Índice

1 Cómo leer esta Guía de diseño 3
Copyright, Limitación de Responsabilidad y Derechos de Revisión 3
Aprobaciones 4
Símbolos 4
Abreviaturas 5
Definiciones 6

2 Introducción a Convertidor VLT HVAC 11
Seguridad 11
Marca CE 12
Humedad atmosférica 14
Entornos agresivos 14
Vibración y choque 15
Controles de Convertidor VLT HVAC 28
PID 30
Aspectos generales de la EMC 39
Aislamiento galvánico (PELV) 42
PELV - Tensión protectora extra baja 42
Control con la función de freno 44
Condiciones de funcionamiento extremas 46
Parada de seguridad 50

3 Selección de Convertidor VLT HVAC 53
opciones y accesorios 53

4 Cómo realizar un pedido 63
Números de pedido 65

5 Instrucciones de montaje 73
Dimensiones mecánicas 74
Instalación eléctrica 81
Ajuste final y prueba 107
Conexiones adicionales 109
Conexión de bus de CC 109
Opción de conexión de freno 109
Conexión de relés 110
Instalación de diversas conexiones 114
Seguridad 116
Instalación correcta en cuanto a EMC 117
Interferencia de la red de alimentación/Armónicos 121
Dispositivo de corriente residual 121

6 Ejemplos de aplicaciones 123
Arranque/Parada 123
Marcha/paro por pulsos 123
Referencia del potenciómetro 124
Adaptación automática del motor (AMA) 124
Programación de Smart Logic Control 124
Ejemplo de aplicación del SLC 125
Controlador de cascada BASIC 126
Conexión por etapas de bombas con alternancia de bomba guía 127
Estado y funcionamiento del sistema 128
Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable 128
Esquema eléctrico de alternancia de bomba guía 128
Diagrama de cableado del Controlador de cascada 129
Condiciones de arranque/parada 130

7 RS-485 Instalación y configuración 131
RS-485 Instalación y configuración 131
Aspectos generales del protocolo FC 133
Configuración de red 134
Estructura del formato de mensajes del protocolo FC 134
Ejemplos 139
Visión general de Modbus RTU 140
Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU 141
Cómo acceder a los parámetros 145
Ejemplos 147
Perfil de control Danfoss FC Danfoss 152

8 Especificaciones generales y solucion de fallos 157
Especificaciones 157
Rendimiento 168
Ruido acústico 169
Pico de tensión en el motor 169
Condiciones especiales 170
Alarmas y advertencias 172
Códigos de alarma 175
Códigos de advertencia 176
Códigos de estado ampliados 177
Mensajes de fallo 178

Índice 181

1 Cómo leer esta Guía de diseño

1

Convertidor VLT HVAC
Serie FC 100
Versión del software: 2.8.x

Esta guía puede emplearse para todos los convertidores de frecuencia Convertidor VLT HVAC que incorporen la versión de software 2.8.x. El número de la versión de software se puede leer en el parámetro 15-43.

1.1.1 Copyright, Limitación de Responsabilidad y Derechos de Revisión

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 serie. Esta publicación está protegida por las leyes de derechos de autor de Dinamarca y de la mayoría de los demás países.

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 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

1

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.

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.

1.1.2 Documentación disponible

- El Manual de Funcionamiento MG.11.Ax.yy proporciona toda la información necesaria para la puesta en marcha del convertidor de frecuencia.
- La Guía de Diseño MG.11.Bx.yy incluye toda la información técnica acerca del diseño del convertidor de frecuencia y las aplicaciones del cliente.
- La Guía de programación MG.11.Cx.yy proporciona información acerca de cómo programar el equipo e incluye descripciones completas de los parámetros.
- Instrucciones de montaje, Opción E/S analógica MCB 109, MI.38.Bx.yy
- El software de programación MCT 10, MG.10.Ax.yy permite al usuario configurar el convertidor de frecuencia desde un ordenador con sistema operativo Windows™.
- Danfoss Software VLT Energy Box en *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions*, seleccione PC Software Download
- Manual de aplicaciones para VLT 6000 HVAC, MN.60.Ix.yy
- Manual de funcionamiento Convertidor VLT HVAC de BACnet, MG.11.Dx.yy
- Manual de funcionamiento Convertidor VLT HVAC de Profibus, MG.33.Cx.yy.
- Manual de funcionamiento Convertidor VLT HVAC de Device Net, MG.33.Dx.yy
- Manual de funcionamiento Convertidor VLT HVAC de LonWorks, MG.11.Ex.yy
- Manual de funcionamiento Convertidor VLT HVAC de High Power, MG.11.Fx.yy
- Manual de funcionamiento Convertidor VLT HVAC de Metasys, MG.11.Gx.yy

x = Número de revisión
yy = Código de idioma

La documentación técnica de los convertidores Danfoss también se encuentra disponible en *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm.*

1.1.3 Aprobaciones

1.1.4 Símbolos

Símbolos utilizados en esta Guía de Diseño.

¡NOTA!
Indica algo que el usuario debe tener en cuenta.

Indica una advertencia general.

Indica una advertencia de alta tensión.

* Indica ajustes predeterminados

1.1.5 Abreviaturas

Corriente alterna	CA
Diámetro de cable norteamericano	AWG
Amperio/AMP	A
Adaptación automática del motor	AMA
Límite de intensidad	I_{LIM}
Grados Celsius	°C
Corriente continua	CC
Dependiente de la unidad	D-TYPE
Compatibilidad electromagnética	EMC
Relé térmico electrónico	ETR
convertidor de frecuencia	FC
Gramo	g
Hercio	Hz
Kilohercio	kHz
Panel de control local	
Metro	m
Milihenrio (inductancia)	mH
Miliamperio	mA
Milisegundo	ms
Minuto	min
Herramienta de control de movimiento	MCT
Nanofaradio	nF
Newton metro	Nm
Intensidad nominal del motor	$I_{M,N}$
Frecuencia nominal del motor	$f_{M,N}$
Potencia nominal del motor	$P_{M,N}$
Tensión nominal del motor	$U_{M,N}$
Parámetro	par.
Tensión protectora muy baja	PELV
Placa de circuito impreso	PCB
Intensidad nominal de salida del inversor	I_{INV}
Revoluciones por minuto	RPM
Terminales de regeneración	Regen.
Segundo	s
Veloc. motor síncrono	n_s
Límite de par	T_{LIM}
Voltios	V

1.1.6 Definiciones

1

Convertidor de frecuencia:

$I_{VLT,MAX}$
La máxima intensidad de salida.

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

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

Entrada:

Comando de control Puede iniciar y detener el funcionamiento del motor conectado mediante el LCP y 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 Grupo 2	Reset, Paro por inercia, Reset y paro por inercia, Parada rápida, Frenado de CC, Parada y la tecla "Off" (desconexión). Arranque, Arranque de pulsos, Cambio de sentido, Arranque y cambio de sentido, Velocidad fija y Mantener salida

Motor:

f_{JOG}
Frecuencia del motor cuando está activada la función velocidad fija (mediante terminales digitales).

f_M
Frecuencia del motor.

$f_{MÁX}$
Frecuencia máxima del motor.

f_{MIN}
Frecuencia mínima del motor.

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

I_M
Intensidad del motor.

$I_{M,N}$
Intensidad 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).

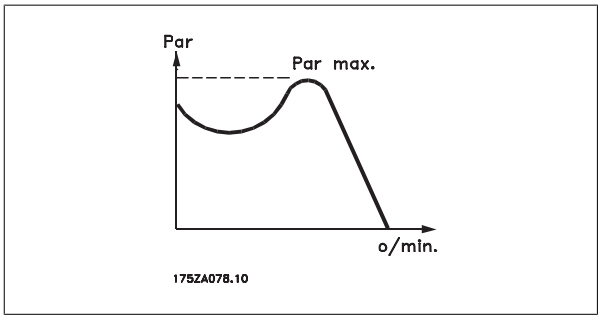
$T_{M,N}$
El par nominal (motor).

1

U_M
La tensión instantánea del motor.

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

Par inicial en el 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
Comando de parada que pertenece al grupo 1 de los comandos de control (consulte este grupo).

Comando de parada
Consulte los comandos de control.

Referencias:

Referencia analógica
Señal transmitida a las entradas analógicas 53 ó 54; puede ser de tensión o de intensidad.

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

Referencia interna
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 pulsos transmitida a las entradas digitales (terminal 29 ó 33).

Ref_{MAX}
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 la referencia máxima se ajusta en el par. 3-03.

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 la referencia mínima se ajusta en el par. 3-02.

Varios:

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

1

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 para el motor conectado cuando se encuentra parado.

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

Características de 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 térmico-electrónico 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 (LCP 102)

Inicialización
Si se lleva a cabo una inicialización (par. 14-22), los parámetros programables del convertidor de frecuencia se restablecen en los ajustes de fábrica.

Ciclo de trabajo intermitente
Un ciclo de trabajo intermitente se refiere a una secuencia de ciclos de trabajo. Cada ciclo está formado por un período en carga y un período sin carga. El funcionamiento puede ser de trabajo periódico o de trabajo no periódico.

LCP
El panel de control local (LCP) constituye una completa interfaz para el control y la programación del convertidor. El panel de control es desmontable y puede instalarse a un máximo de 3 metros de distancia del convertidor de frecuencia; por ejemplo, en un panel frontal, mediante el kit de instalación opcional.
El panel de control local está disponible en dos versiones:

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

lsb
Bit menos significativo.

MCM
Sigla en inglés de Mille Circular Mil, una unidad norteamericana de sección de cables. 1 MCM ≡ 0,5067 mm^2.

msb
Bit más significativo.

NLCP
Panel numérico de control local LCP101

Parámetros en línea/fuera de línea
Los cambios realizados en los parámetros en línea se activan inmediatamente después de cambiar el valor del dato. Los cambios realizados en los parámetros fuera de línea no se activan hasta que se pulsa [OK] (Aceptar) en el LCP.

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
Puede guardar los ajustes de parámetros en cuatro ajustes distintos. Puede cambiar entre estos cuatro ajustes de parámetros y editar uno mientras otro está activo.

SFAVM
Patrón de conmutación denominado Modulación vectorial asíncrona orientada al flujo del estator (par. 14-00).

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 reinicio 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 de cara a 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 está sujeto a un cortocircuito en la salida. Un bloqueo por alarma puede cancelarse cortando la alimentación, eliminando la causa del fallo y volviendo a conectar el convertidor de frecuencia. Se impide el reinicio 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 del personal.

Características de VT
Características de par variable utilizadas en bombas y ventiladores.

VVC^{plus}
Si se compara con el control de relación tensión/frecuencia estándar, 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 vectorial asíncrona de 60º (véase par. 14-00).

1

1.1.7 Factor de potencia

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

$$Factor\ de\ potencia = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times COS\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

El factor de potencia para el control trifásico es:

$$= \frac{I_1 \times cos\varphi 1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \ ya\ que\ cos\varphi 1 = 1$$

El factor de potencia indica la carga que impone el convertidor de frecuencia sobre la alimentación de red.
Cuanto menor sea el factor de potencia, mayor será el I_{RMS} para el mismo rendimiento en kW.

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

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 minimiza la carga impuesta a la alimentación de red.

2 Introducción a Convertidor VLT HVAC

2.1 Seguridad

2.1.1 Nota de seguridad

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 reglamentos de seguridad locales y nacionales.

Medidas de seguridad

1. En caso de que haya que realizar actividades de reparación, el convertidor de frecuencia deberá desconectarse de la red eléctrica. 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] (Parada/Reset) del panel de control del convertidor de frecuencia no desconecta el equipo de la red, por lo que no debe utilizarse como un interruptor de seguridad.
3. Debe establecerse una correcta conexión protectora a tierra del equipo, el usuario debe estar protegido de la tensión de alimentación y el motor debe estar protegido de 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 con el par. 1-90 *Protección térmica motor*. Si se desea utilizar esta función, ajuste el parámetro 1-90 en el valor de datos [Descon. ETR] (valor predeterminado) o [Advert. ETR]. Nota : la función se inicializa a 1,16 x la intensidad nominal del motor y la frecuencia nominal del motor. Para el mercado norteamericano: Las funciones ETR proporcionan protección contra sobrecarga del motor de la clase 20, de acuerdo con NEC.
6. No retire las conexiones del motor ni de la red de alimentación mientras el convertidor de frecuencia VLT esté conectado a la red eléctrica. Antes de retirar las conexiones del motor y de la red eléctrica, compruebe que se haya quitado la alimentación de red y que haya transcurrido el tiempo necesario.
7. Tenga en cuenta que el convertidor tiene otras entradas de tensión además de las entradas L1, L2 y L3 cuando la carga está compartida (enlace del circuito intermedio CC) y se ha instalado el suministro externo de 24 V CC. Antes de efectuar cualquier trabajo de reparación, compruebe que se hayan desconectado todas las entradas de tensión y que haya transcurrido un período de tiempo suficiente.

Instalación en altitudes elevadas

Para altitudes por encima de 2 km, póngase en contacto Danfoss en relación con PELV.

Advertencia contra arranques no deseados

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 por LCP. 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 debe estar activada la tecla de parada [STOP/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 las entradas de tensión, como el suministro externo de 24 V CC, la carga compartida (enlace del circuito intermedio CC) y la conexión del motor para energía regenerativa. Consulte el *Manual de funcionamiento del convertidor VLT®* HVAC MG.11.Ax.yy para obtener más información sobre las directrices de seguridad.

2.1.2 Precaución

2

Precaución

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

Tensión	Tiempo de espera mínimo				
	4 min.	15 min.	20 min.	30 min.	40 min.
200 - 240 V	1,1 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW			
380 - 480 V	1,1 - 7,5 kW	11 - 90 kW	110 -200 kW		250 - 450 kW
525 - 600 V	1,1 - 7,5 kW		110 - 250 kW	315 - 560 kW	
Tenga en cuenta que puede haber alta tensión en el enlace de CC aunque los indicadores LED estén apagados.					

Los equipos que contienen componentes eléctricos no pueden desecharse junto con los desperdicios domésticos.
Deben recogerse de forma selectiva junto con otros residuos de origen eléctrico y electrónico conforme a la legislación local vigente.

2.2 Marca CE

2.2.1 Conformidad y marca CE

Qué es la Conformidad y marca CE?

¿ El propósito de la marca CE es evitar los obstáculos técnicos para la comercialización en la EFTA 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 tratan en tres directivas de la UE, que son las siguientes:

Directiva sobre máquinas (98/37/EEC)

Toda la maquinaria con partes móviles críticas está cubierta por la directiva sobre máquinas, vigente desde el 1 de enero de 1995. Teniendo en cuenta que los convertidores de frecuencia funcionan primordialmente con electricidad, no están incluidos en esta directiva. 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. Lo hacemos mediante una declaración del fabricante.

Directiva sobre baja tensión (73/23/EEC)

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 es aplicable a todos los equipos y aparatos eléctricos utilizados en el rango de tensión de 50 - 1.000 V CA y 75 - 1.500 V CC. Danfoss otorga la marca CE de acuerdo con esta directiva y emite una declaración de conformidad si así se solicita.

Directiva sobre EMC (89/336/CEE)

EMC son las siglas en inglés del término 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, véanse las instrucciones en esta Guía de diseño. Además, especificamos las normas que cumplen nuestros distintos productos. Ofrecemos los filtros que pueden encontrarse en las especificaciones y proporcionamos 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 89/336/EEC*" (directrices para la aplicación de la Directiva del Consejo 89/336/CEE) describe tres situaciones típicas de utilización de convertidores de frecuencia. Consultar más adelante para cobertura EMC y marca CE.

1. El convertidor de frecuencia se vende directamente al usuario final. Por ejemplo, el convertidor se vende en el mercado doméstico. El consumidor final es un ciudadano normal sin una formación especial. Instala el convertidor personalmente, por ejemplo, en una máquina que usa como pasatiempo o en un electrodoméstico. Para tales usos, el convertidor de frecuencia debe contar con la marca CE según la directiva sobre EMC.
2. El convertidor de frecuencia se vende para instalarlo en una planta, construida por profesionales del sector correspondiente. Por ejemplo, puede tratarse de una instalación de producción o de calefacción/ventilación, diseñada e instalada por profesionales. En este caso, ni el convertidor ni la instalación terminada necesitan contar con la marca CE según la directiva sobre EMC. Sin embargo, la unidad debe cumplir con los requisitos básicos de compatibilidad electromagnética establecidos en la directiva. Esto puede asegurarse utilizando componentes, aparatos y sistemas con la marca CE, según la directiva sobre EMC.
3. El convertidor de frecuencia se vende como parte de un sistema completo. El sistema está siendo comercializado como un conjunto y podría ser, p. ej., un sistema de aire acondicionado. El sistema completo debe contar con la marca CE según la directiva sobre EMC. El fabricante puede garantizar la marca CE según la directiva sobre EMC, ya sea utilizando componentes con la marca CE o bien realizando pruebas de EMC del sistema. Si decide utilizar sólo componentes con la marca CE, no está obligado a probar todo el sistema.

2.2.3 Convertidores de frecuencia Danfoss marca CE

La marca CE es una característica positiva cuando se emplea para su propósito original, es decir, facilitar la comercialización en la UE y la EFTA.

Sin embargo, la marca CE puede abarcar muchas especificaciones diferentes. Por lo tanto, 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 VLT según la directiva sobre baja tensión y compatibilidad electromagnética. Esto significa que siempre que el convertidor de frecuencia se instale correctamente, queda garantizado que cumple con ambas directivas. 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.

La Guía de Diseño ofrece instrucciones detalladas para la instalación que aseguran su conformidad respecto a EMC. Además, Danfoss especifica las normas que cumplen sus distintos productos.

Danfoss está a su disposición para proporcionar otros tipos de asistencia que le ayuden a obtener el mejor resultado posible en cuanto a compatibilidad electromagnética.

2.2.4 Conformidad con la Directiva sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC

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. Debe señalarse 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, véase la sección *Inmunidad EMC*.

2.3 Humedad atmosférica

2.3.1 Humedad atmosférica

El convertidor de frecuencia ha sido diseñado para cumplir la norma IEC/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.

El convertidor de frecuencia no se debe instalar en lugares en los que haya líquidos, partículas o gases en suspensión 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 duración del convertidor de frecuencia.

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 IP 54/55. Como protección extra, pueden pedirse opcionalmente las placas de circuitos impresos barnizados.

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, originarán procesos químicos en los componentes del convertidor de frecuencia.

Dichas reacciones químicas afectarán 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 extra, en estas zonas se puede pedir opcionalmente el barnizado de las placas de circuitos impresos.

¡NOTA!
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.

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 es el ennegrecimiento de los conductos de cobre y los extremos de los cables de las instalaciones existentes.

2.5 Vibración y choque

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

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.

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

2.6 Ventajas

2.6.1 ¿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 apartado *Las leyes de la proporcionalidad.*

2.6.2 Una clara ventaja: el ahorro de energía

La gran ventaja de emplear un convertidor de frecuencia para controlar la velocidad de ventiladores o bombas está en el ahorro de electricidad.
Si se compara con sistemas de control y tecnologías alternativos, un convertidor de frecuencia es el sistema de control de energía óptimo para controlar sistemas de ventiladores y bombas.

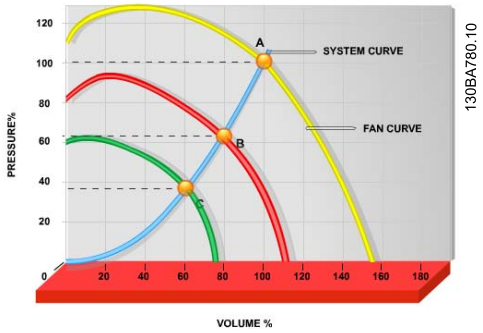


Ilustración 2.1: El gráfico muestra curvas de ventilador (A, B y C) para caudales bajos de ventilador.

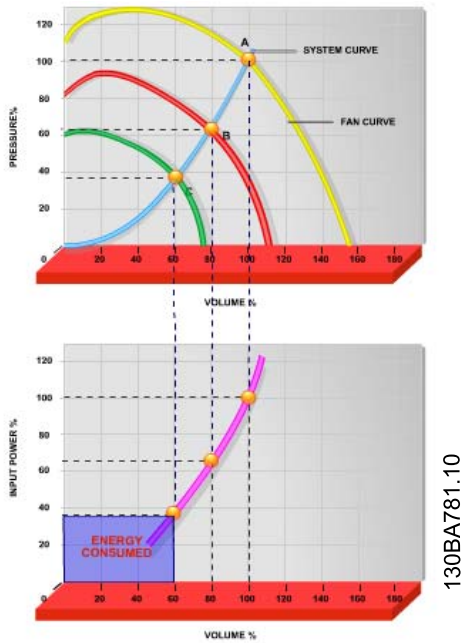


Ilustración 2.2: Cuando se utiliza un convertidor de frecuencia para reducir la capacidad del ventilador al 60% es posible obtener más del 50% de ahorro en equipos convencionales.

2.6.3 Ejemplo de ahorro de energía

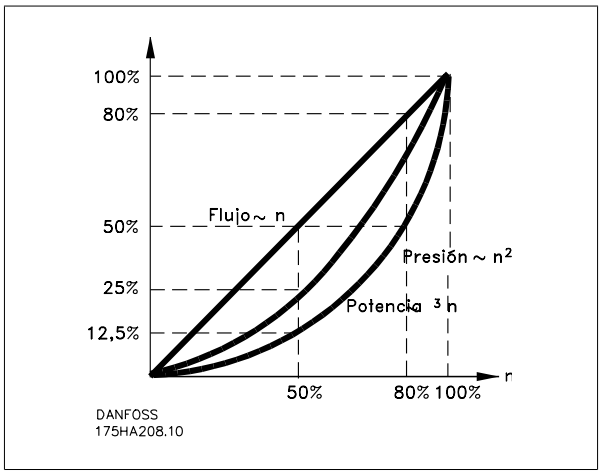
2

Como muestra la figura (leyes de proporcionalidad), el caudal se controla cambiando las rpm. Al reducir la velocidad sólo 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 rpm. El consumo eléctrico, sin embargo, se reduce en un 50%.
Si el sistema en cuestión sólo 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%.

The laws of proportionality

La siguiente figura describe la dependencia del caudal, la presión y el consumo de energía, de las revoluciones del motor.

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



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

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

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

2.6.4 Comparación de ahorro de energía

El sistema 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 gráfica que se muestra a continuación ilustra el ahorro de energía típico que puede obtenerse con 3 productos conocidos cuando el volumen del ventilador se reduce, por ejemplo hasta un 60%.
Como muestra el gráfico, puede conseguirse en equipos convencionales más del 50% del ahorro energético.

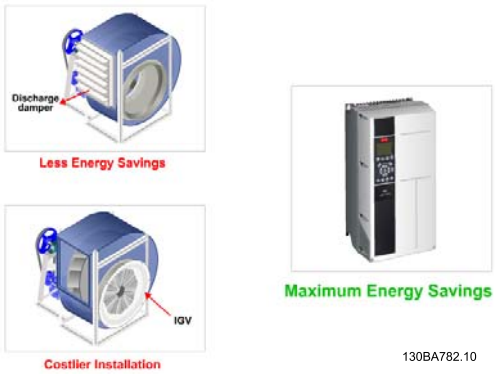


Ilustración 2.3: Los tres sistemas de ahorro de energía convencionales.

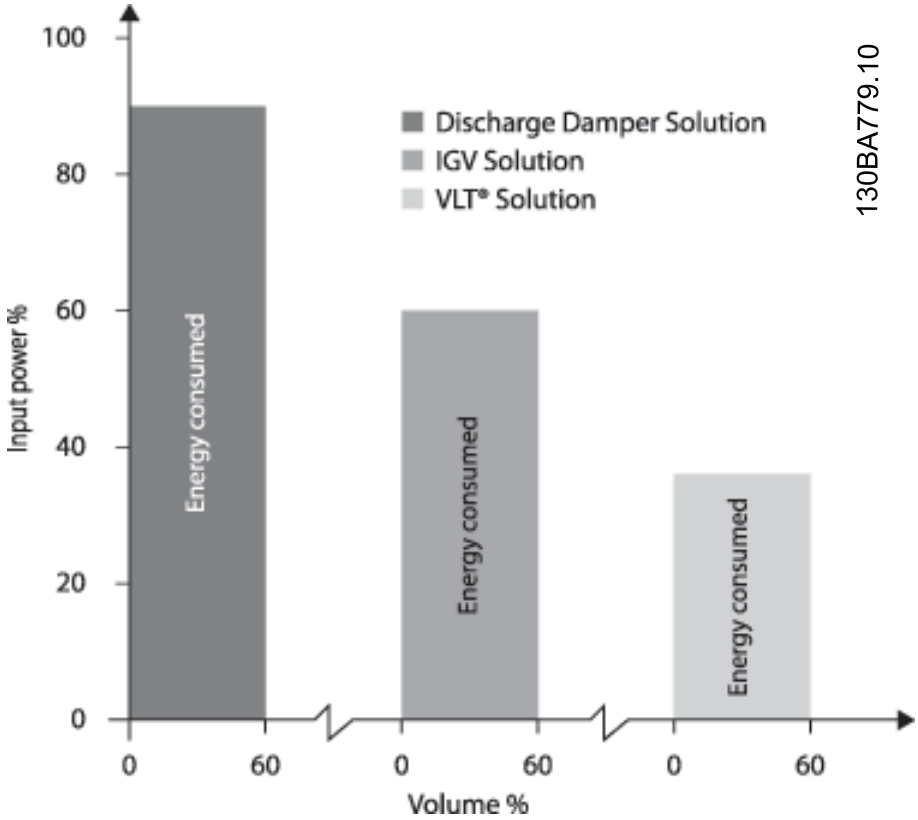


Ilustración 2.4: Los atenuadores de descarga reducen el consumo de potencia en cierta medida. Las aletas guiadoras variables de entrada ofrecen un 40% de reducción pero su instalación es costosa. El sistema Danfoss reduce el consumo de energía en más de un 50% y es fácil de instalar.

2

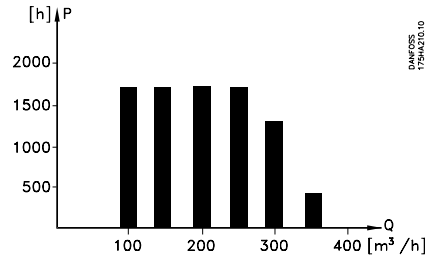
2.6.5 Ejemplo con caudal variable durante 1 año

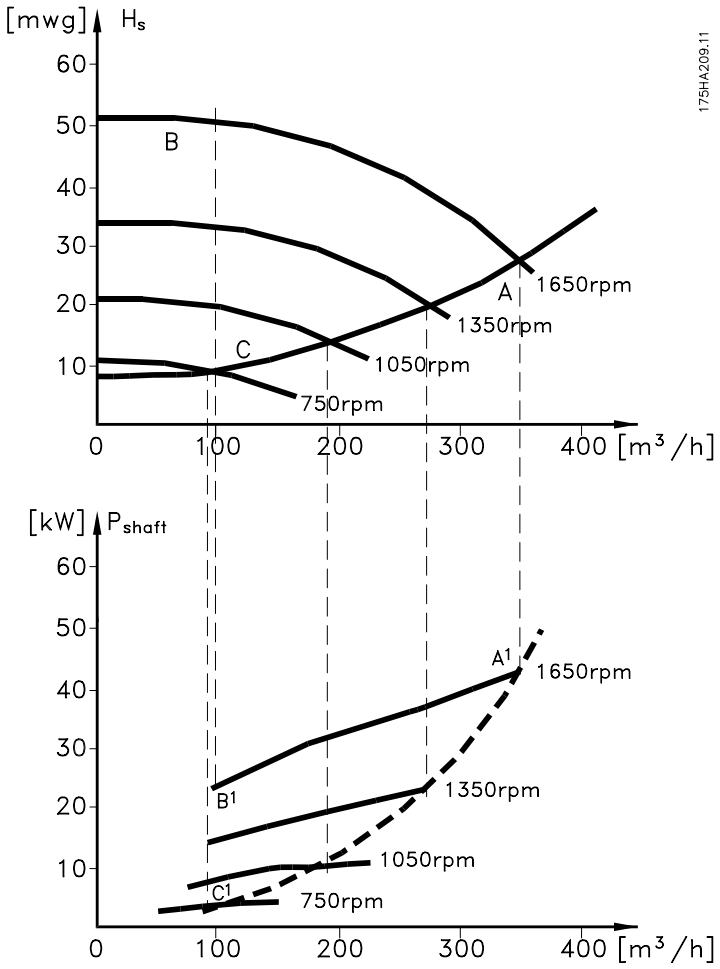
El siguiente ejemplo está calculado en base a las características de una bomba segun su hoja de datos.
El resultado obtenido muestra un ahorro de energía superior al 50% para el caudal dado, durante un año. El periodo de amortización depende del precio por kWh y del precio del convertidor de frecuencia.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

Ahorro de energía

$P_{eje}=P_{salida\ en\ el\ eje}$

Distribución del caudal durante 1 año





m^3/h	Distribución		Regulación por válvula		Control por convertidor de frecuencia	
	%	Horas	Potencia	de potencia	Potencia	de potencia
			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	6.132
Σ	100	8760		275.064		26.801

2.6.6 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 de caudal y 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 PID integrado en el convertidor.

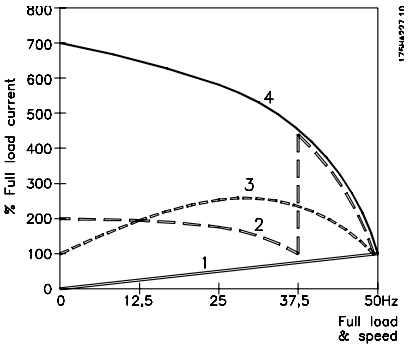
2.6.7 Compensación de cos φ

En general, un convertidor de frecuencia con un cos φ igual a 1 proporciona una corrección del factor de potencia para el cos φ del motor, lo que significa que no hay necesidad de considerar el cos φ del motor cuando se dimensiona la unidad de corrección del factor de potencia.

2.6.8 No es necesarioun 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, un arrancador en estrella/triángulo o un arrancador suave se utiliza ampliamente. Estos arrancadores de motor no se necesitan si se usa un convertidor de frecuencia.

Como se ilustra en la siguiente figura, un convertidor de frecuencia no consume más tensión que la nominal.



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

2.6.9 Ahorro de energía con el uso de un convertidor de frecuencia.

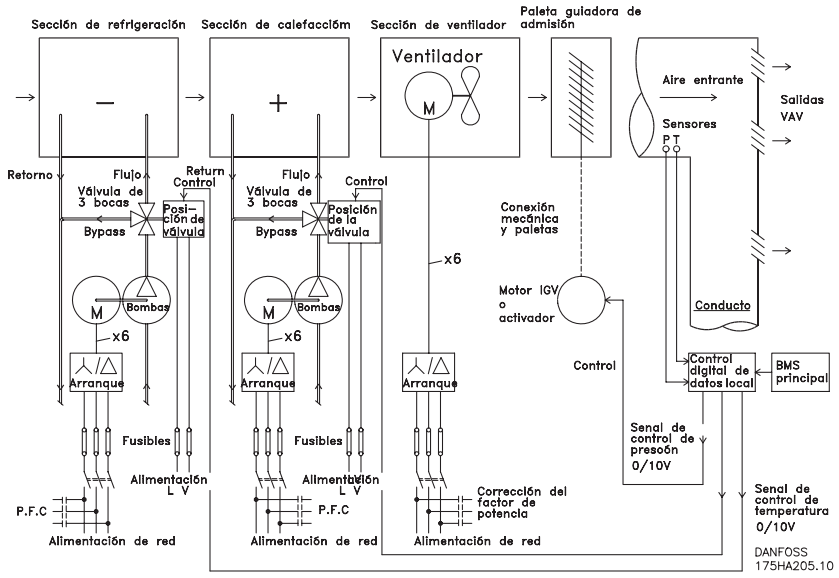
El ejemplo de la siguiente página muestra que muchos de los equipos no son necesarios cuando se emplea un convertidor de frecuencia. Es posible calcular el coste de instalación de los dos sistemas. En dicho ejemplo, el precio de ambos sistemas es aproximadamente el mismo.

2

2.6.10 Sin convertidor de frecuencia

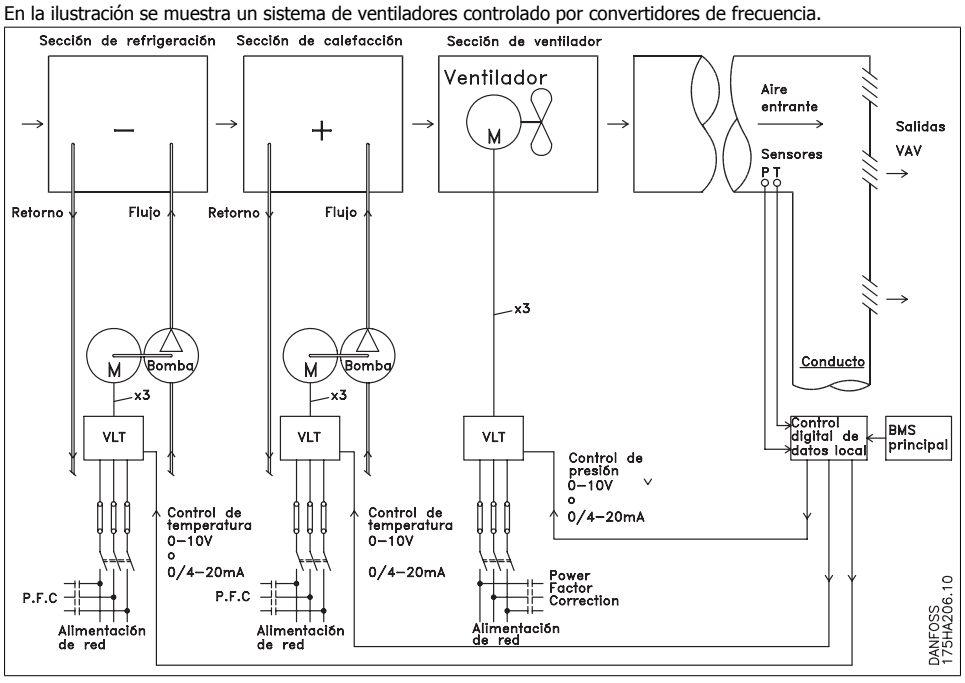
La figura muestra un sistema de ventilador tradicional.

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



2.6.11 Con un convertidor de frecuencia

En la ilustración se muestra un sistema de ventiladores controlado por convertidores de frecuencia.



2.6.12 Ejemplos de aplicación

En las siguientes páginas se muestran ejemplos típicos de aplicaciones en HVAC.
Si desea recibir 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 MN.60.A1.02

Volumen de aire constante

Solicite The Drive to...Improving Constant Air Volume Ventilation Systems MN.60.B1.02

Ventilador de torre de refrigeración

Solicite The Drive to...Improving fan control on cooling towers MN.60.C1.02

Bombas del condensador

Solicite The Drive to...Improving condenser water pumping systems MN.60.F1.02

Bombas primarias

Solicite The Drive to...Improve your primary pumping in primay/secondary pumping systems MN.60.D1.02

Bombas secundarias

Solicite The Drive to...Improve your secondary pumping in primay/secondary pumping systems MN.60.E1.02

2.6.13 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.
Este rendimiento se deriva del uso ventiladores y enfriadores de mayor tamaño, cuyo rendimiento es muy superior al de los enfriadores de aire distribuidos y motores pequeños. También se produce un ahorro como consecuencia de la disminución de los requisitos de mantenimiento.

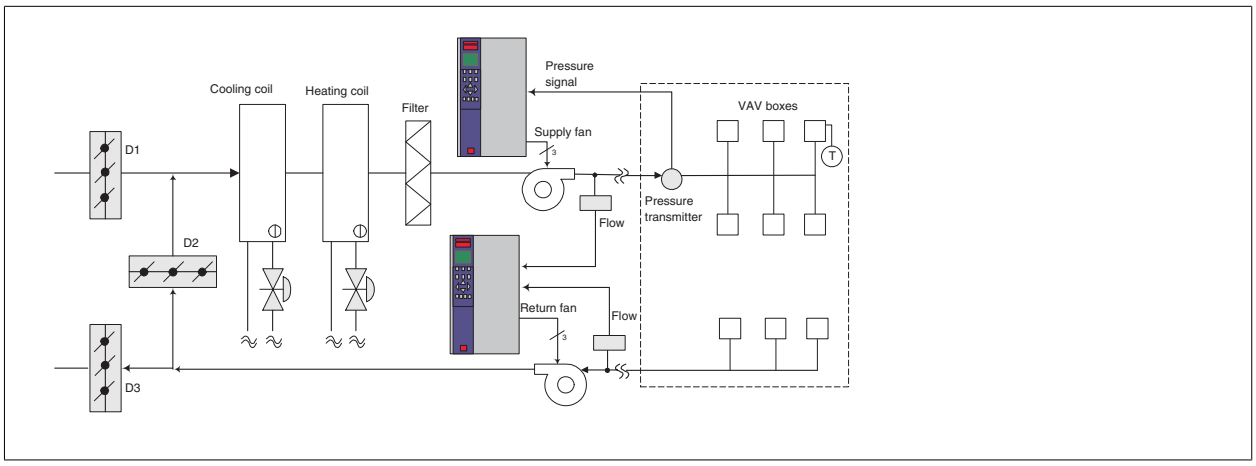
2

2.6.14 La solución VLT

Los amortiguadores y los IGV sirven para mantener una presión constante en las tuberías, mientras que una solución que utilice un convertidor de frecuencia ahorrará mucha más energía y reducirá la complejidad de la instalación. En lugar de crear un descenso de presión artificial o provocar una reducción en el rendimiento del ventilador, el convertidor de frecuencia reduce la velocidad del ventilador para proporcionar el flujo 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 flujo 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 convertidor de frecuencia del sistema de aire acondicionado.



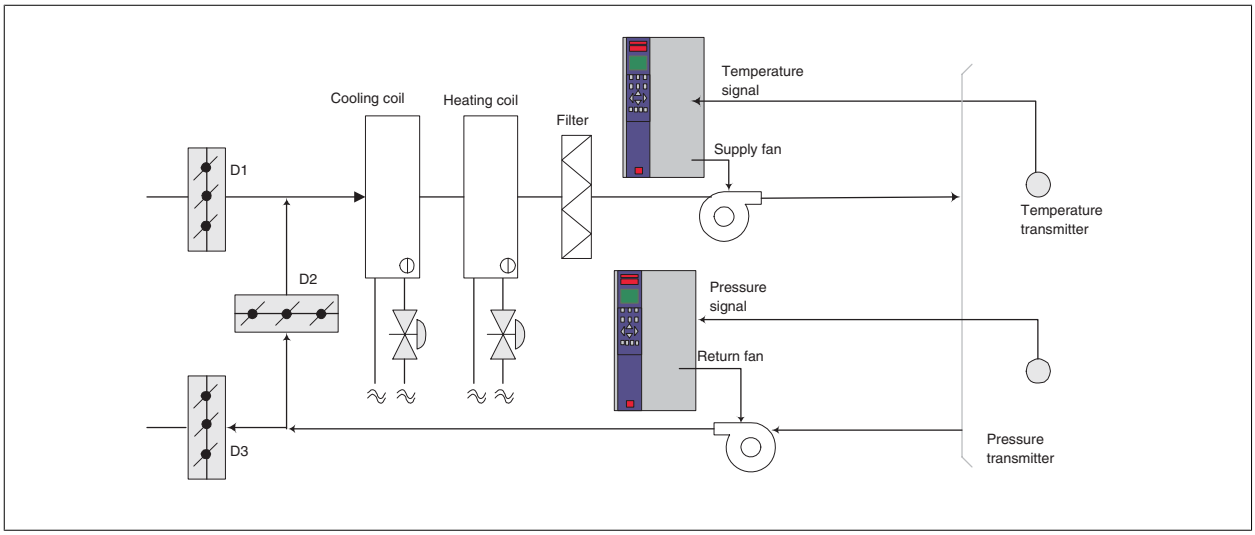
2.6.15 Volumen de aire constante

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 intercambiador de calor, y muchos se utilizan también para refrigerar edificios y poseen un intercambiador de frío. Los ventiloconvectores suelen emplearse para satisfacer los requisitos de calefacción y refrigeración de zonas individuales.

2.6.16 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 CO_2 pueden utilizarse como señales de realimentación para los convertidores. Tanto si se utiliza para controlar la temperatura como la calidad del aire, o ambas cosas, un sistema CAV puede controlarse para que 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 CO_2 detecta niveles inferiores y reduce la velocidad de los ventiladores de alimentación. El ventilador de retorno se modula para mantener una consigna de presión estática o una diferencia fija entre las corrientes 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 y también cambia 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 la corriente de aire, también se reduce la energía utilizada para calentar o enfriar el aire nuevo, lo que supone un ahorro adicional.
Varias características del convertidor de frecuencia VLT especializado Danfoss HVAC, pueden emplearse para mejorar el rendimiento de un sistema CAV. 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 controlador es capaz de verificar y comparar dos señales de realimentación para controlar el ventilador de retorno manteniendo un diferencial de caudal de aire fijo entre los conductos de alimentación y de retorno.



2.6.17 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 ésta 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.

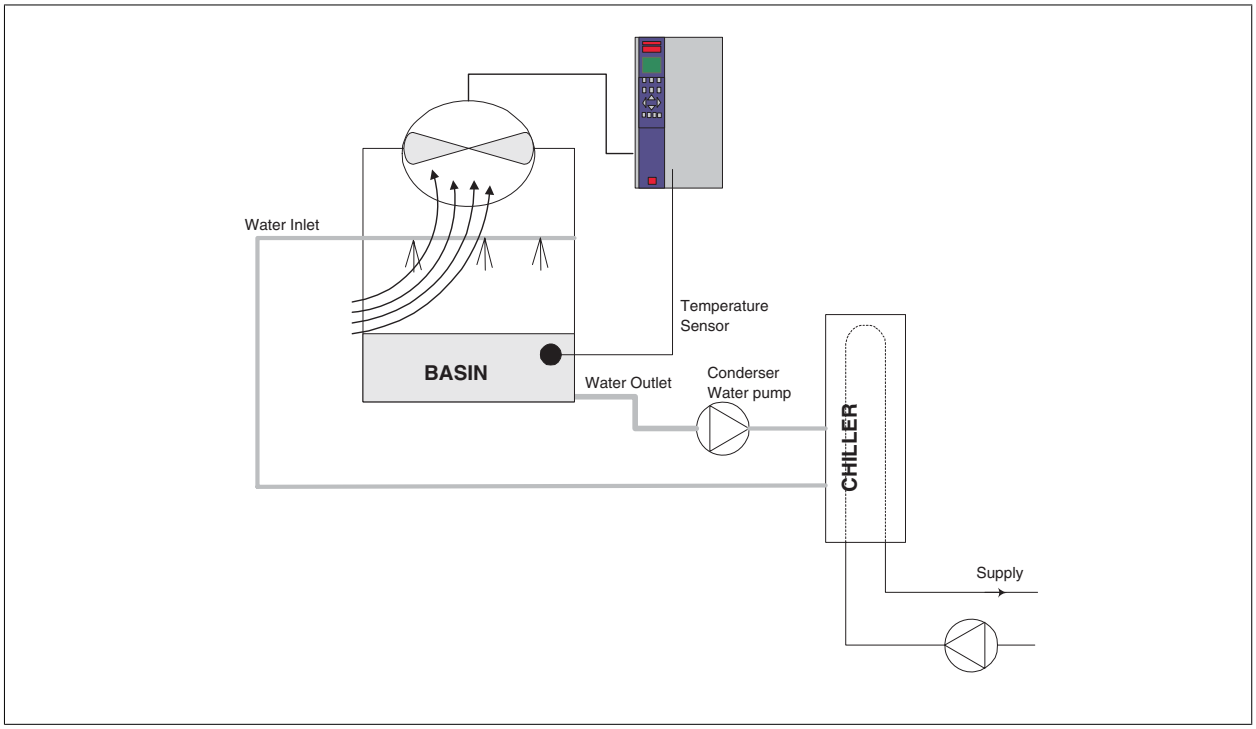
2.6.18 La solución VLT

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.

2

Para mejorar el rendimiento de una aplicación de ventiladores de torres de refrigeración, pueden utilizarse varias de las características del convertidor especializado Danfoss HVAC. Cuando la velocidad de un ventilador desciende por debajo de un valor determinado, también disminuye su capacidad para refrigerar el agua. Además, si se utiliza un reductor para controlar la frecuencia del ventilador de la torre, puede ser necesaria una velocidad mínima del 40-50%.
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 características estándar del convertidor de frecuencia VLT es que puede programarse para entrar en modo de "reposo" 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.



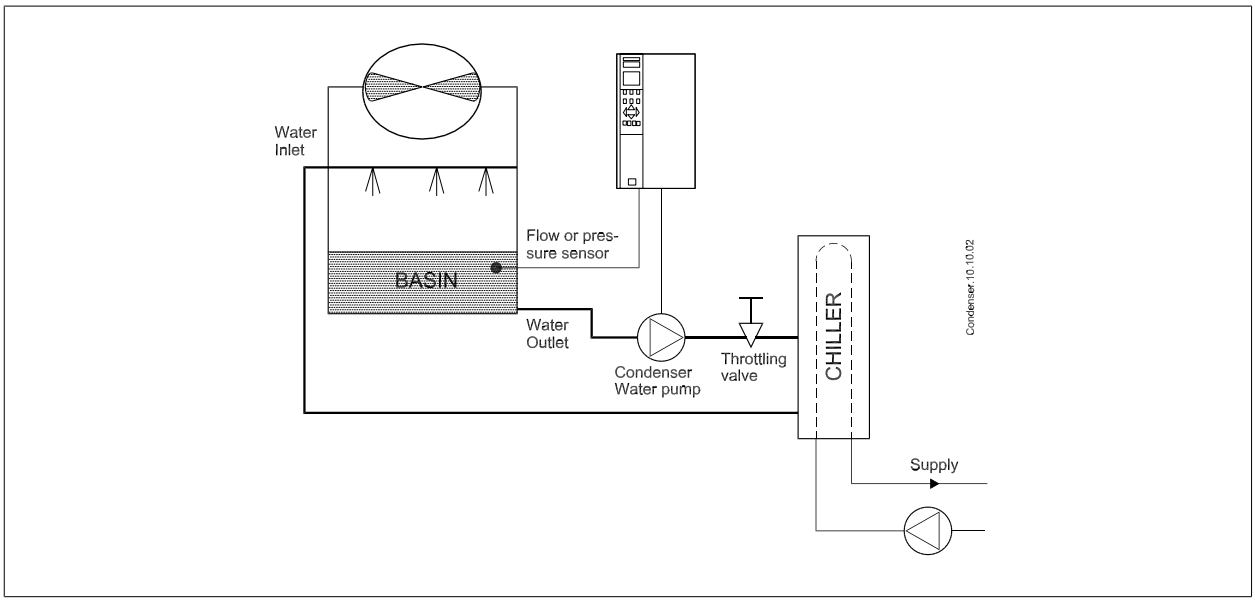
2.6.19 Bombas del condensador

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.

2.6.20 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 los rodetes de las bombas.

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.



2.6.21 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.

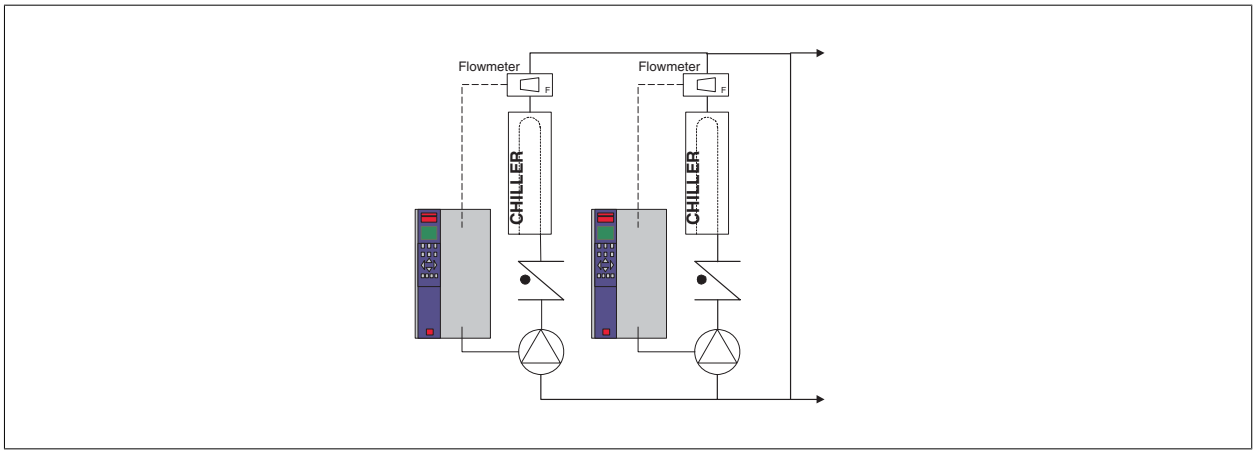
A medida que disminuye el caudal del evaporador de un enfriador, el agua refrigerada comienza a enfriarse en exceso. Cuando esto ocurre, el enfriador intenta reducir su capacidad de refrigeración. Si el caudal disminuye demasiado o con demasiada rapidez, el enfriador no podrá esparcir suficientemente 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/secundario.

2.6.22 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 la calibración de los rodetes. Existen dos métodos de control comunes:

El primero utiliza un caudalímetro. Dado que se conoce el caudal deseado y que éste 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 mantendrá siempre el caudal adecuado e incluso compensará la resistencia cambiante del lazo de tuberías primario cuando se activen y desactiven 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 rodetes 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 funcionará 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 activación y desactivación de bombas y enfriadores normalmente es pequeña, dicha velocidad fija seguirá 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.



2.6.23 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 utiliza para mantener un caudal constante a través de los enfriadores aunque varíe el caudal de las bombas secundarias, lo que da lugar a un mayor control y ahorro de 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 reinio manual. Esta situación es habitual en grandes instalaciones, especialmente cuando se instalan dos o más enfriadores en paralelo.

2.6.24 La solución VLT

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

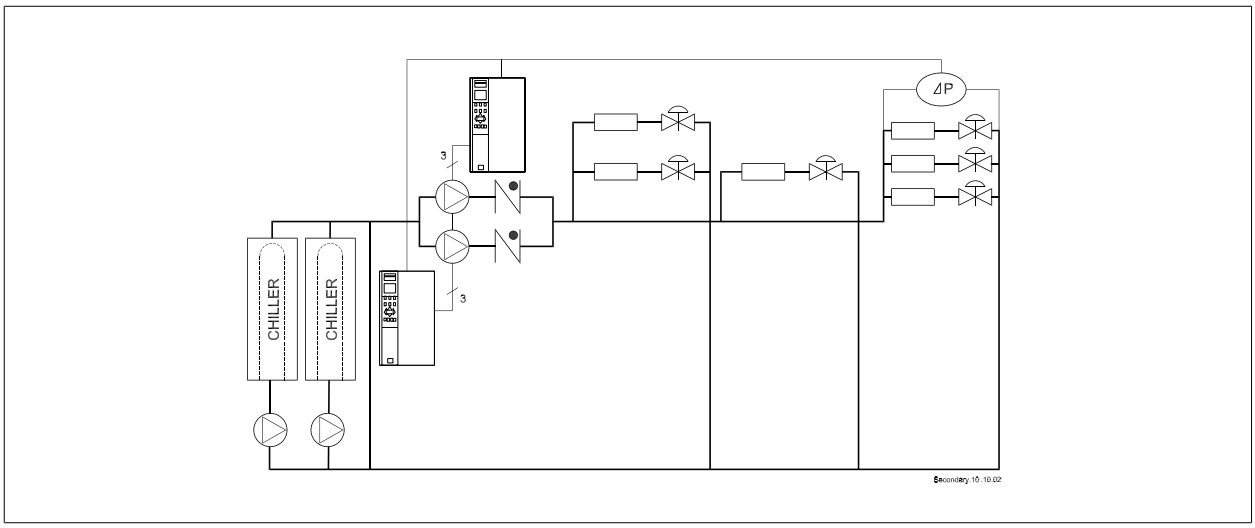
Con la incorporación de convertidores de frecuencia, y colocando el sensor adecuado en el lugar adecuado, las bombas pueden cambiar de velocidad para seguir la curva del sistema en lugar de la curva de la bomba.

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 se calcula sumando la caída de presión conjunta de la carga y de la válvula bidireccional en las condiciones de diseño.

¡NOTA!

Tenga en cuenta que, si se utilizan varias bombas en paralelo, deben funcionar a la misma velocidad para maximizar el ahorro energético, ya sea con varios convertidores individuales o con uno sólo controlando varias bombas en paralelo.



2.7 Controles de Convertidor VLT HVAC

2.7.1 Principio de control

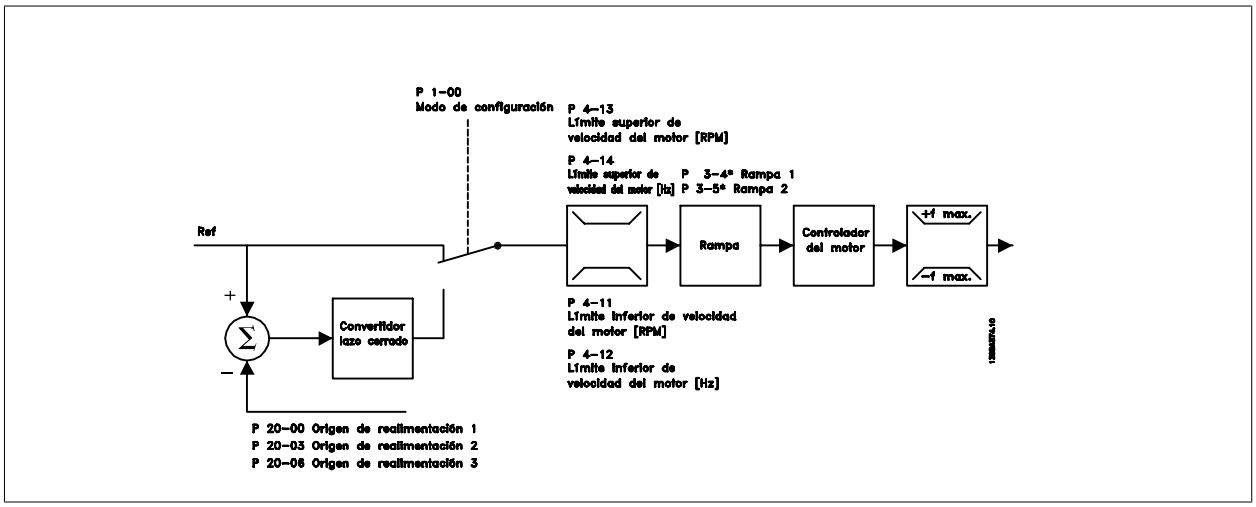
2

Los convertidores de frecuencia rectifican la tensión de CA de la red de alimentación y la convierten en tensión de CC, después de lo cual dicha tensión de CC se convierte en corriente CA de amplitud y frecuencia variables.

De este modo, el motor recibe una tensión y frecuencia variables, lo que permite una regulación infinitamente variable de la velocidad en motores CA trifásicos estándar.

2.7.2 Estructura de control

Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y de lazo cerrado:



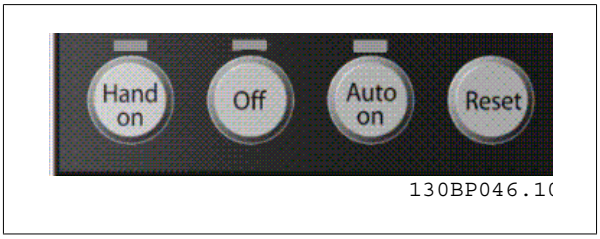
En la configuración mostrada en la ilustración anterior, el par. 1-01, está ajustado a Lazo abierto [0]. Se recibe la referencia resultante del sistema de manejo de referencias y se transfiere a la limitación de rampa y de velocidad antes de enviarse al control del motor. La salida del control del motor se limita entonces según el límite de frecuencia máxima.

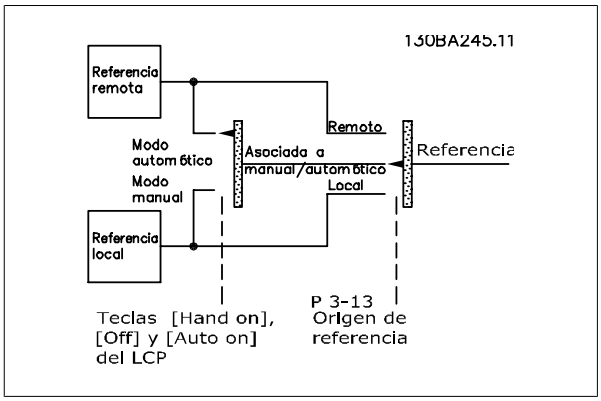
Seleccione Lazo cerrado [3] en el par. 1-00 para utilizar el controlador PID para el control de lazo cerrado de, por ejemplo, el caudal, el nivel o la presión en la aplicación controlada. Los parámetros del PID se encuentran en el grupo de par. 20-**.

2.7.3 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 y digitales, y un bus serie.
Si se permite en los par. 0-40, 0-41, 0-42 y 0-43, es posible arrancar y parar el convertidor de frecuencia mediante el LCP utilizando las teclas [Off] (Apagar) y [Hand ON] (Control local). Las alarmas pueden reiniciarse mediante la tecla [RESET] (Reinicio). Después de pulsar la tecla [Hand On] (Marcha local), el convertidor pasa al modo manual y sigue (de manera predeterminada) la referencia local ajustada mediante las teclas de flecha del LCP.

Tras pulsar la tecla [Auto On] (Control remoto), 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). Consulte más detalles acerca del arranque, parada, cambio de rampas y ajustes de parámetros en el grupo de par. 5-1* (entradas digitales) o en el grupo de par. 8-5* (comunicación serie).





Referencia activa y Modo de configuración

La referencia activa puede ser tanto la referencia local como la remota.

En el par. 3-13 *Origen de referencia*, puede seleccionarse de forma permanente la referencia local eligiendo *Local* [2].
Para seleccionar permanentemente la referencia remota seleccione *Remoto* [1]. Seleccionando *Conex. a manual/auto* [0] (predeterminado), el origen de referencia dependerá de qué modo esté activo. (Manual o Auto).

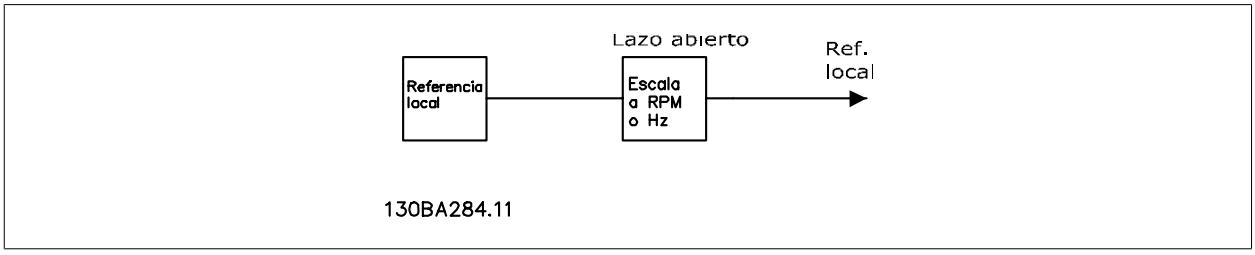
Hand Off Auto Teclas del LCP	**Origen de referencia Par. 3-13**	**Referencia activa**
Manual	Conex. a manual/auto	Local
Manual -> No	Conex. a manual/auto	Local
Auto	Conex. a manual/auto	Remoto
Auto -> No	Conex. a manual/auto	Remoto
Todas las teclas	Local	Local
Todas las teclas	Remoto	Remoto

La tabla indica bajo qué condiciones está activa la referencia local o la remota. Una de ellas está siempre activa, pero nunca pueden estarlo ambas a la vez.

¡NOTA!
Ref. local se restaurará con la desconexión.

El par. 1-00, *Modo configuración*, determina el tipo de principio de control de aplicación (es decir, Lazo abierto o Lazo cerrado) que se usará cuando esté activa la referencia remota (véase la tabla anterior para consultar las condiciones).

Manejo de referencias - Referencia local



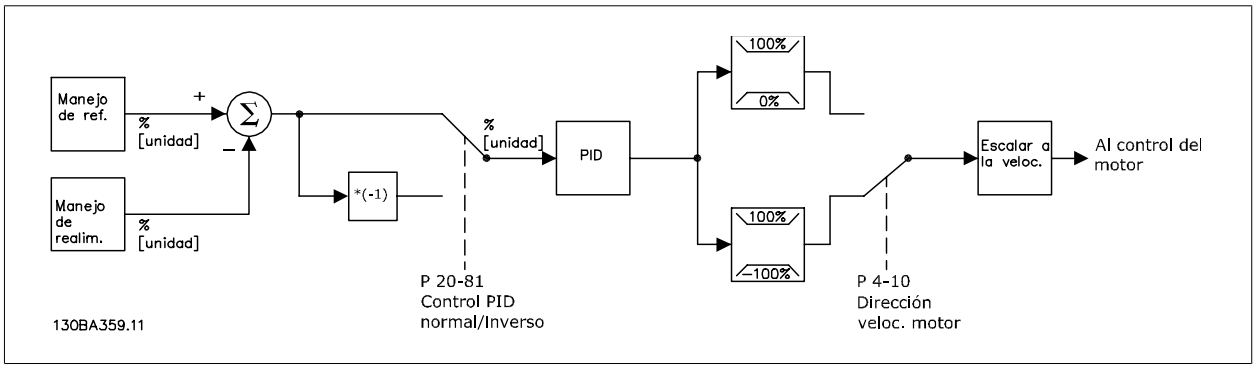
2.8 PID

2.8.1 Controlador de lazo cerrado (PID)

2

El controlador de lazo cerrado 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. 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 un sistema de ventilación donde la velocidad del ventilador de alimentación tenga que controlarse de forma que la presión estática en los conductos 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 el conducto 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 disminuirá la velocidad para reducir la presión. Del mismo modo, si la presión en el conducto es inferior a la referencia de consigna, el convertidor de frecuencia acelerará de forma automática para aumentar la presión suministrada por el ventilador.



¡NOTA!
Aunque los valores predeterminados del controlador de lazo cerrado del convertidor proporcionarán normalmente un rendimiento satisfactorio, a menudo puede optimizarse el control del sistema ajustando algunos de los parámetros del mismo.

En la ilustración se muestra un diagrama de bloques del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia. Los detalles de los bloques Gestión de referencias y Gestión de realimentación se describen en las secciones respectivas, más adelante.

Para una aplicación de control PID sencilla, son relevantes los siguientes parámetros:

Parámetro		Descripción de la función
Fuente realim. 1	par. 20-00	Seleccione la fuente de realimentación 1. Normalmente suele ser una entrada analógica, pero hay otras fuentes disponibles. Utilice el escalado de esta entrada para proporcionar los valores adecuados para esta señal. La fuente predeterminada para Realimentación 1 es la Entrada analógica 54.
Unidad ref./realim.	par 20-12	Seleccione la unidad para la referencia de consigna y realimentación del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia. Nota: puesto que es posible aplicar un factor de conversión a la señal de realimentación antes de que ésta sea utilizada por el controlador de lazo cerrado, la Unidad de referencia/realimentación (par. 20-12) no tiene por qué ser la misma que la Unidad de la fuente de realimentación (par. 20-02, 20-05 y 20-08).
Control normal/inverso de PID	par. 20-81	Seleccione *Normal* [0] si la velocidad del motor debe disminuir cuando la realimentación sea mayor que la consigna de referencia. Seleccione Inverso [1] si la velocidad del motor debe aumentar cuando la realimentación sea mayor que la consigna de referencia.
Ganancia proporcional de PID	par. 20-93	Este parámetro ajusta la salida del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia en base al error entre la realimentación y la referencia de consigna. La respuesta rápida del controlador se obtiene cuando el valor es grande. No obstante, si se utiliza un valor demasiado grande, la frecuencia de salida del convertidor de frecuencia puede volverse inestable.
Tiempo de integral de PID	par. 20-94	El integrador suma a lo largo del tiempo (integra) el error entre la realimentación y la referencia de consigna. Esto es necesario para asegurar que el error se aproxima a cero. La respuesta rápida del controlador se obtiene cuando este valor es pequeño. No obstante, si se utiliza un valor demasiado pequeño, la frecuencia de salida del convertidor puede volverse inestable. El ajuste a 10.000 segundos desactiva el integrador.

Esta tabla resume los parámetros necesarios para configurar el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia cuando se compara una única señal de realimentación sin conversión con una única consigna. Este es el tipo más común de controlador de lazo cerrado.

2.8.2 Parámetros relativos al control de lazo cerrado

El controlador de lazo cerrado es capaz de gestionar aplicaciones más complejas, como situaciones en las que se aplica una función de conversión a la señal de realimentación o situaciones en las que se utilizan varias señales de realimentación y referencias de consigna. En la siguiente tabla se resumen los parámetros adicionales que pueden resultar útiles en tales aplicaciones.

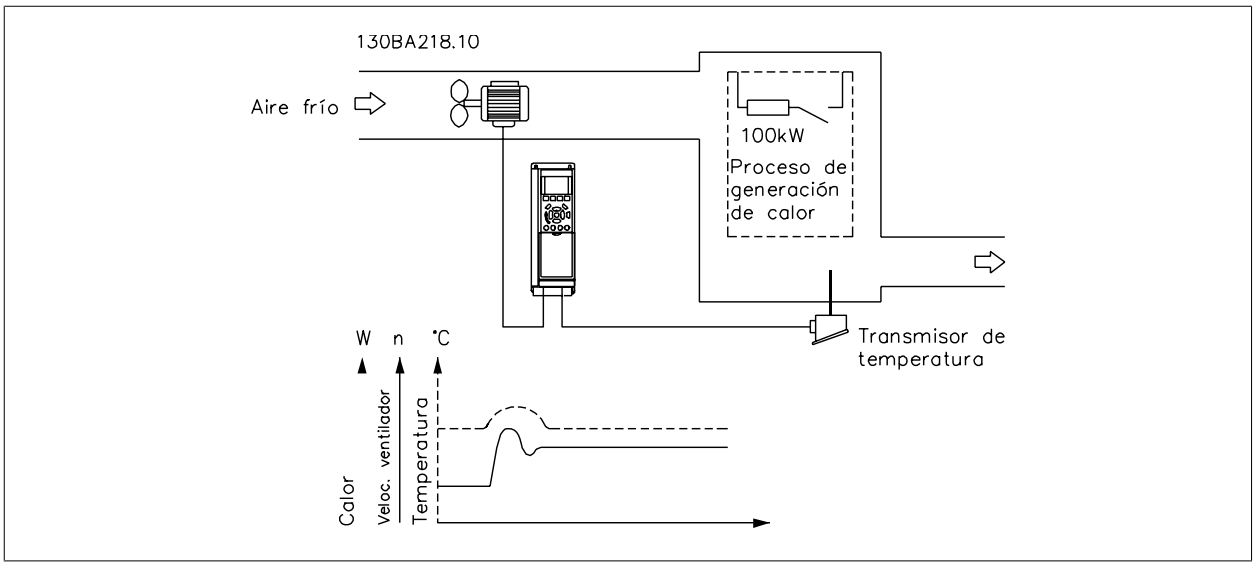
Parámetro		Descripción de la función
Fuente realim. 2 Fuente realim. 3	par. 20-03 par. 20-06	Seleccionar la fuente, si la hay, de realimentación 2 ó 3. Éstas suelen ser entradas analógicas del convertidor de frecuencia, pero también hay disponibles otras fuentes. El par. 20-20 determina cómo procesará el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia múltiples señales de realimentación. De forma predeterminada, están ajustados a *Sin función* [0].
Conversión de realimentación 1 Conversión de realimentación 2 Conversión realim. 3	par. 20-01 par. 20-04 par. 20-07	Estos parámetros se utilizan para convertir la señal de realimentación de un tipo a otro; por ejemplo, de presión a caudal o de presión a temperatura (para aplicaciones de compresor). Si se selecciona *Presión a temperatura* [2], en el grupo de par. 20-3*, Conv. realim. av. De forma predeterminada, se establece en *Lineal* [0].
Unidad de fuente de realimentación 1 Unidad de fuente de realimentación 2 Unidad fuente realim. 3	par. 20-02 par. 20-05 par. 20-08	Antes de las conversiones, seleccione la unidad para la fuente de realimentación. Sólo se utiliza para que se muestre en pantalla. Este parámetro solo está disponible cuando se utiliza la conversión de realimentación *Presión a temperatura*.
Función realim.	par. 20-20	Cuando se utilizan múltiples señales de realimentación o consignas, determina cómo se procesarán por el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia.
Valor de consigna 1 Valor de consigna 2 Valor de consigna 3	par. 20-21 par. 20-22 par. 20-23	Estas consignas pueden utilizarse para proporcionar una referencia de consigna para el controlador de lazo cerrado del convertidor de. frecuencia El par. 20-20 determina cómo se procesaran múltiples referencias de consigna. Cualquier otra referencia que se active en el grupo de par. 3-1* se añadirá a estos valores.
Refrigerante	par. 20-30	Si alguna Conversión de realimentación (par. 20-01, 20-04 ó 20-07) se ajusta en *Presión a temperatura* [2], deberá seleccionarse aquí el tipo de refrigerante. Si el refrigerante utilizado no aparece aquí, seleccione *Definido por usuario* [7] y especifique las características del refrigerante en los par. 20-31, 20-32 y 20-33.

2

Parámetro		Descripción de la función
Coeficiente A1 definido por el usuario para el refrigerante Coeficiente A2 definido por el usuario para el refrigerante Coeficiente A3 definido por el usuario para el refrigerante	par. 20-31 par. 20-32 par. 20-33	Cuando el par. 20-30 se ajusta en *Definido por usuario* [7], estos parámetros se utilizan para definir los valores de los coeficientes A1, A2 y A3 en la ecuación de conversión: $Temperatura = \frac{A2}{(ln(presión + 1) - A1)} - A3$
Veloc. arranque PID [RPM] Veloc. arranque PID [Hz]	par. 20-82 par. 20-83	El parámetro que esté visible dependerá del ajuste del par. 0-02, Unidad de velocidad de motor. En algunas aplicaciones, después de un comando de inicio es importante acelerar el motor en rampa rápidamente hasta alguna velocidad predeterminada, antes de activar el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia. Este parámetro define la velocidad de arranque.
Ancho banda en referencia	par. 20-84	Esto determina lo cerca que debe estar la realimentación de la referencia de consigna para que el convertidor de frecuencia indique que la realimentación es igual a la consigna.
Saturación de PID	par. 20-91	*Sí* [1] desactiva la función integral del controlador de lazo cerrado cuando no es posible ajustar la frecuencia de salida del convertidor para corregir el error. Esto permite que el controlador responda más rápidamente una vez que pueda volver a controlar el sistema. *No* [0] desactiva esta función, haciendo que el funcionamiento integral permanezca activado de forma continua.
Tiempo diferencial de PID	par. 20-95	Controla la salida del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia basándose en la velocidad de cambio de la realimentación. Aunque este método puede proporcionar una respuesta más rápida del controlador, esta respuesta casi nunca es necesaria en sistemas HVAC. El valor predeterminado de este parámetro es No, ó 0,00 s.
Límite ganancia dif. PID	par. 20-96	Debido a que el diferenciador responde a la velocidad de cambio de la realimentación, un cambio rápido puede producir un cambio grande y no deseado de la salida del controlador. Esto se utiliza para limitar el efecto máximo del diferenciador. No está activado cuando el par. 20-95 está ajustado a No.
Tiempo de filtro de paso bajo: Entrada analógica 53 Entrada analógica 54 Entrada digital (de pulsos) 29 Entrada digital (de pulsos) 33	par. 6-16 par. 6-26 par. 5-54 par. 5-59	Se utiliza para filtrar el ruido de alta frecuencia de la señal de realimentación. El valor introducido aquí es la constante de tiempo para el filtro de paso bajo. La frecuencia de corte en Hz se calcula así: $F_{corte-off} = \frac{1}{2\pi T_{pasobajo}}$ Las variaciones en la señal de realimentación cuya frecuencia sea inferior a F_{corte} serán utilizadas por el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia, mientras que las variaciones a frecuencias superiores serán consideradas ruido y atenuadas. Los valores grandes del Tiempo de filtro de paso bajo proporcionarán más filtrado, pero pueden producir que el controlador no responda a variaciones reales de la señal de realimentación.

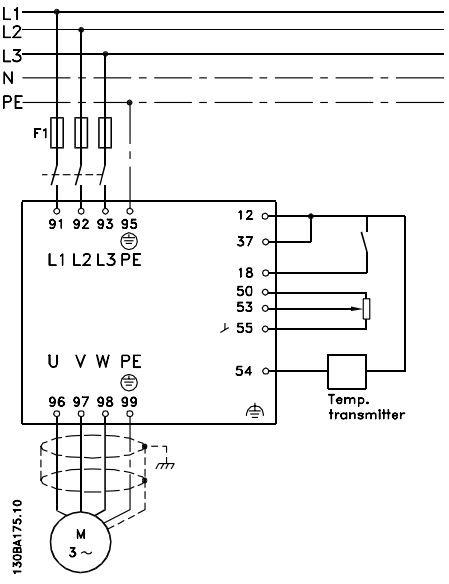
2.8.3 Ejemplo de control PID de lazo cerrado.

A continuación, se muestra un ejemplo de un 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 ºC utilizando un potenciómetro de 0-10 voltios. 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 ºC y utiliza un transmisor de dos hilos 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 (-5 a +35 ºC, 0-10 V) conectado a los terminales 50 (+10 V), 53 (entrada) y 55 (común).
3. Realimentación de temperatura a través de un transmisor (-10 a 40°C, 4-20 mA) conectado al terminal 54. Interruptor S202 tras el Panel de control local ajustado a Sí (entrada de intensidad).



2

2.8.4 Orden de programación

Función	Nº par.	Ajuste
1) Asegúrese de que el motor funcione correctamente. Haga lo siguiente:		
Ajuste el convertidor de frecuencia para controlar el motor basándose en la frecuencia de salida del convertidor.	0-02	*Hz* [1]
Ajuste los parámetros del motor utilizando 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	*Act. AMA completo* [1] y ejecute luego la función AMA.
2) Compruebe que el motor gire en el sentido correcto.		
Pulsando [Hand On] se arranca el motor a 5 Hz en dirección hacia adelante y el display muestra: "El motor esta en funcionamiento. Compruebe que la dirección de rotación es la correcta.		Si la dirección de rotación del motor es incorrecta, deben intercambiarse dos cables de fase del motor.
3) Asegúrese de que los límites del convertidor de frecuencia están establecidos en 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/carga También activo en modo manual.
Si es necesario, impida la inversión del motor	4-10	*Sentido horario* [0]
Especifique unos límites aceptables para la velocidad del motor.	4-12 4-14 4-19	10 Hz 50 Hz 50 Hz
Cambie de lazo abierto a lazo cerrado.	1-00	*Lazo cerrado* [3]
4) Configure la realimentación del controlador PID.		
Ajuste la Entrada analógica 54 como entrada de realimentación.	20-00	*Entrada analógica 54* [2] (predeterminada)
Seleccione la unidad de referencia/realimentación apropiada.	20-12	*ºC* [60]
5) Configure la consigna de referencia para el controlador PID.		
Ajuste unos límites aceptables para la consigna de referencia.	3-02 3-03	-5 °C 35 °C
Establezca la Entrada analógica 53 como Fuente 1 de referencia.	3-15	*Entrada analógica 53* [1] (predeterminada)
6) Escale las entradas analógicas utilizadas para la consigna de referencia y la realimentación.		
Escale la Entrada analógica 53 para el intervalo de temperatura del potenciómetro (-5 a +35 ºC, 0-10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (predeterminado) -5 °C 35 °C
Escale la Entrada analógica 54 para el intervalo de temperatura del sensor de temperatura (-10 a +40 ºC, 4-20 mA)	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (predeterminado) -10 °C 40 °C
7) Ajuste los parámetros del controlador PID.		
Seleccione control inverso, puesto que la velocidad del motor debe aumentar cuando la realimentación es mayor que la consigna de referencia.	20-81	*Inverso* [1]
Ajuste el controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia si es preciso.	20-93 20-94	Consulte el apartado sobre Optimización del controlador PID, a continuación.
8) Procedimiento finalizado		
Guarde los ajustes de los parámetros en el LCP para mantenerlos a salvo	0-50	*Trans. LCP tod. par.* [1]

2.8.5 Optimización 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 ganancia proporcional de PID (par. 20-93) y de tiempo integral de PID (par. 20-94). No obstante, en algunos casos puede resultar útil optimizar los valores de estos parámetros para proporcionar una respuesta más rápida del sistema y al tiempo que se mantienen bajo control los sobreimpulsos de velocidad. En muchas situaciones, esto puede hacerse siguiendo el siguiente procedimiento.

1. Ponga en marcha el motor.
2. Ajuste el par. 20-93 (ganancia proporcional de 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 consigna de referencia 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 el parámetro 20-94 (tiempo integral de 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 consigna de referencia 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. El parámetro 20-95 (Tiempo diferencial de PID) únicamente debe usarse para sistemas de actuación muy rápida. El valor típico es el 25% del tiempo integral de PID (par. 20-94). El diferenciador sólo debe emplearse cuando el ajuste de la ganancia proporcional y de la ganancia 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 (par 6-16, 6-26, 5-54 ó 5 59, según se necesite).

2.8.6 Método de ajuste Ziegler Nichols

En general, el procedimiento anterior es suficiente para las aplicaciones HVAC. No obstante, pueden utilizarse otros procedimientos más sofisticados. El método de optimización Ziegler Nichols es una técnica desarrollada en la década de 1940, pero aún es usada habitualmente hoy día. Generalmente, proporciona un aceptable control del rendimiento utilizando un experimento y cálculo de parámetros sencillo.

¡NOTA!
Este método no debe utilizarse en aplicaciones que puedan resultar dañadas por oscilaciones creadas por ajustes de control marginalmente estables.

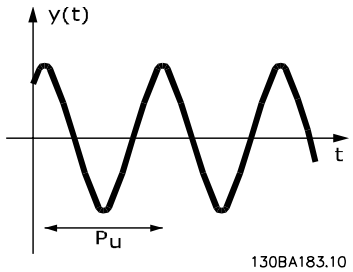


Ilustración 2.5: sistema marginalmente estable

1. Seleccione sólo control proporcional. Es decir, tiempo integral de PID (par. 20-94) ajustado a No (10.000 s) y tiempo diferencial de PID (par. 20-95) también a No (0 s, en este caso).
2. Aumente el valor de la ganancia proporcional del PID (par. 20-93) hasta alcanzar el punto de inestabilidad, como lo indicarán las oscilaciones sostenidas de la señal de realimentación. La ganancia proporcional del PID que produce oscilaciones sostenidas se denomina Ganancia crítica, K_u.
3. Mida el período de oscilación, P_u.
   NOTA: P_u debe medirse cuando la amplitud de la oscilación es relativamente pequeña. La salida no debe saturarse (es decir, no debe alcanzarse durante el test la señal máxima o mínima de realimentación)
4. Use la tabla inferior para calcular los parámetros del control PID necesarios.

Tipo de control	Ganancia proporcional	Tiempo integral	Tiempo diferencial
Control PI	0,45 * K_u	0,833 * P_u	-
Control PID estricto	0,6 * K_u	0,5 * P_u	0,125 * P_u
PID con cierta sobremodulación	0,33 * K_u	0,5 * P_u	0,33 * P_u

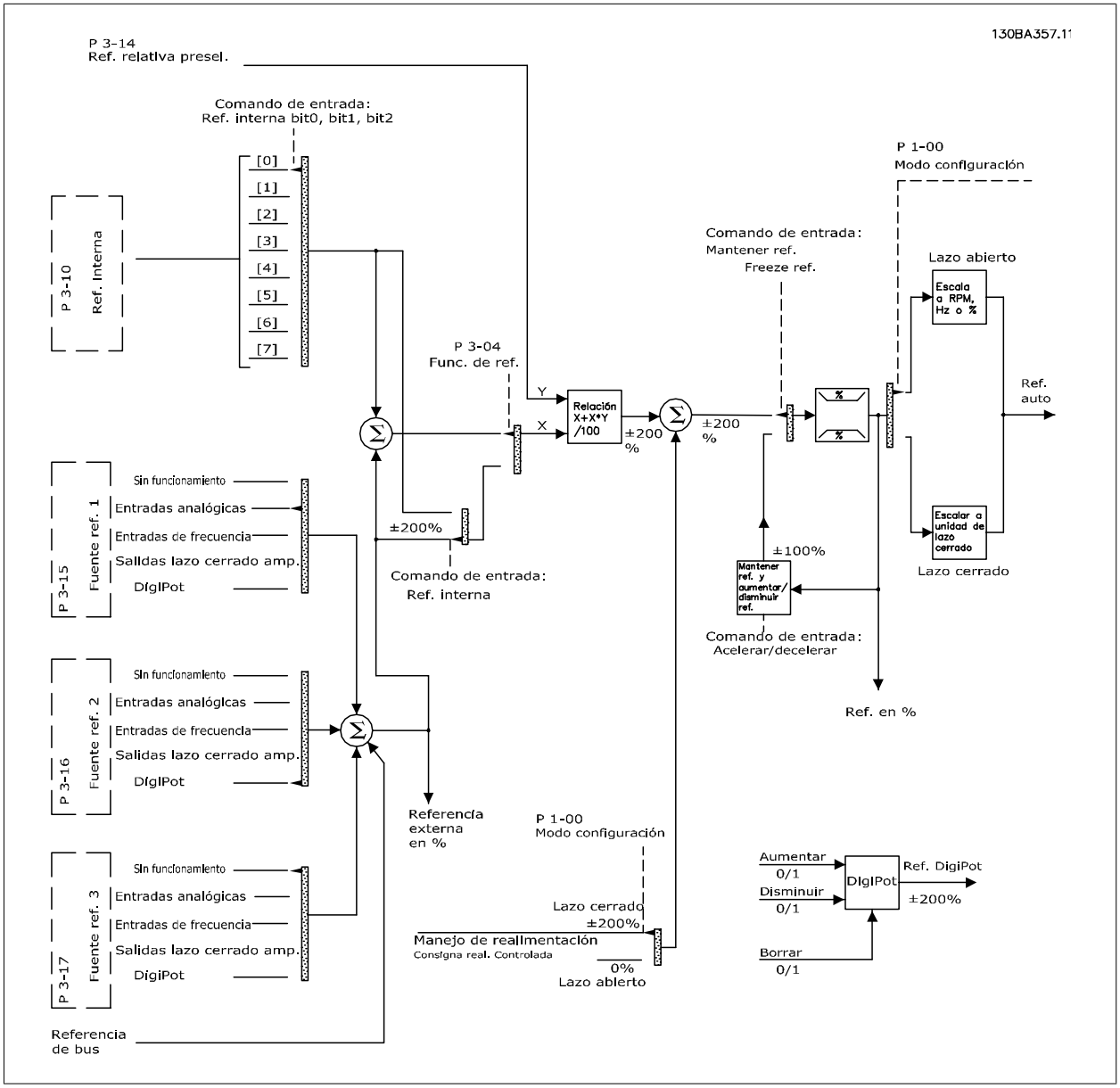
2

Ajuste Ziegler Nichols para reguladores, basado en un límite de estabilidad

La experiencia ha demostrado que el ajuste de control según la regla de Ziegler Nichols proporciona una buena respuesta de lazo cerrado para muchos sistemas. Si es necesario, el operador puede realizar el ajuste final del control de forma iterativa para modificar la respuesta del lazo de control.

2.8.7 Manejo de referencias

A continuación se muestra un diagrama de cómo el convertidor de frecuencia produce la Referencia remota.



La referencia remota está compuesta de:

- Referencias internas.
- Referencias externas (entradas analógicas, de frecuencia de pulsos, de potenciómetros digitales y de referencias de bus de comunicaciones serie).
- La referencia relativa interna.
- Consigna controlada 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 (par. 3-15, 3-16 y 3-17). 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 la Referencia interna relativa (par. 3-14).

La referencia escalada se calcula de la siguiente forma:

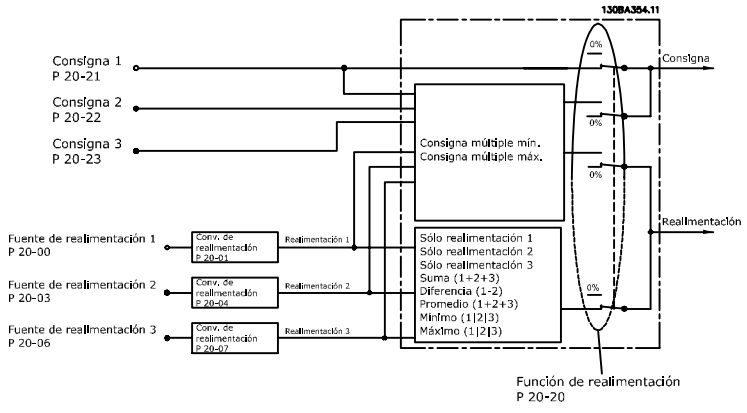
$$Referencia = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

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

¡NOTA!
Si Y, la referencia interna relativa (par. 3-14), se ajusta a 0%, la referencia no se verá afectada por el escalado.

2.8.8 Gestión de la realimentación

A continuación, se muestra un diagrama de cómo el convertidor de frecuencia procesa la señal de realimentación.



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

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

Multizona, consigna única

Multizona, consigna única utiliza dos o tres sensores de realimentación, pero una sola consigna. La realimentación puede sumarse, restarse (sólo realimentación 1 y 2) o puede hallarse su promedio. Adicionalmente, puede usarse el valor máximo o el mínimo. La Consigna 1 se utiliza exclusivamente en esta configuración.

2

Multizona, multiconsigna

aplica una consigna de referencia individual a cada realimentación. El controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia selecciona un par para controlar la unidad basándose en la selección del usuario en el par. 20-20.Si se ha seleccionado Multi consigna máx [14], el par consigna/realimentación que tenga la menor diferencia será el que controle la velocidad para el convertidor de frecuencia.(tenga en cuenta que un valor negativo es siempre inferior a un valor positivo)

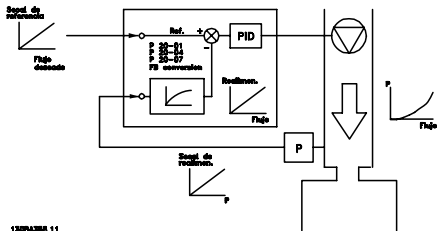
Si se ha seleccionado Multi consigna mín [13], el par consigna/realimentación que tenga la mayor diferencia controla la velocidad del convertidor de frecuencia.Multi consigna máx. [14] intenta mantener todas las zonas en, o por debajo de, sus respectivas consignas, mientras que Multi consigna mín. [13]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

Ejemplo:

Una aplicación con dos zonas y dos consignas. La consigna de la zona 1 es 18 °C y la realimentación es 19 °C. La consigna de la zona 2 es 22 °C y la realimentación es 20 °C. Si se selecciona Multi consigna máx [14], la consigna y la realimentación de la zona 1 se envían al controlador PID, puesto que es la que tiene la menor diferencia (la realimentación es mayor que la consigna, lo que produce una diferencia negativa). Si se selecciona Multi consigna mín [13], la consigna y la realimentación de la zona 2 se envían al controlador PID, puesto que es la que tiene la mayor diferencia (la realimentación es menor que la consigna, lo que produce una diferencia positiva)

2.8.9 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. Todo esto se muestra a continuación.



Otra aplicación que puede beneficiarse de la conversión de realimentación es el control de compresores. En aplicaciones de este tipo, la salida de un sensor de presión puede convertirse en la temperatura del refrigerante mediante esta ecuación:

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

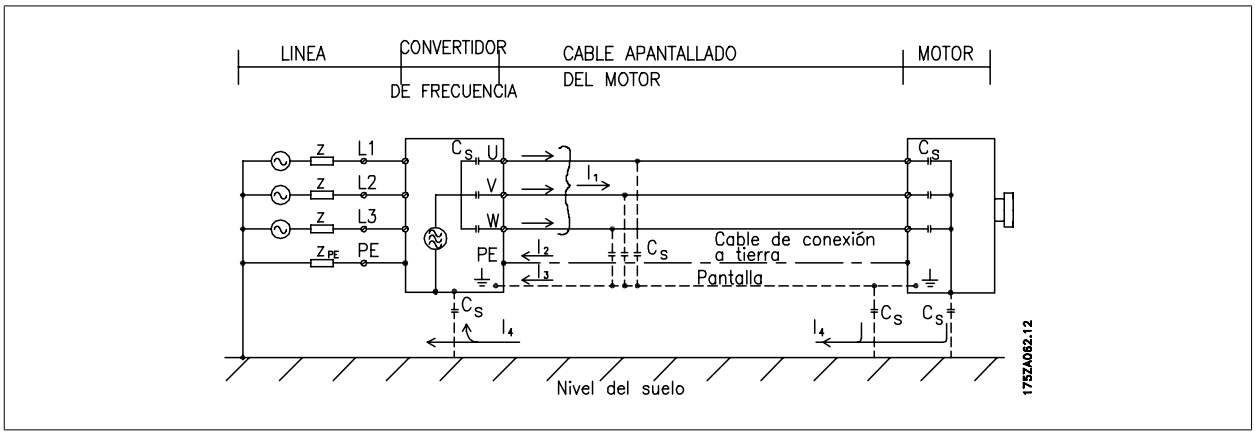
donde A1, A2 y A3 son constantes específicas del refrigerante.

2.9 Aspectos generales de la EMC

2.9.1 Aspectos generales de las emisiones EMC

Normalmente aparecen interferencias eléctricas a frecuencias en el rango de 150 kHz a 30 MHz. Las interferencias generadas por el convertidor 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 muestra la ilustración inferior, las corrientes capacitivas en el cable de motor, junto con una alta dV/dt de la tensión del motor, generan corrientes de fuga.
La utilización de un cable de motor blindado incrementa la corriente de fuga (consulte la siguiente ilustración) porque los cables apantallados tienen una mayor capacitancia a tierra que los cables no apantallados. Si la corriente de fuga no se filtra, provocará una mayor interferencia en la alimentación de red, en el intervalo de radiofrecuencia inferior a 5 MHz, aproximadamente. La corriente de fuga (I_1) se devuelve al convertidor de frecuencia a través del apantallamiento (I_3), por lo que, en principio, sólo habrá un reducido campo electromagnético (I_4) procedente del cable blindado del motor, de acuerdo con la siguiente figura.

El apantallamiento reduce la interferencia radiada, aunque incrementa la interferencia de baja frecuencia en la red eléctrica. El apantallamiento del cable de motor debe montarse en la carcasa del convertidor de frecuencia, así como en la carcasa del motor. El mejor procedimiento consiste en utilizar abrazaderas de apantallamiento integradas para evitar extremos retorcidos del cable (espirales). Estos extremos incrementan la impedancia del apantallamiento a frecuencias más altas, lo que reduce el efecto del apantallamiento e incrementa la corriente de fuga (I_4).
Si se emplea un cable blindado para el bus de campo, el relé, el cable de control, la interfaz de señal y el freno, el apantallamiento debe conectarse a la carcasa en ambos extremos. En algunas situaciones, sin embargo, será necesario romper el apantallamiento para evitar bucles de corriente.



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

¡NOTA!
Al utilizar cables no apantallados no se cumplirán algunos requisitos sobre emisión, aunque sí los de inmunidad.

Para reducir el nivel de interferencia del sistema completo (convertidor de frecuencia + instalación), haga que los cables de motor y de freno sean lo mas 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 (radiada) es generada especialmente por los elementos electrónicos de control.

2.9.2 Requisitos en materia de emisiones

According to the EMC product standard for adjustable speed frequency converters EN/IEC61800-3:2004 the EMC requirements depend on the intended use of the frequency converter. Hay cuatro categorías definidas en la norma de productos EMC. The definitions of the four categories together with the requirements for mains line conducted emissions are given in the table below:

2

Categoría	Definición	Requisito en materia de emisiones realizado conforme a los límites indicados en la EN55011
C1	convertidores de frecuencia instalados en el primer entorno (hogar y oficina) con una tensión de suministro menor a 1000 V.	Clase B
C2	convertidores de frecuencia instalados en el primer entorno (hogar y oficina) con una tensión de suministro 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 entorno (industrial) con una tensión de suministro inferior a 1000 V.	Clase A, grupo 2
C4	convertidores de frecuencia instalados en el segundo entorno con una tensión de suministro por encima de los 1000 V y una intensidad nominal por encima de los 400 A o prevista para el uso en sistemas complejos.	Sin límite debe elaborarse un plan EMC.

Cuando se utilizan normas de emisiones generales, 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 EN55011
Primer entorno (doméstico y oficina)	Norma de emisiones para entornos residenciales, comerciales e industria ligera EN/IEC61000-6-3.	Clase B
Segundo entorno (entorno industrial)	Norma de emisiones para entornos industriales EN/IEC61000-6-4.	Clase A, grupo 1

2.9.3 Resultados de las pruebas de EMC (emisión)

Los siguientes resultados de las pruebas se obtuvieron utilizando un sistema con un convertidor de frecuencia (con opciones, si era el caso), un cable de control apantallado y un cuadro de control con potenciómetro, así como un motor y un cable de motor apantallado.

Tipo de filtro RFI	**Emisión conducida.** Longitud máxima total de cable de bus:			**Emisión irradiada**	
	Entorno industrial		Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera	Entorno industrial	Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera
Ajuste	EN 55011 Clase A2	EN 55011 Clase A1	EN 55011 Clase B	EN 55011 Clase A1	EN 55011 Clase B
H1					
1,1 - 45 kW 200 - 240 V	150 m	150 m	50 m	Sí	No
1,1-90 kW 380-480 V	150 m	150 m	50 m	Sí	No
H2					
1,1-3,7 kW 200-240 V	5 m	No	No	No	No
5,5-45 kW 200-240 V	25 m	No	No	No	No
1,1-7,5 kW 380-480 V	5 m	No	No	No	No
11-90 kW 380-480 V	25 m	No	No	No	No
110-450 kW 380-480 V	50 m	No	No	No	No
75-500 kW 525-600 V	150 m	No	No	No	No
H3					
1,1 - 45 kW 200 - 240 V	75 m	50 m	10 m	Sí	No
1,1-90 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Sí	No
H4					
110-450 kW 380-480 V	150 m	150 m	No	Sí	No
75-315 kW 525-600 V	150 m	30 m	No	No	No
Hx					
1,1-90 kW 525-600 V	-	-	-	-	-

Tabla 2.1: Resultados de las pruebas de EMC (emisión)

2.9.4 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 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 a interferencias eléctricas provocadas por fenómenos eléctricos, se han realizado las siguientes pruebas de inmunidad con un sistema formado por un convertidor de frecuencia (con opciones, en su caso), un cable de control apantallado y un panel de control, con potenciómetro, cable de motor y motor.
Las pruebas se realizaron de acuerdo con las siguientes normas básicas:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Descargas electrostáticas (ESD): Simulación de descargas electrostáticas de seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Radiación de campo electromagnético entrante, con simulación por modulación de la amplitud de los efectos de los equipos de comunicación de radar y radio, así como los de comunicaciones móviles.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Transitorios en ráfaga: Simulación de interferencia ocasionada al accionar un interruptor, relé o dispositivos similares.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Transitorios de sobretensión: Simulación de transitorios ocasionados por ejemplo por un relámpago que caiga cerca de las instalaciones.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** Modo común RF: Simulación del efecto equipos de radio conectados mediante cables.

2

Consulte la siguiente tabla sobre inmunidad EMC.

Intervalo de tensión: 200-240 V, 380-480 V

Norma básica	Ráfaga IEC 61000-4-4	Sobretensión IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Campo electromagnético radiado IEC 61000-4-3	Tensión modo común RF IEC 61000-4-6
Criterios de aceptación	B	B	B	A	A
Línea	4 kV MC	2 kV/2 Ω MD 4 kV/12 Ω MC	—	—	10 V_{RMS}
Motor	4 kV MC	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Freno	4 kV MC	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Carga compartida	4 kV MC	4 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Cables de control	2 kV MC	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Bus estándar	2 kV MC	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Cables de relé	2 kV MC	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Opciones de bus de campo y de aplicación	2 kV MC	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
Cable del LCP	2 kV MC	2 kV/2 Ω[1)]	—	—	10 V_{RMS}
CC externa 24 V	2 kV MC	0,5 kV/2 Ω MD 1 kV/12 Ω MC	—	—	10 V_{RMS}
Protección	—	—	8 kV DA 6 kV DC	10 V/m	—

DA: Descarga de aire
DC: Descarga de contacto
MC: Modo común
MD: Modo diferencial
1. Inyección en pantalla del cable.

Tabla 2.2: Inmunidad

2.10 Aislamiento galvánico (PELV)

2.10.1 PELV - Tensión protectora extra baja

PELV ofrece protección mediante una tensión muy baja. Se considera garantizada la protección contra descargas eléctricas cuando el suministro eléctrico 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 PELV - tensión de protección muy baja - (no aplicable a las unidades de 525-600 V y a la conexión a tierra en triángulo por encima de 300 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 seis ubicaciones (véase la ilustración):

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 actual intermedia.
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.

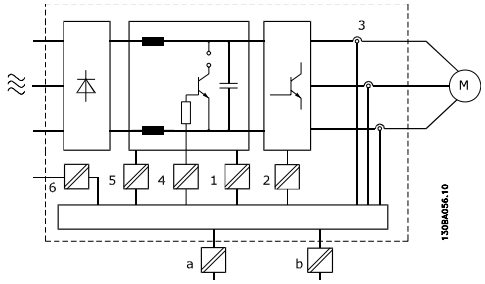


Ilustración 2.6: Aislamiento galvánico

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.

Instalación a gran altitud
380 - 500 V: A altitudes por encima de 3 km, póngase en contacto con Danfoss respecto al estado PELV.
525 - 690 V: A altitudes por encima de 2 km, póngase en contacto con Danfoss respecto al estado PELV.

2.11.1 Corriente de fuga a tierra

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 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 al menos: Véase la sección *Seguridad>Precaución.*
Sólo se permite un intervalo de tiempo inferior al especificado en la tabla si así se indica en la placa de características de un equipo específico.

Corriente de fuga
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 tierra (terminal 95), se debe utilizar un cable con una sección de al menos 10 mm^2 ó bien 2 cables a tierra de sección estándar de forma separada.

Dispositivo de corriente residual
Este producto puede originar una corriente de CC en el conductor de protección. Cuando se utiliza un dispositivo de corriente residual (RCD) como protección adicional, sólo se deberá utilizar un RCD de Tipo B (con retardo de tiempo) en el lado de alimentación de este producto. Consulte también la nota de aplicación sobre RCD núm. MN.90.Gx.yy.
La puesta a tierra para protección del convertidor de frecuencia y la utilización de los interruptores diferenciales debe realizarse siempre conforme a las normas nacionales y locales.

2.12 Control con la función de freno

2.12.1 Selección de la resistencia de freno

2

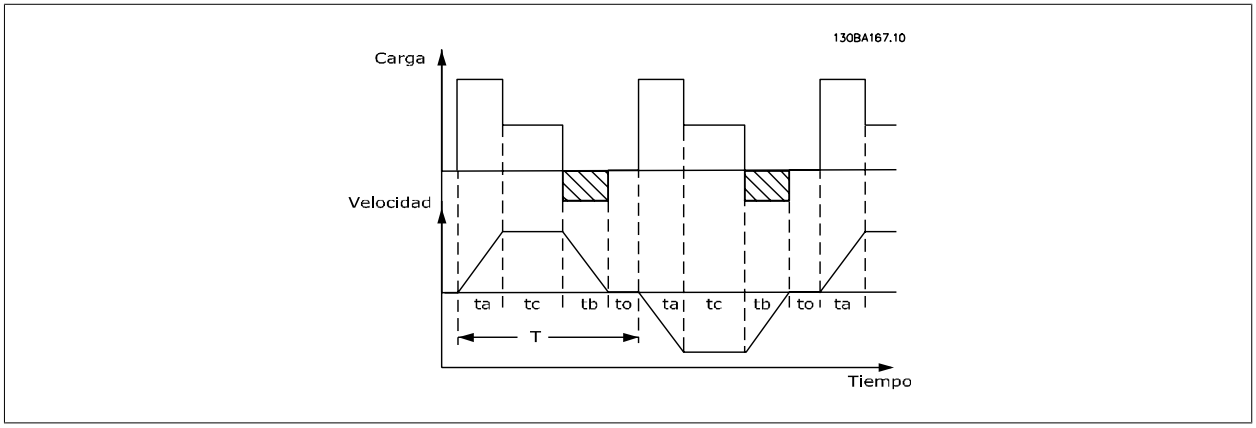
En determinadas aplicaciones como, por ejemplo, en sistemas de ventilación de túneles o de estaciones subterráneas de ferrocarril, sería deseable poder detener el motor más rápidamente que mediante rampa de deceleración o dejándolo girar libremente. En tales aplicaciones, puede utilizarse el frenado dinámico con una resistencia de freno. El uso de una resistencia de freno garantiza que la energía es absorbida por ésta, 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 ser calculada 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. La figura inferior 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)



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 VLT FC102 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 consejo para elegir, contacte con Danfoss.

¡NOTA!
Si se produce un cortocircuito en el transistor del freno, la disipación de calor en la resistencia de freno sólo 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).

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

$P_{pico} = P_{motor} \times M_{br} \times \eta_{motor} \times \eta[W]$

Como puede verse, la resistencia de freno depende de la tensión del circuito intermedio (U_{CC}).
La función de frenado del convertidor de frecuencia se fija en 3 áreas de la alimentación de red:

Tamaño	Frenado activo	Advertencia antes de corte	Corte (desconexión)
3 x 200-240 V	390 V (U_{CC})	405 V	410 V
3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V
3 x 525-600 V	943 V	965 V	975 V

¡NOTA!
Compruebe que la resistencia de freno pueda manejar una tensión de 410 V, 820 V ó 975 V - a menos que se utilicen resistencias de freno de Danfoss.

Danfoss recomienda la resistencia de freno Rrec, es decir, una que pueda garantizar que el convertidor de frecuencia sea capaz de frenar con el par máximo de frenado (Mbr(%)) del 110%. La fórmula puede expresarse como:

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

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)

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

1) Para convertidores de frecuencia ≤ 7,5 kW eje de salida
2) Para convertidores de frecuencia > 7,5 kW eje de salida

¡NOTA!
La resistencia seleccionada del circuito 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.

¡NOTA!
Si se produce un cortocircuito en el transistor del freno, la disipación de calor en la resistencia de freno sólo 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).

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

2

2.12.3 Control con Función de freno

El freno sirve para limitar la tensión en el circuito intermedio cuando el motor funciona como generador. Esto ocurre, por ejemplo, cuando la carga acciona el motor y la energía se acumula en el enlace de CC. El freno está integrado como circuito de chopper con conexión a una resistencia de freno externa.

Colocando la resistencia de freno externamente se obtienen las siguientes ventajas:

- Es posible seleccionar la resistencia de freno según la aplicación.
- La energía de frenado puede disiparse fuera del panel de control, es decir, donde pueda utilizarse.
- Los componentes electrónicos del convertidor de frecuencia no se sobrecalentarán si se sobrecarga la resistencia 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 de sobrecargas la resistencia de freno en caso de producirse un fallo en el convertidor de frecuencia.
Además, el freno permite leer la energía instantánea y media de los últimos 120 segundos. El freno también puede controlar la potencia y asegura que no se supera el límite seleccionado en el par. 2-12. En el par. 2-13, seleccione la función que se realizará cuando la potencia que se transmite a la resistencia de freno sobrepase el límite ajustado en el par. 2-12.

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

Control de sobretensión (OVC) (excluyendo la resistencia de freno) puede seleccionarse como función de freno alternativa en el par. 2-17. Esta función está activada para todas las unidades. Permite 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 muy útil, por ejemplo, si el tiempo de rampa de deceleración es demasiado corto, ya que se evita la desconexión del convertidor de frecuencia. En esta situación, se amplía el tiempo de rampa de deceleración.

2.12.4 Cableado de la resistencia de freno

EMC (cables trenzados/apantallamiento)
Para reducir el ruido eléctrico de los cables entre la resistencia de freno y el convertidor de frecuencia, los cables deben ser trenzados.

Para mejorar el rendimiento EMC se puede utilizar una pantalla metálica.

2.13 Condiciones de funcionamiento extremas

Cortocircuito (Fase del motor - Fase)
El convertidor de frecuencia está protegido contra cortocircuitos por medio de la lectura de la intensidad en cada una de las tres fases del motor o en el enlace CC. Un cortocircuito entre dos fases de salida provoca una sobreintensidad en el inversor. El inversor se cierra individualmente cuando la corriente 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
La conmutación en la salida entre el motor y el convertidor de frecuencia está totalmente permitida. No puede dañar de ningún modo al convertidor de frecuencia conmutando la salida. Sin embargo, es posible que aparezcan mensajes de fallo.

Sobretensión generada por el motor
La tensión en el circuito intermedio aumenta cuando el motor funciona como generador. Esto ocurre en los siguientes casos:

1. Cuado la carga arrastra al motor (a una frecuencia de salida constante del convertidor de frecuencia), es decir, cuando la carga genera energía.
2. Durante la deceleración ("rampa de deceleración"), si el momento de inercia es alto, el nivel de fricción es bajo y el intervalo de rampa de deceleración es demasiado corto para que la energía se disipe como una pérdida en el convertidor de frecuencia, el motor y la instalación.
3. Un ajuste de compensación de deslizamiento incorrecto puede producir una tensión de CC más alta.

La unidad de control intenta corregir la rampa, si es posible (par. 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.
Véase el par. 2-10 y el par. 2-17 para seleccionar el método utilizado para controlar el nivel de tensión del circuito intermedio.

Corte en la alimentación

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 alimentación 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 del par. 4-16/4-17), 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 el par. 14-25.

2.13.1 Protección térmica del motor

Éste es el modo en el que Danfoss protege el motor del sobrecalentamiento. Se trata de un dispositivo electrónico que simula un relé bimetal basado en mediciones internas. Las características se muestran en la siguiente figura:

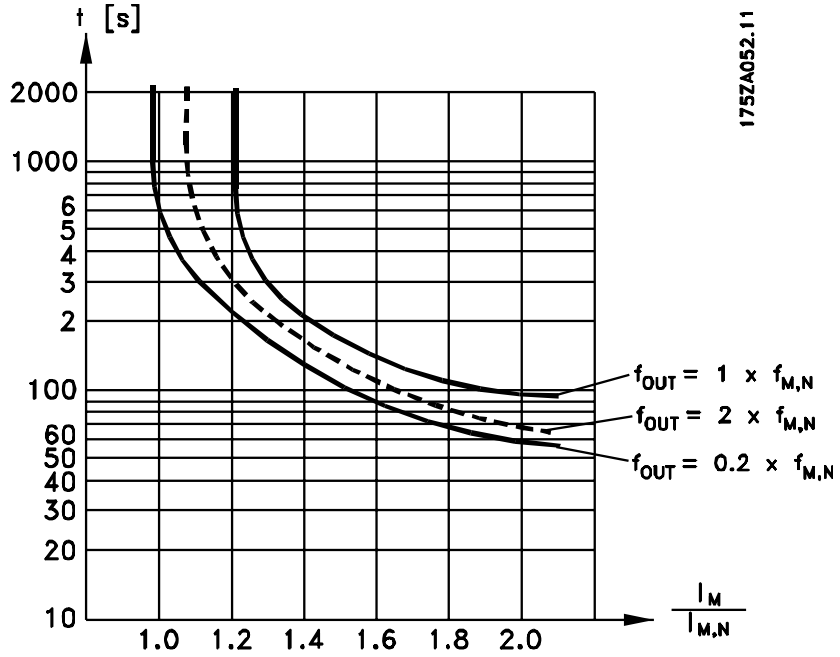
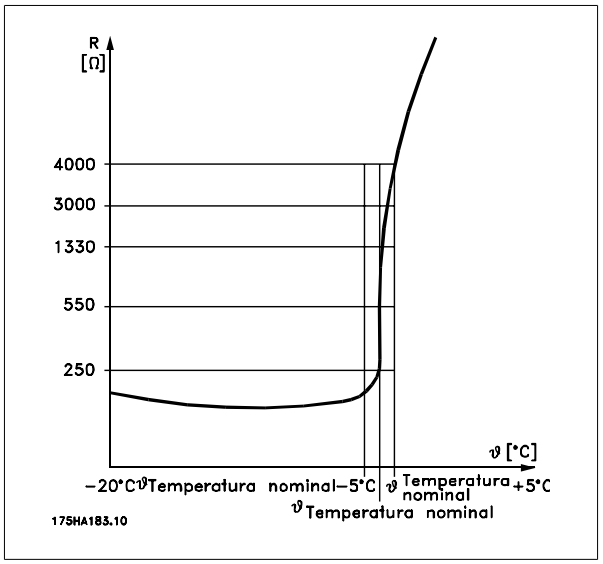


Ilustración 2.7: El eje X muestra la relación entre los valores I_{motor} e I_{motor} nominales. El eje Y muestra el intervalo en segundos antes de que el ETR se corte y desconecte el convertidor de frecuencia. Las curvas muestran la velocidad nominal característica al doble de la velocidad nominal y al 0,2x de la velocidad nominal.

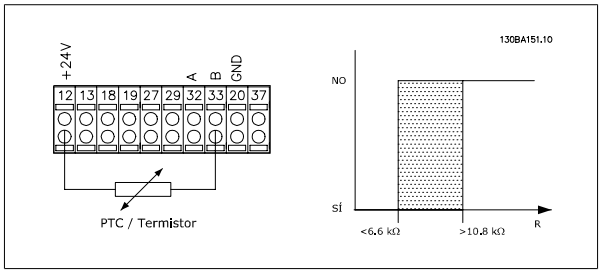
Se ve claro que a una velocidad inferior, el ETR se desconecta con un calentamiento inferior debido a un menor enfriamiento del motor. De ese modo, el motor queda protegido frente a un posible sobrecalentamiento, incluso a baja velocidad. La función ETF calcula la temperatura del motor basándose en la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



El valor de desconexión del termistor es > 3 kΩ.

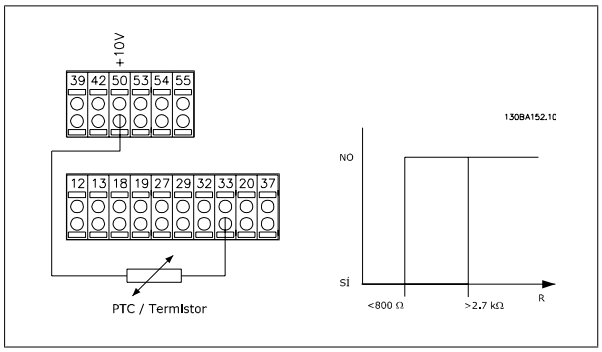
Integre un termistor (sensor PTC) en el motor para la protección del bobinado.

La protección del motor puede implementarse utilizando una serie de técnicas: sensores PTC en los bobinados del motor; interruptores térmicos (tipo Klixon); o relé térmico electrónico (ETR).

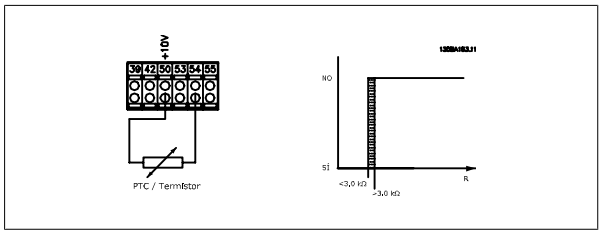


Usando una entrada digital y 24 V como fuente de alimentación:
Ejemplo: El convertidor de frecuencia se desconecta cuando la temperatura del motor es demasiado alta.
Ajustes de parámetros:
Ajustar el par. par. 1-90 *Motor Thermal Protection*, a *Descon. termistor* [2]
Ajustar el par. par. 1-93 *Thermistor Source* a *Entrada digital 33* [6]

Utilizando una entrada digital y 10 V como fuente de alimentación:
Ejemplo: El convertidor de frecuencia se desconecta cuando la temperatura del motor es demasiado alta.
Ajustes de parámetros:
Ajustar el par. par. 1-90 *Motor Thermal Protection*, a *Descon. termistor* [2]
Ajustar par. 1-93 *Thermistor Source* a *Entrada digital 33* [6]



Usando una entrada analógica y 10 V como fuente de alimentación:
Ejemplo: El convertidor de frecuencia se desconecta cuando la temperatura del motor es demasiado alta.
Ajustes de parámetros:
Ajustar el par. par. 1-90 *Motor Thermal Protection*, a *Descon. termistor* [2]
Ajustar el par. par. 1-93 *Thermistor Source*, a *Entrada analógica 54* [2]
No seleccione una fuente de referencia.



Entrada Digital/Analógica	**Tensión de alimentación** Voltios	**Umbral** Valores de desconexión
Digital	24 V	< 6,6 kΩ - > 10,8 kΩ
Digital	10 V	< 800 Ω - > 2,7 kΩ
Analógica	10 V	< 3,0 kΩ - > 3,0 kΩ

¡NOTA!
Compruebe que la fuente 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 sobrecarga del motor y no hay necesidad de ninguna otra protección para el motor. Eso significa que cuando el motor se calienta, el temporizador ETR controla durante cuánto tiempo funcionará 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.

¡NOTA!
El ETR se activa en el par. 1-90 *Límite de par* y se controla en el par. 4-16. El intervalo anterior a la advertencia de límite de par desactiva el convertidor de frecuencia y se ajusta en el par. 14-25.

2.14 Parada de seguridad

2.14.1 Parada segura

2

El convertidor de frecuencia puede llevar a cabo la función de seguridad *Desconexión de par de seguridad* (como se define en el borrador CD IEC 61800-5-2) o *Parada categoría 0* (tal y como se define en la norma EN 60204-1).

El convertidor de frecuencia está diseñado y homologado conforme a los requisitos de la categoría de seguridad 3 de la norma EN 954-1. Esta funcionalidad recibe el nombre de "parada segura". Antes de integrar y utilizar la parada segura en una instalación, hay que realizar un análisis completo de los riesgos de dicha instalación para determinar si la funcionalidad de parada segura y la categoría de seguridad son apropiadas y suficientes. Para instalar y usar la función de parada segura según los requisitos de la categoría de seguridad 3 de la norma EN 954-1, deberá seguir la información y las instrucciones al respecto incluidas en la Guía de Diseño correspondiente. La información y las instrucciones del Manual de Funcionamiento no son suficientes como para utilizar la función de parada segura de forma correcta y segura.

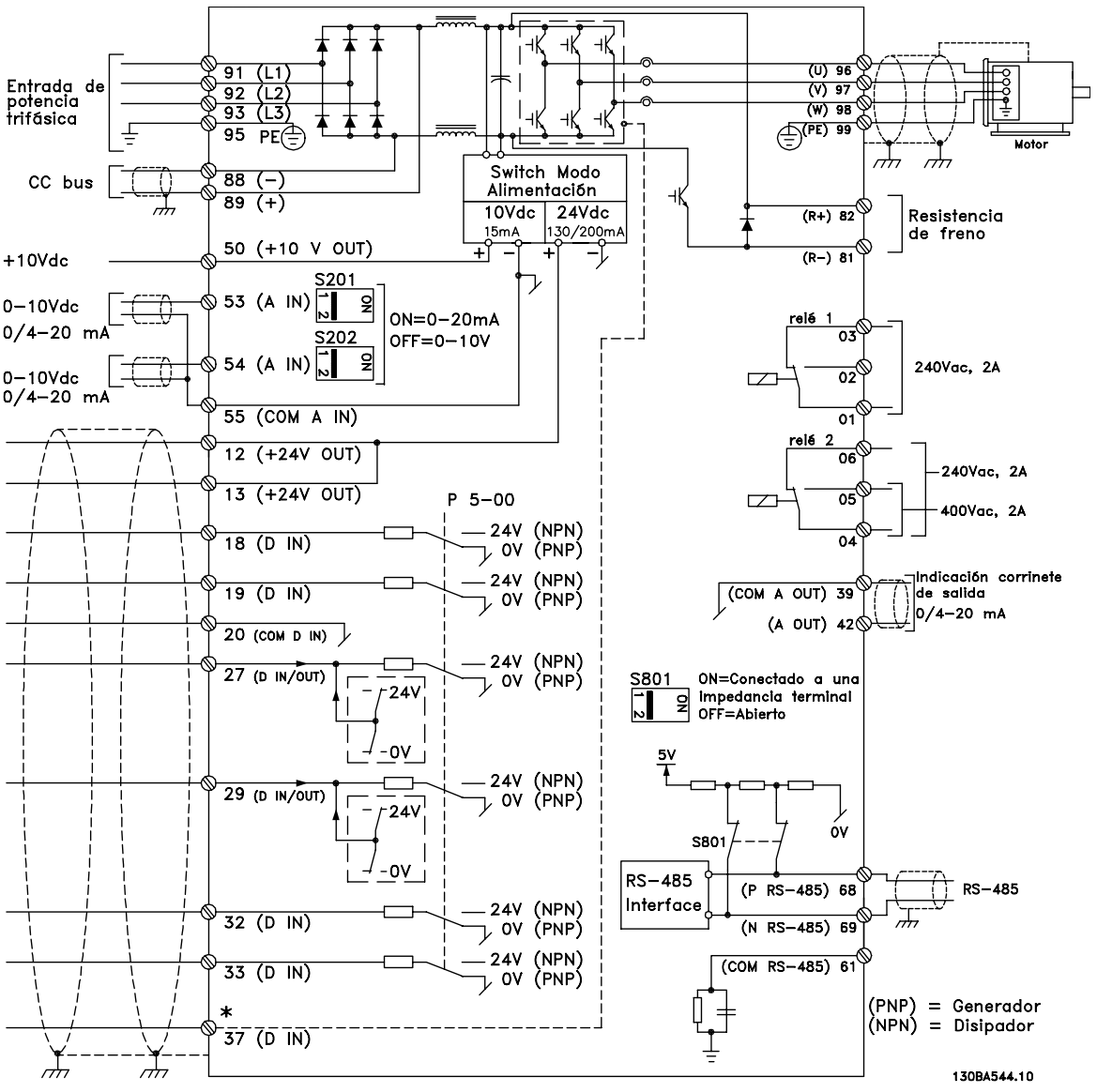


Ilustración 2.8: Diagrama que muestra todos los terminales eléctricos. (El Terminal 37 sólo está presente en unidades con función de parada segura.)

Prüf- und Zertifizierungsstelle
im BG-PRÜFZERT

BGIA
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz
Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften

130BA373.10

Translation
In any case, the German original shall prevail.

Type Test Certificate

05 06004
No. of certificate

Name and address of the holder of the certificate: (customer)	Danfoss Drives A/S, Ulnaes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark
Name and address of the manufacturer:	Danfoss Drives A/S, Ulnaes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark

Ref. of customer:	Ref. of Test and Certification Body: ApK/Köh VE-Nr. 2003 23220	Date of issue: 13.04.2005

Product designation:	Frequency converter with integrated safety functions
Type:	VLT® Automation Drive FC 302
Intended purpose:	Implementation of safety function „Safe Stop"
Testing based on:	EN 954-1, 1997-03, DKE AK 226.03, 1998-06, EN ISO 13849-2; 2003-12, EN 61800-3, 2001-02, EN 61800-5-1, 2003-09,
Test certificate:	No.: 2003 23220 from 13.04.2005
Remarks:	The presented types of the frequency converter FC 302 meet the requirements laid down in the test bases. With correct wiring a category 3 according to DIN EN 954-1 is reached for the safety function.

The type tested complies with the provisions laid down in the directive 98/37/EC (Machinery).

Further conditions are laid down in the Rules of Procedure for Testing and Certification of April 2004.

Head of certification body
(Prof. Dr. rer. nat. Dietmar Reinert)

Certification officer
(Dipl.-Ing. R. Apfeld)

PZB10E 01.05

Postal adress: 53754 Sankt Augustin
Office: Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin
Phone: 0 22 41/2 31-02
Fax: 0 22 41/2 31-22 34

2.14.2 Instalación de la parada segura

Para realizar una instalación de una parada de categoría 0 (EN60204) de acuerdo con la categoría 3 de seguridad (EN954-1), siga estas instrucciones:

1. El puente (conexión) entre el terminal 37 y la entrada de 24 V CC debe eliminarse. No basta con cortar o romper el puente. Elimínelo completamente para evitar un cortocircuito. Véase el puente en la ilustración.
2. Conecte el terminal 37 a 24 V CC mediante un cable protegido contra cortocircuitos. La fuente de alimentación de 24 V CC debe poderse desconectar mediante un dispositivo interruptor de circuito de categoría 3 conforme a la normativa EN954-1. Si el dispositivo de desconexión y el convertidor de frecuencia están situados en el mismo panel de instalación, se puede utilizar un cable normal sin pantalla en lugar de uno apantallado.

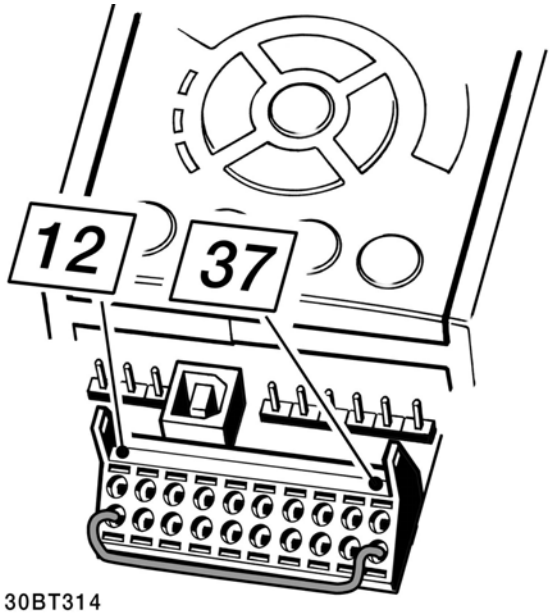


Ilustración 2.9: Puente de conexión entre el terminal 37 y 24 V CC.

La siguiente ilustración muestra una parada de categoría 0 (EN 60204-1) con seguridad de categoría 3 (EN 954-1) La desconexión del circuito se produce mediante la apertura de un contacto. La ilustración también muestra cómo conectar un hardware de inercia no relacionado con la seguridad.

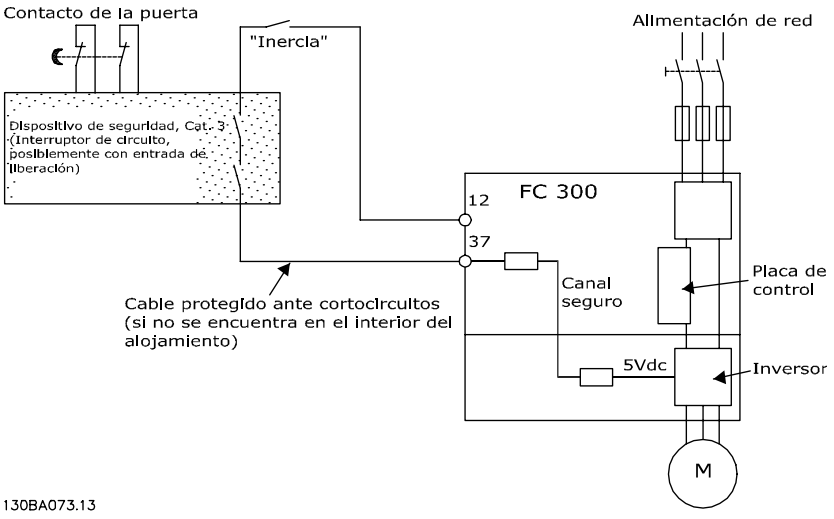


Ilustración 2.10: Ilustración de los aspectos esenciales de una instalación para lograr una parada de categoría 0 (EN 60204-1) con seguridad de categoría 3 (EN 954-1).

3 Selección de Convertidor VLT HVAC

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

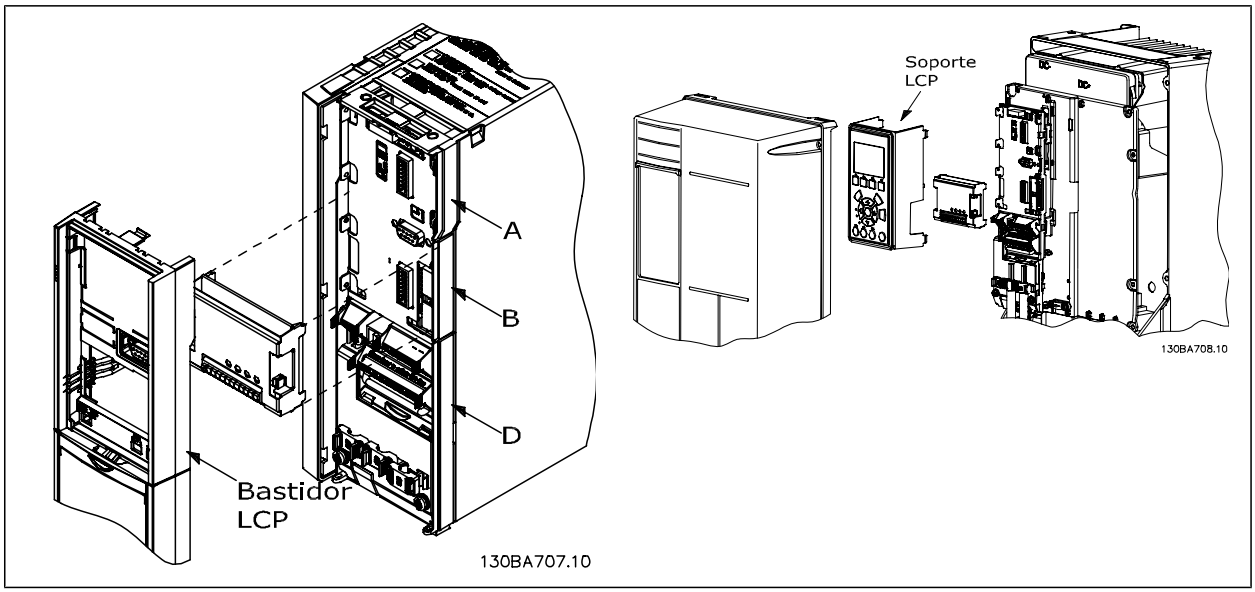
Debe desconectarse la alimentación del convertidor de frecuencia.

Para protecciones A2 y A3:

- Retire del convertidor de frecuencia el LCP (Panel de control Local), la tapa de terminal y el bastidor del LCP.
- Ajuste la opción MCB10x en la ranura B.
- Conecte los cables de control y sujételos mediante las cintas de cable suministradas.
  Quite el protector del bastidor ampliado del LCP, entregado con la opción, para que ésta quepa bajo el bastidor ampliado del LCP.
- Ajuste el bastidor ampliado del LCP y la tapa de terminales.
- Encaje el LCP o la tapa ciega en el bastidor ampliado del LCP.
- Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.
- Ajuste las funciones de entrada/salida en los parámetros correspondientes, como se menciona en las *Especificaciones técnicas generales*.

Para protecciones B1, B2, C1 y C2:

- Retire el LCP y su soporte
- Ajuste la tarjeta de opción MCB 10x en la ranura B.
- Conecte los cables de control y sujételos mediante las cintas de cable suministradas
- Ajuste el soporte
- Ajuste el LCP



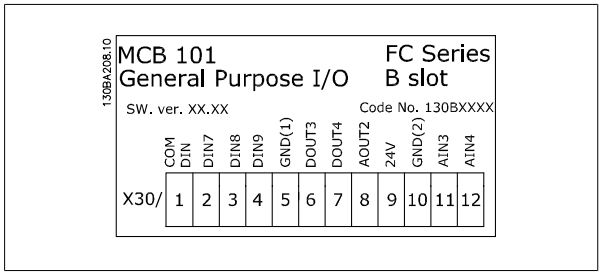
Protecciones A2, A3 y B3	Protecciones A5, B1, B2, B4, C1, C2, C3 y C4.

3.1.2 Módulo de entrada/salida de propósito general MCB 101

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

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

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



Aislamiento galvánico en el MCB 101

Las entradas digitales/analógicas del MCB 101 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 ó 9 tienen que cambiarse 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.

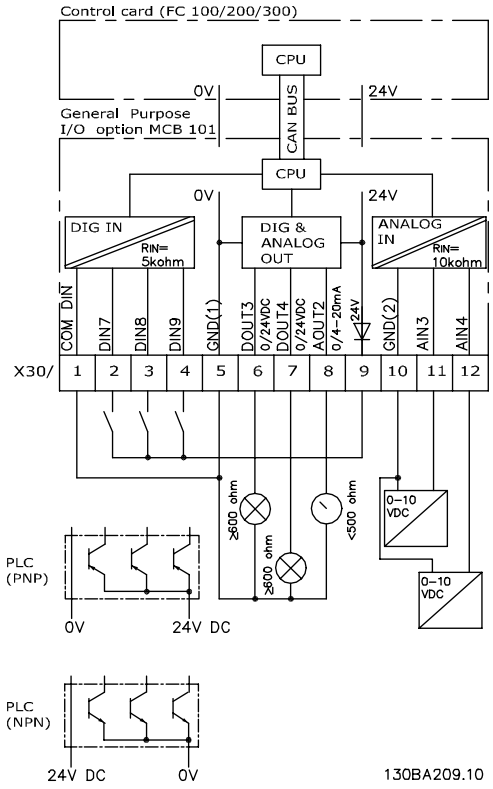


Ilustración 3.1: Diagrama básico

3.1.3 Entradas digitales - Terminal X30/1-4

Parámetros para el ajuste: 5-16, 5-17 y 5-18

Número de entradas digitales	Nivel de tensión	Niveles de tensión	Tolerancia	Máx. 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 un mínimo de 10 sec.	Aprox. 5 kohm

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

Parámetros para el ajuste: 6-3*, 6-4* y 16-76

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

3.1.5 Salidas digitales - Terminal X30/5-7

Parámetros para el ajuste: 5-32 y 5-33

Número de salidas digitales	Nivel de salida	Tolerancia	Impedancia máx.
2	0 ó 24 V CC	± 4 V	≥ 600 ohm

3.1.6 Salidas analógicas - Terminal X30/5+8

Parámetros para el ajuste: 6-6* y 16-77

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

3.1.7 Opción relé MCB 105

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

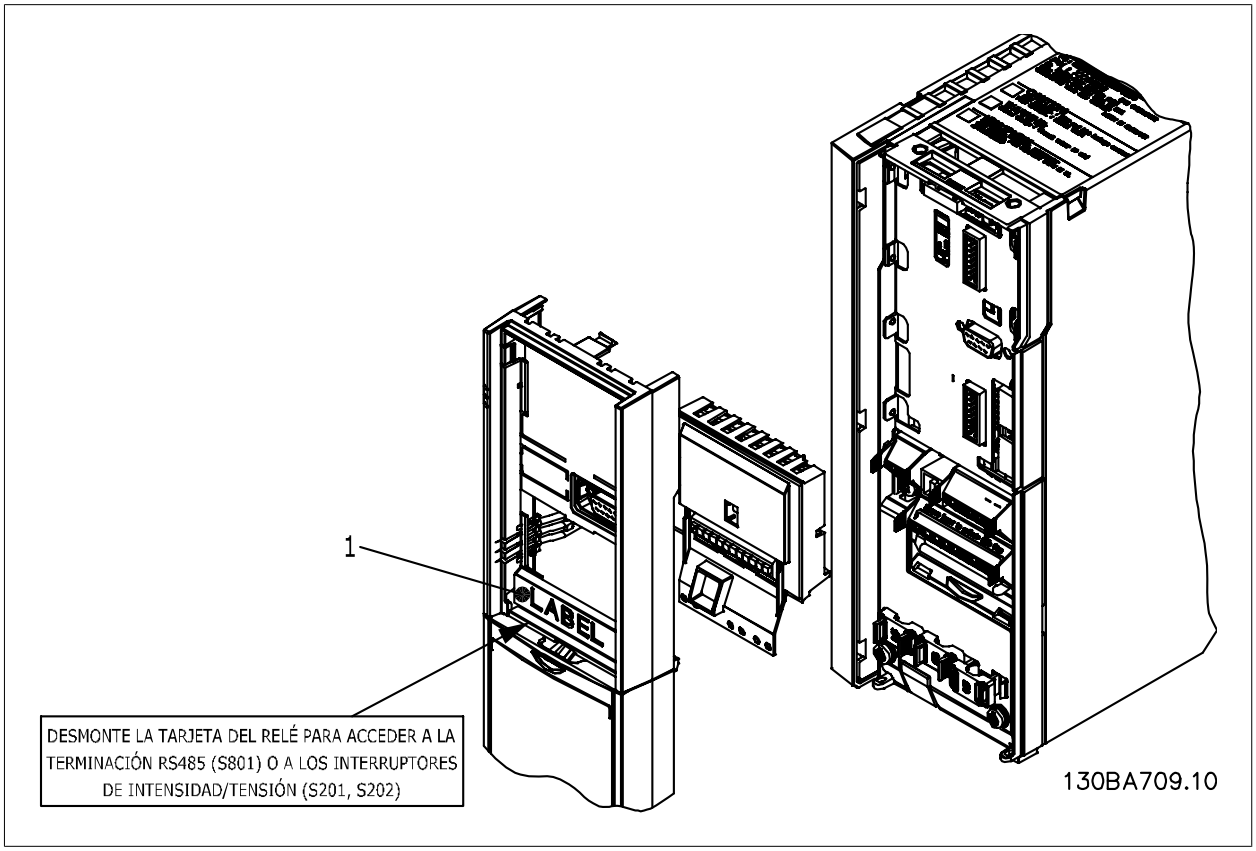
Datos eléctricos:	
Carga máx. del terminal (CA-1) [1] (Carga resistiva):	240 V CA 2 A
Carga máx. del terminal (AC-15) [1] (Carga inductiva @ cosφ 0,4)	240 V CA 0,2 A
Carga máx. del terminal (DC-1) [1] (Carga resistiva)	24 V CC 1 A
Carga máx. del terminal (DC-13) [1] (Carga inductiva)	24 V CC 0,1 A
Carga mín. del terminal (CC)	5 V 10 mA
Frecuencia de conmutación máx. en carga nominal/carga mín.	6 min^{-1}/20 sec^{-1}

1) IEC 947 partes 4 y 5

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

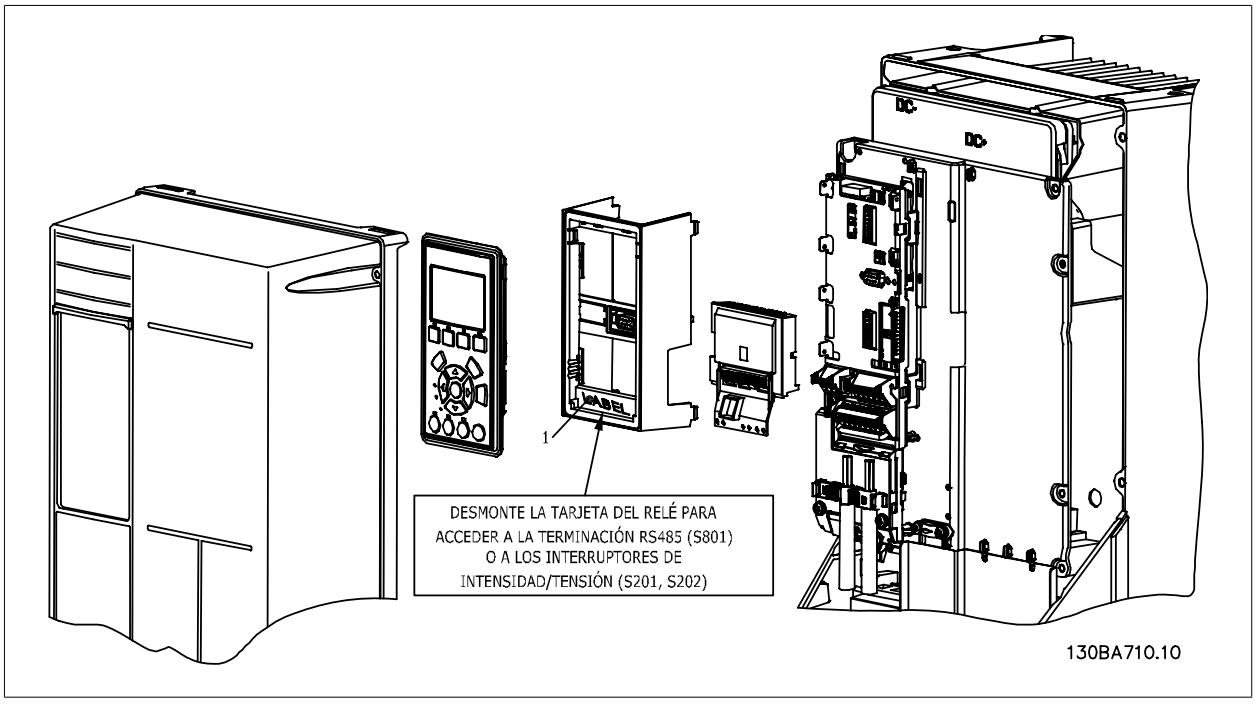
- Módulo de relé MCB 105

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



A2-A3-B3	A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

[1] ¡**IMPORTANTE**! La etiqueta DEBE clocarse sobre el bastidor del LCP, tal como se indica (según las normas UL).

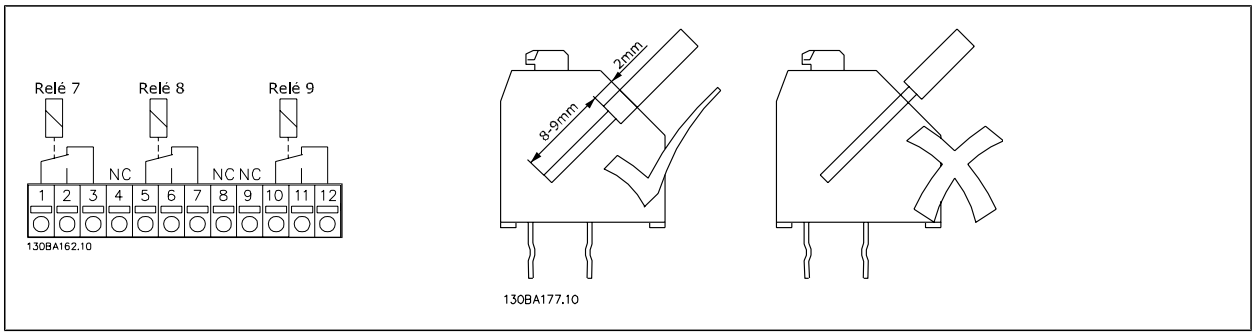


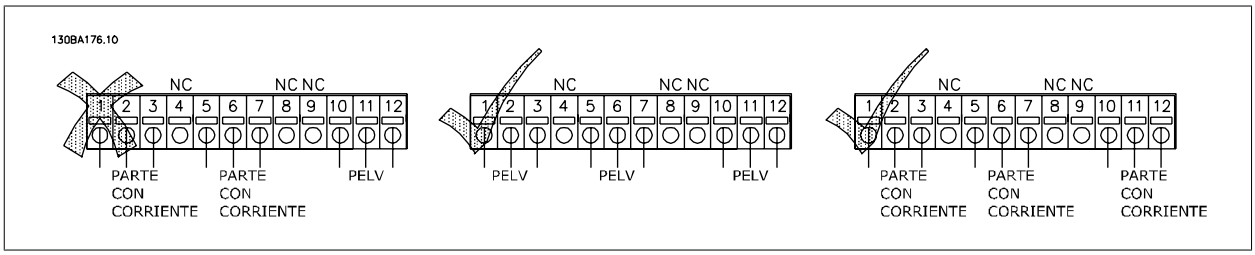
Advertencia sobre la alimentación doble

Cómo añadir la opción MCB 105:

- Consulte las instrucciones de montaje al principio de la sección *Opciones y accesorios*
- Debe desconectarse la alimentación de las conexiones de los terminales de relé que tengan tensión.
- No mezcle partes activas (alta tensión) con señales de control (PELV).
- Seleccione las funciones de relé en los par. 5-40 [6-8], 5-41 [6-8] y 5-42 [6-8].

NB! (Índice [6] es el relé 7, índice [7] es el relé 8 e índice [8] es el relé 9)





No combine piezas de baja tensión con sistemas PELV.

3.1.8 Opción de suministro externo de 24 V 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.

Especificación del suministro externo de 24 V CC:	
Rango de tensión de entrada	24 V CC ±15% (máx. 37 V en 10 s)
Intensidad de entrada máxima	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

Las entradas están protegidas.

Números de terminales:

Terminal 35: - suministro externo de 24 V CC.

Terminal 36: + suministro externo de CC de 24 V.

Siga estos pasos:

1. Retire el LCP o la tapa ciega
2. Retire la tapa de terminales
3. Retire la placa de conexión de pantallas y la tapa de plástico inferior
4. Inserte la opción de suministro externo de 24 V CC en la ranura para opciones
5. Monte la placa de conexión de pantallas
6. Acople la tapa de terminales y el LCP o la tapa ciega.

Cuando el MCB 107, opción de suministro externo de 24 V CC, está alimentando el circuito de control, se desconecta automáticamente la fuente de alimentación interna de 24 V.

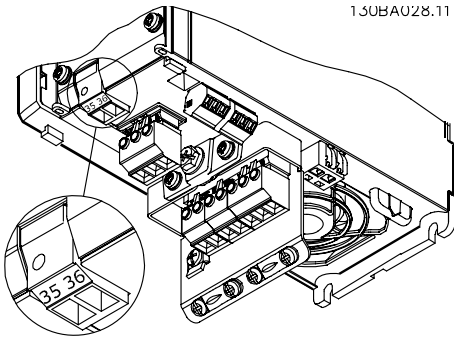


Ilustración 3.2: Conexión al suministro externo de 24 V (A2-A3).

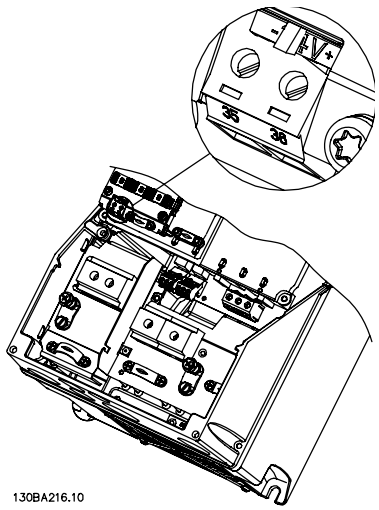


Ilustración 3.3: Conexión al suministro externo de 24 V (A5-C2).

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
- Una ampliación general de la selección de E/S analógica disponible en la tarjeta de control, por ejemplo, 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.
- Soporte de controladores PID ampliados con E/S para entradas de consigna, entradas del transmisor/sensor y salidas para actuadores.

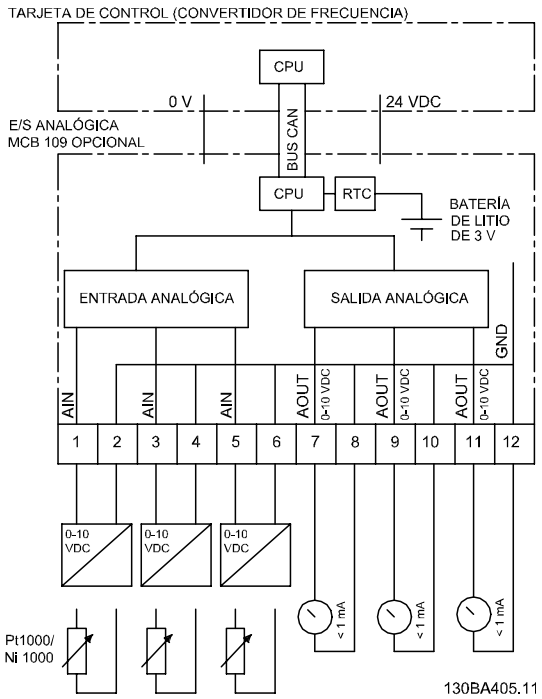


Ilustración 3.4: Esquema de principio para las E/S analógicas montadas en el convertidor de frecuencia.

Configuración de E/S analógica

3 entradas analógicas, capaces de manejar lo siguiente:

- 0 - 10 V CC

O

- 0-20 mA (entrada de tensión 0-10V) montando una resistencia de 510 Ω entre los terminales (consulte NB)
- 4-20 mA (entrada de tensión 2-10V), montando una resistencia de 510 Ω entre los terminales (consulte NB)
- Sensor de temperatura Ni1000 de 1000 Ω a 0° C. Especificaciones conforme a DIN43760
- Sensor de temperatura Pt1000 de 1000 Ω a 0° C. Especificaciones conforme a IEC 60751

3 salidas analógicas suministrando 0-10 V CC.

¡NOTA!

Tenga en cuenta los valores disponibles dentro de los distintos grupos estándar de resistencias:
E12: El valor estándar más próximo es 470 Ω, creando una entrada de 449,9 Ω y 8,997 V.
E24: El valor estándar más próximo es 510 Ω, creando una entrada de 486,4 Ω y 9,728 V.
E48: El valor estándar más próximo es 511 Ω, creando una entrada de 487,3 Ω y 9,746 V.
E96: El valor estándar más próximo es 523 Ω, creando una entrada de 498,2 Ω y 9,964 V.

Entradas analógicas - terminal X42/1-6
Grupo de parámetros para lectura: 18-3* Consulte también la *Guía de programación de Convertidor VLT HVAC.*

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

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

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 ºC como en ºF.

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 para lectura y escritura: 18-3* Consulte también la *Guía de programación de Convertidor VLT HVAC.*
Grupos de parámetros para el ajuste: 26-4*, 26-5* y 26-6* Consulte también la *Guía de programación de Convertidor VLT HVAC*

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

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 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 de ± 20 ppm a 25° C.

La batería de litio incorporada para respaldo dura por término medio un mínimo de 10 años, con el convertidor de frecuencia funcionando a temperatura ambiente de 40 ºC. Si la batería auxiliar falla, debe cambiarse la opción de E/S analógica.

3.1.10 Resistencias de freno

En aplicaciones en las que el motor se utiliza como freno, se genera energía en el motor y se devuelve al convertidor de frecuencia. Si la energía no puede ser transportada de nuevo al motor, se incrementará la tensión en la línea de CC del convertidor. En aplicaciones con frenados frecuentes y/o cargas de inercia elevada, este aumento puede producir una desconexión por sobretensión en el convertidor y, finalmente, una parada del sistema. Se utilizan resistencias de freno para disipar el exceso de energía resultante del frenado regenerativo. La resistencia se selecciona conforme a su valor en ohmios, su velocidad de disipación de potencia y su tamaño físico. Danfoss ofrece una amplia variedad de resistencias diferentes especialmente diseñadas

para nuestros convertidores de frecuencia. Consulte la sección *Control con función de freno* para seleccionar las dimensiones de las resistencias de freno. Los números de códigos pueden encontrarse en la sección *Cómo realizar pedidos*.

3.1.11 Kit de montaje remoto para el LCP

El Panel de control local se puede llevar al frontal de un armario utilizando el kit de montaje remoto. El armario es el IP65. Los tornillos deben apretarse con un par máximo de 1 Nm.

Datos técnicos	
Armario:	IP 65 delantero
Longitud máx. de cable entre el VLT y la unidad:	3 m
Estándar de comunicaciones:	RS 485

Nº de pedido 130B1113

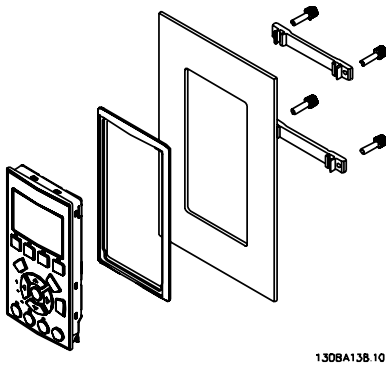


Ilustración 3.5: Kit LCP con LCP gráfico, sujeciones, cable de 3 m y junta.

Nº de pedido 130B1114

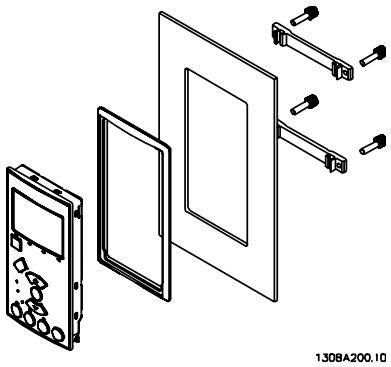
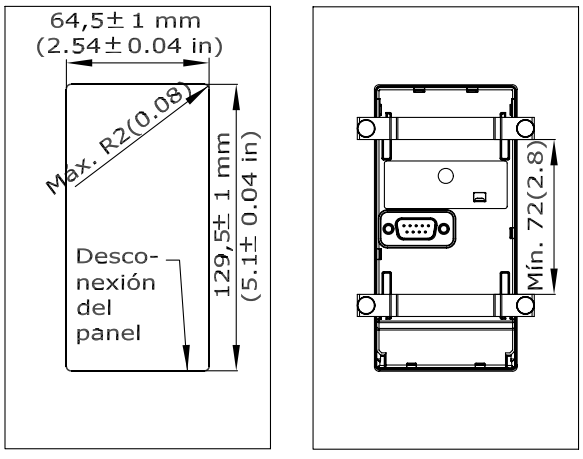


Ilustración 3.6: Kit LCP con LCP numérico, sujeciones y junta.

También está disponible el kit LCP sin LCP. Número de pedido: 130B1117

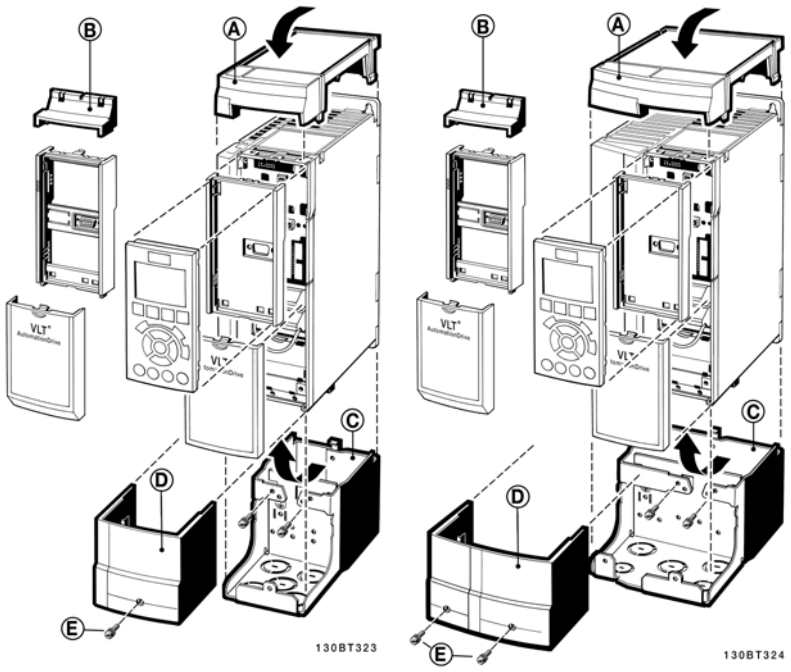


3.1.12 Kit de protección IP 21/IP 4X/ TIPO 1

IP 20/IP 4X parte superior/ TIPO 1 es una protección opcional disponible para las unidades compactas IP 20, tamaño de protección A2-A3.
Si se utiliza el kit de protección, una unidad IP 20 sube a la categoría de protección IP 21/ 4X top/TIPO 1.

La protección IP 4X top puede aplicarse a todas las variantes estándar IP 20 Convertidor VLT HVAC.

A – Tapa superior
B – Ala
C – Pieza base
D – Tapa de la base
E – Tornillo(s)
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 de la unidad y use las abrazaderas de la bolsa de accesorios para sujetar correctamente los cables. Orificios para pasacables:
Tamaño A2: 2x M25 y 3xM32
Tamaño A3: 3xM25 y 3xM32



3.1.13 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 de onda senoidal.

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 al motor. La forma de la onda de tensión sigue teniendo forma de pulsos, pero la velocidad de variación du/dt se reduce en comparación con la instalación sin filtro.

Filtros senoidales
Los filtros senoidales están diseñados para dejar pasar sólo 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 el uso de 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 senoidal 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 senoidal permiten el uso de cables de motor más largos en aplicaciones en que éste 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

4.1.1 Configurador de convertidores de frecuencia

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

Para el convertidor de frecuencia puede pedir convertidores estándar y convertidores con opciones integradas enviando una cadena de código de tipo describiendo el producto a la oficina local de ventas de Danfoss, por ejemplo:

FC-102P18KT4E21H1XGCXXXSXXXXAGBKCXXXXDX

El significado de los caracteres de la cadena puede encontrarse en las páginas que contienen los números de pedido, en el capítulo *Cómo seleccionar su VLT*. En el ejemplo anterior, se incluyen en la unidad una opción Profibus LON Works y una opción de E/S de propósito general.

Los números de pedido para las variantes estándar del convertidor también pueden localizarse en el capítulo *Cómo seleccionar su VLT*.

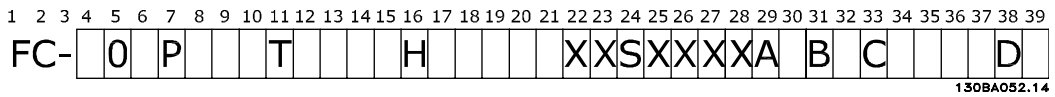
Puede utilizar el configurador de convertidores de frecuencia, disponible en Internet, para realizar la configuración apropiada para su aplicación y generar el código descriptivo. El configurador de convertidores de frecuencia generará automáticamente un número de ventas de ocho dígitos para su envío a la oficina de ventas local.
Además, usted puede establecer una lista de proyectos con varios productos y enviársela a un representante de ventas de Danfoss.

Puede acceder al configurador de convertidores 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. ¡Consulte la página siguiente!

Grupos de productos	1-3	
Serie de convertidores de frecuencia	4-6	
Potencia de salida	8-10	
Fases	11	
Tensión de red	12	
Protección	13-15	
Tipo de protección		
Clase de protección		
Tensión de alimentación para control		
Configuración de hardware		
Filtro RFI	16-17	
Freno	18	
Display (LCP)	19	
PCB barnizado	20	
Opción de alimentación	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**	

4.1.2 Código descriptivo



Descripción	Pos.	Elección posible
Grupo de producto y serie FC	1-6	FC 102
Potencia de salida	8-10	1,1 - 560 kW (P1K1 - P560)
Número de fases	11	Trifásico (T)
Tensión de red	11-12	T 2: 200-240 VCA T 4: 380-480 VCA T 6: 525-600 VCA
Protección	13-15	E20: IP20 E21: IP 21/NEMA Tipo 1 E55: IP 55/NEMA Tipo 12 E2M: IP21/NEMA Tipo 1 c/apantallamiento de red E5M: IP55/NEMA Tipo 12 c/apantallamiento de red E66: IP66 P21: IP21/NEMA Tipo 1 c/placa trasera P55: IP55/NEMA Tipo 12 c/placa trasera
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) H4: Filtro RFI clase A2/A1
Freno	18	X: Chopper de frenado no incluido B: Chopper de frenado incluido T: Parada de seguridad U: Parada de seguridad + freno
Display	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 alimentación	21	X: Sin interruptor de desconexión de red 1: Con interruptor de desconexión de red (sólo IP55)
Adaptación	22	Reservado
Adaptación	23	Reservado
Versión de software	24-27	Software actual
Idioma del software	28	
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
Opciones B	31-32	BX: Sin opciones BK: MCB 101Opción de E/S de propósito general BP: MCB 105 Opción de relé BO: Opción E/S analógica MCB 109
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 opciones D0: Alimentación CC auxiliar

Tabla 4.1: Descripción del código.

Las diferentes opciones y accesorios se describen más detalladamente en la *Guía de diseño del convertidor de frecuencia Convertidor VLT HVAC, MG. 11.BX.YY*

4.2 Números de pedido

4.2.1 Números de pedido: opciones y accesorios

Tipo	Descripción	Nº de pedido	
Hardware diverso			
Conector del enlace de CC	Bloque de terminales para la conexión del enlace CC en bastidor de tamaño A2/A3.	130B1064	
Kit IP 21/4X top/TIPO 1	Alojamiento, tamaño bastidor A2: IP21/IP 4X Top/TIPO 1	130B1122	
Kit IP 21/4X top/TIPO 1	Alojamiento, tamaño bastidor A3: IP21/IP 4X Top/TIPO 1	130B1123	
Kit de montaje en panel	Protección, tamaño bastidor A5	130B1028	
Kit de montaje en panel	Alojamiento, tamaño bastidor B1	130B1046	
Kit de montaje en panel	Alojamiento, tamaño bastidor B2	130B1047	
Kit de montaje en panel	Alojamiento, tamaño bastidor C1	130B1048	
Kit de montaje en panel	Alojamiento, tamaño bastidor 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, sólo protecciones A	130B0524[1)]	
Bloques de terminales	Atornillar los bloques de terminales para sustituir los terminales con resorte 1 conector de 10 contactos, 1 de 6 y 1 de 3	130B1116	
Placa trasera	Armario IP21 / NEMA 1 con cubierta superior A2	130B1132	
Placa trasera	Armario IP21 / NEMA 1 con cubierta superior A3	130B1133	
Placa trasera	A5 IP55 / NEMA TIPO 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	
Placa trasera	C2 IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3911	
Placa trasera	A5 IP66 / NEMA 4x	130B3242	
Placa trasera	B1 IP66 / NEMA 4x	130B3434	
Placa trasera	B2 IP66 / NEMA 4x	130B3465	
Placa trasera	C1 IP66 / NEMA 4x	130B3468	
Placa trasera	C2 IP66 / NEMA 4x	130B3491	
LCP			
LCP 101	Panel numérico de control local (NLCP)	130B1124	
LCP 102	Panel gráfico de control local (GLCP)	130B1107	
Cable del LCP	Cable LCP individual, 3 m	175Z0929	
Kit LCP	Kit de instalación del panel, formado por el LCP gráfico, las sujeciones, un cable de 3 m y la junta.	130B1113	
Kit LCP	Kit de instalación del panel, incluyendo LCP numérico, sujeciones y junta	130B1114	
Kit LCP	Kit de instalación del panel para todos los LCP, que incluye las sujeciones, un cable de 3 m y la junta.	130B1117	
Kit LCP	Kit de instalación del panel para todos los LCP, que incluye las sujeciones y la junta - sin cable	130B1170	
Opciones para ranura A sin revestimiento/con revestimiento		**Sin revestimiento**	**Con revestimiento**
MCA 101	Opción Profibus DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	Opción DeviceNet	130B1102	130B1202
MCA 108	Lonworks	130B1106	130B1206
MCA 109	Pasarela BACnet para integración. No es apta para su uso con la tarjeta MCB 105 de opción de relé	130B1144	130B1244
Opciones para ranura B			
MCB 101	Opción de Entrada/Salida de propósito general	130B1125	
MCB 105	Opción de relé	130B1110	
MCB 109	Opción de E/S analógica	130B1143	130B1243
Opción para ranura D			
MCB 107	Alimentación auxiliar de 24 V CC	130B1108	130B1208
Opciones externas			
Ethernet IP	Ethernet maestro	175N2584	

Tabla 4.2: 1) sólo IP21 / > 11 kW

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

Tipo	Descripción	Nº de pedido	
Repuestos			
Placa de control FC	Con función de parada segura		130B1150
Placa de control FC	Sin función de parada segura		130B1151
Ventilador A2	Ventilador, bastidor tamaño A2	130B1009	
Ventilador A3	Ventilador, bastidor tamaño A3	130B1010	
Ventilador A5	Ventilador, bastidor tamaño A5	130B1017	
Ventilador B1	Ventilador externo, bastidor tamaño B1	130B1013	
Ventilador B2	Ventilador externo bastidor tamaño B2	130B1015	
Ventilador B3	Ventilador externo bastidor tamaño B3		130B3563
Ventilador B4	Ventilador externo, 18,5/22 - 22/30 kW		130B3699
Ventilador B4	Ventilador externo B5		130B3701
Ventilador C1	Ventilador externo, bastidor tamaño C1	130B3865	
Ventilador C2	Ventilador externo, bastidor tamaño C2	130B3867	
Ventilador C3	Ventilador externo, bastidor tamaño C3		130B4292
Ventilador C4	Ventilador externo, bastidor tamaño C4		130B4294
Bolsa de accesorios A2	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño A2	130B1022	
Bolsa de accesorios A3	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño A3	130B1022	
Bolsa de accesorios A5	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño A5	130B1023	
Bolsa de accesorios B1	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño B1	130B2060	
Bolsa de accesorios B2	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño B2	130B2061	

Tabla 4.3: 1) sólo IP21 / > 11 kW

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

Tipo	Descripción	Nº de pedido	
Hardware diverso			
Bolsa de accesorios B3	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño B3	130B0980	
Bolsa de accesorios B4	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño B4	130B1300	Pequeña
Bolsa de accesorios B4	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño B4	130B1301	Grande
Bolsa de accesorios C1	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño C1	130B0046	
Bolsa de accesorios C2	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño C2	130B0047	
Bolsa de accesorios C3	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño C3	130B0981	
Bolsa de accesorios C4	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño C4	130B0982	Pequeña
Bolsa de accesorios C4	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño C4	130B0983	Grande

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.

4.2.2 Números de pedido: filtros armónicos

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

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

380-415 V, 50 Hz

$I_{AHF,N}$	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1,1 - 4	175G6600	175G6622	P1K1, P4K0
19 A	5,5 - 7,5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15 - 18,5	175G6603	175G6625	P15K - P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30 - 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101 A	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144 A	75	175G6607	175G6629	P75K
180 A	90	175G6608	175G6630	P90K
217 A	110	175G6609	175G6631	P110
289 A	132 - 160	175G6610	175G6632	P132 - P160
324 A		175G6611	175G6633	
370 A	200	175G6688	175G6691	P200
434 A	250	2x 175G6609	2x 175G6631	P250
578 A	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
613 A	350	175G6610 + 175G6611	175G6632 + 175G6633	P350

440-480 V, 60 Hz

$I_{AHF,N}$	Motor utilizado normalmente [CV]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
19 A	7,5 - 15	175G6612	175G6634	P7K5 - P11K
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25 - 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72 A	50 - 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101 A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144 A	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K
180 A	150	175G6619	175G6641	P110
217 A	200	175G6620	175G6642	P132
289 A	250	175G6621	175G6643	P160
324 A	300	175G6689	175G6692	P200
370 A	350	175G6690	175G6693	P250
506 A	450	175G6620 + 175G6621	175G6642 + 175G6643	P315
578 A	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P355

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%.

500-525 V, 50 Hz

$I_{AHF,N}$	Motor utilizado normalmente [kW]	Numero de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10 A	1,1 - 5,5	175G6644	175G6656	P4K0 - P5K5
19 A	7,5 - 11	175G6645	175G6657	P7K5

690 V, 50 Hz

$I_{AHF,N}$	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
144 A	110, 132	130B2333	130B2298	P110
180 A	160	130B2334	130B2299	P132
217 A	200	130B2335	130B2300	P160
289 A	250	130B2331+2333	130B2301	P200
324 A	315	130B2333+2334	130B2302	P250
370 A	400	130B2334+2335	130B2304	P315

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

Alimentación de red 3 x 200 a 500 V

Tamaño del convertidor de frecuencia			Frecuencia de conmutación mínima	Frecuencia de salida máxima	Código IP20	Código IP00	Intensidad filtrada nominal a 50 Hz
200-240V	**380-440V**	**440-500V**					
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A
	P315	P355	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P355	P400	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A
	P400	P450	2 kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A
	P450	P500	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P500	P560	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A
	P560	P630	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1.200 A
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1.200 A

¡NOTA!

Cuando se utilicen filtros senoidales, la frecuencia de conmutación, en el par. 14-01, *Frecuencia de conmutación*, deberá cumplir con las especificaciones del filtro .

4.2.4 Números de pedido: Módulos de filtro de ondas sinusoidales, 525-600 V CA

Alimentación de red 3 x 525 a 690 V

Tamaño del convertidor de frecuencia		Frecuencia de conmutación mínima	Frecuencia de salida máxima	Código IP20	Código IP00	Intensidad filtrada nominal a 50 Hz
525-600V	**600V**					
PK75		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K1		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P2k2		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P3K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P4K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P5K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P7K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
	P11K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P11K	P15K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P15K	P18K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P18K	P22K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P22K	P30K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P30K	P37K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P37K	P45K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P45K	P55K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P55K	P75K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P75K	P90K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P90K	P110	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P110	P132	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P150	P160	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P180	P200	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P220	P250	2 kHz	60 Hz	130B2348	130B2329	303 A
P260	P315	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P300	P400	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P375	P500	1,5 kHz	60 Hz	130B2271	130B2242	530 A
P450	P560	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P480	P630	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P560	P710	1,5 kHz	60 Hz	130B2382	130B2338	765 A
P670	P800	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
	P900	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
P820	P1M0	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1.320 A
P970	P1M2	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1.320 A

¡NOTA!

Cuando se utilicen filtros senoidales, la frecuencia de conmutación, en el par. 14-01, *Frecuencia de conmutación*, deberá cumplir con las especificaciones del filtro .

4.2.5 Números de pedido: filtros du/dt, 380-480 VCA

Alimentación de red 3x380 a 3x480 V

Tamaño del convertidor de frecuencia		Frecuencia de conmutación mínima	Frecuencia de salida máxima	Código IP20	Código IP00	Intensidad nominal del filtro a 50 Hz
380-440V	**441-480V**					
11 kW	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2396	130B2385	24 A
15 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
18.5 kW	18.5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
22 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2397	130B2386	45 A
30 kW	30 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
37 kW	37 kW	3 kHz	60 Hz	130B2398	130B2387	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2399	130B2388	110 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2400	130B2389	182 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
132 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2401	130B2390	280 A
160 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
200 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2402	130B2391	400 A
250 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2277	130B2275	500 A
315 kW	355 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
355 kW	400 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
400 kW	450 kW	2 kHz	60 Hz	130B2278	130B2276	750 A
450 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
500 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2405	130B2393	910 A
560 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
630 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
710 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
800 kW	1000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2407	130B2394	1500 A
1000 kW	1100 kW	2 kHz	60 Hz	130B2410	130B2395	2300 A

4.2.6 Números de código: Filtros du/dt, 525-600 V CA

Alimentación de red 3x525 to 3x600 V

Tamaño del convertidor de frecuencia		Frecuencia de conmutación mínima	Frecuencia de salida máxima	Código IP20	Código IP00	Intensidad nominal del filtro a 50 Hz
525-600V	**600V**					
	11 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
11 kW	15 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
15 kW	18,5 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
18,5 kW	22 kW	4 kHz	60 Hz	130B2423	130B2414	28 A
22 kW	30 kW	4 kHz	60 Hz	130B2424	130B2415	45 A
30 kW	37 kW	4 kHz	60 Hz	130B2424	130B2415	45 A
37 kW	45 kW	3 kHz	60 Hz	130B2425	130B2416	75 A
45 kW	55 kW	3 kHz	60 Hz	130B2425	130B2416	75 A
55 kW	75 kW	3 kHz	60 Hz	130B2426	130B2417	115 A
75 kW	90 kW	3 kHz	60 Hz	130B2426	130B2417	115 A
90 kW	110 kW	3 kHz	60 Hz	130B2427	130B2418	165 A
110 kW	132 kW	3 kHz	60 Hz	130B2427	130B2418	165 A
150 kW	160 kW	3 kHz	60 Hz	130B2428	130B2419	260 A
180 kW	200 kW	3 kHz	60 Hz	130B2428	130B2419	260 A
220 kW	250 kW	3 kHz	60 Hz	130B2429	130B2420	310 A
260 kW	315 kW	3 kHz	60 Hz	130B2278	130B2235	430 A
300 kW	400 kW	3 kHz	60 Hz	130B2278	130B2235	430 A
375 kW	500 kW	2 kHz	60 Hz	130B2239	130B2236	530 A
450 kW	560 kW	2 kHz	60 Hz	130B2274	130B2280	630 A
480 kW	630 kW	2 kHz	60 Hz	130B2274	130B2280	630 A
560 kW	710 kW	2 kHz	60 Hz	130B2430	130B2421	765 A
670 kW	800 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1.350 A
	900 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1.350 A
820 kW	1.000 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1.350 A
970 kW	1.200 kW	2 kHz	60 Hz	130B2431	130B2422	1.350 A

5

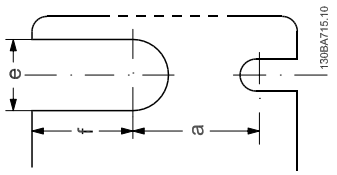
5 Instrucciones de montaje

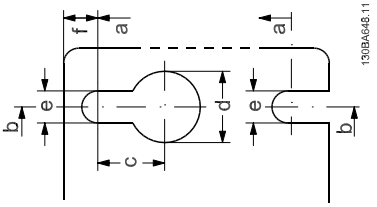
Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente

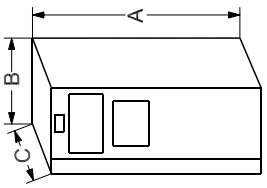
5

5.1.1 Dimensiones mecánicas

	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
	IP20/21	IP20/21	IP55/66	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20
Agujeros de montaje superior e inferior. (sólo C3+C4)											







Todas las medidas expresadas en mm.
* ¡Sólo A5 en IP55/66!

Dimensiones mecánicas														
Tamaño del bastidor (kW):		**A2**		**A3**		**A5**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**
200-240 V		**1,1-3,0**		**3,7**		**1,1-3,7**	**5,5-11**	**15**	**5,5-11**	**15-18,5**	**18,5-30**	**37-45**	**22-30**	**37-45**
380-480 V		**1,1-4,0**		**5,5-7,5**		**1,1-7,5**	**11-18,5**	**22-30**	**11-18,5**	**22-37**	**37-55**	**75-90**	**45-55**	**75-90**
525-600 V		**-**		**1,1-7,5**		**1,1-7,5**	**11-18,5**	**22-30**	**11-18,5**	**22-37**	**37-55**	**75-90**	**45-55**	**75-90**
IP NEMA		20 Chasis	21 Tipo 1	20 Chasis	21 Tipo 1	55/66 Tipo 12	21/ 55/66 Tipo 1/12	21/55/66 Tipo 1/12	20 Chasis	20 Chasis	21/55/66 Tipo 1/12	21/55/66 Tipo 1/12	20 Chasis	20 Chasis
Altura (mm)														
Protección	A**	246	372	246	372	420	480	650	350	460	680	770	490	600
...con placa de desacoplo	A2	374	-	374	-	-	-	-	419	595	-	-	630	800
Placa posterior	A1	268	375	268	375	420	480	650	399	520	680	770	550	660
Distancia entre los orificios de montaje	a	257	350	257	350	402	454	624	380	495	648	739	521	631
Anchura (mm)														
Protección	B	90	90	130	130	242	242	242	165	231	308	370	308	370
Con una opción C	B	130	130	170	170	242	242	242	205	231	308	370	308	370
Placa posterior	B	90	90	130	130	242	242	242	165	231	308	370	308	370
Distancia entre los orificios de montaje	b	70	70	110	110	215	210	210	140	200	272	334	270	330
Profundidad (mm)														
Sin opción A/B	C	205	205	205	205	200	260	260	248	242	310	335	333	333
Con opción A/B	C*	220	220	220	220	200	260	260	262	242	310	335	333	333
Orificios para los tornillos (mm)														
	c	8,0	8,0	8,0	8,0	8,2	12	12	8	-	12	12	-	-
Diámetro ø	d	11	11	11	11	12	19	19	12	-	19	19	-	-
Diámetro ø	e	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	9	9	6,8	8,5	9,0	9,0	8,5	8,5
	f	9	9	9	9	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17
Peso máx. (kg)		4,9	5,3	6,6	7,0	14	23	27	12	23,5	45	65	35	50

* La profundidad de la protección dependerá de las diferentes opciones instaladas.
** Los requisitos de espacio libre se encuentran encima y debajo de la medida A de altura de la protección. Consulte la sección 3.2.3 para obtener más información.

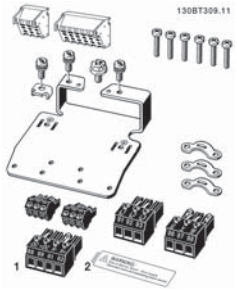
5

	D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2	F3	F4
	IP20/21	IP21/55/66	IP20	IP20	IP21/54	IP00	IP21/54	IP00	IP21/54	IP00
							(Consulte con Danfoss!)			
						Agujero de montaje:				
						Argolla de elevación:				
						Montaje placa base:				
	Todas las medidas expresadas en mm									

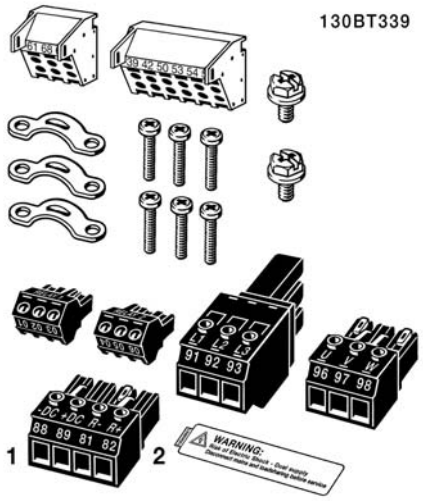
Dimensiones mecánicas											
Tamaño del armario (kW)		**D1**	**D2**	**D3**	**D4**	**E1**	**E2**	**F1**	**F2**	**F3**	**F4**
200-240 V **380-480 V** **525-600 V**		**110-132** **110-132**	**160-250** **160-315**	**110-132** **110-132**	**160-250** **160-315**	**315-450** **355-560**	**315-450** **355-560**	**500-710** **560-750**	**800-1000** **850-1000**	**500-710** **560-750**	**800-1000** **850-1000**
IP NEMA		21/54 Tipo 1/12	21/54 Tipo 1/12	00 Tipo 1	00 Tipo 1	21/54 Tipo 1/12	00 Tipo 1	21/54 Tipo 1/12	21/54 Tipo 1/12	21/54 Tipo 1/12	21/54 Tipo 1/12
Altura (mm)											
Placa posterior	A	1209	1589	1046	1327	2000	1547	2281	2281	2281	2281
Anchura (mm)											
Placa posterior	B	420	420	408	408	600	585	1400	2000	1800	2400
Profundidad (mm)											
	C	380	380	375	375	494	494	607	607	607	607
Dimensiones soportes (mm/pulgadas)											
Orificio central al borde	a	22/0,9	22/0,9	22/0,9	22/0,9	56/2,2	23/0,9				
Orificio central al borde	b	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0				
Diámetro del orificio	c	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0				
	d	20/0,8	20/0,8	20/0,8	20/0,8		27/1,1				
	e	11/0,4	11/0,4	11/0,4	11/0,4		13/0,5				
	f	22/0,9	22/0,9	22/0,9	22/0,9						
	g	10/0,4	10/0,4	10/0,4	10/0,4						
	h	51/2,0	51/2,0	51/2,0	51/2,0						
	i	25/1,0	25/1,0	25/1,0	25/1,0						
	j	49/1,9	49/1,9	49/1,9	49/1,9						
Diámetro del orificio	k	11/0,4	11/0,4	11/0,4	11/0,4						
Peso máx. (kg)		104	151	91	138	313	277	1004	1299	1246	1541
* La parte delantera del convertidor de frecuencia es ligeramente convexa. C es la distancia más corta desde la parte posterior a la anterior (medida de esquina a esquina) del convertidor de frecuencia. D es la distancia más larga desde la parte posterior a la anterior (medida en el centro) del convertidor.											

5.1.2 Bolsa de accesorios

Bolsas de accesorios: busque las siguientes piezas incluidas en las bolsas de accesorios del convertidor de frecuencia.

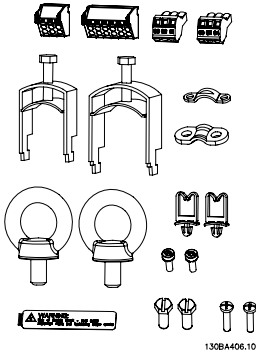


Tamaños de bastidor A1, A2 y A3,

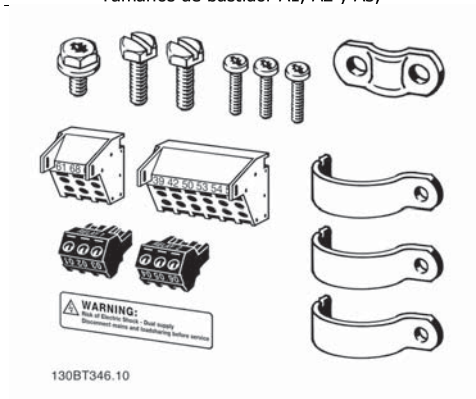


Tamaño de bastidor A5,

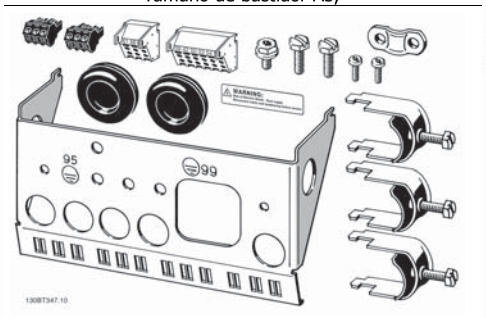
Tamaños de bastidor B1 y B2,



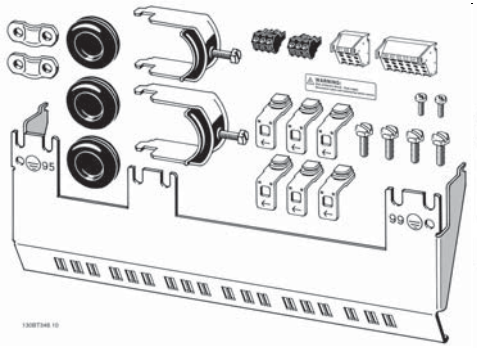
Tamaños de bastidor C1 y C2,



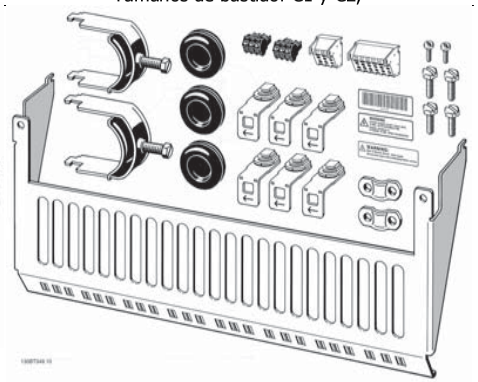
Tamaño de bastidor B3,



Tamaño de bastidor B4,



Tamaño de bastidor C2,



Tamaño de bastidor C4,

1 + 2 sólo disponibles en unidades con chopper de freno. Para la conexión del enlace de CC (carga compartida), se puede pedir por separado el conector 1 (número de código 130B1064)
Se incluye un conector de ocho polos en la bolsa de accesorios para FC 102 sin parada segura.

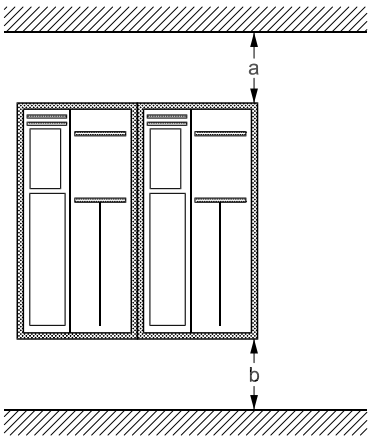
MG.11.B7.05 - VLT® es una marca registrada de Danfoss

5.1.3 Montaje mecánico

Todos los tamaños del bastidor IP20, así como los tamaños del bastidor IP21/ IP55, excepto A2 y A3 permiten la instalación lado a lado.

Si se utiliza el kit de protección IP 21 en la protección A2 o A3, debe haber un espacio libre entre convertidores 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 la siguiente tabla.



Entrada de aire para distintas protecciones

Protección:	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
a (mm):	100	100	100	200	200	200	200	200	225	200	225
b (mm):	100	100	100	200	200	200	200	200	225	200	225

1. Realice las perforaciones de acuerdo con las medidas indicadas.
2. Debe contar con tornillos adecuados a la superficie en la que desea montar el convertidor de frecuencia. Apriete los cuatro tornillos.

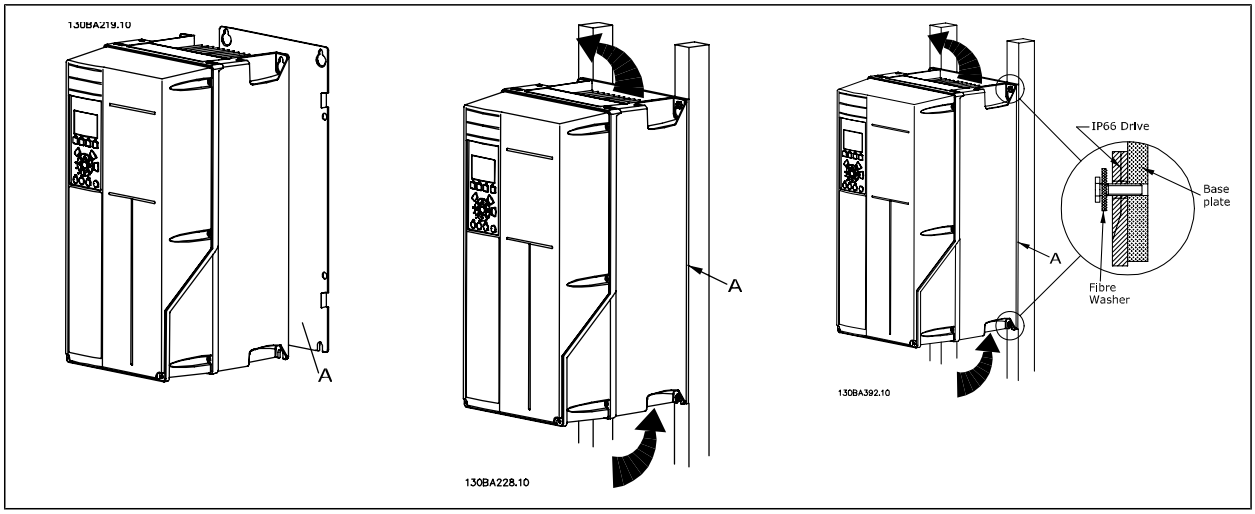


Tabla 5.1: Si se montan los bastidores de tamaño A5, B1, B2, B3, C1, C2, C3 y C4 en una pared que no sea maciza, debe instalarse en el convertidor una placa trasera A para paliar la falta de aire de refrigeración sobre el disipador de calor.

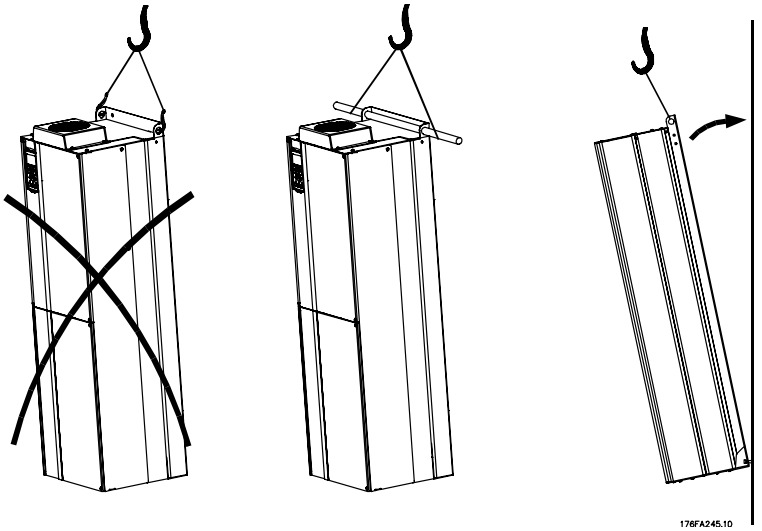


Ilustración 5.1: Con convertidores más pesados, utilice un dispositivo de elevación. Primero, monte en la pared los dos pernos inferiores, a continuación eleve el convertidor hasta los pernos inferiores y, finalmente, fije el convertidor a la pared con los dos pernos superiores.

5

5.1.4 Requisitos de seguridad de la instalación mecánica

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

El convertidor de frecuencia se refrigera mediante circulación de aire.
Para evitar que el convertidor de frecuencia 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 el párrafo *Reducción de potencia por temperatura ambiente*.
Si la temperatura ambiente está dentro del rango 45 °C - 55 °C, la reducción de la potencia del convertidor de frecuencia será relevante; consulte *Reducción de potencia por 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.

5.1.5 Instalación de campo

Para la instalación en campo se recomiendan los kits IP 21/IP 4X top/TIPO 1 o las unidades IP 54/55.

5.2 Instalación eléctrica

5.2.1 Cables en general

¡NOTA!
Para las Convertidor VLT HVAC conexiones de red y de motor de la serie de Alta Potencia, véase el Convertidor VLT HVACManual de funcionamiento de Alta potencia, *MG.11.FX.YY*.

¡NOTA!
Cables en general
Respete siempre las normas nacionales y locales con respecto a las secciones de los cables.

5

Detalles de pares de apriete de los terminales.

	Potencia (kW)			Par [Nm]					
Protección	**200-240 V**	**380-480 V**	**525-600 V**	**Línea**	**Motor**	**Conexión de CC**	**Freno**	**Tierra**	**Relé**
A2	1,1 - 3,0	1,1 - 4,0		1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A3	3,7	5,5 - 7,5	1.1 - 7,5	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
A5	1,1 - 3,7	1,1 - 7,5	1,1 - 7,5	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
B1	5,5 - 11	11 - 18,5	-	1,8	1,8	1,5	1,5	3	0,6
B2	- 15	22 30	- -	4,5 4,5[2)]	4,5 4,5[2)]	3,7 3,7	3,7 3,7	3 3	0,6 0,6
B3	5,5 - 11	11 - 18,5	11 - 18,5	1,8	1,8	1,8	1,8	3	0,6
B4	11 - 18,5	18,5 - 37	18,5 - 37	4,5	4,5	4,5	4,5	3	0,6
C1	18,5 - 30	37 - 55	-	10	10	10	10	3	0,6
C2	37 - 45	75 - 90	- -	14/24[1)]	14/24[1)]	14	14	3	0,6
C3	18,5 - 30	37 - 55	37 - 55	10	10	10	10	3	0,6
C4	30 - 45	55 - 90	55 - 90	14/24 [1)]	14/24 [1)]	14	14	3	0,6
D1/D3	-	110 - 132	110 - 132	19	19	9,6	9,6	19	0,6
D2/D4	-	160-250	160-315	19	19	9,6	9,6	19	0,6
E1/E2	-	315-450	355-560	19	19	19	9,6	19	0,6

Tabla 5.2: Apriete de los terminales

1) Para diferentes dimensiones x/y de cable, donde x ≤ 95 mm² e y ≥ 95 mm²

2) Dimensiones de cable por encima de 18,5 kW ≥ 35 mm² e inferiores a 22 kW ≤ 10 mm²

5.2.2 Cables de motor

Consulte en la sección *Especificaciones generales* las dimensiones correctas de sección y longitud del cable de motor.

- Utilice un cable de motor apantallado/blindado para cumplir con las especificaciones de emisión EMC.
- Mantenga el cable del motor tan corto como sea posible para reducir el nivel del ruido y las corrientes de fuga.
- Conecte la pantalla 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 para cable). Para ello, utilice los dispositivos de instalación suministrados con el convertidor de frecuencia.
- Evite el montaje con los extremos del apantallamiento retorcidos (en espiral), ya que se anularían los efectos de apantallamiento de alta frecuencia.
- Si resulta necesario romper el apantallamiento para instalar aisladores o relés de motor, el apantallamiento debe tener la menor impedancia de HF posible.

5.2.3 Instalación eléctrica de cables de motores

Apantallamiento de los cables

Evite la instalación con los extremos de los cables retorcidos (espirales). Eliminan el efecto de apantallamiento a frecuencias elevadas.
Si necesita interrumpir el apantallamiento para instalar un aislante del motor o un contactor del motor, el apantallamiento debe continuarse con la menor impedancia de AF posible.

Longitud y sección transversal 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.

Frecuencia de conmutación

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

5

Conductores de aluminio

No se recomienda el uso de conductores de aluminio. Los terminales pueden aceptar conductores de aluminio, pero es necesario que la superficie del conductor esté limpia, y debe eliminarse cualquier resto de óxido y aislarse con vaselina sin ácidos neutros 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.

5.2.4 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 desee 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.

5.2.5 Orificios ciegos en la carcasa.

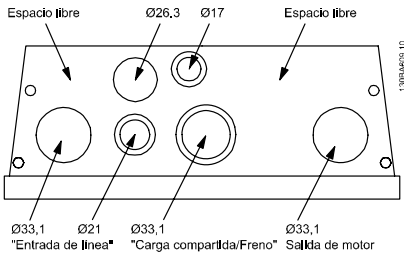


Ilustración 5.2: Orificios de entrada para cables en el armario B1. La utilización que se sugiere de los orificios es solo una recomendación, siendo posibles otras soluciones.

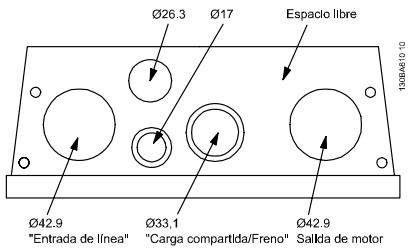


Ilustración 5.3: Orificios de entrada para cables en el armario B2. La utilización que se sugiere de los orificios es solo una recomendación, siendo posibles otras soluciones.

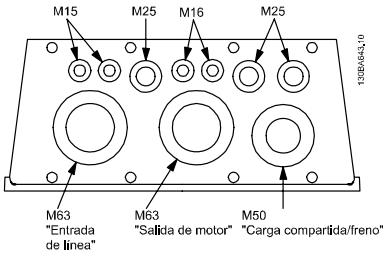


Ilustración 5.4: Orificios de entrada para cables en el armario C1. La utilización que se sugiere de los orificios es solo una recomendación, siendo posibles otras soluciones.

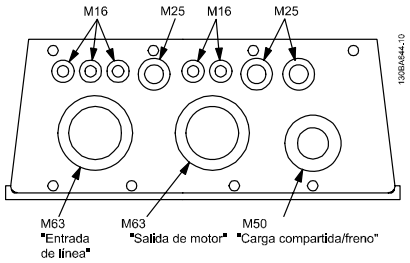


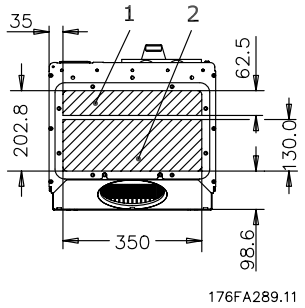
Ilustración 5.5: Orificios de entrada para cables en el armario C2. La utilización que se sugiere de los orificios es solo una recomendación, siendo posibles otras soluciones.

5

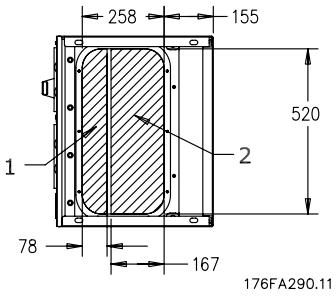
5.2.6 Entrada para prensacables/conducto - IP21 (NEMA 1) e IP54 (NEMA12)

Los cables se conectan desde la parte inferior a través de la placa prensacables. Retire la placa y decida dónde va a colocar la entrada para los prensacables o conductos. Practique orificios en la zona marcada sobre el esquema.
La placa de prensacables debe colocarse en el convertidor de frecuencia para asegurar el grado de protección especificado, así como para asegurar la correcta refrigeración de la unidad. No instalar la placa de prensacables puede producir la desconexión de la unidad.

Armario D1 + D2



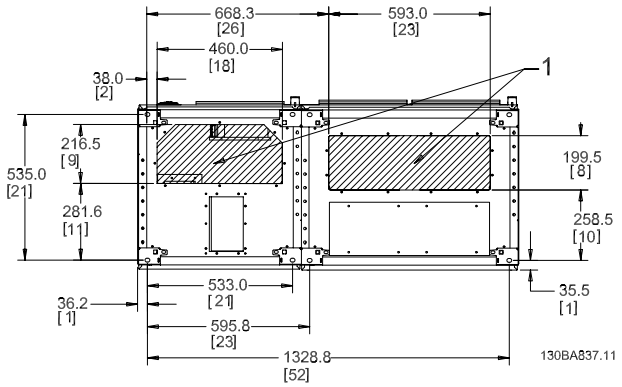
Armario E1



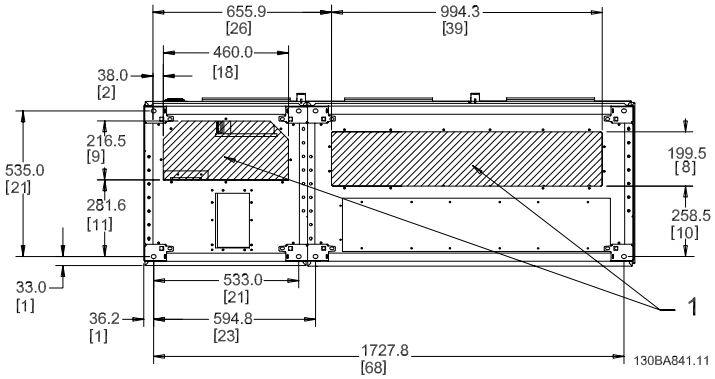
Entradas de cable vistas desde la parte inferior del convertidor de frecuencia - 1) Lado de red 2) Lado de motor

5

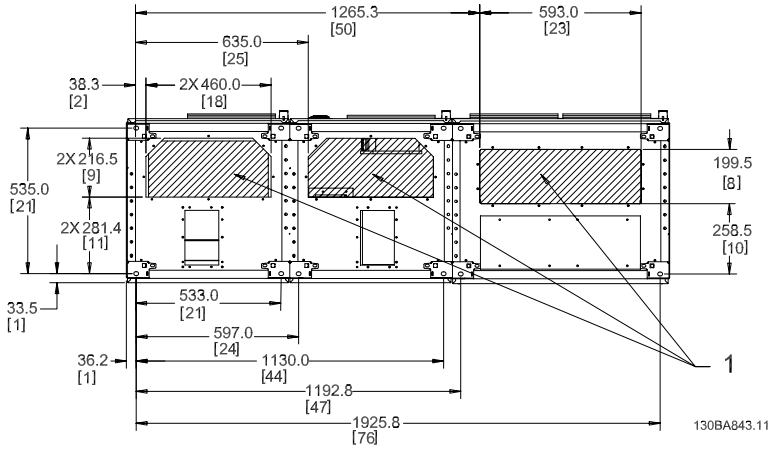
Armario F1



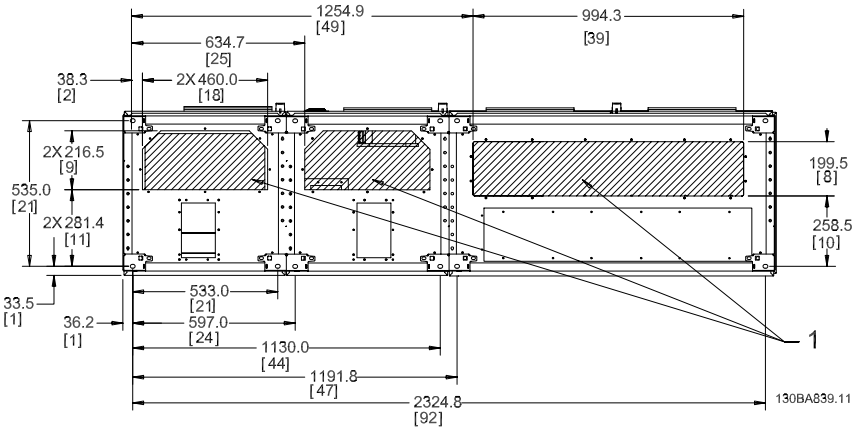
Armario F2



Armario F3



Armario F4



F1-F4: entradas de cable vistas desde la parte inferior del convertidor de frecuencia - 1) Colocar los conductos en las áreas marcadas

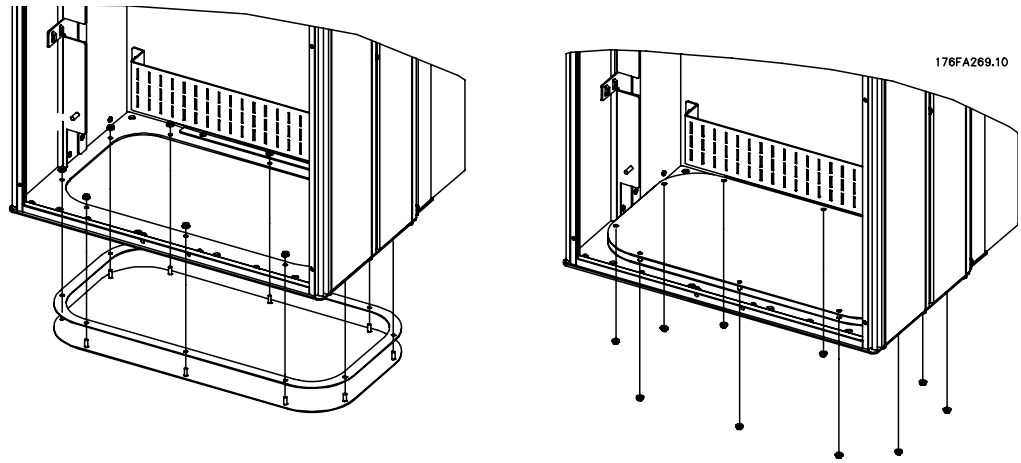


Ilustración 5.6: Instalación de la placa inferior, armario E1.

La placa inferior del armario E1 puede instalarse desde dentro o desde fuera del armario, permitiendo flexibilidad en el proceso de instalación, p.e. si se instala desde abajo, los prensacables y cables pueden instalarse antes de colocar el convertidor de frecuencia en el pedestal.

5.2.7 Conexión a la red de alimentación y puesta a tierra

¡NOTA!
Se puede desmontar el conector de potencia.

1. Asegúrese de que el convertidor de frecuencia esté bien conectado a tierra. Conecte a la conexión a tierra (terminal 95). Utilice un tornillo de la bolsa de accesorios.
2. Coloque los conectores 91, 92 y 93 de la bolsa de accesorios en los terminales indicados como MAINS en la parte inferior del convertidor de frecuencia.
3. Conecte los cables de alimentación de red al conector de alimentación de red.

La sección del cable de conexión a tierra debe ser, como mínimo, de 10 mm^2 o se utilizarán 2 cables de especificación nominal terminados por separado conformes a EN 50178.

La conexión de red se encaja en el interruptor principal si está incluido.

¡NOTA!
Compruebe que la tensión de red se corresponda con la tensión de red de la placa de características del convertidor de frecuencia.

Red de alimentación 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.
Para redes de alimentación IT y tierra en triángulo (con conexión a tierra), la tensión de red puede sobrepasar los 440 V entre fase y tierra.

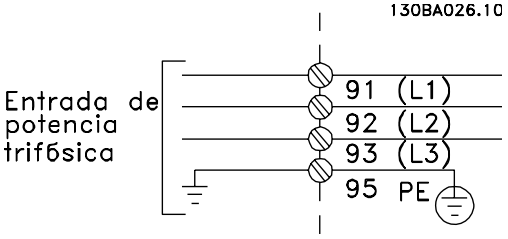


Ilustración 5.7: Terminales para la red de alimentación y la toma de tierra.

5

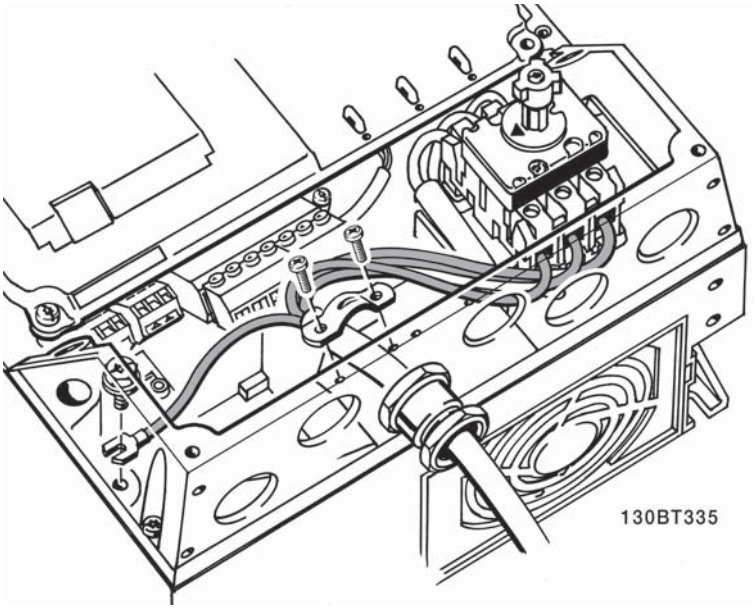


Ilustración 5.8: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra con desconector (protección A5).

5.2.8 Conexión de red para los bastidores de tamaño A2 y A3

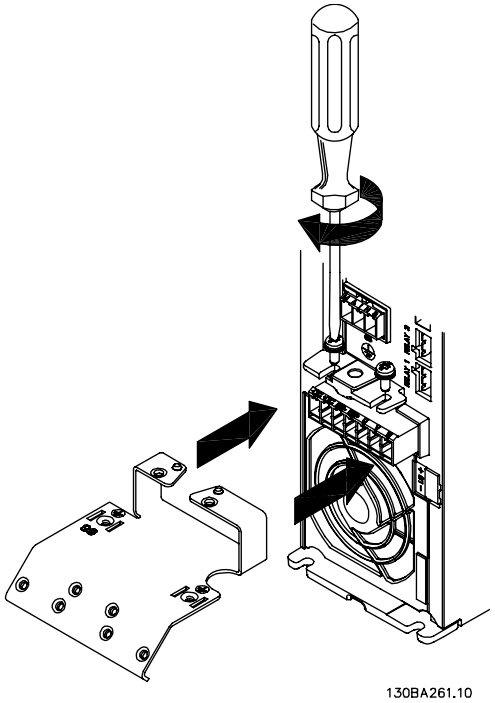


Ilustración 5.9: En primer lugar, coloque los dos tornillos de la placa de montaje, coloque la placa en su sitio y apriete los tornillos completamente.

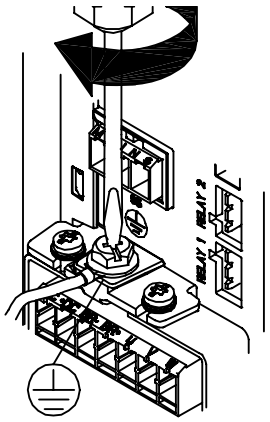


Ilustración 5.10: Cuando instale los cables, monte y ajuste en primer lugar el cable de tierra.

La sección del cable de conexión a tierra debe ser, como mínimo, de 10 mm^2 o 2 cables de especificación nominal terminados por separado conformes a *EN 50178/IEC 61800-5-1*.

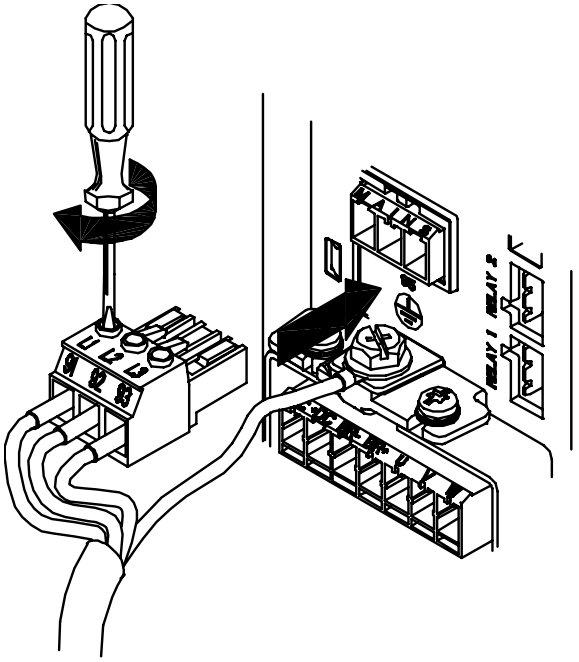


Ilustración 5.11: A continuación, monte el conector de alimentación y fije los cables.

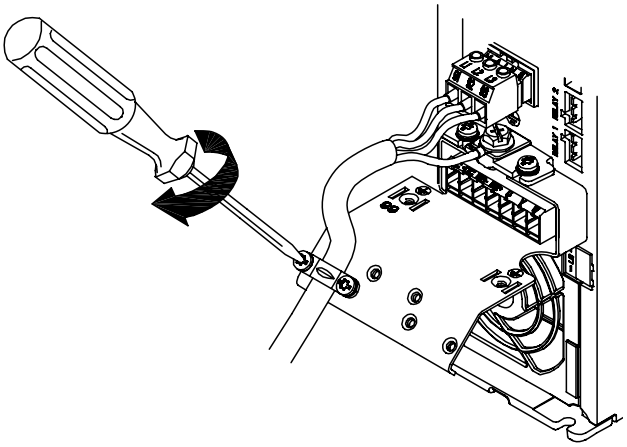


Ilustración 5.12: Por último, apriete la abrazadera de montaje de los cables de alimentación.

5.2.9 Conexión electrica para A5

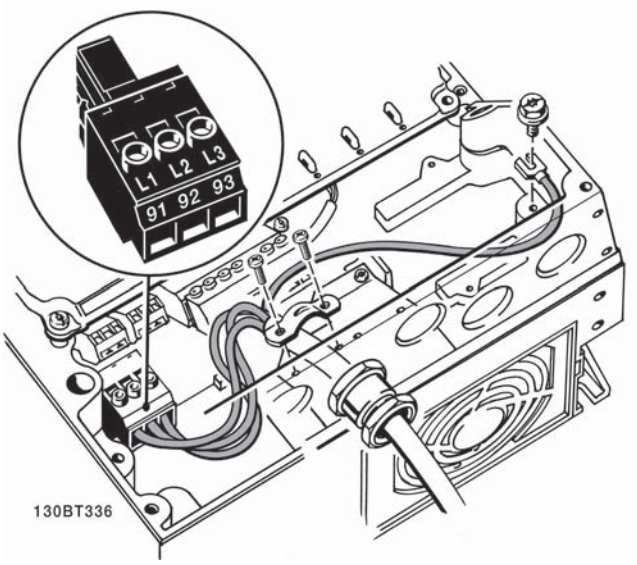


Ilustración 5.13: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra sin interruptor de desconexion de. Observe que se utiliza una abrazadera.

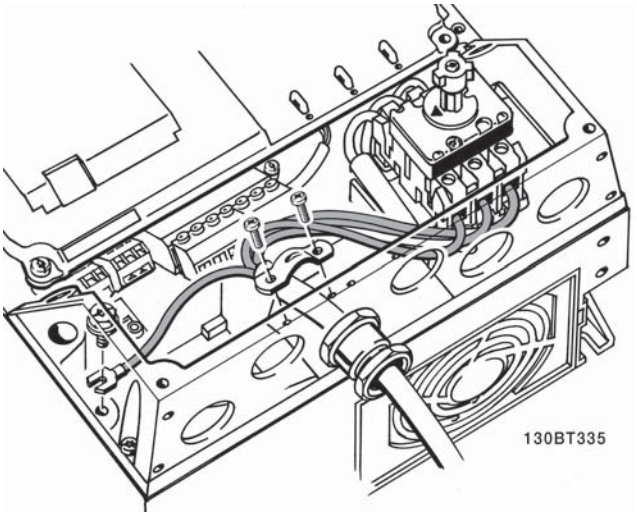


Ilustración 5.14: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra con interruptor de desconexión de la red.

5.2.10 Conexión a la red de alimentación para B1, B2 y B3

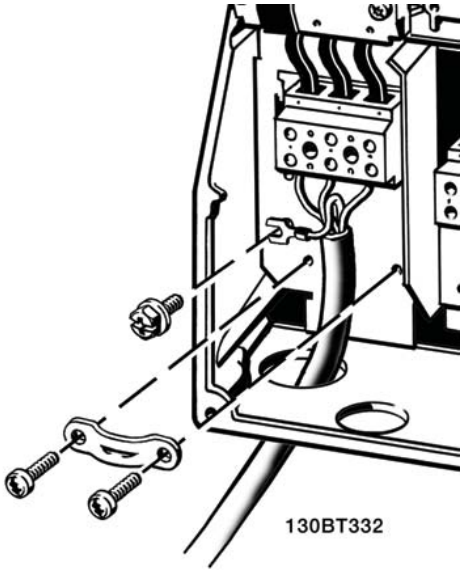


Ilustración 5.15: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra para B1 y B2

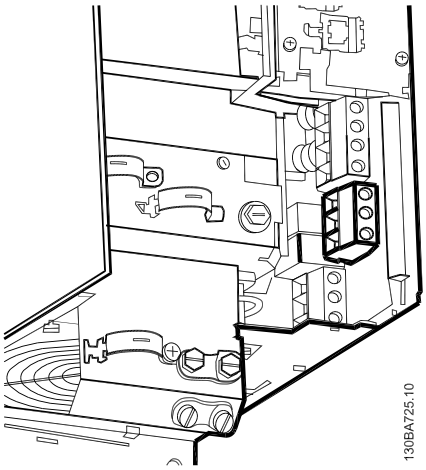


Ilustración 5.16: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra para los B3 sin RFI.

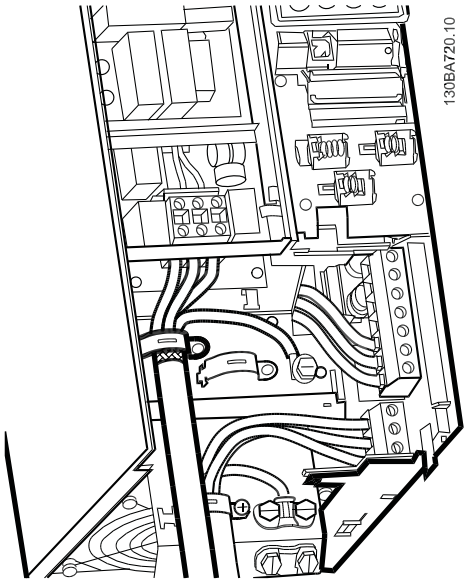


Ilustración 5.17: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra para B3con RFI.

¡NOTA!
Para conocer las dimensiones correctas de cables, consulte la sección Especificaciones generales, que aparece al final de este manual.

5.2.11 Conexión a la red de alimentación para B4, C1y C2

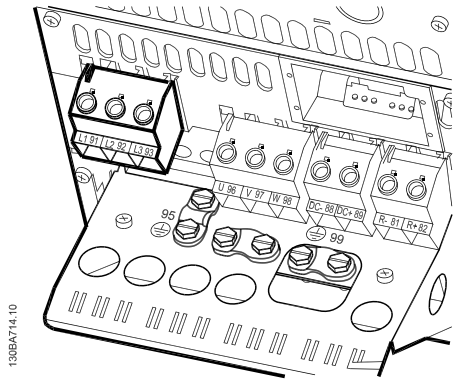


Ilustración 5.18: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra de B4.

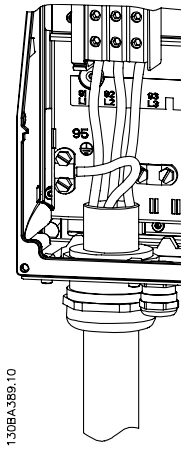


Ilustración 5.19: Cómo realizar la conexión a la red de alimentacion y a tierra de C1 y C2.

5

5.2.12 Conexión de red para C3 y C4

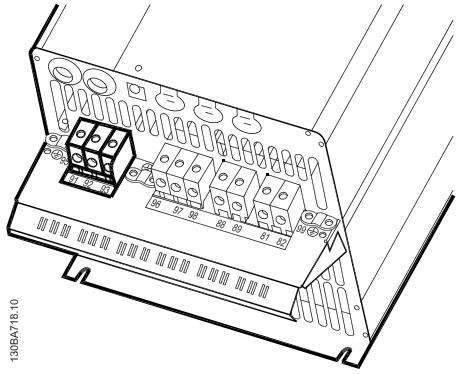


Ilustración 5.20: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra de C3.

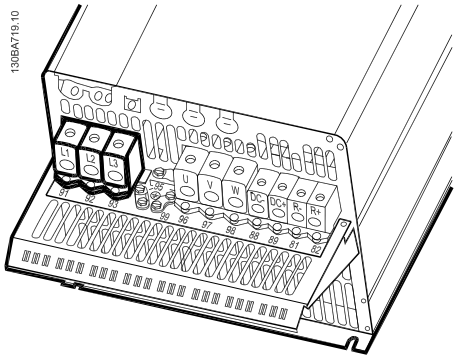


Ilustración 5.21: Cómo realizar la conexión a red de alimentación y a tierra de C4.

5.2.13 Conexión del motor

¡NOTA!
El cable del motor debe estar apantallado/blindado. Si se utiliza un cable no apantallado/blindado, no se cumplirán algunos requisitos de EMC. Para obtener más información, consulte *Especificaciones de EMC*.

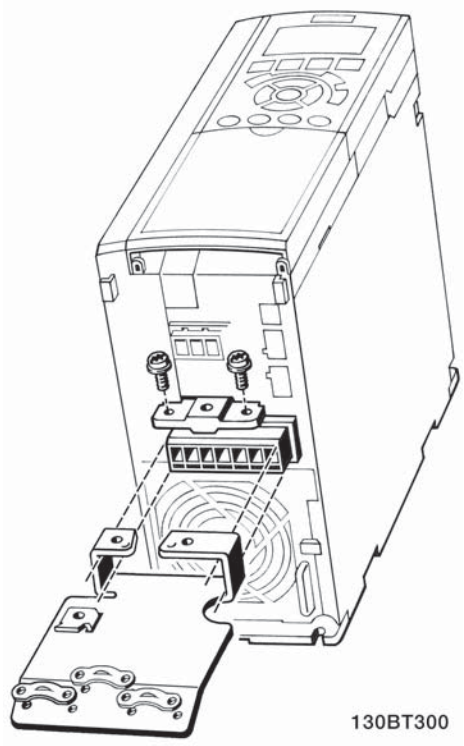
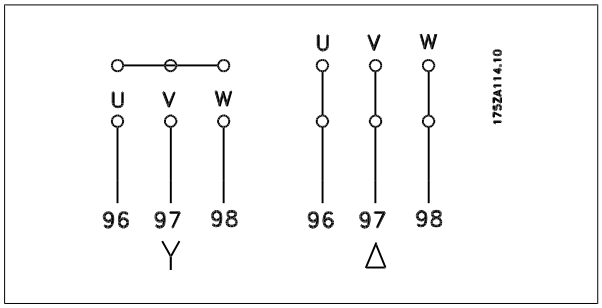


Ilustración 5.22: Montaje de la placa de conexión de pantallas

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

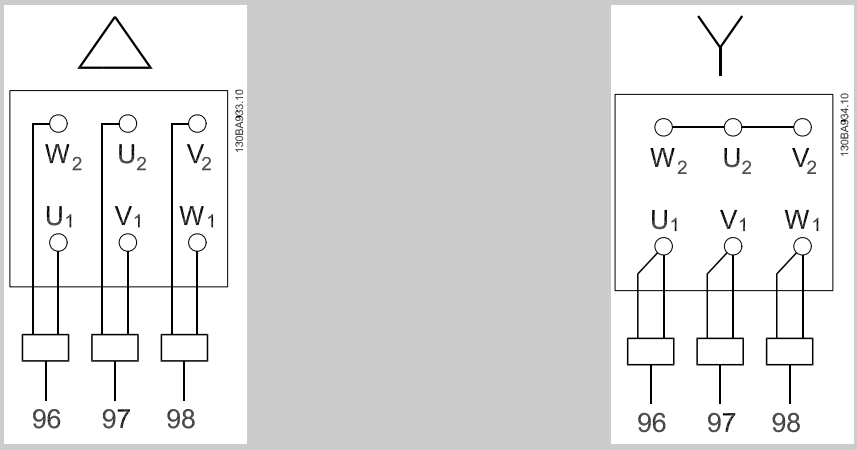
Es posible conectar al convertidor de frecuencia cualquier tipo de motor asíncrono trifásico estándar. Normalmente, los motores pequeños se conectan en estrella (230/400 V, D/Y). Los motores de gran tamaño se conectan en triángulo (400/600 V, D/Y). Consulte la placa de características del motor para utilizar el modo de conexión y la tensión adecuados.



¡NOTA!
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 senoidal en la salida del convertidor de frecuencia.

Bloque de terminales del motor de 6 cables

Conexiones del bloque de terminales de alta potencia



Configuración en triángulo | Configuración en estrella

Los convertidores de frecuencia de alta potencia pueden aceptar dos cables por fase.

No.	96	97	98	Tensión del motor 0-100%
	U	V	W	de la tensión de alimentación.
				3 cables fuera del motor
	U1	V1	W1	6 cables que salen del motor, conectados en triángulo
	W2	U2	V2	
	U1	V1	W1	6 cables que salen del motor, conectados en estrella
				U2, V2 y W2 deben interconectarse de forma independiente
				(bloque de terminal opcional)
No.	99			Conexión a tierra
	PE			

5.2.14 Conexión del motor para A2 y A3

Siga estas ilustraciones paso por paso para conectar el motor al convertidor de frecuencia.

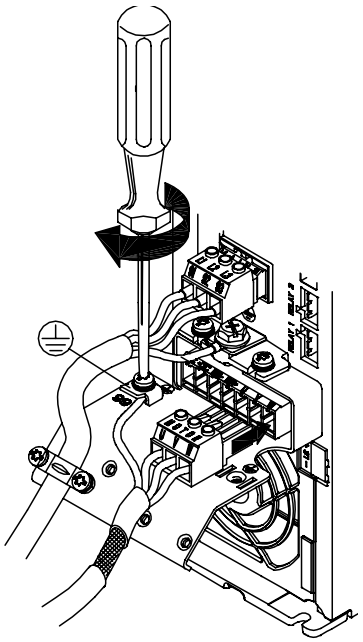


Ilustración 5.23: En primer lugar, termine la toma de tierra del motor y, a continuación, instale los cables U, V y W del motor y fíjelos.

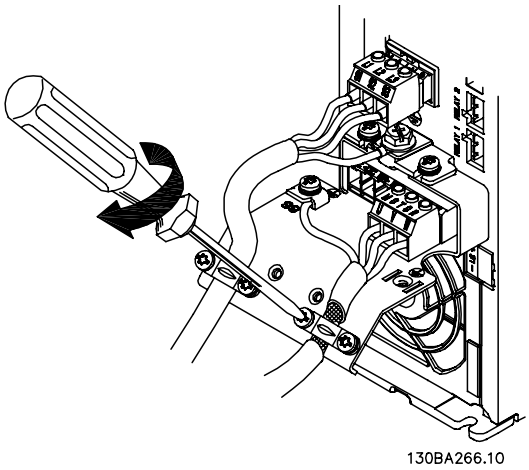


Ilustración 5.24: Instale la abrazadera para garantizar una conexión de 360 grados entre el chasis y la pantalla. Observe que se haya eliminado el aislamiento del cable bajo la abrazadera.

5.2.15 Conexión del motor para A5

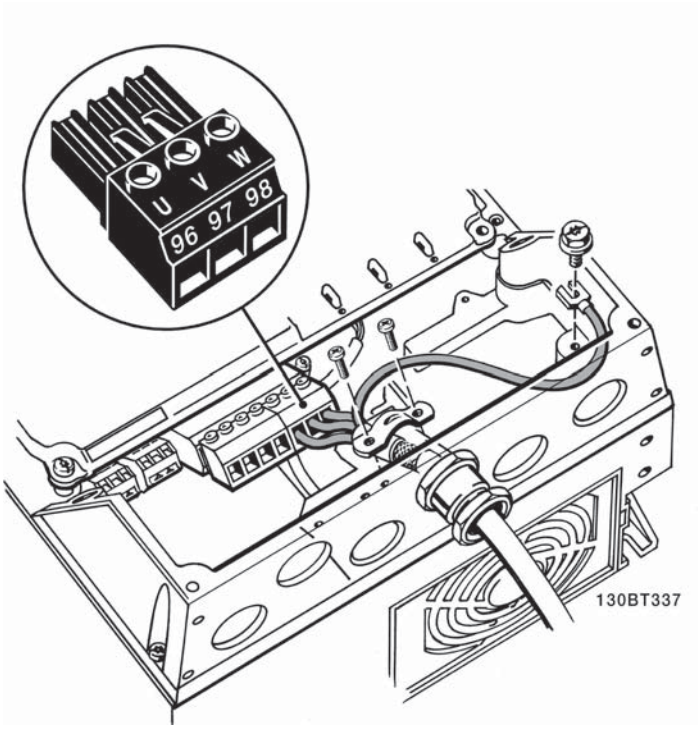


Ilustración 5.25: En primer lugar, termine la toma de tierra del motor y, a continuación, instale en sus terminales los cables U, V y W del motor y fíjelos. Asegúrese de que el aislamiento exterior del cable de motor esté retirado bajo la abrazadera EMC.

5.2.16 Conexión del motor para B1 y B2

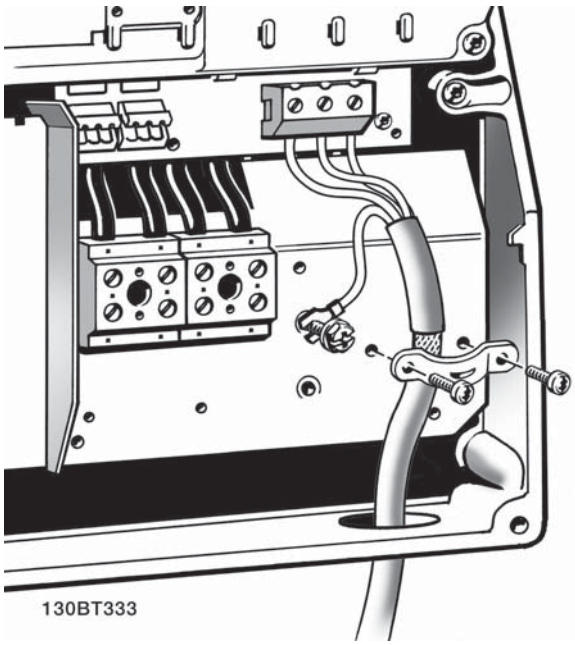


Ilustración 5.26: En primer lugar, termine la toma de tierra del motor y, a continuación, instale en sus terminales los cables U, V y W del motor y fíjelos. Asegúrese de que el aislamiento exterior del cable de motor esté retirado bajo la abrazadera EMC.

5

5.2.17 Conexión del motor para B3 y B4

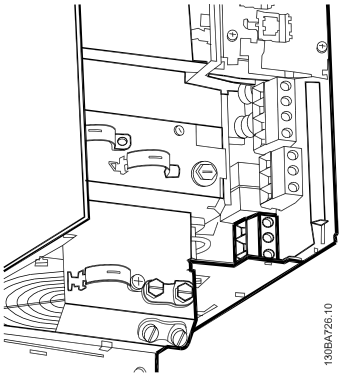


Ilustración 5.27: En primer lugar, termine la toma de tierra del motor y, a continuación, instale en sus terminales los cables U, V y W del motor y fíjelos. Asegúrese de que el aislamiento exterior del cable de motor esté retirado bajo la abrazadera EMC.

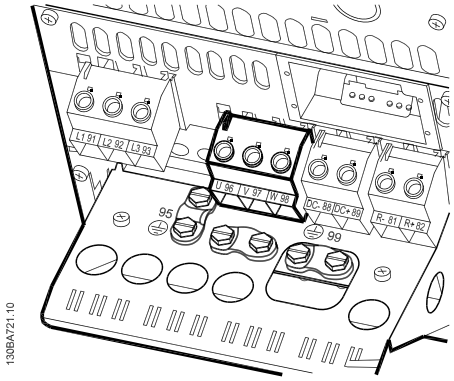


Ilustración 5.28: En primer lugar, termine la toma de tierra del motor y, a continuación, instale en sus terminales los cables U, V y W del motor y fíjelos. Asegúrese de que el aislamiento exterior del cable de motor esté retirado bajo la abrazadera EMC.

5.2.18 Conexión del motor para C1 y C2

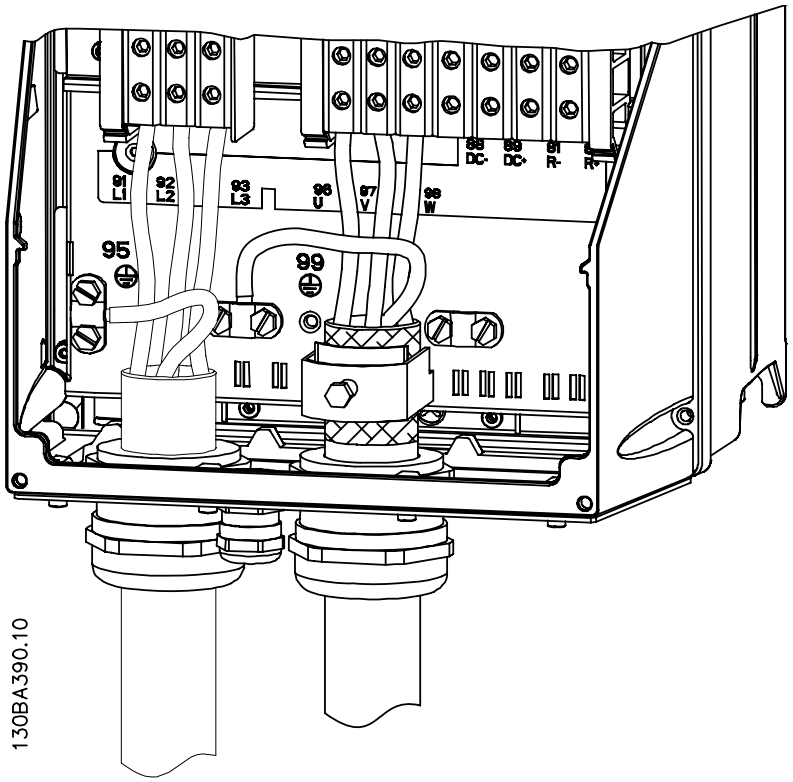


Ilustración 5.29: En primer lugar, termine la toma de tierra del motor y, a continuación, instale en sus terminales los cables U, V y W del motor y fíjelos. Asegúrese de que el aislamiento exterior del cable de motor esté retirado bajo la abrazadera EMC.

5.2.19 Conexión del motor para C3 y C4

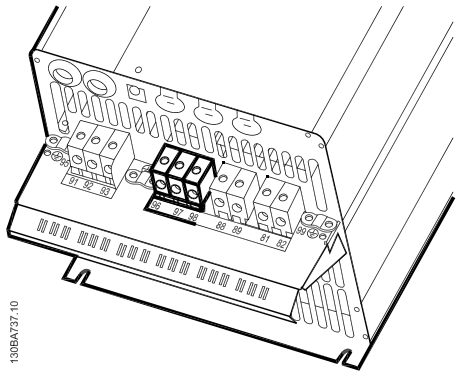


Ilustración 5.30: En primer lugar, termine la toma de tierra del motor y, a continuación, instale en sus terminales los cables U, V y W del motor y fíjelos. Asegúrese de que el aislamiento exterior del cable de motor esté retirado bajo la abrazadera EMC.

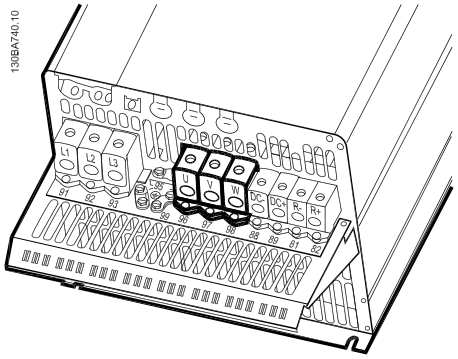


Ilustración 5.31: En primer lugar, termine la toma de tierra del motor y, a continuación, instale en sus terminales los cables U, V y W del motor y fíjelos. Asegúrese de que el aislamiento exterior del cable de motor esté retirado bajo la abrazadera EMC.

5

5.2.20 Fusibles

Protección de la rama del circuito

Para proteger la instalación de peligros relacionados con la electricidad e incendios, todos los circuitos de red de una instalación, aparatos de conexión, máquinas, etc., deben estar protegidos de cortocircuitos y sobreintensidades conforme a la normativa nacional e internacional.

Protección ante cortocircuitos

El convertidor de frecuencia debe protegerse ante cortocircuitos para evitar descargas eléctricas o riesgo de incendios. Danfoss recomienda utilizar los fusibles que se indican en las tablas 5.3 y 5.4 para proteger al personal de servicio y otros equipos en caso de que se produzca un fallo interno de la unidad. El convertidor de frecuencia proporciona una protección total frente a cortocircuitos en la salida del motor.

Protección contra sobreintensidad

Utilice algún tipo de protección contra sobrecargas para evitar el peligro de incendio debido al recalentamiento de los cables en la instalación. La protección frente a sobreintensidad deberá atenerse a la normativa nacional. El convertidor de frecuencia está equipado de una protección interna frente a sobreintensidad que puede utilizarse como protección frente a sobrecargas en las líneas de alimentación (aplicaciones UL excluidas). Consulte el párrafo par. 4-18 *Current Limit* en la *Convertidor VLT HVAC Guía de programación* . Los fusibles deben estar diseñados para aportar protección en un circuito capaz de suministrar un máximo de 100.000 A_{rms} (simétrico), 500 V/600 V máximo.

No conformidad con UL

Si no es necesario cumplir las normas UL/cUL, Danfoss se recomienda utilizar los fusibles que se indican en la tabla 5.2, que garantizan el cumplimiento de la norma EN50178:

En caso de mal funcionamiento, el hecho de no seguir esta recomendación podría ocasionar daños al convertidor de frecuencia.

Convertidor de frecuencia	Tamaño máx. de fusible	Tensión	Tipo
200-240 V			
1K1-1K5	16A[1]	200-240 V	tipo gG
2K2	25A[1]	200-240 V	tipo gG
3K0	25 A[1]	200-240 V	tipo gG
3K7	35 A[1]	200-240 V	tipo gG
5K5	50 A[1]	200-240 V	tipo gG
7K5	63 A[1]	200-240 V	tipo gG
11K	63 A[1]	200-240 V	tipo gG
15K	80 A[1]	200-240 V	tipo gG
18K5	125 A[1]	200-240 V	tipo gG
22K	125 A[1]	200-240 V	tipo gG
30K	160 A[1]	200-240 V	tipo gG
37K	200 A[1]	200-240 V	tipo aR
45K	250 A[1]	200-240 V	tipo aR
380-480 V			
1K1	10 A[1]	380-500 V	tipo gG
2K2-3K0	16 A[1]	380-500 V	tipo gG
4K0-5K5	25 A[1]	380-500 V	tipo gG
7K5	35 A[1]	380-500 V	tipo gG
11K-15K	63 A[1]	380-500 V	tipo gG
18K	63 A[1]	380-500 V	tipo gG
22K	63 A[1]	380-500 V	tipo gG
30K	80 A[1]	380-500 V	tipo gG
37K	100 A[1]	380-500 V	tipo gG
45K	125 A[1]	380-500 V	tipo gG
55K	160 A[1]	380-500 V	tipo gG
75K	250 A[1]	380-500 V	tipo aR
90K	250 A[1]	380-500 V	tipo aR

Tabla 5.3: **Fusibles no UL para 200 V a 480 V**

1) Tamaño máx. de fusible - consulte las normativas nacionales e internacionales para seleccionar el tamaño de fusible aplicable.

Tamaño/Tipo	Nº ref. Bussmann*	Clasificación	Ferraz	Siba
P250	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P315	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P355	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P400	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabla 5.4: **Armarios E, 380-4800 V**

Danfoss Nº Ref.	Bussmann	Ferraz	Siba
20220	170M4017	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
20221	170M6013	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabla 5.5: **Fusibles adicionales para aplicaciones no UL, armarios E, 380-480 V**

Tamaño/Tipo	Nº ref. Bussmann*	Danfoss Nº Ref.	Clasificación	Pérdidas (W)
P355	170M4017 170M5013	20220	700 A, 700 V	85
P400	170M4017 170M5013	20220	700 A, 700 V	85
P500	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P560	170M6013	20221	900 A, 700 V	120

Tabla 5.6: **Armarios E, 525-600 V**

*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 para su uso externo.

*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 para su uso externo.

Danfoss Nº Ref.	Bussmann	Ferraz	Siba
20220	170M4017	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
20221	170M6013	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabla 5.8: **Fusibles adicionales para aplicaciones no UL, protecciones E, 525-600 V**

Adecuado para utilizar en un circuito capaz de suministrar no más de 100.000 amperios simétricos rms, 500/600/690 V máximo, cuando está protegido con los fusibles mencionados arriba.

Tablas de magnetotérmicos

Los magnetotérmicos fabricados por General Electric, con nº de catálogo SKHA36AT0800, máximo 600 Vca, con las clavijas de conexión que se indican a continuación, pueden utilizarse para cumplir los requisitos UL.

Tablas de magnetotérmicos

Tamaño/Tipo	Catálogo clasificación de clavijas	Amps
P110	SRPK800A300	300
P132	SRPK800A350	350
P160	SRPK800A400	400
P200	SRPK800A500	500
P250	SRPK800A600	600

Tabla 5.10: **Armarios D, 380-480 V**

No conformidad con UL

Si no es necesario cumplir con UL/cUL, recomendamos utilizar los siguientes fusibles, lo que asegurará el cumplimiento de EN50178:
En caso de mal funcionamiento, el hecho de no seguir esta recomendación podría ocasionar daños al convertidor de frecuencia.

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

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

Tabla 5.11: **Fusibles UL 200 - 240 V**

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

5

Tabla 5.12: **Fusibles UL 380 - 600 V**

Los fusibles KTS de Bussmann pueden sustituir a los KTN en los convertidores de 240 V.

Los fusibles FWH de Bussmann pueden sustituir a los FWX en los convertidores de frecuencia de 240 V.

Los fusibles KLSR de LITTEL FUSE pueden sustituir a los KLNR en los convertidores de 240 V.

Los fusibles L50S de LITTEL FUSE pueden sustituir a los L50S en los convertidores de 240 V.

Los fusibles A6KR de FERRAZ SHAWMUT pueden sustituir a los A2KR en los convertidores de 240 V.

Los fusibles A50X de FERRAZ SHAWMUT pueden sustituir a los A25X en los convertidores de 240 V.

Tablas de fusibles de alta potencia

Tamaño/Tipo	Bussmann E1958 JFHR2**	Bussmann E4273 T/JDDZ**	SIBA E180276 RKI/JDDZ	LittelFuse E71611 JFHR2**	Ferraz-Shawmut E60314 JFHR2**	Bussmann E4274 H/JDDZ**	Bussmann E125085 JFHR2*	Opción interna Bussmann
P110	FWH-300	JJS-300	2028220-315	L50S-300	A50-P300	NOS-300	170M3017	170M3018
P132	FWH-350	JJS-350	2028220-315	L50S-350	A50-P350	NOS-350	170M3018	170M4016
P160	FWH-400	JJS-400	206xx32-400	L50S-400	A50-P400	NOS-400	170M4012	170M4016
P200	FWH-500	JJS-500	206xx32-500	L50S-500	A50-P500	NOS-500	170M4014	170M4016
P250	FWH-600	JJS-600	206xx32-600	L50S-600	A50-P600	NOS-600	170M4016	170M4016

Tabla 5.14: **Armarios D, 380-480 V**

*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 para su uso externo.

**Para cumplir con los requerimientos UL puede utilizarse cualquier fusible UL listado, mínimo 480 V, con la corriente nominal correspondiente.

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

Tabla 5.15: **Armarios D, 525-600 V**

Tamaño/Tipo	Nº ref. Bussmann*	Danfoss Nº Ref.	Clasificación	Pérdidas (W)
P315	170M5013	20221	900 A, 700 V	120
P355	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P400	170M6013	20221	900 A, 700 V	120
P450	170M6013	20221	900 A, 700 V	120

Tabla 5.17: **Armarios E, 380-4800 V**

Tamaño/Tipo	Bussmann JFHR2*	SIBA Tipo RK1	FERRAZ-SHAWMUT Tipo RK1
P355	170M5013/170M4017	2061032.700	900 A, 700 V
P400	170M5013/170M4017	2061032.700	900 A, 700 V
P450	170M6013	2063032.900	900 A, 700 V
P500	170M6013	2063032.900	900 A, 700 V
P560	170M6013	2063032.900	

Tabla 5.18: **Armarios E, 525-600 V**

5

*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 para su uso externo.

*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 para su uso externo.

5.2.21 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 terminales con un destornillador (consulte la ilustración).

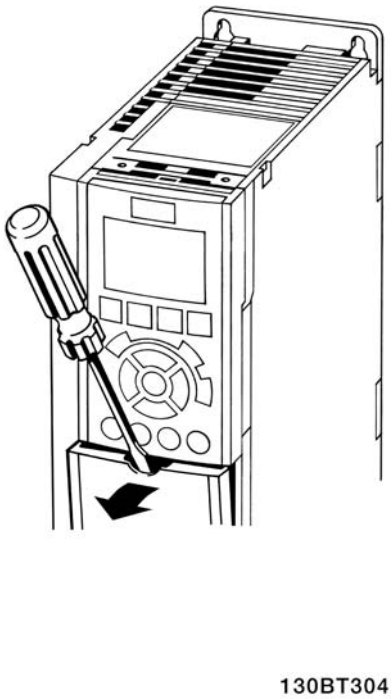


Ilustración 5.32: Armarios A1, A2, A3, B3, B4, C3 y C4

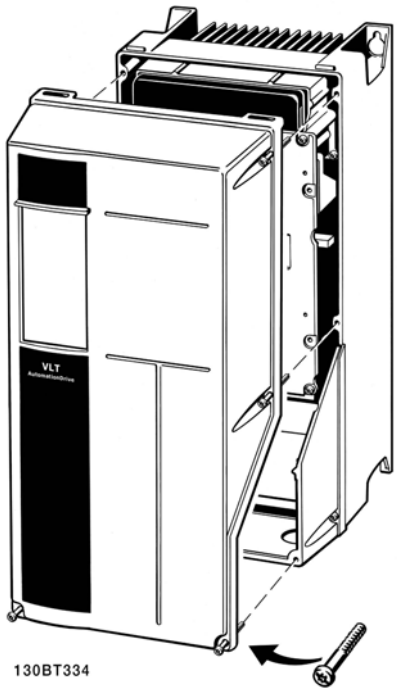


Ilustración 5.33: Protecciones A5, B1, B2, C1 y C2

5.2.22 Terminales de control

Números de referencia del dibujo:

1. Conector de 10 polos E/S digital.
2. Conector de 3 polos bus RS485.
3. E/S analógica 6 polos.
4. Conexión USB.

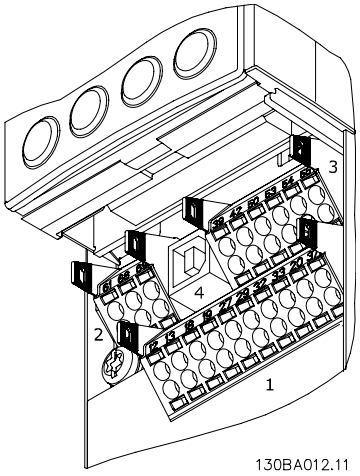


Ilustración 5.34: Terminales de control (todas las protecciones)

5.2.23 Instalación eléctrica, terminales para cables de control

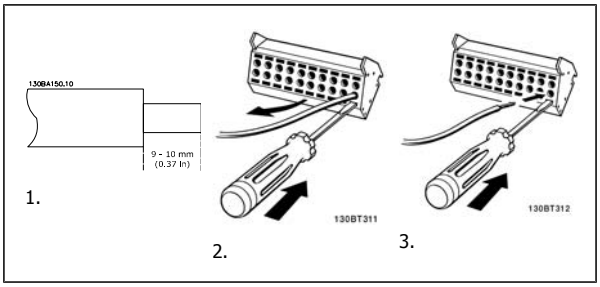
Para montar el cable en el terminal:

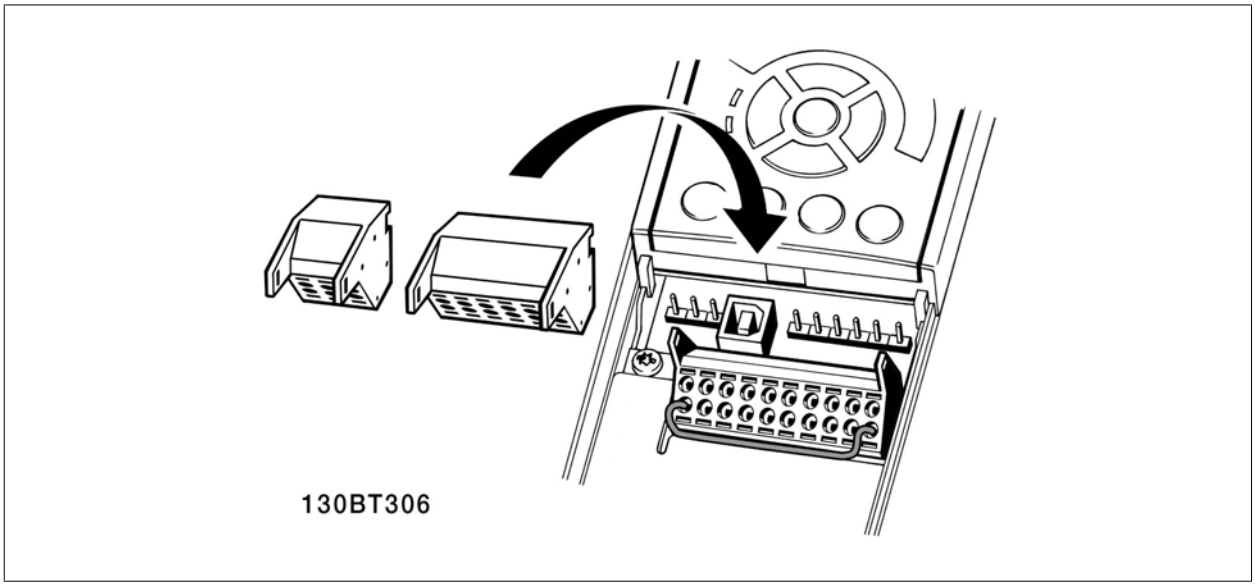
1. Quite 9 ó 10 mm de aislante
2. Introduzca un destornillador[1)] en el orificio cuadrado.
3. Introduzca el cable en el orificio circular adyacente.
4. Retire el destornillador. Ahora el cable está montado en el terminal.

Para quitar el cable del terminal:

1. Introduzca un destornillador[1)] en el orificio cuadrado.
2. Tire del cable.

[1)] Máx. 0,4 x 2,5 mm





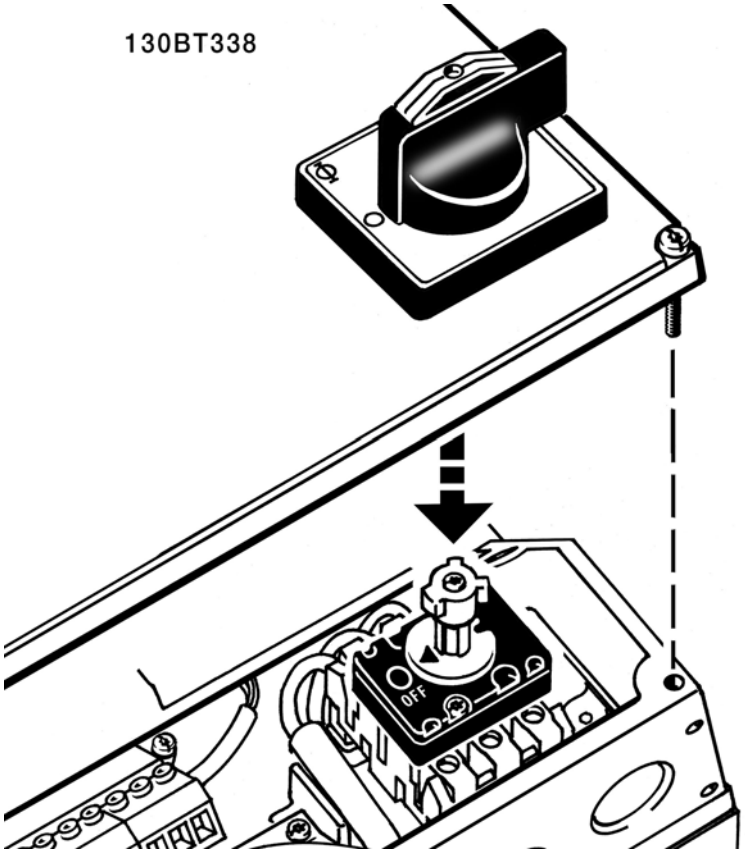


Ilustración 5.35: Montaje de alojamiento IP55 / NEMA TIPO 12 con desconector de red

5.2.24 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 37 a +24 V (terminales 12/13)

Ajustes predeterminados:
18 = Arranque de pulsos
27 = parada inversa

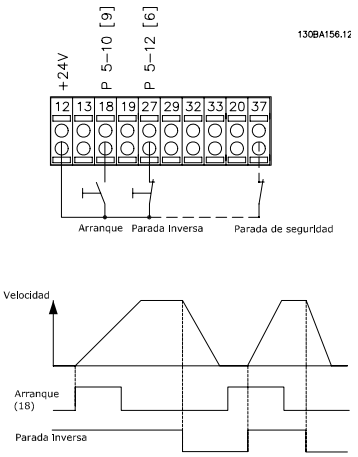


Ilustración 5.36: El terminal 37 sólo está disponible con la función de parada de seguridad

5.2.25 Instalación eléctrica, Cables de control

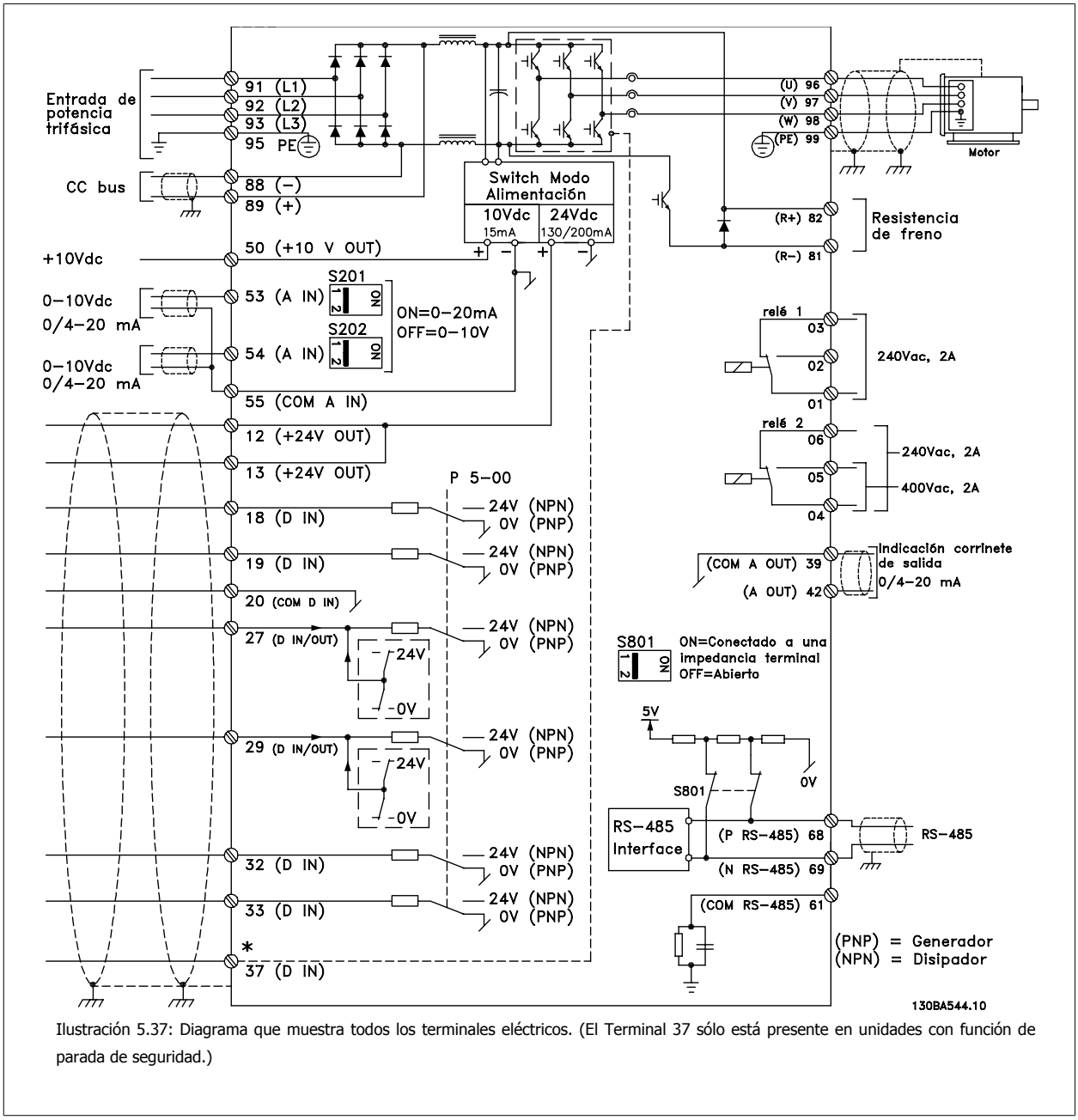


Ilustración 5.37: Diagrama que muestra todos los terminales eléctricos. (El Terminal 37 sólo está presente en unidades con función de parada de seguridad.)

Los cables muy largos de control de señales analógicas pueden, en casos raros y dependiendo de la instalación, producir lazos de tierra de 50/60 Hz debido al ruido introducido a través de los cables de alimentación.

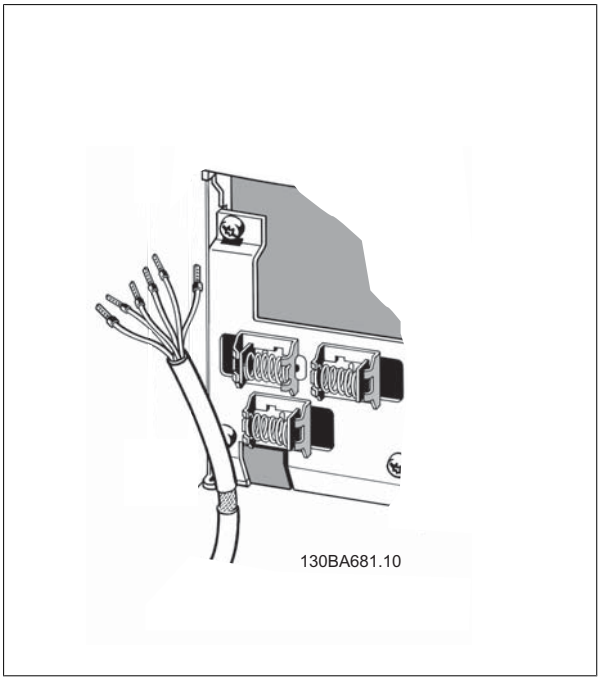
Si esto ocurre, puede que tenga que romper la pantalla o introducir un condensador de 100 nF entre la pantalla y el chasis.

Las entradas y salidas analógicas y digitales deben estar conectadas por separado a las entradas comunes del convertidor (terminal 20, 55, 39) para evitar que las corrientes a masa de ambos grupos afecte a otros grupos. Por ejemplo, conectar la entrada digital podría perturbar la señal de entrada analógica.

¡NOTA!
Los cables de control deben ser apantallados/blindados.

1. Utilice una abrazadera de la bolsa de accesorios para conectar la pantalla de los cables de control a la placa de conexión de pantallas del convertidor de frecuencia.

Consulte la sección *Conexión a tierra de cables de control apantallados/ blindados* para conocer la conexión correcta de los cables de control.



5.2.26 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 0 a 10 V) de los terminales de entrada analógica 53 y 54, respectivamente.

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

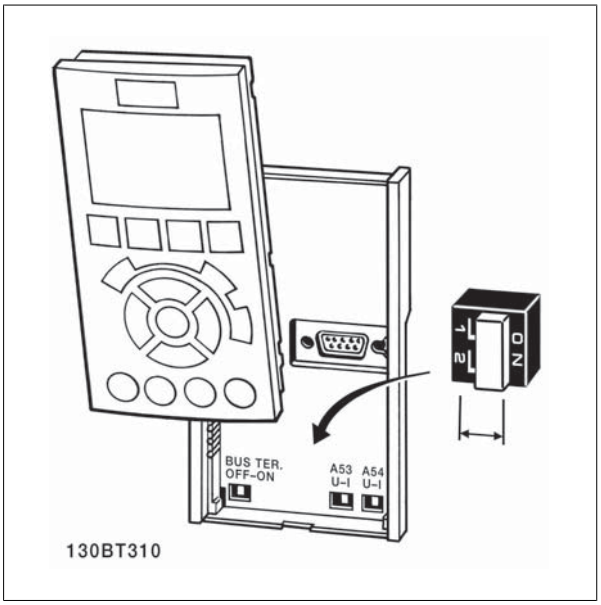
Véase el *Diagrama que muestra todos los terminales eléctricos* en la sección *Instalación Eléctrica*.

Ajuste predeterminado:

S201 (A53) = OFF (entrada de tensión)

S202 (A54) = OFF (entrada de tensión)

S801 (Terminación de bus) = OFF



5.3 Ajuste final y prueba

5.3.1 Ajuste final y prueba

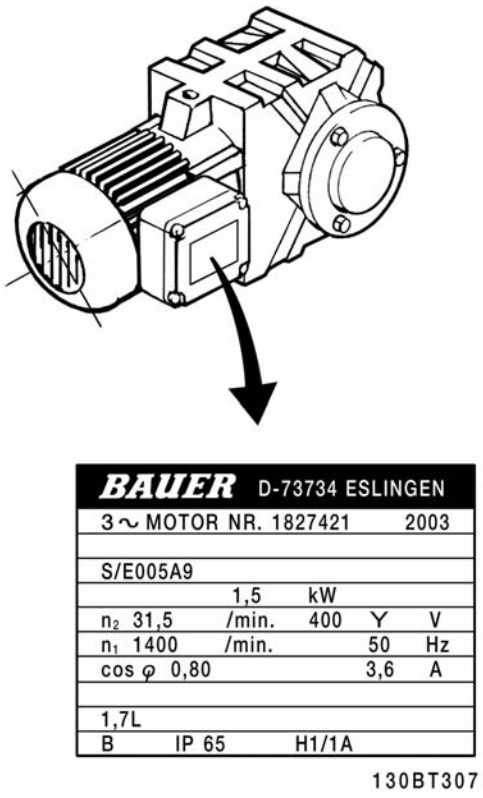
Para probar el ajuste y asegurarse de que el convertidor de frecuencia está funcionando, siga estos pasos.

Paso 1. Localice la placa de características del motor

¡NOTA!
El motor puede estar conectado en estrella (Y) o en triángulo (Δ). Esta información aparece indicada 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 primero [QUICK MENU] (Menú rápido) y, a continuación, seleccione "Q2 Configuración rápida".

1.	Potencia del motor [kW] o Potencia del motor [CV]	par. 1-20 par. 1-21
2.	Tensión del motor	par. 1-22
3.	Frecuencia del motor	par. 1-23
4.	Intensidad del motor	par. 1-24
5.	Veloc. nominal del motor	par. 1-25



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 27 al terminal 12 o ajuste el par. 5-12 a "Sin función" (par. 5-12 [0])
2. Active el AMA, parámetro 1-29.
3. Elija entre un AMA completo o uno reducido. Si se monta un filtro LC, ejecute sólo el AMA reducido o bien retire el filtro LC durante el procedimiento AMA.
4. Pulse la tecla [OK] (Aceptar). El display muestra el mensaje "Press [Hand on] to start" (Pulse la tecla [Hand on] (Control local) para arrancar).
5. Pulse la tecla [Hand on] (Control local). Una barra de progreso indica que el AMA se está llevando a cabo.

Detención del AMA durante el funcionamiento

1. Pulse la tecla [OFF] (Apagar); el convertidor de frecuencia entrará en modo de alarma y el display mostrará que el usuario ha finalizado el AMA.

AMA correcto

1. El display muestra el mensaje "Press [OK] to finish AMA" (Pulse la tecla [OK] (Aceptar) para finalizar el AMA).
2. Pulse la tecla [OK] (Aceptar) 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 la sección *Solución de problemas*.
2. "Valor de informe", en [Alarm Log] (Registro de alarmas), muestra la última secuencia de medida 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 ayudará a solucionar los problemas con los que se encuentre. Si se pone en contacto con Danfoss para solicitar asistencia, asegúrese de indicar el número y la descripción de la alarma.

5

¡NOTA!
Una 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. Configurar el límite de velocidad y el tiempo de rampa

Ajuste los límites deseados para la velocidad y el tiempo de rampa.

Referencia mínima	par. 3-02
Referencia máxima	par. 3-03

Límite bajo veloc. motor	par. 4-11 ó 4-12
Límite alto veloc. motor	par. 4-13 ó 4-14

Tiempo de aceleración 1 [s]	par. 3-41
Tiempo de deceleración 1 [s]	par. 3-42

5.4 Conexiones adicionales

5.4.1 Conexión de bus de CC

El terminal de bus de CC se utiliza para alimentación de CC de respaldo, con el circuito intermedio alimentado desde una fuente externa.

Números de terminales utilizados: 88, 89

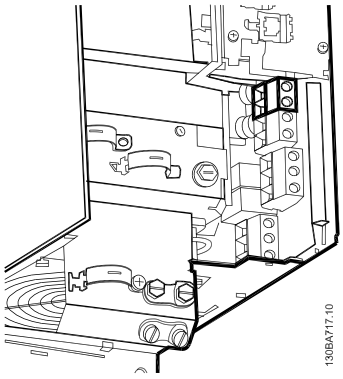


Ilustración 5.38: Conexiones de bus CC para protección B3.

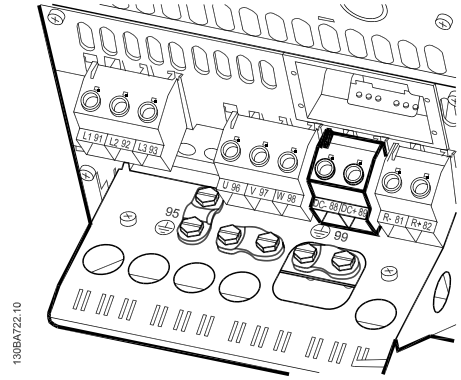


Ilustración 5.39: Conexiones de bus CC para protección B4.

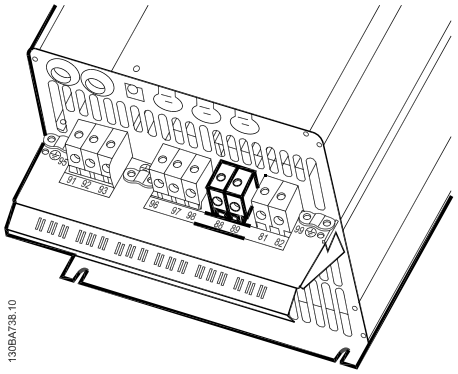


Ilustración 5.40: Conexiones de bus CC para protección C3.

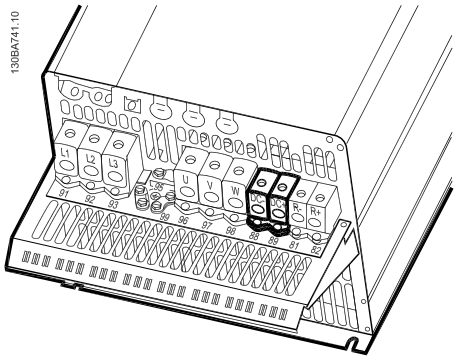


Ilustración 5.41: Conexiones de bus CC para protección C4.

Diríjase a Danfoss para obtener más información.

5.4.2 Opción de conexión de freno

El cable de conexión a la resistencia de freno debe estar apantallado/blindado.

Protección	**A+B+C+D+F**	**A+B+C+D+F**
Resistencia de freno	81	82
Terminales	R-	R+

¡NOTA!
El freno dinámico requiere equipo y condiciones de seguridad adicionales. Para obtener información adicional, póngase en contacto con Danfoss.

1. Utilice abrazaderas de cable para conectar la pantalla al armario metálico del convertidor de frecuencia y a la placa de conexión de pantallas de la resistencia de freno.
2. Elija la dimensión de la sección transversal del cable de freno para que se adecue a la intensidad de frenado.

¡NOTA!
Se pueden producir tensiones de hasta 975 V CC (@ 600 V CA) entre los terminales.

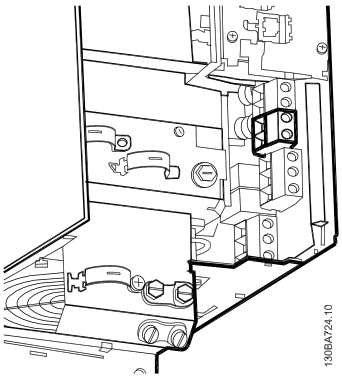


Ilustración 5.42: Terminal de conexión de freno para B3.

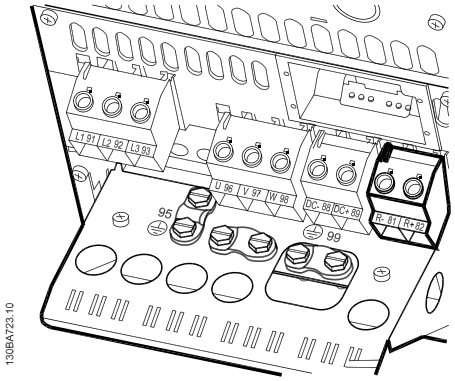


Ilustración 5.43: Terminal de conexión de freno para B4.

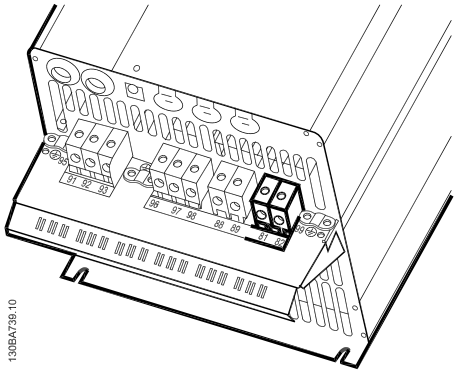


Ilustración 5.44: Terminal de conexión de freno para C3.

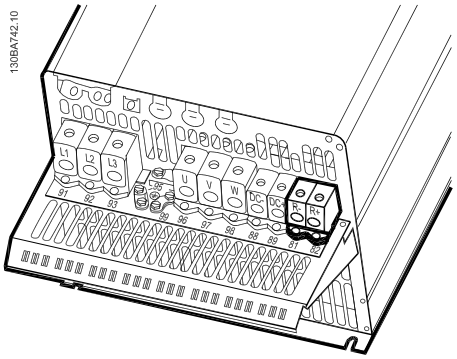


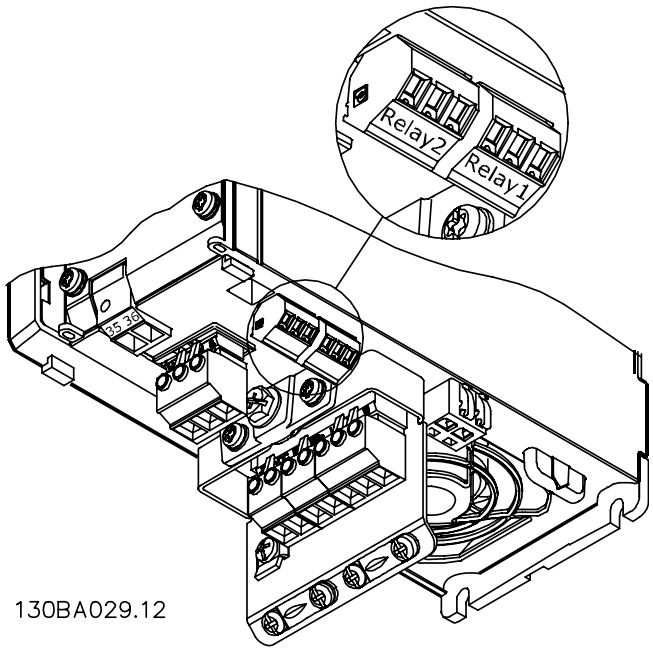
Ilustración 5.45: Terminal de conexión de freno para C4.

¡NOTA!
Si se produce un cortocircuito en el IGBT del freno, impida la disipación de energía en la resistencia de freno utilizando un contactor o interruptor de red para desconectar de la red el convertidor de frecuencia. El contactor sólo se debe controlar con el convertidor de frecuencia.

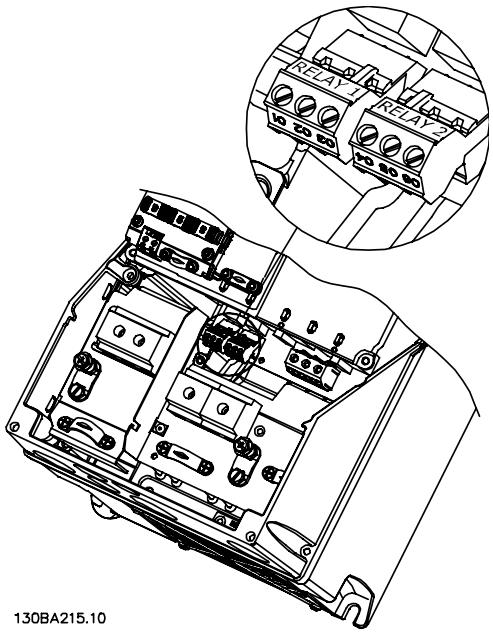
5.4.3 Conexión de relés

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

Nº		
	01 - 02	conexión (normalmente abierta)
	01 - 03	desconexión (normalmente cerrada)
	04 - 05	conexión (normalmente abierta)
	04 - 06	desconexión (normalmente cerrada)



Terminales para conexión de relés (protecciones A2 y A3).



Terminales para conexión de relés (protecciones A5, B1 y B2).

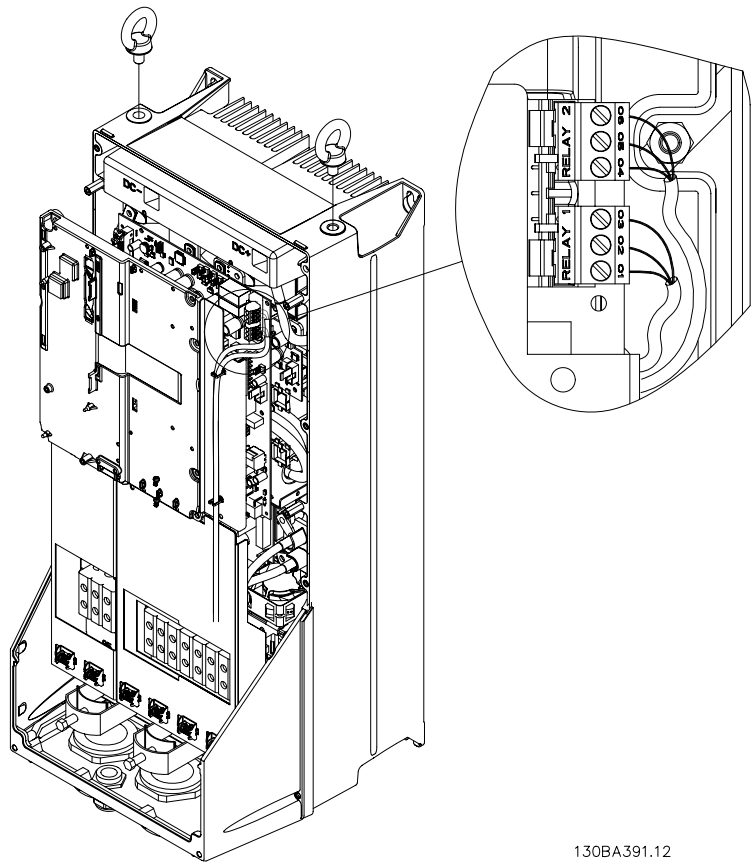


Ilustración 5.46: Terminales para conexión de relés (protecciones C1 y C2).
Las conexiones de relés se muestran en el recorte con las tomas de relés suministradas (en la bolsa de accesorios).

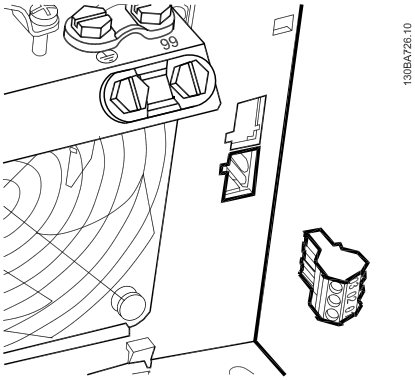


Ilustración 5.47: Terminales para conexiones de relés para B3. Sólo se suministra una salida de fábrica.

5

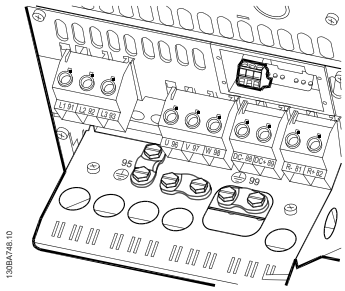


Ilustración 5.48: Terminales para conexiones de relés para B4.

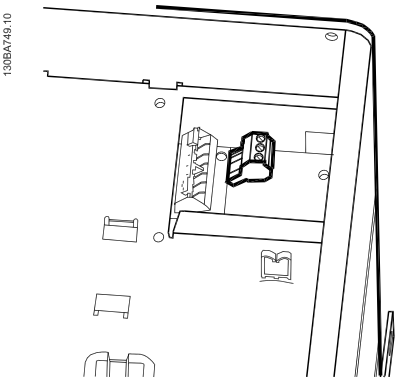


Ilustración 5.49: Terminales para conexiones de relés para C3 y C4. Situados en la esquina superior derecha del convertidor de frecuencia.

5.4.4 Salida de relé

Relé 1

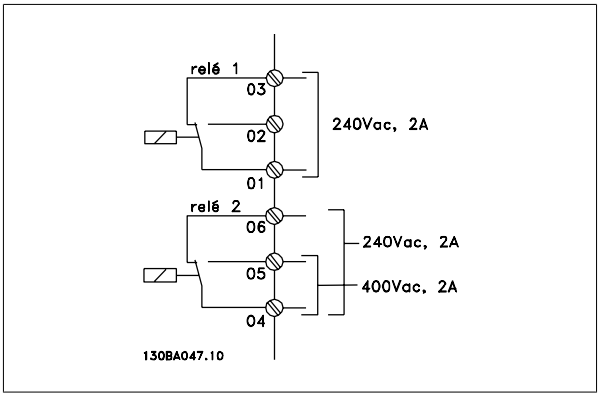
- Terminal 01: común
- Terminal 02: normal abierto 240 V CA
- Terminal 03: normal cerrado 240 V CA

Relé 2

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

El relé 1 y el relé 2 se programan en par. 5-40 *Function Relay*, par. 5-41 *On Delay, Relay*, y par. 5-42 *Off Delay, Relay*.

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



5

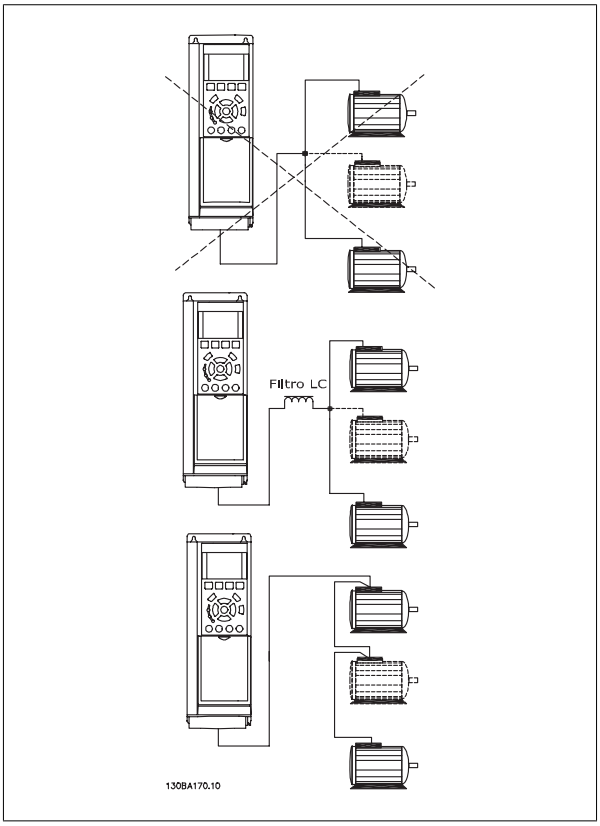
5.4.5 Conexión en paralelo de motores

El convertidor de frecuencia puede controlar varios motores conectados en paralelo. El consumo de energía total de los motores no debe sobrepasar la corriente de salida nominal I_{INV} para el convertidor de frecuencia.

¡NOTA!
Cuando los motores se encuentran conectados en paralelo, no se puede utilizar el par. 1-02, *Adaptación automática del motor (AMA)*.

Al arrancar y a bajos valores de RPM pueden surgir problemas si los tamaños de motor son muy diferentes, ya que la resistencia óhmica relativamente alta de los motores pequeños en el estátor necesita tensiones más altas en dichas situaciones.

El relé térmico electrónico (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).



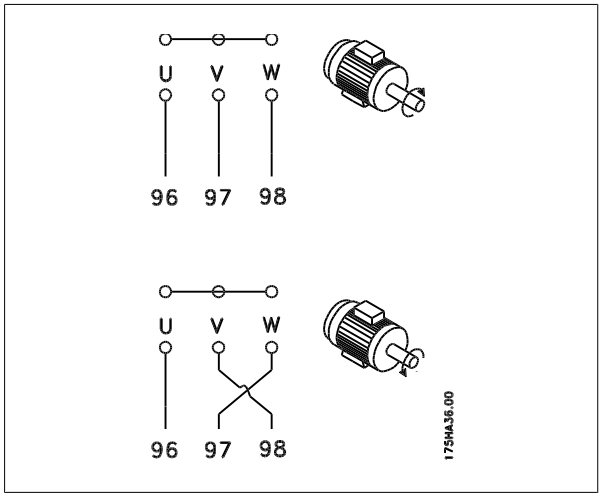
5.4.6 Dirección de la rotación del motor

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 rotación del motor se cambia invirtiendo dos fases del motor.

Es posible revisar el giro del motor mediante el par. 1-28 y siguiendo los pasos que se indican en la pantalla.



5

5.4.7 Protección térmica del motor

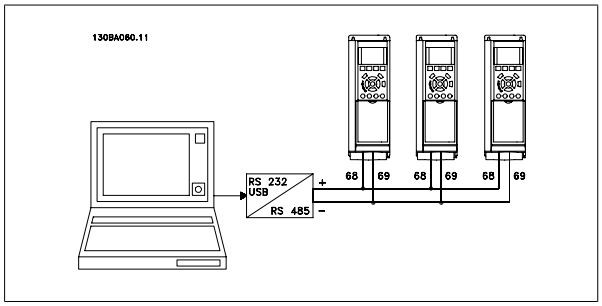
El relé térmico electrónico del convertidor de frecuencia ha recibido la Aprobación UL para la protección de un motor, cuando el par. 1-90, Protección térmica motor, se ha ajustado para Descon. ETR y el par. 1-24, Intensidad motor, $I_{M,N}$, se ha ajustado a la intensidad nominal del motor (véase la placa de características).

5.5 Instalación de diversas conexiones

5.5.1 Bus de conexión RS 485

Uno o más convertidores de frecuencia pueden estar conectados a un controlador (o maestro) utilizando la interfaz normalizada RS485. El terminal 68 esta conectado a la señal P (TX+, RX+), mientras que el terminal 69 esta conectado a la señal N (TX-, RX-).

Si hay más de un convertidor de frecuencia conectado a un maestro, utilice conexiones en paralelo.



Para evitar posibles intensidades ecualizadoras en el apantallamiento, conecte la malla del cable a tierra a través del terminal 61, que está conectado al bastidor mediante un enlace RC.

Terminación del bus

El bus RS485 debe terminarse con una red de resistencias en ambos extremos. Para este propósito, ajuste el interruptor S801 de la tarjeta de control en "ON".
Consulte más detalles en el párrafo *Interruptores S201, S202 y S801*.

¡NOTA!
El protocolo de comunicación debe ajustarse a FC MC en el par. 8-30.

5.5.2 Cómo conectar un PC al convertidor de frecuencia

Para controlar o programar al convertidor de frecuencia desde un PC, instale la herramienta MCT 10 Software de programación MCT 10.
El PC se conecta mediante un cable USB estándar (ordenador central/dispositivo) o mediante la interfaz RS-485, tal como se muestra en el capítulo Instrucciones de montaje > Instalación de diversas conexiones de la Guía de Diseño del Convertidor VLT HVAC.

¡NOTA!
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 está conectada a la protección a tierra en el convertidor de frecuencia. Utilice únicamente un ordenador portátil aislado como conexión entre el PC y el conector USB del convertidor de frecuencia.

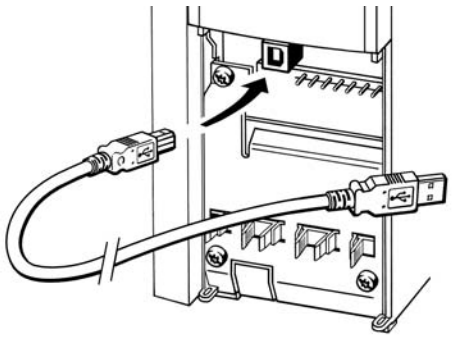


Ilustración 5.50: Para la instalación del cableado de control consulte el apartado *Terminales de Control.*

Software de programación MCT 10
Todos los convertidores de frecuencia están equipados con un puerto de comunicaciones serie. Ofrecemos una herramienta software de PC para la comunicación entre el PC y el convertidor de frecuencia, MCT 10 Software de configuración.

MCT 10 Software de programación
La herramienta MCT 10 se ha diseñado como una herramienta interactiva y fácil de usar, que permite ajustar los parámetros de nuestros convertidores de frecuencia.
El software de programación MCT 10 se utilizará para:

- Planificar una red de comunicaciones sin estar conectado al sistema. El MCT 10 incluye una completa base de datos de convertidores de frecuencia
- Poner en marcha convertidores de frecuencia en línea
- Guardar la configuración de todos los convertidores de frecuencia
- Sustituir un convertidor de frecuencia en una red
- Ampliar una red existente
- Se añadirán también los convertidores que se desarrollen en el futuro

La herramienta MCT 10 Software de programación para PC es compatible con Profibus DP-V1 a través de conexión Master clase 2. Esto permite escribir y leer en línea los parámetros de un convertidor de frecuencia a través de la red Profibus, lo que elimina la necesidad de una red de comunicaciones adicional. Consulte las *Instrucciones de funcionamiento, MG.33.Cx.yy y MN.90.Ex.yy* para obtener más información acerca de las opciones admitidas por las funciones del Profibus DP V1.

Guardar configuración del convertidor de frecuencia:

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB
2. Abra el software de programación MCT 10
3. Seleccione "Read from drive" (Leer desde el convertidor de frecuencia)
4. Seleccione "Save as" (Guardar como)

Todos los parámetros se guardarán en el ordenador.

Carga de ajustes del convertidor de frecuencia:

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB
2. Abra el software de programación MCT 10
3. Seleccione "Open" (Abrir); se mostrarán los archivos almacenados
4. Abra el archivo apropiado
5. Seleccione "Write to drive" (Escribir en el convertidor de frecuencia)

En este momento, todos los ajustes de parámetros se transferirán al convertidor de frecuencia.

5

Hay disponible un manual independiente para la herramienta de software de programación MCT 10 para PC.

Los módulos de la herramienta de software de programación MCT 10

El paquete de software incluye los siguientes módulos:

MCT 10 Software de programación
Parámetros de configuración
Copiar en y desde convertidores de frecuencia
Documentación y listado de la configuración de parámetros, incluidos esquemas

Interfaz ampliada de usuario
Programación del mantenimiento preventivo
Ajustes del reloj
Programación de acciones
Configuración del Smart Logic Control

Número de pedido:

Realice el pedido de su CD con la herramienta para PC MCT 10 utilizando el Nº de código 130B1000.

El software MCT 10 también puede descargarse desde el sitio web de Danfoss: *http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/DDPC+Software+Program.htm*.

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 otras marcas Danfoss puede calcularse mediante aparatos de medición por reducción armónica, como los filtros AHF de Danfoss y los rectificadores de 12-18 pulsos.

Número de pedido:

Realice el pedido de su CD con la herramienta para PC MCT 31 utilizando el Nº de código 130B1031.

El software MCT 31 también puede descargarse desde el sitio web de Danfoss: *http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Softwaredownload/DDPC+Software+Program.htm.*

5.6 Seguridad

5.6.1 Prueba de alta tensión

Lleve a cabo una prueba de alta tensión cortocircuitando los terminales U, V, W, L_1, L_2 y L_3. Aplique una potencia de hasta 2,15 kV CC durante un segundo entre este cortocircuito y el chasis.

¡NOTA!
Si se somete a toda la instalación a una prueba de alto voltaje, interrumpa la conexión del motor y de la alimentación si las corrientes de fuga son demasiado altas.

5.6.2 Conexión segura a tierra

El convertidor de frecuencia tiene una alta corriente de fuga y debe conectarse a tierra de forma adecuada por razones de seguridad conforme a EN 50178.

La corriente de fuga a tierra del convertidor de frecuencia sobrepasa los 3,5 mA. Para asegurar una buena conexión mecánica del cable de tierra a la conexión a tierra (terminal 95), la sección transversal del cable debe ser de al menos 10 mm2 o 2 cables a tierra de sección estándar de forma separada.

5.7 Instalación correcta en cuanto a EMC

5.7.1 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 entorno*. Si la instalación debe cumplir la norma EN 61800-3 *Segundo entorno*, 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 párrafos *Etiquetado CE*, *Aspectos Generales de Emisiones de Compatibilidad Electromagnética* y *Resultados de las pruebas de compatibilidad electromagnética*.

Buena práctica de ingeniería para asegurar una instalación eléctrica correcta en cuanto a EMC:

- Utilice únicamente cables de motor trenzados apantallados/blindados y cables de control trenzados apantallados/blindados. El apantallamiento debe 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 la unidad al motor. El rendimiento 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 la pantalla en ambos extremos. En estos casos, conecte la pantalla al convertidor de frecuencia. Consulte asimismo *Conexión a tierra de cables de control trenzados apantallados/blindados*.
- Evite terminar el apantallamiento/blindaje con extremos enrollados (espirales). Eso aumenta la impedancia de alta frecuencia del apantallamiento, lo cual reduce su eficacia a altas frecuencias. En su lugar, utilice abrazaderas o mordazas de cable EMC de baja impedancia.
- Siempre que sea posible, evite utilizar cables de motor o de control no apantallados/no blindados en el interior de los alojamientos que albergan las unidades.

Deje la pantalla tan cercana a los conectores como sea posible.

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de una instalación eléctrica correcta, en cuanto a EMC, de un convertidor de frecuencia IP 20. 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 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 blindados, es posible que no se cumplan algunos requisitos relativos a emisiones aunque sí se cumplan los relacionados con inmunidad. Consulte el párrafo *Resultados de pruebas de EMC*.

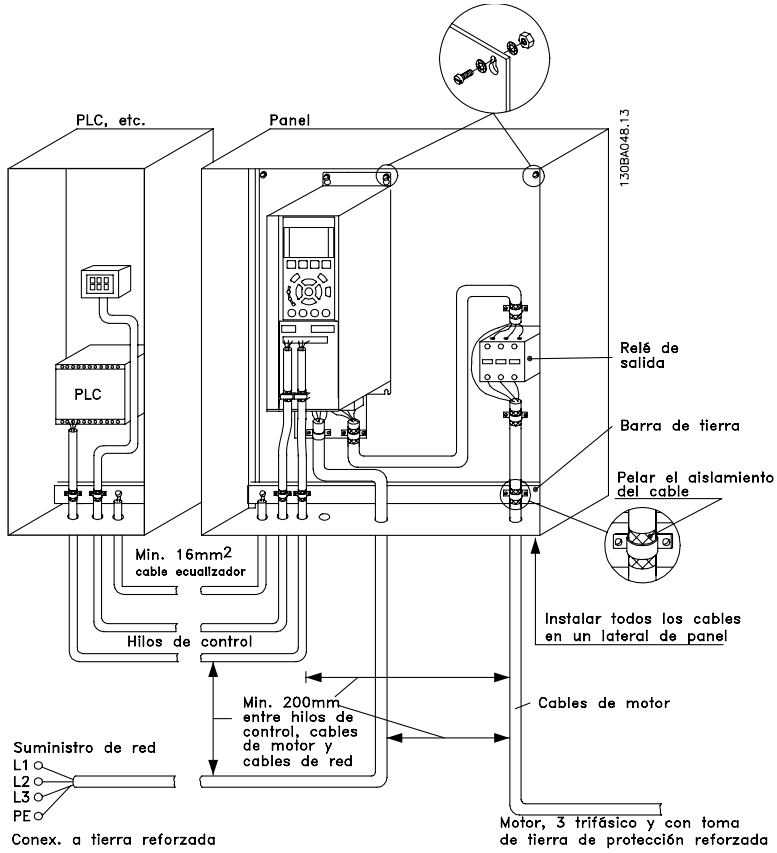


Ilustración 5.51: EMC - instalación eléctrica correcta de un convertidor de frecuencia en el alojamiento.

5.7.2 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.

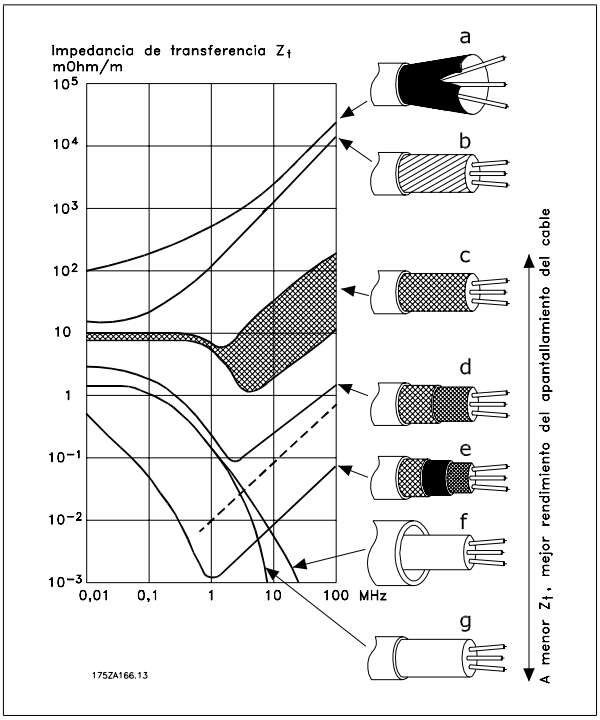
La capacidad de un cable para reducir la radiación entrante y saliente de interferencias eléctricas depende de la impedancia de transferencia (Z_T). El apantallamiento de un cable suele diseñarse para reducir la transferencia de ruido eléctrico; no obstante, un apantallamiento con un valor de impedancia de transferencia inferior (Z_T) es más eficaz que un apantallamiento con una impedancia de transferencia superior (Z_T).

La impedancia de transferencia (Z_T) rara vez es indicada por los fabricantes de cables, aunque es posible realizar una estimación de la impedancia de transferencia (Z_T) evaluando el diseño físico del cable.

La impedancia de transferencia (Z_T) puede evaluarse 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.
- El tipo de apantallamiento, trenzado o retorcido.

a. Revestimiento de aluminio con hilo de cobre.
b. Cable con hilo de cobre trenzado o hilo de acero blindado.
c. Hilo de cobre trenzado con una sola capa de apantallamiento y con un porcentaje variable de cobertura de apantallamiento. Éste es el cable de referencia típico de Danfoss.
d. Hilo de cobre con apantallamiento de doble capa.
e. Doble capa de hilo 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.



5.7.3 Conexión a tierra de cables de control apantallados/blindados

En general, los cables de control deben estar blindados tener apantallamiento trenzado, y ambos extremos del apantallamiento deben conectarse mediante una abrazadera de cable al chasis metálico de la unidad.

El siguiente esquema indica cómo se realiza la correcta conexión a tierra, y qué hacer en caso de dudas.

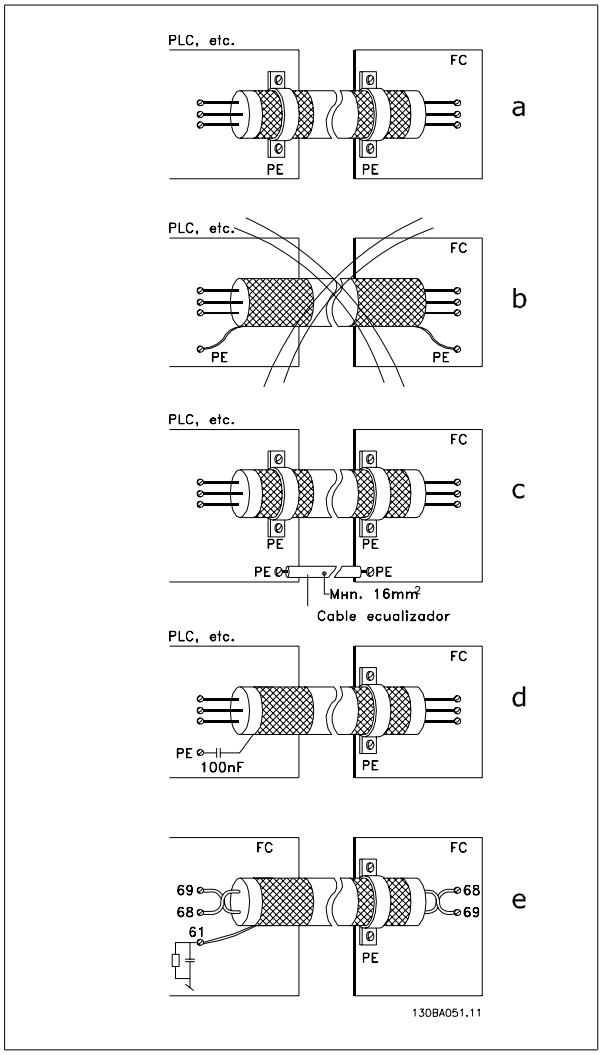
a. **Conexión correcta a tierra**
Los cables de control y los cables para comunicación serie deben fijarse con abrazaderas en ambos extremos para asegurar el mejor contacto eléctrico posible.

b. **Conexión a tierra incorrecta**
No utilice extremos de cable retorcidos (espirales). Incrementan la impedancia del apantallamiento a altas frecuencias.

c. **Protección respecto a potencial de tierra entre el PLC y el VLT**
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 mínima del cable: 16 mm^2.

d. **Para bucles de tierra de 50/60 Hz**
Si se utilizan cables de control muy largos, pueden producirse bucles de tierra de 50/60 Hz. Este problema se puede solucionar conectando un extremo del apantallamiento a tierra mediante un condensador de 100nF (con las patillas cortas).

e. **Cables para <u>comunicación serie</u>**
Pueden eliminarse corrientes de ruido de baja frecuencia entre dos convertidores de frecuencia si se conecta un extremo del apantallamiento al terminal 61. Este terminal está conectado a tierra mediante un enlace RC interno. Utilice cables de par trenzado a fin de reducir la interferencia de modo diferencial entre los conductores.



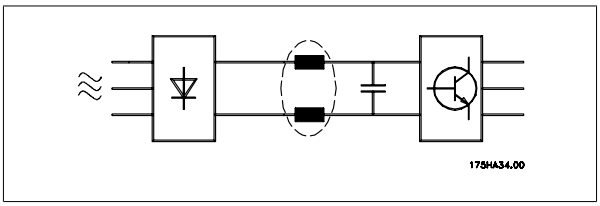
5.8 Interferencia de la red de alimentación/Armónicos

5.8.1 Interferencia de la red de alimentación/Armónicos

Un convertidor de frecuencia acepta una intensidad no senoidal de la red eléctrica que aumenta la intensidad de entrada I_{RMS}. Una intensidad no senoidal se transforma mediante un análisis Fourier y se divide en corrientes senoidales con diferentes frecuencias, es decir, corrientes armónicas diferentes I_N, con 50 Hz como frecuencia básica:

Corrientes armónicas	I_1	I_5	I_7
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

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



¡NOTA!
Algunas corrientes armónicas pueden perturbar el equipo de comunicación conectado al mismo transformador o causar resonancias si se utilizan baterías con corrección de factor de potencia.

Corrientes armónicas en comparación con la corriente de entrada RMS:

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

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

La distorsión de la tensión en la alimentación de la 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:

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

(U_N% de U)

5.9.1 Dispositivo de corriente residual

Puede utilizar relés de interruptor diferencial, conexión a tierra de protección múltiple o conexión a tierra como protección extra, siempre que se cumpla la normativa vigente en materia de seguridad.

En caso de fallo a tierra, puede desarrollarse una componente CC en la corriente en fallo.

Si se utilizan relés de interruptor diferencial, debe observar 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 la sección *Corriente de fuga a tierra* para más información.

6

6 Ejemplos de aplicaciones

6.1.1 Arranque/Parada

Terminal 18 = Arranque/Parada, par. 5-10 [8], *Arranque*
Terminal 27 = Sin función, par. 5-12 [0], *Sin función* (valor predeterminado: *Inercia*)

Par. 5-10, *Entrada digital* = *Arranque* (predeterminado)

Par. 5-12, *Entrada digital* = *Inercia* (predeterminado)

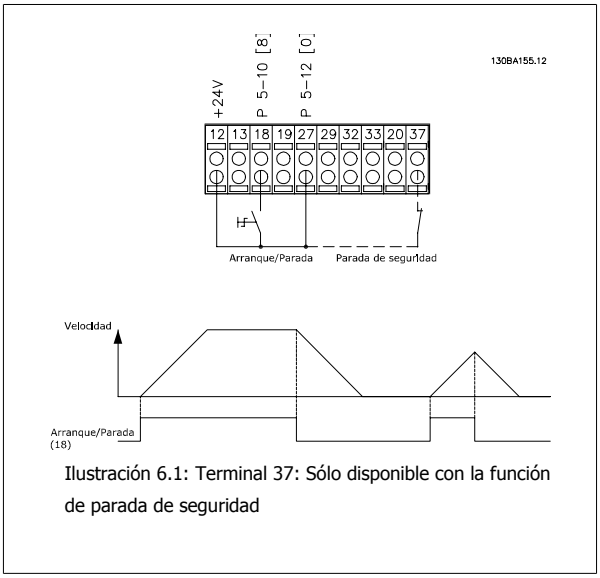


Ilustración 6.1: Terminal 37: Sólo disponible con la función de parada de seguridad

6.1.2 Marcha/paro por pulsos

Terminal 18 = marcha/paro, par. 5-10 [9] *Arranque de pulsos*
Terminal 27 = paro, par. 5-12 [6] *Parada inversa*

Par. 5-10 Entrada digital = *Arranque de pulsos*

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

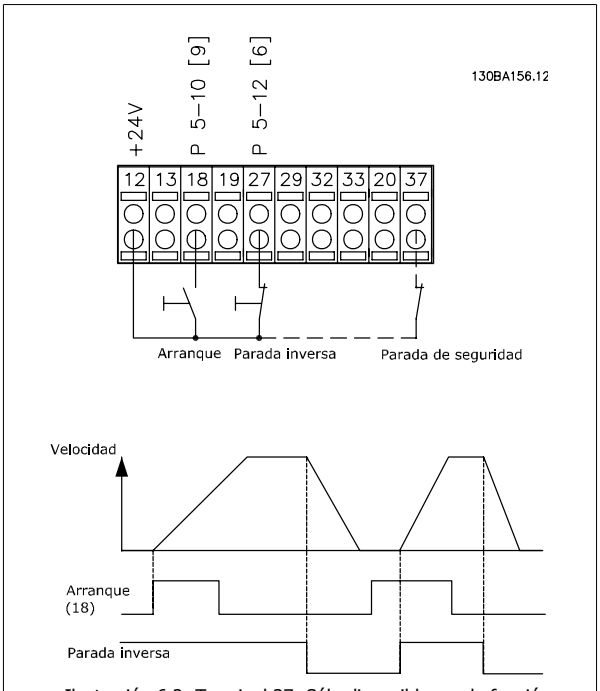


Ilustración 6.2: Terminal 37: Sólo disponible con la función de parada de seguridad

6.1.3 Referencia del potenciómetro

Referencia de tensión mediante un potenciómetro.

Par. 3-15 *Recurso de referencia 1* [1] = *Entrada analógica 53*

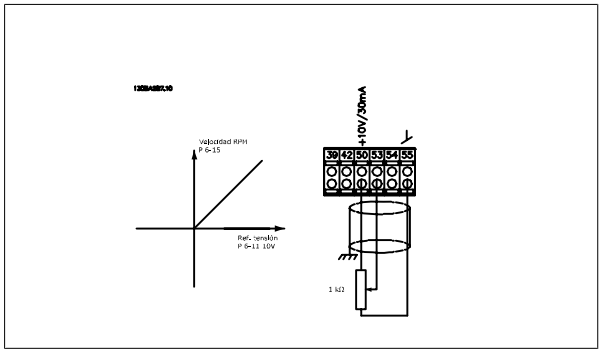
Par. 6-10, *Terminal 53 escala baja V* = 0 voltios

Par. 6-11, *Terminal 53 escala alta V* = 10 voltios

Par. 6-14, *Term. 53 valor bajo ref./realim. Valor* = 0 RPM

Par. 6-15, *Term. 53 valor alto ref./realim. Valor* = 1.500 RPM

Interruptor S201 = OFF (U)



6

6.1.4 Adaptación automática del motor (AMA)

AMA es un algoritmo para medir los parámetros eléctricos del motor con el motor parado. Esto significa que AMA, por sí solo, no suministra ningún par.
El AMA resulta útil durante la puesta en servicio de los sistemas y en la optimización del ajuste del convertidor de frecuencia al motor aplicado. Esta función se utiliza, especialmente, cuando los ajustes de fábrica no pueden aplicarse al motor en cuestión.
El par. 1-29 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 estátor, Rs.
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 par. 1-20 a 1-26.
- 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 estátor, Rs. Normalmente, esto no suele ser crítico.
- El procedimiento AMA sólo se puede realizar si la intensidad nominal del motor es como mínimo el 35% de la intensidad de salida nominal del convertidor de frecuencia. AMA se puede llevar a cabo incluso en un motor sobredimensionado.
- Es posible llevar a cabo una prueba de AMA reducida con un filtro de onda senoidal instalado. Evite llevar a cabo un AMA completo con un filtro de onda senoidal. Si se necesita un ajuste global, retire el filtro de onda senoidal mientras realice un AMA total. Una vez finalizado el AMA, vuelva a insertar el filtro de onda senoidal.
- 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.

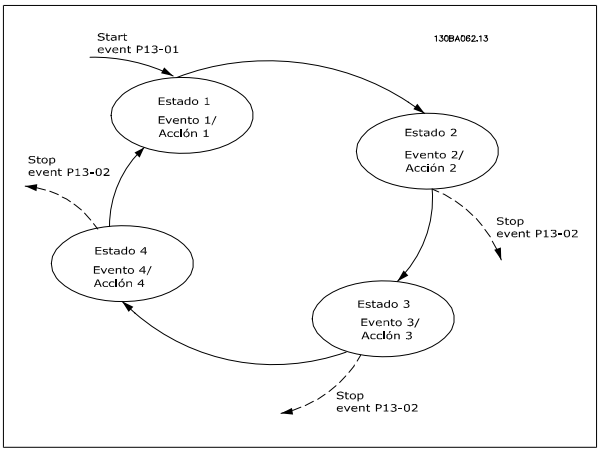
Una nueva y útil función del convertidor de frecuencia Convertidor VLT HVAC es el Smart Logic Control (SLC).
En las aplicaciones en que un PLC genera una secuencia simple, el SLC puede encargarse de tareas elementales del control principal.
El SLC está diseñado para actuar ante un evento enviado al convertidor de frecuencia o generado en el mismo. Entonces, el convertidor de frecuencia realizará la acción preprogramada.

6.1.5 Programación de Smart Logic Control

El Smart Logic Control (SLC) es esencialmente una secuencia de acciones definidas por el usuario (véase el 13-52), que son ejecutadas por el SLC cuando el *evento* asociado definido por el usuario (véase el par. 13-51), 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 evaluarán 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 indexados.

Se evaluará solamente un *evento* en cada momento. Si un *evento* se considera FALSO, no sucede nada (en el SLC) durante el presente ciclo y no se evaluará ningún otro *evento*. Esto significa que cuando el SLC se inicia, evalúa el *evento [1]* (y sólo el *evento [1]*) en cada ciclo. Sólo 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* / *acción*, la secuencia vuelve a comenzar desde el *evento [1]* / *acción [1]*. La ilustración muestra un ejemplo con tres *eventos* / *acciones*:

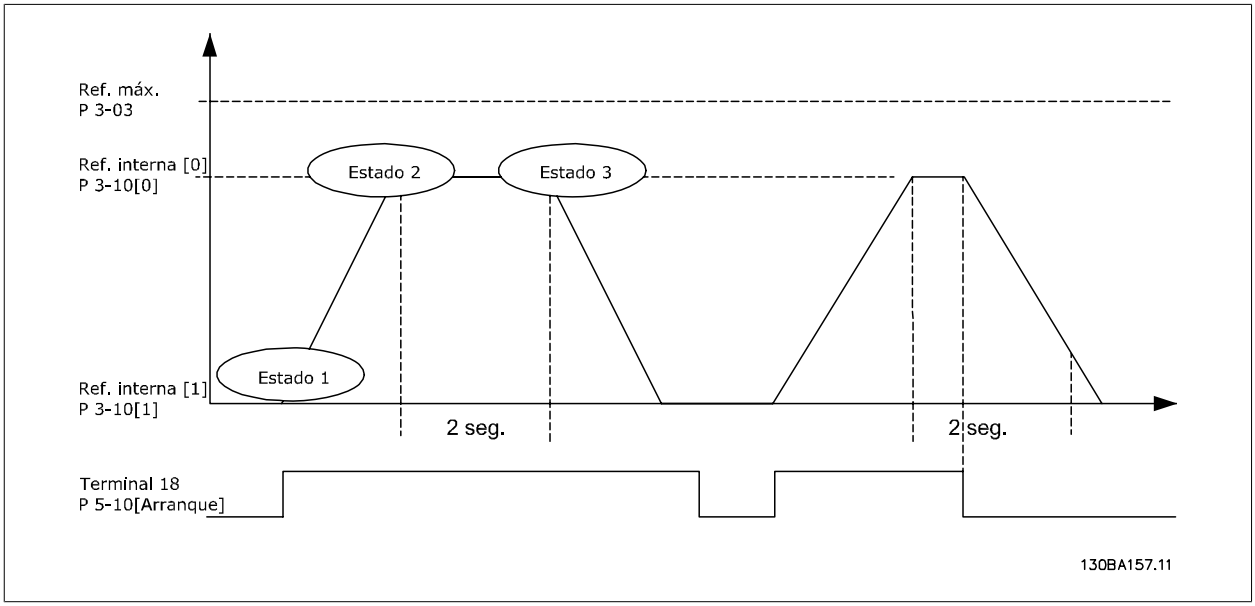


6

6.1.6 Ejemplo de aplicación del SLC

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.



Ajuste los tiempos de rampa en los par. 3-41 y 3-42 a los valores deseados.

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

Ajuste el terminal 27 a *Sin función* (par. 5-12)

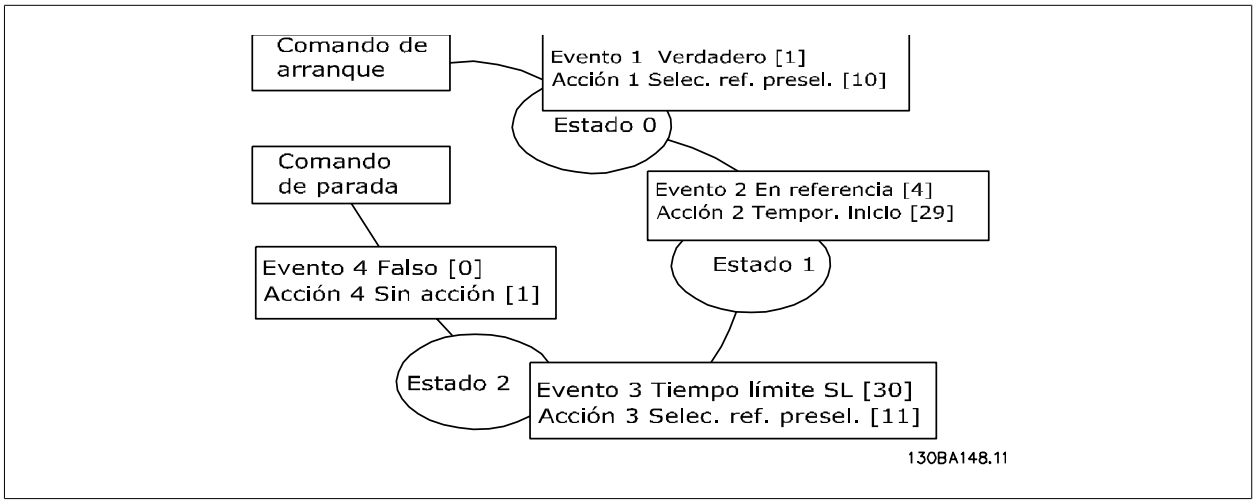
Ajuste la Referencia interna 0 a la primera velocidad preajustada (par. 3-10 [0]) en forma de porcentaje de la Velocidad de referencia máxima (par. 3-03). Ex.: 60%

Ajuste la Referencia interna 1 a la segunda velocidad preajustada (par. 3-10 [1]). Ej.: 0 % (cero).

Ajuste el temporizador 0 para una velocidad de funcionamiento constante en el par. 13-20 [0]. Ex.: 2 s

Ajustar el Evento 1 del par. 13-51 [1] a *Verdadero* [1]
Ajustar el Evento 2 del par. 13-51 [2] a *En referencia* [4]
Ajustar el Evento 3 del par. 13-51 [3] a *Tiempo límite 0* [30]
Ajustar el Evento 4 del par. 13-51 [1] a *Falso* [0]

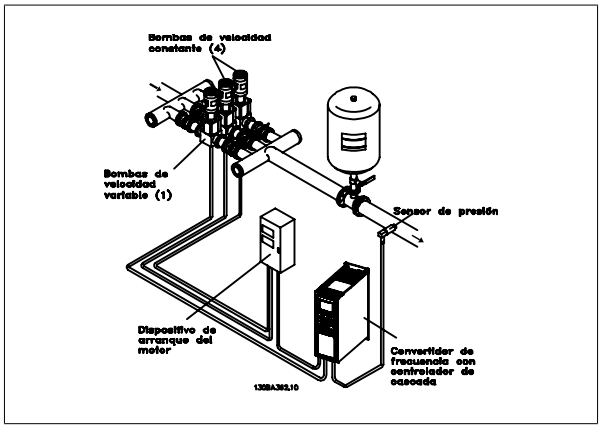
Ajustar la Acción 1 del par. 13-52 [1] a *Selec. ref. presel. 0* [10]
Ajustar la Acción 2 del par. 13-52 [2] a *Tempor. inicio 0* [29]
Ajustar la Acción 3 del par. 13-52 [3] a *Selec. ref. presel. 1* [11]
Ajustar la Acción 4 del par. 13-52 [4] a *Sin acción* [1]



Ajuste el Smart Logic Control en el par. 13-00 a Sí.

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.

6.1.7 Controlador de cascada BASIC



El controlador de cascada BASIC se utiliza en aplicaciones de bombeo en las que es necesario mantener una cierta presión ("altura") o nivel en un amplio rango dinámico. Hacer funcionar una bomba grande a velocidad variable y en un amplio rango, 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 de cascada BASIC, el convertidor de frecuencia controla un motor de velocidad variable como la bomba de velocidad variable (guía) y puede activar y desactivar 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 guía fija

Los motores deben tener el mismo tamaño. El controlador de cascada BASIC permite que el convertidor de frecuencia controle hasta 3 bombas de igual tamaño, utilizando los dos relés internos de la unidad. Cuando la bomba variable (guía) está conectada directamente al convertidor de frecuencia, las otras 2 bombas están controladas por los 2 relés internos.Cuando está activada la alternancia de bombas guía, las bombas se conectan a los relés internos y el convertidor de frecuencia es capaz de operar 2 bombas.

Alternancia de bomba guía

Los motores deben tener el mismo tamaño. La función hace posible cambiar el convertidor de frecuencia entre las bombas del sistema (máx. 2 bombas). 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 guía puede tener lugar por una señal de comando o por etapas (añadiendo otra bomba).

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 guía se produce cada vez que se produzca el evento. Las posibles selecciones incluyen: cuando transcurra un tiempo de alternancia, a una hora determinada del día o cuando la bomba guía pasa a modo reposo. La conexión por etapas viene determinada por la carga real del sistema.

Un parámetro individual limita la alternancia para que sólo se produzca si la capacidad total requerida es superior al 50 %. La capacidad total de bombeo está determinada por la capacidad de la bomba guía más las capacidades de las bombas de velocidad fija.

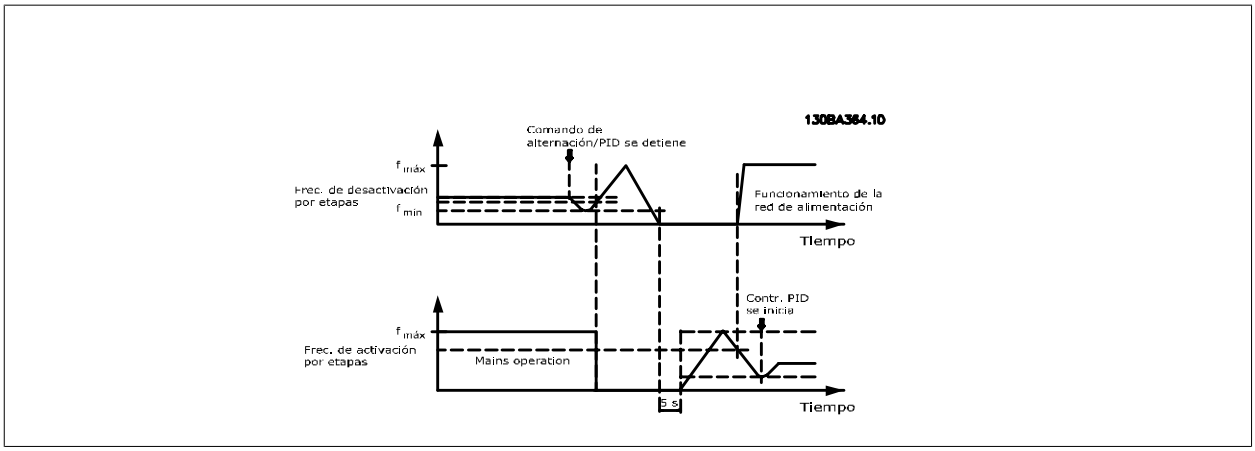
Gestión del ancho de banda

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 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 de 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 minimizar las fluctuaciones de la presión, se utiliza un Ancho de banda de velocidad fija más amplio, en lugar del Ancho de bandas por etapas.

6

6.1.8 Conexión por etapas de bombas con alternancia de bomba guía



Con la alternancia de bomba guía activada, se controlan un máximo de dos bombas. En un comando de alternancia, la bomba guía realizará una rampa hasta la frecuencia mínima (fmin) y, después de una demora, realizará una rampa hasta la máxima frecuencia (fmax) Cuando la velocidad de la bomba guía alcance la frecuencia de desactivación por etapas, la bomba de velocidad fija será excluida (desactivada por etapas). La bomba guía 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 guía. La nueva bomba guía realiza una rampa de aceleración hasta la velocidad máxima y después decelera hasta la velocidad mínima hasta alcanzar la frecuencia de conexión por etapas, momento en que la antigua bomba guía es conectada (por etapas) a la alimentación como la nueva bomba de velocidad fija.

Si la bomba guía ha estado funcionando a la frecuencia mínima (fmin) durante un lapso de tiempo programado, con una bomba de velocidad fija funcionando, la bomba guía contribuye poco al sistema. Cuando el lapso de tiempo programado expira, la bomba guía es eliminada, evitando un problema de circulación de agua caliente.

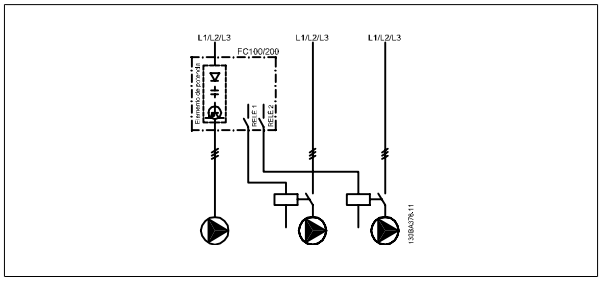
6.1.9 Estado y funcionamiento del sistema

Si la bomba guía pasa a Modo reposo, la función se muestra en el Panel de control local. Es posible alternar la bomba guía estando en modo de reposo.

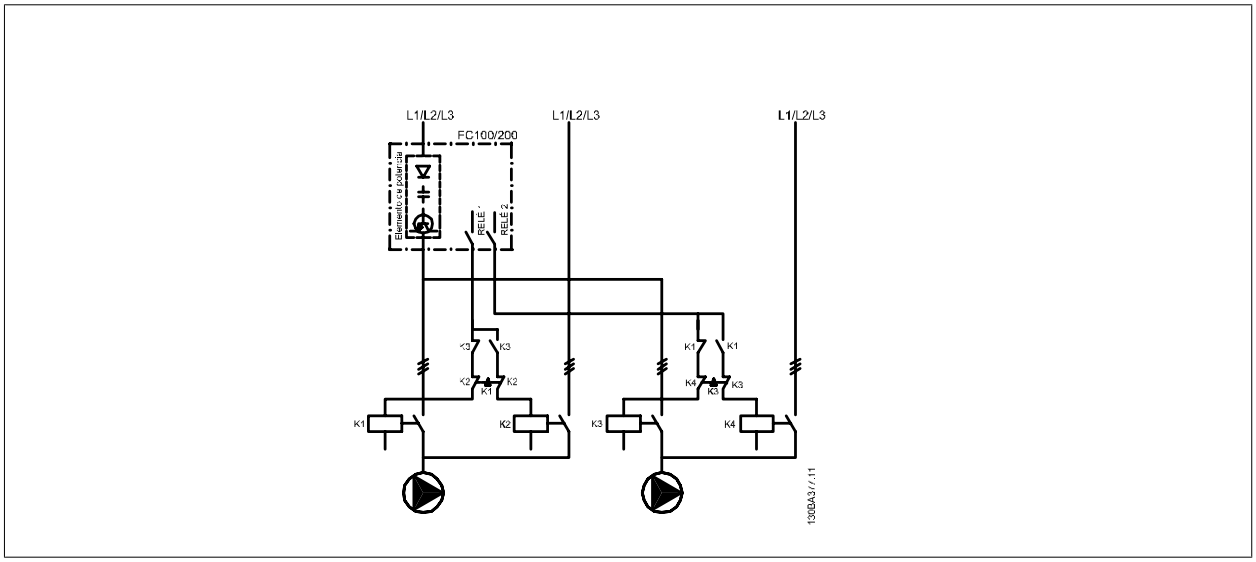
Cuando el controlador en cascada está activado, el estado de funcionamiento de cada bomba y del controlador en cascada se muestran en el Panel de control local. La información mostrada incluye:

- Estado de las bombas, que es una lectura de los datos de estado de los relés asignados a cada bomba. El display muestra las bombas que están desactivadas, apagadas, funcionando en el convertidor de frecuencia o funcionando con la alimentación de red/arrancador del motor.
- El Estado de cascada es una lectura de datos del estado del Controlador de cascada. El display muestra si el Controlador en cascada está desactivado, si todas las bombas están apagadas, si una emergencia ha detenido todas las bombas, 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 guía.
- La desconexión por etapas cuando no hay caudal asegura que todas las bombas de velocidad fija son detenidas individualmente hasta que desaparezca el estado de falta de caudal.

6.1.10 Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable



6.1.11 Esquema eléctrico de alternancia de bomba guía



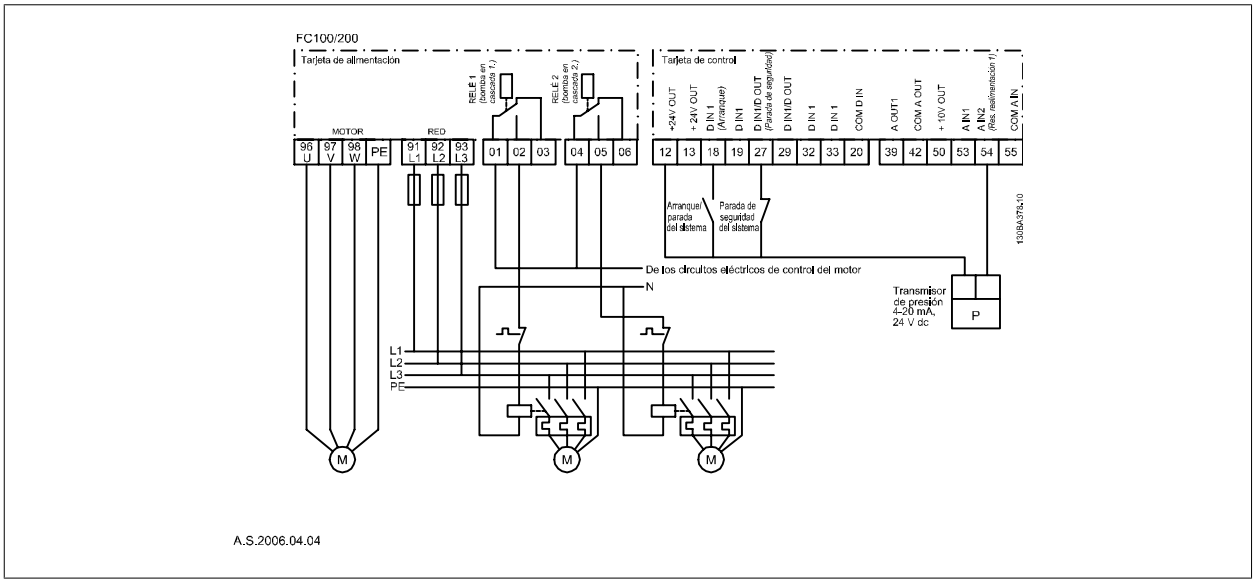
Cada bomba debe estar conectada a dos contactores ((K1/K2 y K3/K4) con un sistema mecánico de parada de seguridad. Deben utilizarse relés térmicos u otros sistemas de protección conformes a las normas locales y/o a las necesidades individuales.

- RELÉ 1 y RELÉ 2 son los relés integrados del convertidor de frecuencia.
- Cuando todos los relés están sin alimentación, el primer relé integrado que sea alimentado conectará el contactor correspondiente a la bomba controlada por el relé. Por ejemplo, el RELÉ 1 conecta el contactor K1, que se convierte en la bomba guía.

- 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, ambos relés dejarán de alimentarse, y después RELÉ 2 será alimentado como primer relé.

6.1.12 Diagrama de cableado del Controlador de cascada

El diagrama de cableado muestra un ejemplo con el controlador de cascada integrado BASIC con una bomba de velocidad variable (guía) y dos bombas de velocidad fija, un transmisor de 4-20 mA y un sistema de parada de seguridad.



6.1.13 Condiciones de arranque/parada

Comandos asignados a las entradas digitales. Consulte *Entradas digitales*, par 5-1*

	Bomba de velocidad variable (guía)	**Bombas de velocidad fija**
Arranque (ARRANQUE/PARADA SISTEMA)	Acelera en rampa (si está parada y hay demanda)	Conexión por etapas (si está parada y hay demanda)
Arranque bomba guía	Acelera en rampa si ARRANQUE SISTEMA está activo	No afectada
Parada en inercia (PARADA EMERGENCIA)	Parada en inercia	Desconectadas (relés integrados sin alimentación)
Parada de seguridad	Parada en inercia	Desconectadas (relés integrados sin alimentación)

Funciones de los botones del Panel de control local:

6

	Bomba de velocidad variable (guía)	**Bombas de velocidad fija**
[Hand On] (Control local)	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] (Apagado)	Rampa de deceleración	Rampa de deceleración
Auto On	Arranca y para conforme a los comandos que lleguen a través de los terminales o del bus serie	Activación/desactivación por etapas

7 RS-485 Instalación y configuración

7.1 RS-485 Instalación y configuración

7.1.1 Descripción general

RS-485 es una interfaz de bus de dos hilos compatible con la topología de red multi-drop, es decir, en la que los nodos se pueden conectar como un bus, o mediante cables conectados a una línea de tronco común. Se pueden conectar un total de 32 nodos a un segmento de red.
Los segmentos de la red están divididos por repetidores. Tenga en cuenta que 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 resistencia de terminación de red adecuada. 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, también a frecuencias altas. Esto se puede conseguir conectando una gran superficie del apantallamiento a tierra, por ejemplo por medio de una mordaza de cable o un casquillo para paso de cable conductor. Puede ser necesario utilizar cables ecualizadores de potencial para mantener el mismo potencial de masa en toda la red, particularmente en instalaciones en las que hay 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.

7

Cable: Par trenzado apantallado (STP)
Impedancia: 120 ohmios
Long. de cable: máximo 1.200 m (incluidas los ramales conectables)
Máximo 500 metros entre estaciones.

7.1.2 Conexión de red

Conecte el convertidor de frecuencia a la red RS-485 de la siguiente forma (consulte también el diagrama):

1. Conecte los cables de señal al terminal 68 (P+) y al terminal 69 (N-) en la placa de control principal del convertidor de frecuencia.
2. Conecte la pantalla del cable a las abrazaderas.

¡NOTA!
Se recomienda utilizar cable de par trenzado y apantallado, a fin de reducir el ruido entre los conductores.

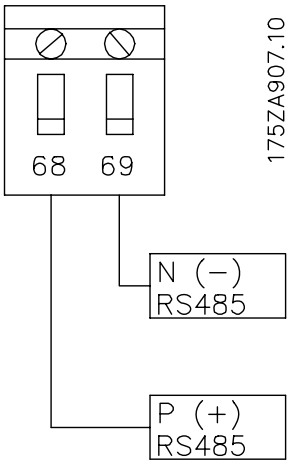
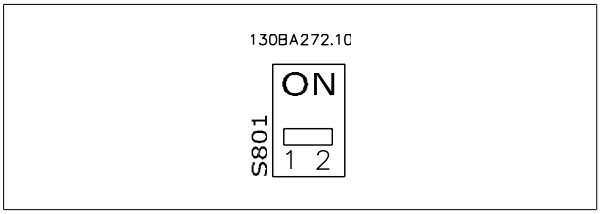


Ilustración 7.1: Conexión de terminales de red

7.1.3 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.



Ajuste de fábrica del interruptor terminador

¡NOTA!
El ajuste de fábrica del interruptor DIP es OFF (desactivado).

7.1.4 Ajustes del convertidor de frecuencia para comunicación Modbus

7

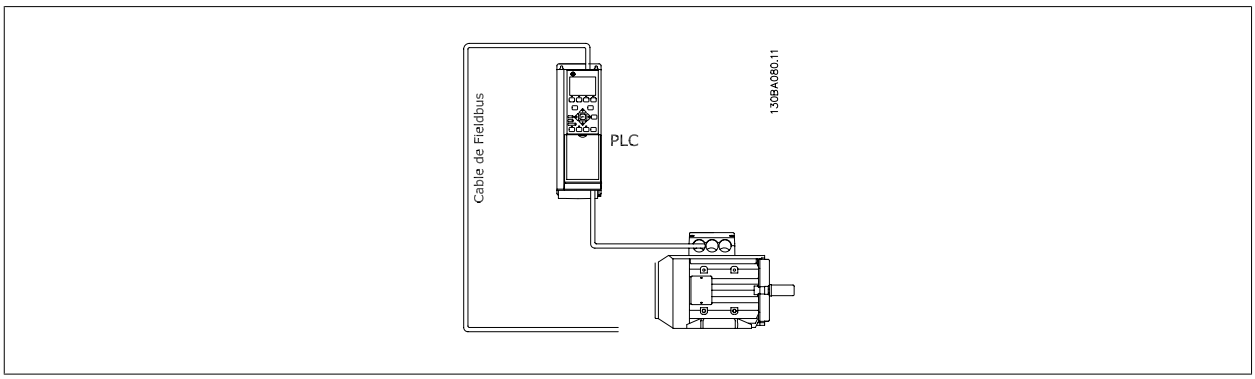
Los siguientes parámetros son de aplicación a la interfaz RS-485 (puerto FC):

Parámetro Número	Nombre del parámetro	Función
8-30	Protocolo	Seleccionar el protocolo de aplicación a utilizar en la interfaz RS-485
8-31	Dirección	Ajustar la dirección del nodo. Nota: El rango de direcciones depende del protocolo seleccionado en el par. 8-30
8-32	Velocidad en baudios	Ajustar la velocidad en baudios. Nota: La velocidad predeterminada depende del protocolo seleccionado en el par. 8-30
8-33	Paridad de puerto del PC/ bits de parada	Ajustar la paridad y el número de bits de parada. Nota: La selección predeterminada depende del protocolo seleccionado en el par. 8-30
8-35	Retardo de respuesta mínimo	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 de respuesta máximo	Especificar un tiempo de retardo máximo entre la transmisión de una petición y la recepción de una respuesta.
8-37	Retardo máx. intercaracteres	Especificar un tiempo de retardo máximo entre dos bytes recibidos para asegurar el tiempo límite si la transmisión se interrumpe.

7.1.5 Precauciones de EMC

Se recomienda adoptar las siguientes recomendaciones de compatibilidad electromagnética (EMC) para que la red RS-485 funcione sin interferencias.

¡NOTA!
Deben cumplirse las disposiciones nacionales y locales que sean pertinentes, por ejemplo las relativas a la conexión a tierra a efectos de protección. El cable de comunicación RS-485 debe mantenerse alejado 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 basta con una distancia de 200 mm (8 pulgadas), pero en general se recomienda guardar la mayor distancia posible entre los cables, en particular cuando los cables se instalen 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°.



7.2 Aspectos generales del protocolo FC

El protocolo FC, también conocido como bus FC o bus estándar, es el protocolo estándar de Danfoss. Define una técnica de acceso conforme al principio maestro-esclavo para las comunicaciones mediante un bus serie.
Pueden conectarse al bus un maestro y un máximo de 126 esclavos. Los esclavos son seleccionados individualmente por el maestro mediante un carácter de dirección incluido en el telegrama. Un esclavo no puede transmitir por si mismo sin recibir previamente una petición para que lo haga, y tampoco es posible la transmisión directa de mensajes entre esclavos. Las comunicaciones se producen en modo half-duplex.
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 diferentes formatos de telegrama; un formato corto, de 8 bytes, para proceso de datos, y un formato largo de 16 bytes que incluye también un canal de parámetros. Se utiliza un tercer formato para textos.

7.2.1 FC con RTU Modbus

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.

7.3 Configuración de red

7.3.1 Ajuste del convertidor de frecuencia

Ajuste los siguientes parámetros para activar el protocolo FC en el convertidor de frecuencia.

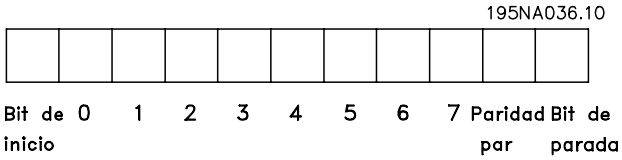
Número del parámetro	Nombre del Parámetro	Ajuste
8-30	Protocolo	FC
8-31	Dirección	1 - 126
8-32	Velocidad en baudios	2400 - 115200
8-33	Bits de paridad/parada	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

7.4 Estructura del formato de mensajes del protocolo FC

7

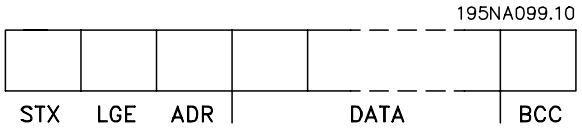
7.4.1 Contenido de un carácter (byte)

La transferencia de cada carácter comienza con el envío de un bit de inicio. A continuación, se transfieren 8 bits de datos, que corresponden a un byte. Cada carácter se asegura mediante un bit de paridad, que se ajusta a "1" cuando se cumple la paridad (es decir, cuando hay el mismo número de "1" en los 8 bits de datos y en el bit de paridad en total). Un carácter se completa con un bit de parada, por lo que consta de 11 bits en total.



7.4.2 Estructura de telegramas

Cada telegrama comienza con un carácter de inicio (STX)=02 Hex, seguido por un byte que indica la longitud del telegrama (LGE) y un byte que indica la dirección del convertidor de frecuencia (ADR). A continuación están los bytes de datos, en número variable dependiendo del tipo de telegrama. El telegrama se completa con un byte de control de datos (BCC).



7.4.3 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.

La longitud de un telegrama con 4 bytes de datos es	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 bytes
La longitud de un telegrama con 12 bytes de datos es	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 bytes
La longitud de los telegramas que contienen texto es	10[1)]+n bytes

1) El 10 representa los caracteres fijos, mientras que 'n' es variable (dependiendo de la longitud del texto).

7.4.4 Dirección del convertidor de frecuencia (ADR)

Se utilizan dos formatos diferentes para la dirección.
El rango 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 (uso de formato 1-31 activado)
Bit 6 no se utiliza
Bit 5 = 1: Difusión, los bits de dirección (0-4) no se utilizan
Bit 5 = 0: Sin difusión
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 Difusión

El esclavo devuelve el byte de la dirección sin cambios al maestro en el telegrama de respuesta.

7.4.5 Byte de control de datos (BCC)

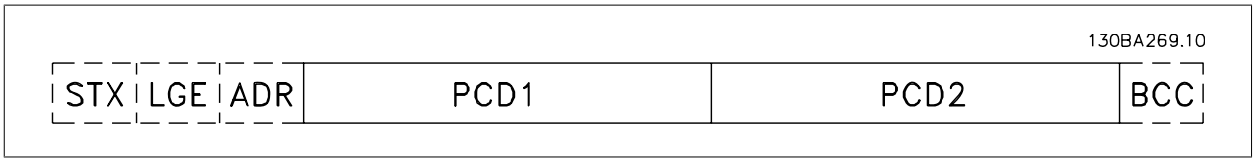
La suma de verificación (checksum) se calcula como una función XOR. Antes de que se reciba el primer byte del telegrama, el checksum calculado es 0.

7.4.6 El campo de datos

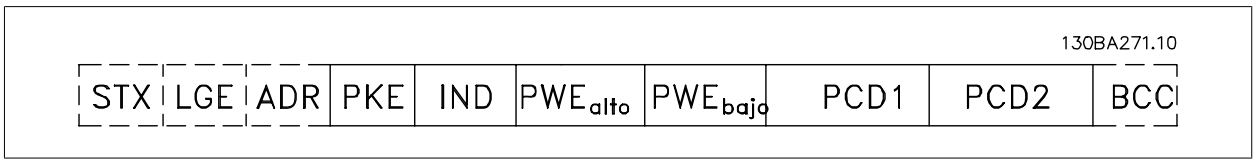
La estructura de los bloques de datos depende del tipo de telegrama. Hay tres tipos de telegramas, y el tipo se aplica tanto a telegramas de control (maestro=>esclavo) como a telegramas de respuesta (esclavo=>maestro).

Los tres tipos son los siguientes:

Bloque de proceso (PCD):
El bloque de proceso está formado por un bloque de datos de cuatro bytes (2 palabras) y contiene:
- código de control y valor de referencia (de maestro a esclavo)
- código de estado y frecuencia de salida actual (de esclavo a maestro).

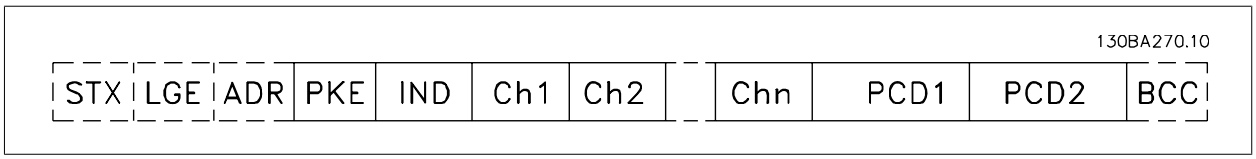


Bloque de parámetros:
El bloque de parámetros se utiliza para transferir parámetros entre un maestro y un esclavo. El bloque de datos está formado por 12 bytes (6 palabras) y también contiene el bloque de proceso.



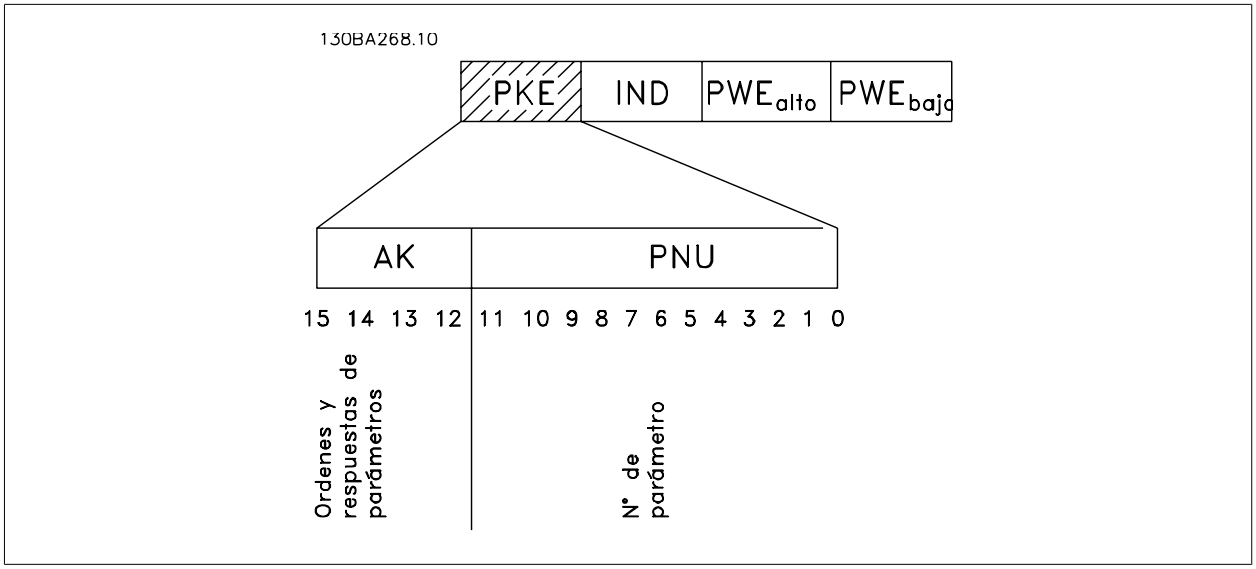
Bloque de texto:

El bloque de texto se utiliza para leer o escribir textos mediante el bloque de datos.



7.4.7 El campo PKE

El campo PKE contiene dos subcampos: comando de parámetro y respuesta (AK), y número de parámetro (PNU):



Los bits nº 12 a 15 transfieren comandos de parámetros del maestro al esclavo, y devuelven las respuestas procesadas del esclavo al maestro.

Comandos de parámetro maestro ⇒ esclavo

Bit nº				Comando de parámetro
15	14	13	12	
0	0	0	0	Ningún comando
0	0	0	1	Leer valor de parámetro
0	0	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM (palabra)
0	0	1	1	Escribir valor de parámetro en RAM (doble palabra)
1	1	0	1	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (doble palabra)
1	1	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (palabra)
1	1	1	1	Leer/escribir texto

Respuesta esclavo ⇒ maestro

Bit nº				Respuesta
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sin respuesta
0	0	0	1	Valor de parámetro transferido (palabra)
0	0	1	0	Valor de parámetro transferido (doble palabra)
0	1	1	1	El comando no se puede ejecutar
1	1	1	1	texto transferido

Si el comando no se puede realizar, el esclavo 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 núm. de parámetro utilizado no existe
1	No hay acceso de escritura para el parámetro definido
2	El valor de los datos excede los límites del parámetro
3	El subíndice utilizado no existe
4	El parámetro no es de tipo indexado
5	El tipo de datos 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 sólo 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

7.4.8 Número de parámetro (PNU)

Los bits núm. 0 a 10 se utilizan para transferir los números de parámetro. La función del parámetro pertinente se define en la descripción del parámetro en el capítulo Cómo programar.

7.4.9 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, el parámetro 15-30 *Código de fallo*. El índice consta de 2 bytes, un byte bajo y un byte alto.

¡NOTA!
Sólo el byte bajo es utilizado como índice.

7.4.10 Valor de parámetro (PWE)

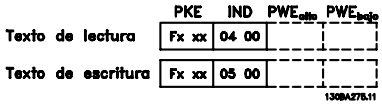
El bloque de valor de parámetro consta de 2 palabras (4 bytes) y el valor depende del comando definido (AK). El maestro solicita un valor de parámetro cuando el bloque PWE no contiene ningún valor. Para cambiar el valor de un parámetro (escritura), escriba el nuevo valor en el bloque PWE y envíelo del maestro al esclavo.

Si el esclavo 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, por ejemplo, el parámetro 0-01, Idioma, en que [0] corresponde a Inglés, y [4] corresponde a Danés, seleccione el valor de dato escribiéndolo en el bloque PWE. Consulte Ejemplo - Selección de un valor de dato. La comunicación serie sólo es capaz de leer parámetros que tienen el tipo de dato 9 (cadena de texto).

Los parámetros del 15-40 al 15-53 contienen datos de tipo 9.
Por ejemplo, se puede leer el tamaño del convertidor de frecuencia y el rango de tensión de alimentación en el par. 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 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".



7

7.4.11 Tipos de datos admitidos por el convertidor de frecuencia

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

"Sin signo" significa que el telegrama no tiene ningún signo de operación.

7.4.12 Conversión

Los distintos atributos de cada parámetro se muestran en la sección Ajustes de fábrica. Los valores de parámetros que se transfieren son únicamente números enteros. Para transferir decimales se utilizan factores de conversión.

El par. 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. El valor 100 se considerará por tanto como 10,0.

Tabla de conversión

Índice de conversión	Factor de conversión
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

7.4.13 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 esclavo)	Valor de referencia
Telegrama de control (esclavo ⇒master) Código de estado	Frecuen. salida actual

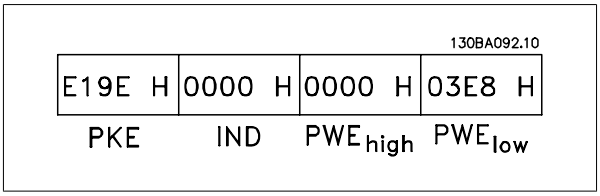
7.5 Ejemplos

7.5.1 Escritura del valor de un parámetro.

Cambiar el par. 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]* a 100 Hz.
Escribir los datos en la EEPROM.

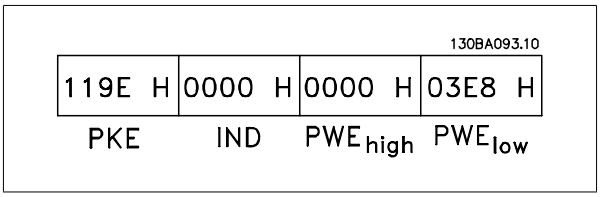
PKE = E19E Hex - Escribir una sola palabra en el par. 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - Valor del dato, 1000, correspondiente a 100 Hz, véase Conversión.

El telegrama tendrá este aspecto:



Nota: El parámetro 4-14 es una sola palabra, y el comando de parámetro para escribir en la EEPROM es "E". El número de parámetro 414 es 19E en hexadecimal.

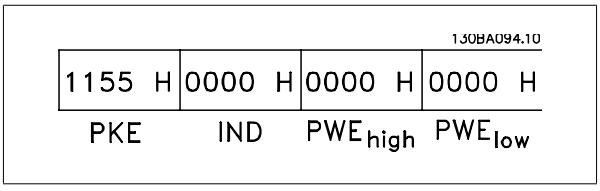
La respuesta del esclavo al maestro será la siguiente:



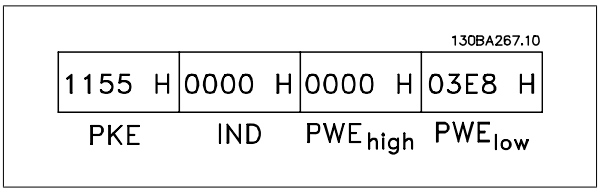
7.5.2 Lectura del valor de un parámetro

Leer el valor del par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*.

PKE = 1155 Hex - Leer el valor del par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*
IND = 0000 Hex
PWEALTO = 0000 Hex
PWEBAJO = 0000 Hex



Si el valor del par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es 10 s, la respuesta del esclavo al maestro será:



¡NOTA!
3E8 Hex corresponde a 1000 en decimal. El índice de conversión para el par. 3-41 es -2, es decir, 0,01.

7.6 Visión general de Modbus RTU

7.6.1 Presunciones

Este manual de funcionamiento da por sentado que el controlador instalado es compatible con las interfaces mencionadas en esta documento, y que todos los requisitos estipulados por el controlador, así como el convertidor de frecuencia, se han observado estrictamente, junto con todas las limitaciones incluidas.

7.6.2 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.

7.6.3 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, p.ej., cómo responderá 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 a través de una red Modbus RTU, el protocolo determina cómo cada controlador sabrá su dirección de dispositivo, reconocerá un mensaje dirigido a él, determinará la clase de acción a llevar a cabo y extraerá los datos o la información contenidos 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-esclavo en la que sólo un dispositivo (el maestro) puede iniciar transacciones (llamadas peticiones) Los otros dispositivos (esclavos) responden proporcionando al maestro los datos pedidos, o realizando la acción solicitada en la petición.
El maestro puede dirigirse a un esclavo individualmente, o puede iniciar la difusión de un mensaje a todos los esclavos. Los esclavos devuelven un mensaje (llamado respuesta) a las peticiones que se les dirigen individualmente. No se responde a las peticiones difundidas por el maestro. El protocolo Modbus RTU establece el formato para la petición del maestro poniendo en ella la dirección del dispositivo (o de la difusión), 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 esclavo 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 esclavo no puede realizar la acción solicitada, éste generará un mensaje de error y lo enviará en respuesta, o se producirá un error de tiempo límite.

7.6.4 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus

El convertidor de frecuencia se comunica en formato RTU Modbus a través de la interfaz RS-485 integrada. RTU Modbus 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.

7.7 Configuración de red

Para activar RTU Modbus en el convertidor de frecuencia, ajuste los siguientes parámetros:

Número del parámetro	Nombre del parámetro	Ajuste
8-30	Protocolo	Modbus RTU
8-31	Dirección	1 - 247
8-32	Velocidad en baudios	2400 - 115200
8-33	Bits de paridad/parada	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

7.8 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU

7.8.1 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 8 bits de un mensaje conteniendo dos caracteres hexadecimales de 4 bits. El formato de cada byte se muestra a continuación.

Bit de inicio	Bit de datos									Parada/ paridad	Parada

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)

7.8.2 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 difusión) y reconocer cuándo el mensaje se ha completado. Los mensaje parciales se detectan y se determinan los errores resultantes. Los caracteres 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 difusión. No se permiten respuestas a los mensajes de difusión. A continuación, se muestra un formato típico de mensaje.

Estructura típica de mensaje Modbus RTU

Arranque	Dirección	Función	Datos	Comprobación CRC	al final de acel.
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

7.8.3 Campo de inicio/parada

El mensaje comienza con un período 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 Inicio T1-T2-T3-T4). El primer campo a transmitir es la dirección del dispositivo. A continuación del 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 período 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 será 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 producirá un error de tiempo límite (falta de respuesta por parte del esclavo), porque el valor del campo CRC final no será válido para los mensaje combinados.

7.8.4 Campo de dirección

El campo de dirección de un mensaje contiene 8 bits. Las direcciones válidas de dispositivos esclavos están en el rango de 0 a 247 decimal. Alos dispositivos esclavos individuales se les asignan direcciones en el rango de 1 a 247. (el 0 está reservado para el modo de difusión, que todos los esclavos reconocen.) Un maestro se dirige a un esclavo poniendo la dirección de éste en el campo de dirección del mensaje. Cuando el esclavo envía su respuesta, pone su propia dirección en dicho campo , para que el maestro sepa qué esclavo le está contestando.

7.8.5 Campo 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 esclavo. Cuando se envía un mensaje desde un maestro a un dispositivo esclavo, el campo de código de función le indica al esclavo la clase de acción que debe realizar. Cuando el esclavo 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 esclavo simplemente devuelve el código de función original. Para responder con una excepción, el esclavo devuelve un código equivalente al de la función original, pero con su bit más significativo cambiado a 1 lógico. Además, el esclavo 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 las secciones *Códigos de función admitidos por Modbus RTU* y *Códigos de excepción*.

7.8.6 Campo de datos

El campo de datos se construye utilizando grupos de dos dígitos hexadecimales, en el rango 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 esclavo contiene información adicional que el esclavo debe utilizar para realizar la acción definida por el código de función. Éste puede incluir elementos tales como direcciones de coils o registros, la cantidad de elementos a manejar y el contador de los bytes de datos reales del campo.

7.8.7 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 por 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 error de 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.

7.8.8 Direccionamiento de bobinas

En Modbus, todos los datos están organizados en bobinas (señales binarias) y registros de retención (holding registers). Las bobinas almacenan un sólo bit, mientras que los registros de retención alojan una palabra de 2 bytes (es decir, 16 bits). Todas las direcciones de datos en 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 "coil 1" (bobina 1) en un controlador programable se gestiona como coil 0000 (bobina 0000) en el campo de dirección de un mensaje Modbus. El coil 127 (bobina 127) decimal es direccionado como coil 007EHEX (126 decimal).
El registro de retención 40001 es direccionado 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 (ver tabla siguiente)	Maestro a esclavo
17-32	Velocidad del convertidor de frecuencia o referencia de consigna Rango 0x0 – 0xFFFF (-200% ...~200%)	Maestro a esclavo
33-48	Código de estado del convertidor de frecuencia (ver tabla siguiente)	De esclavo a maestro
49-64	Modo de lazo abierto: frecuencia de salida del convertidor de frecuencia Modo de lazo cerrado: señal de realimentación del convertidor de frecuencia	De esclavo a maestro
65	Control de escritura de parámetro (maestro a esclavo) 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.	Maestro a esclavo
66-65536	Reservado	

Bobina	0	1
01	Referencia interna, LSB	
02	Referencia interna, 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 reset	Reinicio
09	Sin velocidad fija	Veloc. fija
10	Rampa 1	Rampa 2
11	Datos no válidos	Datos válidos
12	Relé 1 off	Relé 1 on
13	Relé 2 off	Relé 2 on
14	Ajuste lsb	
15	Ajuste msb	
16	No cambio de sentido	Cambio de sentido
Código de control del convertidor de frecuencia (perfil FC)		

Bobina	0	1
33	Control no preparado	Ctrl. prep.
34	El convertidor de frecuencia no está listo	El convertidor de frecuencia está preparado
35	Parada de 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 rango frec.	En rango frec.
44	Detenido	En marcha
45	Sin uso	Sin uso
46	Sin advertencia de tensión	Advertencia de tensión
47	No en límite intens.	Límite intensidad
48	Sin advertencia térmica	Advertencia térmica
Código de estado del convertidor de frecuencia (perfil FC)		

Registros de retención	
Número de registro	**Descripción**
00001-00006	Reservado
00007	Último código de fallo desde un interfaz de objeto de datos de FC
00008	Reservado
00009	Índice de parámetro*
00100-00999	grupo de parámetros 000 (parámetros 001 a 099)
01000-01999	grupo de parámetros 100 (parámetros 100 a 199)
02000-02999	grupo de parámetros 200 (parámetros 200 a 299)
03000-03999	grupo de parámetros 300 (parámetros 300 a 399)
04000-04999	grupo de parámetros 400 (parámetros 400 a 499)
...	...
49000-49999	grupo de parámetros 4900 (parámetros 4900 a 4999)
500000	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 código de control de convertidor de frecuencia (MAV).

7

* Utilizado para especificar el número de índice a usar al acceder a un parámetro indexado.

7.8.9 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. Para obtener una descripción completa de todos los campos de mensaje, consulte la sección *Estructura de formato de mensaje RTU Modbus*.

7.8.10 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 sólo registro	6 hex
Escribir múltiples bobinas	F hex
Escribir múltiples registros	10 hex
Contador de eventos de com.	B hex
Informar ID de esclavo	11 hex

Función	Código de función	Código de subfunción	Subfunción
Diagnósticos	8	1	Reiniciar comunicación
		2	Devolver registro de diagnóstico
		10	Borrar contadores y registro de diagnóstico
		11	Devolver contador de mensajes de bus
		12	Devolver contador de errores de comunicación
		13	Devolver contador de excepciones
		14	Devolver contador de mensajes de esclavos

7.8.11 Códigos de excepción modbus

Para obtener una explicación completa de la estructura de una excepción consulte la sección Estructura de formato de mensaje RTU Modbus, campo de función.

Códigos de excepción modbus

Código	Nombre	Significado
1	Función ilegal	El código de función recibido en la petición no es una acción permitida para el servidor (o unidad esclava). Esto puede ser debido a que el código de la funcion sólo se aplica a dispositivos recientes y no se implementó en la unidad seleccionada. También puede indicar que el servidor (o unidad esclava) 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 ilegal	La dirección de datos recibida en la peticion no es una dirección permitida para el servidor (o unidad esclava) Mas 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 será aceptada, mientras que una petición con desviación 96 y longitud 5 generará una excepción 02.
3	Valor de daots ilegal	Un valor contenido en el campo de datos de solicitud no es un valor permitido para el servidor (o unidad esclava). Esto indica un fallo en la estructura de la parte restante de una petición compleja como, por ejemlpo, la de que la longitud implicada es incorrecta. Especificamente 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 esclavo.	Un error irrecuperable se produjo mientras el servidor (o unidad esclava) intentaba ejecutar la acción solicitada.

7.9 Cómo acceder a los parámetros

7.9.1 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.

7.9.2 Almacenamiento de los datos

El coil 65 decimal determina si los datos escritos en el convertidor de frecuencia se almacenan en EEPROM y RAM (coil 65=1) o sólo en RAM (coil 65=0).

7.9.3 IND

El índice de la matriz se ajusta a Registro de retención 9 y se utiliza al acceder a los parámetros indexados.

7.9.4 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.

7.9.5 Factor de conversión

Los distintos atributos de cada parámetro pueden verse en la sección de ajustes de fábrica. Debido a que un valor de parámetro sólo puede transferirse como un número entero, es necesario utilizar un factor de conversión para transmitir las cifras decimales. Consulte la sección *Parámetros*.

7.9.6 Valores de parámetros

Tipos de datos estándar

Los tipos de datos estándar son int16, int32, uint8, uint16 y uint32. 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 10HEX "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 10HEX "Preajustar múltiples registros". Los tamaños legibles van desde 1 registro (2 caracteres) hasta 10 registros (20 caracteres).

MG.11.B7.05 - VLT® es una marca registrada de Danfoss

7.10 Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran varios comandos Modbus RTU. Si se produce un error, consulte la sección Códigos de excepción.

7.10.1 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 difusión 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 33 a 48 (código de estado) del dispositivo esclavo 01:

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	01 (leer bobinas)
Dirección inicio HI	00
Dirección de inicio LO	20 (32 decimal)
Núm. puntos HI	00
Núm. puntos LO	10 (16 decimal)
Compr. error (CRC)	-

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 = ON; 0 = OFF. 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 "de nivel bajo a 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 rellenarán con ceros (hacia la parte alta del byte). El campo Contador de bytes especifica el número de bytes de datos completos.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	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)
Compr. error (CRC)	-

7.10.2 Forzar/escribir una sola bobina (05 HEX)

Descripción

Esta función fuerza/escribe una bobina con ON u OFF. Cuando se trata de mensaje de difusión, la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los esclavos.

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 esclavo	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	05 (escribir una sola bobina)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	40 (bobina núm. 65)
Forzar datos HI	FF
Forzar datos LO	00 (FF 00 = ON)
Compr. error (CRC)	-

7

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 esclavo	01
Función	05
Forzar datos HI	FF
Forzar datos LO	00
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	01
Compr. error (CRC)	-

7.10.3 Forzar/escribir múltiples bobinas (0F HEX)

Esta función fuerza cada bobina de una secuencia a ON o a OFF. Cuando se trata de mensaje de difusión, la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los esclavos conectados. .

El mensaje de petición especifica que se fuercen las bobinas 17 a 32 (consigna de velocidad) Las direcciones de bobina comienzan en cero, es decir, la bobina 17 tiene la dirección 16.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	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 10-9)	00 (ref. = 2000hex)
Compr. error (CRC)	-

Respuesta

La respuesta normal devuelve la dirección del esclavo, el código de la función, la dirección de inicio y la cantidad de bobinas forzadas.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	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)
Compr. error (CRC)	-

7.10.4 Lectura de registros de retención (03 HEX)

Descripción

Esta función lee el contenido de los registros de retención del esclavo.

Petición

El mensaje de petición especifica el registro de inicio y la cantidad de ellos a 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 inicio HI	00
Dirección de inicio LO	00 (dirección de bobina 17)
Núm. puntos HI	00
Núm. puntos LO	03
Compr. error (CRC)	-

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	06
Datos HI (Registro 40001)	55
Datos LO (Registro 40001)	AA
Datos HI (Registro 40002)	55
Datos LO (Registro 40002)	AA
Datos HI (Registro 40003)	55
Datos LO (Registro 40003)	AA
Comprobación de errores (CRC)	-

7.10.5 Preajuste de un sólo 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 a preajustar. Las direcciones de los registros comienzan en cero, es decir, el primer registro tiene la dirección 0.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	06
Dirección de registro HI	00
Dirección de registro LO	01
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	03
Compr. error (CRC)	-

Respuesta

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 esclavo	01
Función	06
Dirección de registro HI	00
Dirección de registro LO	01
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	03
Compr. error (CRC)	-

7.10.6 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 a preajustar. 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 1-05 = 738 (7,38 A)):

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	10
Dirección inicio HI	04
Dirección de inicio LO	19
Núm. de registros HI	00
Núm. 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
Compr. error (CRC)	-

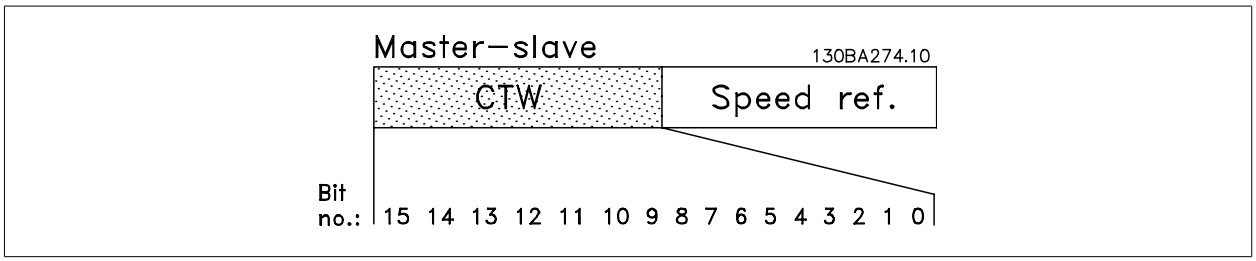
Respuesta

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 inicio HI	04
Dirección de inicio LO	19
Núm. de registros HI	00
Núm. de registros LO	02
Compr. error (CRC)	-

7.11 Perfil de control Danfoss FC Danfoss

7.11.1 Código de control De acuerdo con el Perfil FC (Par. 8-10 = perfil FC)



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	Inercia	Sin inercia
04	Parada rápida	Rampa
05	Mantener frecuencia de salida	utilizar 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 activado
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 sentido

Explicación de los bits de control

Bits 00/01

Los bits 00 y 01 se utilizan para seleccionar entre los cuatro valores de referencia, los cuáles están preprogramados en el par. 3-10, *Referencia interna*, según la tabla siguiente:

Valor de referencia programada	Par.	Bit 01	Bit 00
1	3-10 [0]	0	0
2	3-10 [1]	0	1
3	3-10 [2]	1	0
4	3-10 [3]	1	1

¡NOTA!
Haga una selección en el par. 8-56 *Selec. referencia interna* para definir cómo se direcciona el Bit 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 del frenado en el par. 2-01, *Intens. freno CC*, y 2-02, *Tiempo de frenado CC*. 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.

¡NOTA!

Haga una selección en el par. 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 una rampa de deceleración del motor hasta que se pare (ajustado en par. 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 (par. 5-10 a 5-15) programadas en *Aceleración* y *Enganc. abajo*.

¡NOTA!

Si Mantener salida está activada, el convertidor de frecuencia sólo puede pararse mediante:

- Bit 03, Paro por inercia
- Bit 02, Frenado de CC
- Entrada digital (par. 5-10 a 5-15) programada en *Frenado de CC*, *Parada de inercia* o *Reset* y *parada de inercia*.

Bit 06, Rampa de parada/arranque:

Bit 06 = '0': Produce una parada y hace que el motor desacelere hasta pararse según el parámetro de rampa de deceleración seleccionado. Bit 06 = '1': Permite que el convertidor de frecuencia arranque el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

¡NOTA!

Haga una selección en el par. 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, Reset: Bit 07 = '0': Sin reinicio. Bit 07 = '1': Reinicia una desconexión. Reset se activa en el frente 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 el parámetro 3-19, *Velocidad fija*.

Bit 09, Selección de rampa 1/2:

Bit 09 = "0": La rampa 1 (par. 3-40 a 3-47) está activada. Bit 09 = "1": La rampa 2 (parámetros 3-50 a 3-57) está activada.

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. De esta forma, se puede desactivar el código de control si no se quiere utilizarlo al actualizar parámetros o al leerlos.

Bit 11, Relé 01:

Bit 11 = "0": Relé no activado. Bit 11 = "1": Relé 01 activado siempre y cuando esté seleccionado *Bit cód. control 11* en el parámetro 5-40, *Relé de función*.

Bit 12, Relé 04:

Bit 12 = "0": El relé 04 no está activado. Bit 12 = "1": El relé 04 está activado siempre y cuando esté seleccionado *Bit cód. control 12* en el parámetro 5-40, *Relé de función*.

Bit 13/14, Selección de ajuste:

Los bits 13 y 14 se utilizan para elegir entre los cuatro ajustes de menú, según la siguiente tabla. .

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

La función solamente es posible cuando se selecciona *Ajuste múltiple* en el par. 0-10 *Ajuste activo*.

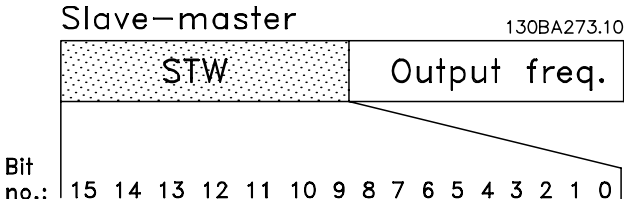
¡NOTA!

Haga una selección en el par. 8-55, *Selec. ajuste*, para definir cómo se direccionan los bits 13/14 con la función correspondiente en las entradas digitales.

Bit 15, Cambio de 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 el parámetro 8-54, *Selec. sentido inverso*. El bit 15 sólo causa el cambio de sentido cuando se ha seleccionado Comunicación serie, Lógico O o Lógico Y.

7.11.2 Código de estado Según el perfil de FC (STW) (Par. 8-10 = perfil FC)



Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Control no preparado	Ctrl. prep.
01	Convertidor no preparado	Convertidor preparado
02	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 ≠ referencia	Velocidad = referencia
09	Funcionamiento local	Control de bus
10	Fuera del límite de frecuencia	Límite de frecuencia OK
11	Sin funcionamiento	En funcionamiento
12	Convertidor OK	Detenido, arranque automático
13	Tensión OK	Tensión excedida
14	Par OK	Par excedido
15	Temporizador OK	Temporizador excedido

Explicación de los bits de estado

Bit 00, Control preparado/no preparado:

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, Unidad preparada:

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, Parada de 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] (Reinicio).

Bit 04, No hay 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, No hay 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≠ 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] (Paro/Reinicio) se activa en la unidad de control o estableciendo *Control local* en el par. 3-13, *Origen de referencia*. No puede controlar el convertidor de frecuencia a través de la comunicación serie. Bit 09 = '1' Es posible controlar el convertidor de frecuencia a través de la comunicación serie / bus de campo.

Bit 10, Fuera de límite de frecuencia:
Bit 10 = '0': La frecuencia de salida ha alcanzado el valor del par. 4-11 *Límite bajo veloc. motor* o el del par. 4-13 *Límite alto veloc. motor*. Bit 10 = "1": La frecuencia de salida está dentro de los límites definidos.

Bit 11, Sin funcionamiento/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 un exceso temporal de temperatura 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 sobrepasado:
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.

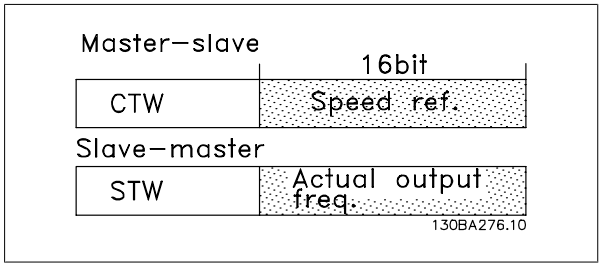
Bit 14, Par OK/límite sobrepasado:
Bit 14 = '0': La corriente del motor es inferior al límite de par seleccionado en el par. 4-18 *Límite intensidad*. Bit 14 = '1': El límite de par del par. 4-18 *Límite intensidad*, se ha sobrepasado.

Bit 15, Temporizador OK/límite sobrepasado:
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 ha sobrepasado el 100%.

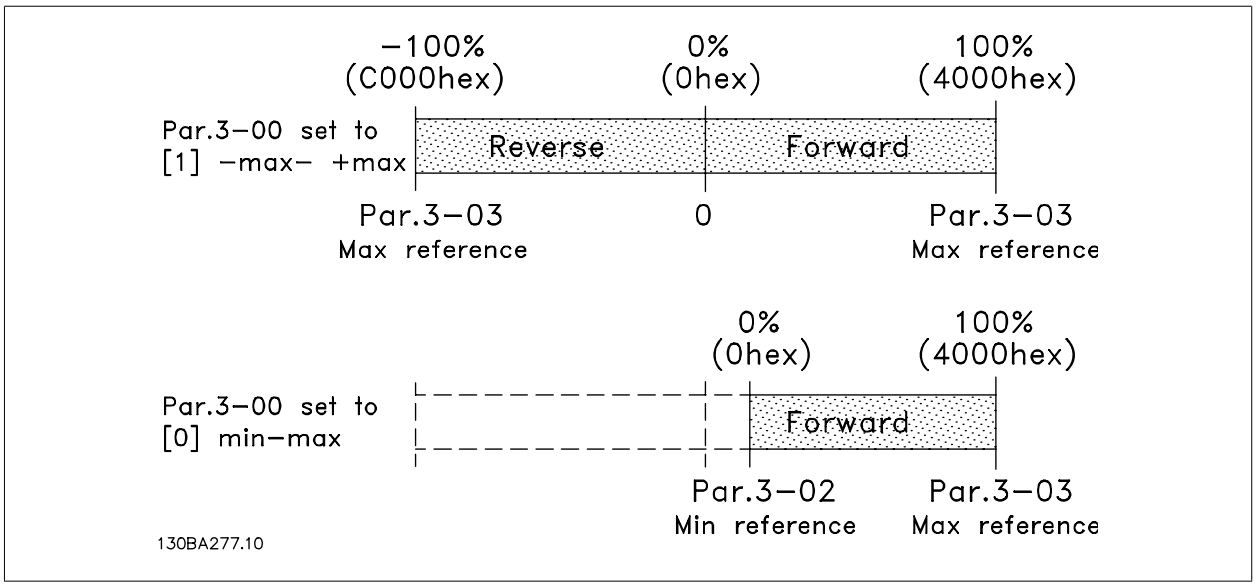
¡NOTA!
Todos los bits del STW se ajustan a '0' si la conexión entre la opción Interbus y el convertidor de frecuencia se pierde, o si se produce un problema de comunicación interna.

7.11.3 Valor de referencia de la velocidad del bus

El valor de referencia de velocidad se transmite al convertidor de frecuencia como un 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.



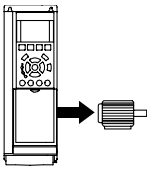
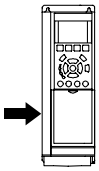
La referencia y la MAV se escalan de la siguiente forma:



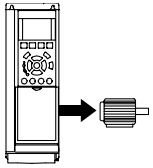
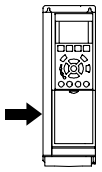
8 Especificaciones generales y solucion de fallos

8.1 Especificaciones

8.1.1 Alimentación de red 3 x 200 - 240 VCA

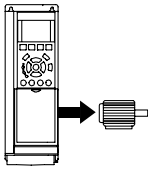
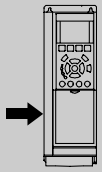
Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto						
IP 20 / Chasis		A2	A2	A2	A3	A3
IP 21 / NEMA 1		A2	A2	A2	A3	A3
IP 55 / NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5
IP 66 / NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5
Alimentación de red 200 - 240 V CA						
Convertidor de frecuencia		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Salida típica en el eje [kW]		1,1	1,5	2,2	3	3,7
Salida típica en el eje [CV] a 208 V		1,5	2,0	2,9	4,0	4,9
Intensidad de salida						
	Continua (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4
	Continua kVA (208 V CA) [kVA]	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
	Tamaño máx. de cable: (red, motor, freno) [mm² /AWG] [2]			4/10		
Intensidad de entrada máxima						
	Continua (3 x 200-240 V) [A]	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
	Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5
	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 IP 20 [kg]	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Peso protección IP 21 [kg]	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5
	Peso protección IP 55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
	Peso protección IP 66 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
	Rendimiento [3]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Alimentación de red 3 x 200 - 240 V CA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

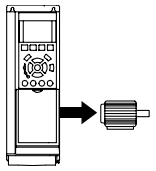
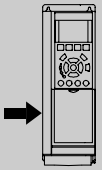
IP 20 / Chasis (B3+4 y C3+4 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión (póngase en contacto con Danfoss)		B3	B3	B3	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP 21 / NEMA 1		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 55 / NEMA 12		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 66 / NEMA 12		B1	B1	B1	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Convertidor de frecuencia		P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K
Salida típica en el eje [kW]		5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45
Salida típica en el eje [CV] a 208 V		7,5	10	15	20	25	30	40	50	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	170
	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
	Tamaño máx. de cable:									
	(red, motor, freno) [mm² /AWG] [2]		10/7		35/2		50/1/0 (B4=35/2)		95/4/0	120/250 MCM
Intensidad de entrada máxima										
	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 IP 20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	35	35	50	50
	Peso protección IP 21 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
	Peso protección IP 55 [kg]	23	23	23	27	45	45	45	65	65
	Peso protección IP 66 [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

8.1.2 Alimentación de red 3 x 380 - 480 V CA

Alimentación de red 3 x 380 - 480 V CA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

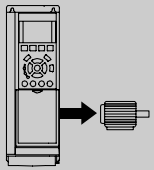
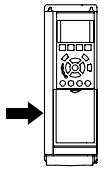
Convertidor de frecuencia		P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Salida típica en el eje [kW]		1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Salida típica de eje [CV] a 460 V		1,5	2,0	2,9	4,0	5,3	7,5	10
IP 20 / Chasis		A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP 21 / NEMA 1								
IP 55 / NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
IP 66 / NEMA 12		A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Intensidad de salida								
	Continua (3 x 380-440 V) [A]	3	4,1	5,6	7,2	10	13	16
	Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6
	Continua (3 x 441-480 V) [A]	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
	Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4
	kVA continuos (400 V CA) [kVA]	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0
	kVA continuos (460 V CA) [kVA]	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
	Tamaño máx. de cable: (red, motor, freno) [mm²/ AWG] [2]				4/ 10			
Intensidad de entrada máxima								
	Continua (3 x 380-440 V) [A]	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
	Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8
	Continua (3 x 441-480 V) [A]	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0
	Intermitente (3 x 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 IP 20 [kg]	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
	Peso protección IP 21 [kg]							
	Peso protección IP 55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2
	Peso protección IP 66 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2
	Rendimiento [3]	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Alimentación de red 3 x 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 en el eje [kW]		11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
Salida típica en el eje [CV] a 460 V		15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
IP 20 / 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
IP 21 / NEMA 1		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 55 / NEMA 12		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 66 / NEMA 12		B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Intensidad de salida											
	Continua (3 x 380-439 V) [A]	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177
	Intermitente (3 x 380-439 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195
	Continua (3 x 440-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160
	Intermitente (3 x 440-480 V) [A]	23,1	29,7	37,4	44	61,6	71,5	88	116	143	176
	kVA continuos (400 V CA) [kVA]	16,6	22,2	26	30,5	42,3	50,6	62,4	73,4	102	123
	kVA continuos (460 V CA) [kVA]	16,7	21,5	27,1	31,9	41,4	51,8	63,7	83,7	104	128
	Tamaño máx. de cable: (red, motor, freno) [mm²/ AWG] [2]		10/7		35/2			50/1/0 (B4=35/2)		95/ 4/0	120/ MCM250
Intensidad de entrada máxima											
	Continua (3 x 380-439 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161
	Intermitente (3 x 380-439 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177
	Continua (3 x 440-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145
	Intermitente (3 x 440-480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160
	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 IP 20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50
	Peso protección IP 21 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	Peso protección IP 55 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	65	65
	Peso protección IP 66 [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

MG.11.B7.05 - VLT® es una marca registrada de Danfoss

Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Convertidor de frecuencia		P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P450
Salida típica en el eje [kW]		110	132	160	200	250	315	355	400	450
Salida típica en el eje [CV] a 460 V		150	200	250	300	350	450	500	550	600
IP00		D3	D3	D4	D4	D4	E2	E2	E2	E2
IP21 / Nema 1		D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1
IP54 / Nema 12		D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1
Intensidad de salida										
	Continua (3 x 380-400 V) [A]	212	260	315	395	480	600	658	745	800
	Intermitente (3 x 380-400 V) [A]	233	286	347	435	528	660	724	820	880
	Continua (3 x 401-480 V) [A]	190	240	302	361	443	540	590	678	730
	Intermitente (3 x 401-480 V) [A]	209	264	332	397	487	594	649	746	803
	kVA continuos (400 V CA) [kVA]	147	180	218	274	333	416	456	516	554
	kVA continuos (460 V CA) [kVA]	151	191	241	288	353	430	470	540	582
	Tamaño máx. de cable:									
	(red, motor, freno) [mm²/AWG] [2]	2x70 2x2/0		2x185 2x350 mcm			4x240 4x500 mcm			
Intensidad de entrada máxima										
	Continua (3 x 380-400 V) [A]	204	251	304	381	463	590	647	733	787
	Continua (3 x 401-480 V) [A]	183	231	291	348	427	531	580	667	718
	Fusibles previos máx.[1][A]	300	350	400	500	600	700	900	900	900
	Ambiente									
	Pérdida de potencia estimada con carga máx. nominal [W] [4]	3234	3782	4213	5119	5893	7630	7701	8879	9428
	Peso protección IP00 [kg]	81,9	90,5	111,8	122,9	137,7	221,4	234,1	236,4	277,3
	Peso protección IP21 [kg]	95,5	104,1	125,4	136,3	151,3	263,2	270,0	272,3	313,2
	Peso protección IP54 [kg]	95,5	104,1	125,4	136,3	151,3	263,2	270,0	272,3	313,2
	Rendimiento [3]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

[1] Para el tipo de fusible, consulte la sección *Fusibles*

[2] Diámetro de cable americano

[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 +/- 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 eff2/eff3). Los motores de menor rendimiento añaden pérdida de potencia al convertidor de frecuencia y viceversa.

Si la frecuencia de conmutación sube por encima del valor nominal, las pérdidas de potencia podrían aumentar significativamente.

y los consumos de energía de la tarjeta de control se incluyen. La carga del cliente y las opciones adicionales pueden añadir hasta 30 W a las pérdidas. (Aunque normalmente sólo se añaden 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 de última generación, debe admitirse una imprecisión en las mismas de +/- 5%.

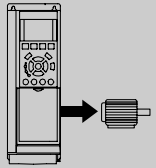
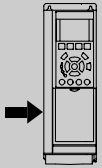
8.1.3 Alimentación de red 3 x 525 - 600 VCA

Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Tamaño:	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Salida típica en el eje [kW]	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
Intensidad de salida																		
IP 20 / Chasis	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4
IP 21 / NEMA 1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 55 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP 66 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
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
kVA continuos (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
kVA continuos (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
Tamaño máx. de cable, IP 21/55/66 (red, motor, freno) [mm²]/[AWG] 2)				4/ 10						10/ 7			25/ 4		50/ 1/0		95/ 4/0	120/ MCM250
Tamaño máx. de cable, IP 20 (red, motor, freno) [mm²]/[AWG] 2)				4/ 10						16/ 6			35/ 2		50/ 1/0		95/ 4/0	150/ MCM250 5)
Intensidad de entrada máxima																		
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 de potencia estimada con 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
Rendimiento4)	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 8.1: 5) Frenado y carga compartida 95/ 4/0

Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Convertidor de frecuencia		P110	P132	P160	P200	P250	P315	P355	P400	P500	P560
Salida típica en el eje [kW]		110	132	160	200	250	315	355	400	500	560
Salida típica en el eje [CV] a 575 V		150	200	250	300	350	400	450	500	600	650
IP 00		D3	D3	D4	D4	D4	D4	E2	E2	E2	E2
IP 21 / Nema 1		D1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1
IP 54 / Nema 12		D1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1
Intensidad de salida											
	Continua (3 x 550 V) [A]	162	201	253	303	360	418	470	523	596	630
	Intermitente (3 x 550 V) [A]	178	221	278	333	396	460	517	575	656	693
	Continua (3 x 575-690 V) [A]	155	192	242	290	344	400	450	500	570	630
	Intermitente (3 x 575-690 V) [A]	171	211	266	319	378	440	495	550	627	693
	Continua kVA (550 V CA) [kVA]	154	191	241	289	343	398	448	498	568	600
	Continua kVA (575 V CA) [kVA]	154	191	241	289	343	398	448	498	568	627
	Continua kVA (690 V CA) [kVA]	185	229	289	347	411	478	538	598	681	753
	Tamaño máx. de cable:										
	(red, motor, freno) [mm²/AWG] [2]	2x70 2x2/0		2x185 2x350 mcm				4x240 4x500 mcm			
Intensidad de entrada máxima											
	Continua (3 x 550 V) [A]	158	198	245	299	355	408	453	504	574	607
	Continua (3 x 575 V) [A]	151	189	234	286	339	390	434	482	549	607
	Continua (3 x 690 V) [A]	155	197	240	296	352	400	434	482	549	607
	Fusibles previos máx.[1][A]	225	250	350	400	500	600	700	700	900	900
	Ambiente										
	Pérdida estimada de potencia a carga máx. nominal [W] [4]	3114	3612	4293	5156	5821	6149	6449	7249	8727	9673
	Peso protección IP00 [kg]	81,9	90,5	111,8	122,9	137,7	151,3	221	221	236	277
	Peso protección IP 21 [kg]	95,5	104,1	125,4	136,3	151,3	164,9	263	263	272	313
	Peso protección IP 54 [kg]	95,5	104,1	125,4	136,3	151,3	164,9	263	263	272	313
	Rendimiento [3]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

[1] Para el tipo de fusible, consulte la sección *Fusibles*

[2] Diámetro de cable americano

[3] obtenido utilizando 5 m de cable apantallado de motor con carga y frecuencia nominal

[4] La pérdida normal de potencia con carga normal debe estar en +/- 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 eff2/eff3). Los motores de menor rendimiento añaden pérdida de potencia al convertidor de frecuencia y viceversa.

Si la frecuencia de conmutación sube por encima del valor nominal, las pérdidas de potencia podrían aumentar significativamente.

y se incluyen los consumos típicos de alimentación de la tarjeta de control. La carga del cliente y las opciones adicionales pueden añadir hasta 30 W a las pérdidas. (Aunque normalmente sólo se añaden 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 de última generación, debe admitirse una imprecisión en las mismas de +/- 5%.

Alimentación de red (L1, L2, L3):	
Tensión de alimentación	380-480 V ±10%
Tensión de alimentación	525-600 V ±10%
Frecuencia de alimentación	50/60 Hz ±5%
Máximo desequilibrio transitorio entre fases de alimentación	3,0 % de la tensión de alimentación nominal
Factor de potencia real (λ)	≥ 0,9 a la carga nominal
Factor de potencia (cos φ) prácticamente uno	(> 0,98)
Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) ≤ alojamiento tipo A	máximo dos veces/min.
Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) ≥ alojamientos tipo B, C	máximo una vez/min.
Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) ≥ alojamiento tipo D, E	máximo una vez/ 2 min.
Entorno según la norma EN60664-1	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	0 - 100% de la tensión de alimentación
Frecuencia de salida	0 - 1.000 Hz
Conmutación en la salida	Ilimitada
Tiempos de rampa	1 - 3.600 s
Características de par:	
Par de arranque (par constante)	máximo 110% para 1 min.*
Par de arranque	máximo 135% hasta 0,5 seg.*
Par de sobrecarga (par constante)	máximo 110% para 1 min.*

**Porcentaje relativo al par nominal del convertidor de frecuencia.*

8

Longitudes y secciones de cable:	
Longitud máx. del cable de motor, apantallado/blindado	Convertidor VLT HVAC: 150 m
Longitud máxima del cable de motor, no apantallado/no blindado	Convertidor VLT HVAC: 300 m
Sección transversal máx. para motor, alimentación, carga compartida y freno*	
Sección máxima para los terminales de control, cable rígido	1,5 mm2/16 AWG (2 x 0,75 mm2)
Sección máxima para los terminales de control, cable flexible	1 mm^2/18 AWG
Sección máxima para los terminales de control, cable con núcleo recubierto	0,5 mm^2/20 AWG
Sección mínima para los terminales de control	0,25 mm^2

** ¡Consulte las tablas de alimentación de red para obtener más información!*

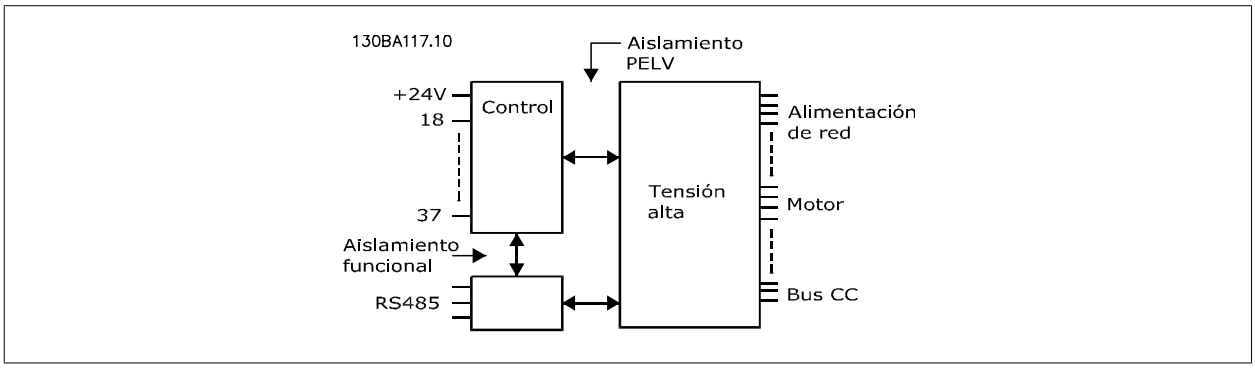
Entradas digitales:	
Entradas digitales programables	4 (6)
Nº de terminal	18, 19, 27 [1)], 29, 32, 33,
Sist. lógico	PNP o NPN
Nivel de tensión	0 - 24 V CC
Nivel de tensión, "0" lógico PNP	< 5 V CC
Nivel de tensión, "1" lógico PNP	> 10 V CC
Nivel de tensión, '0' lógico NPN	> 19 V CC
Nivel de tensión, '1' lógico NPN	< 14 V CC
Tensión máx. de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R_i	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:	
Nº de entradas analógicas	2
Núm. 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, R_i	10 kΩ (aprox.)
Tensión máxima	± 20 V
Modo de intensidad	Interruptor S201 / Interruptor S202 = ON (I)
Nivel de intensidad	De 0/4 a 20 mA (escalable)

Resistencia de entrada, R_i	200 Ω (aprox.)
Intensidad máxima	30 mA
Resolución de entradas analógicas	10 bits (+ signo)
Precisión de entradas analógicas	Error máximo: 0,5% de la escala completa
Ancho de banda	: 200 Hz

Las entradas analógicas están aisladas galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.



Entradas de pulsos:	
Entradas de pulsos programables	2
Número de terminal de pulso	29, 33
Frecuencia máx. en terminal 29, 33	110 kHz (en contrafase)
Frecuencia máx. en terminal 29, 33	5 kHz (colector abierto)
Frecuencia mín. en terminal 29, 33	4 Hz
Nivel de tensión	véase la sección de Entradas digitales
Tensión máx. de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada , R_i	4 kΩ (aprox.)
Precisión de la entrada de pulsos (0,1 - 1 kHz)	Error máx.: 0,1% de la escala completa
Salida analógica:	
Nº de salidas analógicas programables	1
Núm. terminal	42
Rango de intensidad en salida analógica	0/4 - 20 mA
Carga de resistencia máx. en común de salidas analógicas	500 Ω
Precisión en salida analógica	Error máx.: 0,8 % de la escala completa
Resolución en salida analógica	8 bits

La salida analógica está aislada galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de terminales de alta tensión.

Tarjeta de control, comunicación serie RS-485:	
Núm. terminal	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Nº de terminal 61	Común para los terminales 68 y 69

El circuito de comunicación serie RS-485 se encuentra separado funcionalmente de otros circuitos y aislado galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV).

Salida digital:	
Salidas digitales/de pulso programables	2
Núm. terminal	27, 29 [1)]
Nivel de tensión en salida digital/de frecuencia	0 - 24 V
Intensidad máx. de salida (drenador 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.; 0,1% de la escala total
Resolución de salidas de frecuencia	12 bits

1) Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como entradas.

Las salidas digitales están aisladas galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

Tarjeta de control, salida de 24 V CC:	
Núm. terminal	12, 13
Carga máx.	: 200 mA

La alimentación de 24 V CC está aislada 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
Nº de terminal del relé 01	1-3 (desconexión), 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 @ cosφ 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
Nº de terminal del relé 02	4-6 (desconexión), 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 (NA) (Carga inductiva @ cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1)[1)] en 4-5 (NA) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga máx. del 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 @ cosφ 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 (NO), 4-6 (NC), 4-5 (NO)	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) IEC 60947, secciones 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 2A

Tarjeta de control, salida de 10 V CC:	
Núm. terminal	50
Tensión de salida	10,5 V ±0,5 V
Carga máx.	25 mA

La alimentación de 10 V CC está aislada galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de los terminales de alta tensión.

Características de control:	
Resolución de frecuencia de salida a 0 - 1.000 Hz	: +/- 0,003 Hz
Tiempo de respuesta del sistema (terminales 18, 19, 27, 29, 32, 33)	: ≤ 2 ms
Rango de control de velocidad (lazo abierto)	1:100 de velocidad síncrona
Precisión de velocidad (lazo abierto)	30 - 4.000 rpm: Error máx. de ±8 rpm

Todas las características de control se basan en un motor asíncrono de 4 polos

Entorno:	
Protección tipo A	IP 20/Chasis, Kit IP 21/Tipo 1, IP55/Tipo12, IP 66/Tipo12
Protección tipo B1/B2	IP 21/Tipo 1, IP55/Tipo12, IP 66/Tipo12
Protección tipo B3/B4	IP20/Chasis
Protección tipo C1/C2	IP 21/Tipo 1, IP55/Tipo 12, IP66/Tipo12
Protección tipo C3/C4	IP20/Chasis
Protección tipo D1/D2/E1	IP21/Tipo 1, IP54/Tipo12
Protección tipo D3/D4/E2	IP00/Chasis
Kit de protección disponible ≤ protección tipo D	IP21/NEMA 1/IP 4_X en la parte superior de la protección
Prueba de vibración	1,0 g
Humedad relativa	5% - 95%(IEC 721-3-3; Clase 3K3 (no condensante) durante el funcionamiento
Entorno agresivo (IEC 60068-2-43) Prueba H_2S	clase Kd
Método de prueba conforme a IEC 60068-2-43 H2S (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 EFF2 típicos (hasta un 90% de la corriente de salida)	máx. 50 ° C[1)]

- a plena intensidad de salida continua del FC	máx. 45 ° C[1)]

[1)] Para obtener más información sobre la reducción de potencia, véase en la Guía de diseño la sección sobre Condiciones especiales.

Temperatura ambiente mínima durante el funcionamiento a escala completa	0 °C
Temperatura ambiente mínima con rendimiento reducido	- 10 °C
Temperatura durante el almacenamiento/transporte	-25 - +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

Reducción de potencia por grandes altitudes; consulte la sección de condiciones especiales

Normas EMC (emisión)	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
Normas EMC (inmunidad)	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

¡Consulte la sección sobre condiciones especiales!

Rendimiento de la tarjeta de control:	
Intervalo de exploración	: 5 ms
Tarjeta de control, comunicación serie USB:	
USB estándar	1,1 (velocidad máxima)
Conector USB	Conector USB tipo B "dispositivo"

La conexión al PC se realiza por medio de un cable USB estándar ordenador/dispositivo.
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 protección a tierra. Utilice únicamente un ordenador portátil/PC aislado para la conexión USB con el convertidor, o un cable/convertidor USB aislado.

Protección y características:

- Protección del motor térmico-electrónico contra sobrecargas.
- El control de la temperatura del disipador asegura la desconexión del convertidor de frecuencia si la temperatura alcanza 95 °C ±5 °C. La señal de temperatura por sobrecarga no se puede desactivar hasta que la temperatura del disipador térmico se encuentre por debajo de 70 °C ±5 °C (valores orientativos, estas temperaturas pueden variar para diferentes potencias, protecciones, etc.). El convertidor de frecuencia tiene una función de reducción de potencia automática para impedir que el disipador de calor alcance los 95 ºC.
- 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 si la tensión del circuito intermedio es demasiado alta o baja.
- El convertidor de frecuencia está protegido de fallos de conexión a tierra en los terminales U, V y W del motor.

8.2 Rendimiento

Rendimiento de Convertidor VLT HVAC (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 $f_{M,N}$, incluso si el motor suministra el 100% del par nominal en el eje o solo el 75%, por ejemplo, con carga parcial.

Esto significa que el rendimiento del convertidor 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 reduce ligeramente si la tensión de red es de 480 V o si el cable del motor tiene más de 30 m de longitud.

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 conectado directamente a la 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.

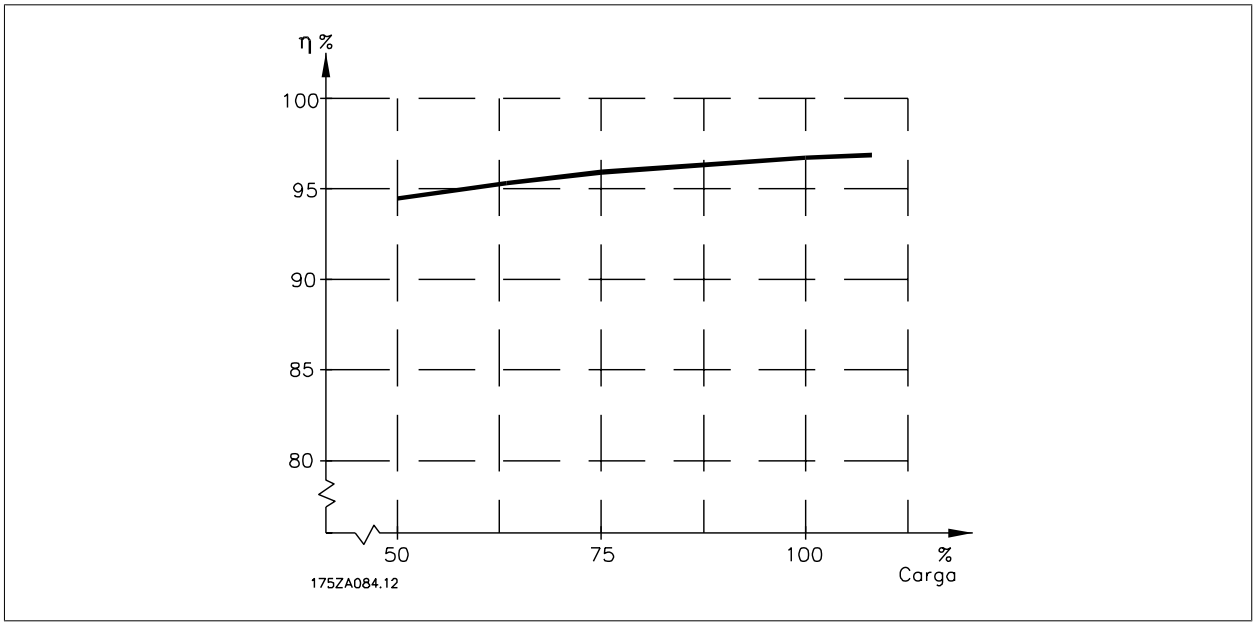
8

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 senoidal de la intensidad del motor es casi perfecta a frecuencias de conmutación elevadas.

Rendimiento del sistema (η_{SYSTEM})

Para calcular el rendimiento del sistema, el rendimiento del convertidor de frecuencia (ηVLT) se multiplica por el rendimiento del motor (ηMOTOR):
$\eta_{SISTEMA}) = \eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

Calcule el rendimiento del sistema a diferentes cargas basándose en el siguiente gráfico.



8.3 Ruido acústico

El ruido acústico producido por el convertidor de frecuencia procede de tres fuentes:

1. Bobinas del circuito intermedio de CC.
2. El ventilador incorporado.
3. La bobina de choque del filtro RFI.

Valores típicos calculados a una distancia de 1 metro de la unidad:

Protección	**A velocidad de ventilador reducida (50%)** [dBA] ***	**Velocidad de ventilador máxima** [dBA]
A2	51	60
A3	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B3	-	-
B4	-	-
C1	52	62
C2	55	65
C3	-	-
C4	-	-
D1+D3	74	76
D2+D4	73	74
E1/E2 *	73	74
E1/E2 **	82	83
* ¡Sólo 315 kW, 380-480 VCA y 355 kW, 525-600 VCA! ** Restantes tamaños de potencias E1+E2. *** Para tamaños D y E, la velocidad reducida del ventilador es del 87%, medida a 200 V.		

8.4 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 del motor (tipo, sección, longitud, apantallado/no apantallado)
- la inductancia

La inducción natural provoca una subida U_{PICO} de la tensión del motor antes de que se estabilice a un nivel que depende de la tensión del circuito intermedio. Tanto el tiempo de subida como la tensión de pico U_{PICO} influyen sobre la vida útil del motor. Si la tensión de pico es demasiado elevada, se verán especialmente afectados los motores sin aislamiento de fase en la bobina. Si el cable del motor es corto (unos pocos metros), el tiempo de subida y la tensión de pico serán más bajos.
Si el cable del motor es largo (100 m), el tiempo de subida y la tensión de pico serán mayores.

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

8.5 Condiciones especiales

8.5.1 Propósito de la reducción de potencia

La reducción de potencia debe ser tenida en cuenta al utilizar el convertidor de frecuencia con bajas presiones atmosféricas (en altura), a bajas velocidades, con cables de motor largos, con cables de mucha sección o a temperaturas ambiente elevadas. En esta sección se describen las acciones necesarias.

8.5.2 Reducción de potencia debido a 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 2 motores EFF, puede mantenerse la potencia total del eje de salida hasta 50 °C.
Para obtener datos más específicos y/o información sobre reducción de potencia para otros motores o condiciones, póngase en contacto con Danfoss.

8.5.3 Adaptaciones automáticas para asegurar el rendimiento

El convertidor de frecuencia comprueba constantemente la aparición de niveles críticos de temperatura interna, corriente 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 a fin de asegurar su rendimiento. La capacidad de reducir automáticamente la intensidad de salida aumenta más todavía las condiciones aceptables de funcionamiento.

8

8.5.4 Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica

La capacidad de refrigeración del aire disminuye al disminuir la presión atmosférica.

Para altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con Danfoss en relación con PELV.

Por debajo de 1.000 m de altitud, no es necesaria ninguna reducción, pero por encima de los 1.000 m, la temperatura ambiente (T_{AMB}) o la intensidad de salida máxima (I_{out}) deben reducirse de acuerdo con el diagrama mostrado.

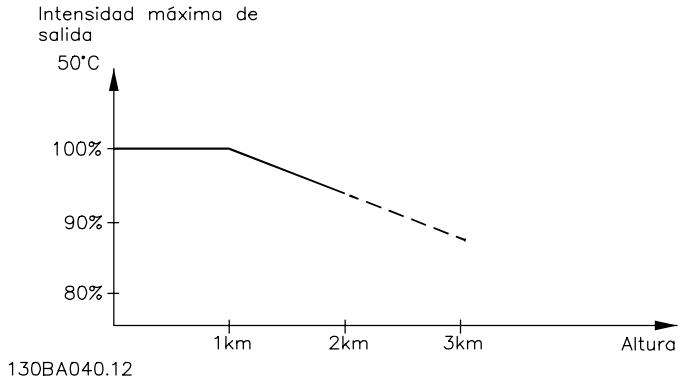


Ilustración 8.1: Reducción de la intensidad de salida en relación con la altitud a $T_{AMB, MAX}$. En altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con Danfoss en relación con PELV.

Una alternativa es reducir la temperatura ambiente en altitudes elevadas, lo que garantiza el 100% de intensidad de salida.

8.5.5 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 el tiempo de funcionamiento.

Aplicaciones de par constante (modo CT)

Se puede producir un problema con valores bajos de RPM 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 RPM 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.

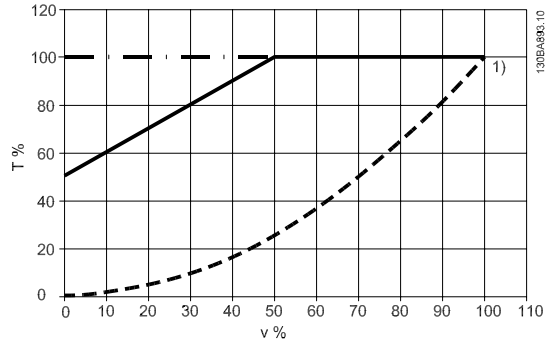
Aplicaciones de par variable (Cuadrático) (VT)

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.

8

Carga máxima para un motor estándar a 40 ºC controlado por un convertidor de frecuencia tipo VLT FCxxx



Leyenda: – – – –Par típico con carga de VT —•—•—•—Par máx. con enfriamiento forzado ———Par máx.
Nota 1) Un funcionamiento a una velocidad por encima de la sincronización provocará que el par disponible del motor se reduzca de forma proporcional al aumento de la velocidad. Esto debe tenerse en cuenta durante la fase de diseño para evitar la sobrecarga del motor.

8.5.6 Reducción de potencia por la instalación de cables de motor largos o de mayor sección

La longitud máxima de cable para este convertidor de frecuencia es de 300 m de cable no apantallado y de 150 m de cable apantallado.

El convertidor de frecuencia se ha diseñado para funcionar utilizando un cable de motor con una determinada sección. Si se utiliza otro cable con una sección mayor, reduzca la intensidad de salida en un 5% por cada paso que se incremente la sección del cable.
(Una mayor sección del cable produce una mayor capacidad a tierra, y con ello, una mayor corriente de fuga a tierra).

8.6.1 Alarmas y advertencias

Las advertencias y alarmas se señalizan mediante el LED correspondiente en la parte delantera del convertidor de frecuencia y mediante un código en el display.

Las advertencias permanecen activas hasta que se elimina la causa de origen. 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 convertidor de frecuencia se desconectará. Una vez corregida la causa de la alarma, será necesario reiniciar las alarmas para poder reanudar el funcionamiento. Es posible hacerlo de cuatro maneras:

1. Utilizando el botón de control [RESET] (Reiniciar) del panel de control LCP.
2. A través de una entrada digital con la función "Reset".
3. Mediante la opción de comunicación serie/bus de campo.
4. Reiniciando automáticamente mediante la función [Reset Autom], que es un ajuste predeterminado del convertidor de frecuencia. Consulte el par. *14-20 Modo Reset* en la *Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT HVAC, MG.11Cx.yy*.

¡NOTA!
Después de un reinicio manual mediante el botón [RESET] (Reiniciar) del LCP, es necesario presionar el botón [AUTO ON] (Control remoto) para volver a arrancar el motor.

8

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 de la página siguiente).

Las alarmas bloqueadas ofrecen una protección adicional, ya que es preciso apagar la alimentación de red para poder reiniciar dichas alarmas. Cuando vuelva a conectarse el convertidor de frecuencia, dejará de estar bloqueado y podrá reiniciarse tal y como se ha indicado anteriormente, una vez subsanada la causa.

Las alarmas que no están bloqueadas por desconexión, pueden rearmarse también utilizando la función de reset automático 14-20. (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, por ejemplo, en el parámetro 1-90, Protección térmica motor. Tras una alarma o desconexión, el motor funcionará por inercia, y la alarma y la advertencia parpadearán en el convertidor de frecuencia. Una vez corregido el problema, solamente seguirá parpadeando la alarma.

No.	Descripción	Advertencia	Alarma/Desconexión	Bloqueo por desconexión/Alarma	Referencia de parámetro
1	10 V bajo	X			
2	Error de cero activo	(X)	(X)		6-01
3	Sin motor	(X)			1-80
4	Pérdida de fase de alimentación	(X)	(X)	(X)	14-12
5	Tensión de enlace de CC alta	X			
6	Tensión de enlace de CC baja	X			
7	Sobretensión de CC	X	X		
8	Tensión de CC baja	X	X		
9	Sobrecarga del inversor	X	X		
10	Sobretemperatura del ETR del motor	(X)	(X)		1-90
11	Sobretemperatura del termistor del motor	(X)	(X)		1-90
12	Límite de par	X	X		
13	Sobreintensidad	X	X	X	
14	Fallo de conexión a tierra	X	X	X	
15	HW incomp.		X	X	
16	Cortocircuito		X	X	
17	Tiempo límite de código de control	(X)	(X)		8-04
23	Vent. internos				
24	Vent. externos				
25	Resistencia de freno cortocircuitada	X			
26	Límite de potencia de la resistencia del freno	(X)	(X)		2-13
27	Chopper de freno cortocircuitado	X	X		
28	Comprobación del freno	(X)	(X)		2-15
29	Sobretemperatura de la placa de alimentación	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	Fallo en la carga de arranque		X	X	
34	Fallo de comunicación del bus de campo	X	X		
36	Fallo de red				
38	Fallo interno		X	X	
40	Sobrecarga T27				
41	Sobrecarga T29				
42	Sobrecarga X30/6-7				
47	Alimentación de 24 V baja	X	X	X	
48	Alimentación de 1,8 V baja		X	X	
49	Límite de velocidad				
50	Fallo de calibración del AMA		X		
51	U_{nom} e I_{nom} de la comprobación AMA		X		
52	I_{nom} bajo de AMA		X		
53	Motor del AMA demasiado grande		X		
54	Motor del AMA demasiado pequeño		X		
55	Parámetro AMA fuera de rango		X		
56	AMA interrumpido por el usuario		X		
57	Tiempo límite de AMA		X		
58	Fallo interno de AMA	X	X		
59	Límite de intensidad	X			
60	Parada externa				
62	Frecuencia de salida en límite máximo	X			
64	Límite de tensión	X			
65	Temperatura excesiva en placa de control	X	X	X	
66	Temperatura baja del disipador térmico	X			
67	La configuración de opciones ha cambiado		X		
68	Parada segura activada		X		
70	Config. incorrecta del conv.				
80	Convertidor inicializado a valor predeterminado		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*

Tabla 8.3: Lista de códigos de alarma/advertencia

No.	Descripción	Advertencia	Alarma/Desconexión	Bloqueo por desconexión/Alarma	Referencia de parámetro
200	Modo fuego	X			24-0*
201	El modo Incendio estaba activo	X			0-7*
202	Límites del modo Incendio excedidos	X			0-7*
250	Nueva pieza de recambio				
251	Nuevo cód. descriptivo				

Tabla 8.4: Lista de códigos de alarma/advertencia, cont.

(X) Dependiente del parámetro

Indicación LED	
Advertencia	amarillo
Alarma	rojo intermitente
Bloqueo por alarma	amarillo y rojo

Código de alarma y Código de estado ampliado

Bit	Hex	Dec	Código de alarma	Código de advertencia	Cód. 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 Tierra	Fallo Tierra	Arranque CW/CCW
3	00000008	8	Temp. tarj. ctrl	Temp. tarj. ctrl	Enganche abajo
4	00000010	16	Cód. ctrl TO	Cód. ctrl TO	Enganche arriba
5	00000020	32	Sobreintensidad	Sobreintensidad	Realim. alta
6	00000040	64	Límite de par	Límite de par	Realim. baja
7	00000080	128	Sobrt termi mot	Sobr. termi mot	Intensidad salida alta
8	00000100	256	Sobrt ETR mot	Sobr. ETR mot	Intensidad salida baja
9	00000200	512	Sobrecar. inv.	Sobrecar. inv.	Frecuencia salida alta
10	00000400	1024	Tensión baja CC	Tensión baja CC	Frecuencia salida baja
11	00000800	2048	Sobretens. CC	Sobretens. CC	Comprobación freno OK
12	00001000	4096	Cortocircuito	Tensión baja CC	Frenado máx.
13	00002000	8192	Fallo carga	Tensión alta CC	Frenado
14	00004000	16384	Pérd. fase alim.	Pérd. fase alim.	Fuera del rango de velocidad
15	00008000	32768	AMA no OK	Sin motor	Ctrol. sobreint. activo
16	00010000	65536	Err. cero activo	Err. cero activo	
17	00020000	131072	Fallo interno	10 V 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 bus de campo	Fallo bus de campo	
23	00800000	8388608	Alim. baja 24 V	Alim. baja 24 V	
24	01000000	16777216	Fallo de red	Fallo de red	
25	02000000	33554432	Alim. baja 1,8 V	Límite intensidad	
26	04000000	67108864	Resistencia de freno	Baja temp.	
27	08000000	134217728	Freno IGBT	Límite de tensión	
28	10000000	268435456	Cambio opción	Sin uso	
29	20000000	536870912	Convertidor inicializado	Sin uso	
30	40000000	1073741824	Parada segura	Sin uso	

Tabla 8.5: Descripción de Código de alarma, Código de aviso y Código de estado ampliado

Los códigos de alarma, códigos de advertencia y códigos de estado ampliados pueden leerse para diagnóstico mediante un bus serie o un bus de campo opcional. Consulte también los par. 16-90, 16-92 y 16-94.

8.6.2 Códigos de alarma

Código de alarma, 16-90

Bit (Hex)	Código de alarma (Par. 16-90)
00000001	Comprobación del freno
00000002	Temperatura excesiva de la tarjeta de potencia
00000004	Fallo de conexión a tierra
00000008	Exceso de temperatura en la tarjeta de control
00000010	Tiempo límite de código de control
00000020	Intensidad excesiva
00000040	Límite de par
00000080	Sobretemp. del termistor del motor
00000100	Sobretemperatura del ETR del motor
00000200	Sobrecarga del inversor
00000400	Tensión de enlace CC baja
00000800	Tensión de enlace CC alta
00001000	Cortocircuito
00002000	Fallo en la carga de arranque
00004000	Pérdida de fase de alimentación
00008000	AMA no OK
00010000	Error de cero activo
00020000	Fallo interno
00040000	Sobrecar. freno
00080000	Falta fase U motor
00100000	Falta fase V motor
00200000	Falta fase W motor
00400000	Fallo Fieldbus
00800000	Fallo alim. 24V
01000000	Fallo de red
02000000	Fallo de alimentación de 1,8 V
04000000	Cortocircuito de resistencia de freno
08000000	Fallo del chopper de frenado
10000000	Cambio de opción
20000000	Convertidor inicializado
40000000	Parada segura
80000000	Sin uso

Código alarma 2, 16-91

Bit (Hex)	Código de alarma 2 (Par. 16-91)
00000001	Descon. servicio, lectura / escritura
00000002	Reservado
00000004	Desconexión servicio, código descriptivo / Repuesto
00000008	Reservado
00000010	Reservado
00000020	Falta de caudal
00000040	Bomba seca
00000080	Fin de curva
00000100	Correa rota
00000200	Sin uso
00000400	Sin uso
00000800	Reservado
00001000	Reservado
00002000	Reservado
00004000	Reservado
00008000	Reservado
00010000	Reservado
00020000	Sin uso
00040000	Error de ventiladores
00080000	Error de ECB
00100000	Reservado
00200000	Reservado
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

8.6.3 Códigos de advertencia

Cód. de advertencia, 16-92

Bit (Hex)	Código de advertencia (Par. 16-92)
00000001	Comprobación del freno
00000002	Temperatura excesiva de la tarjeta de potencia
00000004	Fallo de conexión a tierra
00000008	Exceso de temperatura en la tarjeta de control
00000010	Tiempo límite de código de control
00000020	Intensidad excesiva
00000040	Límite de par
00000080	Sobretemp. del termistor del motor
00000100	Sobretemperatura del ETR del motor
00000200	Sobrecarga del inversor
00000400	Insuficiente tensión en enlace CC
00000800	Sobretensión en enlace CC
00001000	Tensión de enlace de CC baja
00002000	Tensión de enlace de CC alta
00004000	Pérdida de fase de alimentación
00008000	Sin motor
00010000	Error de cero activo
00020000	10 V bajo
00040000	Límite de potencia de la resistencia del freno
00080000	Cortocircuito de resistencia de freno
00100000	Fallo del chopper de frenado
00200000	Límite de velocidad
00400000	Fallo de comunicación Fieldbus
00800000	Fallo alim. 24V
01000000	Fallo de red
02000000	Límite de intensidad
04000000	Temperatura baja
08000000	Límite tensión
10000000	Pérdida del encoder
20000000	Lím. frec. salida
40000000	Sin uso
80000000	Sin uso

Código advertencia 2, 16-93

Bit (Hex)	Código de advertencia 2 (Par. 16-93)
00000001	Arr. retardado
00000002	Parada retardada
00000004	Fallo reloj
00000008	Reservado
00000010	Reservado
00000020	Falta de caudal
00000040	Bomba seca
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	Advertencia ventiladores
00080000	Advertencia ECB
00100000	Reservado
00200000	Reservado
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

8.6.4 Códigos de estado ampliados

Cód. estado ampliado, par. 16-94

Bit (Hex)	Cód. estado ampliado (Par. 16-94)
00000001	En rampa
00000002	Ajuste AMA
00000004	Arranque CW/CCW
00000008	Sin uso
00000010	Sin uso
00000020	Realim. alta
00000040	Realim. baja
00000080	Intensidad de salida alta
00000100	Intensidad salida baja
00000200	Frecuencia de salida alta
00000400	Frecuencia de salida baja
00000800	Test freno OK
00001000	Frenado máx.
00002000	Frenado
00004000	Fuera del rango de velocidad
00008000	Ctrol.Sobreint. Activa
00010000	Frenado de CA
00020000	Temporizador de bloqueo con contraseña
00040000	Protección por contraseña
00080000	Referencia alta
00100000	Referencia baja
00200000	Ref. local/Ref. remota
00400000	Reservado
00800000	Reservado
01000000	Reservado
02000000	Reservado
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

Cód. estado ampliado 2, 16-95

Bit (Hex)	Cód. estado ampliado 2, (Par. 16-95)
00000001	[Off] (Apagado)
00000002	Manual / automático
00000004	Sin uso
00000008	Sin uso
00000010	Sin uso
00000020	Relé 123 activado
00000040	Arranque impedido
00000080	Ctrl. prep.
00000100	Convertidor preparado
00000200	Parada rápida
00000400	Freno de CC
00000800	Parada
00001000	En espera
00002000	Solicitud de mantener salida
00004000	Mantener salida
00008000	Solicitud de velocidad fija
00010000	Veloc. fija
00020000	Solicitud de arranque
00040000	Arranque
00080000	Arranque aplicado
00100000	Retardo arr.
00200000	Reposo
00400000	Refuerzo de reposo
00800000	En marcha
01000000	Bypass
02000000	Modo fuego
04000000	Reservado
08000000	Reservado
10000000	Reservado
20000000	Reservado
40000000	Reservado
80000000	Reservado

8.6.5 Mensajes de fallo

ADVERTENCIA 1, por debajo de 10 voltios:
La tensión del terminal 50 en la tarjeta de control está por debajo de 10 V.
Elimine carga del terminal 50, ya que la alimentación de 10 V está sobrecargada. Máx. 15 mA o mín. 590 Ω.

ADVER./ALARMA 2, Err. cero activo:
La señal en el terminal 53 ó 54 es inferior al 50% del valor ajustado en los par. 6-10 *Terminal 53 Low Voltage*, par. 6-12 *Terminal 53 Low Current*, par. 6-20 *Terminal 54 Low Voltage*, o par. 6-22 *Terminal 54 Low Current* respectivamente.

ADVER./ALARMA 3, Sin motor:
No se ha conectado ningún motor a la salida del convertidor de frecuencia.

ADVER./ALARMA 4, Pérdida fase alim.:
Falta una fase en la alimentación de red, o bien el desequilibrio de tensión de la red es demasiado alto.
Este mensaje también aparece si se produce una avería en el rectificador de entrada del convertidor de frecuencia.
Compruebe la tensión de alimentación y las intensidades de alimentación del convertidor de frecuencia.

ADVERTENCIA 5, Alta tensión de enlace CC:
La tensión (CC) del circuito intermedio es superior al límite de sobretensión del sistema de control. El convertidor de frecuencia sigue activo.

ADVERTENCIA 6, Tensión de CC baja:
La tensión del circuito intermedio (CC) está por debajo del límite de baja tensión del sistema de control. El convertidor de frecuencia sigue activo.

ADVER./ALARMA 7, Sobretensión de CC:
Si la tensión del circuito intermedio supera el límite, el convertidor de frecuencia se desconectará después de un período de tiempo determinado.

Posibles soluciones:

Seleccionar la función de Control de Sobretensión en par. 2-17 *Over-voltage Control*

Conectar una resistencia de freno

Aumentar el tiempo de rampa

Activar las funciones del par. 2-10 *Brake Function*

Incrementar par. 14-26 *Trip Delay at Inverter Fault*

Al seleccionar la función OVC (control de sobretensión) se alargarán los tiempos de rampa.

Límites de advertencias y alarmas:

Rango de tensión	3 x 200 - 240 V CA [V CC]	3 x 380 - 500 V CA [V CC]
Tensión baja	185	373
Advertencia de tensión baja	205	410
Advertencia de tensión alta (sin freno - con freno)	390/405	810/840
Sobretensión	410	855

Las tensiones indicadas son las del circuito intermedio del convertidor de frecuencia con una tolerancia de ±5%. La tensión de alimentación correspondiente es la del circuito intermedio (enlace CC) dividida por 1,35.

ADVER./ALARMA 8, Tensión de CC baja:
Si la tensión del circuito intermedio (CC) cae por debajo del límite de "advertencia de tensión baja" (véase la tabla anterior), el convertidor de frecuencia comprobará si la alimentación externa de 24 V está conectada. Si no se ha conectado ninguna fuente de alimentación externa de 24 V, el convertidor de frecuencia se desconectará transcurrido un período de tiempo determinado, según la unidad.
Para comprobar si la tensión de alimentación coincide con la del convertidor de frecuencia, consulte *3.1 Especificaciones generales*.

ADVER./ALARMA 9, Inversor sobrecarg.:
El convertidor de frecuencia está a punto de desconectarse a causa de una sobrecarga (intensidad 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. No se puede reiniciar el convertidor de frecuencia hasta que el contador esté por debajo del 90%.
El fallo consiste en que el convertidor de frecuencia se ha sobrecargado con una intensidad superior a la nominal durante demasiado tiempo.

ADVER./ALARMA 10, Sobretemp. ETR del motor:
La protección termoelectrónica (ETR) indica que el motor está demasiado caliente. Puede seleccionar en el par. 1-90 si desea que el convertidor de frecuencia emita una advertencia o una alarma cuando el contador llegue al 100% en par. 1-90 *Motor Thermal Protection*. El fallo consiste en que el motor se ha sobrecargado con una intensidad superior a la nominal durante demasiado tiempo. Compruebe que el par. 1-24 *Motor Current* del motor esté ajustado correctamente.

ADVER./ALARMA 11, Sobretemp. del termistor del motor:
Se ha desconectado el termistor o su conexión. Puede seleccionar si desea que el convertidor de frecuencia emita una advertencia o una alarma en el par. 1-90 *Motor Thermal Protection*. Compruebe que el termistor esté bien conectado entre el terminal 53 ó 54 (entrada de tensión analógica) y el terminal 50 (alimentación de +10 voltios), o entre el terminal 18 ó 19 (solo entrada digital PNP) y el terminal 50. Si se utiliza un sensor KTY asegúrese de que la conexión es correcta entre los terminales 54 y 55.

ADVER./ALARMA 12, Límite de par:
El par es más elevado que el valor ajustado en el par. 4-16 *Torque Limit Motor Mode* (con el motor en funcionamiento), o bien el par es más elevado que el valor ajustado en el par. 4-17 *Torque Limit Generator Mode* (en funcionamiento regenerativo).

ADVER./ALARMA 13, Sobreintensidad:
Se ha sobrepasado el límite de intensidad de pico del inversor (aproximadamente el 200% de la intensidad nominal). Esta advertencia durará de 8 a12 segundos y el convertidor se desconectará y emitirá una alarma. Apague el convertidor de frecuencia y compruebe si se puede girar el eje del motor y si el dimensionamiento del motor coincide con el ajustado en el convertidor de frecuencia.

ALARMA 14, Fallo Tierra:
Hay una descarga de las fases de salida a tierra, o bien en el cable entre el convertidor de frecuencia y el motor, o bien en el propio motor.
Apague el convertidor y solucione el fallo de conexión a tierra.

ALARMA 15, Hardware incompleto:
Una de las opciones instaladas no se puede controlar con el hardware o el software de la placa de control actual.

ALARMA 16, Cortocircuito:
Hay un cortocircuito en los terminales del motor o en el motor.
Apague el convertidor de frecuencia y elimine el cortocircuito.

ADVER./ALARMA 17, Tiempo límite cód. ctrl:
No hay comunicación con el convertidor de frecuencia.
Esta advertencia sólo estará activa cuando el par. 8-04 *Control Timeout Function* NO esté ajustado en *No*.
Si el par. 8-04 *Control Timeout Function* se encuentra ajustado en Parada y Desconexión, aparecerá una advertencia y el convertidor de frecuencia reducirá la velocidad hasta cero al tiempo que el tiempo de la alarma emitida
par. 8-03 *Control Timeout Time*podría aumentar.

ADVERTENCIA 22, Elev. freno mec.
El valor obtenido mostrará de qué tipo es.

0 = El par de referencia no se alcanzó antes de finalizar el tiempo programado

1 = No hubo realimentación de frenado antes de finalizar el tiempo programado

ADVERTENCIA 23, Ventiladores internos:
Fallo de ventiladores ext. por equipo defectuoso o ventiladores sin montar.

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 de funcionamiento del ventilador puede desactivarse en par. 14-53 *Fan Monitor*, [0] Desactivado.

ADVERTENCIA 25, Resist. freno cortocircuitada:
La resistencia de freno se controla durante el funcionamiento. Si se cortocircuita, la función de freno se desconecta y se muestra una advertencia. El convertidor de frecuencia podrá seguir funcionando, pero sin la función de freno. Apague el convertidor de frecuencia y sustituya la resistencia de freno (véase el par. 2-15 *Brake Check*).

ALARMA/ADVER. 26, Lím. potenc. resist. freno:
La potencia que se transmite a la resistencia de freno se calcula, en forma de porcentaje, como el valor medio durante los últimos 120 segundos, basándose en el valor de la resistencia de freno (par. 2-11 *Brake Resistor (ohm)*) y la tensión del circuito intermedio. La advertencia se activa cuando la potencia de freno disipada es superior al 90%. Si se ha seleccionado *Desconexión* [2] en el par. 2-13 *Brake Power Monitoring*, el convertidor de frecuencia se desactivará y emitirá esta alarma cuando la potencia de frenado disipada sea superior al 100%.

ADVER./ALARMA 27, Fallo chopper freno
El transistor de freno se controla durante el funcionamiento y, si se produce un cortocircuito, aparece esta advertencia y se desconecta la función de freno. 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.
Apague el convertidor de frecuencia y retire la resistencia de freno.

Advertencia: Si se produce un cortocircuito en el transistor de freno, existe el riesgo de que se transmita una potencia sustancial a la resistencia de freno.

ALARMA/ADVER. 28, Fallo de comprobación del freno:
Fallo en la resistencia del freno: la resistencia del freno no está conectada/trabajando.

ADVER./ALARMA 29, Sobretemp. convert.:
Si la protección es IP00, IP20/Nema1 o IP21/Tipo 1 la temperatura de desconexión del disipador térmico es de 95 ºC ±5 ºC. El fallo de temperatura no se puede reiniciar hasta que la temperatura del disipador de calor se encuentre por debajo de 70 °C.

El fallo podría deberse a:

- Una temperatura ambiente excesiva
- Un cable de motor demasiado largo

ALARMA 30, Falta la fase U del motor:
Falta la fase U del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor.
Apague el convertidor de frecuencia y compruebe la fase del motor U.

ALARMA 31, Falta la fase V del motor:
Falta la fase V del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor.
Apague el convertidor de frecuencia y compruebe la fase del motor V.

ALARMA 32, Falta la fase W del motor:
Falta la fase W del motor entre el convertidor de frecuencia y el motor.
Apague el convertidor de frecuencia y compruebe la fase del motor W.

ALARMA 33, Fallo entrada corriente:
Se han producido demasiados arranques en poco tiempo. Consulte en el capítulo *Especificaciones generales* el número de arranques permitidos en un minuto.

ADVER./ALARMA 34, Fallo comunic. Fieldbus:
El bus de campo de la tarjeta de opción de comunicación no funciona.

ADVER./ALARMA 36, Fallo de red:
Esta advertencia/alarma sólo se activa si se pierde la tensión de red al convertidor de frecuencia y el parámetro 14-10 NO está ajustado a NO.
Posible corrección: compruebe los fusibles del convertidor de frecuencia

ADVER./ALARMA 37, Desequilibrio de fase:
Hay un desequilibrio entre las unidades de potencia.

ALARMA 38, Fallo interno:
Póngase en contacto con su distribuidor local Danfoss.

ALARMA 39, Sensor disipador:
Sin realimentación del sensor del disipador.

ADVERTENCIA 40, Sobrecarga de la salida digital del terminal 27
Compruebe la carga conectada al terminal 27 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe los parámetros 5-00 y 5-01.

ADVERTENCIA 41, Sobrecarga de la salida digital del terminal 29:
Compruebe la carga conectada al terminal 29 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe los parámetros 5-00 y 5-02.

ADVERTENCIA 42, Sobrecarga de la salida digital en X30/6:
Compruebe la carga conectada en X30/6 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe el parámetro 5-32.

ADVERTENCIA 42, Sobrecarga de la salida digital en X30/7:
Compruebe la carga conectada en X30/7 o elimine el cortocircuito de la conexión. Compruebe el parámetro 5-33.

ALARM 46, Alim. tarjeta de alim.:
La alimentación de la tarjeta de alim. está fuera de rango.

ADVERTENCIA 47, Alim. baja 24 V:
Es posible que la alimentación externa de 24 V CC esté sobrecargada. De no ser así, póngase en contacto con el distribuidor de Danfoss.

ALARMA 48, Alim. baja 1,8 V:
Diríjase a su distribuidor Danfoss.

ADVERTENCIA 49, Límite de veloc.:
Se ha limitado la velocidad en el intervalo especificado en los par. 4-11 *Motor Speed Low Limit [RPM]* y par. 4-13 *Motor Speed High Limit [RPM]*.

ALARMA 50, Fallo de calibración AMA:
Diríjase a su distribuidor Danfoss.

ALARMA 51, Comprobación de Unom e Inom en AMA:
Es posible que los ajustes de tensión, intensidad y potencia del motor sean erróneos. Compruebe los ajustes.

ALARMA 52, Inom bajo de AMA:
La intensidad del motor es demasiado baja. Compruebe los ajustes.

ALARMA 53, Motor AMA demasiado grande:
El motor es demasiado grande para ejecutar el AMA.

ALARMA 54, Motor del AMA demasiado pequeño:
El motor es demasiado pequeño para poder realizar el AMA.

ALARMA 55, Parámetro del AMA fuera de rango:
Los valores de los parámetros del motor están fuera del intervalo aceptable.

ALARMA 56, AMA interrumpido por usuario:
El procedimiento AMA ha sido interrumpido por el usuario.

ALARMA 57, T. lím. AMA:
Pruebe a iniciar el procedimiento AMA varias veces, hasta que se ejecute. Tenga en cuenta que si se ejecuta la prueba repetidamente se podría calentar el motor hasta un nivel en que aumenten las resistencias Rs y Rr. Sin embargo, en la mayoría de los casos esto no suele ser crítico.

ADVER./ALARMA 58, Fallo interno de AMA:
Diríjase a su distribuidor Danfoss.

ADVERTENCIA 59, Límite intensidad:
La intensidad es superior al valor del par. 4-18 *Current Limit*.

ADVERTENCIA 60, Bloqueo externo:
La función "Bloq. ext." ha sido activada. Para reanudar el func. normal, aplique 24 V CC al terminal programado para bloqueo externo y reinicie el convertidor de frecuencia (por bus, E/S digital o pulsando [Reset] (Reiniciar)).

ADVERTENCIA/ALARMA 61, Error de seguimiento:
Error seguim. Diríjase a su distribuidor.

ADVERTENCIA 62, Frecuencia salida en límite máximo:
La frecuencia de salida está limitada por el valor ajustado en par. 4-19 *Max Output Frequency*

ADVERTENCIA 64, Límite tensión:
La combinación de carga y velocidad demanda una tensión de motor superior a la tensión de CC real.

ADVER./ALARMA/DESCONEX. 65, Sobretemp. tarj. control:
Sobretemp. tarj. control: la temperatura de desconexión de la tarjeta de control es de 80ºC.

ALARMA 66, Temperatura del disipador baja:
La temperatura del disipador térmico indica 0 ºC. Esto puede significar que el sensor de temperatura está dañado y que, por lo tanto, la velocidad del ventilador se aumenta al máximo para impedir que la sección de potencia de la tarjeta de control se caliente demasiado.
Si la temperatura es inferior a 15° C, aparecerá la advertencia.

ALARMA 67, La configuración de opciones ha cambiado:
Se han añadido o eliminado una o varias opciones desde la última desconexión del equipo.

ALARMA 68, Parada segura:
Se ha activado la parada de seguridad. Para reanudar el funcionamiento normal, aplique 24 V CC al terminal 37, y envíe una señal de Reinicio (por Bus, E/S Digital o pulsando [Reset] (Reiniciar)).

ALARM 69, Temp. tarj. pot.:
Temp. excesiva de la tarjeta de alim.

ALARMA 70, Configuración del convertidor de frecuencia no válida:
La combinación de tarjeta de control y tarjeta de potencia no es válida.

ALARMA 90, control encoder:

ALARMA 91, Ajuste incorrecto de la entrada analógica 54:
El conmutador S202 debe ponerse en posición OFF (entrada de tensión) cuando haya un sensor KTY conectado a la entrada analógica del terminal 54.

ALARMA 92, Sin caudal:
Se ha detectado una situación de ausencia de carga en el sistema. Consulte el grupo de par. 22-2*.

ALARMA 93, Bomba seca:
Una situación de ausencia de caudal y una velocidad alta indican que la bomba está funcionando en seco. Consulte el grupo de par. 22-2*

ALARMA 94, Fin de curva:
La realimentación permanece por debajo del valor de consigna, lo cual puede indicar que hay una fuga en el sistema de tuberías. Consulte el grupo de par. 22-5*

ALARMA 95, Correa rota:
El par es inferior al nivel de par establecido para condición de ausencia de carga, lo que indica una correa rota. Consulte el grupo de par. 22-6*

ALARMA 96, Arranque retardado:
Arranque del motor retrasado por haber activo un ciclo corto de protección. Consulte grupo de par. 22-7*.

ALARMA 250, Nueva pieza de repuesto:
La alimentación o el modo de conmutación de la fuente de alimentación se han intercambiado. El código descriptivo del convertidor de frecuencia debe restaurarse en la EEPROM. Seleccione el código descriptivo adecuado en el par. 14-23 según la etiqueta del convertidor. No olvide seleccionar "Guardar en la EEPROM" para completar la operación.

ALARMA 251, Nuevo cód. descriptivo:
El convertidor de frecuencia tiene un nuevo código descriptivo.

Índice

0

0 - 10 V Cc 59
0-20 Ma 59

4

4-20 Ma 59

A

Abrazadera De Cable 120
Abrazaderas 117
Abreviaturas 5
Acceso A Los Terminales De Control 101
Adaptación Automática Del Motor 124
Adaptación Automática Del Motor (ama) 107
Adaptaciones Automáticas Para Asegurar El Rendimiento 170
Advertencia Contra Arranques No Deseados 11
Advertencia General 5
Ahorro De Energía 16
Ahorro De Energía 18
Ajuste De Frecuencia Mínima Programable 24
Ajuste Del Convertidor De Frecuencia 134
Ajuste Final Y Prueba 107
Ajuste Hardware Del Convertidor De Frecuencia 132
Ajuste Los Parámetros Del Controlador Pid 34
Ajuste Los Parámetros Del Motor Utilizando Los Datos De La Placa De Características 34
Alarmas Y Advertencias 172
Alimentación De Batería Auxiliar A La Función De Reloj 59
Alimentación De Red 10
Alimentación De Red 157, 162
Ama 124
Ama Correcto 108
Ama Fallido 108
Amortiguadores 22
Ancho Banda En Referencia 32
Apantallados/blindados 105
Apantallamiento De Los Cables 82
Aplicación De Control Pid 30
Aplicaciones De Par Constante (modo Ct) 171
Aplicaciones De Par Variable (cuadrático) (vt) 171
Apriete De Los Terminales 81
Arranque/parada 123
Awg 157

B

Bacnet 65
Baja Temperatura Del Evaporador 26
Bandas De Frecuencias De Bypass 24
Bloque De Terminales Del Motor De 6 Cables 93
Bolsa De Accesorios 78
Bombas Del Condensador 24
Bombas Primarias 26
Bombas Secundarias 27
Bus De Conexión Rs 485 114

C

Cable Ecualizador, 120
Cableado De La Resistencia De Freno 46
Cables De Control 117
Cables De Control 105
Cables De Motor 117
Cables De Motor 81
Cálculo De La Resistencia De Freno 45

Características De Control 166
Características De Par 164
Carga De Ajustes Del Convertidor De Frecuencia 116
Caudal Del Evaporador 26
Caudal Variable Durante 1 Año 18
Caudalímetro 26
Circuito Intermedio 46, 169, 178
Cód. De Advertencia, 16-92 176
Cód. Estado Ampliado 2, 16-95 177
Cód. Estado Ampliado, Par. 16-94 177
Código Advertencia 2, 16-93 176
Código De Alarma, 16-90 175
Código De Control 152
Código De Estado 154
Código Descriptivo 64
Códigos De Excepción Modbus 145
Códigos De Función Admitidos Por Modbus Rtu 144
Coeficiente A1 Definido Por El Usuario Para El Refrigerante 32
Coeficiente A2 Definido Por El Usuario Para El Refrigerante 32
Coeficiente A3 Definido Por El Usuario Para El Refrigerante 32
Cómo Conectar Un Pc Al Convertidor De Frecuencia 115
Cómo Controlar El Convertidor De Frecuencia 144
Cómo Realizar La Conexión A La Red De Alimentación Y A Tierra Para B1 Y B2 90
Comparación De Ahorro De Energía 17
Compensación De Cos Φ 19
Compensador De Contracción 26
Compruebe Que El Motor Gire En El Sentido Correcto 34
Comunicación Modbus 132
Comunicación Serie 7, 120, 167
Condiciones De Arranque/parada 130
Condiciones De Funcionamiento Extremas 46
Condiciones De Refrigeración 79
Conductores De Aluminio 82
Conector De Alimentación De Red 85
Conexión A La Red De Alimentación 85
Conexión A La Red De Alimentación Para B1, B2 Y B3 90
Conexión A La Red De Alimentación Para B4, C1y C2 91
Conexión A Tierra 85
Conexión A Tierra 120
Conexión A Tierra De Cables De Control Apantallados/blindados 120
Conexión De Bus De Cc 109
Conexión De Red Para C3 Y C4 91
Conexión De Red Para Los Bastidores De Tamaño A2 Y A3 87
Conexión De Relés 110
Conexión Del Motor 91
Conexión Del Motor Para C3 Y C4 97
Conexión En Paralelo De Motores 113
Conexión Segura A Tierra 117
Conexión Usb 102
Conexiones De Red Y De Motor De La Serie De Alta Potencia 81
Conexiones Del Bloque De Terminales De Alta Potencia 93
Configurador De Convertidores De Frecuencia 63
Configurar El Límite De Velocidad Y El Tiempo De Rampa 108
Configure La Consigna De Referencia Para El Controlador Pid 34
Configure La Realimentación Del Controlador Pid 34
Conformidad Y Marca Ce 12
Conmutación En La Salida 46
Control De Compresores 38
Control De Lazo Cerrado Para Un Sistema De Ventilación 33
Control Local (hand On) Y Remoto (auto On) 28
Control Normal/inverso De Pid 31
Controlador De Lazo Cerrado (pid) 30
Controlador Pid Con 3 Valores De Consigna 23
Conversión De Realimentación 38
Conversión De Realimentación 1 31
Conversión De Realimentación 2 31
Conversión Realim. 3 31
Convertidor De Frecuencia Con Rtu Modbus 140

Copyright, Limitación De Responsabilidad Y Derechos De Revisión 3
Corrección Del Factor De Potencia 19
Corriente De Fuga 43
Corriente De Fuga A Tierra 117
Corriente De Fuga A Tierra 43
Corte En La Alimentación 47
Cortocircuito (fase Del Motor - Fase) 46

D

Datos De La Placa De Características Del Motor 107
Definiciones 6
Determinación De La Velocidad Local 26
Devicenet 65
Diagrama De Bloques Del Controlador De Lazo Cerrado Del Convertidor De Frecuencia 30
Dimensiones Mecánicas 74, 75, 77
Dimensiones Mecánicas - Alta Potencia 75
Dirección De Rotación Del Motor 114
Directiva Sobre Baja Tensión (73/23/eec) 12
Directiva Sobre Compatibilidad Electromagnética 89/336/eec 14
Directiva Sobre Emc (89/336/cee) 12
Directiva Sobre Máquinas (98/37/eec) 12
Dispositivo De Corriente Residual 43, 121
Documentación 4

E

E/s Para Entradas De Consigna 59
Ejemplo De Cableado Básico 104
Ejemplo De Control Pid De Lazo Cerrado. 33
Ejemplos De Aplicación 21
El Control Multizona 59
Eliminación De Troqueles Para Cables Adicionales 82
Emisión Conducida. 41
Emisión Irradiada 41
Energía De Frenado 8
Enlace Cc 178
Entorno: 166
Entornos Agresivos 14
Entrada Para Prensacables/conducto - Ip21 (nema 1) E Ip54 (nema12) 83
Entradas Analógicas 7
Entradas Analógicas 7, 164
Entradas De Pulsos 165
Entradas De Tensión Digitales - Terminal X30/10-12 55
Entradas Del Transmisor/sensor 59
Entradas Digitales - Terminal X30/1-4 55
Entradas Digitales: 164
Escale Las Entradas Analógicas 34
Especificaciones Generales 164
Esquema De Principio 59
Esquema Eléctrico De Alternancia De Bomba Guía 128
Estado Y Funcionamiento Del Sistema 128
Estructura De Control 28
Etr 113, 178

F

Factor De Potencia 10
Fases Del Motor 46
Fc Con Rtu Modbus 133
Filtro De Onda Senoidal 92
Filtros De Salida 62
Filtros Du/dt 62
Filtros Senoidales 62
Frecuencia De Conmutación 82
Freno De Cc 152
Fuente Realim. 1 31
Fuente Realim. 2 31
Fuente Realim. 3 31

Función De Freno 46
Función Realim. 31
Fusibles 97
Fusibles No Ul Para 200 V A 480 V 98
Fusibles Ul 200 - 240 V 99

G

Ganancia Proporcional De Pid 31
Gestión De La Realimentación 37
Giro De Izquierda A Derecha 114
Guardar Configuración Del Convertidor De Frecuencia 115

H

Herramientas De Software Para Pc 115
Humedad Atmosférica 14

I

Igv 22
Inercia 6, 154
Inercia 153
Instalación De La Parada Segura 52
Instalación Eléctrica 82, 105
Instalación Eléctrica - Recomendaciones De Compatibilidad Electromagnética 117
Instalación Eléctrica, Terminales Para Cables De Control 103
Instalación En Altitudes Elevadas 11
Instrucciones De Eliminación 12
Interferencia De La Red De Alimentación 121
Interruptores S201, S202 Y S801 106

K

Kit De Protección Ip 21/ip 4x/ Tipo 1 62
Kit De Protección Ip 21/tipo 1 62

L

La Instalación Lado A Lado 79
Laws Of Proportionality 16
Lcp 6, 8, 28, 61
Límite Ganancia Dif. Pid 32
Longitud Y Sección Transversal Del Cable 82
Longitudes Y Secciones De Cable 164
Los Cables De Control 105
Los Filtros Armónicos 66
Los Límites Del Convertidor De Frecuencia 34
Los Números De Pedido 63

M

Manejo De Referencias 36
Mantener La Frecuencia De Salida 153
Mantener Salida 6
Marcha/paro Por Pulsos 123
Mct 10 Software De Configuración 115
Mct 10 Software De Programación 115
Mct 31 116
Medidas De Seguridad 11
Mensajes De Estado 172
Mensajes De Fallo 178
Método De Ajuste Ziegler Nichols 35
Momento De Inercia 47
Montaje De La Placa De Conexión De Pantallas 92
Montaje Mecánico 79
Multizona, Consigna Única 38
Multizona, Multiconsigna 38

N

Nivel De Tensión 164
No Conformidad Con Ul 97
Nota De Seguridad 11
Números De Código: Filtros Du/dt, 525-600 V Ca 71
Números De Pedido: Filtros Armónicos 66
Números De Pedido: Filtros Du/dt, 380-480 Vca 70
Números De Pedido: Módulos De Filtro De Ondas Sinusoidales, 200-500 V Ca 68
Números De Pedido: Módulos De Filtro De Ondas Sinusoidales, 525-600 V Ca 69
Números De Pedido: Opciones Y Accesorios 65

O

Opción De Comunicación 179
Opción De Conexión De Freno 109
Opción De Suministro Externo De 24 V Mcb 107 (opción D) 57
Opción E/s Analógica Mcb 109 59
Opción Mcb 105 55
Opción Relé Mcb 105 55
Optimización Del Controlador De Lazo Cerrado Del Convertidor De Frecuencia 35
Orden De Programación 34
Orificios Ciegos En La Carcasa. 82

P

Par Inicial En El Arranque 7
Parada De Categoría 0 (en 60204-1) 52
Parada Segura 50
Parámetros Eléctricos Del Motor 124
Parámetros Relativos Al Control De Lazo Cerrado 31
Pelv - Tensión Protectora Extra Baja 42
Perfil Fc 152
Periodo De Amortización 18
Placa De Características Del Motor 107
Placa De Desacoplo 92
Plc 120
Potencia De Freno 46
Potencial De Control 27
Presión A Temperatura 31
Presión Diferencial 27
Presión Estática Real En El Conducto 30
Profibus 65
Profibus Dp-v1 115
Programación De Smart Logic Control 124
Protección 14, 42, 43
Protección Ante Cortocircuitos 97
Protección Contra Sobreintensidad 97
Protección De La Rama Del Circuito 97
Protección Del Motor 113
Protección Del Motor 167
Protección Térmica Del Motor 155
Protección Térmica Del Motor 47, 114
Protección Y Características 167
Prueba De Alta Tensión 116

Q

Qué Es La Conformidad Y Marca Ce 12
Qué Situaciones Están Cubiertas 13

R

Rcd 9, 43
Reducción De Potencia Debido A Funcionamiento A Velocidad Lenta 171
Reducción De Potencia Debido A La Baja Presión Atmosférica 170
Reducción De Potencia Debido A La Temperatura Ambiente 170
Reducción De Potencia Por La Instalación De Cables De Motor Largos O De Mayor Sección 171

Referencia De Consigna 31
Referencia Del Potenciómetro 124
Referencias De Consigna 31
Refrigeración 171
Refrigerante 31
Reloj De Tiempo Real (rtc) 60
Rendimiento 168
Rendimiento De La Tarjeta De Control 167
Rendimiento De Salida (u, V, W) 164
Requisitos De Inmunidad 41
Requisitos De Seguridad De La Instalación Mecánica 80
Resistencia De Freno 44
Resistencias De Freno 60
Resultados De Las Pruebas De Emc 41
Rodete De La Bomba 25
Rotación Del Motor 114
Rs-485 131
Ruido Acústico 169

S

Salida Analógica 165
Salida De Relé 113
Salida Del Motor 164
Salida Digital 165
Salidas Analógicas - Terminal X30/5+8 55
Salidas De Relé 166
Salidas Digitales - Terminal X30/5-7 55
Salidas Para Actuadores 59
Saturación De Pid 32
Seguridad De Categoría 3 (en 954-1) 52
Selección De E/s Analógica 59
Señales De Realimentación 31
Sensor De Co2 23
Sensor De Temperatura Ni1000 59
Sensor De Temperatura Pt1000 59
Sensor Kty 178
Sistema Cav 23
Sistema De Gestión De Edificio 59
Sistema De Gestión De Edificios (en Inglés, Bms) 17
Sistema De Ventiladores Controlado Por Convertidores De Frecuencia 20
Sistemas Centrales Vav 21
Smart Logic Control 124
Sobrecarga Estática En Modo Vvcplus 47
Sobretensión Generada Por El Motor 46
Suministro Externo De 24 V Cc 58

T

Tarjeta De Control, Comunicación Serie Rs-485: 165
Tarjeta De Control, Comunicación Serie Usb: 167
Tarjeta De Control, Salida De +10 V Cc 166
Tarjeta De Control, Salida De 24 V Cc 165
Temperatura Del Refrigerante 38
Tensión Del Motor 169
Tensión Pico En El Motor 169
Terminales De Control 102
Termistor 9
Tiempo De Filtro De Paso Bajo 32
Tiempo De Frenado 152
Tiempo De Integral De Pid 31
Tiempo De Subida 169
Tiempo Diferencial De Pid 32
Tipos De Datos Admitidos Por El Convertidor De Frecuencia 138

U

Un Arrancador En Estrella/triángulo 19
Un Arrancador Suave 19

Una Clara Ventaja: El Ahorro De Energía 15
Unidad De Fuente De Realimentación 1 31
Unidad De Fuente De Realimentación 2 31
Unidad Fuente Realim. 3 31
Unidad Ref./realim. 31
Uso De Cables Correctos Para Emc 119

V

Valor De Consigna 1 31
Valor De Consigna 2 31
Valor De Consigna 3 31
Valores De Parámetros 146
Válvula De Estrangulamiento 25
Varias Bombas 27
Vav 21
[Veloc. Arranque Pid Hz] 32
[Veloc. Arranque Pid Rpm] 32
Velocidad Fija 6
Velocidad Fija 153
Velocidad Nominal Del Motor 6
Ventilador De Alimentación 30
Ventilador De Retorno 22
Ventilador De Torre De Refrigeración 23
Versión De Software 3
Versiones De Software 66
Vibración Y Choque 15
Vibraciones 24
Volumen De Aire Constante 22
Volumen De Aire Variable 21
Vvcplus 9

Z

Zona Única, Consigna Única 37