de seguridad.....	86	Termistor.....	10
Requisitos en materia de emisión de armónicos.....	50	Tiempo de descarga.....	12
Requisitos en materia de emisiones.....	48	Tiempo de incremento.....	181
Resistencia de freno.....	54	Tipos de datos admitidos por el convertidor de frecuencia.....	151
Resistencias de freno.....	85	Troqueles.....	94
Resultados de la prueba de armónicos (emisión).....	50		
Resultados de las pruebas EMC.....	49	U	
Resumen de protocolo.....	146	Un arrancador suave.....	25
Rodete de la bomba.....	33	Una clara ventaja: el ahorro de energía.....	22
RS-485.....	144	Una corrección del factor de potencia.....	25
Ruido acústico.....	181		
		V	
S		Valores de parámetros.....	158
Salida analógica.....	177	Válvula de estrangulamiento.....	33
Salida del motor.....	175	Varias bombas.....	36
Salida digital.....	177	VAV.....	29
Salidas analógicas - Terminal X30/5+8.....	61	Velocidad fija.....	8, 163
Salidas de relé.....	178	Velocidad nominal del motor.....	8
Salidas digitales - Terminal X30/5-7.....	61	Ventilador de retorno.....	29
Salidas para actuadores.....	65	Ventilador de torre de refrigeración.....	31
Señal analógica.....	198	Versión de software.....	6
Sensor de CO ₂	30	Versiones de software.....	77
Sensor de temperatura Ni1000.....	66	Vibración.....	14
Sensor de temperatura Pt1000.....	66	Vibraciones.....	31
Sistema CAV.....	30	Volumen de aire constante.....	30
Sistema de gestión de edificio.....	65	Volumen de aire variable.....	29
Sistema de gestión de edificios (en inglés, BMS).....	23	VVCplus).....	10
Sistema de ventiladores controlado por convertidores de frecuencia.....	27		
Sistemas centrales VAV.....	29		
Smart Logic Control.....	136		
Sobrecarga estática en modo VVCplus.....	57		
Sobretensión generada por el motor.....	56		
Suministro externo de 24 V CC.....	64		
T			
Tarjeta de control.....	198		
Tarjeta de control, comunicación serie RS-485.....	177		
Tarjeta de control, salida de 10 V CC.....	178		
Tarjeta de control, salida de 24 V CC.....	177		
Tarjeta de control, USB comunicación serie.....	179		
Tensión de alimentación.....	201		
Tensión del motor.....	181		
Tensión pico en el motor.....	181		
Terminal de entrada.....	198		



www.danfoss.com/Spain

.....
Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores que pudieran aparecer en sus catálogos, folletos o cualquier otro material impreso y se reserva el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluidos los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan las características convenidas con el cliente. Todas las marcas comerciales de este material son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo Danfoss son marcas comerciales de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos.
.....

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
www.danfoss.com/drives

