

## Índice

<b>1 Cómo leer esta Guía de diseño</b>	<b>5</b>
Copyright, Limitación de Responsabilidad y Derechos de Revisión	5
Símbolos	6
Abreviaturas	7
Definiciones	7
<b>2 Introducción al convertidor de frecuencia VLT AQUA</b>	<b>13</b>
Marca CE	15
Vibración y choque	17
Estructuras de control	22
Aspectos generales de la EMC	30
Requisitos de inmunidad	34
Aislamiento galvánico (PELV)	34
PELV - Tensión protectora extra baja	34
Corriente de fuga a tierra	35
Control con la función de freno	36
Control con Función de freno	36
Control de freno mecánico	37
Condiciones de funcionamiento extremas	37
Funcionamiento de parada de seguridad (opcional)	40
<b>3 Selección de VLT AQUA</b>	<b>41</b>
Especificaciones generales	41
Rendimiento	56
Condiciones especiales	62
Opciones y accesorios	68
Descripción general	77
Opciones de Alta potencia	84
Instalación del kit de refrigeración de tuberías en protecciones Rittal	84
Instalación exterior/ Kit NEMA 3R para protecciones Rittal.	86
Instalación en pedestal	88
Placa de entrada opcional	90
Instalación de la protección de red para convertidores de frecuencia	91
Opciones de panel tamaño de bastidor F	92
<b>4 Cómo realizar un pedido</b>	<b>95</b>
Formulario de pedido	95
Código descriptivo	96
Números de pedido	99
<b>5 Instrucciones de montaje</b>	<b>109</b>

Instalación mecánica	109
Instalación previa	115
Planificación del lugar de la instalación	115
Recepción del convertidor de frecuencia	115
Transporte y desembalaje	116
Elevación	116
Refrigeración y flujo de aire	119
Instalación eléctrica	123
Conexiones - tamaños de bastidor D, E y F	137
Conexiones de potencia	137
Desconectores, magnetotérmicos y contactores	149
Ajuste final y prueba	150
Instalación de la parada de seguridad	152
Prueba de puesta en marcha de la Parada de seguridad	153
Conexiones adicionales	153
Instalación de diversas conexiones	155
Seguridad	158
Instalación correcta en cuanto a EMC	158
Dispositivo de corriente residual	162
<b>6 Ejemplos de aplicaciones</b>	<b>163</b>
Referencia del potenciómetro	164
Adaptación automática de motor (AMA)	164
Ejemplo de aplicación del SLC	166
Estado y funcionamiento del sistema	168
Diagrama de cableado del Controlador de cascada	169
Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable	169
Esquema eléctrico de alternancia de bomba guía	170
<b>7 RS-485 Instalación y configuración</b>	<b>171</b>
RS-485 Instalación y configuración	171
Aspectos generales del protocolo FC	173
Configuración de red	174
Estructura del formato de mensajes del protocolo FC	174
Ejemplos	180
Visión general de Modbus RTU	180
VLT AQUA con Modbus RTU	182
Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU	182
Cómo acceder a los parámetros	187
Ejemplos	188
Perfil de control Danfoss FC	193

<b>8 Localización de averías</b>	199
<b>Índice</b>	202

**1**

## 1 Cómo leer esta Guía de diseño

# 1

### 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 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 sobre el convertidor VLT® AQUAFC 200

- El Manual de Funcionamiento del convertidor VLT® AQUA MG.20.Mx.yy proporciona toda la información necesaria para utilizar el convertidor de frecuencia.
- El Manual de Funcionamiento del convertidor de frecuencia VLT® AQUA de alta potencia MG.20.Px.yy proporciona toda la información necesaria para utilizar el convertidor de frecuencia.
- La Guía de diseño del convertidor de frecuencia VLT® AQUA MG.20.Nx.yy incluye toda la información técnica acerca del convertidor de frecuencia y las aplicaciones y el diseño del cliente.
- La Guía de programación del convertidor VLT® AQUA MN.20.Ox.yy proporciona información sobre cómo programarlo, e incluye completas descripciones de los parámetros.
- Profibus para el convertidor VLT® AQUA FC 200, MG.33.Cx.yy
- DeviceNet para el convertidor VLT® AQUA FC 200, MG.33.Dx.yy
- Guía de Diseño de los filtros de salida MG.90.Nx.yy
- Controlador en cascada del convertidor VLT® AQUA FC 200 MI.38.Cx.yy
- Nota sobre la aplicación MN20A102: Aplicación de bomba sumergible
- Nota sobre la aplicación MN20B102: Aplicación de funcionamiento maestro-auxiliar
- Nota sobre la aplicación MN20F102: Lazo cerrado y modo reposo del convertidor de frecuencia
- Instrucción MI.38.Bx.yy: Instrucción de instalación para el montaje de soportes en protecciones de tipo A5, B1, B2, C1 y C2 IP21, IP55 o IP66
- Instrucción MI.90.Lx.yy: Opción E/S analógica MCB109
- Instrucción MI.33.Hx.yy: Kit de montaje en panel

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

### 1.1.3 Símbolos

Símbolos utilizados en esta Guía de Diseño.



#### ¡NOTA!

Indica algo que debe ser tenido en cuenta por el lector.



Indica una advertencia de tipo general.



Indica una advertencia de alta tensión.

\*

Indica ajustes predeterminados

### 1.1.4 Abreviaturas

Corriente alterna	CA
Diámetro de cable norteamericano	AWG
Amperio/AMP	A
Adaptación automática del motor	AMA
Límite intensidad	I <sub>LIM</sub>
Grados Celsius	°C
Corriente continua	CC
Dependiente de la unidad	TIPO D
Compatibilidad electromagnética	EMC
Relé térmico electrónico	ETR
Convertidor	FC
Gramo	g
Hercio	Hz
Kilohercio	kHz
Panel de control local	LCP
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 <sub>M,N</sub>
Frecuencia nominal del motor	f <sub>M,N</sub>
Potencia nominal del motor	P <sub>M,N</sub>
Tensión nominal del motor	U <sub>M,N</sub>
Parámetro	par.
Tensión protectora muy baja	PELV
Placa de circuito impreso	PCB
Intensidad nominal de salida del convertidor	I <sub>INV</sub>
Revoluciones por minuto	RPM
Terminales regenerativos	Regen
Segundo	s
Veloc. motor síncrona	n <sub>s</sub>
Límite de par	T <sub>LIM</sub>
Voltios	V

### 1.1.5 Definiciones

#### Convertidor de frecuencia:

I<sub>VLT,MAX</sub>

La máxima intensidad de salida.

I<sub>VLT,N</sub>

Corriente de salida nominal suministrada por el convertidor de frecuencia.

U<sub>VLT,MAX</sub>

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 | Reset, Paro por inercia, Reset y paro por inercia, Parada rápida, Frenado de CC, Parada y la tecla "Off" (desconexión). |
| Grupo 2 | Arranque, Arranque de pulsos, Cambio de sentido, Arranque y cambio de sentido, Velocidad fija y Mantener salida         |

#### Motor:

f<sub>DOG</sub>

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

f<sub>M</sub>

Frecuencia del motor.

f<sub>MAX</sub>

Frecuencia máxima del motor.

## 1

 $f_{MIN}$ 

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).

 $T_{M,N}$ 

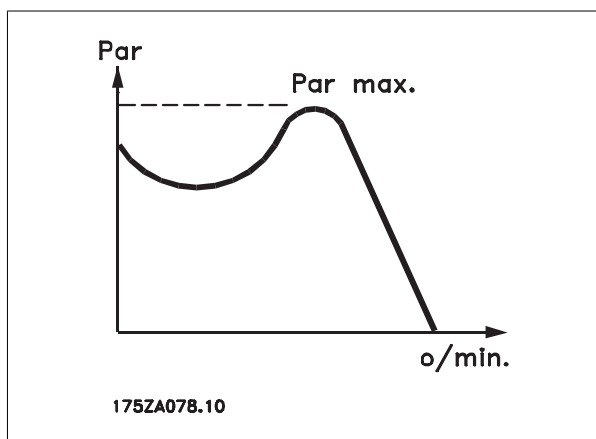
El par nominal (motor).

 $U_M$ 

La tensión instantánea del motor.

 $U_{M,N}$ 

La tensión nominal del motor (datos de la placa de características).

 $\eta_{VLT}$ 

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<sub>MAX</sub>

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<sub>MIN</sub>

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.

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 bombas y ventiladores de desplazamiento positivo.

##### 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  $\equiv$  0,5067 mm<sup>2</sup>.

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 S tator F lux oriented A synchronous V ector M odulation (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<sup>plus</sup>

Si se compara con el control de relación tensión/frecuencia estándar, el Control Vectorial de Tensión (VVC<sup>plus</sup> 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 60° A synchronous Vector Modulation (par. 14-00).

**1.1.6 Factor de potencia**

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

$$\begin{aligned} \text{Potencia potencia} &= \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}} \\ &= \frac{I_1 \times \cos\varphi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ ya que } \cos\varphi = 1 \end{aligned}$$

El factor de potencia para el control trifásico es:

El factor de potencia indica hasta qué punto el convertidor de frecuencia impone una carga a la alimentación de red.

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

Cuanto menor es el factor de potencia, mayor es  $I_{RMS}$  para el mismo rendimiento en kW.

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

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



## 2 Introducción al convertidor de frecuencia VLT AQUA

### 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 desconectado 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 superiores a 2 Km, contacte con 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 exige que no se produzca, bajo ningún concepto, un arranque accidental, estas funciones de parada no serán 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® AQUA MG.20.MX.YY* para obtener información detallada acerca de las directrices de seguridad.

### 2.1.2 Precaución

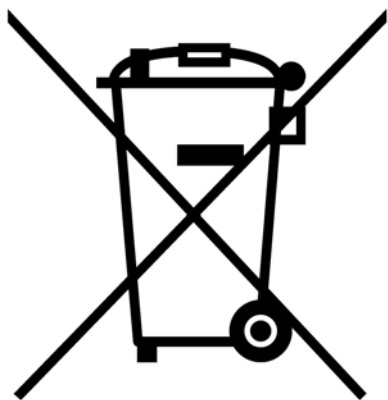


Los condensadores de enlace de CC del convertidor de frecuencia permanecen cargados después de desconectar la alimentación. Para evitar el peligro de descargas eléctricas, antes de llevar a cabo tareas de mantenimiento, desconecte el convertidor de frecuencia de la toma de alimentación. Antes de iniciar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

Tensión (V)	Tiempo de espera mín. (minutos)				
	4	15	20	30	40
200 - 240	0,25 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW			
380 - 480	0,37 - 7,5 kW	11 - 90 kW	110 - 250 kW	315 - 1000 kW	
525-600	0,75 kW - 7,5 kW	11 - 90 kW			315 - 1200 kW
525-690		11 - 90 kW	45 - 400 kW	450 - 1.200 kW	

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

### 2.1.3 Instrucciones de eliminación



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

## 2.2 Versión de software

### 2.2.1 Versión de software y homologaciones

**VLT AQUA Drive**

Versión de software: **1.33**



Este manual puede aplicarse a todos los convertidores de frecuencia VLT AQUA que incorporen la versión de software 1.33. El número de la versión de software se puede leer en el parámetro 15-43.

## 2.3 Marca CE

### 2.3.1 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.

### 2.3.2 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.

### 2.3.3 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.

### 2.3.4 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*.

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.

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 protección clasificación IP 54/55. Como protección adicional, se puede pedir opcionalmente el barnizado de las placas de circuito impreso.


Las partículas transportadas en el aire, como el polvo, pueden provocar fallos mecánicos, eléctricos o térmicos en el convertidor de frecuencia. Un indicador habitual de los niveles excesivos de partículas suspendidas en el aire son las partículas de polvo alrededor del ventilador del convertidor de frecuencia. En entornos con mucho polvo, se recomienda el uso de un equipo con protección clasificación 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 adicional, 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.

**¡NOTA!**  
Los protecciones D y E tienen una opción de canal trasero de acero inoxidable para proporcionar protección adicional en entornos agresivos. Sigue siendo necesaria una ventilación adecuada para los componentes internos del convertidor. Contacte con Danfoss para obtener más información.

## 2.6 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

## 2.7 Ventajas

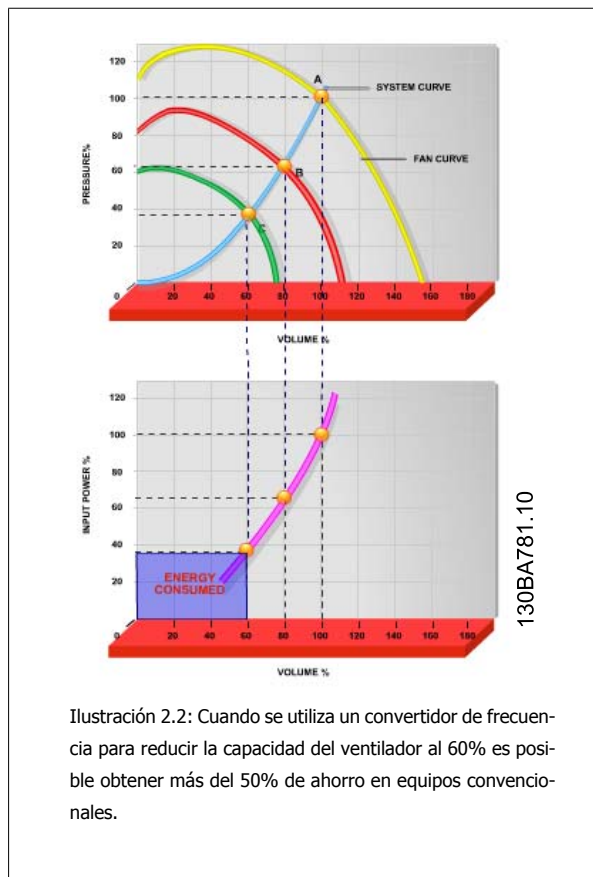
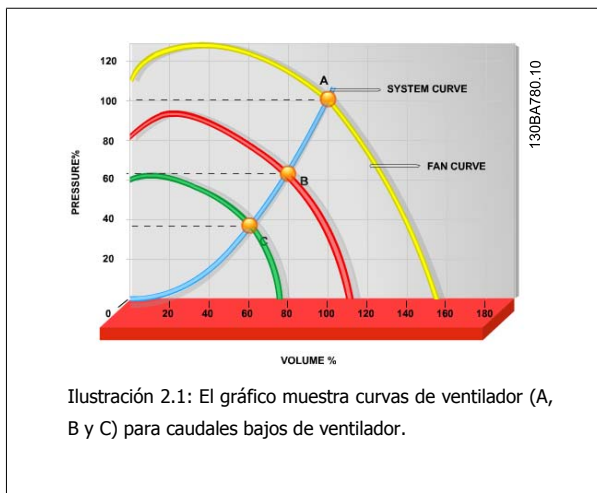
### 2.7.1 ¿Por qué utilizar un convertidor de frecuencia para controlar ventiladores y bombas?

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

## 2.7.2 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 alternativas, un convertidor de frecuencia es el sistema de control de energía óptimo para controlar sistemas de ventiladores y bombas.

2



### 2.7.3 Ejemplo de ahorro de energía

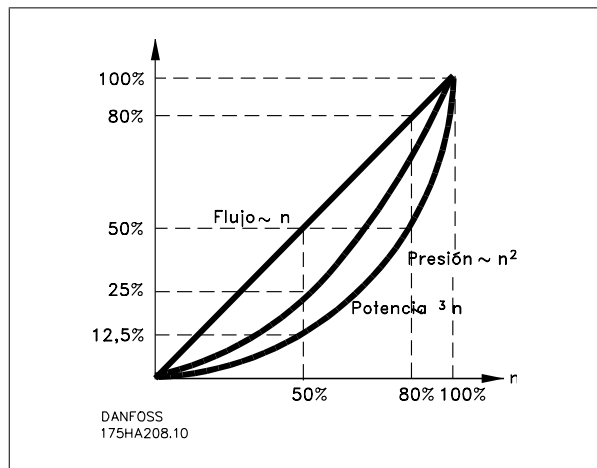
Como muestra la figura (Las leyes de proporcionalidad), el caudal se controla cambiando las RPM. Al reducir la velocidad sólo un 20% respecto a la velocidad nominal, el caudal también se reduce en un 20%. Esto se debe a que el caudal es directamente proporcional a las RPM. El consumo eléctrico, sin embargo, 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%.

**Las leyes de proporcionalidad**

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 <sub>1</sub> = Caudal nominal	P <sub>1</sub> = Potencia nominal
Q <sub>2</sub> = Caudal reducido	P <sub>2</sub> = Potencia reducida
H = Presión	n = Regulación de velocidad
H <sub>1</sub> = Presión nominal	n <sub>1</sub> = Velocidad nominal
H <sub>2</sub> = Presión reducida	n <sub>2</sub> = Velocidad reducida



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

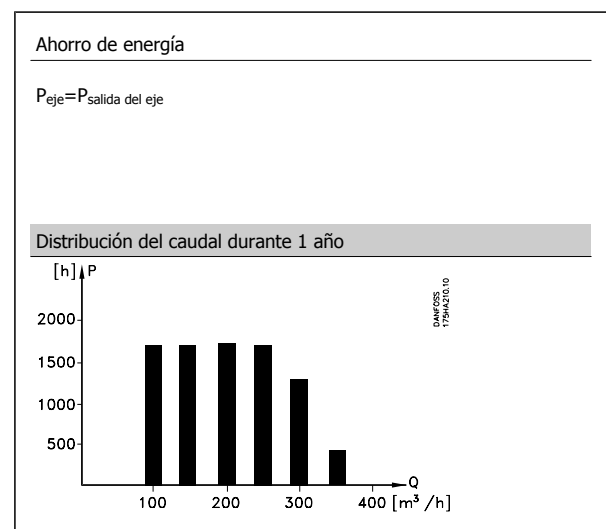
$$\text{Presión : } \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

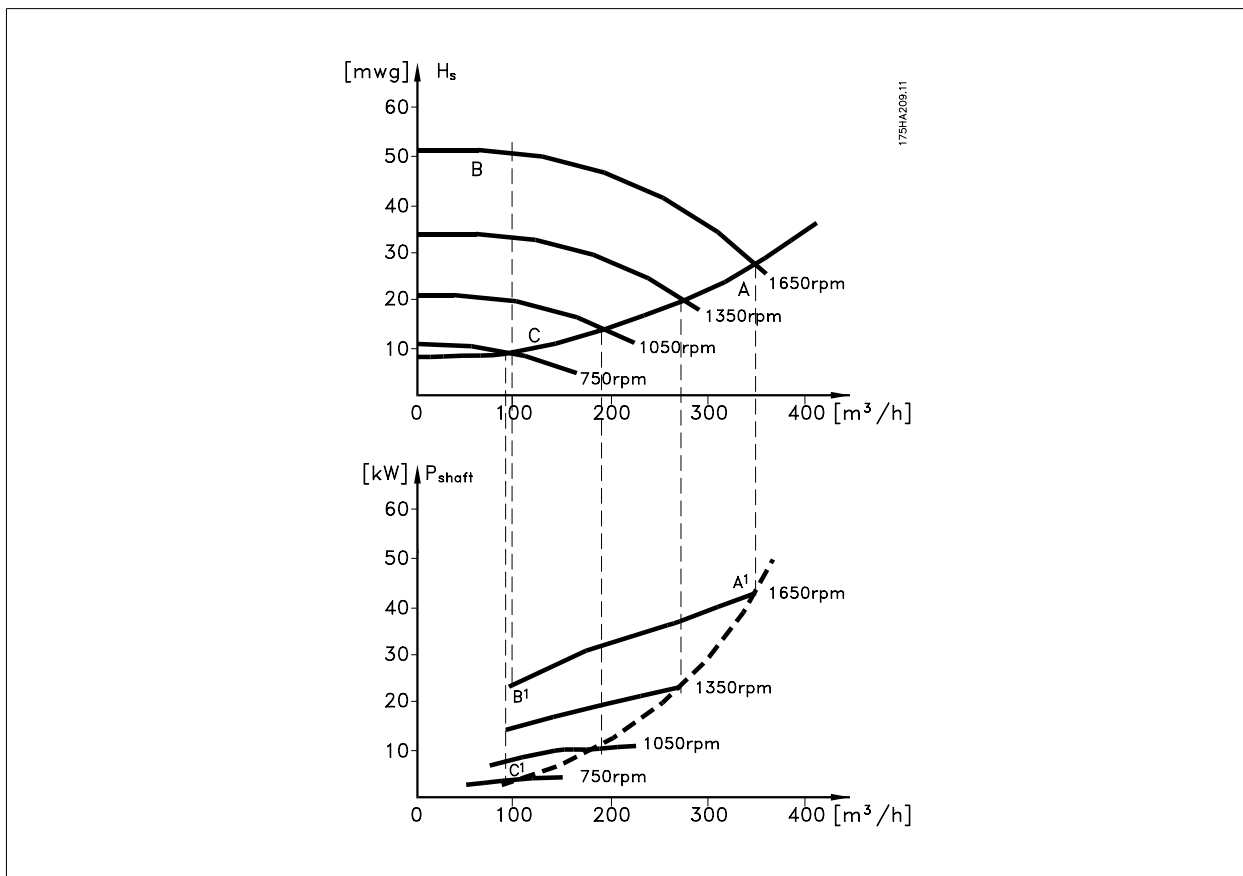
$$\text{Potencia : } \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

### 2.7.4 Ejemplo con caudal variable durante 1 año

El siguiente ejemplo está calculado en base a las características de una bomba según su hoja de datos.

El resultado obtenido muestra un ahorro de energía superior al 50% para el caudal dado, durante un año. El periodo de amortización depende del precio por kWh y del precio del convertidor de frecuencia. En este ejemplo, es inferior a un año comparado con las válvulas y la velocidad constante.





m <sup>3</sup> /h	Distribución		Regulación por válvula		Control por convertidor de frecuencia	
	%	Horas	Potencia A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	Consumo kWh	Potencia A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	Consumo kWh
350	5	438	42,5	18,615	42,5	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0	40,296	3,5	6,132
<b>Σ</b>	100	8760		275,064		26,801

### 2.7.5 Control mejorado

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

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

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

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

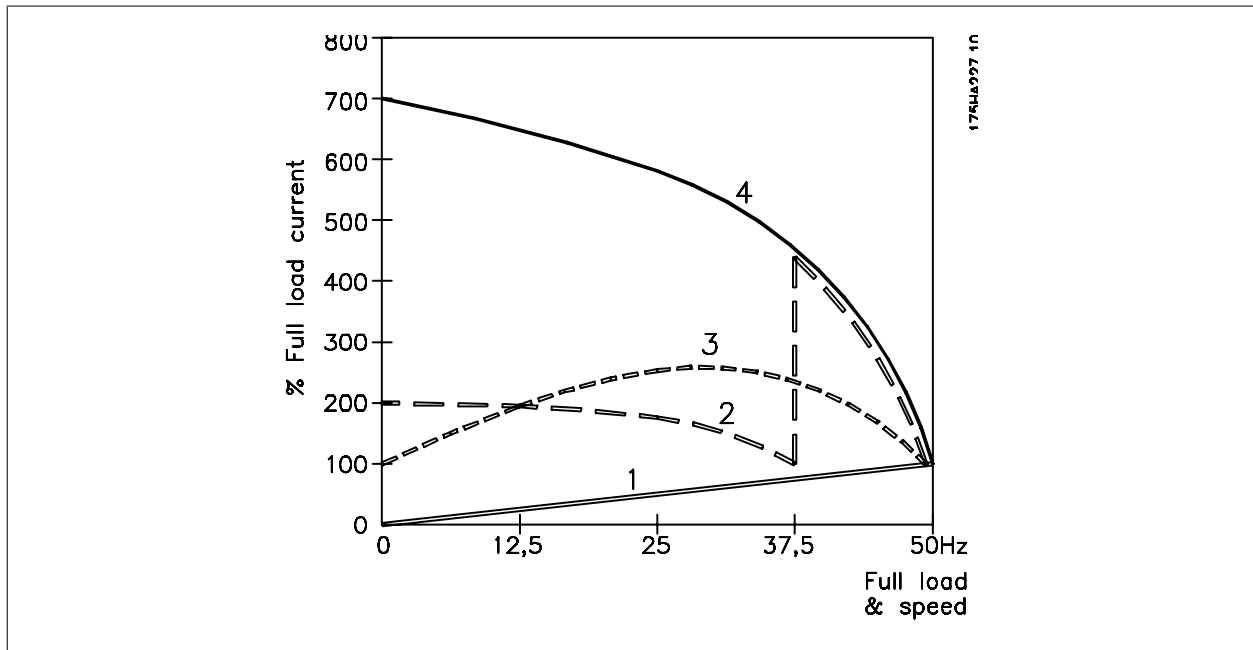
### 2.7.6 Compensación de cos φ

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.

### 2.7.7 No es necesario un arrancador en estrella/triángulo ni un arrancador suave

Cuando se necesita arrancar motores relativamente grandes, en muchos países es necesario usar equipos que limitan la tensión de arranque. En sistemas más tradicionales, 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 corriente que la nominal.



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

## 2.8 Estructuras de control

### 2.8.1 Principio de control

2

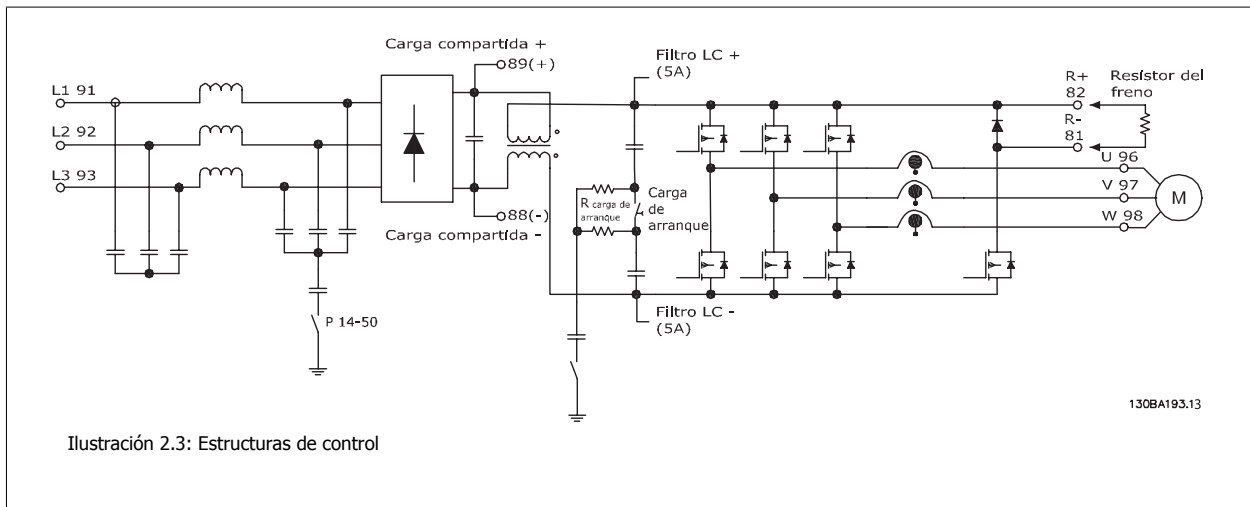


Ilustración 2.3: Estructuras de control

El convertidor de frecuencia es un equipo de alto rendimiento para aplicaciones exigentes. Puede manejar varias clases de principios de control de motor, tales como el modo especial de motor U/f y VVC Plus y puede manejar motores normales asíncronos de jaula de ardilla.

El comportamiento en cortocircuito de este convertidor de frecuencia depende de los 3 transductores de intensidad de las fases del motor.

En el *par. 1-00 Modo de configuración* es posible seleccionar si debe utilizarse el lazo abierto o cerrado.

### 2.8.2 Estructura de control de lazo abierto

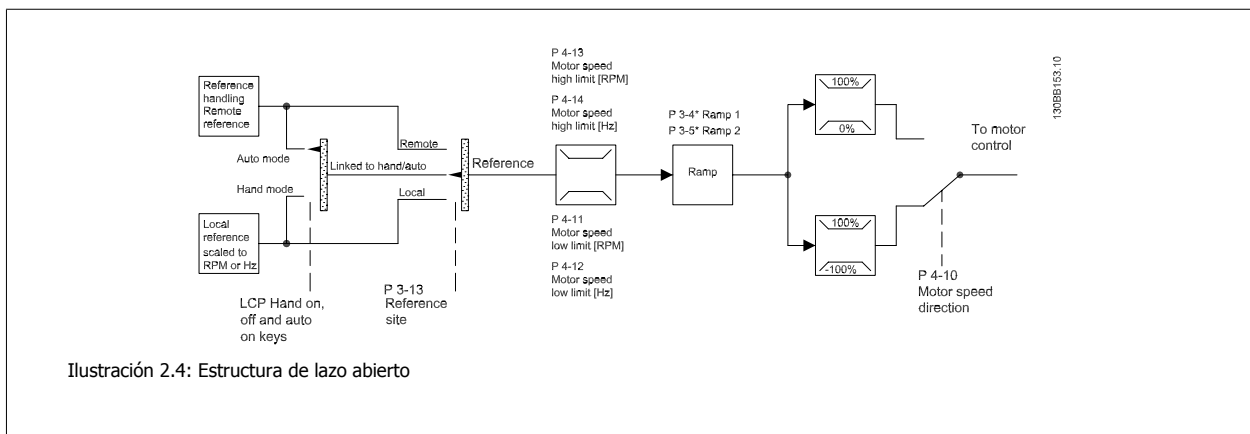


Ilustración 2.4: Estructura de lazo abierto

En la configuración mostrada en la ilustración anterior, el *par. 1-00 Modo de configuración*, está ajustado a Lazo abierto [0]. Se recibe la referencia resultante del sistema de manejo de referencias, o la referencia local, y se transfiere a la limitación de rampa y de velocidad antes de enviarse al control del motor.

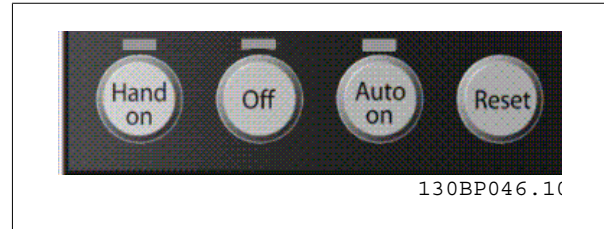
La salida del control del motor se limita entonces según el límite de frecuencia máxima.

### 2.8.3 Control 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 o un bus serie.

Si se permite en par. 0-40 *Botón (Hand on) en LCP*, par. 0-41 *Botón (Off) en LCP*, par. 0-42 *[Auto activ.] llave en LCP* y par. 0-43 *Botón (Reset) en LCP* es posible arrancar y parar el convertidor de frecuencia mediante el LCP utilizando las teclas [Hand ON] (Control local) y [Off] (Apagar). Las alarmas pueden reiniciarse mediante la tecla [RESET]. 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 arriba [▲] y abajo [▼] del LCP.

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



Botones Hand Off Auto LCP	Lugar de referencia par. 3-13 Lugar de referencia	Referencia activa
Hand	Vinculada a Hand / Auto	Local
Hand -> Off	Vinculada a Hand / Auto	Local
Auto	Vinculada a Hand / Auto	Remota
Auto -> Off	Vinculada a Hand / Auto	Remota
Todas las teclas	Local	Local
Todas las teclas	Remota	Remota

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!**  
La referencia local se restaurará con la desconexión.

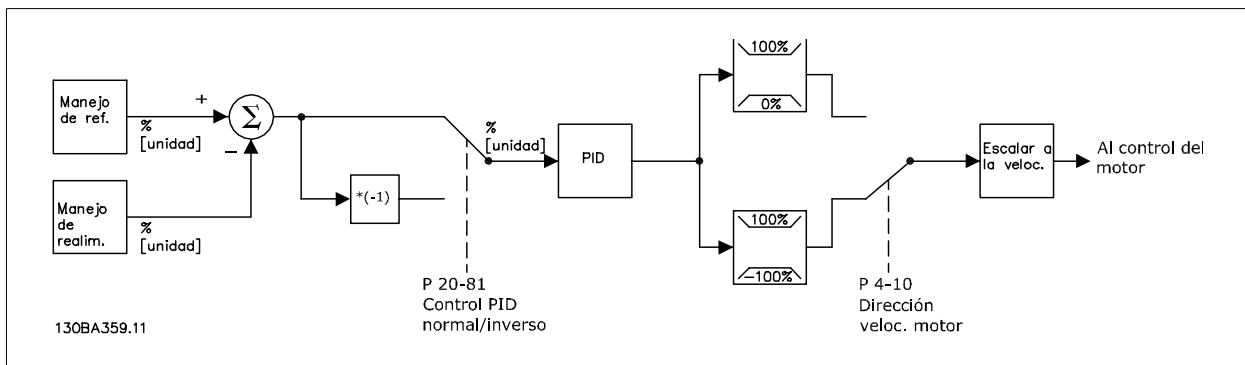
par. 1-00 *Modo Configuración* determina el tipo de principio de control de aplicación (es decir, Lazo abierto o Lazo cerrado) que se usará cuando esté activa la referencia remota (véanse las condiciones en la tabla anterior).

### 2.8.4 Estructura de control de lazo cerrado

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. A continuación, compara esta señal con un valor de referencia y determina el error, si lo hay, entre las dos señales. Ajusta luego la velocidad del motor para corregir el error.

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

2

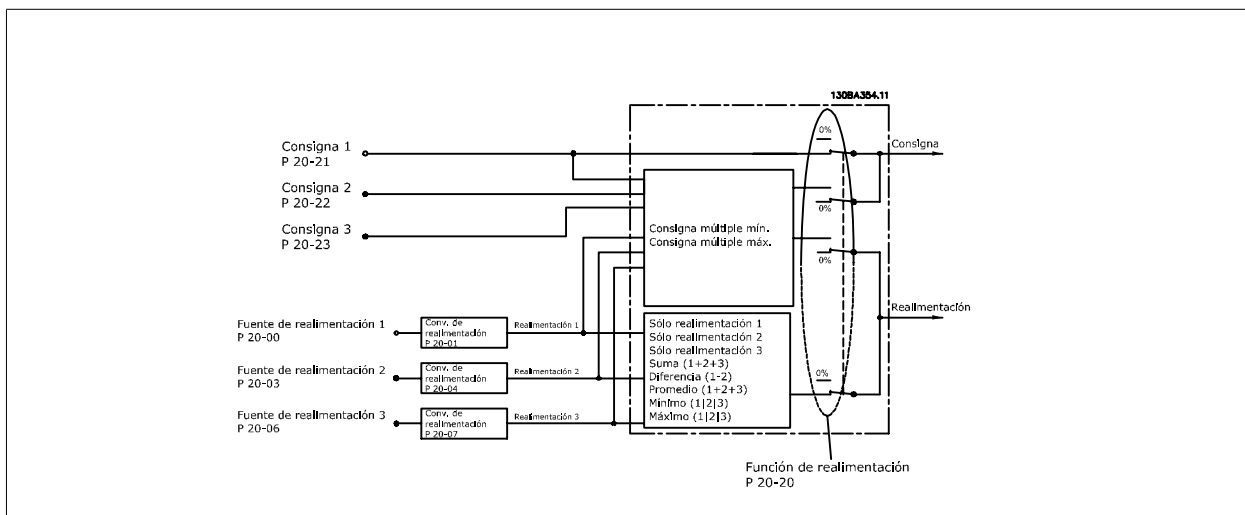


**¡NOTA!**  
 Aunque los valores predeterminados del controlador de lazo cerrado del convertidor proporcionarán normalmente un rendimiento satisfactorio, a menudo puede optimizarse el control del sistema ajustando algunos de los parámetros del mismo. También se pueden ajustar automáticamente las constantes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

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.

### 2.8.5 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.

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.

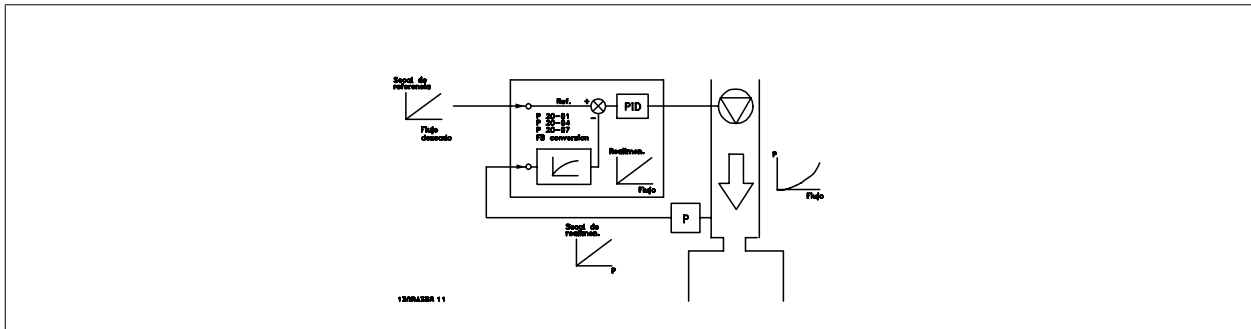


**Ejemplo:**

Una aplicación con dos zonas y dos consignas. La consigna de la zona 1 es 15 bar y la realimentación es 5,5 bar. La consigna de la zona 2 es 4,4 bar y la realimentación es 4,6 bar. 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)

**2.8.6 Conversión de realimentación**

En algunas aplicaciones puede ser útil convertir la señal de realimentación. Un ejemplo de ello es la utilización de una señal de presión para proporcionar realimentación de caudal. Puesto que la raíz cuadrada de la presión es proporcional al caudal, la raíz cuadrada de la señal de presión suministra un valor proporcional al caudal. Esto se muestra a continuación.

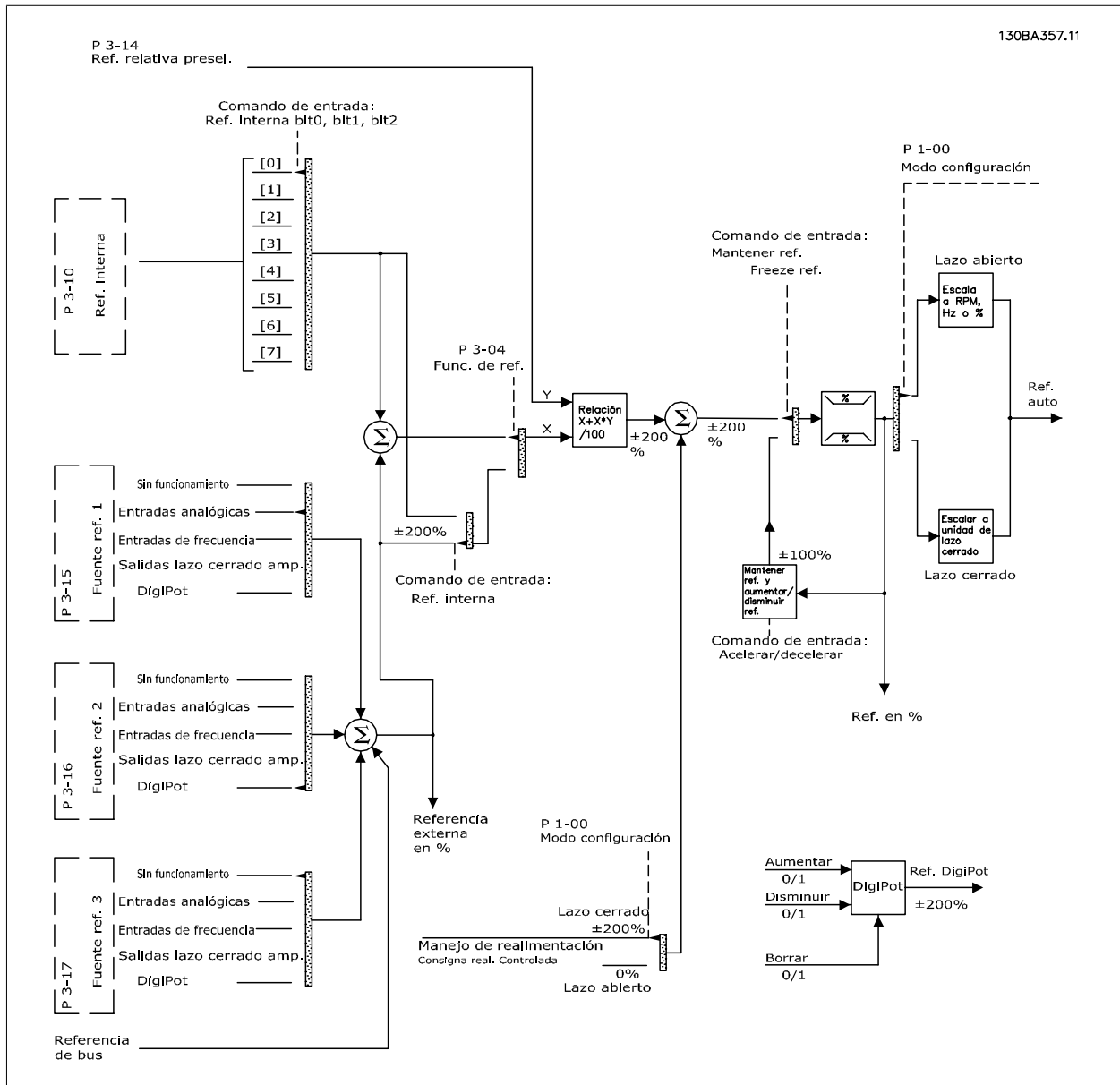


### 2.8.7 Manejo de referencias

Detalles para el funcionamiento en lazo abierto y en lazo cerrado.

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

2



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 *Fuente 1 de referencia*, par. 3-16 *Fuente 2 de referencia* y par. 3-17 *Fuente 3 de referencia*). Digipot es un potenciómetro digital. También es denominado habitualmente Control de aceleración/ deceleración o Control de coma flotante. Para configurarlo, se programa una entrada digital para aumentar la referencia, mientras otra entrada digital se programa para disminuir la referencia. Puede utilizarse una tercera entrada digital para reiniciar la referencia del Digipot. Todos los recursos de referencias y la referencia de bus se suman para producir la Referencia externa total. Como referencia activa puede seleccionarse la referencia externa, la referencia interna o la suma de las dos. Finalmente, esta referencia puede escalarse utilizando par. 3-14 *Referencia interna relativa*.

La referencia escalada se calcula de la siguiente forma:

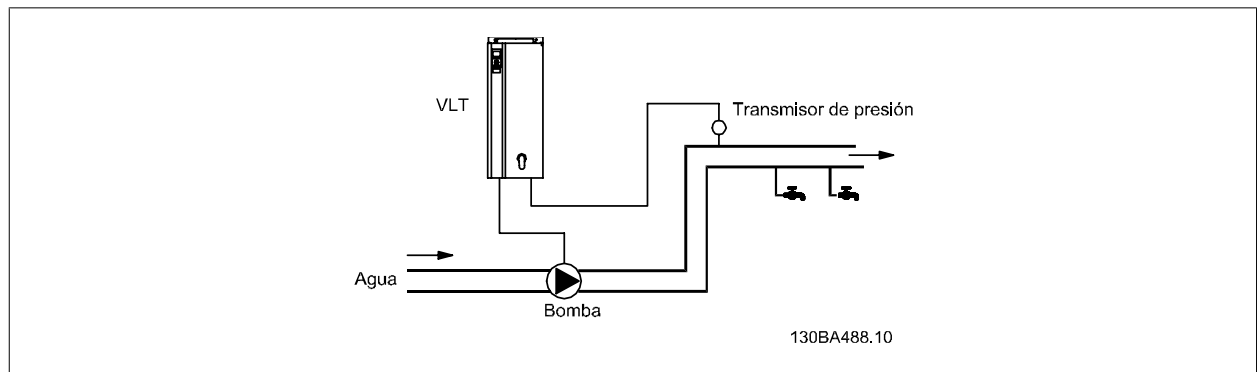
$$Referencia = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

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

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

### 2.8.8 Ejemplo de control PID de lazo cerrado.

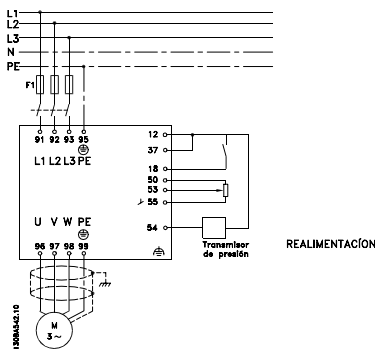
A continuación podemos ver un ejemplo de un Control de lazo cerrado para una aplicación de bomba de refuerzo de presión.



En un sistema de distribución de agua, la presión debe mantenerse a un valor constante. La presión deseada (consigna) se ajusta entre 0 y 10 bar utilizando un potenciómetro de 0-10 voltios, o puede ajustarse mediante un parámetro. El sensor de presión tiene un rango de 0 a 10 bar 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.

2

1. Arranque/parada mediante el interruptor conectado entre los terminales 12 (+24 V) y 18.
2. Referencia de presión mediante un potenciómetro (0-10 bar, 0-10 V) conectado a los terminales 50 (+10 V), 53 (entrada) y 55 (común).
3. Realimentación de presión por transmisor (0-10 bar, 4-20 mA) conectado al terminal 54. Interruptor S202 tras el Panel de control local ajustado a Sí (entrada de intensidad).



NB. DEBE CONECTARSE UNA PANTALLA PARA LOS CABLES DE CONTROL AL TERMINAL 58 O 61.  
NB. TODOS LOS AJUSTES SE BASAN EN LOS VALORES DE FÁBRICA. SOLO HAY QUE SELECCIONAR ESTOS PARÁMETROS:  
POTENCIA MOTOR PAR. 103  
TENSIÓN MOTOR PAR. 104  
FRECUENCIA MOTOR PAR. 105  
INTENSIDAD MOTOR PAR. 107

### 2.8.9 Orden de programación

Función	Nº par.	Ajuste
<b>1) Asegúrese de que el motor funcione correctamente. Haga lo siguiente:</b>		
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 usando los datos de la placa de características.	1-2*	En función de las especificaciones de la placa de características del motor
Ejecute una Adaptación automática del motor.	1-29	Act. AMA completo [1] y ejecute luego la función AMA.
<b>2) Compruebe que el motor esté girando en la dirección adecuada.</b>		
Pulse la tecla "Hand On" del LCP y la tecla ^ para que el motor gire despacio. Compruebe que el motor gire en la dirección correcta.		Si el motor gira en la dirección indebida, desconecte temporalmente la alimentación e invierta dos de las fases del motor.
<b>3) Asegúrese de que los límites del convertidor de frecuencia están ajustados a valores seguros.</b>		
Compruebe que los ajustes de rampa se encuentren dentro de las posibilidades del convertidor de frecuencia y que cumplan las especificaciones permitidas 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, Mínima velocidad motor 50 Hz, Máxima velocidad motor 50 Hz, Máxima frecuencia de salida del convertidor
Cambie de lazo abierto a lazo cerrado.	1-00	Lazo cerrado [3]
<b>4) Configure la realimentación al controlador PID.</b>		
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	Bar [71]
<b>5) configure la referencia de consigna para el controlador PID.</b>		
Ajuste unos límites aceptables para la consigna de referencia.	3-02 3-03	0 bar 10 Bar
Establezca la Entrada analógica 53 como Fuente 1 de referencia.	3-15	Entrada analógica 53 [1] (predeterminada)
<b>6) escale las entradas analógicas empleadas como consigna de referencia y realimentación.</b>		
Escale la Entrada analógica 53 para el rango de presión del potenciómetro (0 - 10 bar, 0-10 V).	6-10 6-11 6-14 6-15	0 V 10 V (predeterminado) 0 bar 10 Bar
Escale la Entrada analógica 54 para el sensor de presión (0 - 10 bar, 4-20 mA)	6-22 6-23 6-24 6-25	4 mA 20 mA (predeterminado) 0 bar 10 Bar
<b>7) Ajuste los parámetros del controlador PID</b>		
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.
<b>8) Procedimiento finalizado</b>		
Guarde los ajustes de los parámetros en el LCP para mantenerlos a salvo	0-50	Trans. LCP tod. par. [1]

### 2.8.10 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.

### 2.8.11 Ajuste manual del PID

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). La función diferencial sólo debe emplearse cuando el ajuste de la ganancia proporcional y del tiempo integral se hayan optimizado por completo. Compruebe que las oscilaciones de la señal de realimentación están suficientemente amortiguadas por el filtro de paso bajo para la señal de realimentación (par 6-16, 6-26, 5-54 ó 5-59, según se necesite).

## 2.9 Aspectos generales de la EMC

### 2.9.1 Aspectos generales de las emisiones EMC

2

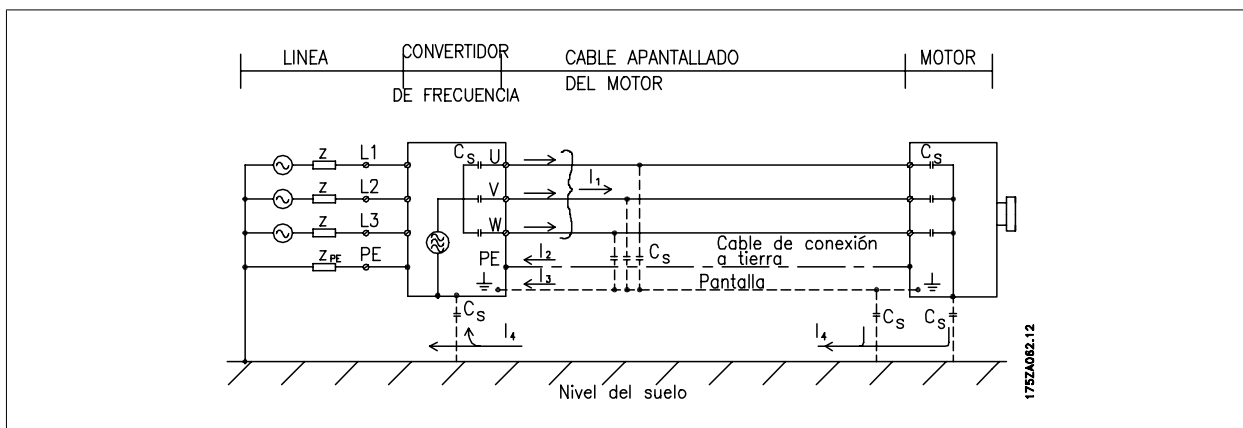
Normalmente aparecen interferencias eléctricas a frecuencias en el rango de 150 kHz a 30 MHz. Las interferencias generadas por el convertidor y transmitidas por el aire, con frecuencias en el rango de 30 MHz a 1 GHz, tienen su origen en el inversor, el cable del motor y el motor.

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. Puesto que la corriente de fuga ( $I_1$ ) es reconducida a la unidad a través de la pantalla ( $I_3$ ), en principio sólo habrá un pequeño campo electromagnético ( $I_4$ ) desde el cable de motor apantallado, conforme a la figura siguiente.

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). Dichas espirales aumentan la impedancia de la pantalla a las frecuencias superiores, lo que reduce el efecto de pantalla y aumenta la corriente de fuga ( $I_4$ ).

Si se emplea un cable apantallado para el 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

De acuerdo a los estándares EMC de producto para convertidores de frecuencia de velocidad ajustable, EN/IEC61800-3:2004, los requisitos de EMC dependen del uso al que esté destinado el convertidor de frecuencia. Hay cuatro categorías definidas en la norma de productos EMC. Las definiciones de las cuatro categorías, junto con los requerimientos en materia de emisiones de la línea de red, se proporcionan en la tabla siguiente:

Categoría	Definición	Requisito en materia de emisiones realizado conforme a los límites indicados en la EN55011
C1	convertidores de frecuencia instalados en el primer ambiente (hogar y oficina) con una tensión de suministro menor a 1000 V.	Clase B
C2	convertidores de frecuencia instalados en el primer ambiente (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 ambiente (industrial) con una tensión de suministro inferior a 1000 V.	Clase A, grupo 2
C4	convertidores de frecuencia instalados en el segundo ambiente 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 ambiente (doméstico y oficina)	Norma de emisiones para entornos residenciales, comerciales e industria ligera EN/IEC61000-6-3.	Clase B
Segundo ambiente (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)

2

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	Tipo de fase	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:	S / T	EN 55011 Clase A2	EN 55011 Clase A1	EN 55011 Clase B	EN 55011 Clase A1	EN 55011 Clase B
<b>H1</b>		metros	metros	metros		
1,1-22 kW 220-240 V	<b>S2</b>	150	150	50	Sí	No
0,25-45 kW 200-240 V	<b>T2</b>	150	150	50	Sí	No
7,5-37 kW 380-480 V	<b>S4</b>	150	150	50	Sí	No
0,37-90 kW 380-480 V	<b>T4</b>	150	150	50	Sí	No
<b>H2</b>						
1,1-22 kW 220-240 V	<b>S2</b>	25	No	No	No	No
0,25-3,7 kW 200-240 V	<b>T2</b>	5	No	No	No	No
5,5-45 kW 200-240 V	<b>T2</b>	25	No	No	No	No
0,37-7,5 kW 380-480 V	<b>T4</b>	5	No	No	No	No
7,5-37 kW 380-480 V	<b>S4</b>	25	No	No	No	No
11-90 kW 380-480 V	<b>T4</b>	25	No	No	No	No
110-1000 kW 380-480 V	<b>T4</b>	50	No	No	No	No
0,75-90 kW 525-600 V	<b>T6</b>	150	No	No	No	No
11-90 kW 525-690 V	<b>T7</b>	Sí	No	No	No	No
45-1200 kW 525-690 V	<b>T7</b>	150	No	No	No	No
<b>H3</b>						
0,25-45 kW 200-240 V	<b>T2</b>	75	50	10	Sí	No
0,37-90 kW 380-480 V	<b>T4</b>	75	50	10	Sí	No
<b>H4</b>						
110-1000 kW 380-480 V	<b>T4</b>	150	150	No	Sí	No
11-90 kW 525-690 V	<b>T7</b>	No	Sí	No	Sí	No
45-400 kW 525-690 V	<b>T7</b>	150	30	No	No	No
<b>Hx</b>						
0,75-90 kW 525-600 V	<b>T6</b>	-	-	-	-	-

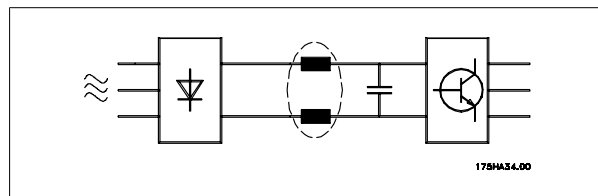
Tabla 2.1: Resultados de las pruebas de EMC (emisión)

### 2.9.4 Aspectos generales de la emisión de armónicos

Un convertidor de frecuencia acepta una intensidad no senoidal de la red eléctrica, que aumenta la intensidad de entrada  $I_{RMS}$ . Una corriente no senoidal es transformada por medio de un análisis Fourier y separada en corrientes de onda senoidal con diferentes frecuencias, es decir, con diferentes corrientes armónicas  $I_N$  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 rectificadora, 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.

**¡NOTA!**  
 Para asegurar corrientes armónicas bajas, el convertidor de frecuencia tiene bobinas de circuito intermedio de forma estándar. Esto normalmente reduce la corriente de entrada I<sub>RMS</sub> en un 40%.

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

$$THD \% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2} \quad (U_N \% \text{ de } U)$$

**2.9.5 Requisitos en materia de emisión de armónicos**

Equipos conectados a la red pública de suministro eléctrico.

**Opciones: Definición:**

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

**2.9.6 Resultados de la prueba de armónicos (emisión)**

	Corriente armónica individual I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%)				Factor de destino de intensidad de armónicos (%)	
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>	THD	PWHD
Límite real (típico)	40	20	10	8	46	45
para R <sub>sce</sub> ≥ 120	40	25	15	10	48	46

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

Tabla 4, R<sub>sce</sub> >= 120, THD <= 48% y PWHD >=46% siempre que la potencia de cortocircuito del suministro S<sub>sc</sub> sea superior o igual a :

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

en el punto de conexión entre el suministro del usuario y la red pública.

Es responsabilidad del instalador o del usuario del equipo asegurar, mediante consulta con la compañía de distribución si fuera necesario, que el equipo está conectado sólo a un suministro con una potencia de cortocircuito S<sub>sc</sub> superior o igual a la especificada arriba.  
 n Es posible conectar otros tamaños de potencia a la red eléctrica pública previa consulta con la compañía distribuidora operadora de la red.

## 2.10 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.

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 radia- do 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 <sub>RMS</sub>
Motor	4 kV MC	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Freno	4 kV MC	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Carga compartida	4 kV MC	4 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Cables de control	2 kV MC	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Bus estándar	2 kV MC	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Cables de relé	2 kV MC	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Opciones de bus de campo y de aplicación	2 kV MC	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Cable LCP	2 kV MC	2 kV/2 Ω <sup>1)</sup>	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
CC externa 24 V	2 kV MC	0,5 kV/2 Ω MD 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V <sub>RMS</sub>
Protección	—	—	8 kV DA 6 kV CC	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

## 2.11 Aislamiento galvánico (PELV)

### 2.11.1 PELV - Tensión protectora extra baja

PELV ofrece protección mediante un voltaje muy bajo. 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 la conexión a tierra en triángulo por encima de 400 V).

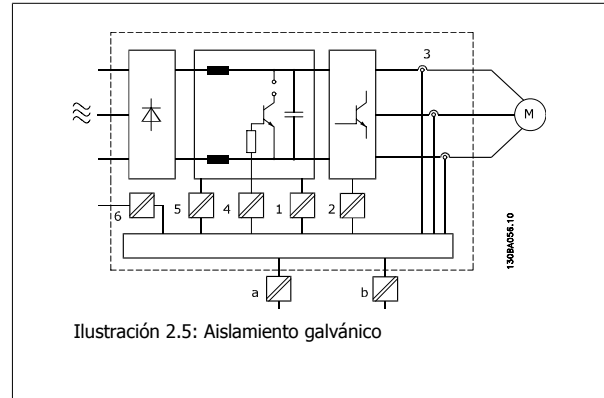
El aislamiento galvánico (garantizado) se consigue cumpliendo los requisitos relativos a un mayor aislamiento, y proporcionando las distancias necesarias en los circuitos. Estos requisitos se describen en la norma EN 61800-5-1.

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

El aislamiento galvánico PELV puede mostrarse en 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 del circuito intermedio.
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.



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 en altitudes elevadas:**  
 380 - 500 V, protecciones A, B y C: para altitudes por encima de 2 km, póngase en contacto con Danfoss en relación con PELV.  
 380 - 500 V, protección D, E y F: para altitudes por encima de 3 km, póngase en contacto con Danfoss en relación con PELV.  
 525 - 690 V: para altitudes por encima de 2 km, póngase en contacto con Danfoss en relación con PELV.

## 2.12 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 el tiempo indicado en la sección *Precauciones de seguridad*.  
 Sólo se permite un intervalo de tiempo inferior 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 la conexión a tierra (terminal 95), la sección del cable debe ser de al menos 10 mm<sup>2</sup> o de dos cables a tierra de sección estándar con terminaciones independientes.

**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) para protección en caso de contacto directo o indirecto, sólo debe utilizarse un RCD de tipo B en la alimentación de este producto. En caso contrario, se deberá aplicar otra medida de protección, como una separación del entorno mediante aislamiento doble o reforzado o mediante el aislamiento del sistema de alimentación utilizando un transformador. Consulte también la nota sobre la aplicación RCD Nº MN.90.GX.02.

La puesta a tierra para protección del convertidor de frecuencia y la utilización de relés diferenciales RCD debe realizarse siempre conforme a las normas nacionales y locales.

## 2.13 Control con la función de freno

### 2.13.1 Selección de la Resistencia de freno

2

En determinadas aplicaciones, por ejemplo en centrifugadoras, es deseable poder detener el motor más rápidamente de lo que se puede conseguir 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.

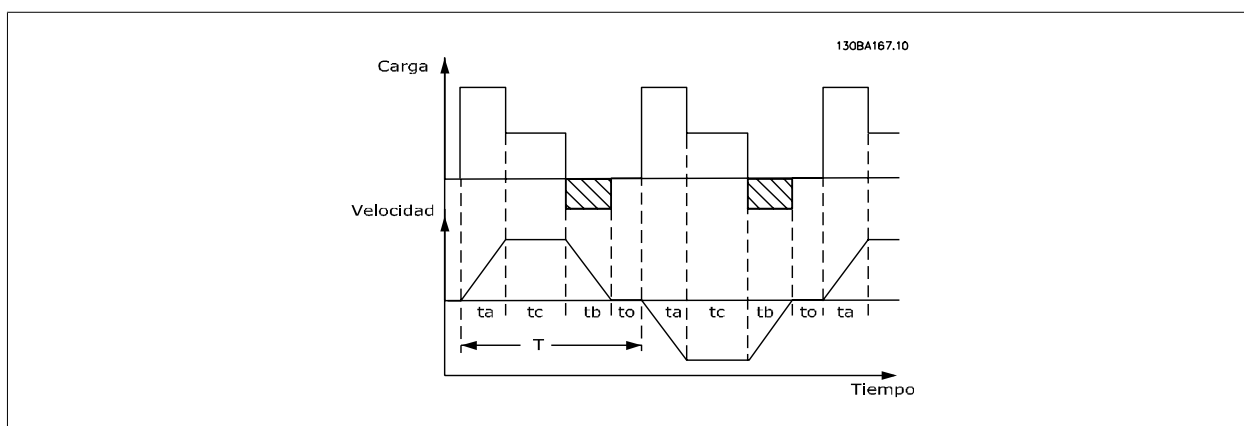
Si no se conoce la cantidad de energía cinética transferida a la resistencia en cada periodo de frenado, la potencia media puede ser calculada a partir del tiempo de ciclo y del tiempo de frenado, también llamado ciclo de trabajo intermitente. El ciclo de trabajo intermitente de la resistencia es un 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:

$$\text{Ciclo de trabajo} = t_b/T$$

T = duración 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 ciclo de trabajo del 5, del 10 y del 40 %, adecuadas para su uso con los convertidores de frecuencia de la serie FC202 AQUA. 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).

### 2.13.2 Control con Función de freno

El freno está protegido contra cortocircuitos en la resistencia de freno y el transistor de freno está controlado para garantizar la detección de cortocircuitos en el transistor. Puede utilizarse una salida digital/de relé para proteger 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 asegurar que no se supera el límite seleccionado en el par. 2-12 *Límite potencia de freno (kW)*. En par. 2-13 *Control. Potencia freno*, seleccione la función que se realizará cuando la potencia que se transmite a la resistencia de freno sobrepase el límite ajustado en par. 2-12 *Límite potencia de freno (kW)*.



**¡NOTA!**

El control de la potencia de freno no es una función de seguridad; se necesita un interruptor térmico para dicha función. El circuito de resistencia del freno no tiene protección de fugas a tierra.

En el par. 2-17 *Control de sobretensión* puede seleccionarse *Control de sobretensión (OVC)* (excluyendo la resistencia de freno) como función de freno alternativa. Esta función está activada para todas las unidades. Permite evitar una desconexión si aumenta la tensión de bus 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.

## 2.14 Control de freno mecánico

### 2.14.1 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.

## 2.15 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 actúa como generador.

#### Esto ocurre en los siguientes casos:

1. La carga arrastra al motor, es decir, la carga genera energía.
2. Durante la deceleración ("rampa de deceleración") si el momento de inercia es alto, la fricción es pequeña y el tiempo de deceleración es demasiado corto para que la energía se disipe como pérdida en el convertidor, 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 los transistores y los 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.

### Temperatura elevada

La temperatura ambiente elevada puede sobrecalentar el convertidor de frecuencia.

### 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<sup>plus</sup>

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.

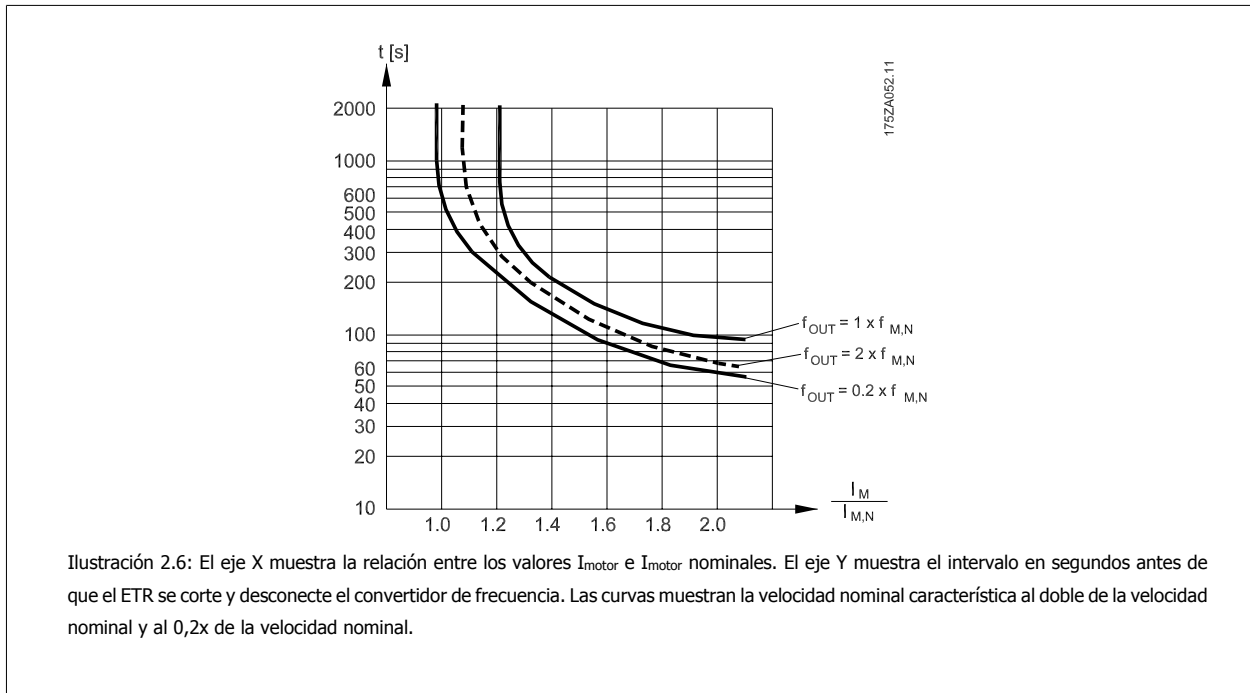
Si la sobrecarga es excesiva, puede producirse una intensidad que provoque una desconexión del convertidor de frecuencia después de unos 5-10 segundos.

El tiempo de funcionamiento dentro del límite de par se limita (0-60 s) en el par. 14-25.

### 2.15.1 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 bimetálico basado en mediciones internas. Las características se muestran en la siguiente figura:

2

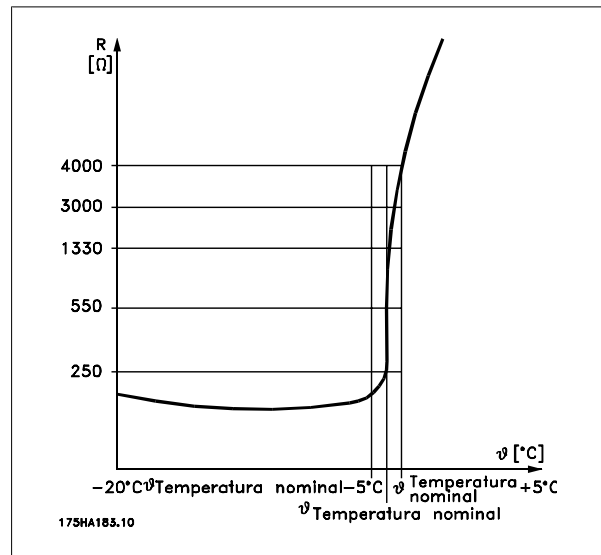


Se ve claro que a una velocidad inferior, el ETR se desconecta con un calentamiento inferior debido a un menor enfriamiento del motor. De ese modo, el motor queda protegido frente a un posible sobrecalentamiento, incluso a baja velocidad. La función ETR calcula la temperatura del motor basándose en la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

El valor de desconexión del termistor es  $> 3\text{ k}\Omega$ .

Integrar 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 termoelectrónico (ETR).

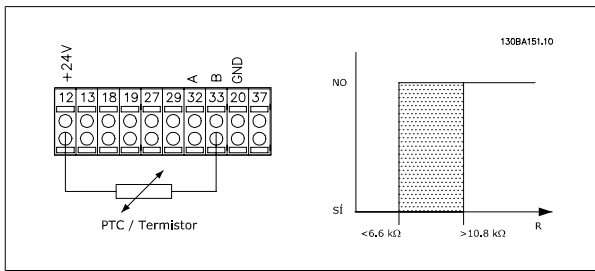


Uso de una entrada digital y 24 V como fuente de alimentación:  
Ejemplo: El convertidor de frecuencia se desconecta cuando la temperatura del motor es demasiado alta.

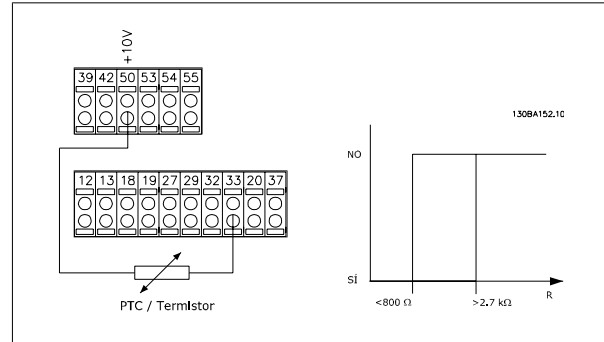
Ajustes de parámetros:

Ajustar par. 1-90 *Protección térmica motor* en *Descon. termistor* [2]

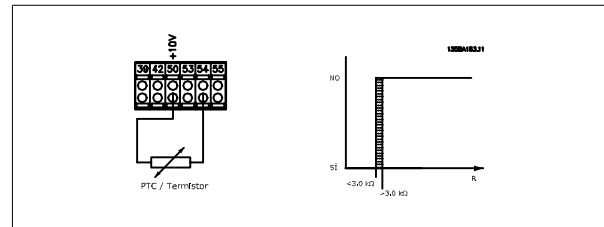
Ajustar par. 1-93 *Fuente de termistor* en *Entrada Digital 33* [6]



Uso de 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 par. 1-90 *Protección térmica motor* en *Descon. termistor* [2]  
 Ajustar par. 1-93 *Fuente de termistor* en *Entrada Digital 33* [6]



Uso de 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 par. 1-90 *Protección térmica motor* en *Descon. termistor* [2]  
 Ajustar par. 1-93 *Fuente de termistor* en *Entrada analógica 54* [2]  
 No seleccione una fuente de referencia.



Entrada	Tensión de alimentación	Umbral
Digital/Analógica	Voltios	Valores de desconexión
Digital	24 V	$< 6,6 \text{ k}\Omega - > 10,8 \text{ k}\Omega$
Digital	10 V	$< 800 \Omega - > 2,7 \text{ k}\Omega$
Analógica	10 V	$< 3,0 \text{ k}\Omega - > 3,0 \text{ k}\Omega$

**¡NOTA!**  
 Compruebe que la tensión de alimentación seleccionada cumple las especificaciones del elemento termistor utilizado.

**Resumen**

Con la función de límite de par, el motor queda protegido ante sobrecargas, independientemente de la velocidad. Con el sistema ETR, el motor tiene protección contra 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. y se controla en el par. 4-16 *Modo motor límite de par*. El intervalo anterior a la advertencia de límite de par desactiva el convertidor de frecuencia y se ajusta en el par. 14-25 *Retardo descon. con lím. de par*.

## 2.15.2 Funcionamiento de parada de seguridad (opcional)

El FC 202 puede llevar a cabo la Función de Seguridad "Parada incontrolada por corte de energía" (como se indica en el borrador IEC 61800-5-2) o Parada Categoría 0 (tal como se indica 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 de seguridad".

Antes de la integración y el uso de la parada de seguridad del FC 202 en una instalación, se debe llevar a cabo un análisis completo de los riesgos en dicha instalación para decidir si la funcionalidad de la parada de seguridad y la categoría de seguridad del FC 202 son apropiadas y suficientes.

La función Parada de seguridad se activa eliminando la tensión en el Terminal 37 del Inversor de seguridad. Si se conecta el inversor de seguridad a dispositivos externos de seguridad que proporcionan un relé de seguridad, puede obtenerse una instalación para una parada de seguridad de Categoría 1. La función Parada de seguridad del FC 202 puede utilizarse con motores síncronos y asíncronos.



La activación de la parada de seguridad (es decir, la retirada del suministro de tensión de 24 V CC al terminal 37) no proporciona seguridad eléctrica.



**¡NOTA!**

La función Parada de seguridad del FC 202 puede utilizarse con motores síncronos y asíncronos. Puede suceder que se produzcan dos fallos en el semiconductor de potencia del convertidor de frecuencia. Esto puede provocar una rotación residual si se utilizan motores síncronos. La rotación puede calcularse así:  $\text{ángulo} = 360 / (\text{número de polos})$ . La aplicación que usa motores síncronos debe tener esto en cuenta y garantizar que no se trate de un problema crítico de seguridad. Esta situación no es relevante para los motores asíncronos.



**¡NOTA!**

Para usar la función de Parada de seguridad de acuerdo con los requisitos de la Categoría 3 de la norma EN-954-1, la instalación de dicha función debe cumplir varias condiciones. Para más información, consulte la sección *Instalación de la parada de seguridad*.



**¡NOTA!**

El convertidor de frecuencia no proporciona una protección en relación a la seguridad contra el suministro de tensión involuntario o malintencionado al terminal 37 y el posterior reinicio. Proporcione esta protección a través del dispositivo de interrupción, a nivel de aplicación o a nivel organizativo.

Para más información, consulte la sección *Instalación de parada de seguridad*.



## 3 Selección de VLT AQUA

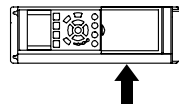
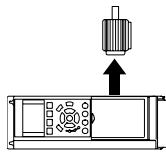
### 3.1 Especificaciones generales



### 3.1.1 Alimentación de red 1 x 200 - 240 V CA

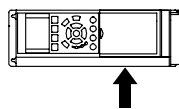
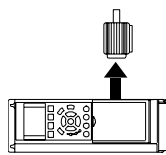
#### Alimentación de red 1 x 200 - 240 V CA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Convertidor de frecuencia	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P15K0	P22K0
Salida típica en el eje [kW]	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	15	22
Salida típica de eje [CV] a 240 V	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9	7,5	10	20	30
IP 20 / Chasis	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
IP 21 / NEMA 1	-	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
IP 55 / NEMA 12	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
IP 66	A5	B1	B1	B1	B1	B1	B2	C1	C2
<b>Intensidad de salida</b>									
Continua (3 x 200-240 V) [A]	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7	24,2	30,8	59,4	88
Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	7,3	8,3	11,7	13,8	18,4	26,6	33,4	65,3	96,8
Continua kVA (208 V CA) [kVA]						5,00	6,40	12,27	18,30
Tamaño máx. de cable: (red, motor, freno) [[mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>			0,2-4 / 4-10			10/7	35/2	50/1/0	95/4/0
<b>Intensidad de entrada máxima</b>									
Continua (1 x 200-240 V) [A]	12,5	15	20,5	24	32	46	59	111	172
Intermitente (1 x 200-240 V) [A]	13,8	16,5	22,6	26,4	35,2	50,6	64,9	122,1	189,2
Fusibles previos máx. <sup>1)</sup> [A]	20	30	40	40	60	80	100	150	200
Ambiente									
Pérdida estimada de potencia a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	44	30	44	60	74	110	150	300	440
Peso protección IP 20 [kg]	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso protección IP 21 [kg]	-	23	23	23	23	23	27	45	65
Peso protección IP 55 [kg]	-	23	23	23	23	23	27	45	65
Peso protección IP 66 [kg]	-	23	23	23	23	23	27	45	65
Rendimiento <sup>3)</sup>	0,968	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98



### 3.1.2 Alimentación de red 3 x 200 - 240 V CA

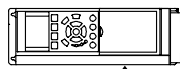
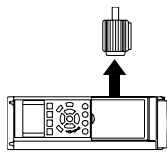
<b>Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto</b>											
IP20 / Chasis NEMA	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3
IP21 / NEMA 1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3
IP55 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
IP66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
<b>Alimentación de red 200 - 240 V CA</b>											
Convertidor de frecuencia	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7		
Salida típica en el eje [kW]	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	3,7		
Salida típica en el eje [CV] a 208 V	0,25	0,37	0,55	0,75	1,5	2,0	2,9	4,0	4,9		
<b>Intensidad de salida</b>											
	1,8	2,4	3,5	4,6	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7		
Continua (3 x 200-240 V) [A]											
Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	1,98	2,64	3,85	5,06	7,26	8,3	11,7	13,8	18,4		
Continua kVA (208 V CA) [kVA]	0,65	0,86	1,26	1,66	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00		
Tamaño máx. de cable: (red, motor, freno) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	0,2 - 4 mm <sup>2</sup> / 4 - 10 AWG										
<b>Intensidad de entrada máxima</b>											
Continua (3 x 200-240 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,1	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0		
Intermitente (3 x 200-240 V) [A]	1,7	2,42	3,52	4,51	6,5	7,5	10,5	12,4	16,5		
Fusibles previos máx. <sup>1)</sup> [A]	10	10	10	10	20	20	20	32	32		
Ambiente											
Pérdida de potencia estimada a la carga máxima especificada [W] <sup>4)</sup>	21	29	42	54	63	82	116	155	185		
Peso protección IP20 [kg]	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6		
Peso protección IP21 [kg]	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5		
Peso protección IP55 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5		
Peso protección IP66 [kg]	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5		
Rendimiento <sup>3)</sup>	0,94	0,94	0,95	0,95	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**

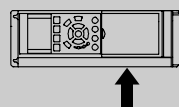
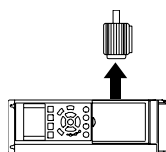
	B3	B3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	B4	C3	C3	C3	C4	C4
IP20 / Chasis NEMA	B3	B3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	B4	C3	C3	C3	C4	C4
(B3+4 y C3+4 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión (póngase en contacto con Danfoss))	B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP21 / NEMA 1	B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP55 / NEMA 12	B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
IP66	B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2
Convertidor de frecuencia	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P25K	P30K	P37K	P45K	P53K	P61K	P70K	P80K
Salida típica en el eje [kW]	5,5	7,5	11	15	18,5	22	25	30	37	45	53	61	70	80
Salida típica en el eje [CV] a 208 V	7,5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100
<b>Intensidad de salida</b>														
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) [mm <sup>2</sup> /AWG] <sup>2)</sup>		10/7		35/2		50/1/0		95/4/0					120/250	mcm
<b>Intensidad de entrada máxima</b>														
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. <sup>1)</sup> [A]	63	63	63	80	125	125	160	200	250					
Ambiente:														
Pérdida de potencia estimada a la carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	269	310	447	602	737	845	1140	1353	1636					
Peso protección IP20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	35	35	50	50					
Peso protección IP21 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	65	65					
Peso protección IP55 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	65	65					
Peso protección IP66 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	65	65					
Rendimiento <sup>3)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97					



### 3.1.3 Alimentación de red 1 x 380 - 480 V CA

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

Convertidor de frecuencia	P7K5	P11K	P18K	P37K
Salida típica en el eje [kW]	7,5	11	18,5	37
Salida típica de eje [CV] a 460 V	10	15	25	50
IP 21 / NEMA 1	B1	B2	C1	C2
IP 55 / NEMA 12	B1	B2	C1	C2
IP 66	B1	B2	C1	C2
<b>Intensidad de salida</b>				
Continua (3 x 380-440 V) [A]	16	24	37,5	73
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	17,6	26,4	41,2	80,3
Continua (3 x 441-480 V) [A]	14,5	21	34	65
Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	15,4	23,1	37,4	71,5
kVA continuos (400 V CA) [kVA]	11,0	16,6	26	50,6
kVA continuos (460 V CA) [kVA]	11,6	16,7	27,1	51,8
Tamaño máx. de cable: (red, motor, freno) [[mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	10/7	35/2	50/1/0	120/4/0
<b>Intensidad de entrada máxima</b>				
Continua (1 x 380-440 V) [A]	33	48	78	151
Intermitente (1 x 380-440 V) [A]	36	53	85,8	166
Continua (1 x 441-480 V) [A]	30	41	72	135
Intermitente (1 x 441-480 V) [A]	33	46	79,2	148
Fusibles previos máx. <sup>1)</sup> [A]	63	80	160	250
Ambiente				
Pérdida estimada de potencia a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	300	440	740	1480
Peso protección IP21 [kg]	23	27	45	65
Peso protección IP 55 [kg]	23	27	45	65
Peso protección IP 66 [kg]	23	27	45	65
Rendimiento <sup>3)</sup>	0,96	0,96	0,96	0,96





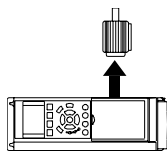
### 3.1.4 Alimentación de red 3 x 380 - 480 V CA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Convertidor de frecuencia

Salida típica en el eje [kW]	PK37	PK55	PK75	PK1K1	PK1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Salida típica de eje [CV] a 460 V	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
IP20 / Chasis NEMA	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,9	4,0	5,3	7,5	10
IP 21 / NEMA 1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
IP 55 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
IP 66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	AA	A5

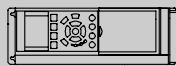
#### Intensidad de salida

Continua (3 x 380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	1,43	1,98	2,64	3,3	4,5	6,2	7,9	11	14,3	17,6
Continua (3 x 441-480 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	1,32	1,76	2,31	3,0	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4
kVA continuos (400 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11,0
kVA continuos (460 V CA) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Tamaño máx. de cable: [(mm <sup>2</sup> / AWG) <sup>2</sup> ]	4/10									

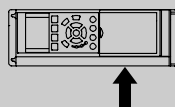
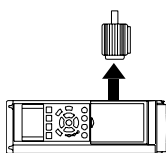


#### Intensidad de entrada máxima

Continua (3 x 380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	1,32	1,76	2,42	3,0	4,1	5,5	7,2	9,9	12,9	15,8
Continua (3 x 441-480 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13,0
Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	1,1	1,54	2,09	3,0	3,4	4,7	6,3	8,1	10,9	14,3
Fusibles previos máx. <sup>1)</sup> [A]	10	10	10	10	10	20	20	20	30	30
Ambiente										
Pérdida estimada de potencia a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Peso protección IP20 [kg]	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	6,6	6,6
Peso protección IP21 [kg]										
Peso protección IP55 [kg]	13,5	13,5	13,5	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	13,5	13,5	13,5	14,2	14,2
Rendimiento <sup>3)</sup>	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97



<b>Alimentación de red 3 x 380 - 480 V CA - Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto</b>													
Convertidor de frecuencia													
Salida típica en el eje [kW]													
	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K			
	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90			
Salida típica de eje [CV] a 460 V	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125			
IP20 / Chasis NEMA	B3	B3	B3	B4	B4	B4	C3	C3	C4	C4			
(B3+4 y C3+4 pueden convertirse a IP21 utilizando un kit de conversión (póngase en contacto con Danfoss))													
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	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C1	C1	C2	C2			
<b>Intensidad de salida</b>													
	24	32	37,5	44	61	73	90	106	147	177			
Continua (3 x 380-440 V) [A]													
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	26,4	35,2	41,3	48,4	67,1	80,3	99	117	162	195			
Continua (3 x 441-480 V) [A]	21	27	34	40	52	65	80	105	130	160			
Intermitente (3 x 441-480 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) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	10/7										35/2	120/4/0	120/4/0
<b>Intensidad de entrada máxima</b>													
Continua (3 x 380-440 V) [A]	22	29	34	40	55	66	82	96	133	161			
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	24,2	31,9	37,4	44	60,5	72,6	90,2	106	146	177			
Continua (3 x 441-480 V) [A]	19	25	31	36	47	59	73	95	118	145			
Intermitente (3 x 441-480 V) [A]	20,9	27,5	34,1	39,6	51,7	64,9	80,3	105	130	160			
Fusibles previos máx. <sup>3)</sup> [A]	63	63	63	63	80	100	125	160	250	250			
Ambiente													
Pérdida estimada de potencia a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	278	392	465	525	698	739	843	1083	1384	1474			
Peso protección IP20 [kg]	12	12	12	23,5	23,5	23,5	35	35	50	50			
Peso protección IP21 [kg]	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65			
Peso protección IP55 [kg]	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65			
Peso protección IP 66 [kg]	23	23	23	27	27	27	45	45	65	65			
Rendimiento <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	



**Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto**

Convertidor de frecuencia	P110	P132	P160	P200	P250	315	P400	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
Salida típica de eje [kW] a 400 V	110	132	160	200	250	315	400	450	500	560	630	710	800	1000
Salida típica de eje [CV] a 460 V	150	200	250	300	350	450	550	600	650	750	900	1000	1200	1350
IP 00	D3	D3	D4	D4	D4	E2	E2	E2	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
IP 21 / Nema 1	D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
IP 54 / Nema 12	D1	D1	D2	D2	D2	E1	E1	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4

**Intensidad de salida**

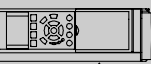
Continua (3 x 380-440 V) [A]	212	260	315	395	480	600	745	800	880	990	1120	1260	1460	1720
Intermitente (3 x 380-440 V) [A]	233	286	347	435	528	660	820	880	968	1089	1232	1386	1606	1892
Continua (3 x 441-480V) [A]	190	240	302	361	443	540	678	730	780	890	1050	1160	1380	1530
Intermitente (3 x 441-480V) [A]	209	264	332	397	487	594	746	803	858	979	1155	1276	1518	1683
kVA continuos (400 V CA) [kVA]	147	180	218	274	333	416	516	554	610	686	776	873	1012	1192
kVA continuos (460 V CA) [kVA]	151	191	241	288	353	430	540	582	621	709	837	924	1100	1219

Tamaño máx. de cable:

(motor,) [mm <sup>2</sup> / AWG <sup>2)</sup> ]	2x70	2x70	2x70	2x185	2x300 mcm	4x240	4x240	8x150	8x300 mcm	8x150	8x300 mcm	12x150	12x300 mcm
(red,) [mm <sup>2</sup> / AWG <sup>2)</sup> ]	2x70	2x70	2x70	2x185	2x300 mcm	4x240	4x240	8x150	8x300 mcm	8x150	8x300 mcm	12x150	12x300 mcm
(carga compartida) [mm <sup>2</sup> / AWG <sup>2)</sup> ]	2x70	2x70	2x70	2x185	2x300 mcm	4x240	4x240	8x150	8x300 mcm	8x150	8x300 mcm	12x150	12x300 mcm
(freno) [mm <sup>2</sup> / AWG <sup>2)</sup> ]	2x70	2x70	2x70	2x185	2x300 mcm	4x240	4x240	8x150	8x300 mcm	8x150	8x300 mcm	12x150	12x300 mcm

**Intensidad de entrada máxima**

Continua (3 x 380-440 V) [A]	204	251	304	381	463	590	733	787	857	964	1090	1227	1422	1675
Continua (3 x 441-480V) [A]	183	231	291	348	427	531	667	718	759	867	1022	1129	1344	1490
Fusibles previos máx. <sup>1)</sup> [A]	300	350	400	500	630	700	900	900	1600	1600	2000	2000	2500	2500



Ambiente:

Pérdida estimada de potencia a 400 V CA a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	3234	3782	4213	5119	5893	6790	8879	9670	10647	12338	13201	15436	18084	20358
Pérdida estimada de potencia a 460 V CA a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	2947	3665	4063	4652	5634	6082	8089	8803	9414	11006	12353	14041	17137	17752
Peso protección IP 00 [kg]	82	91	112	123	138	221	236	277	-	-	-	-	-	-
Peso protección IP 21 [kg]	96	104	125	136	151	263	272	313	1004	1004	1004	1004	1246	1246
Peso protección IP 54 [kg]	96	104	125	136	151	263	272	313	1299	1299	1299	1299	1541	1541
Rendimiento <sup>3)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98	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 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.

LCP y los consumos de energía de la tarjeta de control se incluyen. La carga del cliente y las opciones adicionales pueden añadir hasta 30 vatios a las pérdidas. (Aunque normalmente sólo son 4 vatios extra por una tarjeta de control a plena carga o por cada opción en la ranura A o B).

Pese a que las mediciones se realizan con instrumentos del máximo nivel, debe admitirse una imprecisión en las mismas de +/- 5%.



### 3.1.5 Alimentación de red 3 x 525 - 600 V CA

Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto																		
Tamaño:	PK75	PK1K	PK1K5	PK2K	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Salida típica en el eje [kW]	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90
IP20 / Chasis NEMA	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	B2	C1	C1	C2	C2
IP 55 / NEMA 12	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2
IP 66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	B1	B1	B1	B2	B2	B2	C1	C1	C2	C2
<b>Intensidad de salida</b>																		
Continua (3 x 525-550 V) [A]	1,8	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	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]	1,7	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	3,0	4,3	5,4	6,7	9,9	12,1	20	24	30	37	45	57	68	91	110	144
Continua KVA (525 V CA) [kVA]	1,7	2,5	2,8	3,9	5,0	6,1	9,0	11,0	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100	130,5
Continua KVA (575 V CA) [kVA]	1,7	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 (red, motor, freno) [AWG] <sup>2)</sup> [mm <sup>2</sup> ]	24 - 10 AWG 0,2 - 4																	
<b>Intensidad de entrada máxima</b>																		
Continua (3 x 525-600 V) [A]	1,7	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	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. <sup>1)</sup> [A]	10	10	10	20	20	20	32	32	40	40	50	60	80	100	150	160	225	250
Ambiente:																		
Pérdida estimada de potencia a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	35	50	65	92	122	145	195	261	225	285	329	460	560	740	860	890	1020	1130
Peso [kg]:	6,5	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
Protección IP20	+0,97	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
Rendimiento <sup>4)</sup>																		

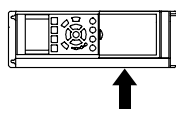
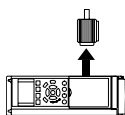


Tabla 3.1.: <sup>5)</sup> Motor y cable de alimentación: 300 mcm/150mm<sup>2</sup>

## 3.1.6 Alimentación de red 3 x 525 - 690 V CA

Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto												
Tamaño:	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 de eje [CV] a 575 V	10	16,4	20,1	24	33	40	50	60	75	100		
IP 21 / NEMA 1	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2		
IP 55 / NEMA 12	B2	B2	B2	B2	B2	C2	C2	C2	C2	C2		
<b>Intensidad de salida</b>												
Continua (3 x 525-550 V) [A]	14	19	23	28	36	43	54	65	87	105		
Intermitente (3 x 525-550 V) [A]	15,4	20,9	25,3	30,8	39,6	47,3	59,4	71,5	95,7	115,5		
Continua (3 x 551-690 V) [A]	13	18	22	27	34	41	52	62	83	100		
Intermitente (3 x 551-690 V) [A]	14,3	19,8	24,2	29,7	37,4	45,1	57,2	68,2	91,3	110		
Continua kVA (550 V CA) [kVA]	13,3	18,1	21,9	26,7	34,3	41	51,4	61,9	82,9	100		
Continua kVA (575 V CA) [kVA]	12,9	17,9	21,9	26,9	33,8	40,8	51,8	61,7	82,7	99,6		
kVA continuos (690 V CA) [kVA]	15,5	21,5	26,3	32,3	40,6	49	62,1	74,1	99,2	119,5		
Tamaño máx. de cable (red, motor, freno) [mm <sup>2</sup> ]/[AWG] <sup>2)</sup>			35 1/0					95 4/0				
<b>Intensidad de entrada máxima</b>												
Continua (3 x 525-690 V) [A]	15	19,5	24	29	36	49	59	71	87	99		
Intermitente (3 x 525-690 V) [A]	16,5	21,5	26,4	31,9	39,6	53,9	64,9	78,1	95,7	108,9		
Fusibles previos máx. <sup>1)</sup> [A]	60	60	60	60	60	150	150	150	150	150		
Ambiente:												
Pérdida estimada de potencia a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>	201	285	335	375	430	592	720	880	1200	1440		
Peso:												
IP21 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65		
IP55 [kg]	27	27	27	27	27	65	65	65	65	65		
Rendimiento <sup>4)</sup>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98		

Tabla 3.2: <sup>5)</sup> Motor y cable de alimentación: 300 mcm/150mm<sup>2</sup>

### 3.1.7 Alimentación de red 3 x 525 - 690 V CA

#### Sobrecarga normal del 110% durante 1 minuto

Convertidor de frecuencia	P45K	P55K	P75K	P90K	P110	P132	P160	P200	P250	P315	P400	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P900	P1M0	P1M2
Salida típica en el eje [kW]	45	55	75	90	110	132	160	200	250	315	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1200
Salida típica de eje [CV] a 575 V	50	60	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	650	750	950	1050	1150	1350
IP 00	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D4	D4	D4	D4	E2	E2	E2	E2	-	-	-	-	-
IP 21 / Nema 1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1	F1/F3 <sup>6)</sup>	F1/F3 <sup>6)</sup>	F1/F3 <sup>6)</sup>	F2/F4 <sup>6)</sup>	F2/F4 <sup>6)</sup>
IP 54 / Nema 12	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	E1	E1	E1	E1	F1/F3 <sup>6)</sup>	F1/F3 <sup>6)</sup>	F1/F3 <sup>6)</sup>	F1/F3 <sup>6)</sup>	F1/F3 <sup>6)</sup>

#### Intensidad de salida

Continua (3 x 550 V) [A]	56	76	90	113	137	162	201	253	303	360	418	470	523	596	630	763	889	988	1108	1317
Intermitente (3 x 550 V) [A]	62	84	99	124	151	178	221	278	333	396	460	517	575	656	693	839	978	1087	1219	1449
Continua (3 x 690 V) [A]	54	73	86	108	131	155	192	242	290	344	400	450	500	570	630	730	850	945	1060	1260
Intermitente (3 x 690 V) [A]	59	80	95	119	144	171	211	266	319	378	440	495	550	627	693	803	935	1040	1166	1386
kVA continuos (550 V CA) [kVA]	53	72	86	108	131	154	191	241	289	343	398	448	498	568	600	727	847	941	1056	1255
kVA continuos (575 V CA) [kVA]	54	73	86	108	130	154	191	241	289	343	398	448	498	568	627	727	847	941	1056	1255
kVA continuos (690 V CA) [kVA]	65	87	103	129	157	185	229	289	347	411	478	538	598	681	753	872	1016	1129	1267	1506

#### Tamaño máx. de cable:

(red) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x185	2x300 mcm	2x185	2x300 mcm	4x240	4x500 mcm	4x240	8x240	8x500 mcm	8x240	8x500 mcm	12x150	12x150
(Motor) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x185	2x300 mcm	2x185	2x300 mcm	4x240	4x500 mcm	4x240	8x240	8x500 mcm	8x240	8x500 mcm	12x300 mcm	12x300 mcm
(Freno) [mm <sup>2</sup> / AWG] <sup>2)</sup>	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x70	2x185	2x300 mcm	2x185	2x300 mcm	2x185	2x350 mcm	2x185	4x185	6x185	4x350 mcm	4x350 mcm	6x185	6x350 mcm

#### Intensidad de entrada máxima

Continua (3 x 550 V) [A]	60	77	89	110	130	158	198	245	299	355	408	453	504	574	607	743	866	962	1079	1282
Continua (3 x 575 V) [A]	58	74	85	106	124	151	189	224	286	339	390	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227
Continua (3 x 690 V) [A]	58	77	87	109	128	155	197	240	296	352	400	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227
Fusibles previos máx. red <sup>1)</sup> [A]	125	160	200	200	250	315	350	350	400	500	550	700	700	900	900	2000	2000	2000	2000	2000

#### Ambiente:

Pérdida estimada de potencia a 690 V CA	1458	1717	1913	2262	2662	3430	3612	4292	5156	5821	6149	6440	7249	8727	9673	11315	12903	14533	16375	19207
a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>																				
Pérdida estimada de potencia a 575 V CA	1398	1645	1827	2157	2533	2963	3430	4051	4867	5493	5852	6132	6903	8343	9244	10771	12272	13835	15592	18281
a carga máxima nominal [W] <sup>4)</sup>																				
Peso protección IP 00 [kg] <sup>6)</sup>	82	82	82	82	82	82	91	112	123	138	151	221	221	236	277	-	-	-	-	-
Peso protección IP 21 [kg] <sup>6)</sup>	96	96	96	96	96	96	104	125	136	151	165	263	263	272	313	1004	1004	1004	1246	1246
Peso protección IP 54 [kg] <sup>6)</sup>	96	96	96	96	96	96	104	125	136	151	165	263	263	272	313	1004	1004	1004	1246	1246
Rendimiento <sup>3)</sup>	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

<sup>1)</sup> Para el tipo de fusible, consulte la sección *Fusibles*

<sup>2)</sup> Diámetro de cable americano

<sup>3)</sup> obtenido utilizando 5 m de cable apantallado de motor con carga y frecuencia nominales

<sup>4)</sup> 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. LCP 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 son 4 [W] extra por una tarjeta de control a plena carga o por cada opción en la ranura A o B).

Aunque las mediciones se realizan con equipo de última tecnología, debe contarse con un cierto rango de imprecisión (+/- 5%).

<sup>6)</sup> Al añadir el armario opcional de protección F (con lo que se obtendrían los tamaños F3 y F4) se sumarían 295 kg al peso estimado.

## Protección y características:

- Protección térmica electrónica del motor frente a sobrecargas.
- El control de temperatura del disipador garantiza la desconexión del convertidor de frecuencia si la temperatura alcanza  $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . La señal de temperatura por sobrecarga no puede desactivarse hasta que la temperatura del disipador térmico se encuentre por debajo de  $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  (valores orientativos; estas temperaturas pueden variar para diferentes potencias, protecciones, etc.). El convertidor de frecuencia VLT AQUA tiene una función de reducción de potencia automática para evitar que su disipador de calor alcance los  $95\text{ °C}$ .
- El convertidor de frecuencia está protegido frente a cortocircuitos en los terminales U, V y W del motor.
- Si falta una fase de red, el convertidor de frecuencia se desconectará o emitirá una advertencia (en función de la carga).
- El control de 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.

## Alimentación de red (L1, L2, L3):

Tensión de alimentación	200-240 V $\pm 10\%$
Tensión de alimentación	380-480 V $\pm 10\%$
Tensión de alimentación	525-600 V $\pm 10\%$
Tensión de alimentación	525-690 V $\pm 10\%$

*Tensión de red baja / corte de red:*

*Durante un episodio de tensión de red baja o un corte en la alimentación, el convertidor de frecuencia continúa hasta que la tensión del circuito intermedio desciende por debajo del nivel de parada mínimo, que generalmente es del 15% por debajo de la tensión de alimentación nominal más baja del convertidor de frecuencia. No se puede esperar un arranque y un par completo con una tensión de red inferior al 10% por debajo de la tensión de alimentación nominal más baja del convertidor de frecuencia.*

Frecuencia de alimentación	50/60 Hz +4/-6%
----------------------------	-----------------

*La fuente de alimentación del convertidor de frecuencia se comprueba de acuerdo con la norma IEC61000-4-28, 50 Hz +4/-6%.*

Máximo desequilibrio transitorio entre fases de alimentación	3,0% de la tensión de alimentación nominal
Factor de potencia real ( $\lambda$ )	$\geq 0,9$ a la carga nominal
Factor de potencia ( $\cos \phi$ ) prácticamente uno	(> 0,98)
Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) $\leq$ protección tipo A	2 veces por min. como máximo
Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) $\geq$ protección tipo B, C	máximo 1 vez/min.
Conmutación en la alimentación de la entrada L1, L2, L3 (arranques) $\geq$ protección tipo D, E, F	máximo 1 vez cada 2 minutos
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 100,000 amperios simétricos RMS, 240/480 V como máximo.*

## Salida de 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

*\* Depende de la potencia*

## 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.*

*\*El porcentaje es con relación al par nominal del convertidor VLT AQUA.*

## Longitudes y secciones de cables:

Longitud máx. del cable de motor, apantallado/blindado	Convertidor VLT AQUA: 150 m
Longitud máxima del cable de motor, no apantallado/no blindado	Convertidor VLT AQUA: 300 m
Sección transversal máx. para motor, alimentación, carga compartida y freno*	
Sección máxima para los terminales de control, cable rígido	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Sección máxima para los terminales de control, cable flexible	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Sección máxima para los terminales de control, cable con núcleo recubierto	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Sección mínima para los terminales de control	0.25 mm <sup>2</sup>

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

Tarjeta de control, comunicación serie RS-485:

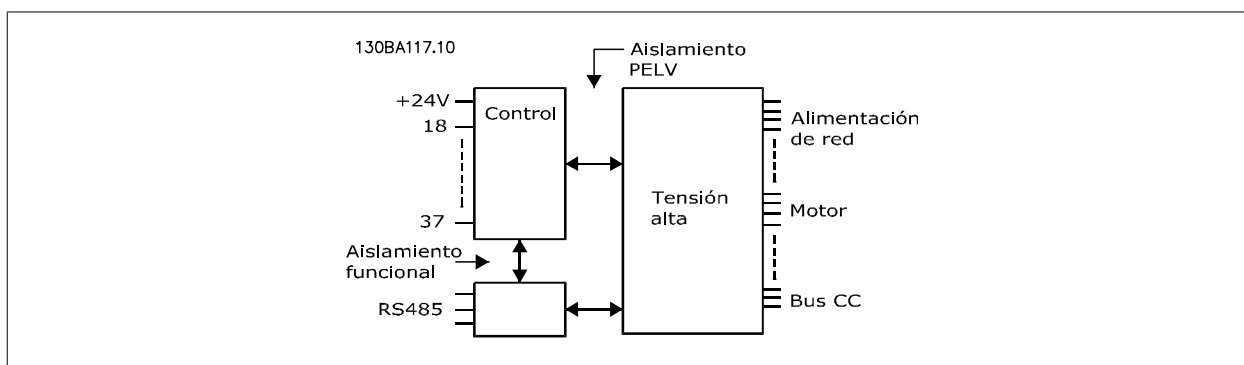
Núm. terminal	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
N.º de terminal 61	Común para los terminales 68 y 69

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

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 <sub>i</sub>	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 <sub>i</sub>	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.*



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.*

Entradas digitales:

Entradas digitales programables	4 (6)
Núm. terminal	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33,
Lógica	PNP o NPN
Nivel de tensión	0 - 24 V CC
Nivel de tensión, "0" lógico PNP	< 5 V CC
Nivel de tensión, "1" lógico PNP	> 10 V CC
Nivel de tensión, "0" lógico NPN	> 19 V CC
Nivel de tensión, "1" lógico NPN	< 14 V CC
Tensión máx. de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R <sub>i</sub>	aprox. 4 k

*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.*

## Salida digital:

Salidas digitales/de pulso programables	2
Núm. terminal	27, 29 <sup>1)</sup>
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.

## 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
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
<b>Nº de terminal del relé 01</b>	1-3 (desconexión), 1-2 (conexión)
Carga máx. del terminal (CA-1) <sup>1)</sup> en 1-3 (NC), 1-2 (NA) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) <sup>1)</sup> (Carga inductiva @ $\cos\phi$ 0,4):	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) <sup>1)</sup> en 1-2 (NA), 1-3 (NC) (Carga resistiva)	60 V CC, 1 A
Carga máx. del terminal (CC-13) <sup>1)</sup> (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
<b>Nº de terminal del relé 02</b>	4-6 (desconexión), 4-5 (conexión)
Carga máx. del terminal (CA-1) <sup>1)</sup> en 4-5 (NA) (Carga resistiva) <sup>2)3)</sup>	400 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) <sup>1)</sup> en 4-5 (NA) (Carga inductiva @ $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) <sup>1)</sup> en 4-5 (NA) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga máx. del terminal (CC-13) <sup>1)</sup> en 4-5 (NA) (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga máx. del terminal (CA-1) <sup>1)</sup> en 4-6 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15) <sup>1)</sup> en 4-6 (NC) (Carga inductiva @ $\cos\phi$ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) <sup>1)</sup> en 4-6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga máx. del terminal (CC-13) <sup>1)</sup> 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:

Tipo de protección A	IP20/Chasis, Kit IP21/Tipo 1, IP55/Tipo 12, IP66
Protección tipo B1/B2	IP21/Tipo 1, IP55/Tipo 12, IP66
Protección tipo B3/B4	IP20/Chasis
Protección tipo C1/C2	IP21/Tipo 1, IP55/Tipo 12, IP66
Protección tipo C3/C4	IP20/Chasis
Protección tipo D1/D2/E1	IP21/Tipo 1, IP54/Tipo 12
Protección tipo D3/D4/E2	IP00/Chasis
Kit de protección disponible ≤ protección tipo A	IP 21/TIPO 1/IP 4X parte superior
Prueba de vibración protección A/B/C	1,0 g
Prueba de vibración protección D/E/F	0,7 g
Humedad relativa máx.	5% - 95%(IEC 721-3-3; Clase 3K3 (no condensante) durante el funcionamiento
Entorno agresivo (IEC 721-3-3), sin revestimiento barnizado	clase 3C2
Entorno agresivo (IEC 721-3-3), barnizado	clase 3C3
Método de prueba conforme a IEC 60068-2-43 H2S (10 días)	
Temperatura ambiente	Máx. 50 °C

Reducción de potencia por alta temperatura ambiente, consulte 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	1.000 m
Altitud máxima sobre el nivel del mar con reducción de potencia	3.000 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 EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,
Normas EMC, inmunidad	EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

Consulte la sección de 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 está aislada galvánicamente de la protección a tierra. Utilice únicamente un ordenador portátil/PC aislado como conexión al conector USB del convertidor VLT AQUA o un cable/convertidor USB aislado.

## 3.2 Rendimiento

### Rendimiento del VLT AQUA ( $\eta_{VLT}$ )

La carga del convertidor de frecuencia apenas influye en su rendimiento. En general, el rendimiento es el mismo a la frecuencia nominal del motor  $f_{M,N}$ , tanto si el motor suministra el 100% del par nominal en el eje o sólo el 75%, es decir, en el caso de cargas parciales.

3

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 ( $\eta_{MOTOR}$ )

El rendimiento de un motor conectado al convertidor de frecuencia depende del nivel de magnetización. En general, el rendimiento es el mismo que si funcionara conectado a la red. El rendimiento del motor depende del tipo de motor.

En un rango del 75-100% del par nominal, el rendimiento del motor es prácticamente constante, tanto cuando lo controla el convertidor de frecuencia como cuando funciona con tensión de red.

En los motores pequeños, la influencia de la característica U/f sobre el rendimiento es mínima. Sin embargo, en motores a partir de 11 kW se obtienen ventajas considerables.

En general, la frecuencia de conmutación no afecta al rendimiento de los motores pequeños. Pero los motores de 11 kW y superiores obtienen un rendimiento mejorado (1-2%). Esto se debe a que la forma senoidal de la intensidad del motor es casi perfecta a frecuencias de conmutación elevadas.

### Rendimiento del sistema ( $\eta_{SISTEMA}$ )

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

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

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



### 3.3 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	59,4	70,5
B4	53	62,8
C1	52	62
C2	55	65
C3	56,4	67,3
C4	-	-
D1+D3	74	76
D2+D4	73	74
E1/E2 *	73	74
E1/E2 **	82	83
F1/F2/F3/F4	78	80

\* ¡Sólo 315 kW, 380-480 V CA y 450/500 kW, 525-690 V CA!  
 \*\* Restantes tamaños de potencias E1+E2.  
 \*\*\* Para tamaños D, E y F, la velocidad reducida del ventilador es del 87%, medida a 200 V.

### 3.4 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 produce una sobremodulación  $U_{PICO}$  en la tensión del motor antes de que se autoestabilice en un nivel dependiente de la tensión en el circuito intermedio. Tanto el tiempo de 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 aumentan.

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

Para obtener valores aproximados para las longitudes y tensiones de cable no mencionadas a continuación, utilice estas reglas generales:

1.	El tiempo de incremento aumenta o disminuye de manera proporcional a la longitud del cable.
2.	$U_{PICO} = \text{Tensión de CC} \times 1,9$ (Tensión de CC = tensión de red x 1,35).
3.	$\frac{dU}{dt} = \frac{0,8 \times U_{PICO}}{\text{Tiempo de subida}}$

Los datos se miden de acuerdo con IEC 60034-17.

Las longitudes de cable se indican en metros.

**FC 202, P7K5T2**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	230	0,13	0,510	3,090
50	230	0,23		2,034
100	230	0,54	0,580	0,865
150	230	0,66	0,560	0,674

**FC 202, P11KT2**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240	0,264	0,624	1,890
136	240	0,536	0,596	0,889
150	240	0,568	0,568	0,800

**FC 202, P15KT2**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0,556	0,650	0,935
100	240	0,592	0,594	0,802
150	240	0,708	0,587	0,663

**FC 202, P18KT2**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

**FC 202, P22KT2**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	240	0,244	0,608	1,993
136	240	0,568	0,580	0,816
150	240	0,720	0,574	0,637

**FC 202, P30KT2**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	240	0,194	0,626	2,581
50	240	0,252	0,574	1,822
150	240	0,488	0,538	0,882

**FC 202, P37KT2**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

**FC 202, P45KT2**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
30	240	0,300	0,598	1,594
100	240	0,536	0,566	0,844
150	240	0,776	0,546	0,562

**FC 202, P1K5T4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	690	0,640	0,690	0,862
50	985	0,470		0,985
150	1045	0,760	1,045	0,947

**FC 202, P4K0T4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	400	0,172	0,890	4,156
50	400	0,310		2,564
150	400	0,370	1,190	1,770

**FC 202, P7K5T4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	500	0,04755	0,739	8,035
50	500	0,207		4,548
150	500	0,6742	1,030	2,828

**FC 202, P11KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	480	0,192	1,300	5,416
100	480	0,612	1,300	1,699
150	480	0,512	1,290	2,015

**FC 202, P15KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

**FC 202, P18KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	480	0,396	1,210	2,444
100	480	0,844	1,230	1,165
150	480	0,696	1,160	1,333

**FC 202, P22KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
36	480	0,312		2,846
100	480	0,556	1,250	1,798
150	480	0,608	1,230	1,618

**FC 202, P30KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	480	0,288		3,083
100	480	0,492	1,230	2,000
150	480	0,468	1,190	2,034

**FC 202, P37KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

**FC 202, P45KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,368	1,270	2,853
50	480	0,536	1,260	1,978
100	480	0,680	1,240	1,426
150	480	0,712	1,200	1,334

**FC 202, P55KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
15	480	0,256	1,230	3,847
50	480	0,328	1,200	2,957
100	480	0,456	1,200	2,127
150	480	0,960	1,150	1,052

**FC 202, P75KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,371	1,170	2,523

**FC 202, P90KT4**

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [μs]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/μs]
5	480	0,371	1,170	2,523

**Rango de alta potencia:**

<b>FC 202, P110 - P250, T4</b>				
Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [ $\mu$ s]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	400	0,34	1,040	2,447

<b>FC 202, P315 - P1M0, T4</b>				
Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [ $\mu$ s]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	500	0,71	1,165	1,389
30	400	0,61	0,942	1,233

<b>FC 202, P110 - P400, T7</b>				
Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [ $\mu$ s]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	690	0,38	1,513	3,304
30	575	0,23	1,313	2,750
30	690 <sup>1)</sup>	1,72	1,329	0,640
1) Con filtro dU/dt de Danfoss.				

<b>FC 202, P450 - P1M2, T7</b>				
Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de incremento [ $\mu$ s]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/ $\mu$ s]
30	690	0,57	1,611	2,261
30	575	0,25		2,510
30	690 <sup>1)</sup>	1,13	1,629	1,150
1) Con filtro dU/dt de Danfoss.				

**3**

### 3.5 Condiciones especiales

#### 3.5.1 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.

3

#### 3.5.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente

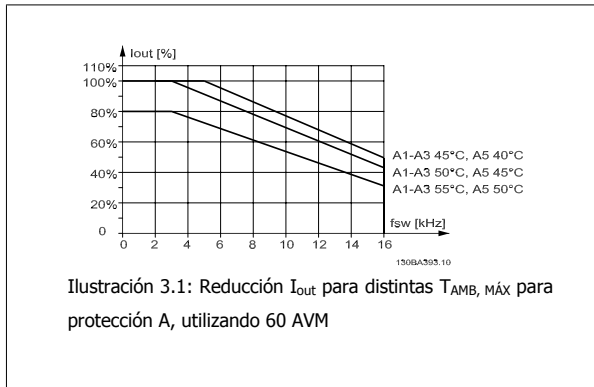
La temperatura media ( $T_{AMB, AVG}$ ) medida a lo largo de 24 horas debe ser al menos 5 °C inferior que la máxima temperatura ambiente permitida ( $T_{AMB, MÁX}$ ).

Si el convertidor de frecuencia se utiliza a temperaturas ambiente elevadas, deberá reducirse la intensidad continua de salida.

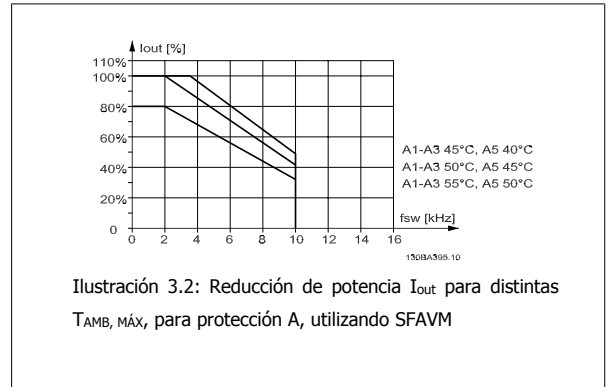
Esta reducción depende del patrón de conmutación, que puede ajustarse en 60 AVM o SFAVM en el par. 14-00.

#### Protecciones A

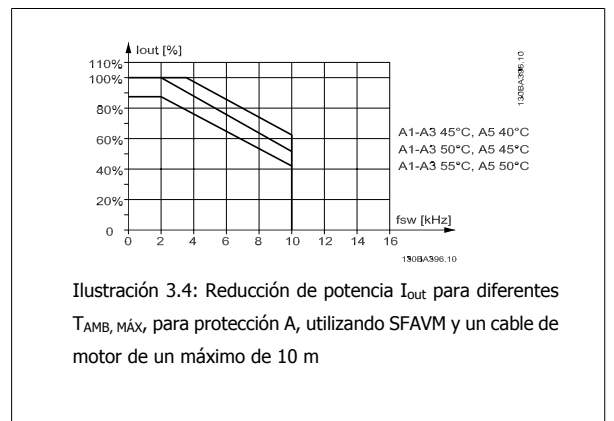
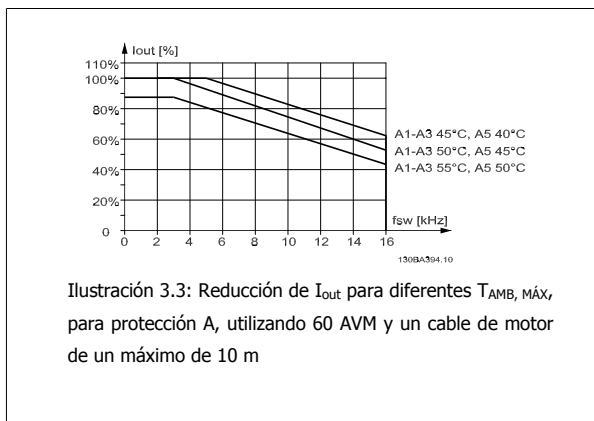
##### 60 AVM - Modulación de anchura de pulsos



##### SFAVM - Modulación vectorial asíncrona orientada al flujo del estátor

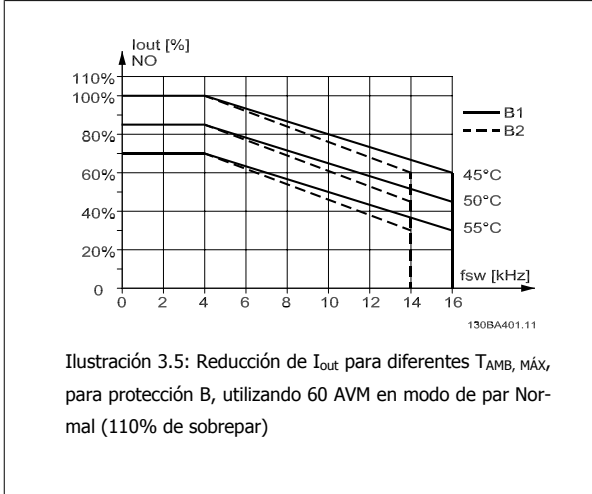


Con protección A, la longitud del cable de motor tiene una influencia relativamente elevada en la reducción recomendada. Por lo tanto, se muestra también la reducción recomendada para una aplicación con un cable de motor de un máximo de 10 m.

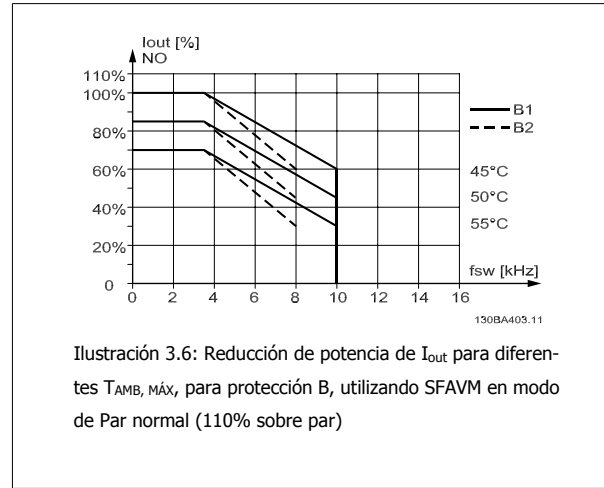


**Protecciones B**

**60 AVM - Modulación de anchura de pulso**



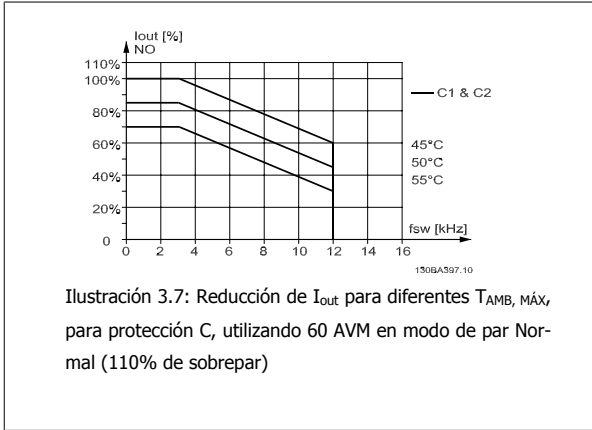
**SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo de estátor.**



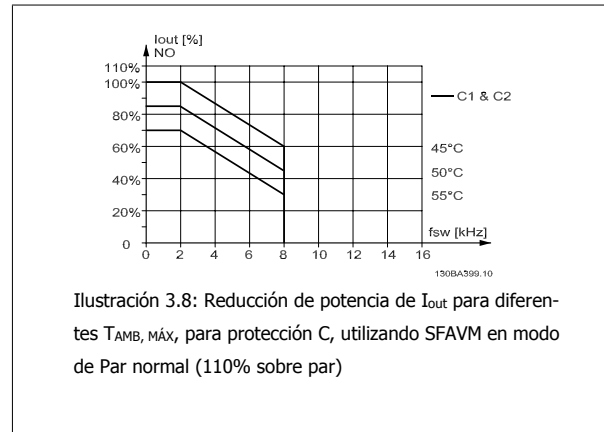
**Protecciones C**

A tener en cuenta: para 90 kW en IP55 y en IP66, la temperatura ambiente máx. es de 5° C menos.

**60 AVM - Modulación de anchura de pulso**

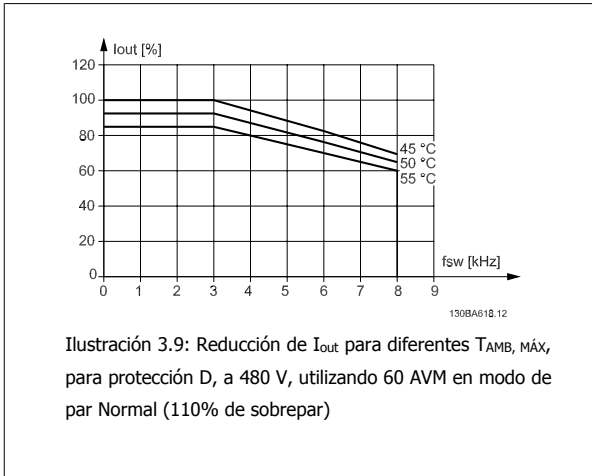


**SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo de estátor.**

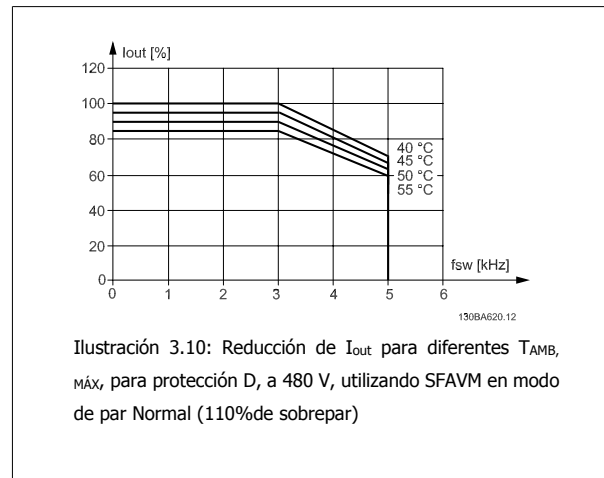


**Protecciones D**

**60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 380 - 480 V**

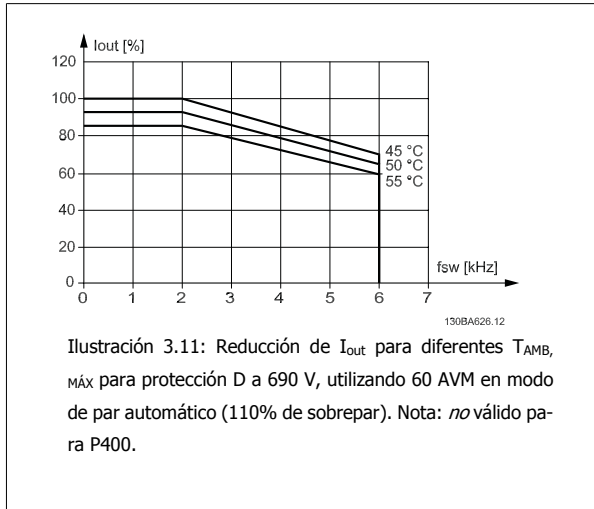


**SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo de estátor.**

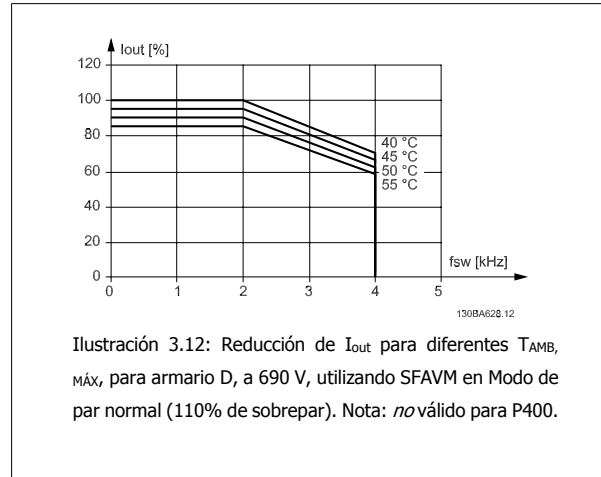


3

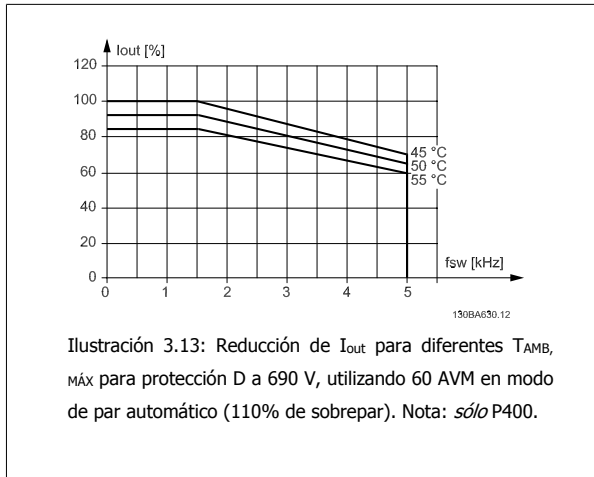
**60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 525 - 690 V (excepto P400)**



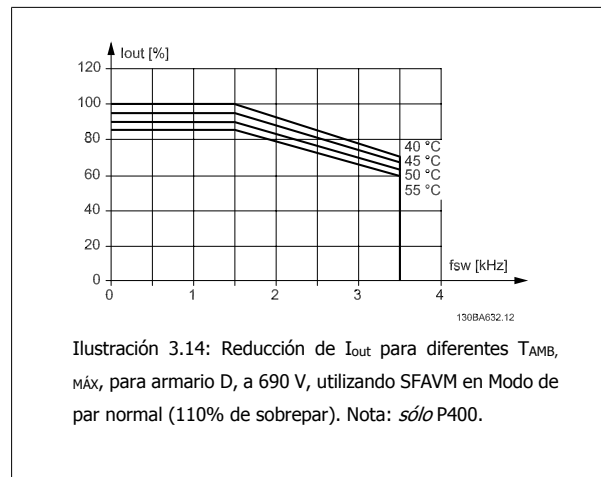
**SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo de estátor.**



**60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 525 - 690 V, P400**

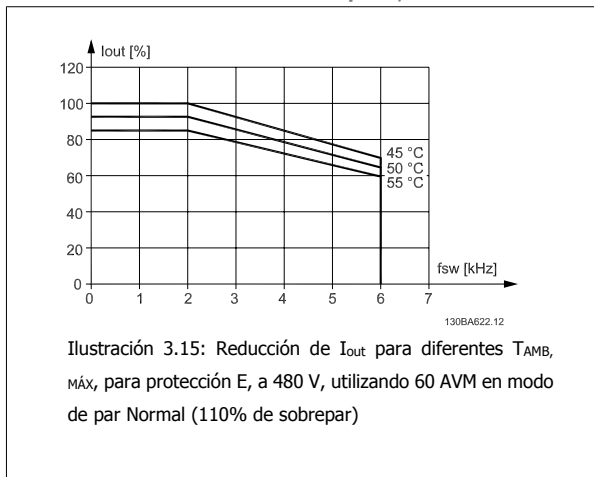


**SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo de estátor.**

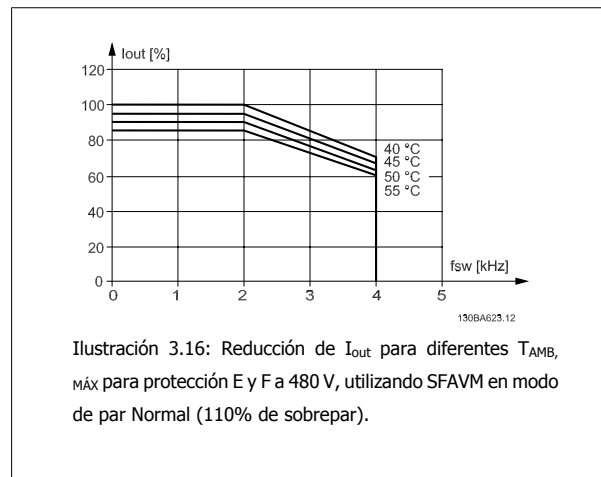


**Protecciones E y F**

**60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 380 - 480 V**

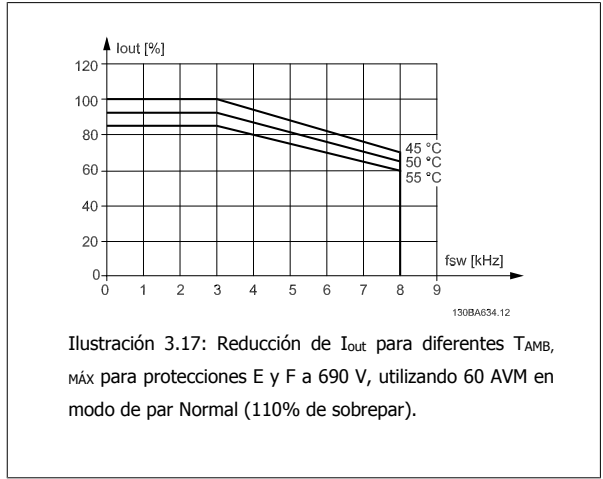


**SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo de estátor.**

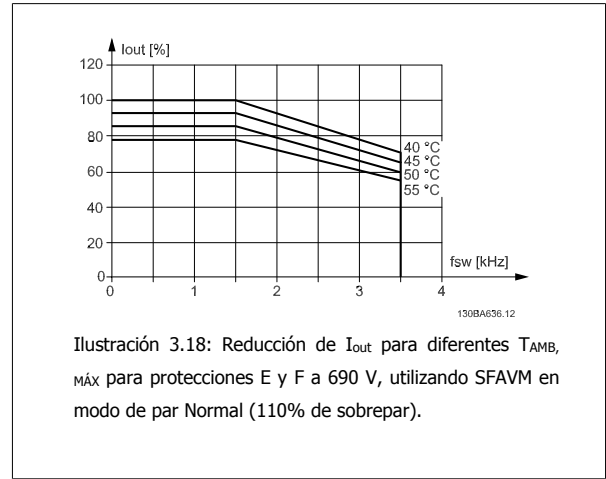




**60 AVM - Modulación de anchura de pulso, 525 - 690 V**



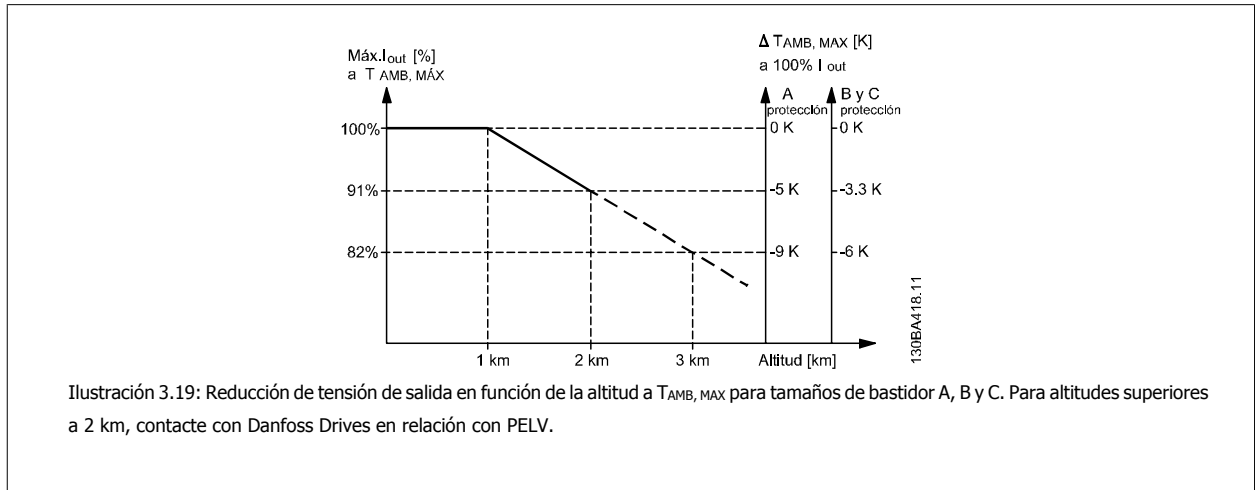
**SFAVM - Modulación vectorial asínrona basada en el flujo de estátor.**



**3.5.3 Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica**

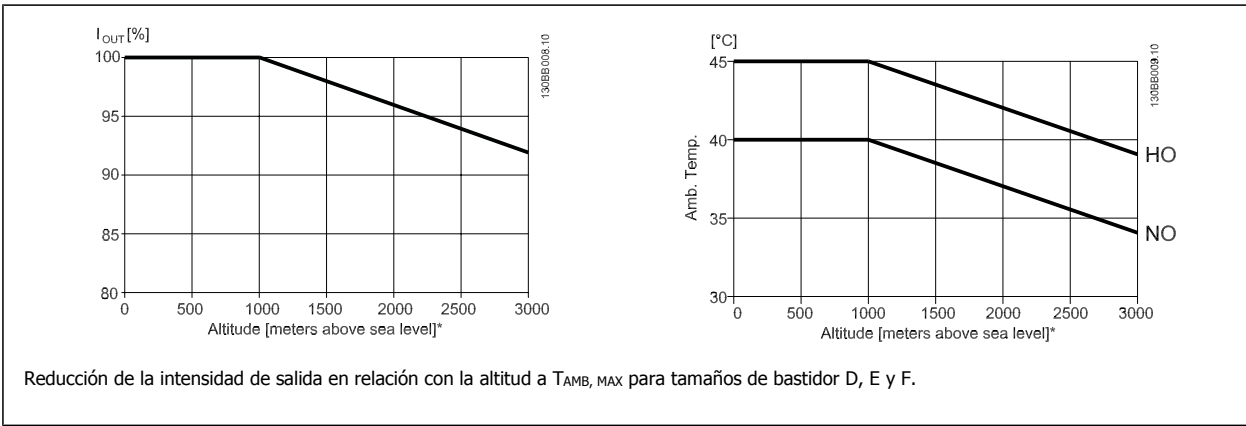
La capacidad de refrigeración del aire disminuye al disminuir la presión atmosférica.

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.



Una alternativa es reducir la temperatura ambiente en altitudes elevadas, lo que garantiza el 100% de intensidad de salida. Como ejemplo de cómo leer el gráfico, se presenta la situación a 2 km. A una temperatura de 45° C ( $T_{AMB, MÁX} - 3,3$  K), está disponible el 91% de la intensidad de salida nominal. A una temperatura de 41,7 °C, está disponible el 100% de la corriente nominal de salida.

3



### 3.5.4 Reducción de potencia debido a funcionamiento a velocidad lenta

Cuando un motor se conecta a un convertidor de frecuencia, es necesario comprobar que la refrigeración del motor es 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)

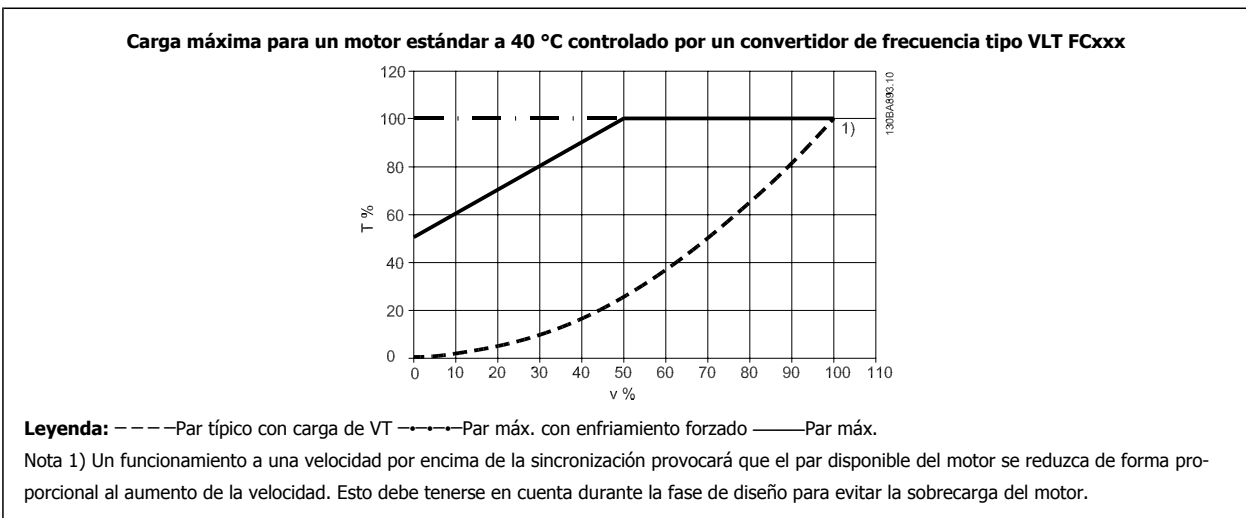
Se puede producir un problema con valores bajos de RPM en aplicaciones de par constante. En una aplicación de par constante, un motor puede sobrecalentarse a velocidades bajas debido a una escasez de aire de refrigeración proveniente del ventilador integrado en el motor. Por lo tanto, si se va a hacer 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.



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

**¡NOTA!**

Aplicable solamente a convertidores de frecuencia de hasta 90 kW.

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).

3

### 3.5.6 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.

## 3.6 Opciones y accesorios

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

### 3.6.1 Montaje de módulos de opción en la ranura B

# 3

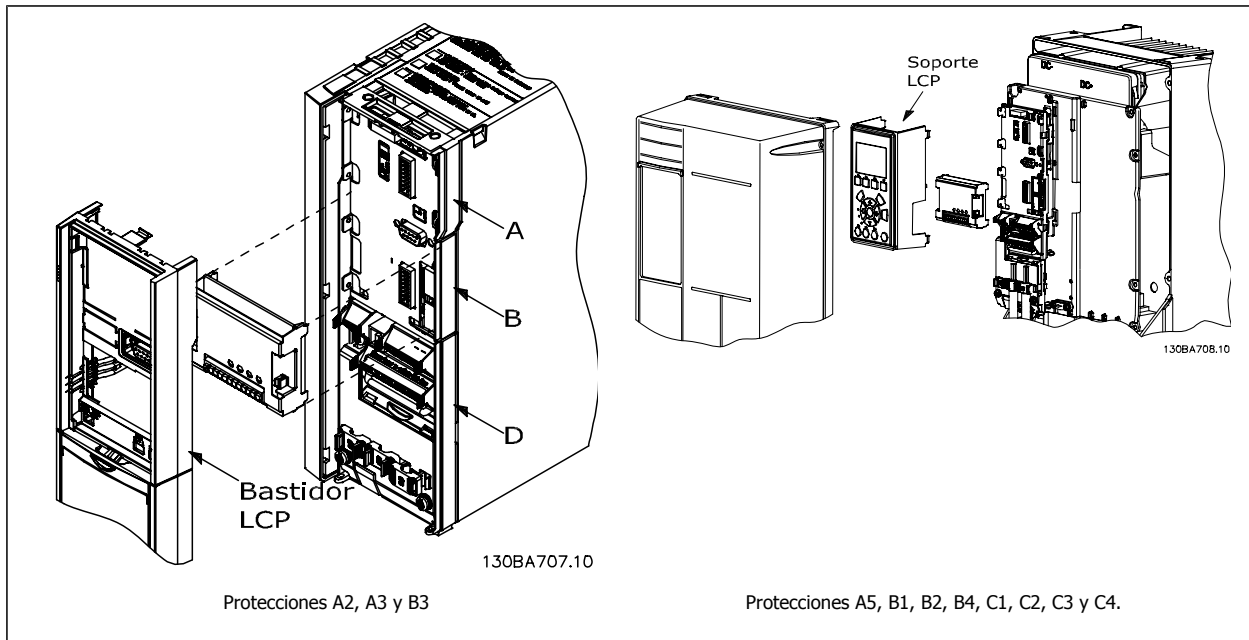
Debe desconectarse la alimentación del convertidor de frecuencia.

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 el kit de 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 el soporte del LCP.
- 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

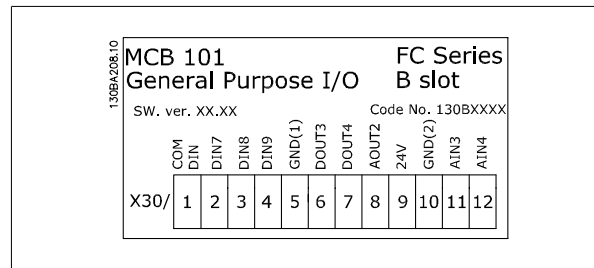


### 3.6.2 Módulo de entrada/salida de propósito general MCB 101

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

**Contenido: El MCB 101 debe instalarse en la ranura B del convertidor de frecuencia VLT AQUA.**

- 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.

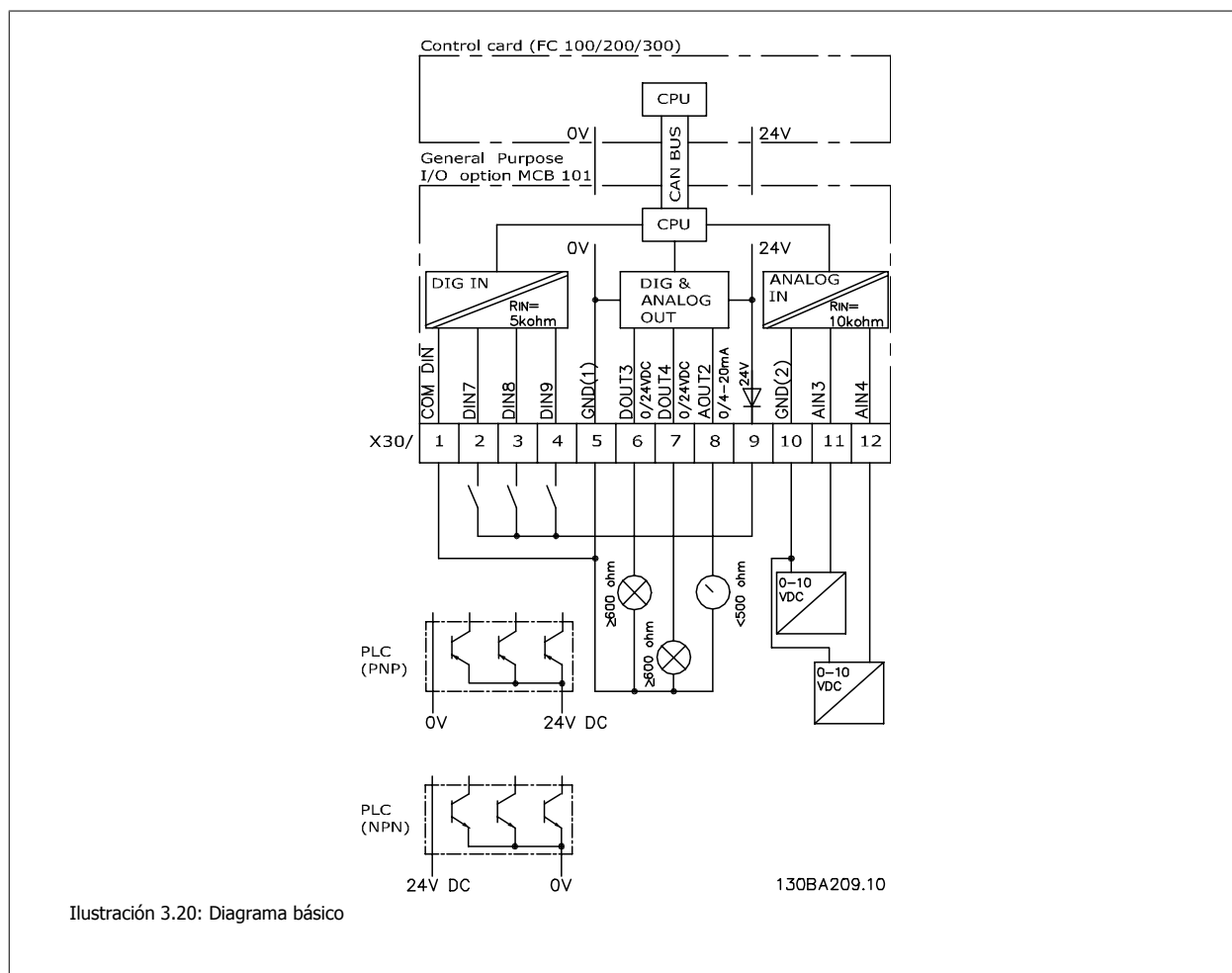


Ilustración 3.20: Diagrama básico

### 3.6.3 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 continuo ± 37 V 10 seg. mínimo	Aprox. 5 kohm

3

### 3.6.4 Entradas de tensión analógicas - 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

### 3.6.5 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

### 3.6.6 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

### 3.6.7 Opción relé MCB 105

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

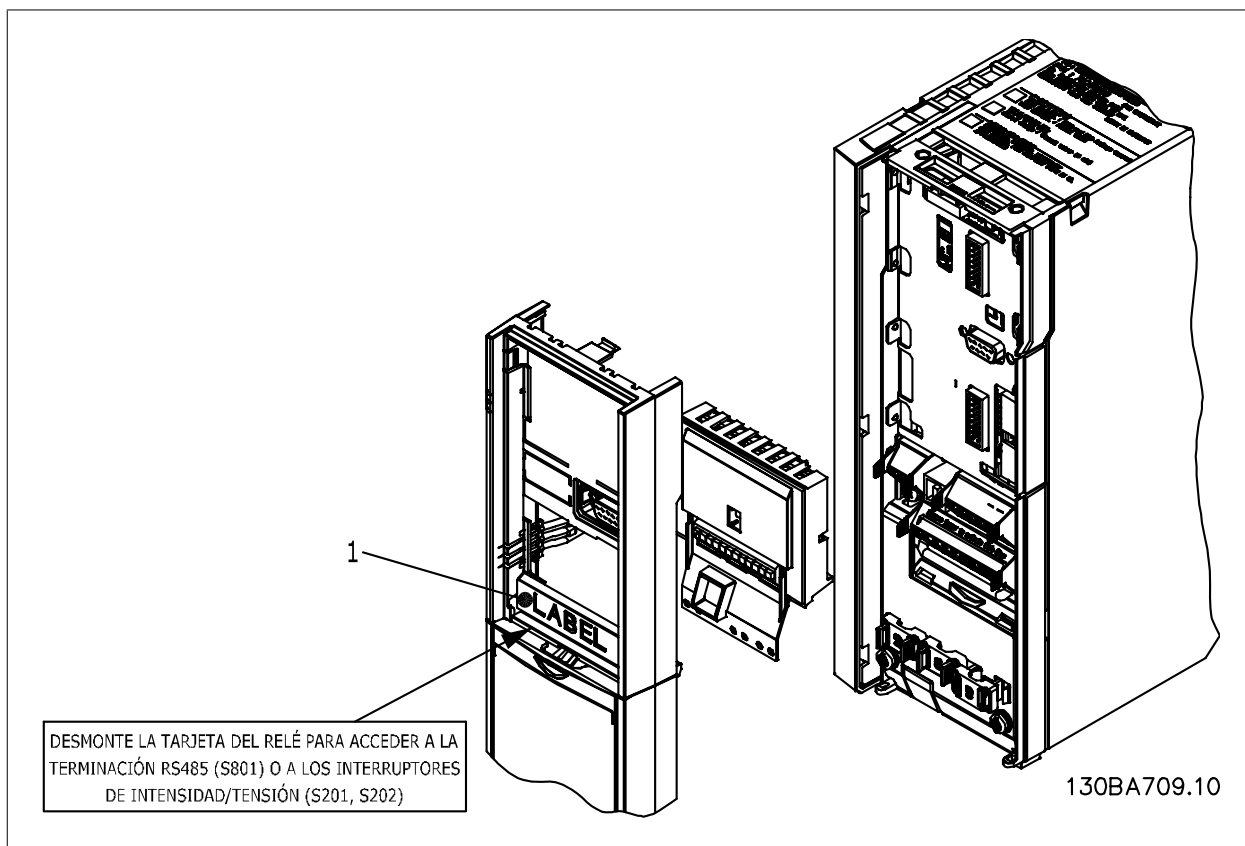
Datos eléctricos:

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

<sup>1)</sup> 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

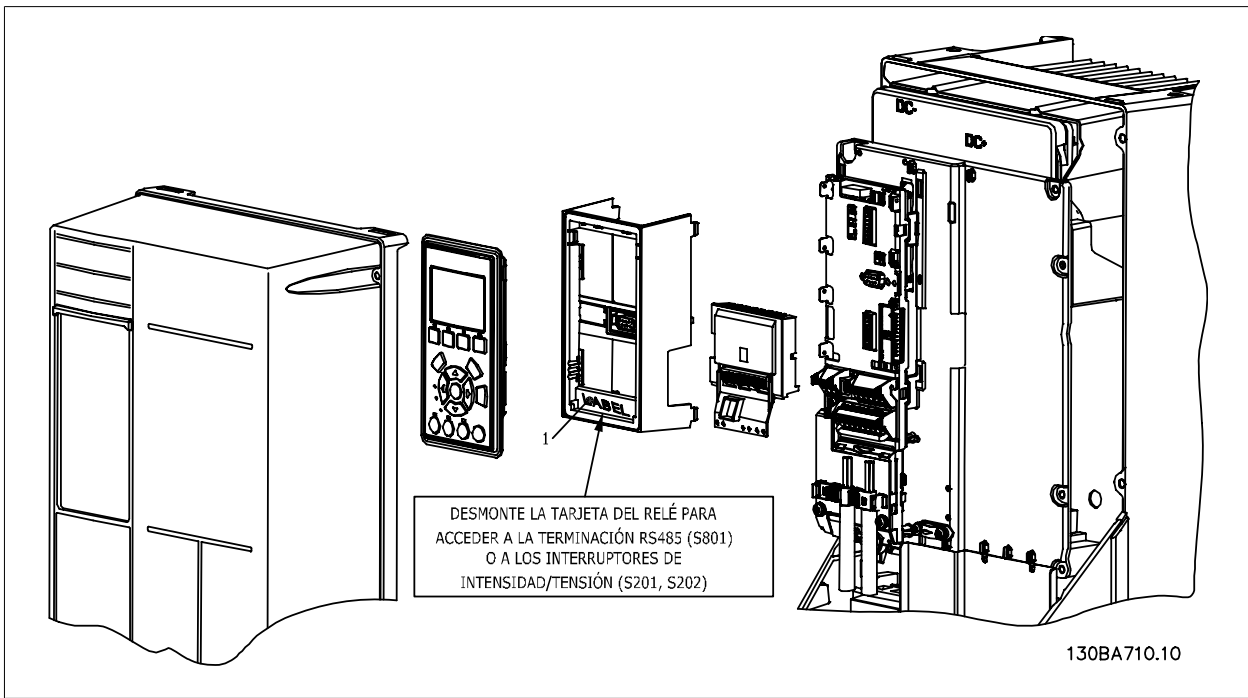


A2-A3-B3

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

<sup>1)</sup> ¡**IMPORTANTE!** La etiqueta DEBE colocarse sobre el bastidor del LCP, tal como se muestra (según las normas UL).

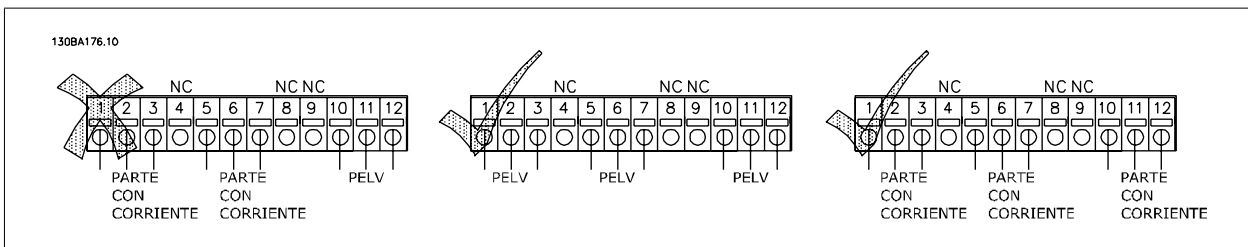
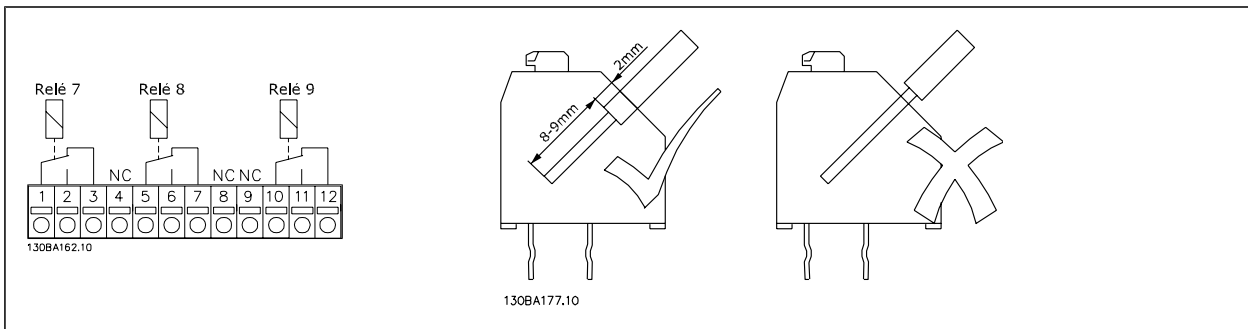
3



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 con corriente de los terminales de relé.
- No mezcle partes activas (alta tensión) con señales de control (PELV).
- Seleccione las funciones de relé en los par. 5-40 *Relé de función* [6-8], par. 5-41 *Retardo conex, relé* [6-8] y par. 5-42 *Retardo desconex, relé* [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.

### 3.6.8 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 µF
Retardo de arranque	< 0,6 s

Las entradas están protegidas.

Números de terminales:

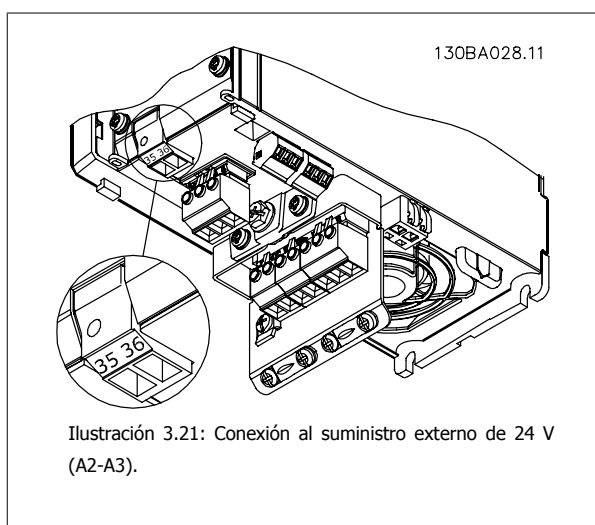
Terminal 35: - suministro externo de 24 V CC.

Terminal 36: + suministro externo de 24 V CC.

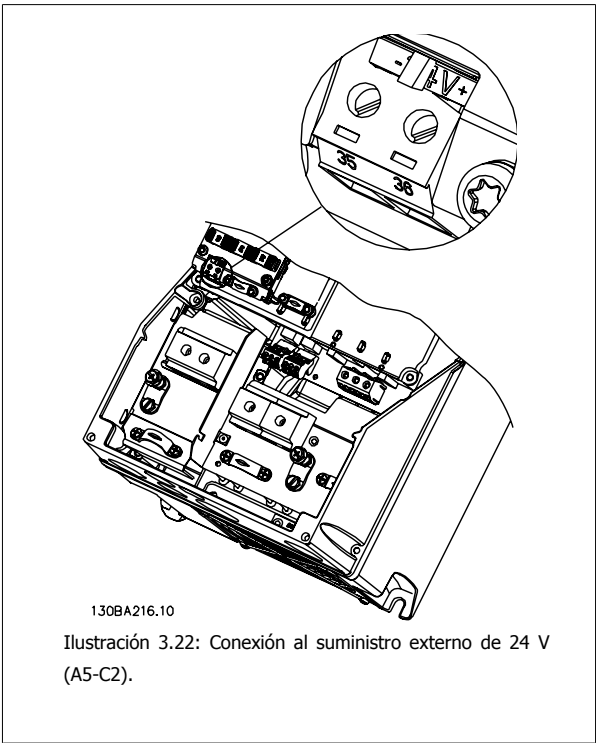
Siga estos pasos:

1. Retire el LCP o la tapa ciega
2. Retire la tapa de terminales
3. Desmonte la placa de desacoplamiento de cables 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 desacoplamiento de cables
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.



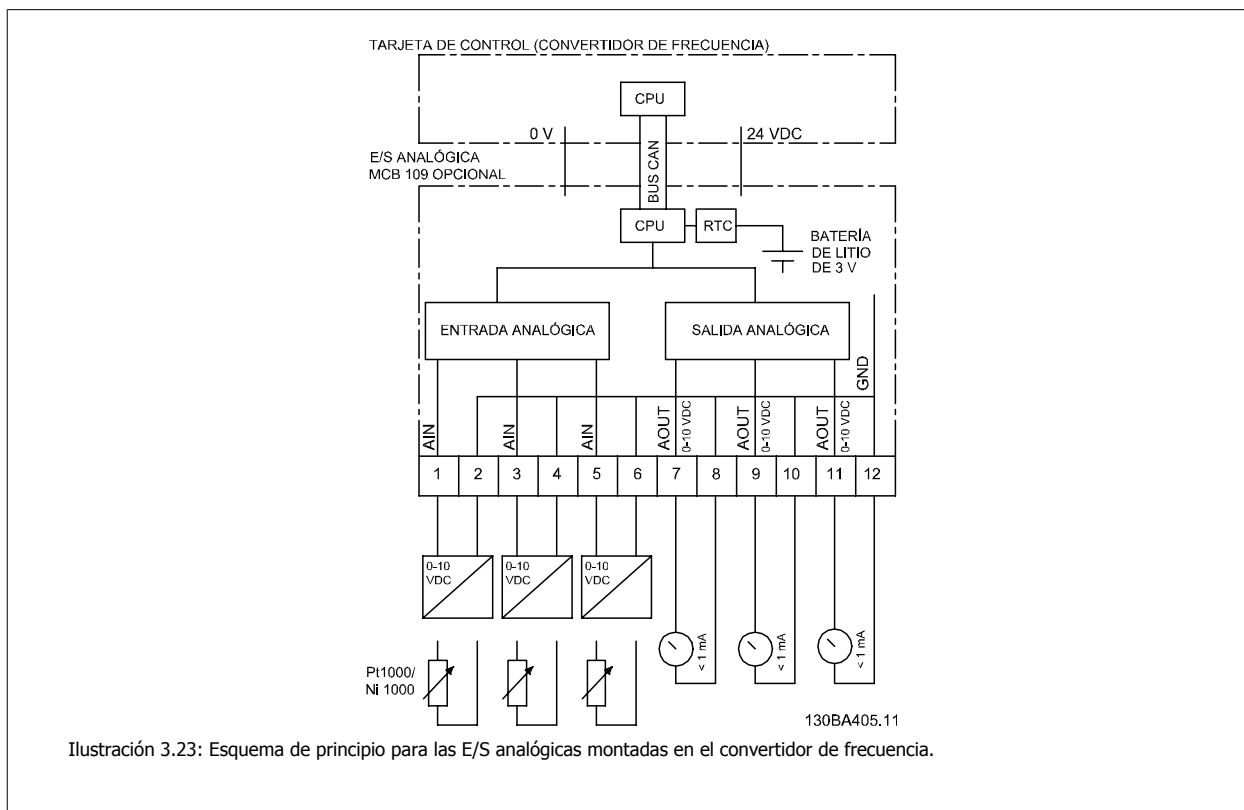
**3**



### 3.6.9 Opción E/S analógica MCB 109 Módulo de opción de E/S analógica OPCAIO

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

- Ofrecer alimentación de batería auxiliar a la función de reloj en la tarjeta de control
- Como una ampliación general de la selección de E/S analógicas disponibles 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.



#### Configuración de E/S analógica

3 entradas analógicas, capaces de manejar lo siguiente:

- 0 - 10 V CC

OR

- 0-20 mA (entrada de tensión 0-10 V) montando una resistencia de 510  $\Omega$  entre los terminales (consulte NB)
- 4-20 mA (entrada de tensión 2-10 V), montando una resistencia de 510  $\Omega$  entre los terminales (consulte NB)
- Sensor de temperatura Ni1000 de 1000  $\Omega$  a 0° C. Especificaciones conforme a DIN43760
- Sensor de temperatura Pt1000 de 1000  $\Omega$  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  $\Omega$ , creando una entrada de 449,9  $\Omega$  y 8,997 V.

E24: el valor estándar más próximo es 510  $\Omega$ , creando una entrada de 486,4  $\Omega$  y 9,728 V.

E48: El valor estándar más próximo es 511  $\Omega$ , creando una entrada de 487,3  $\Omega$  y 9,746 V.

E96: el valor estándar más próximo es 523  $\Omega$ , creando una entrada de 498,2  $\Omega$  y 9,964 V.

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

Grupo de parámetros para lectura: 18-3\*. Consulte también la *Guía de Programación*.

Grupos de parámetros para configuración: 26-0\*, 26-1\*, 26-2\* y 26-3\*. Consulte también la *Guía de Programación*.

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 °C como en °F.

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

**Salidas analógicas - Terminal X42/7-12**

Grupo de parámetros para lectura y escritura: 18-3\*. Consulte también la *Guía de Programación*.

Grupos de parámetros de configuración: 26-4\*, 26-5\* y 26-6\*. Consulte también la *Guía de Programación*.

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

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 .

**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 0 años, con el convertidor de frecuencia funcionando a temperatura ambiente de 40 °C. Si la batería auxiliar falla, debe cambiarse la opción de E/S analógica.

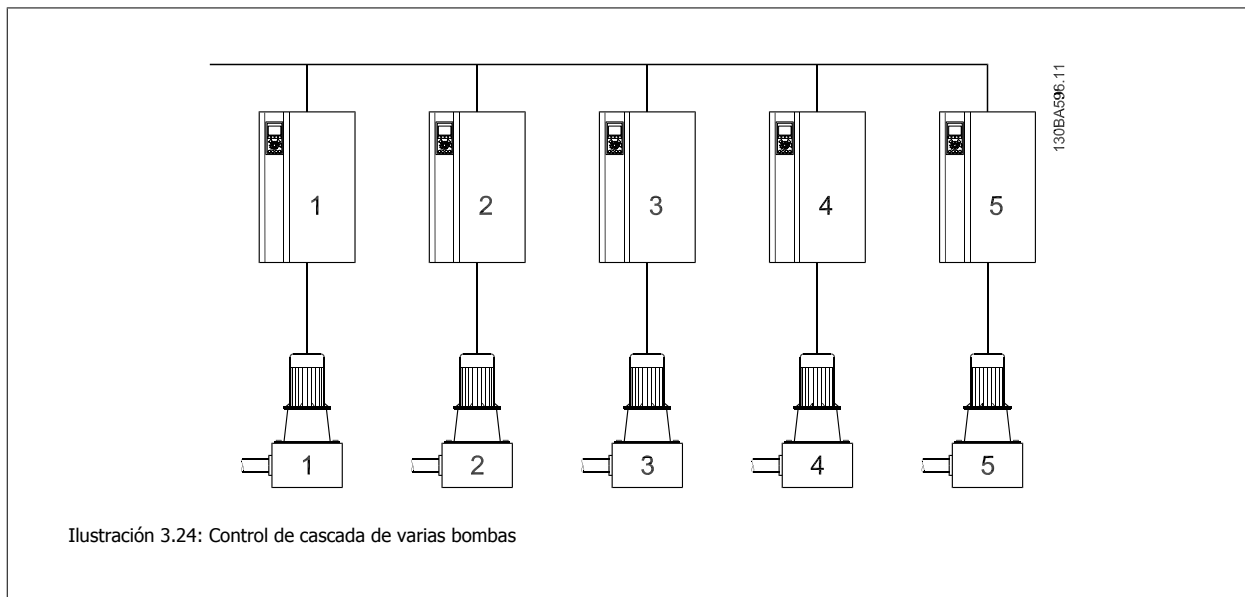
### 3.6.10 Controlador de cascada ampliado MCO 101 y Controlador de cascada avanzado MCO 102

El control de cascada es un sistema de control habitual utilizado para controlar bombas o ventiladores dispuestos en paralelo de un modo energéticamente eficaz.

La opción Controlador de cascada ofrece la posibilidad de controlar varias bombas configuradas en paralelo, de tal modo que parezcan una única bomba más grande.

Mediante el uso de los Controladores de cascada, las bombas individuales se activan (conexión) y desactivan (desconexión) automáticamente según sea necesario para satisfacer la demanda de caudal o presión del sistema. La velocidad de las bombas conectadas a los convertidores VLT AQUA también se controla para ofrecer un intervalo continuo de salida del sistema.

**3**



Los Controladores de cascada son componentes opcionales de hardware y software que pueden añadirse al convertidor VLT AQUA. Constan de una placa opcional con 3 relés, instalada en la ubicación de opción B del convertidor de frecuencia. Una vez instaladas las opciones, los parámetros necesarios para controlar las funciones del Controlador de cascada estarán disponibles a través del panel de control, en el grupo de parámetros 27-\*\*. El Controlador de cascada ampliado ofrece más funciones que el Controlador de cascada básico. Puede utilizarse para ampliar la cascada básica con 3 relés e incluso hasta 8 relés con la tarjeta de control de cascada avanzado instalada.

Aunque el Controlador de cascada está diseñado para aplicaciones de bombeo y este documento describe el controlador de cascada para esta aplicación, también es posible su uso en cualquier aplicación que requiera varios motores configurados en paralelo.

### 3.6.11 Descripción general

El software del Controlador de cascada funciona desde un único convertidor VLT AQUA con la tarjeta de la opción Controlador de cascada instalada. Este convertidor de frecuencia se conoce como convertidor maestro. Controla un conjunto de bombas, cada una de ellas controlada por un convertidor de frecuencia o conectada directamente a la tensión de red a través de un contactor o a través de un arrancador suave.

Cada convertidor de frecuencia adicional en el sistema se conoce como un convertidor auxiliar. Dichos convertidores de frecuencia no necesitan tener instalada la tarjeta de opción Controlador de cascada. Se accionan en modo de lazo abierto y reciben su velocidad de referencia del convertidor maestro. Las bombas conectadas a estos convertidores de frecuencia se denominan bombas de velocidad variable.

Cada bomba adicional conectada a la tensión de red a través de un contactor o un arrancador suave se conoce como una bomba de velocidad fija.

Cada bomba, sea de velocidad fija o variable, es controlada por un relé del convertidor maestro. El convertidor de frecuencia con la tarjeta de opción Controlador de cascada instalada cuenta con cinco relés disponibles para controlar bombas. Dos (2) relés vienen de serie en el convertidor de frecuencia y 3 relés adicionales se encuentran en la tarjeta de opción MCO 101, o bien 8 relés y 7 entradas digitales en la tarjeta opcional MCO 102.

La diferencia entre MCO 101 y MCO 102 es, principalmente, el número de relés opcionales disponibles para el convertidor de frecuencia. Cuando MCO 102 está instalada, la tarjeta opcional de relés MCB 105 puede montarse en la ranura B.

3

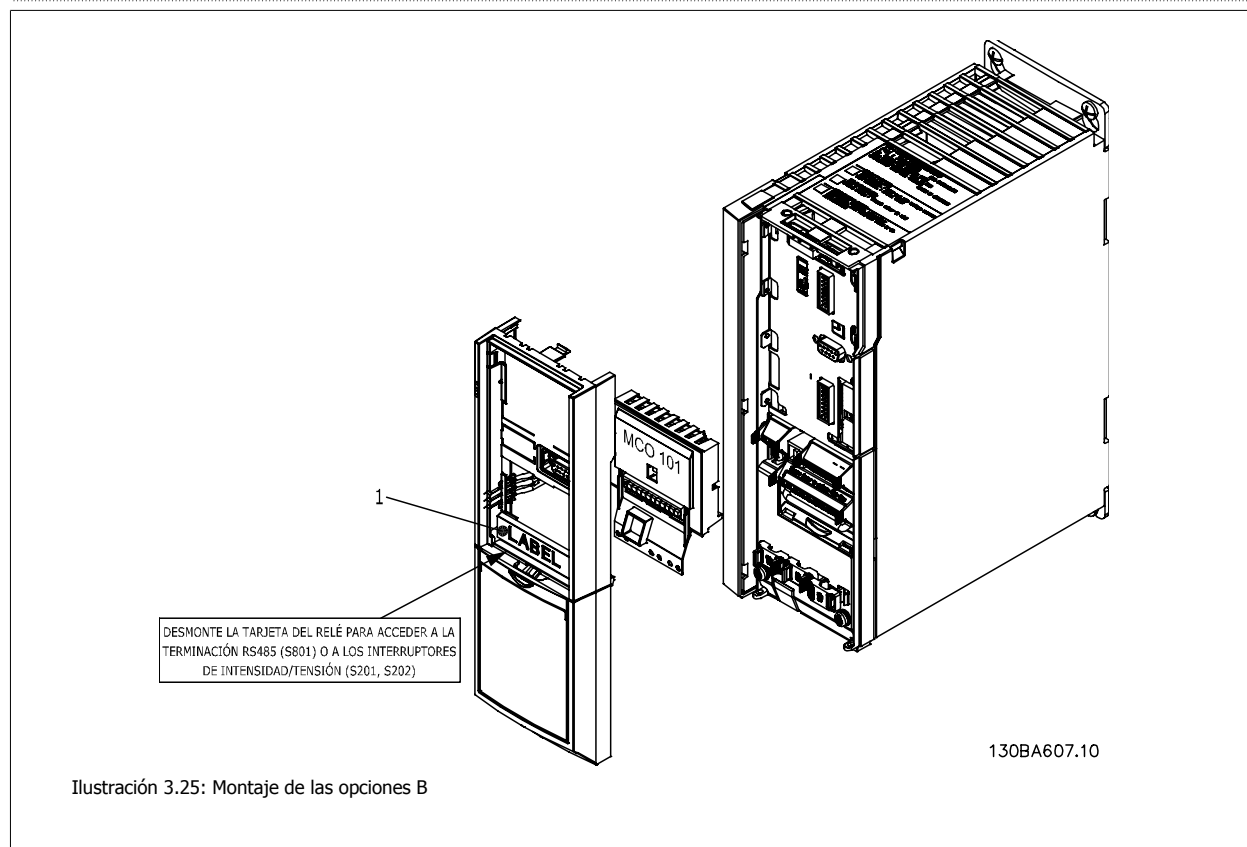
El Controlador de cascada es capaz de controlar una combinación de bombas de velocidad variable y de velocidad fija. Las posibles configuraciones se describen de forma más detallada en la siguiente sección. Para simplificar las descripciones del presente manual, presión y caudal se utilizarán para describir la salida variable del conjunto de bombas controlado por el controlador de cascada.

### 3.6.12 Controlador de cascada ampliado MCO 101

La opción MCO 101 incluye 3 piezas de contactos de conmutación y puede ajustarse en la ranura de opción B.

Datos eléctricos:

Carga de terminal máx. (CA)	240 V CA 2 A
Carga del terminal máx. (CC)	24 V CC 1 A
Carga del terminal mín. (CC)	5 V 10 mA
Frecuencia de conmutación máx. en carga nominal/carga mín.	6 min <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>



Advertencia sobre la alimentación doble



**¡NOTA!**

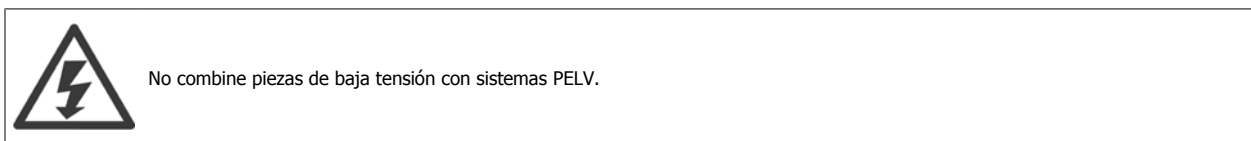
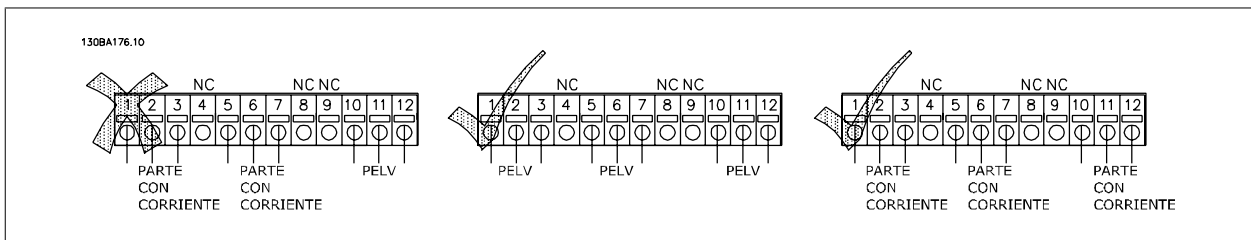
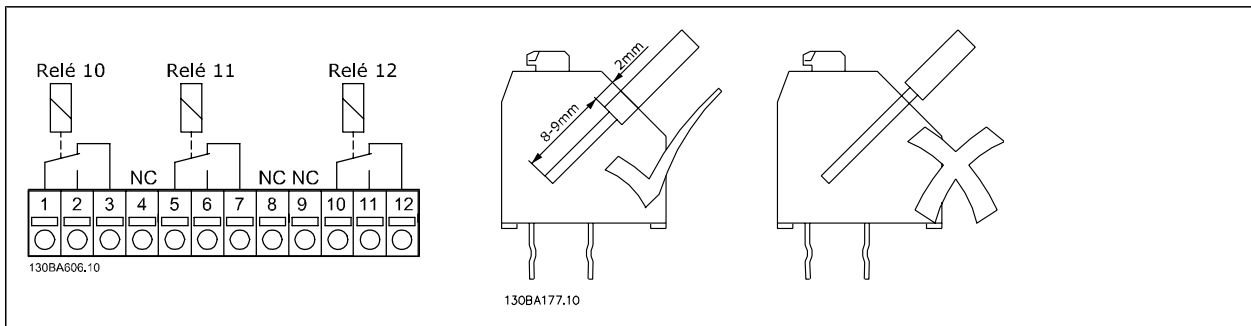
La etiqueta DEBE estar en el bastidor del LCP, tal como se indica (según las normas UL).

Cómo añadir la opción MCO 101:

- Debe desconectarse la alimentación del convertidor de frecuencia.
- Debe desconectarse la alimentación de las conexiones con corriente de los terminales de relé.
- Retire el LCP, la tapa de terminales y el soporte del FC 202.
- Coloque la opción MCO 101 en la ranura B.
- Conecte los cables de control y sujételos mediante las cinchas para cables suministradas.
- No debe mezclar sistemas diferentes.
- Ajuste el soporte ampliado y la tapa de terminales.
- Vuelva a colocar el LCP
- Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.

**3**

**Conexión de los terminales**



**3.6.13 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*.

### 3.6.14 Kit de montaje remoto para LCP

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

Datos técnicos

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

3

Nº de pedido 130B1113

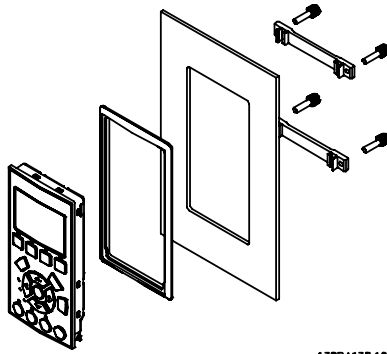


Ilustración 3.26: Kit LCP con LCP gráfico, sujeciones, cable de 3 m y junta.

Nº de pedido 130B1114

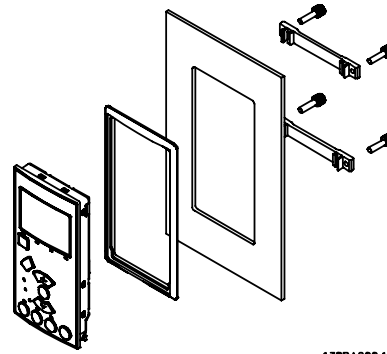
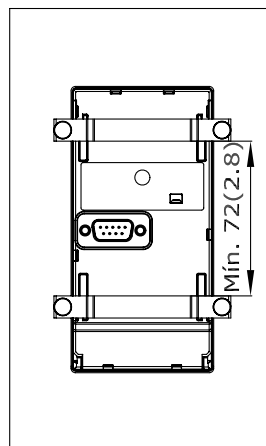
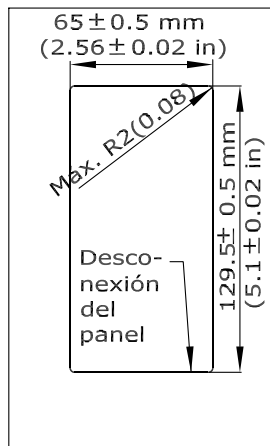


Ilustración 3.27: Kit LCP con LCP numérico, sujeciones y junta.

También está disponible el kit LCP sin LCP. Número de pedido 130B1117  
Para unidades IP55 el número de pedido es 130B1129.



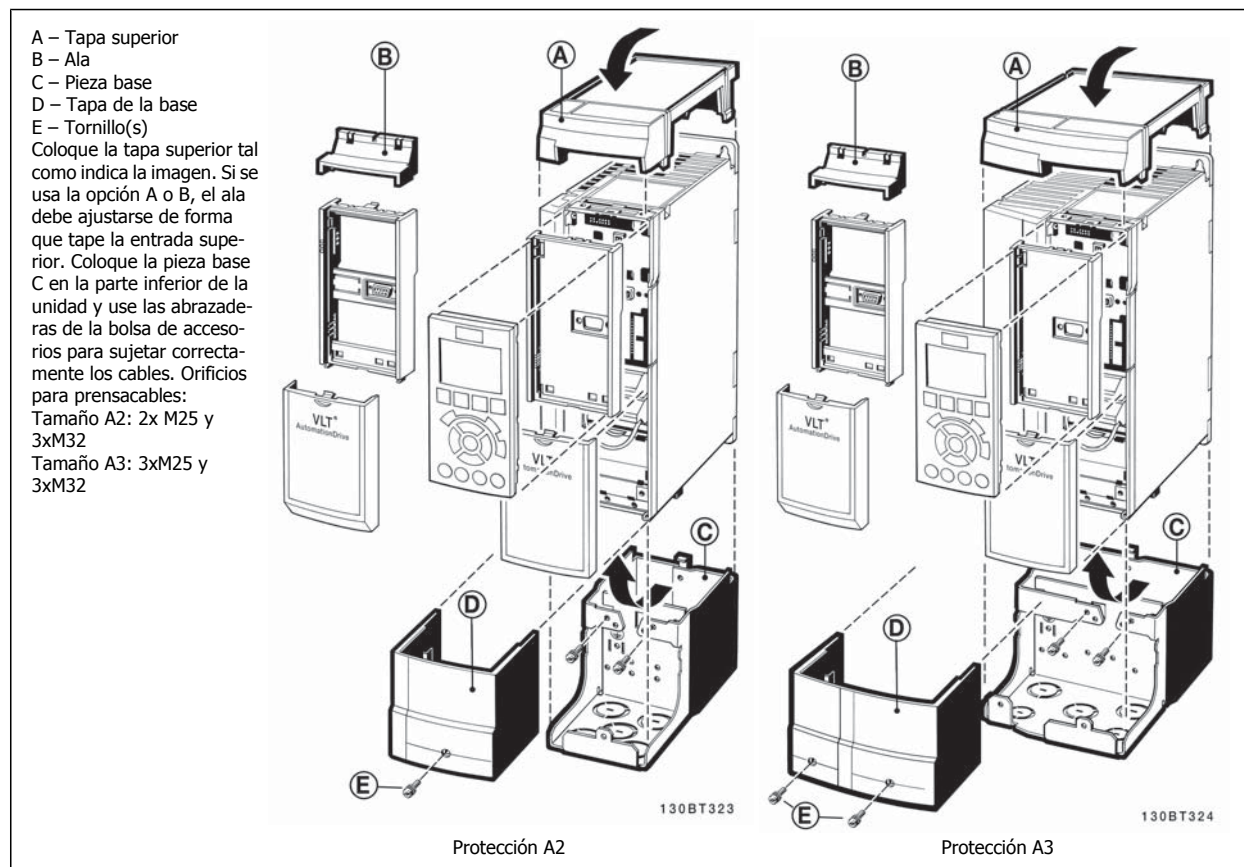
130BA139.13



### 3.6.15 Kit de protección IP 21/IP 4X/ TIPO 1

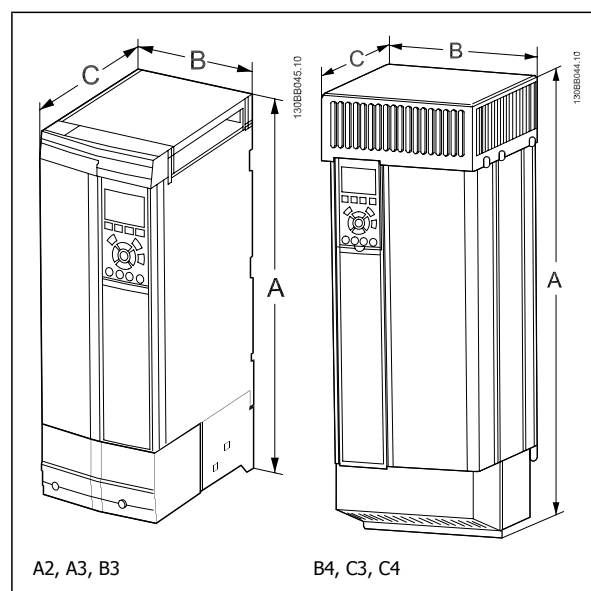
IP 20/IP 4X parte superior/ TIPO 1 es una protección opcional disponible para las unidades compactas IP 20, tamaño de protección A2-A3 hasta 7,5 kW. Si se utiliza el kit de protección, una unidad IP 20 sube a la categoría de protección IP 21/ 4X parte superior/TIPO 1.

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



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

\* Si se utiliza la opción A/B aumentará la profundidad (consulte el apartado Dimensiones mecánicas para más información)



A – Tapa superior

B – Ala

C – Pieza base

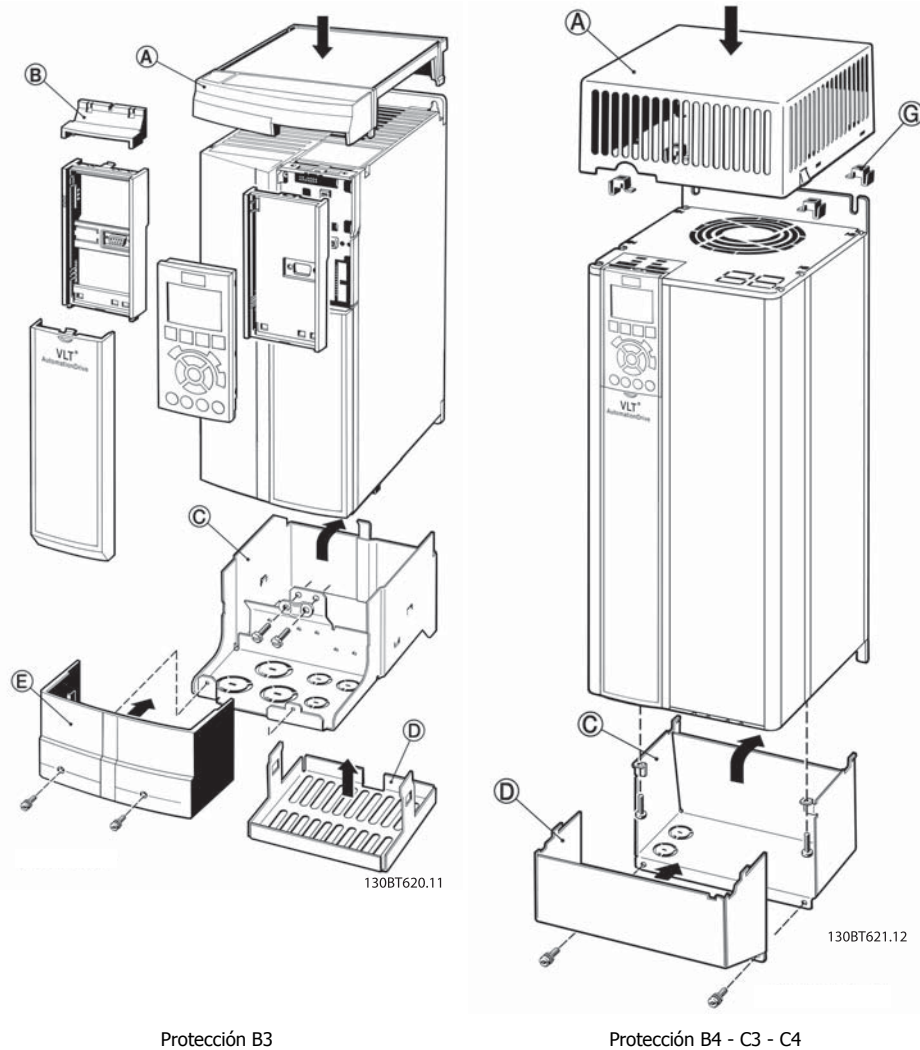
D – Tapa de la base

E – Tornillo(s)

F – Tapa del ventilador

G – Clip superior

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



Protección B3

Protección B4 - C3 - C4

### 3.6.16 Filtros de entrada

La distorsión de corriente armónica se debe al rectificador de diodos de 6 pulsos del convertidor de frecuencia de velocidad variable. Las corrientes armónicas afectan al equipo de serie instalado de igual modo que las corrientes reactivas. En consecuencia, la distorsión de corriente armónica puede tener como resultado el sobrecalentamiento del transformador de alimentación, cables, etc. En función de la impedancia de la red de suministro, la distorsión de corriente armónica puede provocar una distorsión de tensión que afecte también a otros equipos que reciben alimentación del mismo transformador. La distorsión de la tensión produce un aumento de las pérdidas, causa el desgaste prematuro y, lo peor de todo, produce un funcionamiento desigual. La mayoría de los armónicos se reducen mediante la bobina de CC integrada, aunque si es necesario una reducción adicional, Danfoss ofrece dos tipos de filtros pasivos.

Los filtros AHF 005 y AHF 010 de Danfoss son filtros armónicos avanzados que no pueden compararse con filtros de trampa armónica tradicional. Los filtros armónicos de Danfoss han sido especialmente diseñados para adaptarse a los convertidores de frecuencia Danfoss.

El AHF 010 reduce las corrientes armónicas a menos del 10% y el AHF 005 reduce las corrientes armónicas a menos del 5% a un 2% de distorsión de fondo y un 2% de desequilibrio.

### 3.6.17 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.

## 3.7 Opciones de Alta potencia

### 3.7.1 Instalación del kit de refrigeración de tuberías en protecciones Rittal

Este apartado cubre el proceso de instalación de convertidores de frecuencia en IP00/Chasis con kits de refrigeración de tuberías, en protecciones Rittal. Además de la protección, se requiere una base/pedestal de 200 mm.

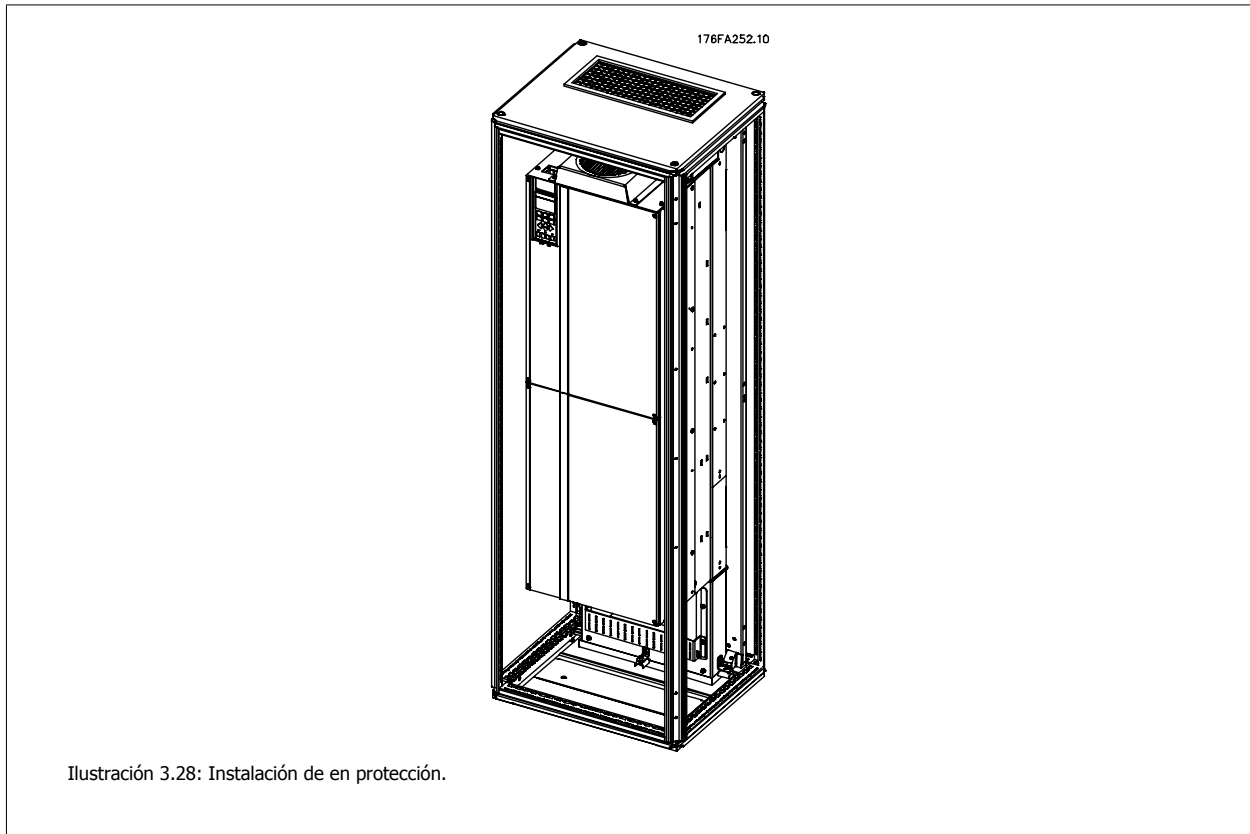
**3**


Ilustración 3.28: Instalación de en protección.

**Las dimensiones mínimas de la protección son:**

- Bastidor D3 y D4: Profundidad 500 mm y anchura 600 mm.
- Bastidor E2: 600 mm de profundidad y 800 mm de anchura.

La máxima profundidad y anchura vienen determinadas por la instalación. Cuando se utilicen varios convertidores de frecuencia en una protección, se recomienda que cada convertidor se monte sobre su propio panel trasero y que esté sostenido a lo largo de la sección central del panel. Estos kit de ventilación no soportan el montaje "en bastidor" del panel (consulte los detalles en el catálogo de Rittal TS8). Los kits de refrigeración de tuberías que se muestran en la siguiente tabla, son adecuados solo para su uso con convertidores de frecuencia IP 00 / chasis en protecciones Rittal TS8 IP 20 y UL y NEMA 1 e IP 54 y UL y NEMA 12.



Para los bastidores E2 es importante montar la placa en la parte más posterior de la protección Rittal, debido al peso del convertidor de frecuencia.



**¡NOTA!**

Se requiere uno o más ventiladores de puerta en el armario Rittal para eliminar las pérdidas no contenidas en la vía posterior del convertidor. El caudal de aire mínimo de los ventiladores de puerta requerido a la máxima temperatura ambiente del convertidor para los D3 y D4 es de 391 m<sup>3</sup>/h (230 cfm). El caudal de aire mínimo de los ventiladores de puerta requerido a la máxima temperatura ambiente del convertidor para los E2 es de 782 m<sup>3</sup>/h (460 cfm). Si el ambiente está bajo el máximo o si se añaden a la protección componentes adicionales, con las consiguientes pérdidas de calor, deben realizarse cálculos para garantizar que se suministre el caudal de aire necesario para refrigerar el interior de la protección Rittal.

**Información de pedido**

Protección Rittal TS-8	Nº ref. kit bastidor D3	Nº ref. kit bastidor D4	Nº ref. bastidor E2
1800 mm	176F1824	176F1823	No es posible
2000 mm	176F1826	176F1825	176F1850
2200 mm			176F0299

**Contenido del kit**

- Componentes del sistema de refrigeración
- Accesorios de montaje
- Material para juntas
- Suministrado con los kits para bastidores D3 y D4:
  - 175R5639 - Plantillas de montaje y aberturas superior e inferior para protección Rittal.
- Suministradas con los kit para bastidor E2:
  - 175R1036 - Plantillas de montaje y aberturas superior e inferior para protección Rittal.

**Todas las sujeciones son de uno de estos tipos:**

- Tuercas de 10 mm, M5 con par de 2,3 Nm (20 pulg.-lb)
- Tornillos Torx T25 con par de 2,3 Nm (20 pulg.-lb)



**¡NOTA!**

Consulte el *Manual de funcionamiento del kit de conducciones, 175R5640*, para obtener más información

**Conducciones externas**

Si se añaden conductos externos adicionales al alojamiento Rittal, debe calcularse la caída de presión en los conductos. Utilice las tablas siguientes para reducir la potencia del convertidor de frecuencia conforme a la caída de presión.

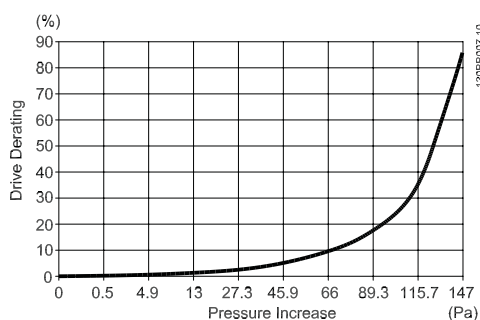


Ilustración 3.29: Bastidor D reducción de potencia vs. cambio de presión

Caudal de aire del convertidor: 450 cfm (765 m<sup>3</sup>/h)

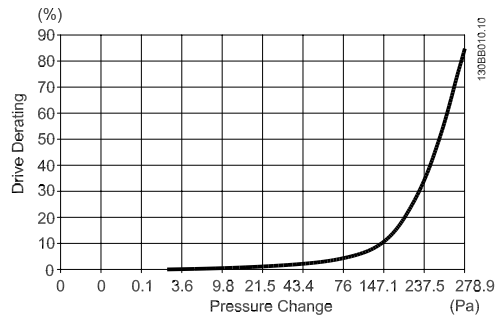


Ilustración 3.30: Bastidor E reducción de potencia vs. cambio de presión (ventilador pequeño), P250T5 y P355T7-P400T7  
Caudal de aire del convertidor: 650 cfm (1105 m<sup>3</sup>/h)

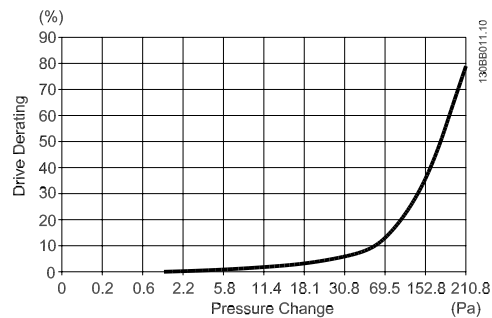


Ilustración 3.31: Bastidor E reducción de potencia vs. cambio de presión (ventilador grande), P315T5-P400T5 y P500T7-P560T7  
Caudal de aire del convertidor: 850 cfm (1445 m<sup>3</sup>/h)

### 3.7.2 Instalación exterior/ Kit NEMA 3R para protecciones Rittal.



Esta sección describe la instalación de los kits NEMA 3R disponibles para los convertidores de frecuencia de bastidores D3, D4 y E2. Estos kits están diseñados y probados para su uso con versiones IP00/ Chasis de estos bastidores en protecciones Rittal TS8 NEMA 3R o NEMA 4. La protección NEMA-3R es una protección para exteriores que proporciona protección frente a la lluvia y el hielo. El armario NEMA-4 es una protección para exteriores que proporciona un mayor grado de protección frente a la intemperie y el agua de riego.

La profundidad mínima de la protección es de 500 mm (600 mm para bastidor E2) y el kit está diseñado para una protección de 600 mm de ancho (800 mm para bastidor E2). Pueden elegirse otras anchuras de protección, pero se requiere equipamiento Rittal adicional. La máxima profundidad y anchura vienen determinadas por la instalación.



**¡NOTA!**

La intensidad nominal de los convertidores en bastidores D3 y D4 se reduce en un 3% al añadir el kit NEMA 3R. Los convertidores en bastidores E2 no requieren reducción de potencia



**¡NOTA!**

Se requiere uno o más ventiladores de puerta en el armario Rittal para eliminar las pérdidas no contenidas en la vía posterior del convertidor. El caudal de aire mínimo de los ventiladores de puerta requerido a la máxima temperatura ambiente del convertidor para los D3 y D4 es de 391 m<sup>3</sup>/h (230 cfm). El caudal de aire mínimo de los ventiladores de puerta requerido a la máxima temperatura ambiente del convertidor para los E2 es de 782 m<sup>3</sup>/h (460 cfm). Si el ambiente está bajo el máximo o si se añaden a la protección componentes adicionales, con las consiguientes pérdidas de calor, deben realizarse cálculos para garantizar que se suministre el caudal de aire necesario para refrigerar el interior de la protección Rittal.

**Información de pedido**

Tamaño de bastidor D3: 176F4600

Tamaño de bastidor D4: 176F4601

Tamaño de bastidor E2: 176F1852

**Contenido del kit:**

- Componentes del sistema de refrigeración
- Accesorios de montaje
- Tornillos torx M5 de 16 mm para la cubierta de ventilación superior
- M5 de 10 mm para fijar la placa de montaje del convertidor de frecuencia a la protección
- Tuercas M10 para fijar la unidad a la placa de montaje
- Material para juntas

**Requisitos de par:**

1. Tornillos/tuercas M5 con par de 2,3 Nm (20 pulg.-lb)
2. Tornillos/tuercas M6 con par de 3,9 Nm (35 pulg.-lb)
3. Tuercas M10 con par de 20 Nm (170 pulg.-lb)
4. Tornillos Torx T25 con par de 2,3 Nm (20 pulg.-lb)



**¡NOTA!**

Consulte las instrucciones 175R5922 para obtener más información.

### 3.7.3 Instalación en pedestal

Esta sección describe la instalación de una unidad de pedestal disponible para la serie VLT de convertidores de frecuencia bastidores D1 y D2. Este pedestal tiene 200 mm de altura y permite que estos bastidores se monten sobre el suelo. La parte frontal del pedestal tiene aberturas para la entrada de aire a los componentes de potencia.

3

Debe instalarse la placa prensacables del convertidor de frecuencia para proporcionar la refrigeración adecuada a los componentes de control del convertidor a través del ventilador de puerta, y para mantener los grados de protección de protección IP21/NEMA 1 ó IP54/NEMA 12.



Ilustración 3.32: Convertidor sobre el pedestal

Hay un pedestal que se adecua a ambos tamaños, bastidores D1 y D2. Su número de pedido es 176F1827. . Se trata de un pedestal estándar para bastidor E1.

#### Herramientas necesarias:

- Llave de vaso con adaptadores 7-17 mm
- Destornillador Torx T30

#### Pares:

- M6 - 4,0 Nm (35 pulg.-lb)
- M8 - 9,8 Nm (85 pulg.-lb)
- M10 - 19,6 Nm (170 pulg.-lb)

#### Contenido del kit:

- Piezas del pedestal
- Manual de funcionamiento

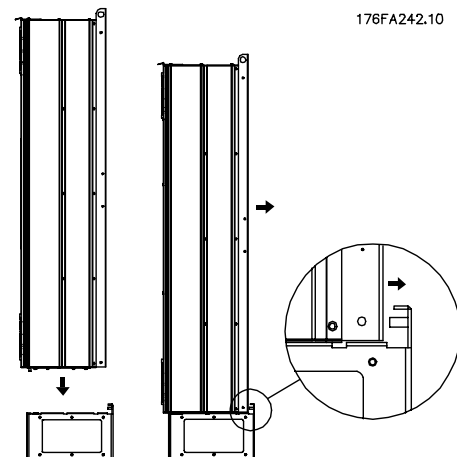
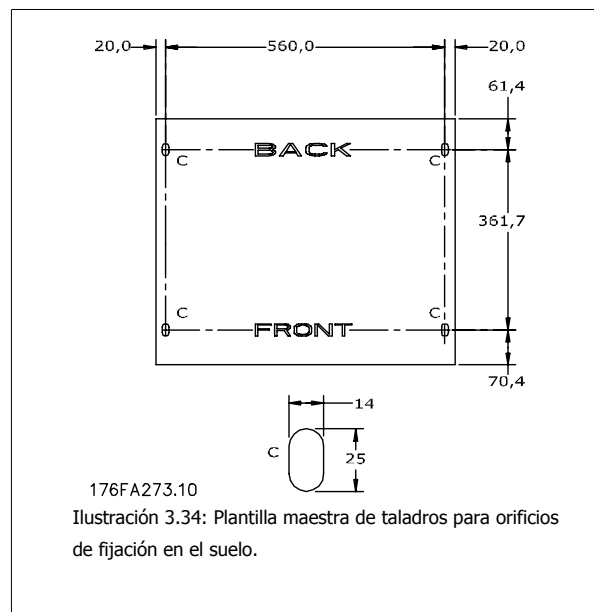


Ilustración 3.33: Instalación del convertidor en el pedestal.

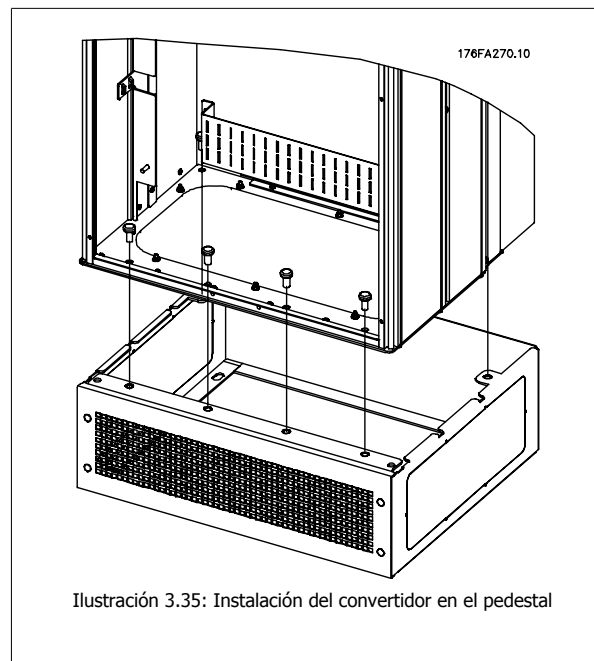


### 3.7.4 Instalación sobre el suelo - Instalación sobre pedestal IP21 (NEMA1) e IP54 (NEMA12)

Instale el pedestal sobre el suelo. Los orificios de fijación se practicarán de acuerdo con esta figura:



Coloque el convertidor sobre el pedestal y fíjelo al mismo con los pernos que se incluyen, como se muestra en la figura.



**¡NOTA!**

Para obtener más información, consulte el Manual de funcionamiento del Kit Pedestal, 175R5642..

### 3.7.5 Placa de entrada opcional

Esta sección es para la instalación de campo de kits opcionales de entrada disponibles para convertidores de frecuencia en todos los bastidores D y E. No intente retirar los filtros RFI de las placas de entrada. Los filtros RFI pueden resultar dañados si se quitan de la placa de entrada.



#### ¡NOTA!

En caso de haber filtros RFI disponibles, deben distinguirse dos tipos distintos, dependientes de la combinación de placa de entrada y de los filtros RFI intercambiables. En algunos casos, los kits para instalación de campo son los mismos para todas las tensiones.

3

	380 - 480 V 380 - 500 V	Fusibles	Fusibles de desconexión	RFI	Fusibles RFI	Fusibles de desconexión RFI
D1	Todos los tamaños de potencia D1	176F8442	176F8450	176F8444	176F8448	176F8446
D2	Todos los tamaños de potencia D2	176F8443	176F8441	176F8445	176F8449	176F8447
E1	FC102/ 202: 315 kW : 250 kW	176F0253	176F0255	176F0257	176F0258	176F0260
	FC102/ 202: 355 - 450 kW : 315 - 400 kW	176F0254	176F0256	176F0257	176F0259	176F0262

	525 - 690 V	Fusibles	Fusibles de desconexión	RFI	Fusibles RFI	Fusibles de desconexión RFI
D1	FC102/ 202: 45-90 kW FC302: 37-75 kW	175L8829	175L8828	175L8777	NA	NA
	FC102/202: 110-160 kW FC302: 90-132 kW	175L8442	175L8445	175L8777	NA	NA
D2	Todos los tamaños de potencia D2	175L8827	175L8826	175L8825	NA	NA
E1	FC102/202: 450-500 kW FC302: 355-400 kW	176F0253	176F0255	NA	NA	NA
	FC102/202: 560-630 kW FC302: 500-560 kW	176F0254	176F0258	NA	NA	NA

#### Contenido del kit

- Placa de entrada ensamblada
- Hoja de instrucciones 175R5795
- Etiqueta de modificación
- Plantilla de proceso de desconexión (unidades con desconexión de la red eléctrica)



#### Precauciones

- El convertidor de frecuencia presenta tensiones peligrosas cuando está conectado a la tensión de línea. No debe desmontarse nada mientras exista tensión en el equipo
- Los componentes eléctricos del convertidor de frecuencia pueden presentar tensiones peligrosas incluso una vez desconectados de la red eléctrica. Espere el tiempo mínimo indicado en la etiqueta del convertidor después de la desconexión de la red antes de tocar ningún componente interno, con el fin de garantizar que los condensadores estén totalmente descargados
- Las placas de entrada contienen piezas metálicas con bordes afilados. Utilice protección para las manos a la hora de quitarlas y reinstalarlas.
- Las placas de entrada de los bastidores E son pesadas (20-35 kg, dependiendo de la configuración). Se recomienda quitar el conmutador de desconexión de la placa de entrada para facilitar la instalación, y reinstalarlo una vez que la placa se haya instalado en la unidad.



**iNOTA!**

Para obtener más información, consulte la Hoja de instrucciones, 175R5795

### 3.7.6 Instalación de la protección de red para convertidores de frecuencia

Esta sección describe la instalación de una protección de red para los convertidores de frecuencia con bastidores D1, D2 y E1. No se puede instalarla en versiones IP00/ Chasis, ya que éstos incluyen de serie una cubierta metálica. Estas protecciones cumplen los requisitos VBG-4.

3

**Números de pedido:**

Bastidores D1 y D2 : 176F0799

Bastidor E1: 176F1851

**Requisitos de par**

M6 - 4,0 Nm (35 pulg.-lb)

M8 - 9,8 Nm (85 pulg.-lb)

M10 - 19,6 Nm (170 pulg.-lb)



**iNOTA!**

Para obtener más información, consulte la Hoja de instrucciones, 175R5923

### 3.7.7 Opciones de panel tamaño de bastidor F

#### Radiadores espaciales y termostato

Montados en el interior de los convertidores de frecuencia de tamaño de bastidor F, los radiadores espaciales controlados mediante termostato automático ayudan a controlar la humedad en el interior del protección, prolongando la vida útil de los componentes de la unidad en entornos húmedos.

#### Luz de alojamiento con enchufe de alimentación

Una luz montada en el interior del alojamiento del convertidor de frecuencia de tamaño de bastidor F mejora la visibilidad durante las operaciones de servicio y mantenimiento. El alojamiento de dicha luz incluye una toma eléctrica para conectar temporalmente herramientas u otros dispositivos, disponibles en dos tipos de tensión:

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

#### Configuración de las tomas del transformador

Si la luz y la toma eléctrica del alojamiento, y/o los radiadores espaciales y el termostato están instalados, el transformador T1 requiere que sus tomas se ajusten a la tensión de entrada adecuada. Un convertidor de frecuencia 380-480/ 500 V380-480 V se ajustará inicialmente a la toma de 525 V y uno de frecuencia de 525-690 V se ajustará a la toma de 690 V para garantizar que no se produzca sobretensión en el equipo secundario si la toma no se modifica antes de aplicar tensión. Consulte la tabla a continuación para ajustar la toma correcta en el terminal T1 situado en el alojamiento del rectificador. Para ubicarlo en la unidad, véase la ilustración del rectificador en la sección *Conexiones de alimentación*.

Rango de tensión de entrada	Toma a seleccionar
380 V-440 V	400V
441 V-490 V	460V
491 V-550 V	525V
551 V-625 V	575V
626 V-660 V	660V
661 V-690 V	690V

#### Terminales NAMUR

NAMUR es una asociación internacional de usuarios de tecnología de automatización de procesos en Alemania, sobre todo de los sectores químico y farmacéutico. Esta opción proporciona terminales organizados y etiquetados de acuerdo con las especificaciones del estándar NAMUR para terminales de entrada y salida del convertidor. Esto requiere una tarjeta de termistor MCB 112 PTC y una tarjeta de relé ampliada MCB 113.

#### RCD (Dispositivo de corriente residual)

Utiliza el método de equilibrado central para supervisar las corrientes a masa en sistemas a toma de tierra y en sistemas con toma de tierra de alta resistencia (sistemas TN y TT en la terminología IEC). Hay un valor de consigna de preadvertencia (50% del valor de consigna de alarma principal) y uno de alarma principal. Para cada valor de consigna hay asociado un relé de alarma SPDT para uso externo. Requiere un transformador de corriente externo de tipo "ventana" (suministrado e instalado por el cliente).

- Integrado en el circuito de parada de seguridad de la unidad
- El dispositivo IEC 60755 de tipo B supervisa las corrientes a masa CA, CC con impulsos y CC pura
- Indicador gráfico por barra de LED del nivel de fallo de corriente a masa desde el 10 al 100% del valor de consigna
- Memoria de fallos
- Botón TEST / RESET.

#### Monitor de resistencia de aislamiento (IRM)

Supervisa la resistencia del aislamiento en sistemas sin toma de tierra (sistemas IT en terminología IEC) entre los conductores de fase del sistema y la toma de tierra/masa. Hay una advertencia previa mediante resistencia y un valor de consigna de alarma principal para el nivel de aislamiento. Para cada valor de consigna hay asociado un relé de alarma SPDT para uso externo. Nota: sólo puede conectarse un sistema de control de resistencia del aislamiento a cada sistema sin toma de tierra (IT).

- Integrado en el circuito de parada de seguridad de la unidad
- Display LCD del valor en ohmios de la resistencia del aislamiento
- Memoria de fallos
- Botones INFO, TEST y RESET

#### Parada de emergencia IEC con relé de seguridad Pilz

Incluye un botón de parada de emergencia redundante de 4 cables montado en el frontal de la protección, y un relé Pilz que lo supervisa junto con el circuito de parada de seguridad de la unidad y el contactor de red situado en el armario para opciones.

### **Arrancadores manuales del motor**

Proporcionan potencia de tres fases para los ventiladores eléctricos que suelen necesitar los motores de mayor tamaño. La alimentación de los arrancadores proviene del lado de carga de cualquier contactor, magnetotérmico o conmutador de desconexión suministrado. La alimentación se activa antes de cada arrancador de motor, y se desactiva cuando la alimentación de entrada a la unidad está desconectada. Pueden usarse hasta dos arrancadores (uno si se ha solicitado un circuito de 30 amperios protegido por fusible). Integrado en el circuito de parada de seguridad de la unidad.

Las características de la unidad incluyen:

- Conmutador de funcionamiento (encendido/apagado)
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas con función de prueba
- Función de reinicio manual

### **Terminales de 30 amperios protegidos por fusible**

- La potencia de tres fases se ajusta a la tensión de red entrante para alimentar equipos auxiliares del cliente
- No disponible si se seleccionan dos arrancadores de motor manuales
- Los terminales permanecen desactivados mientras la alimentación de entrada a la unidad está desconectada
- La alimentación para los terminales protegidos por fusible se suministrará desde el lado de carga de cualquier contactor, magnetotérmico o conmutador de desconexión.

### **Fuente de alimentación de 24 V CC**

- 5 amp, 120 W, 24 V CC
- Protegida frente a sobreintensidad de salida, sobrecarga, cortocircuitos y sobretemperatura
- Para la alimentación de accesorios suministrados por el cliente como sensores, dispositivos PLC de E/S, contactores, detectores de temperatura, luces indicadoras y/u otros dispositivos electrónicos
- La diagnosis incluye un contacto seco de estado de CC, un LED verde de estado de CC y un LED rojo de sobrecarga

### **Supervisión de temperatura externa**

Diseñada para supervisar la temperatura de componentes de sistema externos, como las bobinas y/o los cojinetes del motor. Incluye ocho módulos de entrada universal más dos módulos de entrada de termistor exclusivos. Los diez módulos están integrados en el circuito de parada de seguridad del convertidor de frecuencia y pueden supervisarse mediante una red de bus de campo (requiere la compra de un acoplador de módulo/bus independiente).

### **Entradas digitales (8)**

Tipos de señales:

- Entradas RTD (incluida la Pt100), 3 ó 4 cables
- Termopar
- Intensidad analógica o tensión analógica

Funciones adicionales:

- Una salida universal, configurable para tensión analógica o intensidad analógica
- Dos relés de salida (N.O.)
- Display de cristal líquido de dos líneas y LED de diagnosis
- Detección de interrupciones en el cableado del sensor, cortocircuitos y polaridad incorrecta
- Software de programación de la interfaz

### **Entradas de termistor exclusivas (2)**

Funciones:

- Cada módulo es capaz de supervisar hasta seis termistores en serie
- Diagnosis de fallos como interrupciones de cableado o cortocircuitos del cableado de sensor
- Certificación ATEX/UL/CSA
- Si es necesario, puede incluirse una tercera entrada de termistor mediante la opción MCB 112, tarjeta de termistor PTC opcional.

4

## 4 Cómo realizar un pedido

### 4.1 Formulario de pedido

#### 4.1.1 Configurador de convertidores de frecuencia

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

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

FC-202P18KT4E21H1XGCXXSXXXXAGBKCXXXXDX

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 VLT AQUA pueden localizarse también 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.

El configurador de convertidores puede encontrarse en el sitio de Internet: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

**4.1.2 Código descriptivo**

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

130BA484.10

**4**

Descripción	Pos.:	Elección posible
Grupo de producto y serie VLT	1-6	FC 202
Potencia nominal	7-10	0,25 - 1.200 kW
Número de fases	11	Trifásico (T)
Tensión de red	11-12	S2: 220-240 V CA tensión monofásica S4: 380-480 V CA tensión monofásica T 2: 200-240 V CA T 4: 380-480 V CA T 6: 525-600 V CA T 7: 525-690 V CA
Protección	13-15	E20: IP20 E21: IP 21/NEMA Tipo 1 E55: 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 F21: Kit IP21 sin placa trasera G21: Kit IP21 con placa trasera P20: IP20/Chasis c/ placa trasera P21: IP21/NEMA Tipo 1 c/placa trasera P55: IP55/NEMA Tipo 12 c/placa trasera
Filtro RFI	16-17	HX: Sin filtro RFI 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	D: Carga compartida X: Sin interruptor de desconexión de la red 8: Desconexión de la red y carga compartida
Entradas de cables	22	X: entradas de cables estándar O: roscado métrico europeo en entradas de cables
	23	Reservado
Versión de software	24-27	Versión de software actual
Idioma del software	28	
Opciones A	29-30	AX: Sin opciones A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 Ethernet IP
Opciones B	31-32	BX: Sin opciones BK: MCB 101 Opción de E/S de propósito general BP: MCB 105 Opción de relé BO: Opción E/S analógica MCB 109 BY: Controlador de cascada ampliado MCO 101
Opciones C <sub>0</sub>	33-34	CX: Sin opciones
Opciones C <sub>1</sub>	35	X: Sin opciones 5: Control en cascada avanzado MCO 102
Software de opción C	36-37	XX: Software estándar
Opciones D	38-39	DX: Sin opciones D0: Alimentación CC auxiliar
Las distintas opciones se describen más detalladamente en esta Guía de Diseño.		

Tabla 4.1: Descripción del código.



### 4.1.3 Código descriptivo alta potencia

<b>Códigos descriptivos de pedido tamaños de bastidor D y E</b>		
Descripción	Pos.	Elección posible
Grupo de productos	1-3	
Serie del convertidor	4-6	
Potencia de salida	8-10	45-560 kW
Fases	11	Trifásico (T)
Tensión de red	11- 12	T 5: 380-500 V CA T 7: 525-690 V CA
Protección	13- 15	E00: IP00/Chasis C00: IP00/Chasis c/ canal trasero de acero inoxidable E0D: IP00/Chasis, D3 P37K-P75K, T7 C0D: IP00/Chasis c/ canal trasero de acero inoxidable, D3 P37K-P75K, T7 E21: IP 21/ NEMA Tipo 1 E54: IP 54/ NEMA Tipo 12 E2D: IP 21/ NEMA Tipo 1, D1 P37K-P75K, T7 E5D: IP 54/ NEMA Tipo 12, D1 P37K-P75K, T7 E2M: IP 21/ NEMA Tipo 1 con apantallamiento de red E5M: IP 54/ NEMA Tipo 12 con apantallamiento de red
Filtro RFI	16- 17	H2: Filtro RFI clase A2 (estándar) H4: Filtro RFI clase A1 <sup>1)</sup> H6: Filtro RFI para aplicaciones marinas <sup>2)</sup>
Freno	18	B: IGBT del freno montado X: Sin IGBT del freno R: Terminales de regeneración (sólo bastidores E)
Display	19	G: Panel Gráfico de Control Local LCP N: Panel numérico de control local (LCP) X: No hay panel de control (sólo bastidores D IP00 e IP 21)
PCB barnizado	20	C: PCB barnizado X: PCB sin barnizar (sólo bastidores D 380-480/500 V)
Opción de alimentación	21	X: Sin opción de alimentación 3: Desconexión red y fusible 5: Desconexión de red, fusible y carga compartida 7: Fusible A: Fusible y carga compartida D: Carga compartida
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 AN: MCA 121 Ethernet IP
Opciones B	31-32	BX: Sin opciones BK: MCB 101 Opción de E/S de propósito general BP: MCB 105 Opción de relé BO: Opción E/S analógica MCB 109 BY: Controlador de cascada ampliado MCO 101
Opciones C0	33-34	CX: Sin opciones
Opciones C1	35	X: Sin opciones 5: MCO 102 Control de cascada avanzado
Software de opción C	36-37	XX: Software estándar
Opciones D	38-39	DX: Sin opciones D0: alimentación de CC auxiliar
Las distintas opciones se describen más detalladamente en esta Guía de Diseño		
1): Disponibles para todos los bastidores D. sólo bastidores E 380-480/500 V		
2) Consulte a la fábrica para aplicaciones que requieran certificación marítima		



<b>Código descriptivo de pedido tamaño de bastidor Ftamaño de unidad 5</b>		
Descripción	Pos.	Elección posible
Grupo de productos	1-3	
Serie del convertidor	4-6	
Potencia de salida	8-10	500 - 1200 kW
Fases	11	Trifásico (T)
Tensión de red	11-12	T 5: 380-500 V CA T 7: 525-690 V CA
ProtecciónTamaño de unidad	13-15	E21: IP 21/ NEMA Tipo 1 E54: IP 54/ NEMA Tipo 12 L2X: IP21/NEMA 1 con luz en el alojamiento y toma de corriente IEC 230V L5X: IP54/NEMA 12 con luz en el alojamiento y toma de corriente IEC 230V L2A: IP21/NEMA 1 con luz en el alojamiento y toma de corriente NAM 115V L5A: IP54/NEMA 12 con luz en el alojamiento y toma de corriente NAM 115V H21: IP21 con calentador y termostato H54: IP54 con calentador y termostato R2X: IP21/NEMA1 con calentador, termostato, luz y toma de corriente IEC 230V R5X: IP54/NEMA12 con calentador, termostato, luz y toma de corriente IEC 230V R2A: IP21/NEMA1 con calentador, termostato, luz y toma de corriente NAM 115V R5A: IP54/NEMA12 con calentador, termostato, luz y toma de corriente NAM 115V
Filtro RFI	16-17	H2: Filtro RFI clase A2 (estándar) H4: Filtro RFI, clase A1 <sup>2, 3)</sup> HE: RCD con filtro RFI clase A2 <sup>2)</sup> HF: RCD con filtro RFI clase A1 <sup>2, 3)</sup> HG: IRM con filtro RFI clase A2 <sup>2)</sup> HH: IRM con filtro RFI clase A1 <sup>2, 3)</sup> HJ: Terminales NAMUR y filtro RFI clase A2 <sup>1)</sup> HK: Terminales NAMUR con filtro RFI clase A1 <sup>1, 2, 3)</sup> HL: RCD con terminales NAMUR y filtro RFI clase A2 <sup>1, 2)</sup> HM: RCD con terminales NAMUR y filtro RFI clase A1 <sup>1, 2, 3)</sup> HN: IRM con terminales NAMUR y filtro RFI clase A2 <sup>1, 2)</sup> HP: IRM con terminales NAMUR y filtro RFI clase A1 <sup>1, 2, 3)</sup>
Freno	18	B: IGBT del freno montado X: Sin IGBT del freno R: Terminales de regeneración M: Botón de parada de emergencia IEC (con relé de seguridad Pilz) <sup>4)</sup> N: Botón de parada de emergencia IEC con IGBT del freno y terminales de freno <sup>4)</sup> P: Botón de parada de emergencia IEC con terminales de regeneración <sup>4)</sup>
Display	19	G: Panel Gráfico de Control Local LCP
PCB barnizado	20	C: PCB barnizado
Opción de alimentación	21	X: Sin opción de alimentación 3 <sup>2)</sup> : Desconexión red y fusible 5 <sup>2)</sup> : Desconexión red, fusible y carga compartida 7: Fusible A: Fusible y carga compartida D: Carga compartida E: Desconexión de red, contactor y fusibles <sup>2)</sup> F: Magnetotérmico de red, contactor y fusibles <sup>2)</sup> G: Desconexión de red, contactor, terminales de carga compartida y fusibles <sup>2)</sup> H: Magnetotérmico de red, contactor, terminales de carga compartida y fusibles <sup>2)</sup> J: Magnetotérmico de red y fusibles <sup>2)</sup> K: Magnetotérmico de red, terminales de carga compartida y fusibles <sup>2)</sup>
Opciones A	29-30	AX: Sin opciones A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 Ethernet IP
Opciones B	31-32	BX: Sin opciones BK: MCB 101 Opción de E/S de propósito general BP: MCB 105 Opción de relé BO: Opción E/S analógica MCB 109 BY: Controlador de cascada ampliado MCO 101
Opciones C0	33-34	CX: Sin opciones
Opciones C1	35	X: Sin opciones 5: MCO 102 Control de cascada avanzado
Software de opción C	36-37	XX: Software estándar
Opciones D	38-39	DX: Sin opciones D0: alimentación de CC auxiliar
Las distintas opciones se describen más detalladamente en esta Guía de Diseño		

## 4.2 Números de pedido

### 4.2.1 Números de pedido: opciones y accesorios

Tipo	Descripción	Nº de pedido	
<b>Hardware diverso</b>			
Conector del enlace de CC	Bloque de terminales para la conexión del enlace de CC en bastidor de tamaño A2/A3	130B1064	
Kit IP 21/4X top/TIPO 1	Protección, tamaño bastidor A2: IP21/IP 4X Top/TIPO 1	130B1122	
Kit IP 21/4X top/TIPO 1	Protección, tamaño bastidor A3: IP21/IP 4X Top/TIPO 1	130B1123	
Kit IP21/TIPO 1	Parte superior e inferior, tamaño de bastidor B3	130B1187	
Kit IP21/TIPO 1	Parte superior e inferior, tamaño de bastidor B4	130B1189	
Kit IP21/TIPO 1	Parte superior e inferior, tamaño de bastidor C3	130B1191	
Kit IP21/TIPO 1	Parte superior e inferior, tamaño de bastidor C4	130B1193	
Kit IP21/TIPO 1	Parte superior, tamaño de bastidor B3	130B1188	
Kit IP21/TIPO 1	Parte superior, tamaño de bastidor B4	130B1190	
Kit IP21/TIPO 1	Parte superior, tamaño de bastidor C3	130B1192	
Kit IP21/TIPO 1	Parte superior, tamaño de bastidor C4	130B1194	
Panel MCF 110	Kit de montaje a través del panel, tamaño de bastidor A5	130B1028	
Panel MCF 110	Kit de montaje a través del panel, tamaño de bastidor B1	130B1046	
Panel MCF 110	Kit de montaje a través del panel, tamaño de bastidor B2	130B1047	
Panel MCF 110	Kit de montaje a través del panel, tamaño de bastidor C1	130B1048	
Panel MCF 110	Kit de montaje a través del panel, tamaño de bastidor C2	130B1049	
Profibus D-Sub 9	Kit de conector para IP20	130B1112	
MCF 103	Cable USB 350 mm, IP55/66	130B1155	
MCF 103	Cable USB 650 mm, IP55/66	130B1156	
Kit de entrada superior Profibus	Kit de entrada superior para la conexión Profibus, sólo protecciones A	130B0524 <sup>1)</sup>	
Bloques de terminales	Bloques de terminales con tornillo para sustituir a terminales de muelle 1 conector de 10 contactos, 1 de 6 y 1 de 3	130B1116	
Placa trasera	Protección IP21 / NEMA 1 con cubierta superior A2	130B1132	
Placa trasera	Protección IP21 / NEMA 1 con cubierta superior A3	130B1133	
Placa trasera	A5, IP55 / NEMA 12	130B1098	
Placa trasera	B1, IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3383	
Placa trasera	B2, IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3397	
Placa trasera	C1, IP21 / IP55 / NEMA 12	130B3910	
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	
<b>LCP</b>			
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	17520929	
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	
Kit LCP	Kit de instalación del panel para todos los LCP, que incluye las sujeciones, cable de 8 m, prensacables y junta para protecciones IP55/66	130B1129	
<b>Opciones para ranura A sin barnizado/con barnizado</b>		<b>Sin revestimiento barnizado</b>	<b>Barnizado</b>
MCA 101	Opción Profibus DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	Opción DeviceNet	130B1102	130B1202
MCA 108	LON works	130B1106	130B1206
<b>Opciones para ranura B</b>			
MCB 101	Opción de Entrada/Salida de propósito general	130B1125	130B1212
MCB 105	Opción de relé	130B1110	130B1210
MCB 109	Opción de E/S analógica	130B1143	130B1243
MCB 114	Entrada de sensor PT 100/ PT 1000	130B1172	10B1272
MCO 101	Controlador en cascada ampliado	130B1118	130B1218
<b>Opciones para C0</b>			
Kit de montaje para bastidor tamaño A2 y A3 (40 mm para una opción C)		130B7530	
Kit de montaje para bastidores tamaño A2 y A3 (60 mm para opción C0 + C1)		130B7531	
Kit de montaje para bastidor tamaño A5		130B7532	
Kit de montaje para bastidor tamaño B, C, D, E y F2 y 3 (excepto B3)		130B7533	
Kit de montaje para bastidores tamaño B3 (40 mm para una opción C)		130B1413	
Kit de montaje para bastidores tamaño B3 (60 mm para opción C0 + C1)		130B1414	
<b>Opción para ranura C</b>			
MCO 102	Control en cascada avanzado	130B1154	130B1254
<b>Opción para ranura D</b>			
MCB 107	Alimentación auxiliar de 24 V CC	130B1108	130B1208

Tipo	Descripción	Nº de pedido	
<b>Opciones externas</b>			
Ethernet IP	Ethernet	130B1119	130B1219
<b>Repuestos</b>			
Placa de control de convertidor VLT AQUA	Con función de parada de seguridad		130B1167
Placa de control de convertidor VLT AQUA	Sin función de parada de seguridad		130B1168
Terminales de control de la bolsa de accesorios		130B0295	
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 bastidor tamaño B4		130B3699
Ventilador B4	Ventilador externo bastidor tamaño 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	130B0509	
Bolsa de accesorios A3	Bolsa de accesorios, bastidor tamaño A3	130B0510	
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	
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

1) sólo IP21 / > 11 kW

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

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

380-415V, 50Hz				
I <sub>AHF,N</sub>	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
101A	45 - 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144 A	75	175G6607	175G6629	P75K
180 A	90	175G6608	175G6630	P90K
217 A	110	175G6609	175G6631	P110
289 A	132 - 160	175G6610	175G6632	P132 - P160
324 A		175G6611	175G6633	
370 A	200	175G6688	175G6691	P200
506 A	250	175G6609 + 175G6610	175G6631 + 175G6632	P250
578 A	315	2x 175G6610	2x 175G6632	P315
648 A	400	2x 175G6611	2x 175G6633	P400

<b>380 - 415 V, 60 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Motor utilizado normalmente [CV]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
19 A	10 - 15	130B2460	130B2472	P5K5 - P7K5
26 A	20	130B2461	130B2473	P11K
35 A	25 - 30	130B2462	130B2474	P15K, P18K
43 A	40	130B2463	130B2475	P22K
72 A	50 - 60	130B2464	130B2476	P30K - P37K
101A	75	130B2465	130B2477	P45K - P55K
144 A	100 - 125	130B2466	130B2478	P75K
180 A	150	130B2467	130B2479	P90K
217 A	200	130B2468	130B2480	P110
289 A	250	130B2469	130B2481	P132
324 A	300	130B2470	130B2482	P160
370 A	350	130B2471	130B2483	P200
506 A	450	130B2468 + 130B2469	130B2480 + 130B2481	P250
578 A	500	2x 130B2469	2x 130B2481	P315
648 A	500	2x130B2470	2x130B2482	P355

<b>440-480V, 60Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Motor utilizado normalmente [CV]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
19 A	10 - 15	175G6612	175G6634	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	P37K - P45K
101A	75	175G6617	175G6639	P55K
144 A	100 - 125	175G6618	175G6640	P75K
180 A	150	175G6619	175G6641	P90
217 A	200	175G6620	175G6642	P110
289 A	250	175G6621	175G6643	P132 - P160
324 A	300	175G6689	175G6692	
370 A	350	175G6690	175G6693	P200
434 A	350	2x175G6620	2x175G6642	P250
578 A	500	2x 175G6621	2x 175G6643	P315 - P355
659 A	550-600	175G6690 + 175G6621	175G6693 + 175G6643	P400

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%.

<b>500-525 V, 50 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
10 A	0,75 - 5,5	175G6644	175G6656	PK75 - P5K5
19 A	7,5 - 11	175G6645	175G6657	P7K5 - P11K
26 A	15 18,5	175G6646	175G6658	P15K - P18K
35 A	22	175G6647	175G6659	P22K
43 A	30	175G6648	175G6660	P30K
72 A	37 -45	175G6649	175G6661	P37K - P45K
101 A	55 - 75	175G6650	175G6662	P55K - P75K
144 A	90 - 110	175G6651	175G6663	P90K - P110
180 A	132	175G6652	175G6664	P132
217 A	160	175G6653	175G6665	P160
289 A	200	175G6654	175G6666	P200
324 A	250	175G6655	175G6667	P250
370 A	315	2x175G6653	2x175G6665	P315 - P400
578 A	400	2X 175G6654	2X 175G6666	P500 - P560

<b>690 V, 50 Hz</b>				
I <sub>AHF,N</sub>	Motor utilizado normalmente [kW]	Número de pedido de Danfoss		Tamaño del convertidor de frecuencia
		AHF 005	AHF 010	
43	37 - 45	130B2328	130B2293	
72	55 - 75	130B2330	130B2295	P37K - P45K
101	90	130B2331	130B2296	P55K - P75K
144 A	110 - 132	130B2333	130B2298	P90K - 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 senoidales, 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	1200 A
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A

**¡NOTA!**

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

### 4.2.4 Números de pedido: filtros de ondas senoidales, 525-600/690 V CA

Tamaño del convertidor de frecuencia [kW]		Nº de pieza Danfoss			
525-600 V	525-690 V	Intensidad 50 Hz [A]	Frecuencia de conmutación mínima [kHz]	IP00	IP20
0,75	-	13	2	130B2321	130B2341
1,1	-				
1,5	-				
2,2	-				
3,0	-				
4,0	-				
5,5	-				
7,5	-				
-	11	28	2	130B2322	130B2342
11	15				
15	18,5				
18,5	22				
22	30	45	2	130B2323	130B2343
30	37				
37	45	76	2	130B2324	130B2344
45	55				
55	75	115	2	130B2325	130B2345
75	90				
90	110	165	2	130B2326	130B2346
110	132				
150	160	260	2	130B2327	130B2347
180	200				
220	250	303	2	130B2329	130B2348
260	315				
300	400	430	1,5	130B2241	130B2270
375	500				
450	560	660	1,5	130B2337	130B2381
480	630				
560	710	765	1,5	130B2338	130B2382
670	800				
-	900	940	1,5	130B2339	130B2383
820	1000				
970	1200	1320	1,5	130B2340	130B2384

Tabla 4.2: Alimentación de red 3 x 525-690 V



#### 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 pedido: filtros du/dt, 525-600/690 V CA**

Tamaño del convertidor de frecuencia [kW]				Nº de pieza Danfoss	
525-600 V	525-690 V	Intensidad [A]	Frecuencia de conmutación mínima [Hz]	IP00	IP20
-	11	28	4	130B2414	130B2423
11	15				
15	18,5	45	4	130B2415	130B2424
18,5	22				
22	30	75	3	130B2416	130B2425
30	37				
37	45	115	3	130B2417	130B2426
45	55				
55	75	165	3	130B2418	130B2427
75	90				
90	110	260	3	130B2419	130B2428
110	132				
150	160	310	3	130B2420	130B2429
180	200				
220	250	430	3	130B2235	130B2238
260	315				
300	400	530	2	130B2236	130B2239
375	500				
450	560	630	2	130B2280	130B2274
480	630				
560	710	765	2	130B2421	130B2430
-	-				
670	800	1350	2	130B2422	130B2431
-	900				
820	1000				
970	1200				

Tabla 4.3: Alimentación de red 3 x 525-690 V



## 4.2.7 Números de pedido: resistencias de freno

**¡NOTA!**

Cuando/donde se listen dos resistencias en las tablas, pida dos resistencias.

**Números de pedido: resistencias de freno**

Alimentación de red 200-240 V  
CA (T2 - LP+ MP)

VLT AQUA Drive

Resistencia seleccionado

IP 20 estándar

IP65 encapsulado plano  
para cintas transportado-  
ras horizontalesMáx.  
par de  
frenado  
con R<sub>rec</sub>

Tamaño:	Ciclo de trabajo 10%							Ciclo de trabajo 40%					R <sub>rec</sub> por elemento		Máx. par de frenado con R <sub>rec</sub>
	P <sub>motor</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br,nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>fren med</sub>	Nº de pedido	Período	R <sub>rec</sub>	P <sub>fren med</sub>	Nº de pedido	Período	R <sub>rec</sub>	Ciclo de trabajo	Nº de pedido	
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxx xx	[s]	[Ω]	[kW]	175Uxx xx	[s]	[Ω/w]	%	175Uxx xx	
PK25	0,25	380	679	425	0,095	1841	120	425	0,43	1941	120	430/100	40	1002	110 (110)
PK37	0,37	380	459	425	0,095	1841	120	425	0,43	1941	120	430/100	40	1002	110 (110)
PK55	0,55	275	307	310	0,25	1842	120	310	0,80	1942	120	330/100	27	1003	109 (110)
PK55	0,55	275	307	310	0,25	1842	120	310	0,80	1942	120	310/200	55	0984	109 (110)
PK75	0,75	188	224	210	0,285	1843	120	210	1,35	1943	120	220/100	20	1004	110 (110)
PK75	0,75	188	224	210	0,285	1843	120	210	1,35	1943	120	210/200	37	0987	110 (110)
P1K1	1,1	130	152	145	0,065	1820	120	145	0,26	1920	120	150/100	14	1005	110 (110)
P1K1	1,1	130	152	145	0,065	1820	120	145	0,26	1920	120	150/200	27	0989	110 (110)
P1K5	1,5	81	110	90	0,095	1821	120	90	0,43	1921	120	100/100	10	1006	110 (110)
P1K5	1,5	81	110	90	0,095	1821	120	90	0,43	1921	120	100/200	19	0991	110 (110)
P2K2	2,2	58	74,2	65	0,25	1822	120	65	0,80	1922	120	72/200	14	0992	110 (110)
P3K0	3	45	53,8	50	0,285	1823	120	50	1,0	1923	120	50/200	10	0993	110 (110)
P3K7	3,7	31,5	43,1	35	0,43	1824	120	35	1,35	1924	120	35/200	7	0994	110 (110)
P3K7	3,7	31,5	43,1	35	0,43	1824	120	35	1,35	1924	120	72/200	14	2X0992	110 (110)
P5K5	5,5	22,5	28,7	25	0,8	1825	120	25	3,0	1925	120	60/200	11	2x0996	110 (110)
P7K5	7,5	18	20,8	20	2,0	1826	120	20	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P11K	11	12,6	14,0	15	2,0	1827	120	15	-	-	-	-	-	-	103 (110)
P15K	15	9	10,2	10	2,8	1828	120	10	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P18K	18,5	6,3	8,2	7	4	1829	120	7	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P22K	22	5,4	6,9	6	4,8	1830	120	6	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P30K	30	4,2	5,0	4,7	6	1954	300	4,7	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P37K	37	2,9	4,0	3,3	8	1955	300	3,3	-	-	-	-	-	-	110 (110)
P45K	45	2,4	3,3	2,7	10	1956	300	2,7	-	-	-	-	-	-	110 (110)

4

Números de pedido: resistencias de freno																			
Alimentación de red 380-480 V CA (T4-LP+MP+HP)				VLT AQUA Drive															
Resistencia seleccionado																			
IP 20 estándar																			
IP65 encapsulado plano para cintas transportadoras horizontales.																			
Tamaño:	Ciclo de trabajo 10%							Ciclo de trabajo 40%							R <sub>rec</sub> por elemento	Ciclo de trabajo	Nº de pedido	Máx. par de frenado con R <sub>rec</sub>	
	P <sub>motor</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br,nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>fren med</sub>	Nº de pedido	Período	R <sub>rec</sub>	P <sub>fren med</sub>	Nº de pedido	Período	R <sub>rec</sub>	P <sub>fren med</sub>	Nº de pedido					Período
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxx xx	[s]	[Ω]	[kW]	175Uxx xx	[s]	[Ω]	[kW]	175Uxx xx					[s]
PK37	0,37	620	1825	620	0,065	1840	120	620	0,26	1940	120	830/100	30	1000	110 (110)				
PK55	0,55	620	1228	620	0,065	1840	120	620	0,26	1940	120	830/100	20	1000	110 (110)				
PK75	0,75	485	896	620	0,065	1840	120	620	0,26	1940	120	830/100	20	1000	110 (110)				
P1K1	1,1	329	608	620	0,065	1840	120	620	0,26	1940	120	630	-	-	110 (110)				
P1K5	1,5	240	443	425	0,095	1841	120	425	1,0	1941	120	430/100	10	1002	110 (110)				
P1K5	1,5	240	443	425	0,095	1841	120	425	1,0	1941	120	430/200	20	0983	110 (110)				
P2K2	2,2	161	299	310	0,25	1842	120	310	1,6	1942	120	320/200	14	0984	110 (110)				
P3K0	3	117	217	210	0,285	1843	120	210	2,5	1943	120	215/200	10	0987	110 (110)				
P4K0	4	86,9	161	150	0,43	1844	120	150	3,7	1944	120	150/200	14	0989	110 (110)				
P4K0	4	86,9	161	150	0,43	1844	120	150	3,7	1944	120	300/200	7	2X0985	110 (110)				
P5K5	5,5	62,5	115	110	0,6	1845	120	110	4,7	1945	120	120/200	6	2X0990	110 (110)				
P7K5	7,5	45,3	83,7	80	0,85	1846	120	80	6,1	1946	120	82/240	5	2X0090	110 (110)				
P11K	11	34,9	56,4	40	2	1848	120	40	11	1948	120	-	-	-	110 (110)				
P15K	15	25,3	40,9	40	2	1848	120	40	11	1948	120	-	-	-	110 (110)				
P18K	18,5	20,3	32,8	30	2,8	1849	120	30	18	1949	120	-	-	-	110 (110)				
P22K	22	16,9	27,3	25	3,5	1850	120	25	23	1950	120	-	-	-	110 (110)				
P30K	30	13,2	20	20	4	1851	120	20	25	1951	120	-	-	-	110 (110)				
P37K	37	10,6	16,1	15	4,8	1852	120	15	32	1952	120	-	-	-	110 (110)				
P45K	45	8,7	13,2	12	5,5	1853	120	12	40	1953	120	-	-	-	110 (110)				
P55K	55	6,6	10,8	10	15	2008	120	10	62	2007	120	-	-	-	110 (110)				
P75K	75	6,6	8	7	13	0069	120	7	72	0068	120	-	-	-	110 (110)				
P90K	90	3,6	7	5	18	1959	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)				
P110	110	3	5	5	18	1959	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)				
P132	132	2,5	5	4	22	1960	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)				
P160	160	2	4	3,8	22	1960	300	-	-	-	-	-	-	-	106 (110)				
P200	200	1,6	2,9	2,6	32	1962	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)				
P250	250	1,2	2,4	2,1	39	1963	300	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)				
P315	315	1,2	1,9	2,1	39	1963	300	-	-	-	-	-	-	-	98 (110)				
P355	355	1,2	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)				
P400	400	1,2	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)				
P450	450	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110 (110)				
P500	500	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100 (100)				
P560	560	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89 (89)				
P630	630	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79 (79)				
P710	710	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70 (70)				
P800	800	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62 (62)				
P1M0	1000	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50 (50)				



**Números de pedido: resistencias de freno**

**Alimentación de red 525-690 V CA (T7-HP)**

VLT AQUA Drive

Resistencia seleccionado

IP 20 estándar

Máx. par de frenado con R<sub>rec</sub>  
%

Tamaño:	P <sub>motor</sub>	R <sub>min</sub>	R <sub>br,nom</sub>	R <sub>rec</sub>	P <sub>fren med</sub>	Nº de pedido	Período	R <sub>rec</sub>	P <sub>fren med</sub>	Nº de pedido	Período	
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	130Bxxxx	[s]	[Ω]	[kW]	130Bxxxx	[s]	
P37K	37	22,5	32,1	20	52	2118	600	20	32	2118	600	110 (110)
P45K	45	22,5	26,4	15	64	2119	600	15	39	2119	600	110 (110)
P55K	55	18	21,6	15	76	2120	600	15	47	2120	600	110 (110)
P75K	75	13,5	15,6	9,8	104	2121	600	9,8	64	2121	600	110 (110)
P90K	90	8,8	13	9,8	126	2122	600	9,8	77	2122	600	110 (110)
P110	110	8,8	10,7	7,3	153	2123	600	7,3	93	2123	600	110 (110)
P132	132	6,6	8,9	4,7	185	2124	600	4,7	113	2124	600	110 (110)
P160	160	6,6	7,3	4,7	224	2125	600	4,7	137	2125	600	110 (110)
P200	200	4,2	5,9	3,8	147	2X2126	600	3,8	90	2X2126	600	110 (110)
P250	250	4,2	4,7	2,6	173	2X2127	600	2,6	106	2X2127	600	110 (110)
P315	315	3,4	3,7	2,6	212	2X2128	600	2,6	130	2X2128	600	108 (110)
P400	355	2,3	3,3	2,6	72	2x1062	300	-	-	-	-	110 (110)
P450	400	2,3	2,9	2,6	72	2x1062	300	-	-	-	-	110 (110)
P500	500	2,1	2,3	2,3	90	2x1063	300	-	-	-	-	110 (110)
P560	560	1,9	2,1	2,1	100	2x1064	300	-	-	-	-	110 (110)
P630	630	1,7	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P710	710	1,5	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P800	800	1,3	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P900	900	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1M0	1000	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4

## 5 Instrucciones de montaje

### 5.1 Instalación mecánica

Esta página se ha dejado en blanco in-  
tencionadamente

5

**5.1.1 Vistas mecánicas frontales**

IP20/21	IP20/21	IP55/66	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20	IP21/55/66	IP21/55/66	IP20	IP20
<p>Ilustración 5.1: Agujeros de montaje superior e inferior.</p> <p>Ilustración 5.2: Agujeros de montaje superior e inferior. (solo B4+C3+C4)</p> <p>Las bolsas de accesorios, que contienen los soportes, tornillos y conectores necesarios, se suministran incluidas con los convertidores.</p> <p>Todas las medidas expresadas en mm.</p>										

### 5.1.2 Dimensiones mecánicas

Dimensiones mecánicas											
Tamaño (kW) del bastidor:	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
200-240 V	0,25-3,0	3,7	0,25-3,7	5,5-11	15	5,5-11	15-18,5	18,5-30	37-45	22-30	37-45
380-480 V	0,37-4,0	5,5-7,5	0,37-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
525-600 V	-	0,75-7,5	0,75-7,5	11-18,5	22-30	11-18,5	22-37	37-55	75-90	45-55	75-90
525-690 V	-	-	-	-	11-30	-	-	-	37-90	-	-
IP	20	21	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA	Chasis	Tipo 1	Tipo 12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chasis	Chasis	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chasis	Chasis
<b>Altura (mm)</b>											
Protección	A2	A3	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
...con placa de desacoplamiento	246	372	420	480	650	350	460	680	770	490	600
Placa posterior	374	-	-	-	-	419	595	-	-	630	800
Distancia entre los orificios de montaje	A1	A2	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
	268	375	420	480	650	399	520	680	770	550	660
	a	257	350	454	624	380	495	648	739	521	631
<b>Anchura (mm)</b>											
Protección	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Con una opción C	90	130	170	242	242	165	231	308	370	308	370
Placa posterior	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Distancia entre los orificios de montaje	b	70	110	210	210	140	200	272	334	270	330
<b>Profundidad (mm)</b>											
Sin opción A/B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Con opción A/B	C*	205	220	260	260	248	242	310	335	333	333
<b>Orificios para los tornillos (mm)</b>											
	c	8,0	8,0	8,2	12	8	-	12	12	-	-
Diámetro ø	d	11	11	12	19	12	-	19	19	-	-
Diámetro ø	e	5,5	5,5	6,5	9	6,8	8,5	9,0	9,0	8,5	8,5
	f	9	9	9	9	7,9	15	9,8	9,8	17	17
<b>Peso máx. (kg)</b>		4,9	5,3	14	23	12	23,5	45	65	35	50

\* La profundidad de la protección dependerá de las diferentes opciones instaladas.

\*\* Los espacios libres requeridos 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		IP21/54	D2		IP21/54	D3		IP00	D4		IP00	E1		IP21/54	E2		IP00	F1/F3		IP21/54	F2/F4		IP21/54												
<p>Agujero de montaje:</p>																		<p>Argolla de elevación:</p>	<p>Argolla de elevación y agujeros de montaje:</p>	<p>Montaje placa base:</p>	<p>Protección F1</p>	<p>Protección F2</p>	<p>Protección F3</p>	<p>Protección F4</p>											
<p>130BA885.10</p>																		<p>Todas las medidas expresadas en mm</p>																	



Dimensiones mecánicas										
Tamaño de la protección (kW)	D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2	F3	F4
380-480 V CA	110-132	160-250	110-132	160-250	315-450	315-450	500-710	800-1000	500-710	800-1000
525-690 V CA	45-160	200-400	45-160	200-400	450-630	450-630	710-900	1000-1200	710-900	1000-1200
IP	21/54	21/54	00	00	21/54	00	21/54	21/54	21/54	21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chasis	Chasis	Tipo 1/12	Chasis	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
<b>Dimensiones de envío (mm):</b>										
Anchura	1730	1730	1220	1490	2197	1705	2324	2324	2324	2324
Altura	650	650	650	650	840	831	1569	1962	2159	2559
Profundidad	570	570	570	570	736	736	927	927	927	927
<b>Dimensiones del convertidor de frecuencia (mm):</b>										
<b>Altura</b>										
Placa posterior	A	1209	1589	1046	2000	1547	2281	2281	2281	2281
<b>Anchura</b>										
Placa posterior	B	420	420	408	600	585	1400	1800	2000	2400
<b>Profundidad</b>										
C	380	380	375	375	494	494	607	607	607	607
<b>Dimensiones soportes (mm/pulgadas)</b>										
Orificio central al borde	a	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				
Diámetro del orificio	c	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	27/1,1	27/1,1				
	e	11/0,4	11/0,4	11/0,4	13/0,5	13/0,5				
	f	22/0,9	22/0,9	22/0,9						
	g	10/0,4	10/0,4	10/0,4						
	h	51/2,0	51/2,0	51/2,0						
	i	25/1,0	25/1,0	25/1,0						
	j	49/1,9	49/1,9	49/1,9						
Diámetro del orificio	k	11/0,4	11/0,4	11/0,4						
<b>Peso máx. (kg)</b>		104	151	91	313	277	1004	1246	1299	1541

Póngase en contacto con Danfoss para obtener información detallada y planos CAD para su aplicación.

### 5.1.3 Montaje mecánico

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.

El convertidor de frecuencia permite la instalación lado a lado.

Debe instalarse siempre en una pared sólida.

Protección	Espacio libre (mm)
A2	
A3	100
A5	
B1	
B2	200
B3	200
B4	200
C1	200
C2	225
C3	200
C4	225
D1/D2/D3/D4	225
E1/E2	225
F1/F2/F3/F4	225

Tabla 5.1: Espacio libre de ventilación requerido por encima y por debajo del convertidor de frecuencia

### 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 de campo se recomiendan los kits IP21/IP4X top/TIPO 1 o las unidades IP54/55.

## 5.2 Instalación previa

### 5.2.1 Planificación del lugar de la instalación



**¡NOTA!**

Antes de realizar la instalación, es importante planificar el montaje del convertidor de frecuencia. La falta de planificación puede ser motivo de trabajo extra después de la instalación.

**Seleccione el mejor lugar posible de funcionamiento, considerando lo siguiente (véanse detalles en las siguientes páginas, y en las respectivas Guías de Diseño):**

- Temperatura ambiente de funcionamiento
- Método de instalación
- Cómo refrigerar la unidad
- Posición del convertidor de frecuencia
- Recorrido de los cables
- Asegúrese de que la alimentación proporciona la tensión correcta y la intensidad necesaria
- Asegúrese de que la intensidad nominal del motor no supera la máxima intensidad del convertidor de frecuencia
- Si el convertidor de frecuencia no tiene fusibles incorporados, asegúrese de que los fusibles externos tienen los valores nominales adecuados.

5

### 5.2.2 Recepción del convertidor de frecuencia

Cuando reciba el convertidor de frecuencia, asegúrese de que el embalaje esté intacto y compruebe que no se ha producido ningún daño durante el transporte. En caso de daño, contacte inmediatamente con la compañía transportista y presente la correspondiente reclamación de daños.

### 5.2.3 Transporte y desembalaje

Antes de desembalar el convertidor de frecuencia, es recomendable que se coloque lo más cerca posible del lugar donde se instalará finalmente. Retire la caja y manipule el convertidor de frecuencia sobre el palé, en la medida de lo posible.



**¡NOTA!**

La tapa de la caja de la contiene una plantilla de taladrado para los orificios de montaje de los bastidores D. Para el tamaño E, consulte el apartado *Dimensiones mecánicas* más adelante en este capítulo.

5

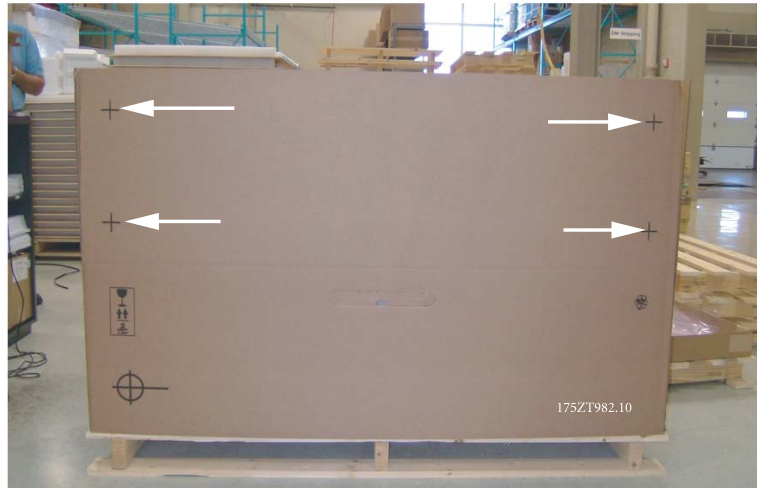


Ilustración 5.3: Plantilla de montaje

### 5.2.4 Elevación

Eleve siempre el convertidor de frecuencia utilizando las argollas de elevación dispuestas para tal fin. Para todos los bastidores D y E2 (IP00) , utilice una barra para evitar doblar las anillas de elevación del convertidor de frecuencia.

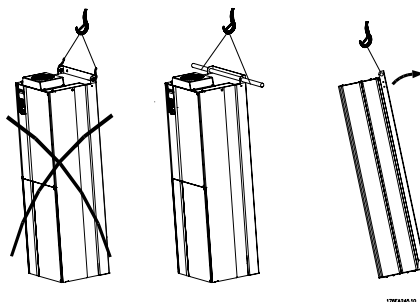


Ilustración 5.4: Método de elevación recomendado, tamaños de bastidor D y E .



**¡NOTA!**

La barra de elevación debe ser capaz de soportar el peso del convertidor de frecuencia. Consulte *Dimensiones mecánicas* para conocer el peso de los diferentes tamaños de bastidor. El diámetro máximo para la barra es de 2,5 cm (1 pulgada). El ángulo existente entre la parte superior del convertidor y el cable de elevación debe ser de 60 grados o más.

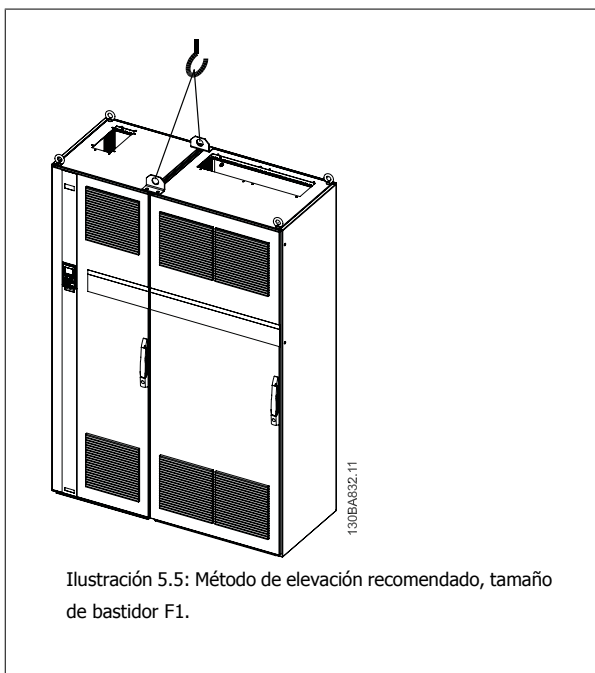


Ilustración 5.5: Método de elevación recomendado, tamaño de bastidor F1.

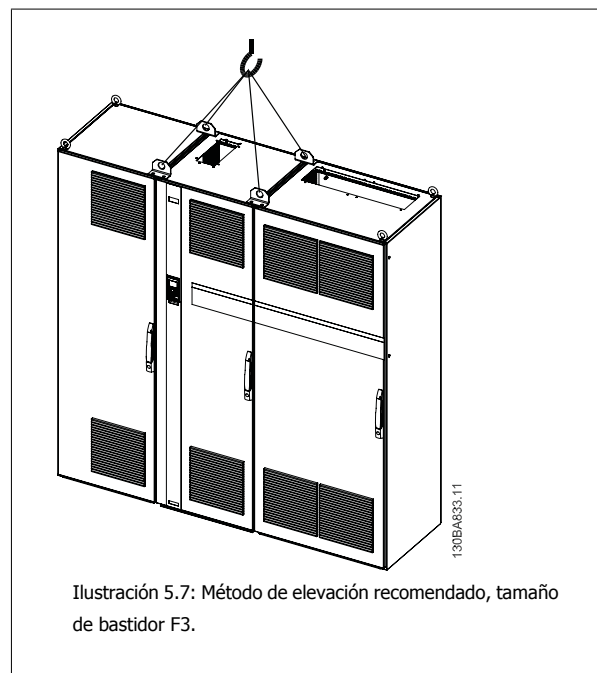


Ilustración 5.7: Método de elevación recomendado, tamaño de bastidor F3.

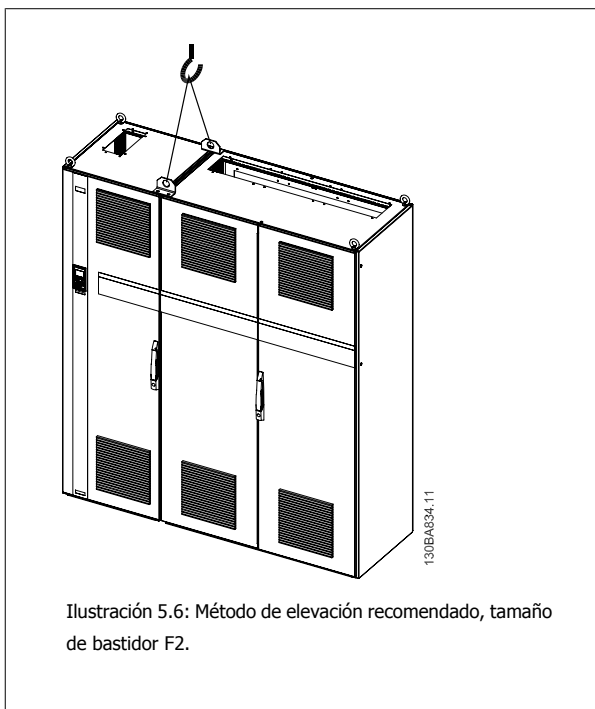


Ilustración 5.6: Método de elevación recomendado, tamaño de bastidor F2.

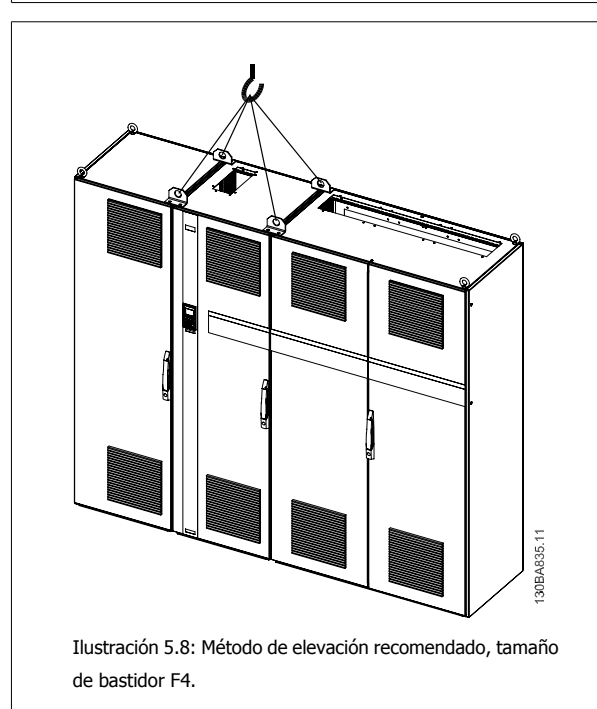


Ilustración 5.8: Método de elevación recomendado, tamaño de bastidor F4.



**¡NOTA!**

La peana se incluye en el mismo paquete que el convertidor de frecuencia, pero no se monta en tamaños de unidad F1-F4 bastidores 61-64 durante el envío. La peana es necesaria para permitir que el flujo de aire en el convertidor proporcione una refrigeración adecuada. Los tamaños de unidad F bastidores 6 deben colocarse encima de la peana en el lugar de instalación definitivo. El ángulo existente entre la parte superior del convertidor y el cable de elevación debe ser de 60 grados o más.

## 5.2.5 Herramientas necesarias

Para realizar la instalación mecánica se requieren las siguientes herramientas:

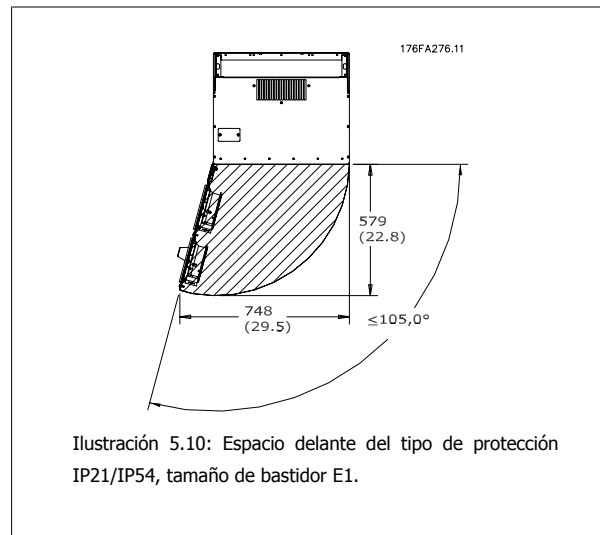
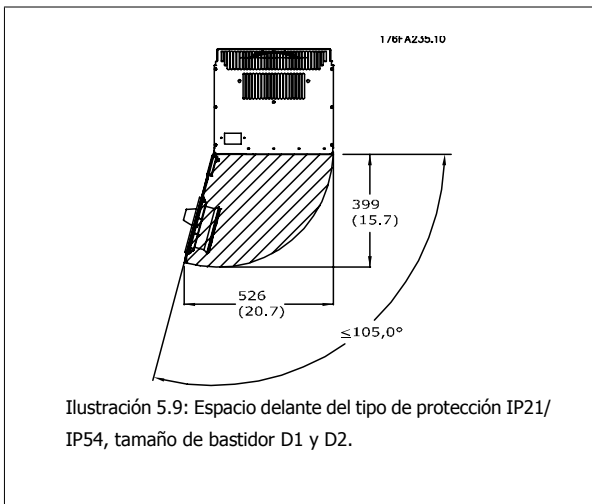
- Taladrador con broca de 10 ó 12 mm.
- Metro
- Llave de tubo con los adaptadores correspondientes (7-17 mm)
- Extensiones para la llave
- Punzón para hoja metálica para los conductos o prensacables en convertidores tipo IP 21/Nema 1 e unidades IP 54
- Barra de elevación para subir la unidad (barra o tubo máx. Ø 25 mm (1 pulg.), capaz de soportar como mínimo 400 kg (880 lbs)).
- Grúa u otro auxiliar de elevación para colocar el convertidor de frecuencia en su posición
- Se necesita una herramienta Torx T50 para instalar el E1 en tipos de protección IP21 e IP54.

# 5

## 5.2.6 Consideraciones generales

### Espacio

Asegure un espacio adecuado por debajo y por encima del convertidor de frecuencia para permitir el flujo de aire y el acceso de los cables. Debe tenerse en cuenta además el espacio necesario frente a la unidad para poder abrir la puerta del panel.



### ¡NOTA!

Para tamaños de bastidor F consulte el apartado *Instalación Mecánica de Alta Potencia*.

### Acceso de los cables

Asegure el debido acceso para los cables, incluyendo la necesaria tolerancia para los dobleces. Ya que la protección IP00 está abierto por la parte inferior, los cables deben fijarse al panel trasero de la protección en que se instale el convertidor de frecuencia, p.e. utilizando abrazaderas para cables.



### ¡NOTA!

Todos los sujetacables/abrazaderas para cables deben montarse dentro del ancho de la barra de distribución del bloque de terminales.

## 5.2.7 Refrigeración y flujo de aire

### Refrigeración

La refrigeración se puede realizar de diferentes maneras, utilizando los conductos de refrigeración de la parte superior e inferior de la unidad, utilizando los conductos de la parte trasera de la unidad o combinando los diferentes recursos de refrigeración.

### Refrigeración de conducciones

Se ha desarrollado una opción específica para optimizar la instalación de convertidores de frecuencia con bastidor IP00/chasis en protecciones Rittal TS8 utilizando el ventilador del convertidor de frecuencia para la refrigeración forzada por aire de la vía posterior. El aire de la parte superior de la protección debe extraerse del emplazamiento, de manera que las pérdidas de calor de la vía posterior no se disipen dentro de la sala de control, reduciendo así las necesidades de uso de aire acondicionado en las instalaciones..

Para más información, consulte *Instalación del Kit de refrigeración de tuberías en protecciones Rittal*.

### Refrigeración trasera

El aire procedente de la vía posterior también puede ventilarse a través de la parte posterior de una protección Rittal TS8. Esto ofrece una solución en la que la vía posterior puede tomar aire del exterior del emplazamiento y conducir el calor desprendido al exterior, reduciendo así las necesidades de aire acondicionado.



#### ¡NOTA!

Se requiere uno o más ventiladores de puerta en el armario Rittal para eliminar las pérdidas no contenidas en la vía posterior del convertidor. El flujo de aire de ventiladores de puerta mínimo requerido al máximo ambiente del convertidor para D3 y D4 es 391 m<sup>3</sup>/h (230 cfm). El flujo de aire de ventiladores de puerta mínimo requerido al máximo ambiente del convertidor para E2 es 782 m<sup>3</sup>/h (460 cfm). Si el ambiente está bajo el máximo o si se añaden a la protección componentes adicionales, con las consiguientes pérdidas de calor, deben realizarse cálculos para garantizar que se suministre el flujo de aire necesario para refrigerar el interior de la protección Rittal.

### Flujo de aire

Debe asegurarse el necesario flujo de aire sobre el radiador. Abajo se muestra el caudal de aire.

Protección	Tamaño de bastidor	Flujo de aire ventilador de puerta / ventilador superior	Flujo de aire sobre el disipador
IP21 / NEMA 1	D1 y D2	170 m <sup>3</sup> /h (100 cfm)	765 m <sup>3</sup> /h (450 cfm)
IP54/NEMA 12	E1	340 m <sup>3</sup> /h (200 cfm)	1.444 m <sup>3</sup> /h (850 cfm)
IP21 / NEMA 1	F1, F2, F3 y F4	700 m <sup>3</sup> /h (412 cfm)*	985 m <sup>3</sup> /h (580 cfm)
IP54/NEMA 12	F1, F2, F3 y F4	525 m <sup>3</sup> /h (309 cfm)*	985 m <sup>3</sup> /h (580 cfm)
IP00 / Chasis	D3 y D4	255 m <sup>3</sup> /h (150 cfm)	765 m <sup>3</sup> /h (450 cfm)
	E2	255 m <sup>3</sup> /h (150 cfm)	1.444 m <sup>3</sup> /h (850 cfm)

\* Flujo de aire por ventilador. Tamaño de bastidor F contiene varios ventiladores.

Tabla 5.2: Flujo de aire del disipador



#### ¡NOTA!

El ventilador funciona por las siguientes razones:

1. AMAAuto tune
2. CC mantenida
3. Premagnet.
4. Freno de CC
5. Se ha superado el 60% de intensidad nominal
6. Se ha superado la temperatura de disipador especificada (dependiente de la potencia).

Una vez que el ventilador se inicie, funcionará durante al menos 10 minutos.

### 5.2.8 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.



**¡NOTA!**

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 del convertidor de frecuencia en Alarma 69, Temp. tarj. pot.

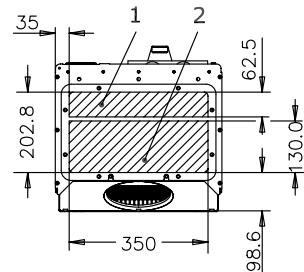
5



130BB073.10

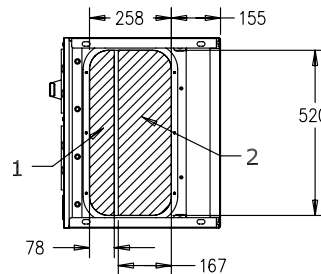
Ilustración 5.11: Ejemplo de instalación adecuada de la placa de prensacables.

**Tamaño de bastidor D1 + D2**



176FA289.11

**Tamaño de bastidor E1**

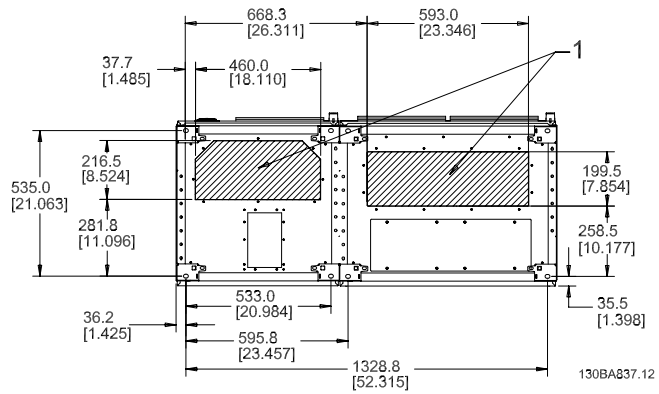


176FA290.11

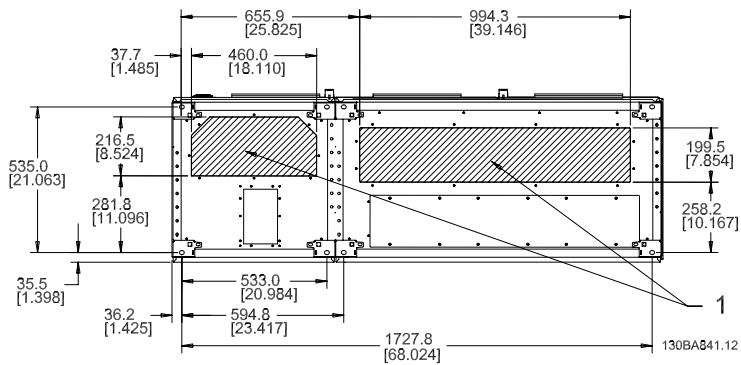
Entradas de cable vistas desde la parte inferior del convertidor de frecuencia - 1) Red 2) Lateral del motor



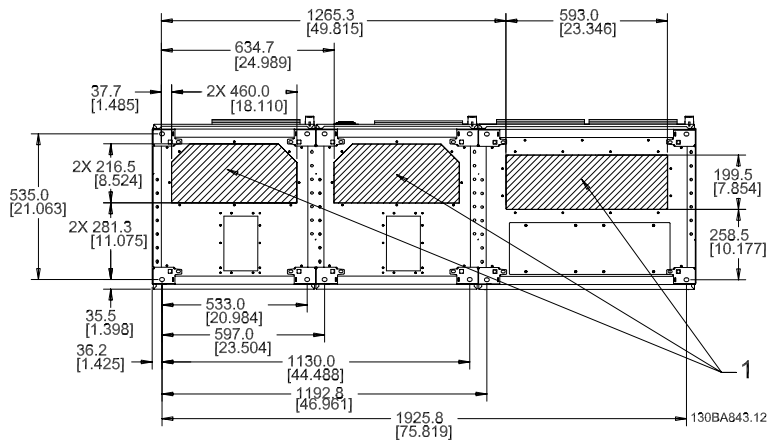
**Tamaño de bastidor F1**



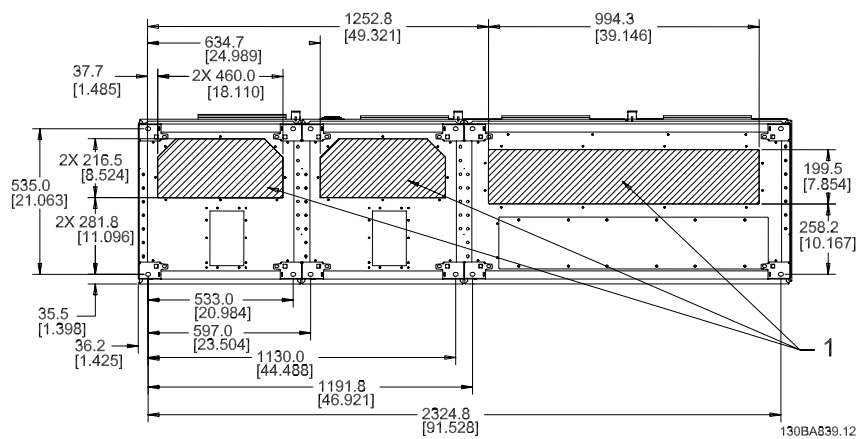
**Tamaño de bastidor F2**



**Tamaño de bastidor F3**



**Tamaño de bastidor F4**



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

5

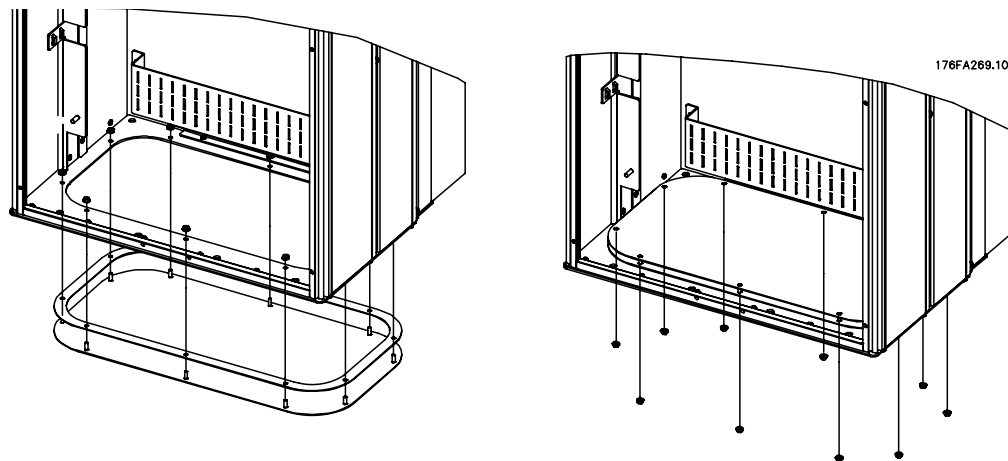


Ilustración 5.12: Montaje de placa inferior, tamaño de bastidor E1.

La placa inferior del bastidor E1 puede instalarse desde dentro o desde fuera de la protección, 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.

### 5.2.9 Instalación de protección antigoteo IP21 ((tamaño de bastidor D1 y D2)

**Para cumplir con la clasificación IP21 es necesario instalar un protector antigoteo independiente, como se explica a continuación:**

- Retire los dos tornillos frontales
- Coloque el protector antigoteo y vuelva a colocar los tornillos
- Apriete los tornillos hasta 5,6 Nm (50 pulgadas-lbs)

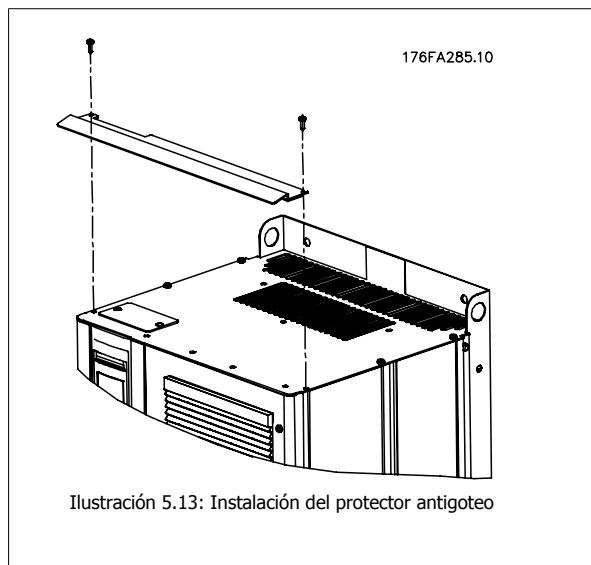


Ilustración 5.13: Instalación del protector antigoteo

## 5.3 Instalación eléctrica

### 5.3.1 Cables en general



**¡NOTA!**

Cables en general

Respete siempre las normas nacionales y locales con respecto a las secciones de los cables.

#### Detalles de pares de apriete de los terminales.

Protección	Potencia (kW)			Par (Nm)					
	200-240 V	380-480 V	525-690 V	Línea	Motor	Conexión de CC	Freno	Tierra	Relé
A2	0.25 - 3.0	0.37 - 4.0	1.1 - 4.0	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
A3	3.7	5.5 - 7.5	5.5 - 7.5	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
A5	0.25 - 3.7	0.37 - 7.5	1.1 - 7.5	1.8	1.8	1.8	1.8	3	0.6
B1	5.5 - 11	11 - 18	-	1.8	1.8	1.5	1.5	3	0.6
B2	- 15	22 30	-	2.5 4.5	2.5 4.5	3.7	3.7	3	0.6
C1	18.5 - 30	37 - 55	-	10	10	10	10	3	0.6
C2	37 - 45	75 90	-	14 24	14 24	14	14	3 3	0.6 0.6
D1/D3	-	110 132	110 132	19 19	19 19	9.6 9.6	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	9.6	9.6	19	0.6

Tabla 5.3: Apriete de los terminales.

### 5.3.2 Eliminación de troqueles para cables adicionales

1. Retire la entrada de cable del convertidor de frecuencia (al quitar los troqueles, evite que caigan piezas externas dentro del convertidor de frecuencia).
2. La entrada de cable debe estar sujeta alrededor del troquel que 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.

### 5.3.3 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.

5



La sección del cable de conexión a tierra debe ser, como mínimo, de 10 mm<sup>2</sup> 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.

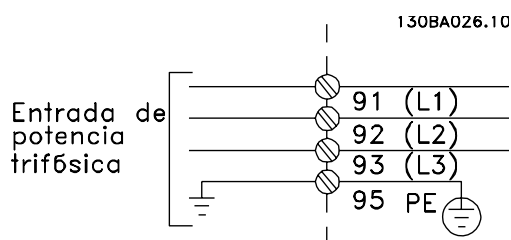


Ilustración 5.14: Terminales para la red de alimentación y la toma de tierra.

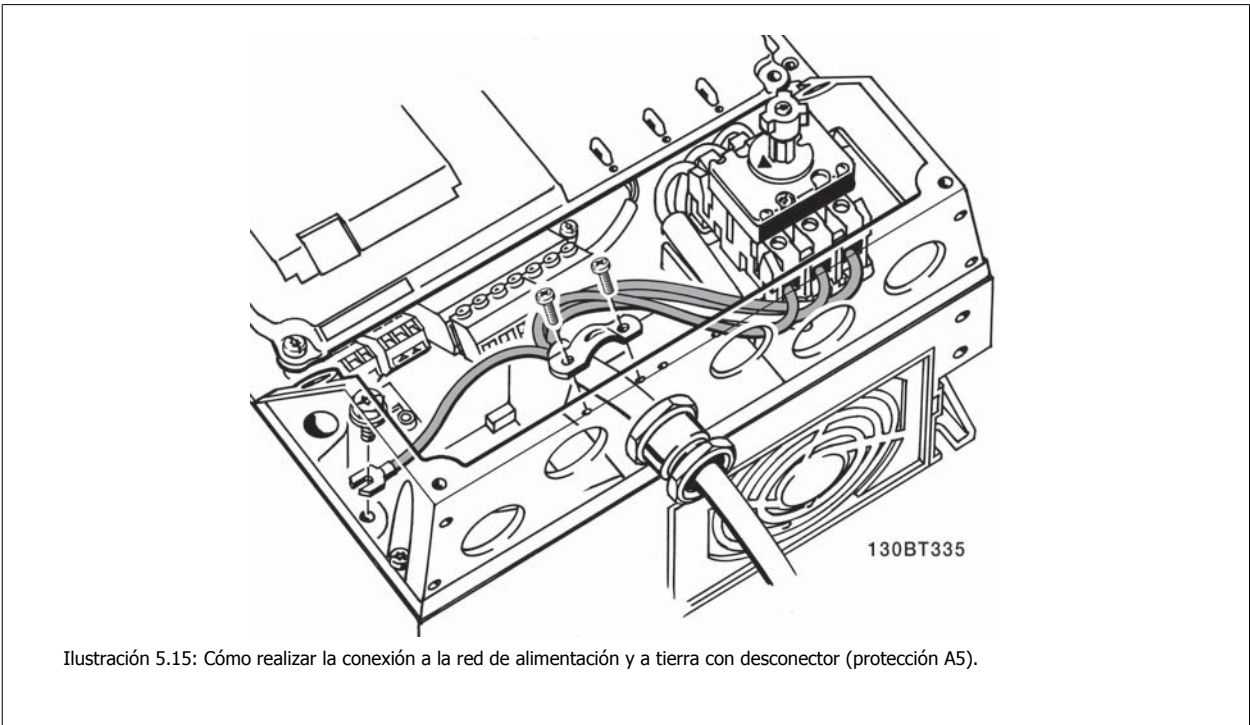



Ilustración 5.15: Cómo realizar la conexión a la red de alimentación y a tierra con desconector (protección A5).

### 5.3.4 Conexión del cable de 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*.

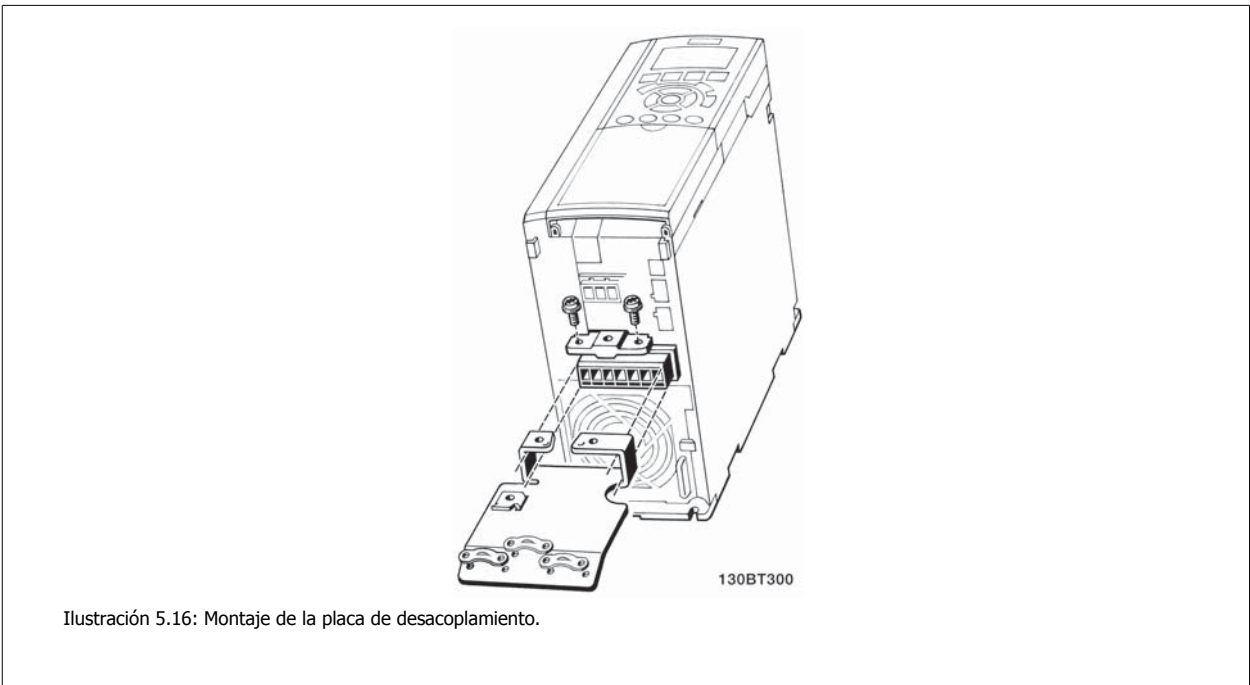
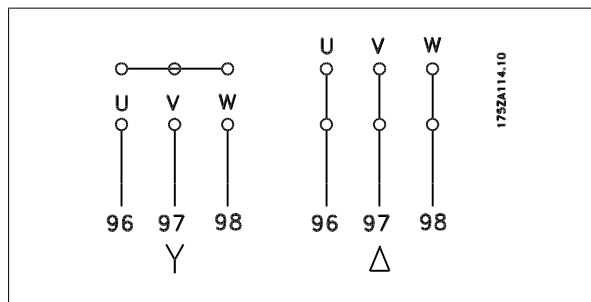


Ilustración 5.16: Montaje de la placa de desacoplamiento.

1. Fije la placa de desacoplamiento a la parte inferior del convertidor de frecuencia con los tornillos y las arandelas de la bolsa de accesorios.
2. Conecte el cable del motor a los terminales 96 (U), 97 (V) y 98 (W).
3. Conecte la conexión de tierra (terminal 99) de la placa de desacoplamiento 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 desacoplamiento con los tornillos y arandelas de la bolsa de accesorios.

Es posible conectar al convertidor de frecuencia cualquier tipo de motor asíncrono trifásico estándar. Normalmente, los motores pequeños se conectan en estrella (230/400 V, D/Y). Los motores de gran tamaño se conectan en triángulo (400/6090 V, D/Y). Consulte la placa de características del motor para utilizar el modo de conexión y la tensión adecuados.



5



**¡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.

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

**5.3.5 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 de interferencias y las corrientes de fuga.
- Conecte la pantalla del cable de motor a la placa de desacoplamiento del convertidor de frecuencia y a la carcasa metálica 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 aislamientos o relés de motor, el apantallamiento debe tener la menor impedancia de HF posible.

**Requerimientos bastidor F**

**Requisitos F1/F3:** Las cantidades de cable de fase de motor deberían ser 2, 4, 6 u 8 (múltiplos de 2, no se permite 1 cable) para tener el mismo número de cables conectados a ambos terminales de módulo inversor. Es necesario que los cables tengan la misma longitud, dentro de un margen del 10%, entre los terminales de módulo inversor y el primer punto común de una fase. El punto común recomendado son los terminales del motor.

**Requisitos F2/F4:** las cantidades de cable de fase de motor deberían ser 3, 6, 9 ó 12 (múltiplos de 3) para tener el mismo número de cables conectados a cada uno de los terminales del módulo inversor. Es necesario que los cables tengan la misma longitud, dentro de un margen del 10%, entre los terminales del módulo inversor y el primer punto común de una fase. El punto común recomendado son los terminales del motor.

**Requerimientos de la caja de conexiones de salida:** la longitud (mínimo 2,5 metros) y el número de cables deben ser iguales entre cada módulo inversor y el terminal común en la caja de conexiones.



**¡NOTA!**

Si una aplicación de retroalimentación requiere un número desigual de cables por fase, consulte con el fabricante para conocer los requerimientos.

### 5.3.6 Instalación eléctrica de cables de motores

**Apantallamiento de los cables**

Evite la instalación con extremos de pantalla retorcida en espiral. 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 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 *Frecuencia conmutación*.

**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.

### 5.3.7 Fusibles



**¡NOTA!**

Todos los fusibles mencionados son tamaños máximos de fusible.

**Protección de circuito derivado:**

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

**Protección ante cortocircuitos:**

Debe proteger el convertidor de frecuencia frente a cortocircuitos para evitar que se produzcan accidentes eléctricos o incendios. Danfoss recomienda utilizar los fusibles que se indican en las tablas 5.3 y 5.4 para proteger al personal de servicio y a otros equipos en caso de que se produzca un fallo interno de la unidad. El convertidor de frecuencia proporciona protección completa 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 va equipado con una protección interna frente a sobreintensidad que puede utilizarse como protección frente a sobrecargas para las líneas de alimentación (aplicaciones UL excluidas). Véase el par. 4-18. Los fusibles deben estar diseñados para aportar protección en un circuito capaz de suministrar un máximo de 100.000 A<sub>rms</sub> (simétrico), 500 V/600 V máximo.

**No conformidad con UL:**

Si no es necesario cumplir las normas UL/cUL, Danfoss 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
<b>200-240 V</b>			
K25-K75	10A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
1K1-2K2	20A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
3K0	30A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
3K7	30A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
5K5	50A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
7K5	63A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
11K	63A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
15K	80A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
18K5	125A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
22K	125A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
30K	160A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo gG
37K	200A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo aR
45K	250A <sup>1</sup>	200-240 V	tipo aR
<b>380-480 V</b>			
K37-1K5	10A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
2K2-4K0	20A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
5K5-7K5	30A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
11K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
15K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
18K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
22K	63A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
30K	80A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
37K	100A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
45K	125A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
55K	160A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo gG
75K	250A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo aR
90K	250A <sup>1</sup>	380-480 V	tipo aR

Tabla 5.4: 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.

Danfoss PN	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, protecciones E, 380-480 V

#### Conformidad con UL

VLT AQUA	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littel fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>200-240 V</b>							
kW	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo RK1	Tipo RK1	Tipo CC	Tipo RK1
K25-1K1	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
15K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80	-	A2K-80R
18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R
22K	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125	-	A2K-125R
30K	FWX-150	-	-	2028220-150	L25S-150	-	A25X-150
37K	FWX-200	-	-	2028220-200	L25S-200	-	A25X-200
45K	FWX-250	-	-	2028220-250	L25S-250	-	A25X-250

Tabla 5.6: Fusibles UL 200 - 240 V



VLT AQUA	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littel fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
<b>380-500 V, 525-600</b>							
kW	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo RK1	Tipo RK1	Tipo CC	Tipo RK1
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

Tabla 5.7: 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 KLN 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.

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

Tabla 5.8: Fusibles UL 200 - 240 V

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

Tabla 5.9: 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 KLNK 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.

### 380-500 V, tamaños de bastidor D, E y F

Los siguientes fusibles son adecuados para su uso en un circuito capaz de proporcionar 100.000 Arms (simétricos), 240 V, o 480 V, o 500 V, o 600 V, dependiendo de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. Con los fusibles adecuados, la clasificación de corriente de cortocircuito (SCCR) del convertidor es 100.000 Arms.

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
P90K	FWH-300	JJS-300	2028220-315	L50S-300	A50-P300	NOS-300	170M3017	170M3018
P110	FWH-350	JJS-350	2028220-315	L50S-350	A50-P350	NOS-350	170M3018	170M3018
P132	FWH-400	JJS-400	206xx32-400	L50S-400	A50-P400	NOS-400	170M4012	170M4016
P160	FWH-500	JJS-500	206xx32-500	L50S-500	A50-P500	NOS-500	170M4014	170M4016
P200	FWH-600	JJS-600	206xx32-600	L50S-600	A50-P600	NOS-600	170M4016	170M4016

Tabla 5.10: Tamaño de bastidor D, fusibles de línea, 380-500 V

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 5.11: Tamaño de bastidor E, fusibles de línea, 380-500 V

Tamaño/tipo	Nº ref. Bussmann*	Clasificación	Siba	Interno opcional Bussmann
P450	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P500	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P560	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082
P630	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082
P710	170M7083	2500 A, 700 V	20 695 32.2500	170M7083
P800	170M7083	2500 A, 700 V	20 695 32.2500	170M7083

Tabla 5.12: Tamaño de bastidor F, fusibles de línea, 380-500 V

Tamaño/tipo	Nº ref. Bussmann*	Clasificación	Siba
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabla 5.13: Tamaño de bastidor F, fusibles de bus CC de módulo inversor, 380-500 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 500 V, con la corriente nominal correspondiente.

**525-690 V, tamaños de bastidor D, E y F**

Tamaño/tipo	Bussmann E125085 JFHR2	Amps	SIBA E180276 JFHR2	Ferraz-Shawmut E76491 JFHR2	Opción interna Bussmann
P37K	170M3013	125	2061032.125	6.6URD30D08A0125	170M3015
P45K	170M3014	160	2061032.16	6.6URD30D08A0160	170M3015
P55K	170M3015	200	2061032.2	6.6URD30D08A0200	170M3015
P75K	170M3015	200	2061032.2	6.6URD30D08A0200	170M3015
P90K	170M3016	250	2061032.25	6.6URD30D08A0250	170M3018
P110	170M3017	315	2061032.315	6.6URD30D08A0315	170M3018
P132	170M3018	350	2061032.35	6.6URD30D08A0350	170M3018
P160	170M4011	350	2061032.35	6.6URD30D08A0350	170M5011
P200	170M4012	400	2061032.4	6.6URD30D08A0400	170M5011
P250	170M4014	500	2061032.5	6.6URD30D08A0500	170M5011
P315	170M5011	550	2062032.55	6.6URD32D08A550	170M5011

Tabla 5.14: Tamaño de bastidor D, 525-690 V

Tamaño/tipo	Nº ref. Bussmann*	Clasificación	Ferraz	Siba
P355	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P400	170M4017	700 A, 700 V	6.9URD31D08A0700	20 610 32.700
P500	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900
P560	170M6013	900 A, 700 V	6.9URD33D08A0900	20 630 32.900

Tabla 5.15: Tamaño de bastidor E, 525-690 V

Tamaño/tipo	Nº ref. Bussmann*	Clasificación	Siba	Interno opcional Bussmann
P630	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P710	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P800	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P900	170M7081	1600 A, 700 V	20 695 32.1600	170M7082
P1M0	170M7082	2000 A, 700 V	20 695 32.2000	170M7082

Tabla 5.16: Tamaño de bastidor F, fusibles de línea, 525-690 V

Tamaño/tipo	Nº ref. Bussmann*	Clasificación	Siba
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32. 1000

Tabla 5.17: Tamaño de bastidor F, fusibles de bus CC de módulo inversor, 525-690 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.

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.



### 5.3.8 Acceso a los terminales de control

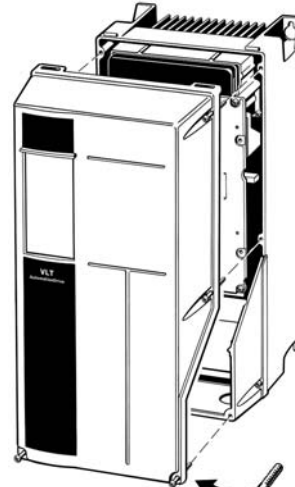
Todos los terminales de los cables de control se encuentran situados bajo la tapa de terminales, en la parte delantera del convertidor de frecuencia. Desmonte la tapa de terminales con un destornillador (consulte la ilustración).

5



130BT304

Ilustración 5.17: Tamaños de bastidor A1, A2, A3, B3, B4, C3 y C4



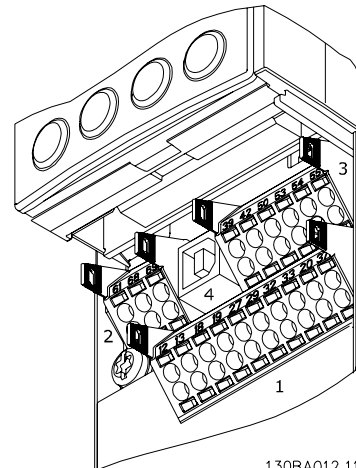
130BT334

Ilustración 5.18: Tamaños de bastidor A5, B1, B2, C1 y C2

### 5.3.9 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.



130BA012.11

Ilustración 5.19: Terminales de control (todas las protecciones)

### 5.3.10 Terminales del cable de control

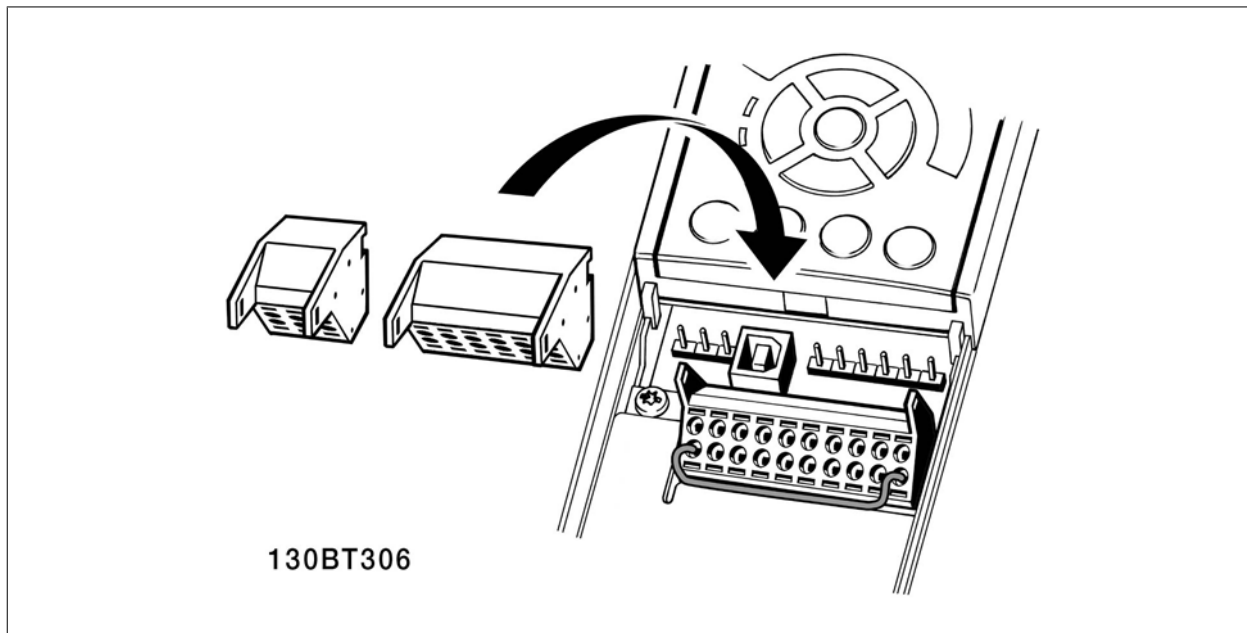
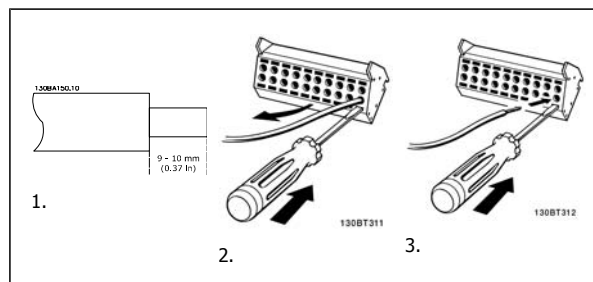
Para montar el cable en el terminal:

1. Quite 9 ó 10 mm de aislante
2. Introduzca un destornillador<sup>1)</sup> 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.

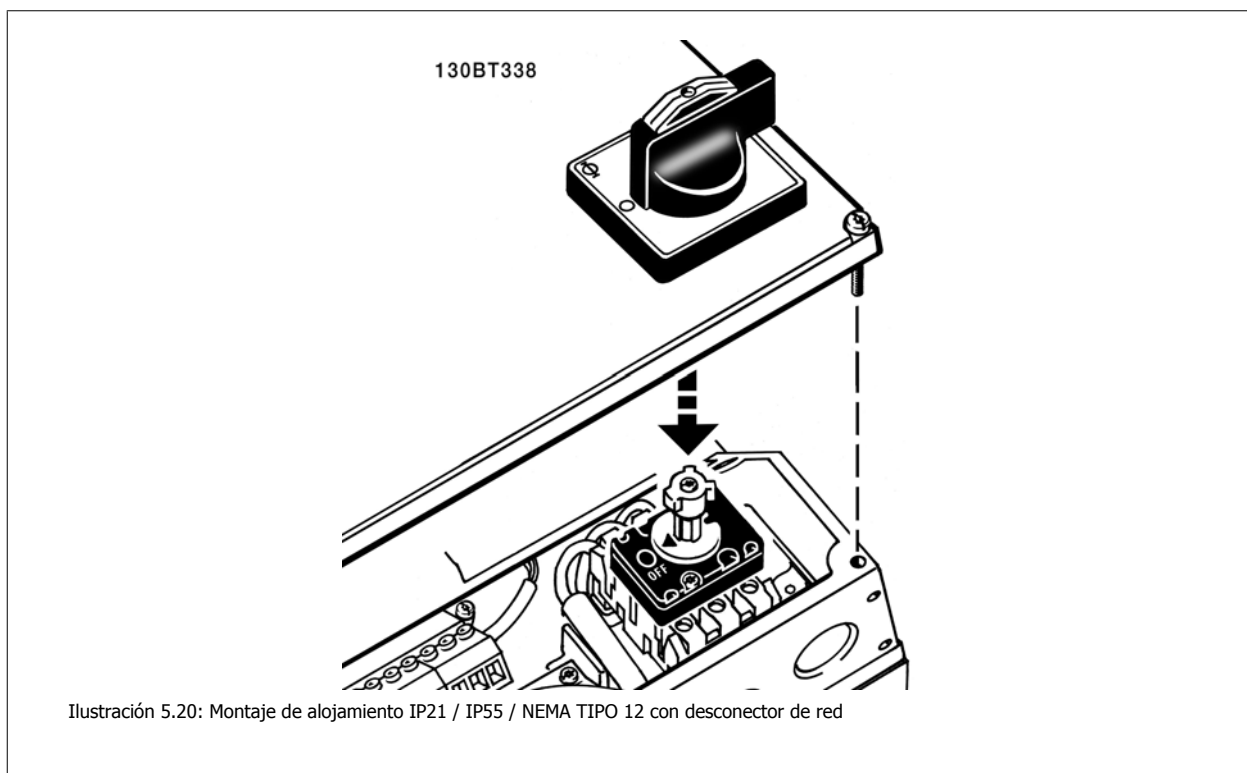
Para quitar el cable del terminal:

1. Introduzca un destornillador<sup>1)</sup> en el orificio cuadrado.
2. Saque el cable.

<sup>1)</sup> Máx. 0,4 x 2,5 mm



5



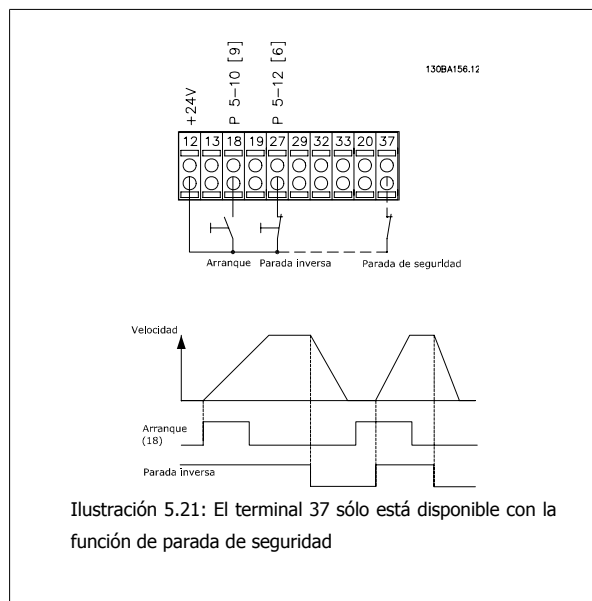
### 5.3.11 Ejemplo de cableado básico

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

27 = parada inversa



### 5.3.12 Longitud del cable de control

#### Entrada digital / salida digital

En función del tipo de sistema electrónico utilizado, puede calcularse la impedancia de cable máxima basándose en la impedancia de entrada de 4 kΩ del convertidor de frecuencia.

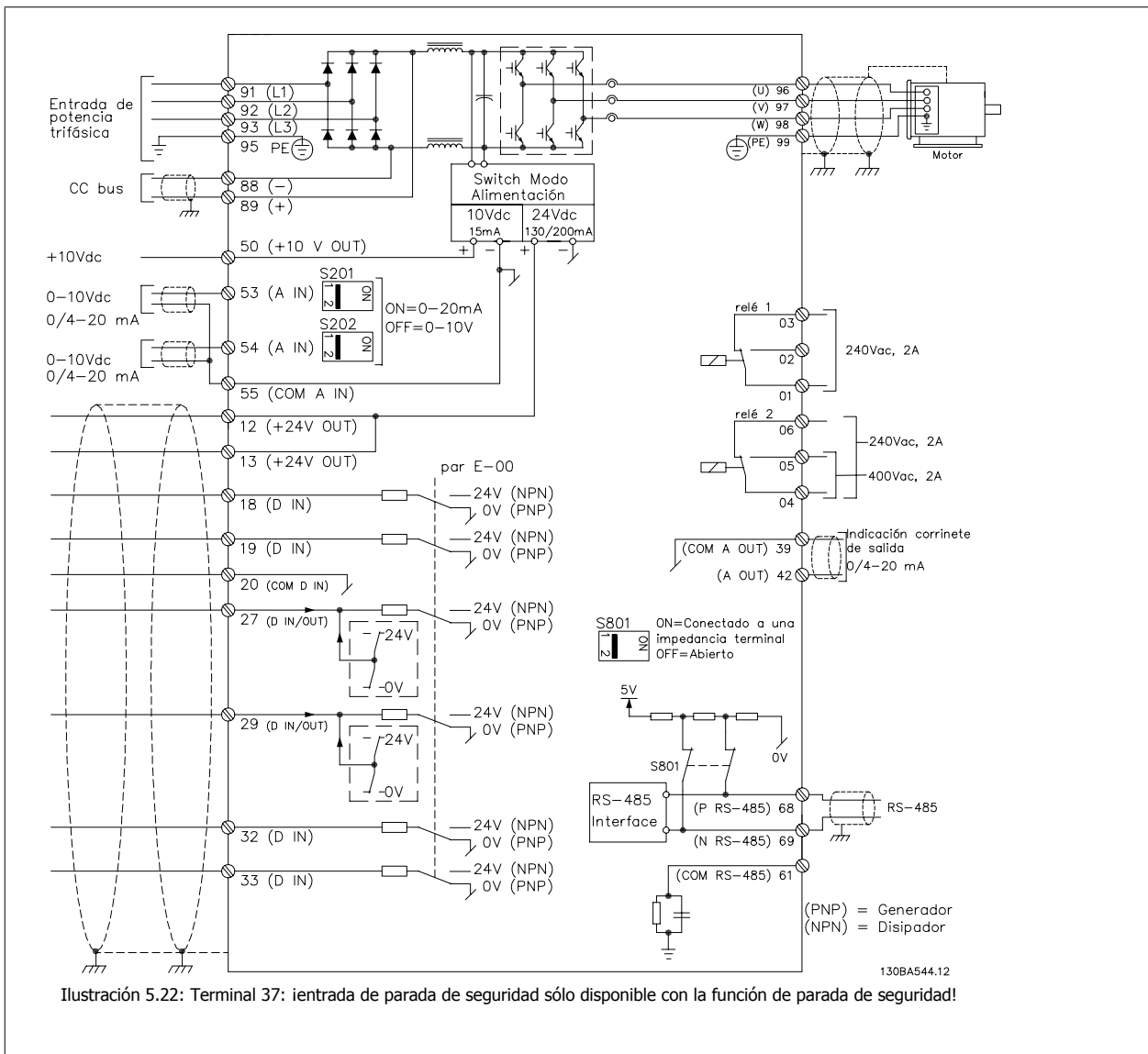
#### Entrada analógica / salida analógica

Nuevamente el sistema electrónico utilizado limita la longitud del cable.

**¡NOTA!**

El ruido siempre es un factor que hay que tener en cuenta.

### 5.3.13 Instalación eléctrica, Cables de control



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 de frecuencia VLT AQUA (terminal 20, 55, 39) para evitar que las corrientes de tierra de ambos grupos afecten a los demás grupos. Por ejemplo, conectar la entrada digital podría perturbar la señal de entrada analógica.

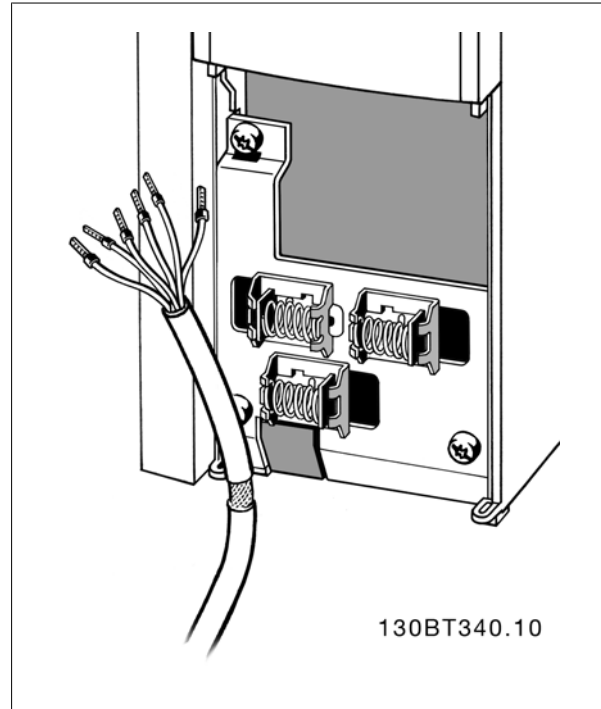
**¡NOTA!**

Los cables de control deben estar apantallados/blindados.

1. Utilice una abrazadera de la bolsa de accesorios para conectar la pantalla a la placa de desacoplamiento para los cables de control 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



### 5.3.14 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 mostrando todos los terminales eléctricos* en la sección *Instalación Eléctrica*.

Ajuste predeterminado:

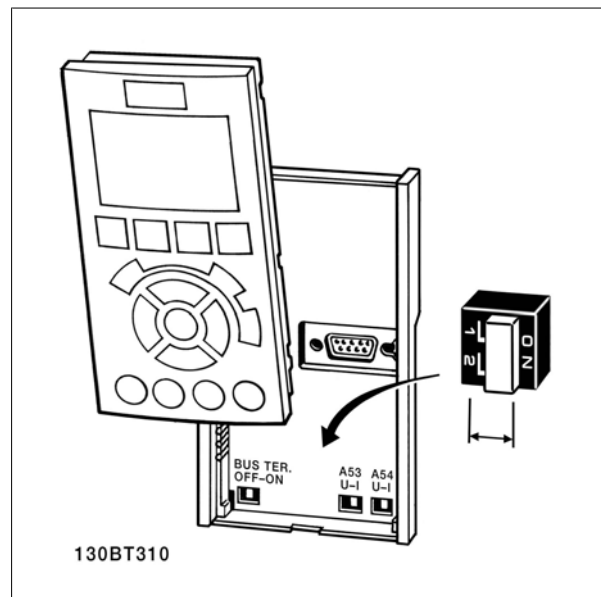
S201 (A53) = OFF (entrada de tensión)

S202 (A54) = OFF (entrada de tensión)

S801 (Terminación de bus) = OFF

**¡NOTA!**

Se recomienda cambiar la posición del conmutador sólo después de apagar la unidad.





## 5.4 Conexiones - tamaños de bastidor D, E y F

### 5.4.1 Conexiones de potencia

#### Cableado y fusibles



**¡NOTA!**

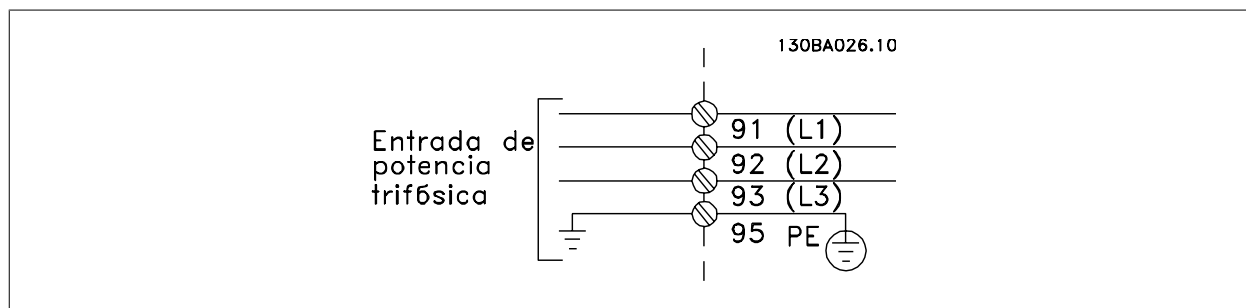
**Cables en general**

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

Las conexiones para los cables de alimentación están situadas como se muestra a continuación. El dimensionamiento de la sección transversal del cable debe realizarse de acuerdo con las corrientes nominales y la legislación local. Consulte los detalles en la sección *Especificaciones*.

Para protección del convertidor de frecuencia, es preciso que se utilicen los fusibles recomendados o bien que la unidad tenga fusibles incorporados. Los fusibles recomendados se indican en las tablas de la sección de fusibles. Asegúrese siempre de que el fusible se ajuste a las normativas locales.

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



**¡NOTA!**

El cable del motor debe estar apantallado/blindado. Si se utiliza un cable no apantallado/blindado, no se cumplirán algunos requisitos de EMC. Utilice un cable de motor apantallado/blindado para cumplir con las especificaciones de emisión EMC. Para más información consulte las *Especificaciones EMC* en la *Guía de diseño del*.

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

**Apantallamiento de los cables:**

Evite la instalación con extremos de pantalla retorcida en espiral. 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.

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.

**Longitud y sección del cable:**

Las pruebas de EMC efectuadas en el convertidor de frecuencia se han realizado con una longitud y una sección de cable determinadas. Mantenga el cable del motor tan corto como sea posible para reducir el nivel de interferencias y las corrientes de fuga.

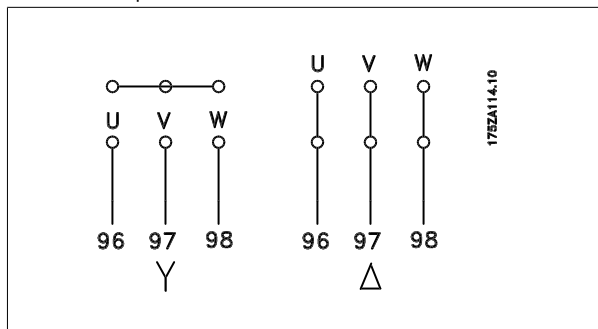
**Frecuencia de conmutación:**

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

5

Nº terminal	96	97	98	99	
	U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Tensión de motor 0-100% de la tensión de red. 3 cables que salen del motor
	U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Conexión en triángulo 6 cables que salen del motor
	U2	V2	W2	PE <sup>1)</sup>	Conexión en estrella U2, V2, W2 U2, V2 y W2 deben interconectarse de forma independiente.

<sup>1)</sup>Conexión con protección a tierra



**¡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.

**5**

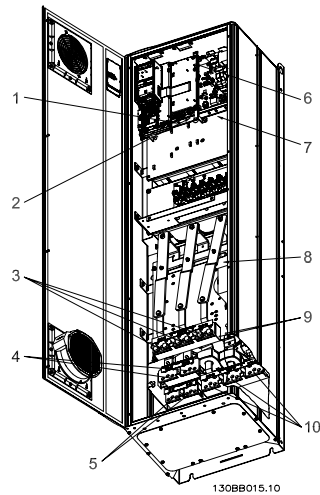


Ilustración 5.23: Compact IP 21 (NEMA 1) e IP 54 (NEMA 12), tamaño de bastidor D1

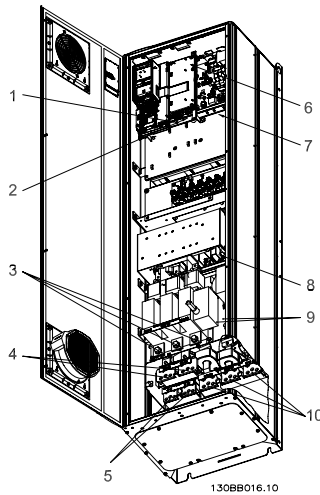


Ilustración 5.24: Compact IP 21 (NEMA 1) e IP 54 (NEMA 12) con sistema de desconexión, fusible y filtro RFI, tamaño de bastidor D2

1) Relé AUX	5) elev.
01 02 03	-R +R
04 05 06	81 82
2) Conmutador temporizado	6) Fusible SMPS (consulte su código en la lista de fusibles)
106 104 105	7) Ventilador AUX
3) Línea	100 101 102 103
R S T	L1 L2 L1 L2
91 92 93	8) Fusible de ventilador (consulte su código en la lista de fusibles)
L1 L2 L3	9) Tierra de red
4) Carga compartida	10) Motor
-CC +CC	U V W
88 89	96 97 98
	T1 T2 T3

5

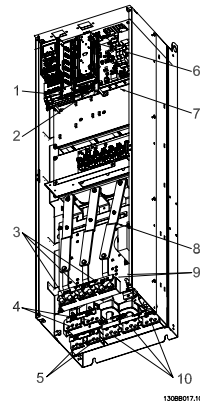


Ilustración 5.25: Compact IP 00 (Chasis), tamaño de bastidor D3

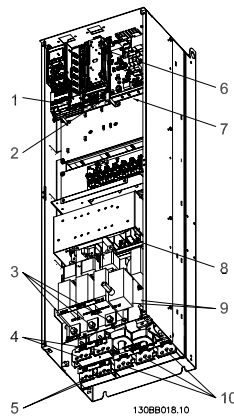
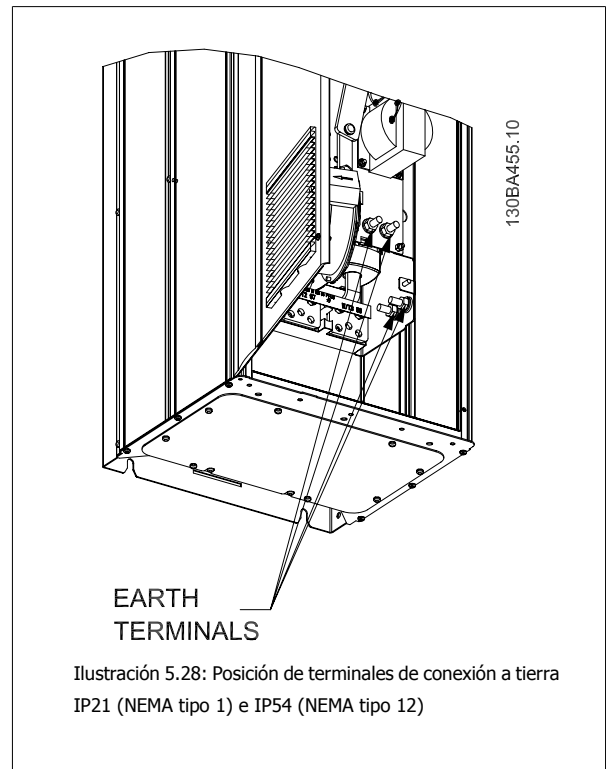
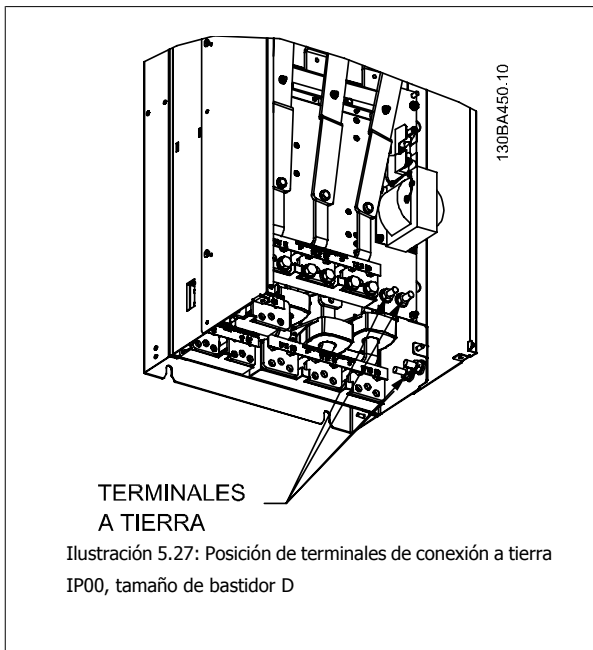


Ilustración 5.26: Compact IP 00 (chasis) con sistema de desconexión, fusible y filtro RFI, tamaño de bastidor D4

- |  |  |
|--|--|
| <p>1) Relé AUX<br/>01 02 03<br/>04 05 06</p> <p>2) Conmutador temporizado<br/>106 104 105</p> <p>3) Línea<br/>R S T<br/>91 92 93<br/>L1 L2 L3</p> <p>4) Carga compartida<br/>-CC +CC<br/>88 89</p> | <p>5) elev.<br/>-R +R<br/>81 82</p> <p>6) Fusible SMPS (consulte su código en la lista de fusibles)</p> <p>7) Ventilador AUX<br/>100 101 102 103<br/>L1 L2 L1 L2</p> <p>8) Fusible de ventilador (consulte su código en la lista de fusibles)</p> <p>9) Tierra de red</p> <p>10) Motor<br/>U V W<br/>96 97 98<br/>T1 T2 T3</p> |
|--|--|



5

**¡NOTA!**  
D2 y D4 se muestran como ejemplos. El D1 y el D3 son equivalentes.

5

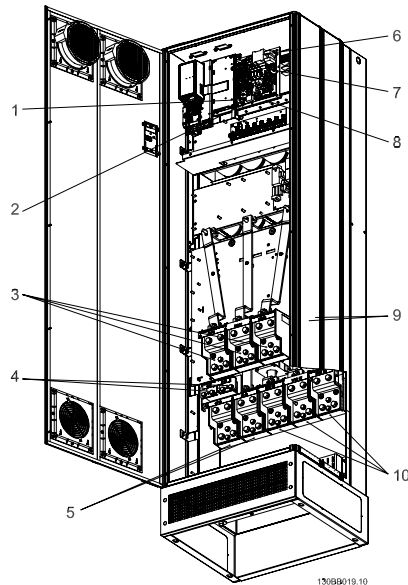


Ilustración 5.29: Compact IP 21 (NEMA 1) e IP 54 (NEMA 12) Tamaño de bastidor E1

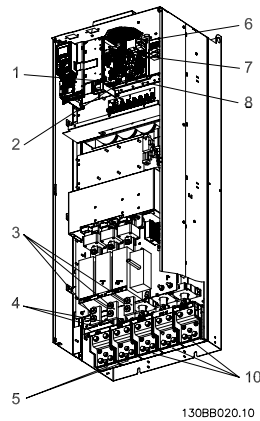


Ilustración 5.30: Compact IP 00 (Chasis) con sistema de desconexión, fusible y filtro RFI, tamaño de bastidor E2

- |   |   |
|---|---|
| <p>1) Relé AUX<br/>01 02 03<br/>04 05 06</p> <p>2) Conmutador temporizado<br/>106 104 105</p> <p>3) Línea<br/>R S T<br/>91 92 93<br/>L1 L2 L3</p> <p>4) elev.<br/>-R +R<br/>81 82</p> | <p>5) Carga compartida<br/>-CC +CC<br/>88 89</p> <p>6) Fusible SMPS (consulte su código en la lista de fusibles)</p> <p>7) Fusible de ventilador (consulte su código en la lista de fusibles)</p> <p>8) Ventilador AUX<br/>100 101 102 103<br/>L1 L2 L1 L2</p> <p>9) Tierra de red</p> <p>10) Motor<br/>U V W<br/>96 97 98<br/>T1 T2 T3</p> |
|---|---|

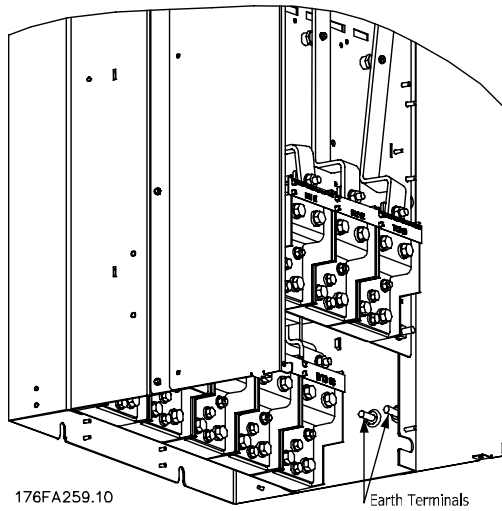


Ilustración 5.31: Posición de terminales de conexión a tierra IP00, tamaños de bastidor E

5

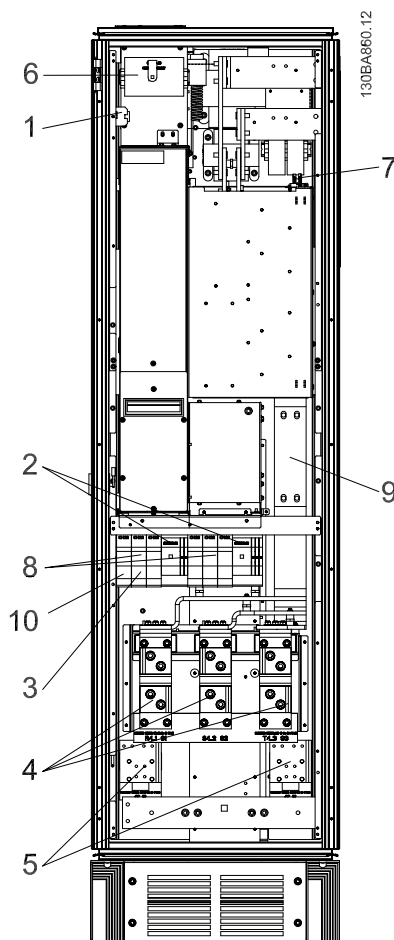


Ilustración 5.32: Armario del rectificador, tamaño de bastidor F1, F2, F3 y F4

- |  |   |
|--|---|
| 1) 24 V CC, 5 A<br>Tomas de salida T1<br>Conmutador temporizado<br>106 104 105 | 5) Carga compartida<br>-CC +CC<br>88 89   |
| 2) Arrancadores manuales del motor   | 6) Fusibles transformador de control (2 ó 4 piezas). Consulte su código en la lista de fusibles       |
| 3) Terminales de alimentación con protección mediante fusible 30 A             | 7) Fusible SMPS. Consulte su código en la lista de fusibles   |
| 4) Línea<br>R S T<br>L1 L2 L3  | 8) Fusibles de controlador de motor manual (3 ó 6 piezas). Consulte su código en la lista de fusibles |
|  | 9) Fusibles de línea, bastidor F1 y F2 (3 piezas). Consulte su código en la lista de fusibles         |
|  | 10) Fusibles de protección de alimentación de 30 A  |



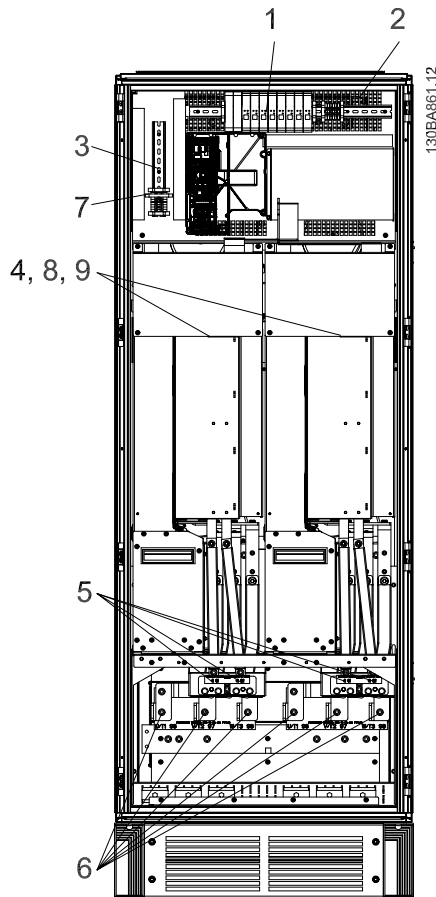


Ilustración 5.33: Armario de inversor, tamaño de bastidor F1 y F3

**5**

- 1) Supervisión de temperatura externa
- 2) Relé AUX  
01 02 03  
04 05 06
- 3) NAMUR
- 4) Ventilador AUX  
100 101 102 103  
L1 L2 L1 L2
- 5) elev.  
-R +R  
81 82

- 6) Motor  
U V W  
96 97 98  
T1 T2 T3
- 7) Fusible NAMUR Consulte su código en la lista de fusibles
- 8) Fusibles de ventilador Consulte su código en la lista de fusibles
- 9) Fusibles SMPS. Consulte su código en la lista de fusibles

5

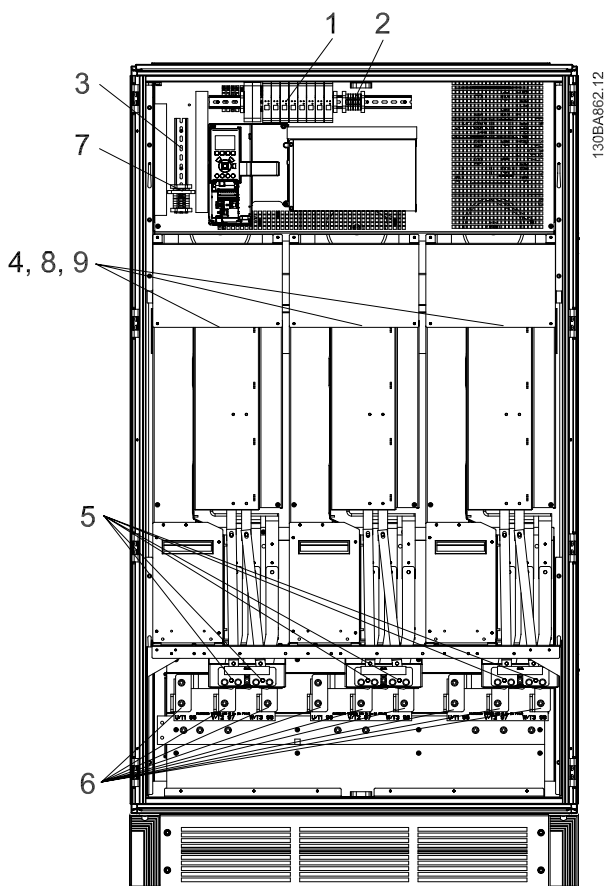


Ilustración 5.34: Armario de inversor, tamaño de bastidor F2 y F4

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1) Supervisión de temperatura externa | 6) Motor   |
| 2) Relé AUX                           | U V W  |
| 01 02 03                              | 96 97 98   |
| 04 05 06                              | T1 T2 T3   |
| 3) NAMUR                              | 7) Fusible NAMUR Consulte su código en la lista de fusibles          |
| 4) Ventilador AUX                     | 8) Fusibles de ventilador Consulte su código en la lista de fusibles |
| 100 101 102 103                       | 9) Fusibles SMPS. Consulte su código en la lista de fusibles         |
| L1 L2 L1 L2                           |  |
| 5) elev.                              |  |
| -R +R                                 |  |
| 81 82                                 |  |

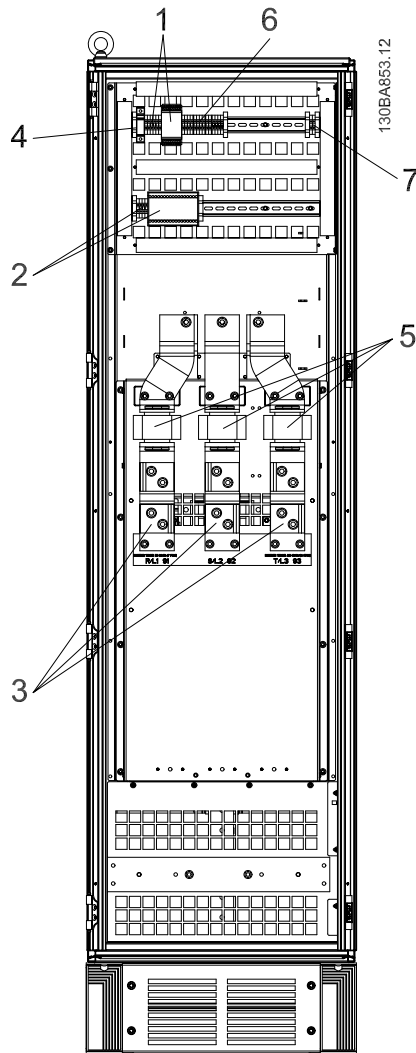


Ilustración 5.35: Armario de opciones, tamaño de bastidor F3 y F4

**5**

- 1) Terminal de relé Pilz
- 2) Terminal RCD o IRM
- 3) Red de alimentación
 

R	S	T
91	92	93
L1	L2	L3

- 4) Fusible de bobina de relé de seguridad con relé PILS  
Consulte su código en la lista de fusibles
- 5) Fusibles de línea, F3 y F4 (3 piezas)  
Consulte su código en la lista de fusibles
- 6) Bobina de relé de contactor (230 V CA). Contactos aux. N/C y N/O
- 7) Terminales de control de bobinas de disparo del magnetotérmico (230 V CA ó 230 V CC)

### 5.4.2 Apantallamiento contra ruido eléctrico

Antes de montar el cable de alimentación eléctrica, instale la cubierta metálica EMC para asegurar un comportamiento óptimo en cuanto a EMC.

Nota: La cubierta metálica EMC solo se incluye en unidades con un filtro RFI..



Ilustración 5.36: Instalación del apantallamiento EMC.

5

### 5.4.3 Alimentación externa del ventilador

En caso de que el convertidor de frecuencia se alimente con CC, o de que el ventilador deba funcionar independientemente de la fuente de alimentación, puede recurrirse a una fuente de alimentación externa. La conexión se realiza en la tarjeta de alimentación.

Nº de terminal	Función
100, 101	Alimentación auxiliar S, T
102, 103	Alimentación interna S, T

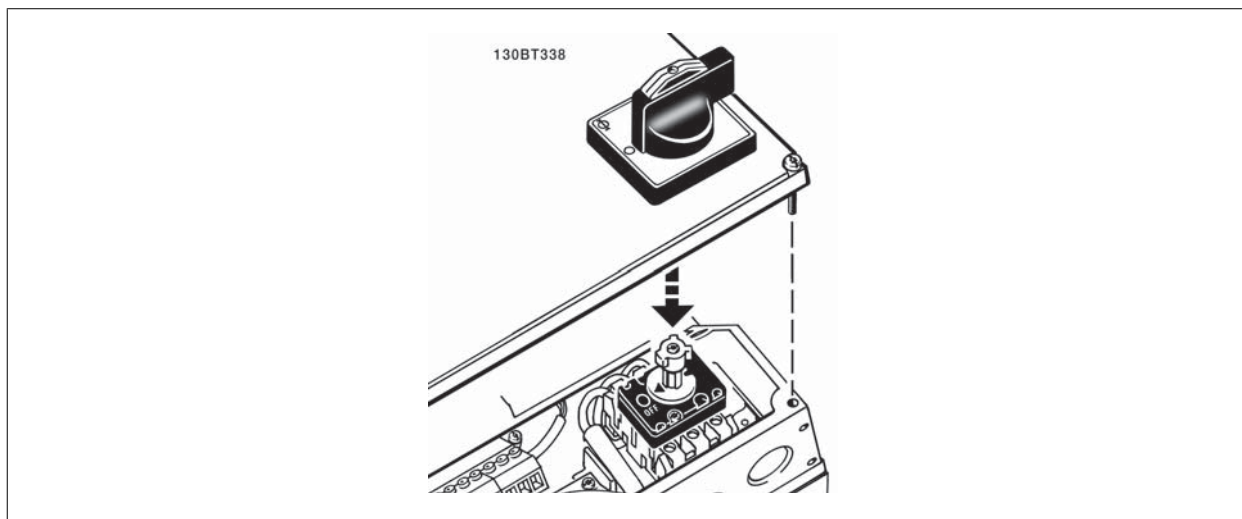
El conector situado en la tarjeta de alimentación proporciona la conexión de la línea de tensión para los ventiladores de refrigeración. Los ventiladores están conectados de fábrica para ser alimentados desde una línea común de CA (puentes entre 100-102 y 101-103). Si se necesita una alimentación externa, se retirarán los puentes y se conectará la alimentación a los terminales 100 y 101. Debe utilizarse un fusible de 5 A para protección. En aplicaciones UL el fusible debe ser Littelfuse KLK-5 o equivalente.

## 5.5 Desconectores, magnetotérmicos y contactores

### 5.5.1 Dispositivos de desconexión de corriente

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

El interruptor de red está situado en el lado izquierdo en los tamaños de bastidor B1, B2, C1 y C2 . En bastidores A5 se encuentra en el lado derecho



**5**

Tamaño de bastidor:	Tipo:
A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303
C1 30 kW Sobrecarga alta	Kraus&Naimer KG100 T303
C1 37-45 kW Sobrecarga alta	Kraus&Naimer KG105 T303
C2 55 kW Sobrecarga alta	Kraus&Naimer KG160 T303
C2 75 kW Sobrecarga alta	Kraus&Naimer KG250 T303

### 5.5.2 Desconectores de red - tamaño de bastidor D, E y F

Tamaño de bastidor	Potencia y tensión	Tipo
D1/D3	P90K-P110 380-500 V y P90K-P132 525-690 V	ABB OETL-NF200A
D2/D4	P132-P200 380-500 V y P160-P315 525-690 V	ABB OETL-NF400A
E1/E2	P250 380-500 V y P355-P560/500 CV-750 CV 525-690 V	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P315-P400 380-500 V	ABB OETL-NF800A
F3	P450 380-500 V y P630-P710 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP*
F4	P500-P630 380-500 V y P800 525-690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP*
F4	P710-P800 380-500 V y P900-P1M0 525-690 V	Merlin Gerin NRK36000S20AAYP*

\* La clasificación SCCR del convertidor debe ser menor a 100 kA cuando se añade esta opción. consulte la etiqueta del convertidor para ver la clasificación SCCR.

### 5.5.3 Magnetotérmicos bastidor F

Tamaño de bastidor	Potencia y tensión	Tipo
F3	P450 380-500 V y P630-P710 525-690 V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP*
F4	P500-P630 380-500 V y P800 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP*
F4	P710 380-500 V y P900-P1M0 525-690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP*
F4	P800 380-500 V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP*

\* La clasificación SCCR del convertidor debe ser menor a 100 kA cuando se añade esta opción. Consulte la etiqueta del convertidor para ver la clasificación SCCR.

## 5

### 5.5.4 Contactores de red bastidor F

Tamaño de bastidor	Potencia y tensión	Tipo
F3	P450-P500 380-500 V y P630-P800 525-690 V	Eaton XTCE650N22A*
F3	P560 380-500 V	Eaton XTCE820N22A*
F3	P630 380-500 V	Eaton XTCEC14P22B*
F4	P900 525-690 V	Eaton XTCE820N22A*
F4	P710-P800 380-500 V y P1M0 525-690 V	Eaton XTCEC14P22B*

\* La clasificación SCCR del convertidor debe ser menor a 100 kA cuando se añade esta opción. Consulte la etiqueta del convertidor para ver la clasificación SCCR.

## 5.6 Ajuste final y prueba

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

#### Paso 1. Localice la placa de características del motor.



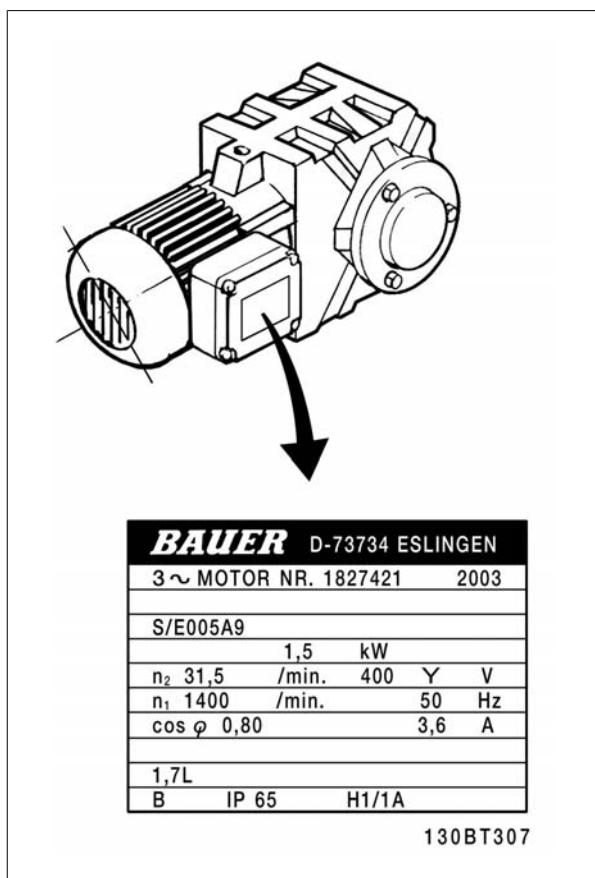
#### ¡NOTA!

El motor puede estar conectado en estrella (Y) o en triángulo (Δ). Esta información aparece en la placa de especificaciones del motor.

#### Paso 2. Escriba las especificaciones del motor en esta lista de parámetros.

Para acceder a esta lista, pulse primero [QUICK MENU] (Menú rápido) y, a continuación, seleccione "Q2 Ajuste rápido".

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 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 el servicio de asistencia Danfoss, asegúrese de indicar el número y la descripción de la alarma.

**¡NOTA!**  
Un AMA fallido suele deberse al registro incorrecto 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 VLT AQUA.

**Paso 4. Ajuste 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

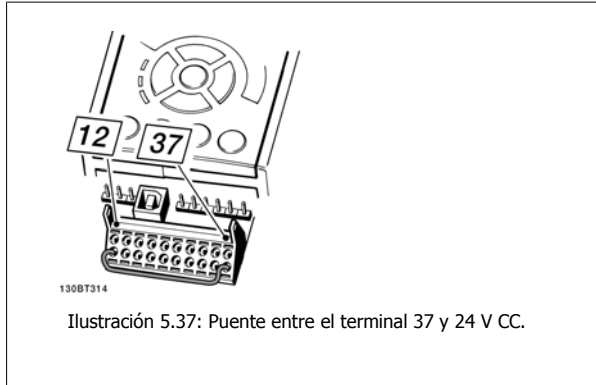
Tiempo de aceleración 1 [s]	par. 3-41
Tiempo de deceleración 1 [s]	par. 3-42

**5.7.1 Instalación de la parada de seguridad**

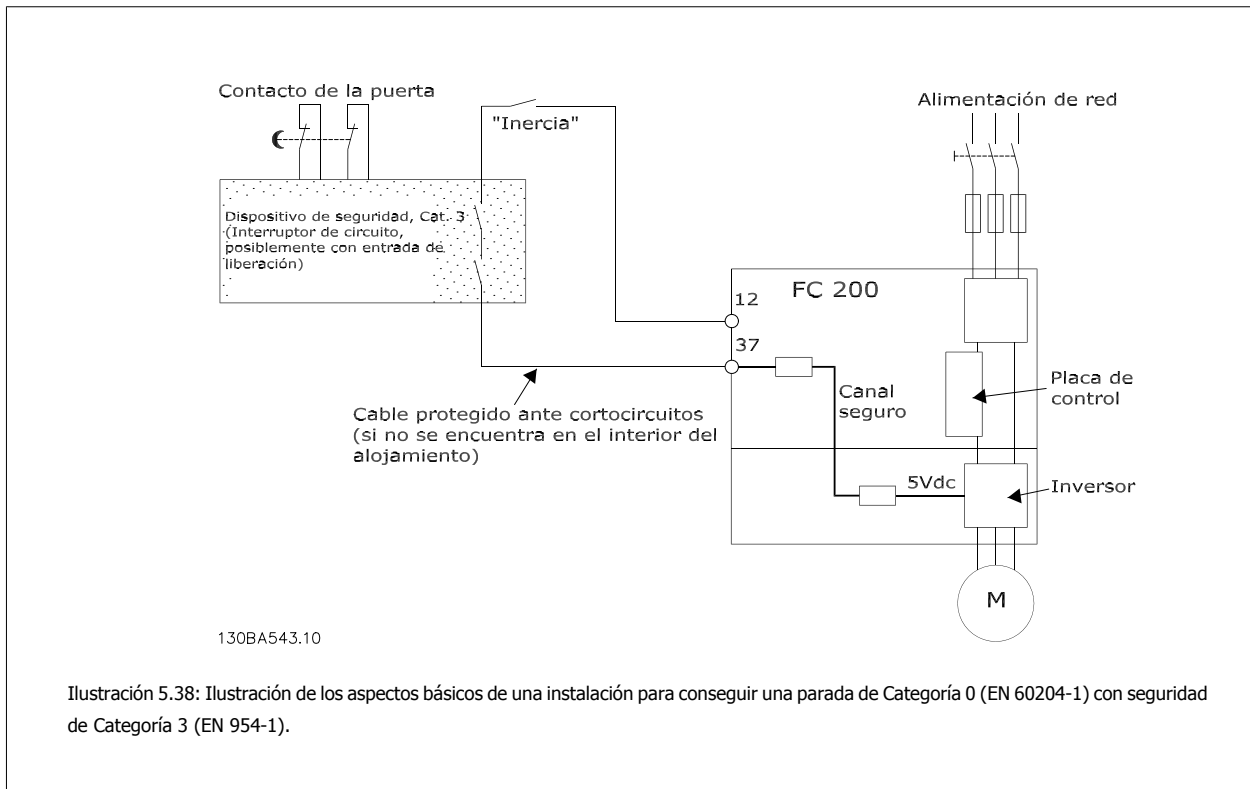
**5**

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. Debe eliminarse el puente entre el terminal 37 y la 24 V CC del FC 202. No basta con cortar o romper la conexión en puente. Elimínela completamente para evitar un cortocircuito. Véase la conexión en 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 interruptor y el convertidor de frecuencia están situados en el mismo panel de instalación, se puede utilizar un cable normal en lugar de uno protegido.



La siguiente ilustración muestra una parada de Categoría 0 (EN 60204-1) con seguridad de Categoría 3 (EN 954-1) La interrupción 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.





## 5.7.2 Prueba de puesta en marcha de la Parada de seguridad

Después de la instalación y antes de ponerlo en funcionamiento por primera vez, realice una prueba de puesta en servicio de una instalación o aplicación utilizando la parada de seguridad del FC 200.

Además, realice la prueba después de cada modificación de la instalación o aplicación de la que forme parte la parada de seguridad del FC 200.

### La prueba de puesta en marcha:

1. Retire el suministro de tensión de 24 V CC del terminal 37 mediante el dispositivo de interrupción mientras el motor esté accionado por el FC 202 (es decir, sin interrumpir la alimentación de red). Pasa esta parte de la prueba si el motor reacciona con una inercia y se activa el freno mecánico (si está conectado).
2. A continuación, envíe la señal de Reinicio (por Bus, E/S digital o pulsando la tecla [Reset]). Pasa esta parte de la prueba si el motor permanece en el estado de Parada de seguridad y el freno mecánico (si está conectado) permanece activado.
3. A continuación, vuelva a aplicar 24 V CC al terminal 37. Pasa esta parte de la prueba si el motor permanece en estado de inercia y el freno mecánico (si está conectado) permanece activado.
4. A continuación, envíe la señal de Reinicio (por Bus, E/S digital o pulsando la tecla [Reset]). Pasa esta parte de la prueba si el motor vuelve a estar operativo.
5. La prueba de puesta en marcha se supera si se superan los cuatro pasos de la prueba.

5

## 5.8 Conexiones adicionales

### 5.8.1 Salida de relé

#### Relé 1

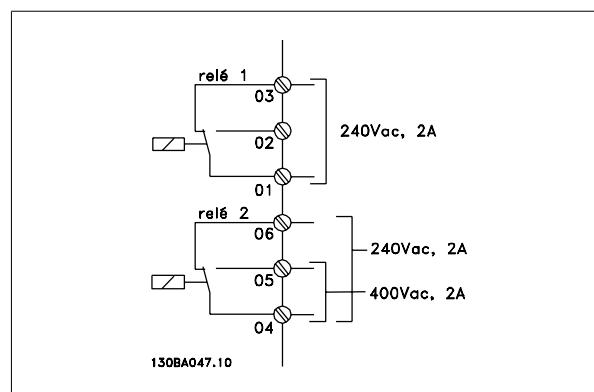
- Terminal 01: común
- Terminal 02: normal abierto 240 V CA
- Terminal 03: normal cerrado 240 V CA

#### 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 *Relé de función*, par. 5-41 *Retardo conex, relé*, y par. 5-42 *Retardo desconex, relé*.

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



### 5.8.2 Conexión de motores en paralelo

El convertidor de frecuencia puede controlar varios motores conectados en paralelo. El consumo total de intensidad por parte de los motores no debe sobrepasar la corriente de salida nominal  $I_{Mv}$  del convertidor de frecuencia.



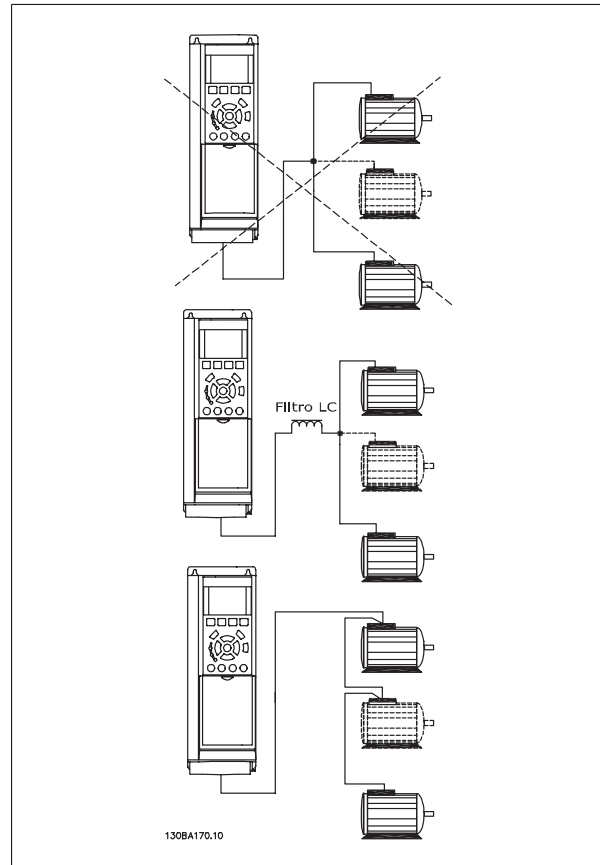
**¡NOTA!**

Cuando los motores se encuentran conectados en paralelo, no puede utilizarse par. 1-29 *Adaptación automática del motor (AMA)*.

5

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

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



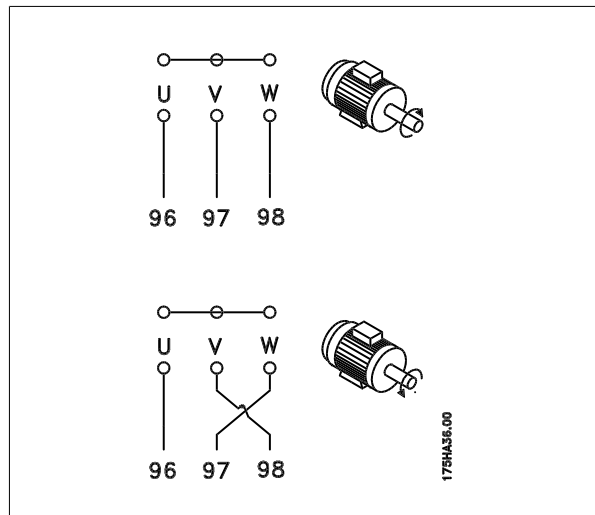
### 5.8.3 Dirección de giro del motor

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

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

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

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



5

### 5.8.4 Protección térmica del motor

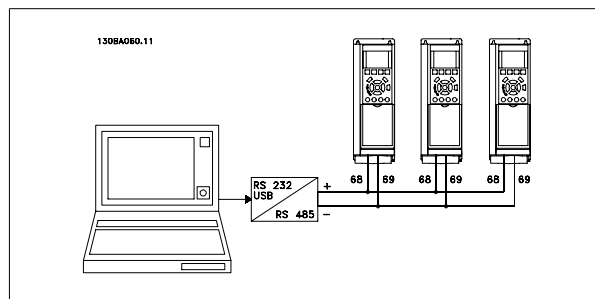
El relé termoelectrónico del convertidor de frecuencia ha recibido la Aprobación UL para la protección de un motor, cuando par. 1-90 *Protección térmica motor* se ha ajustado para *Descon. ETR* y par. 1-24 *Intensidad motor* se ha ajustado a la intensidad nominal del motor (véase la placa de características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

## 5.9 Instalación de diversas conexiones

### 5.9.1 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 corrientes equalizadoras 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 8-30 *Protocolo*

### 5.9.2 Para conectar un ordenador al convertidor VLT AQUA

Para controlar o programar el convertidor de frecuencia desde un PC, instale la herramienta MCT 10 Software de programación.

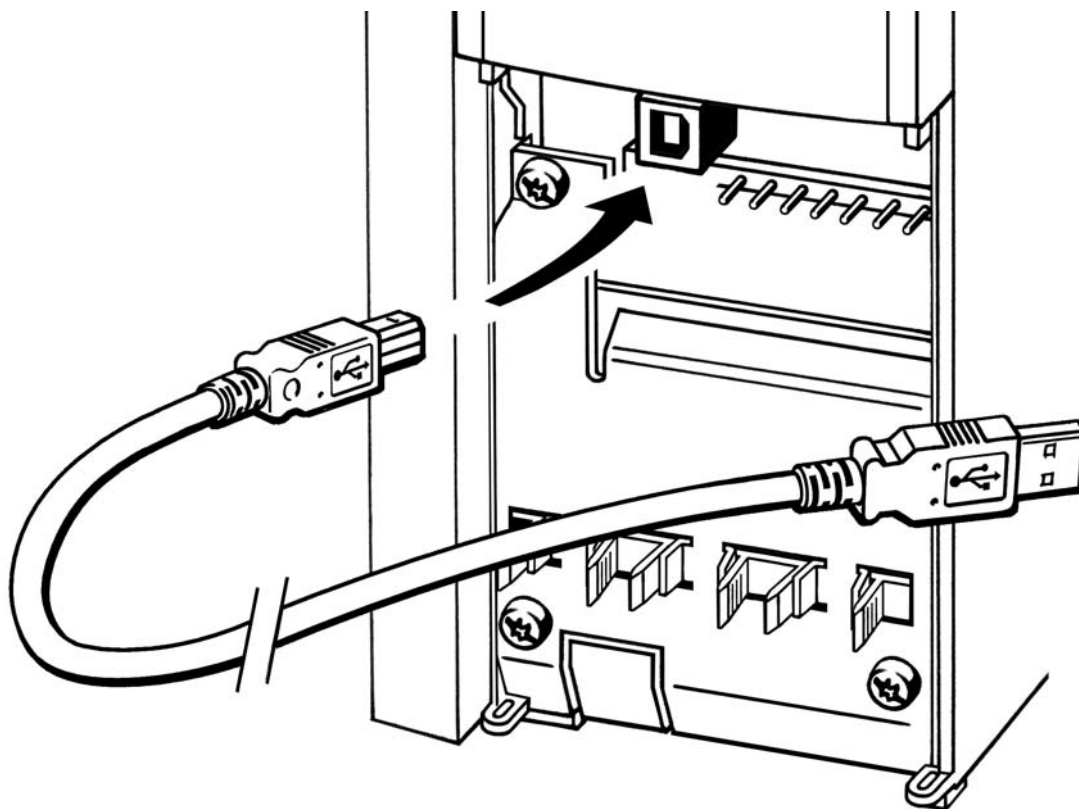
El PC se conecta mediante un cable USB estándar (ordenador central/dispositivo) o mediante la interfaz RS-485, tal como se muestra en el capítulo *Instrucciones de montaje > Instalación de diversas conexiones* de la **Guía de Diseño del VLT AQUA**.



#### ¡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 de PC al conector USB del convertidor VLT AQUA.

5



130BT308

#### Software para PC - MCT 10

Todos los convertidores de frecuencia están equipados con un puerto de comunicaciones serie. Se proporciona una herramienta para PC, que permite la comunicación entre un PC y un convertidor de frecuencia, el MCT 10 Software de programación de la herramienta de control de movimiento VLT.

#### 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.

#### La herramienta MCT 10 Software de programación resulta útil para:

- Planificar una red de comunicaciones fuera de línea. MCT 10 incluye una base de datos completa de convertidores de frecuencia
- Poner en marcha convertidores de frecuencia en línea
- Guardar la configuración de todos los convertidores de frecuencia

- Sustituir un convertidor en una red
- Ampliar una red existente
- Se añadirán también los convertidores que se desarrollen en el futuro

**MCT 10**

El software de programación admite Profibus DP-V1 a través de una conexión Master de 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.

**Guardar configuración del convertidor de frecuencia:**

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB
2. Abra la herramienta MCT 10 Software de programación
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 los parámetros del convertidor de frecuencia:**


1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB
2. Abra la herramienta MCT 10 Software de programación
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)

Los ajustes de todos los parámetros se transfieren al convertidor de frecuencia.

Se dispone de un manual aparte para el Software de programación MCT 10.

**Módulos de la herramienta MCT 10 Software de programación**

El paquete de software incluye los siguientes módulos:

	<p><b>MCT 10 Software de programación</b>                  Parámetros de configuración                  Copiar en y desde convertidores de frecuencia                  Documentación y listado de la configuración de parámetros, incluidos esquemas</p>
	<p><b>Interfaz. ampliada de usuario</b>                  Programa de mantenimiento preventivo                  Ajustes del reloj                  Programación de acciones                  Configuración del Smart Logic Control                  Herramienta de config. de control en cascada</p>

**Número de pedido:**

Por favor, realice el pedido de su CD con el Software de programación MCT 10, utilizando el código 130B1000.

MCT 10 puede también descargarse desde el sitio web de Danfoss en Internet: [www.DANFOSS.COM/SPAIN](http://www.DANFOSS.COM/SPAIN), Áreas comerciales: Motion Controls.

**MCT 31**

La herramienta para PC de cálculo de armónicos MCT 31 permite realizar una sencilla estimación de la distorsión armónica en una aplicación cualquiera. La distorsión armónica tanto de los convertidores de frecuencia de Danfoss como de otras marcas 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.

MCT 31 también puede descargarse desde el sitio web de Danfoss en Internet: [www.DANFOSS.COM/SPAIN](http://www.DANFOSS.COM/SPAIN), Áreas comerciales: Motion Controls.

## 5.10 Seguridad

### 5.10.1 Prueba de alta tensión

Realice una prueba de alta tensión cortocircuitando los terminales U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub>. Aplique un máximo de 2,15 kV CC para los convertidores de frecuencia de 380-500V y de 2,525 kV CC para los de 525-690V, durante un segundo, entre el 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

### 5.10.2 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 mm<sup>2</sup> o 2 cables a tierra de sección estándar de forma separada.

## 5.11 Instalación correcta en cuanto a EMC

### 5.11.1 Instalación eléctrica - Recomendaciones de compatibilidad electromagnética

Lo que sigue es una guía para la instalación de convertidores de frecuencia siguiendo lo que se denomina buena práctica de ingeniería. Siga estas directrices cuando sea necesario cumplir la norma EN 61800-3 *Primer ambiente*. Si la instalación debe cumplir la norma EN 61800-3 *Segundo ambiente*, por ejemplo en redes industriales, o en una instalación con su propio transformador, se permite desviarse de estas directrices, aunque no es recomendable. Consulte también los 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:**

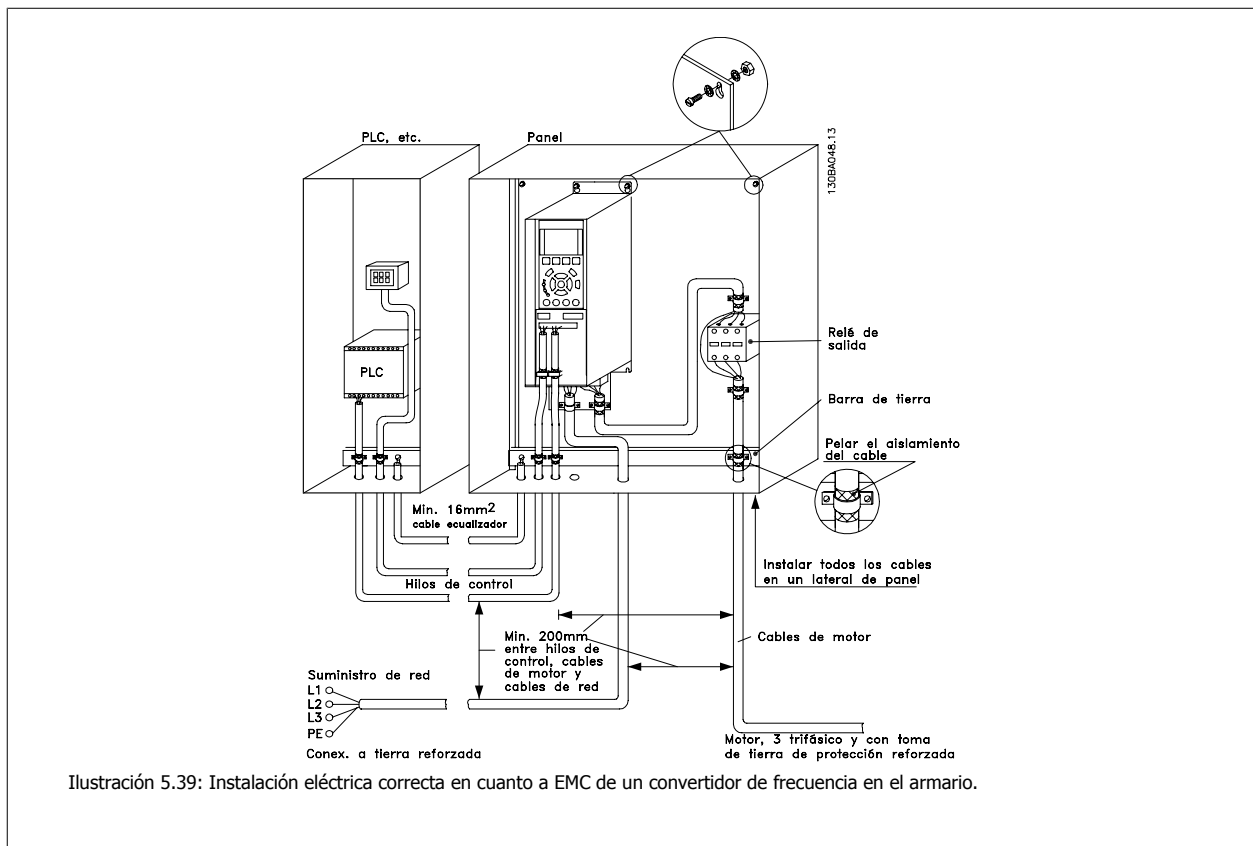
- Utilice únicamente cables de motor trenzados apantallados/blindados y cables de control trenzados apantallados/blindados. La pantalla debería proporcionar una cobertura mínima del 80%. El material del apantallamiento debe ser metálico, normalmente de cobre, aluminio, acero o plomo, aunque se admiten otros tipos. No hay requisitos especiales en cuanto al cable de red.
- En instalaciones que utilizan conductos metálicos rígidos no es necesario utilizar cable apantallado, pero el cable del motor se debe instalar en un conducto separado de los cables de control y de red. Es necesario conectar completamente el conducto desde 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 prensacables 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 apantallados, 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*.



5

5

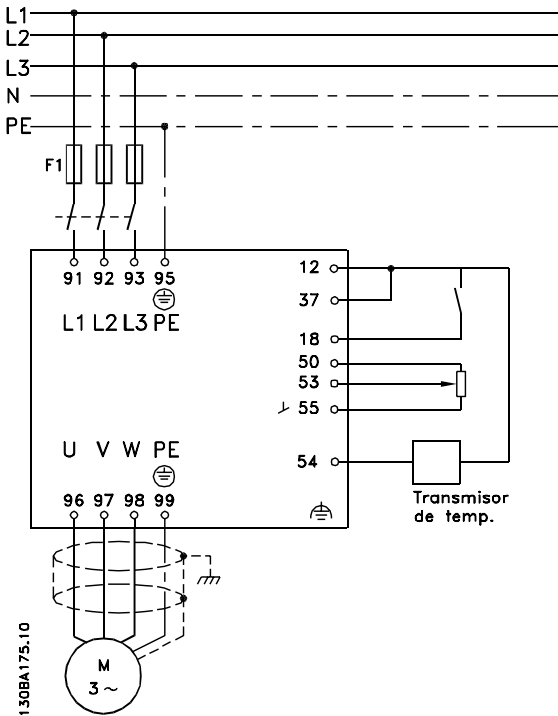


Ilustración 5.40: Diagrama de conexiones eléctricas



### 5.11.2 Uso de cables correctos para EMC

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.

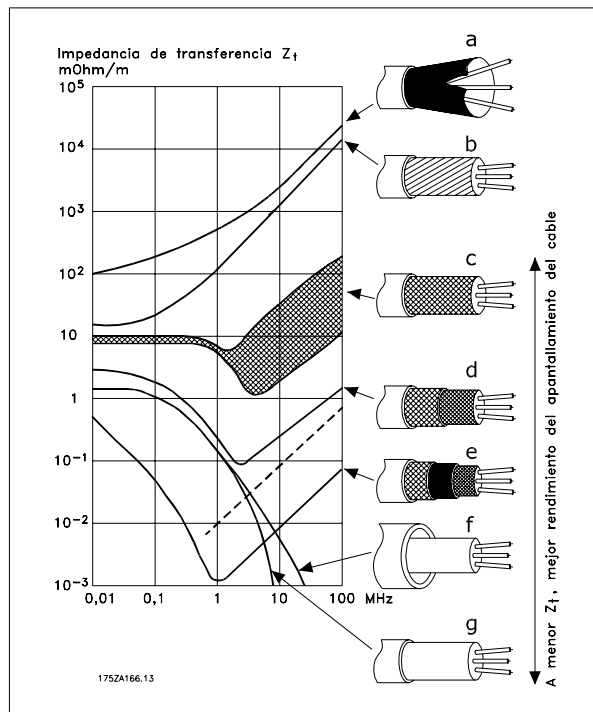
La capacidad de un cable para reducir la radiación entrante y saliente de interferencias eléctricas depende de la impedancia de transferencia ( $Z_T$ ). La pantalla de un cable suele estar diseñada para reducir la transferencia de ruido eléctrico; no obstante, una pantalla con un valor inferior de impedancia de transferencia ( $Z_T$ ) es más eficaz que otra con un valor mayor.

La impedancia de transferencia ( $Z_T$ ) raramente suele ser declarada por los fabricantes de cables, pero a menudo es posible estimarla evaluando el diseño físico del cable.

**La impedancia de transferencia ( $Z_T$ ) puede ser estimada basándose en los siguientes factores:**

- La conductibilidad del material del apantallamiento.
- La resistencia de contacto entre los conductores individuales del apantallamiento.
- La cobertura del apantallamiento, es decir, la superficie física del cable cubierta por el apantallamiento - a menudo se indica como un porcentaje.
- 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.



### 5.11.3 Conexión a tierra de cables de control apantallados/blindados

En términos generales, los cables de control deben ser trenzados y apantallados/blindados, y la pantalla debe conectarse por medio de una abrazadera en sus dos extremos al armario 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 incorrecta a tierra**

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**

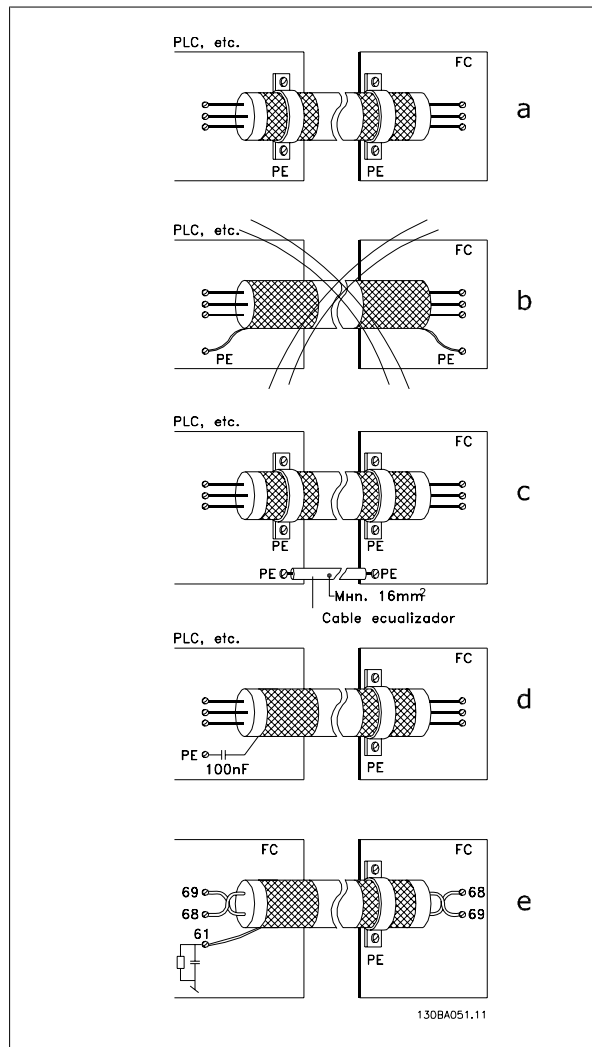
Si el potencial de tierra entre el convertidor de frecuencia y la PLC (etc.) es diferente, puede producirse ruido eléctrico que perturbe todo el sistema. Resuelva este problema instalando un cable equalizador, junto al cable de control. Sección mínima de cable: 16 mm<sup>2</sup>.

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 comunicación serie**

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.



### 5.12.1 Dispositivo de corriente residual

Puede utilizar relés diferenciales RCD, conexión a tierra de protección múltiple o conexión a tierra como protección adicional, 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 diferenciales RCD, 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 Ejemplos de aplicaciones

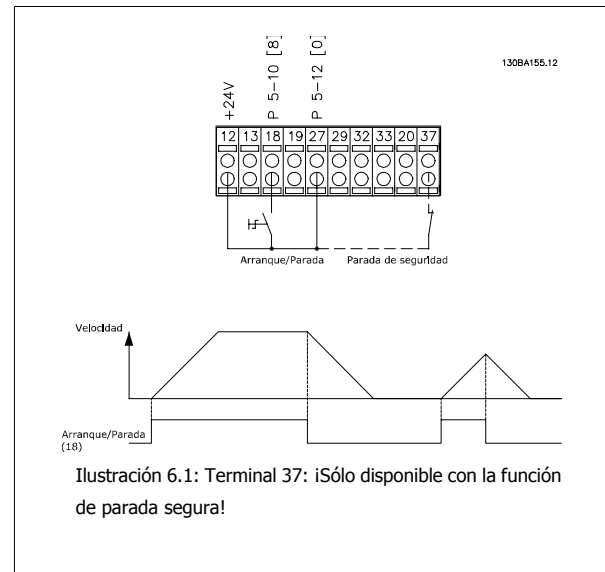
### 6.1.1 Arranque/Parada

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*, Terminal 18 = *Arranque* (predeterminado)

Par. 5-12, *Entrada digital*, Terminal 27 = *Inercia* (predeterminado)



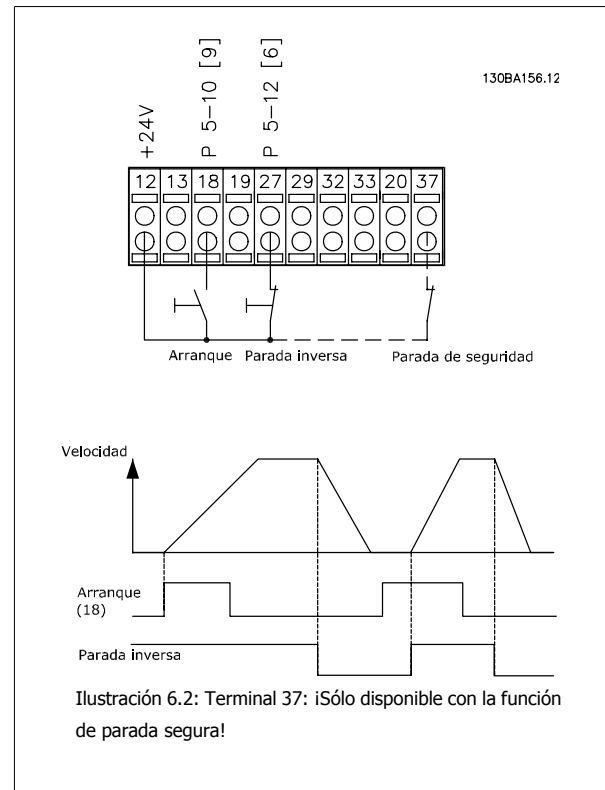
### 6.1.2 Marcha/paro por pulsos

Terminal 18 = marcha/paro, par. 5-10 [9] *Arranque por pulsos*

Terminal 27 = paro, par. 5-12 [6] *Parada*

Par. 5-10 *Entrada digital*, Terminal 18 = *Arranque por pulsos*

Par. 5-12 *Entrada digital*, Terminal 27 = *Parada*



### 6.1.3 Referencia del potenciómetro

Referencia de tensión mediante un potenciómetro.

par. 3-15 *Fuente 1 de referencia [1] = Entrada analógica 53*

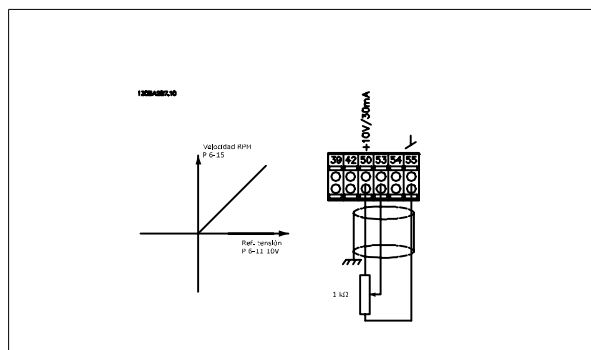
par. 6-10 *Terminal 53 escala baja V = 0 voltios*

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

par. 6-14 *Term. 53 valor bajo ref./realim = 0 RPM*

par. 6-15 *Term. 53 valor alto ref./realim = 1.500 RPM*

Interruptor S201 = OFF (U)



## 6

### 6.1.4 Adaptación automática de motor (AMA)

AMA es un algoritmo para medir los parámetros eléctricos del motor con el motor parado. Esto significa que el 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.

par. 1-29 *Adaptación automática del motor (AMA) 1-29, Adaptación automática de motor (AMA)*, permite elegir un AMA completo con determinación de todos los parámetros eléctricos del motor, o un AMA reducido, con determinación únicamente de la resistencia del 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 *Potencia motor [kW]* par. 1-28 *Comprob. rotación motor*.
- Para obtener el mejor ajuste del convertidor de frecuencia, lleve a cabo un AMA con el motor frío. Si se ejecuta el AMA repetidamente, se podría calentar el motor, provocando un aumento de la resistencia del estátor, Rs. Normalmente, esto no suele ser crítico.
- El 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. El AMA puede realizarse 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.

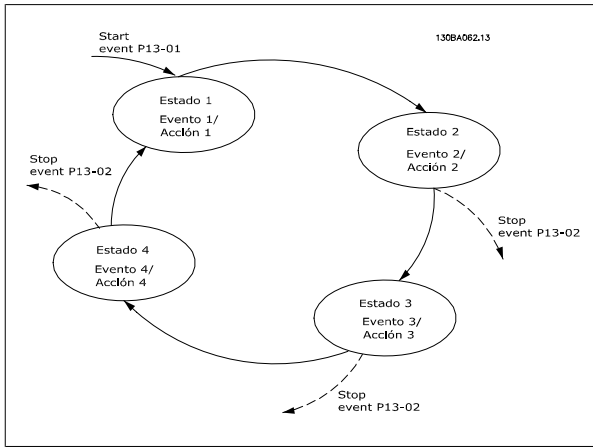
El Smart Logic Control (SLC) es esencialmente una secuencia de acciones definidas por el usuario (consulte par. 13-52 *Acción Controlador SL*), ejecutadas por el SLC cuando el *evento* asociado definido por el usuario (consulte par. 13-51 *Evento Controlador SL*) es evaluado como VERDADERO por el SLC.

Los *eventos* y las *acciones* están numerados y vinculados entre sí en parejas denominadas estados. Esto significa que cuando se complete el *evento [1]* (cuando alcance el valor VERDADERO), se ejecutará la *acción [1]*. Después de esto, se 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 des-

de el *evento [1]* / *acción [1]*. La ilustración muestra un ejemplo con tres *eventos* / *acciones*.



### 6.1.5 Programación de Smart Logic Control

Una nueva y útil función del convertidor de frecuencia VLT AQUA es el Smart Logic Control (SLC).

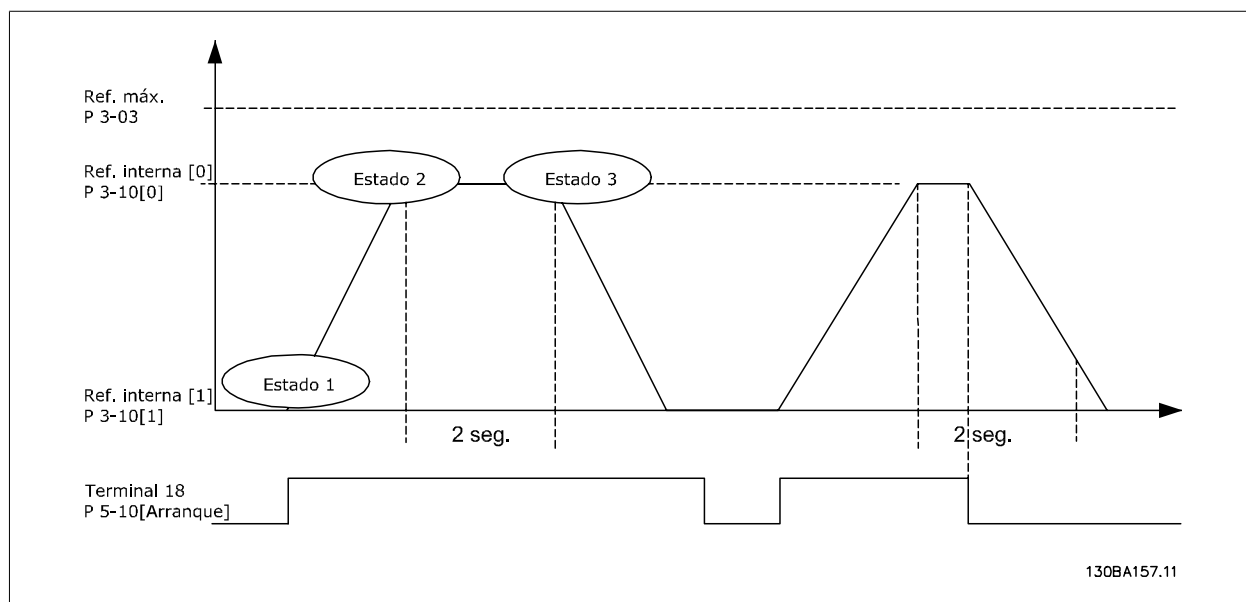
En las aplicaciones en que un PLC genera una secuencia simple, el SLC puede encargarse de tareas elementales del control principal.

El SLC está diseñado para actuar desde el evento enviado al convertidor de frecuencia VLT AQUA o generado en él. Entonces, el convertidor de frecuencia realizará la acción preprogramada.

### 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 en par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* y par. 3-42 *Rampa 1 tiempo desaccel. rampa* los tiempos de rampa deseados

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

Ajustar el term 27 a *Sin función* (par. 5-12 *Terminal 27 entrada digital*)

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

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

Ajustar el temporizador 0 para una velocidad de funcionamiento constante en par. 13-20 *Temporizador Smart Logic Controller [0]*. Ej.: 2 s.

Ajustar el Evento 1 en par. 13-51 *Evento Controlador SL [1]* a *Verdadero [1]*

Ajustar el Evento 2 en par. 13-51 *Evento Controlador SL [2]* a *En referencia [4]*

Ajustar el Evento 3 del par. 13-51 *Evento Controlador SL [3]* a *Tiempo límite 0 [30]*

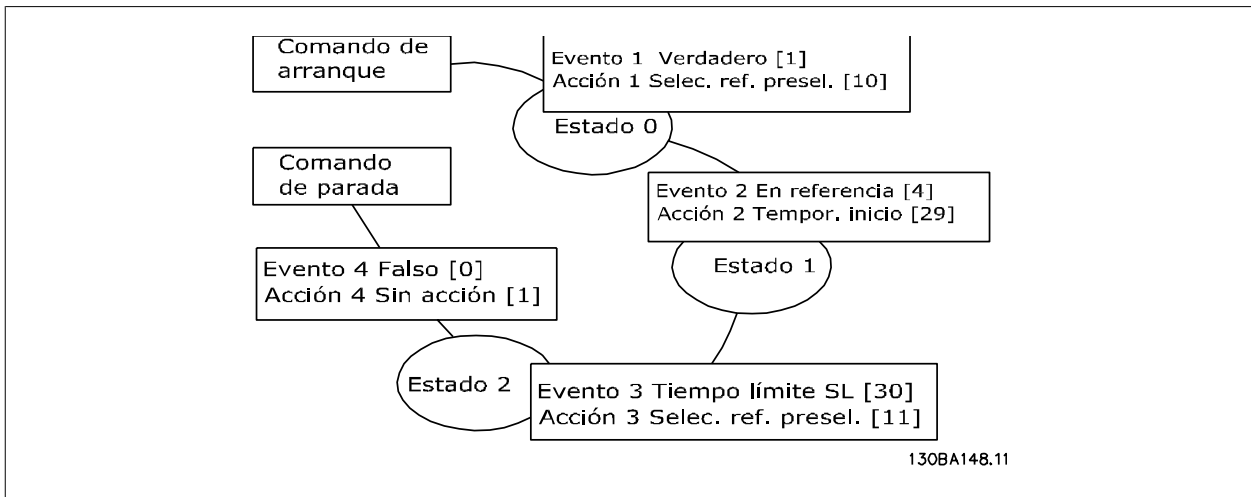
Ajustar el Evento 4 del par. 13-51 *Evento Controlador SL [1]* a *Falso [0]*

Ajustar la Acción 1 del par. 13-52 *Acción Controlador SL [1]* a *Selec. ref. preel. 0 [10]*

Ajustar la Acción 2 del par. 13-52 *Acción Controlador SL [2]* a *Tempor. inicio 0 [29]*

Ajustar la Acción 3 del par. 13-52 *Acción Controlador SL [3]* a *Selec. ref. preel. 1 [11]*

Ajustar la acción 4 del par. 13-52 *Acción Controlador SL [4]* a *Sin acción [1]*



Ajustar el Smart Logic Control en el par. 13-00 *Modo Controlador SL* a Sí.

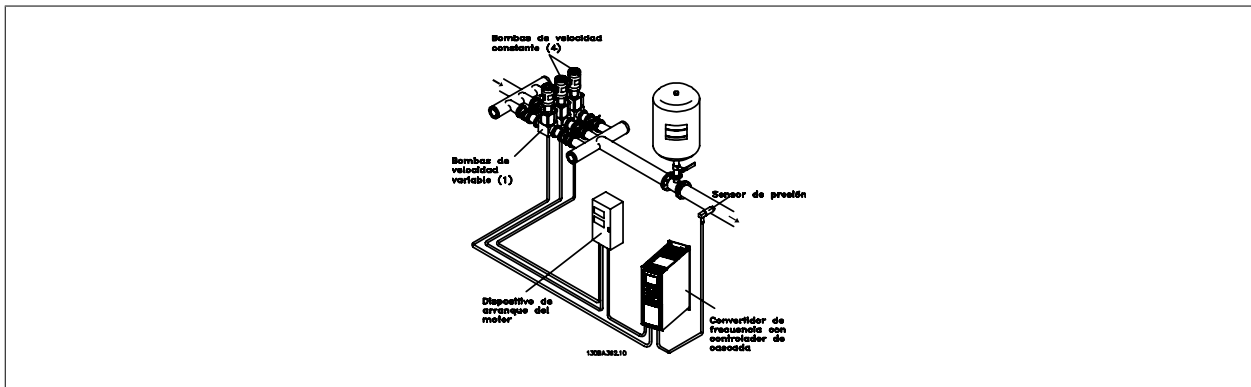
El comando de arranque/parada se aplica en el terminal 18. Si se aplica la señal de parada, el convertidor de frecuencia se desacelerará y pasará a modo libre.

**6**

**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 a baja velocidad. En la práctica, el límite es el 25% de la velocidad nominal de la bomba a plena carga.

En el controlador de cascada BASIC, el convertidor de frecuencia controla un motor de velocidad variable (guía) como la bomba de velocidad variable, 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. Esta función permite alternar el convertidor de frecuencia entre las bombas del sistema (máximo 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

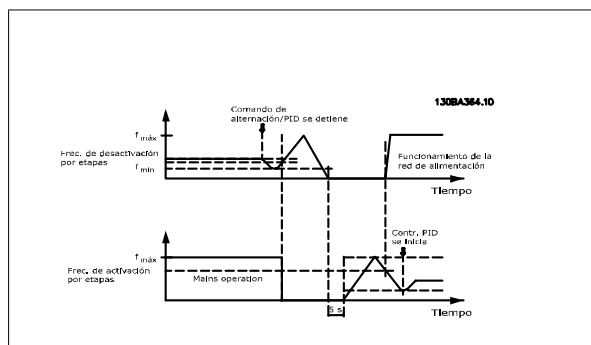
En los sistemas de control en cascada, para evitar el cambio frecuente de bombas de velocidad fija, la presión del sistema deseada se mantiene normalmente dentro de un ancho de banda en lugar de mantenerse a un nivel constante. El ancho de banda por etapas proporciona el ancho de banda requerido para 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 en cascada está activado y el convertidor de frecuencia emite una alarma de desconexión, la altura 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, el controlador PID se detiene, la bomba guía realiza una rampa hasta la frecuencia mínima ( $f_{\min}$ ) y, después de un retardo, realizará una rampa hasta la frecuencia máxima ( $f_{\max}$ ). Cuando la velocidad de la bomba guía alcanza la frecuencia de desconexión por etapas, la bomba de velocidad constante se desconectará (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. Cuando la rampa de deceleración alcanza la frecuencia de conexión por etapas, la antigua bomba guía es conectada (por etapas) a la red como la nueva bomba de velocidad fija.

Si la bomba guía ha estado funcionando a la frecuencia mínima ( $f_{\min}$ ) 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 problemas de calentamiento de agua.

### 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.

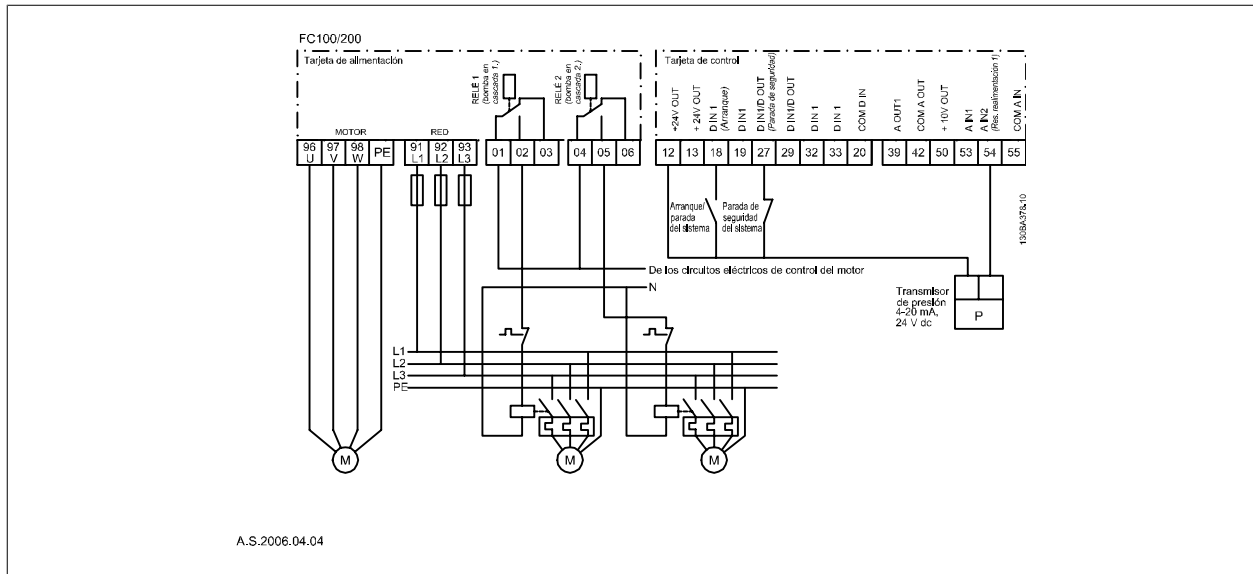
Cuando el controlador en cascada está activado, el estado de funcionamiento de cada bomba y del controlador en cascada se muestran en el Panel de control local. La información mostrada incluye:

- 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.



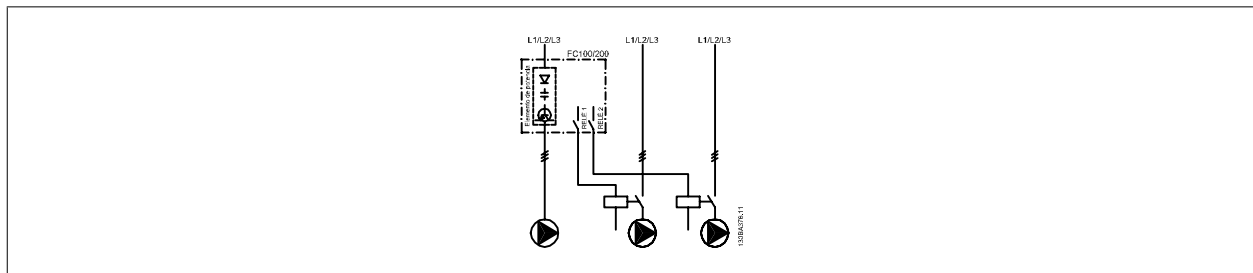
### 6.1.10 Diagrama de cableado del Controlador de cascada

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.

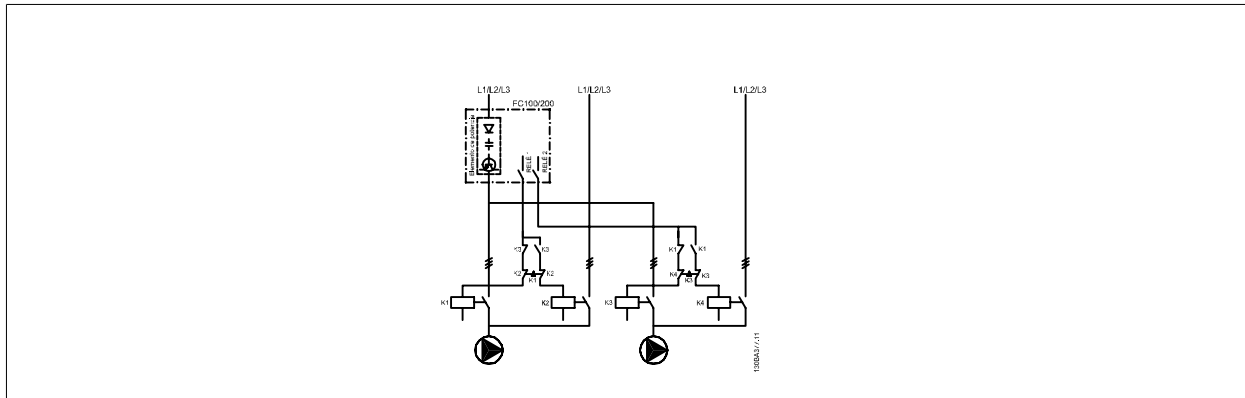


6

### 6.1.11 Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable



### 6.1.12 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.

6

- RELÉ 1 (R1) y RELÉ 2 (R2) son los relés integrados del convertidor de frecuencia.
- Cuando todos los relés están sin alimentación, el primer relé integrado que sea alimentado conectará el contactor correspondiente a la bomba controlada por el relé. P. ej. 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.

### 6.1.13 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

	Bomba de velocidad variable (guía)	Bombas de velocidad fija
Hand On	Rampa de aceleración (si está parado por un comando de parada normal) o permanece en funcionamiento si ya lo está	Desactivación por etapas (si está funcionando)
[Off] (Apagado)	Rampa de deceleración	Corte
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 equalizadores 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.

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

#### 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.

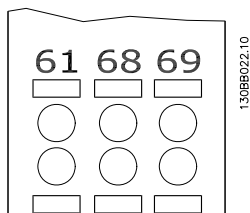


Ilustración 7.1: Conexión de terminales de red

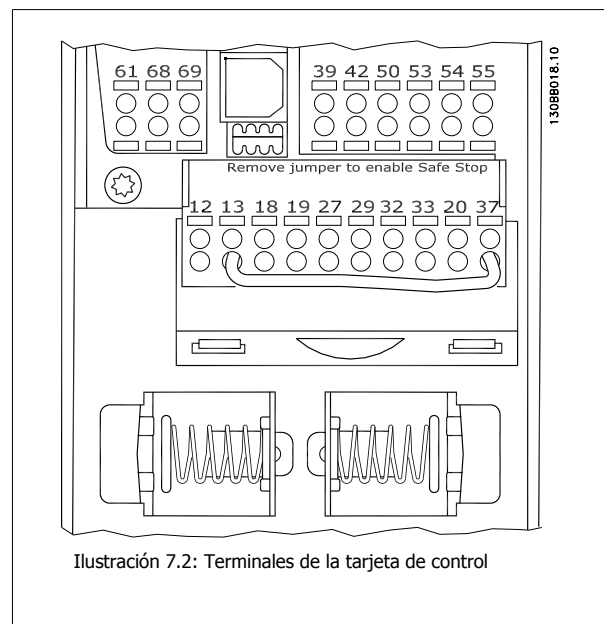
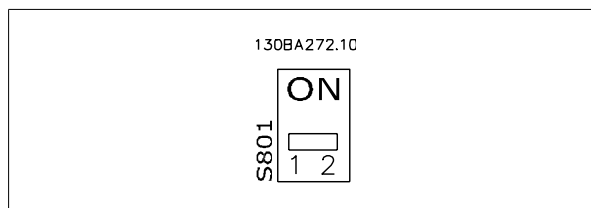


Ilustración 7.2: Terminales de la tarjeta de control

### 7.1.3 Configuración del hardware del VLT AQUA

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 de parámetros de la comunicación Modbus del VLT AQUA

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

Número del parámetro	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 retardo 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.

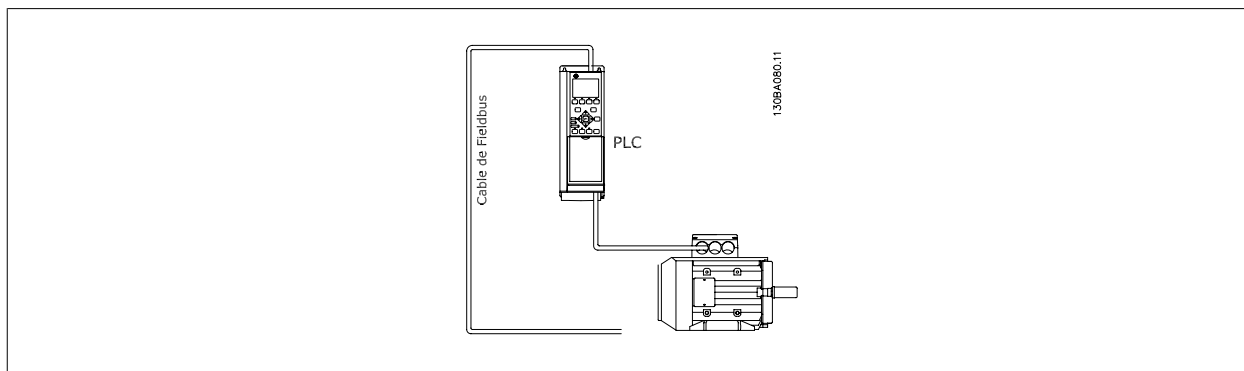
### 7.1.5 Precauciones de EMC

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 sí 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 semidúplex.

La función de maestro no se puede transmitir a otro nodo (sistema de maestro único).

La capa física es RS-485, utilizando por tanto el puerto RS-485 integrado en el convertidor de frecuencia. El protocolo FC admite 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 VLT AQUA con Modbus RTU

El protocolo FC proporciona acceso al código de control y a la referencia del bus del convertidor de frecuencia.

**El código de control permite al maestro del Modbus controlar varias funciones importantes del convertidor de frecuencia.**

- Arranque
- Detener el convertidor de frecuencia de diversas formas:
  - Paro por inercia
  - Parada rápida
  - Parada por freno de CC
  - Parada (de rampa) normal
- Reinicio tras desconexión por avería
- Funcionamiento a velocidades predeterminadas
- Funcionamiento en sentido inverso
- Cambio del ajuste activo
- Control de los dos relés integrados en el convertidor de frecuencia

La referencia de bus se utiliza normalmente para el control de la velocidad. También es posible acceder a los parámetros, leer sus valores y, donde es posible, escribir valores en ellos. Esto permite una amplia variedad de opciones de control, incluido el control del valor de consigna del convertidor de frecuencia cuando se utiliza el controlador PID interno.

## 7.3 Configuración de red

### 7.3.1 Ajustes del convertidor de frecuencia VLT AQUA

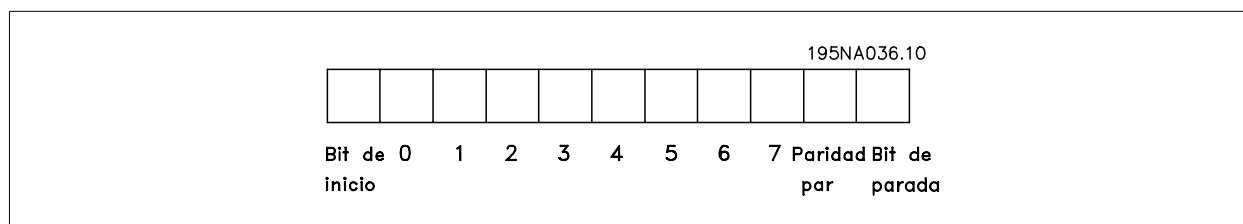
Ajuste los siguientes parámetros para activar el protocolo FC en el VLT AQUA.

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

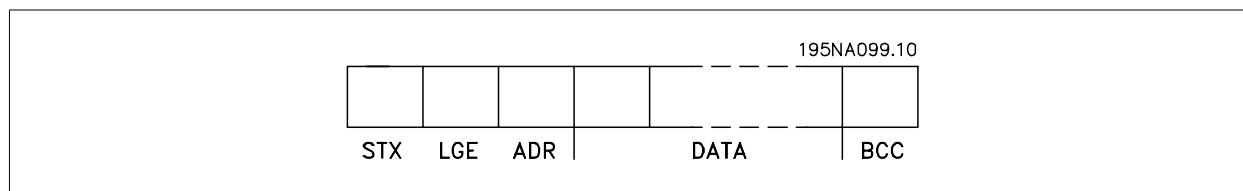
### 7.4.1 Contenido de un carácter (byte)

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

<sup>1)</sup> 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

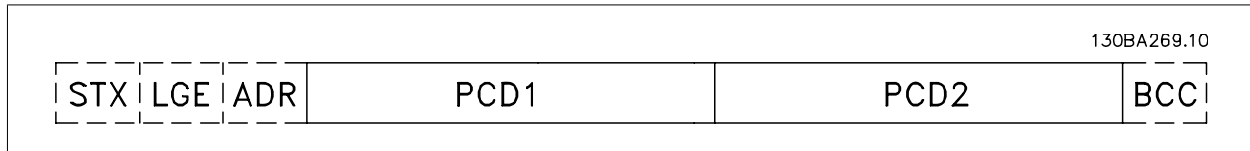
La estructura de los bloques de datos depende del tipo de telegrama. Hay tres tipos de telegramas, y el tipo se aplica tanto a telegramas de control (maestro=>esclavo) como a telegramas de respuesta (esclavo=>maestro).

Los tres tipos son los siguientes:

Bloque de proceso (PCD):

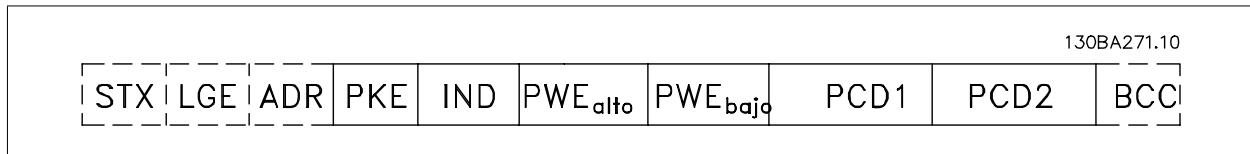
El bloque de proceso está formado por un bloque de datos de cuatro bytes (2 palabras) y contiene:

- Código de control y valor de referencia (de maestro a esclavo)
- Código de estado y frecuencia de salida actual (de esclavo a master).



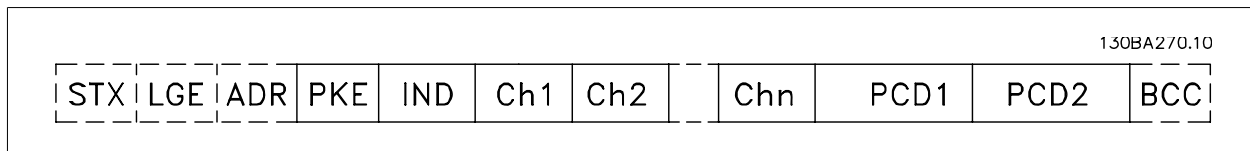
Bloque de parámetros:

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:

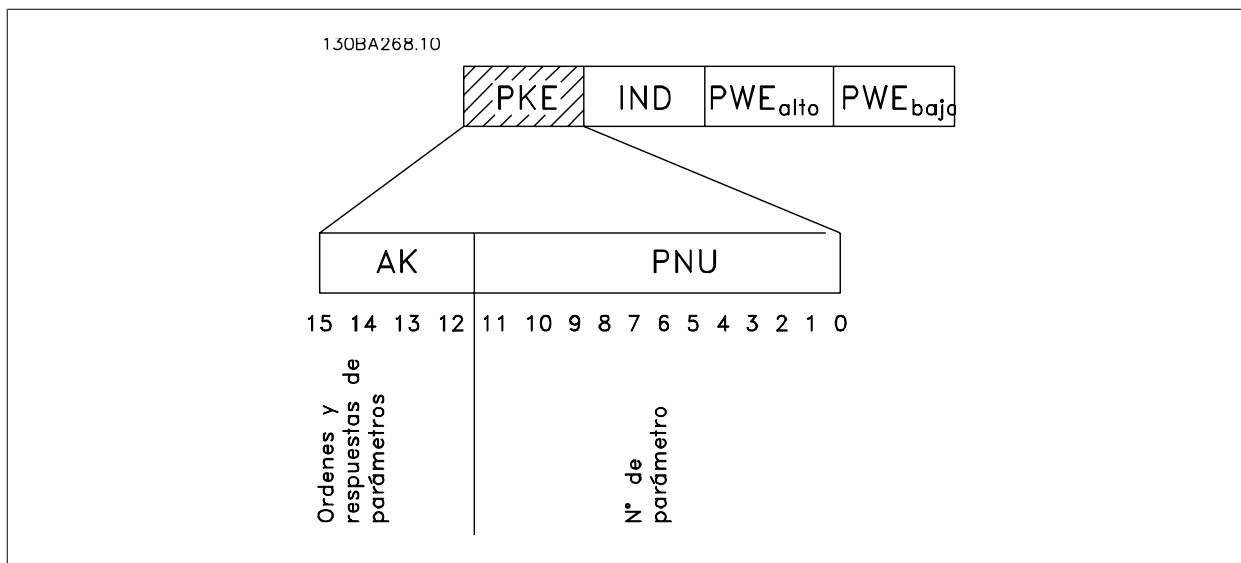
El bloque de texto se utiliza para leer o escribir textos mediante el bloque de datos.





### 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	15	14	13	12	Comando de parámetro
0	0	0	0	0	Ningún comando
0	0	0	0	1	Leer valor de parámetro
0	0	1	0	0	Escribir valor de parámetro en RAM (palabra)
0	0	1	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM (doble palabra)
1	1	0	1	1	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (doble palabra)
1	1	1	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (palabra)
1	1	1	1	1	Leer/escribir texto

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

### 7.4.8 Número de parámetro (PNU)

Los bits núm. 0 a 11 se utilizan para transferir los números de los parámetros. La función del parámetro correspondiente se define en la descripción del mismo en el capítulo *Instrucciones de programación*.

### 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 par. 15-30 *Reg. alarma: 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 par. 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).

par. 15-40 *Tipo FC* al par. 15-53 *Número serie tarjeta potencia* 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".

	PKE	IND	PWE <sub>alto</sub>	PWE <sub>bajo</sub>
Texto de lectura	Fx xx	04 00		
Texto de escritura	Fx xx	05 00		

1308A276.11

### 7.4.11 Tipos de datos admitidos por el convertidor VLT AQUA

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.

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.

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

PKE = E19E Hex - Escribir un único código en 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:

130BAU92.1U			
E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

Nota: par. 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]* es un único código, y el comando de parámetro a grabar en la EEPROM es "E". El número de parámetro 4-14 es 19E en hexadecimal.

130BAU93.1U			
119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

La respuesta del esclavo al maestro será la siguiente:

### 7.5.2 Lectura del valor de un parámetro

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

PKE = 1155 Hex - Leer el valor del parámetro en par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*  
IND = 0000 Hex  
PWEHIGH = 0000 Hex  
PWELOW = 0000 Hex

130BA094.10			
1007 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>

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

130BA267.10			
1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE <sub>high</sub>	PWE <sub>low</sub>



#### ¡NOTA!

3E8 Hex corresponde a 1000 en decimal. El índice de conversión para el par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es -2, es decir, 0,01. El par. 3-41 es del tipo *Sin signo 32*.

## 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.

## 7.7 Configuración de red

## 7

### 7.7.1 VLT AQUA con Modbus RTU

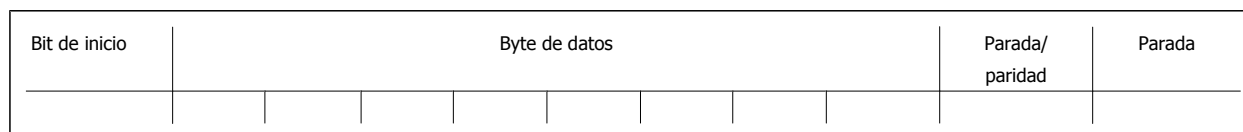
Para activar Modbus RTU en el VLT AQUA, ajuste los siguientes parámetros:

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 Modbus RTU

Los controladores están configurados para comunicarse en la red Modbus utilizando el modo RTU (Remote Terminal Unit), con cada byte de un mensaje conteniendo dos caracteres hexadecimales de 4 bits. El formato de cada byte se muestra a continuación.



Sistema de codificación	binario 8 bit, 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 para paridad par/impar; ningún bit para no paridad 1 bit de parada si se utiliza paridad; 2 bits si no hay 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 mensajes 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 mensajes 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. A los 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. 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).

Es posible acceder al registro de retención 40001 a través del registro 0000 del 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).

7

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
<b>Código de control del convertidor de frecuencia (perfil FC)</b>		

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
<b>Código de estado del convertidor de frecuencia (perfil FC)</b>		



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*
00010-00990	grupo de parámetros 000 (parámetros 001 a 099)
01000-01990	grupo de parámetros 100 (parámetros 100 a 199)
02000-02990	grupo de parámetros 200 (parámetros 200 a 299)
03000-03990	grupo de parámetros 300 (parámetros 300 a 399)
04000-04990	grupo de parámetros 400 (parámetros 400 a 499)
...	...
49000-49990	grupo de parámetros 4900 (parámetros 4900 a 4999)
50000	Datos de entrada: registro de código de control de convertidor de frecuencia (CTW).
50010	Datos de entrada: registro de referencia de bus (REF).
...	...
50200	Datos de salida: registro de código de estado de convertidor de frecuencia (STW).
50210	Datos de salida: registro de código de control de convertidor de frecuencia (MAV).

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



### 7.8.9 Cómo se controla el VLT AQUA

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

### 7.8.11 Códigos de error de la base de datos

En caso de producirse un error, los siguientes códigos de error pueden aparecer en el campo de datos de un mensaje de respuesta. Para obtener una explicación completa de la estructura de una excepción (es decir, de un error), consulte la sección *Estructura de formato de mensaje RTU Modbus, campo de función*.

Código de error en el campo de datos (decimal)	Descripción del código de error en base de datos
00	El número de parámetro no existe
01	Sin permiso de escritura en el parámetro
02	El valor de los datos excede los límites del parámetro
03	El subíndice en uso no existe
04	El parámetro no es de tipo matriz
05	El tipo de dato no es equivalente al parámetro invocado
06	Sólo reiniciar
07	No modificable
11	Sin acceso de escritura
17	La modificación de datos del parámetro llamado no es posible en el modo actual
18	Otro error
64	Dirección de datos incorrecta
65	Longitud de mensaje incorrecta
66	Longitud o valor de datos incorrecto
67	Código de función incorrecto
130	No hay acceso de bus al parámetro invocado
131	No es posible modificar datos por estar seleccionado el ajuste de fábrica

## 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 "Preajustar múltiples registros". Los tamaños legibles van desde 1 registro (2 caracteres) hasta 10 registros (20 caracteres).

## 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) bobina 33
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)	-



#### ¡NOTA!

Las bobinas y los registros son direccionados explícitamente con una compensación de -1 en Modbus. es decir, la bobina 33 tiene la dirección 32.

### 7.10.2 Forzar/escribir una sola bobina (05 HEX)

#### Descripción

Esta función fuerza/escibe una bobina con ON u OFF. Cuando se transmite la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los esclavos conectados.

#### Petición

El mensaje de petición especifica que se fuerce la bobina 65 (control de escritura de parámetro). Las direcciones de bobinas comienzan en cero, es decir, la bobina 65 tiene la dirección 64. Forzar datos = 00 00HEX (OFF) o FF 00HEX (ON).

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	05 (escribir una sola bobina)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	40 (64 decimal) bobina 65
Forzar datos HI	FF
Forzar datos LO	00 (FF 00 = ON)
Compr. error (CRC)	-

#### 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 transmite 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)

#### ¡NOTA!

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.

Ejemplo: lea el par. 3-03 *Referencia máxima*, registro 03030.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	03 (lectura de registros de retención)
Dirección inicio HI	0B (dirección de registro 3029)
Dirección de inicio LO	05 (dirección de registro 3029)
Núm. puntos HI	00
Núm. puntos LO	02 - (Par. 3-03 tiene 32 bits de longitud, es decir, 2 registros)
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.

Ejemplo: Hex 0016E360 = 1.500.000 = 1500 RPM.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	03
Contador de bytes	04
Datos HI (Registro 3030)	00
Datos LO (registro 3030)	16
Datos HI (registro 3031)	E3
Datos LO (registro 3031)	60
Comprobación de errores (CRC)	-

### 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.

Ejemplo: escribir en el par. 1-00, registro 1000.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	06
Dirección de registro HI	03 (dirección de registro 999)
Dirección de registro LO	E7 (dirección de registro 999)
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	01
Compr. error (CRC)	-

**7**

#### Respuesta

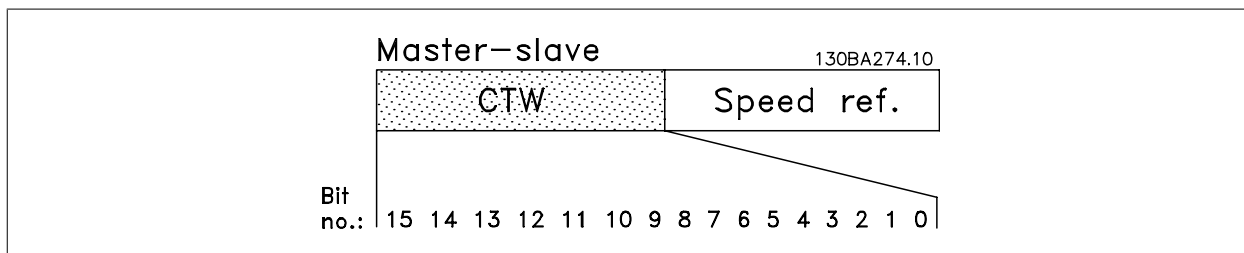
Respuesta La respuesta normal es un eco de la petición, devuelto tras aprobarse el contenido de los registros.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del esclavo	01
Función	06
Dirección de registro HI	03
Dirección de registro LO	E7
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	01
Compr. error (CRC)	-



## 7.11 Perfil de control Danfoss FC

### 7.11.1 Código de control conforme a perfil FC(par. 8-10 *Trama control* = ProtocoloFC)



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	par. 3-10 <i>Referencia interna</i> [0]	0	0
2	par. 3-10 <i>Referencia interna</i> [1]	0	1
3	par. 3-10 <i>Referencia interna</i> [2]	1	0
4	par. 3-10 <i>Referencia interna</i> [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 corriente de frenado y la duración en el par. 2-01 *Intens. freno CC*, y par. 2-02 *Tiempo de frenado CC*. El bit 02 = '1' lleva al empleo de rampa.

**Bit 03, Inercia:**

Bit 03 = '0': e l 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 que la velocidad del motor se reduzca hasta pararse (se ajusta en el par. 3-81 *Tiempo rampa parada rápida*).

**Bit 05, Mantener frecuencia de salida**

Bit 05 = '0': la frecuencia de salida presente (en Hz) se mantiene. Cambie la frecuencia de salida mantenida únicamente mediante las entradas digitales (par. 5-10 *Terminal 18 entrada digital*, a par. 5-15 *Terminal 33 entrada digital*) 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 *Terminal 18 entrada digital* a par. 5-15 *Terminal 33 entrada digital*) 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 a través del 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 par. 3-19 *Velocidad fija [RPM]*.

**Bit 09, Selección de rampa 1/2:**

Bit 09 = "0": Rampa 1 está activa (par. 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* a par. 3-42 *Rampa 1 tiempo desacel. rampa*). Bit 09 = "1": Rampa 2 (par. 3-51 *Rampa 2 tiempo acel. rampa* a par. 3-52 *Rampa 2 tiempo desacel. rampa*) está activo.

**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 par. 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 par. 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

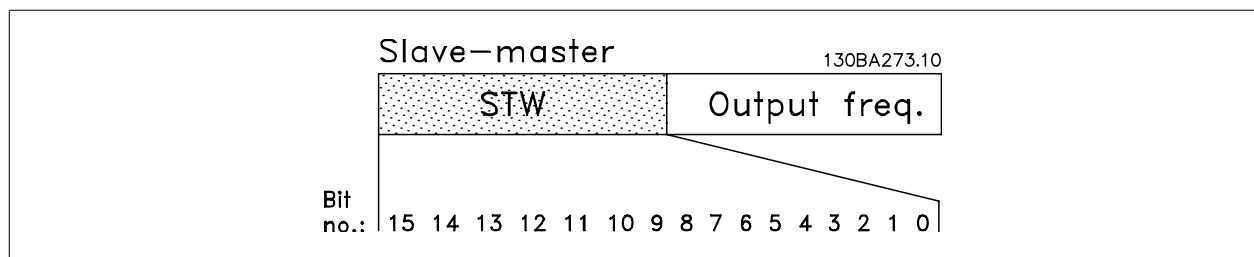
La función solamente es posible cuando se selecciona *Ajuste múltiple* en el par. 0-10 *Ajuste activo*.

**¡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 par. 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 conforme al protocolo FC (STW) (par. 8-10 *Trama control* = 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 no recibe necesariamente 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 activado 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:**

El Bit 03 = '0' significa que el convertidor de frecuencia no está en un modo de fallo. Bit 03 = '1': El convertidor de frecuencia se desconecta. Para restablecer el funcionamiento, pulse [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. El bit 07 = "1": se ha producido una advertencia.

**Bit 08, Velocidad≠ referencia/velocidad= referencia:**

El bit 08 = "0": El motor está funcionando pero la velocidad actual es distinta a la referencia interna de velocidad. Por ejemplo, esto puede ocurrir cuando la velocidad sigue una rampa hacia arriba o hacia abajo durante el arranque/parada. Bit 08 = "1": La velocidad del motor es igual a la referencia interna de velocidad.

**Bit 09, Funcionamiento local / control de bus:**

Bit 09 = '0': [STOP/RESET] está activo en la unidad de control o si *Control local* está seleccionado en el par. 3-13 *Lugar 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:**

El bit 10 = "0": la frecuencia de salida ha alcanzado el valor del par. 4-11 *Límite bajo veloc. motor [RPM]* o par. 4-13 *Límite alto veloc. motor [RPM]*. 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 funcionamiento. Bit 11 = "1": El convertidor tiene una señal de arranque o que la frecuencia de salida es mayor de 0 Hz.

**Bit 12, Convertidor de frecuencia OK/parado, autoarranque:**

Bit 12 = "0": No hay sobrecalentamiento temporal en el inversor. Bit 12 = "1": El inversor se ha parado debido a una temperatura excesiva, pero la unidad no se ha desconectado y reanudará su funcionamiento cuando finalice el exceso de temperatura.

**Bit 13, Tensión OK/límite sobrepasado:**

Bit 13 = '0': No hay advertencias sobre tensión. Bit 13 = '1': La tensión de CC en el circuito intermedio del convertidor de frecuencia es demasiado baja o demasiado alta.

**Bit 14, Par OK/límite sobrepasado:**

Bit 14 = '0': la intensidad del motor es inferior al límite de par seleccionado en el par. 4-18 *Límite intensidad*. Bit 14 = '1': el límite de par en el par. 4-18 *Límite intensidad* ha sido sobrepasado.

**Bit 15, Temporizador OK/límite sobrepasado:**

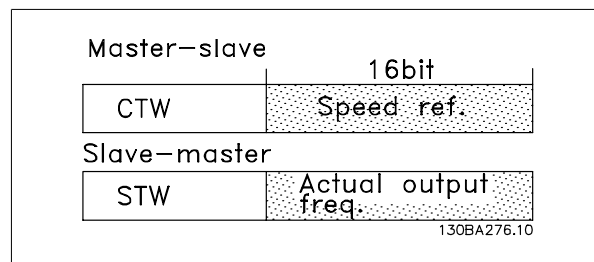
Bit 15 = '0': Los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica no han sobrepasado el 100%. Bit 15 = "1": Uno de los temporizadores ha sobrepasado el 100%.

**¡NOTA!**

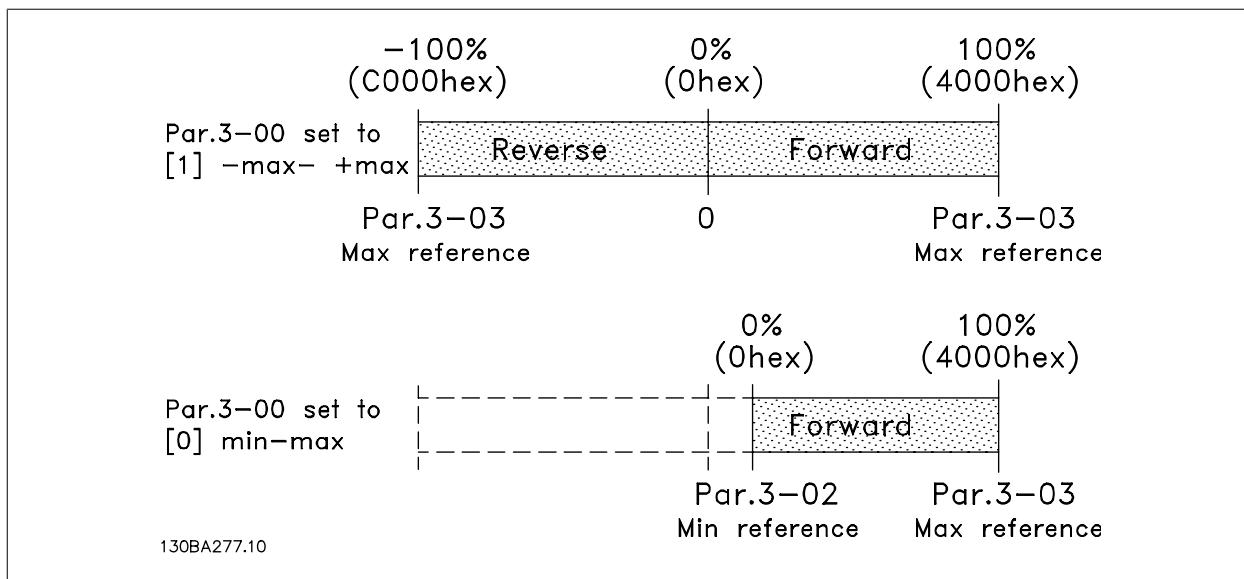
Todos los bits del STW se ajustan a '0' si la conexión entre la opción Interbus y el convertidor de frecuencia se pierde, o si se produce un problema de comunicación interna.

### 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 Localización de averías

Las advertencias y alarmas se señalizan mediante el LED correspondiente en la parte delantera del convertidor de frecuencia y muestran 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 comunicación serie/bus de campo opcional.
4. Reiniciando automáticamente mediante la función [Reset Autom], que es un ajuste predeterminado del convertidor de frecuencia VLT AQUA. Véase par. 14-20 *Modo Reset* en la **Guía de programación del convertidor VLT AQUA**



### ¡NOTA!

Tras un reinicio manual mediante el botón [RESET] (Reiniciar) del LCP, es necesario presionar el botón [AUTO ON] (Control remoto) o [HAND ON] (Marcha manual) 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 reiniciarse también utilizando la función de reset automático par. 14-20 *Modo Reset* (Advertencia: Puede producirse un reinicio automático).

Si una alarma o advertencia aparece marcada con un código en la tabla de la siguiente página, significa que, o se produce una advertencia antes de la alarma, o se puede especificar si se mostrará una advertencia o una alarma para un fallo determinado.

Esto es posible, por ejemplo, en par. 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.

N.º	Descripción	Advertencia	Alarma/Desconexión	Bloqueo por desconexión/Alarma	Referencia de parámetros
1	10 V bajo	X			
2	Err. cero activo	(X)	(X)		6-01
3	Sin motor	(X)			1-80
4	Pérdida fase alim.	(X)	(X)	(X)	14-12
5	Tensión alta CC	X			
6	Tensión baja CC	X			
7	Sobretensión de CC	X	X		
8	Tensión de CC baja	X	X		
9	Inversor sobrecarg.	X	X		
10	Sobretemperatura ETR del motor	(X)	(X)		1-90
11	Sobretemp. del termistor del motor	(X)	(X)		1-90
12	Límite de par	X	X		
13	Sobreintensidad	X	X	X	
14	Fallo Tierra	X	X	X	
15	Diferencias de hardware		X	X	
16	Cortocircuito		X	X	
17	Tiempo límite cód. ctrl	(X)	(X)		8-04
23	Fallo del ventilador interno	X			
24	Fallo del ventilador externo	X			14-53
25	Resist. freno cortocircuitada	X			
26	Lím. potenc. resist. freno	(X)	(X)		2-13
27	Chopper freno cortocircuitado	X	X		
28	Comprobación freno	(X)	(X)		2-15
29	Sobretemperatura de la unidad	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 comunic. bus de campo	X	X		
35	Fuera del rango de frecuencias	X	X		
36	Fallo de red	X	X		
37	Desequilibrio de fase	X	X		
38	Fallo interno		X	X	
39	Sensor disipador		X	X	
40	Sobrecarga de la salida digital del terminal 27	(X)			5-00, 5-01
41	Sobrecarga de la salida digital del terminal 29	(X)			5-00, 5-02
42	Sobrecarga de la salida digital en X30/6	(X)			5-32
42	Sobrecarga de la salida digital en X30/7	(X)			5-33
46	Aliment. tarj. alim.		X	X	
47	Alim. baja 24 V	X	X	X	
48	Alim. baja 1,8 V		X	X	
49	Límite de veloc.	X			
50	Fallo de calibración AMA		X		
51	Compr. AMA $U_{nom}$ e $I_{nom}$		X		
52	AMA bajo $I_{nom}$		X		
53	Motor AMA demasiado grande		X		
54	Motor AMA demasiado pequeño		X		
55	Parámetro AMA fuera de rango		X		
56	AMA interrumpido por usuario		X		
57	T. lím. AMA		X		
58	Fallo interno de AMA	X	X		
59	Límite intensidad	X			
60	Parada externa	X			
62	Frecuencia salida en límite máximo	X			
64	Límite tensión	X			
65	Sobretemp. placa control	X	X	X	
66	Baja temp. disipador	X			
67	La configuración de opciones ha cambiado		X		
68	Parada de seguridad activada		X <sup>1)</sup>		
69	Temp. tarj. pot.		X	X	
70	Configuración incorrecta del convertidor de frecuencia			X	
71	PTC 1 Parada de seguridad	X	X <sup>1)</sup>		
72	Fallo peligroso			X <sup>1)</sup>	
73	Reinicio automático parada segura				
79	Conf. PS no válida		X	X	
80	Convertidor inicializado en valor predeterminado		X		
91	Ajuste incorrecto de la entrada analógica 54			X	
92	Sin flujo	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 8.1: Lista de códigos de alarma/advertencia



N.º	Descripción	Advertencia	Alarma/Desconexión	Bloqueo por desconexión/Alarma	Referencia de parámetros
220	Desconexión por sobrecarga		X		
243	IGBT del freno	X	X		
244	Temp. disipador	X	X	X	
245	Sensor disipador		X	X	
246	Aliment. tarj. alim.		X	X	
247	Temp. tarj. alim.		X	X	
248	Conf. PS no válida		X	X	
250	Nueva pieza de recambio			X	
251	Nuevo Código de tipo		X	X	

Tabla 8.2: Lista de códigos de alarma/advertencia

(X) Dependiente del parámetro

1) No puede realizarse el reinicio automático a través del par. 14-20 *Modo Reset*

Una desconexión es la acción desencadenada al producirse una alarma. La desconexión dejará el motor en inercia y podrá reiniciarse pulsando el botón Reset o reiniciando desde una entrada digital (Par. 5-1\* [1]). El evento que generó la alarma no puede dañar al convertidor de frecuencia ni crear condiciones peligrosas. Un bloqueo por alarma es la acción que se desencadena cuando se produce una alarma cuya causa podría producir daños al convertidor o a los equipos conectados. Una situación de bloqueo por alarma solamente se puede reiniciar apagando y encendiendo el equipo.

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	Cód. de advertencia	Cód. estado ampliado
0	00000001	1	Comprobación freno	Comprobación freno	En rampa
1	00000002	2	Temp. tarj. pot.	Temp. tarj. pot.	AMA en funcionamiento
2	00000004	4	Fallo Tierra	Fallo Tierra	Arranque CW/CCW
3	00000008	8	Temp. tarj. ctrl	Temp. tarj. ctrl	Deceleración
4	00000010	16	Cód. ctrl TO	Cód. ctrl TO	Eenganche 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	Sobrt termi mot	Intensidad salida alta
8	00000100	256	Sobrecarga ETR del motor	Sobrecarga ETR del motor	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 en la carga de arranque	Tensión alta CC	Frenado
14	00004000	16384	Pérd. fase alim.	Pérd. fase alim.	Fuera rango veloc.
15	00008000	32768	AMA incorrecto	Sin motor	Ctrol. sobretens. 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	IGBT del freno	
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	IGBT del freno	Límite tensión	
28	10000000	268435456	Cambio opción	Sin uso	
29	20000000	536870912	Convertidor inicializado	Sin uso	
30	40000000	1073741824	Parada de seguridad	Sin uso	

Tabla 8.3: Descripción de Código de alarma, Código de advertencia y Código de estado ampliado

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

# Índice

## ¿

¿qué Es La Conformidad Y Marca Ce?	15
------------------------------------	----

## 0

0 - 10 V Cc	75
0-20 Ma	75

## 4

4-20 Ma	75
---------	----

## 6

60 Avm	62
--------	----

## A

A Tierra	162
Abrazadera	162
Abrazaderas	158
Abreviaturas	7
Acceso A Los Terminales De Control	132
Acceso De Los Cables	118
Adaptación Automática De Motor	164
Adaptación Automática Del Motor (ama)	151
Adaptaciones Automáticas Para Asegurar El Rendimiento	67
Advertencia Contra Arranques No Deseados	13
Advertencia De Tipo General	6
Ahorro De Energía	19
Ahorro De Energía	19
Ajuste El Límite De Velocidad Y El Tiempo De Rampa	152
Ajuste Final Y Prueba	150
Ajuste Manual Del Pid	29
Alarmas Y Advertencias	199
Alimentación De Batería Auxiliar A La Función De Reloj	75
Alimentación De Red	11
Alimentación De Red	43, 49, 50
Alimentación De Red (I1, L2, L3)	52
Alimentación De Red 1 X 200 - 240 V Ca	42
Alimentación Externa Del Ventilador	148
Ama Correcto	151
Ama Fallido	151
Apantallados/blindados	136
Apantallamiento De Los Cables	127
Apantallamiento De Los Cables:	138
Aplicaciones De Par Constante (modo Ct)	66
Aplicaciones De Par Variable (cuadrático) (vt)	66
Arrancador En Estrella/triángulo	21
Arrancadores Manuales Del Motor	93
Arranque/parada	163
Aspectos Generales De La Emisión De Armónicos	32
Aspectos Generales De Las Emisiones Emc	30
Aspectos Generales Del Protocolo	173
Awg	43

## B

Bloques De Terminales	99
Bolsa De Accesorios A2	100
Bolsa De Accesorios A3	100
Bolsa De Accesorios A5	100
Bolsa De Accesorios B1	100
Bolsa De Accesorios B2	100
Bolsa De Accesorios B3	100
Bolsa De Accesorios B4	100

Bolsa De Accesorios C1	100
Bolsa De Accesorios C2	100
Bolsa De Accesorios C3	100
Bolsa De Accesorios C4	100
Bomba De Velocidad Fija	77
Bombas De Velocidad Variable.	77
Bus De Conexión Rs 485	155

## C

Cable Del Lcp	99
Cable Ecuilizador,	162
Cable Usb	99
Cableado	137
Cableado De La Resistencia De Freno	37
Cables De Control	158
Cables De Control	135
Cables De Motor	158
Cables De Motor	126
Características De Control	55
Características De Par	52
Carga De Los Parámetros Del Convertidor De Frecuencia:	157
Caudal Variable Durante 1 Año	19
Circuito Intermedio	37, 57
Código De Control	193
Código De Estado	195
Código Descriptivo	96
Código Descriptivo Alta Potencia	97
Códigos De Error De La Base De Datos	186
Códigos De Función Admitidos Por Modbus Rtu	186
Compensación De Cos $\phi$	20
Comunicación Serie	8, 55, 162
Condiciones De Funcionamiento Extremas	37
Conductores De Aluminio	127
Conector De Alimentación De Red	124
Conector Del Enlace De Cc	99
Conexión A La Red De Alimentación	124
Conexión A Tierra	124
Conexión A Tierra De Cables De Control Apantallados/blindados	162
Conexión De Motores En Paralelo	154
Conexión De Red	171
Conexión Del Cable De Motor	125
Conexión Por Etapas De Bombas Con Alternancia De Bomba Guía	168
Conexión Segura A Tierra	158
Conexión Usb	132
Conexiones De Potencia	137
Configurador De Convertidores De Frecuencia	95
Conformidad Y Marca Ce	15
Consideraciones Generales	118
Contenido Del Kit	85
Control Local (hand On) Y Remoto (auto On)	23
Control Mejorado	20
Control Multizona	75
Control Variable Del Caudal Y La Presión	20
Controlador De Cascada Ampliado Mco 101 Y Controlador De Cascada Avanzado Mco 102	77
Controlador De Cascada Básico	77
Convertidor Auxiliar	77
Convertidor Maestro	78
Copyright, Limitación De Responsabilidad Y Derechos De Revisión	5
Corrección Del Factor De Potencia	20
Corriente De Fuga	35
Corriente De Fuga A Tierra	158
Corriente De Fuga A Tierra	35

## D

Definiciones	7
Descripción General	77
Desembalar	116

Devicenet	99
Dimensiones Mecánicas	111, 113
Dimensiones Mecánicas - Alta Potencia	112
Dirección De Giro Del Motor	155
Directiva Sobre Baja Tensión (73/23/eec)	15
Directiva Sobre Compatibilidad Electromagnética 89/336/eec	16
Directiva Sobre Emc (89/336/cee)	15
Directiva Sobre Máquinas (98/37/eec)	15
Dispositivo De Corriente Residual	35, 162
Dispositivos De Desconexión De Corriente	149

-

-documentación Disponible Sobre El Convertidor Vlt® Aqua	6
--	---

**E**

E/s Para Entradas De Consigna	75
Ejemplo De Cableado Básico	134
Ejemplo De Control Pid De Lazo Cerrado.	27
El Ama	164
Elevación	116
Eliminación De Troqueles Para Cables Adicionales	123
Emisión Conducida.	32
Emisión Irradiada	32
Energía De Frenado	9
Entorno	55
Entornos Agresivos	16
Entrada Para Prensacables/conducto - Ip21 (nema 1) E Ip54 (nema12)	120
Entradas Analógicas	8
Entradas Analógicas	9, 53
Entradas De Pulsos	54
Entradas De Tensión Analógicas - Terminal X30/10-12	70
Entradas Del Transmisor/sensor	75
Entradas Digitales - Terminal X30/1-4	70
Entradas Digitales:	53
Espacio	118
Especificaciones	150
Esquema De Principio	75
Esquema Eléctrico De Alternancia De Bomba Guía	170
Estado Y Funcionamiento Del Sistema	168
Estructura De Control De Lazo Abierto	22
Estructura De Control De Lazo Cerrado	23
Ethernet Ip	100
Etr	154

**F**

Factor De Potencia	11
Fases Del Motor	37
Filtro De Onda Senoidal	126, 138
Filtros Armónicos	100
Filtros De Entrada	82
Filtros De Ondas Senoidales, 525-600/690 V Ca	103
Filtros De Salida	83
Filtros Du/dt	83
Filtros Du/dt, 525-600/690 V Ca	105
Filtros Senoidales	83
Flujo De Aire	119
Frecuencia De Conmutación	127
Frecuencia De Conmutación:	138
Freno De Cc	193
Fuente De Alimentación De 24 V Cc	93
Función De Freno	36
Funcionamiento De Parada De Seguridad (opcional)	40
Fusibles	137
Fusibles	127
Fusibles Ui 200 - 240 V	129

## G

Giro De Izquierda A Derecha	155
Giro Del Motor	155
Guardar Configuración Del Convertidor De Frecuencia:	157

## H

Herramientas De Software Para Pc	156
Herramientas Necesarias:	88
Humedad Atmosférica	16

## Í

Índice (ind)	178
--------------	-----

## I

Inercia	7, 195
Inercia	194
Instalación De Campo	114
Instalación De La Parada De Seguridad	152
Instalación De La Protección De Red Para Convertidores De Frecuencia	91
Instalación De Protección Antigoteo	122
Instalación Del Kit De Refrigeración De Tuberías En	84
Instalación Eléctrica	127, 135
Instalación Eléctrica - Recomendaciones De Compatibilidad Electromagnética	158
Instalación En Altitudes Elevadas	13
Instalación En Pedestal	88
Instalación Exterior/ Kit Nema 3r Para	86
Instalación Lado A Lado	114
Instalación Mecánica	109
Instalación Sobre El Suelo	89
Instalación Sobre Pedestal	89
Instrucciones De Eliminación	14
Interruptores S201, S202 Y S801	136

## K

Kit De Entrada Superior Profibus	99
Kit De Montaje A Través De Panel,	99
Kit De Protección Ip 21/ip 4x/ Tipo 1	81
Kit De Protección Ip 21/tipo 1	81
Kit Ip 21/4x Top/tipo 1	99
Kit Ip21/tipo 1	99
Kit Lcp	99
Kits De Refrigeración De Tuberías	84

## L

Lcp	7, 10, 23
Lcp 101	99
Lectura De Registros De Retención (03 Hex)	191
Leyes De Proporcionalidad	19
Lista De Códigos De Alarma/advertencia	200
Longitud Del Cable De Control	135
Longitud Del Telegrama (lge)	174
Longitud Y Sección Del Cable	127
Longitud Y Sección Del Cable:	138
Longitudes Y Secciones De Cables	52
Los Cables De Control	136

## M

Manejo De Referencias	26
Mantener Frecuencia De Salida	194
Mantener Salida	7
Marcha/paro Por Pulsos	163
Mca 101	99

Mca 104	99
Mca 108	99
Mcb 101	99
Mcb 105	99
Mcb 107	99
Mcb 109	99
Mcb 114	99
Mcf 103	99
Mco 101	99
Mco 102	99
Mct 10	157
Mct 10 Software De Programación	156
Mct 31	157
Medidas De Seguridad	13
Modo De Lazo Abierto	77
Modulación De Anchura De Pulsos	62
Modulación Vectorial Asíncrona Orientada Al Flujo Del Estátor	62
Módulo De Opción De E/s Analógica Opcao	75
Momento De Inercia	37
Monitor De Resistencia De Aislamiento (irm)	92
Montaje De La Placa De Desacoplamiento.	125
Montaje Mecánico	114

**N**

Namur	92
Nivel De Tensión	53
No Conformidad Con Ul	127
Nota De Seguridad	13
Número De Parámetro (pnu)	178
Números De Pedido	95
Números De Pedido: Filtros Armónicos	100
Números De Pedido: Filtros Du/dt, 380-480 Vca	104
Números De Pedido: Módulos De Filtro De Ondas Senoidales, 200-500 V Ca	102
Números De Pedido: Opciones Y Accesorios	99
Números De Pedido: Resistencias De Freno	106

**O**

Opción Controlador De Cascada	77
Opción De Suministro Externo De 24 V Mcb 107 (opción D)	73
Opción E/s Analógica Mcb 109	75
Opción Mcb 105	71
Opción Relé Mcb 105	71
Opciones De Panel Tamaño De Bastidor F	1
Optimización Del Controlador De Lazo Cerrado Del Convertidor De Frecuencia	29
Orden De Programación	28

**P**

Panel Mcf 110	99
Para Conectar Un Ordenador Al Convertidor Vlt Aqua	156
Parada De Emergencia Iec Con Relé De Seguridad Pilz	92
Parámetros Eléctricos Del Motor	164
Parte Superior	99
Pedido	85
Pelv - Tensión Protectora Extra Baja	34
Perfil Fc	193
Periodo De Amortización	19
Placa De Características Del Motor	150
Placa De Control De Convertidor Vlt Aqua	100
Placa De Desacoplamiento	125
Placa De Entrada Opcional	90
Placa De Especificaciones	150
Placa Trasera	99
Planificación Del Lugar De La Instalación	115
Plc	162
Potencia De Freno	37
Precaución	14

Profibus	99
Profibus Dp-v1	157
Profibus D-sub 9	99
Protección	16, 34, 35
Protección Ante Cortocircuitos	127
Protección Contra Sobreintensidad	127
Protección De Circuito Derivado	127
Protección Del Motor	154
Protección Térmica Del Motor	196
Protección Térmica Del Motor	38, 155
Protección Térmica Electrónica Del Motor	52
Protección Y Características	51
Prueba De Alta Tensión	158
Prueba De Puesta En Marcha De La Parada De Seguridad	153

## Q

Qué Situaciones Están Cubiertas	15
---------------------------------	----

## R

Radiadores Espaciales Y Termostato	92
Rcd	10, 35
Rcd (dispositivo De Corriente Residual)	92
Recepción Del Convertidor De Frecuencia	115
Red Pública De Suministro Eléctrico	33
Reducción De Potencia Debido A Funcionamiento A Velocidad Lenta	66
Reducción De Potencia Debido A La Baja Presión Atmosférica	65
Reducción De Potencia En Función De La Temperatura Ambiente	62
Reducción De Potencia Por La Instalación De Cables De Motor Largos O De Mayor Sección	67
Referencia Del Potenciometro	164
Refrigeración	66
Refrigeración	119
Refrigeración De Conducciones	119
Refrigeración Trasera	119
Reloj De Tiempo Real (rtc)	76
Rendimiento	56
Rendimiento De La Tarjeta De Control	55
Rendimiento De Salida (u, V, W)	52
Requisitos De Inmunidad	34
Requisitos De Seguridad De La Instalación Mecánica	114
Requisitos En Materia De Emisión De Armónicos	33
Requisitos En Materia De Emisiones	31
Resistencia De Freno	36
Resistencias De Freno	79
Resultados De La Prueba De Armónicos (emisión)	33
Resultados De Las Pruebas De Emc	32
Rs-485	171
Ruido Acústico	57

## S

Salida Analógica	53
Salida De Motor	52
Salida De Relé	153
Salida Digital	54
Salidas Analógicas - Terminal X30/5+8	70
Salidas De Relé	54
Salidas Digitales - Terminal X30/5-7	70
Salidas Para Actuadores	75
Selección De E/s Analógicas	75
Sensor De Temperatura Ni1000	75
Sensor De Temperatura Pt1000	75
Sfavm	62
Sistema De Gestión De Edificio	75
Smart Logic Control	164
Suministro Externo De 24 V Cc	73
Supervisión De Temperatura Externa	93

## T

Tablas De Fusibles	130
Tarjeta De Control, Comunicación Serie Rs-485:	52
Tarjeta De Control, Comunicación Serie Usb	55
Tarjeta De Control, Salida De 10 V Cc	55
Tarjeta De Control, Salida De 24 V Cc	54
Tensión De Pico En El Motor	57
Tensión Del Motor	57
Terminal 37	40
Terminales De 30 Amperios Protegidos Por Fusible	93
Terminales De Control	132
Terminales De Control De La Bolsa De Accesorios	100
Terminales Del Cable De Control	132
Termistor	11
Tiempo De Subida	57
Tipos De Datos Admitidos Por El Convertidor Vlt Aqua	179

## U

Un Arrancador Suave	21
Una Clara Ventaja: El Ahorro De Energía	18
Uso De Cables Correctos Para Emc	161

## V

Valores De Parámetros	187
Velocidad Fija	7
Velocidad Fija	194
Velocidad Nominal Del Motor	8
Ventilador A2	100
Ventilador A3	100
Ventilador A5	100
Ventilador B1	100
Ventilador B2	100
Ventilador B3	100
Ventilador B4	100
Ventilador C1	100
Ventilador C2	100
Ventilador C3	100
Ventilador C4	100
Versión De Software Y Homologaciones	14
Versiones De Software	100
Vibración Y Choque	17
Vvcplus	11