



# Guía de diseño de VLT<sup>®</sup> HVAC Basic FC 101





## Índice

<b>1 Introducción</b>	<b>5</b>
1.1 Finalidad del manual	5
1.2 Versión de documento y software	5
1.3 Símbolos de seguridad	5
1.4 Abreviaturas	5
1.5 Recursos adicionales	6
1.6 Definiciones	6
1.7 Factor de potencia	8
<b>2 Vista general del producto</b>	<b>9</b>
2.1 Seguridad	9
2.2 Marca CE	10
2.3 Humedad atmosférica	11
2.4 Entornos agresivos	12
2.5 Vibración y golpe	12
2.6 Ventajas	12
2.7 Estructuras de control	26
2.7.1 Principio de control	26
2.7.2 Estructura de control de lazo abierto	26
2.7.3 Control de motor PM / EC+	26
2.7.4 Control local (Hand On) y remoto (Auto On)	27
2.7.5 Estructura de control de lazo cerrado	28
2.7.6 Conversión de realimentación	28
2.7.7 Manejo de referencias	29
2.7.8 Asistente de configuración de lazo cerrado	30
2.7.9 Optimización del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia	33
2.7.10 Ajuste manual del PI	33
2.8 Aspectos generales de la EMC	34
2.8.1 Requisitos en materia de emisiones	35
2.9 Aislamiento galvánico (PELV)	39
2.10 Corriente de fuga a tierra	40
2.11 Condiciones de funcionamiento extremas	40
<b>3 Selección</b>	<b>43</b>
3.1 Opciones y accesorios	43
3.1.1 Panel de control local (LCP)	43
3.1.2 Montaje del LCP en el panel frontal	43
3.1.3 Kit de protección IP21 / TIPO 1	44
3.1.4 Placa de desacoplamiento	45

<b>4 Cómo realizar un pedido</b>	46
4.1 Configuración	46
4.2 Números de pedido	48
<b>5 Instrucciones de montaje</b>	51
5.1 Dimensiones mecánicas	51
5.1.1 Dimensiones del convertidor de frecuencia	51
5.1.2 Dimensiones de envío	53
5.1.3 Montaje lado a lado	54
5.2 Datos eléctricos	55
5.2.1 Instalación eléctrica en general	56
5.2.2 Conexión a la red eléctrica y al motor	57
5.2.3 Fusibles y magnetotérmicos	63
5.2.5 Terminales de control	67
<b>6 Instrucciones de programación</b>	68
6.1 Programación con MCT 10 Software de configuración	68
6.2 Panel de control local (LCP)	68
6.3 Menús	69
6.3.1 Menú de estado	69
6.3.2 Menú rápido	69
6.3.3 Asistente de arranque para aplicaciones de lazo abierto	69
6.3.4 Menú principal	79
6.4 Transferencia rápida de ajustes de parámetros entre varios convertidores de frecuencia	79
6.5 Lectura y programación de parámetros indexados	79
6.6 Puede poner todos los parámetros del convertidor de frecuencia a los ajustes pre-determinados de dos formas distintas	80
<b>7 RS-485 Instalación y configuración</b>	81
7.1 RS-485	81
7.1.1 Descripción general	81
7.1.2 Conexión de red	81
7.1.3 Ajuste del hardware del convertidor de frecuencia	82
7.1.4 Ajustes del convertidor de frecuencia para comunicación Modbus	82
7.1.5 Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC)	83
7.2 Aspectos generales del protocolo FC	83
7.3 Configuración de red	83
7.4 Estructura del formato de mensajes del protocolo FC	84
7.4.1 Contenido de un carácter (byte)	84
7.4.2 Estructura de telegramas	84

7.4.3 Longitud del telegrama (LGE)	84
7.4.4 Dirección del convertidor de frecuencia (ADR)	84
7.4.5 Byte de control de datos (BCC)	84
7.4.6 El campo de datos	85
7.4.7 El campo PKE	86
7.4.8 Número de parámetro (PNU)	86
7.4.9 Índice (IND)	86
7.4.10 Valor de parámetro (PWE)	87
7.4.11 Tipos de datos admitidos por el convertidor de frecuencia	87
7.4.12 Conversión	87
7.4.13 Códigos de proceso (PCD)	87
7.5 Ejemplos	87
7.6 Visión general de Modbus RTU	88
7.6.1 Requisitos previos	88
7.6.2 Conocimientos previos necesarios	88
7.6.3 Visión general de Modbus RTU	88
7.6.4 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus	89
7.7 Configuración de red	89
7.8 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU	89
7.8.1 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus	89
7.8.2 Estructura de mensaje Modbus RTU	89
7.8.3 Campo de arranque / parada	90
7.8.4 Campo de dirección	90
7.8.5 Campo de función	90
7.8.6 Campo de datos	90
7.8.7 Campo de comprobación CRC	90
7.8.8 Direccionamiento de bobinas	91
7.8.9 Cómo controlar el convertidor de frecuencia	93
7.8.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU	93
7.8.11 Códigos de excepción Modbus	93
7.9 Cómo acceder a los parámetros	94
7.9.1 Gestión de parámetros	94
7.9.2 Almacenamiento de datos	94
7.9.3 IND	94
7.9.4 Bloques de texto	94
7.9.5 Factor de conversión	94
7.9.6 Valores de parámetros	94
7.10 Ejemplos	94
7.10.1 Lectura de estado de bobina (01 HEX)	94
7.10.2 Forzar / escribir una sola bobina (05 HEX)	95

7.10.3 Forzar / escribir múltiples bobinas (0F HEX)	96
7.10.4 Lectura de registros de retención (03 HEX)	96
7.10.5 Preajuste de un solo registro (06 HEX)	97
7.10.6 Preajuste de múltiples registros (10 HEX)	97
7.11 Perfil de control FC de (Danfoss)	98
7.11.1 Código de control de acuerdo con el perfil FC (Protocolo 8-10 = perfil FC)	98
7.11.2 Código de estado de acuerdo con el perfil FC (STW) (8-30 Protocol = perfil FC)	99
7.11.3 Valor de referencia de la velocidad del bus	100
<b>8 Especificaciones generales y solución de fallos</b>	<b>101</b>
8.1 Especificaciones de alimentación de red	101
8.1.1 Alimentación de red 3 × 200-240 V CA	101
8.1.2 Alimentación de red 3 × 380-480 V CA	102
8.1.3 Alimentación de red 3 × 380-480 V CA	106
8.1.4 Alimentación de red 3 × 525-600 V CA	108
8.2 Especificaciones generales	109
8.3 Ruido acústico o vibración	112
8.4 dU / Dt	113
8.5 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente y la frecuencia de conmutación	115
<b>Índice</b>	<b>121</b>

# 1 Introducción

## 1.1 Finalidad del manual

Esta guía de diseño proporciona información sobre cómo seleccionar, poner en marcha y pedir un convertidor de frecuencia. Asimismo, proporciona información sobre la instalación mecánica y eléctrica.

La guía de diseño está diseñada para su uso por parte de personal cualificado.

Lea y siga las instrucciones de la guía de diseño para utilizar el convertidor de frecuencia de un modo seguro y profesional; preste especial atención a las instrucciones de seguridad y advertencias generales.

## 1.2 Versión de documento y software

Este manual se revisa y se actualiza de forma periódica. Le agradecemos cualquier sugerencia de mejoras. La *Tabla 1.1* muestra las versiones de documento y software.

Edición	Comentarios	Versión de software
MG18C5xx	Sustituye a MG18C4xx	2.51

Tabla 1.1 Versión de documento y software

## 1.3 Símbolos de seguridad

En este documento se utilizan los siguientes símbolos.

### **⚠️ ADVERTENCIA**

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

### **⚠️ PRECAUCIÓN**

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

### **AVISO!**

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

## 1.4 Abreviaturas

Corriente alterna	CA
Calibre de cables estadounidense	AWG
Amperio	A
Adaptación automática del motor	AMA
Límite de intensidad	I <sub>LIM</sub>
Grados Celsius	°C
Corriente continua	CC
Compatibilidad electromagnética	EMC
Relé termoelectrónico	ETR
Convertidor de frecuencia	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 movimientos	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>
Tensión protectora extrabaja	PELV
Placa de circuito impreso	PCB
Intensidad nominal de salida del convertidor	I <sub>INV</sub>
Revoluciones por minuto	r/min
Terminales regenerativos	Regen
Segundo	s
Velocidad del motor síncrono	n <sub>s</sub>
Límite de par	T <sub>LIM</sub>
Voltios	V
Intensidad máxima de salida	I <sub>VLT,MÁX.</sub>
Intensidad de salida nominal suministrada por el convertidor de frecuencia	I <sub>VLT,N</sub>

Tabla 1.2 Abreviaturas

### 1.5 Recursos adicionales

- *Guía rápida de VLT® HVAC Basic FC 101*
- La *Guía de programación del VLT® HVAC Basic FC 101* proporciona información sobre cómo programar el equipo e incluye descripciones completas de los parámetros.
- La *Guía de Diseño del VLT® HVAC Basic FC 101* incluye toda la información técnica acerca del diseño del convertidor de frecuencia y las aplicaciones del cliente.
- *MCT 10 Software de configuración* permite al usuario configurar el convertidor de frecuencia desde un ordenador con sistema operativo Windows™.
- Software (Danfoss) VLT® Energy Box disponible en [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions) Una vez allí, seleccione descarga de software para PC. El software VLT® Energy Box permite realizar comparaciones de consumo energético de ventiladores y bombas HVAC accionados por convertidores de frecuencia de Danfoss y métodos alternativos de control de caudal. Esta herramienta puede utilizarse para proyectar de la forma más exacta posible los costes, ahorros y la amortización, utilizando convertidores de frecuencia Danfoss en ventiladores y bombas HVAC.

La documentación técnica impresa de (Danfoss) está disponible en su oficina de ventas local de (Danfoss) o en: [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm)

### 1.6 Definiciones

#### Convertidor de frecuencia

$I_{VLT,MÁX.}$

La intensidad de salida máxima.

$I_{VLT,N}$

Corriente de salida nominal suministrada por el convertidor de frecuencia.

$U_{VLT, MÁX.}$

La tensión de salida máxima.

#### Entrada

El motor conectado puede arrancarse y detenerse con un LCP y las entradas digitales. Las funciones se dividen en dos grupos.	Grupo 1	Reinicio, paro por inercia, reinicio y paro por inercia, parada rápida, frenado de CC, parada y tecla [Off].
Las funciones del grupo 1 tienen prioridad sobre las funciones del grupo 2.	Grupo 2	Arranque, Arranque de pulsos, Cambio de sentido, Iniciar cambio de sentido, Velocidad fija y Mantener salida

Tabla 1.3 Comandos de control

#### Motor

$f_{VELOCIDAD FIJA}$

La frecuencia del motor cuando se activa la función de velocidad fija (mediante terminales digitales).

$f_M$

La frecuencia del motor.

$f_{MÁX.}$

La frecuencia máxima del motor.

$f_{MÍN.}$

La frecuencia mínima del motor.

$f_{M,N}$

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

$I_M$

La intensidad del motor.

$I_{M,N}$

La 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).

$U_M$

La tensión instantánea del motor.



**$U_{M,N}$** 

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

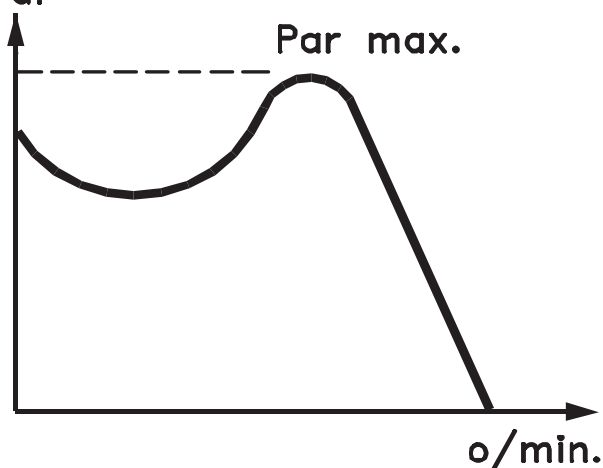
**Par de arranque****Par****175ZA078.10**

Ilustración 1.1 Par de arranque

 **$\eta_{VLT}$** 

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**

Un comando de parada que pertenece al grupo 1 de los comandos de control, consulte la *Tabla 1.3*.

**Comando de parada**

Consulte los comandos de control.

**Referencias****Referencia analógica**

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

**Referencia de bus**

Una señal transmitida al puerto de comunicación en serie (puerto FC).

**Referencia interna**

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

**Ref<sub>MÁX.</sub>**

Determina la relación entre la entrada de referencia a un  $100\%$  de escala completa (normalmente,  $10\text{ V}$  y  $20\text{ mA}$ ) y la referencia resultante. El valor de referencia máximo se ajusta en el *3-03 Maximum Reference*.

**Ref<sub>MÍN.</sub>**

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

**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,  $0\text{-}20\text{ mA}$  y  $4\text{-}20\text{ mA}$

Entrada de tensión,  $0\text{-}10\text{ V CC}$ .

**Salidas analógicas**

Las salidas analógicas pueden proporcionar una señal de  $0\text{-}20\text{ mA}$ ,  $4\text{-}20\text{ mA}$  o una señal digital.

**Adaptación automática del motor, AMA**

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

**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  $24\text{ V CC}$  (máx.  $40\text{ mA}$ ).

**Salidas de relé**

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

**ETR**

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

**Inicialización**

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

Inicialización; *14-22 Operation Mode* no inicializa los parámetros de comunicación.

**Ciclo de trabajo intermitente**

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

**LCP**

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

**lsb**

Bit menos significativo.

**MCM**

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

**msb**

Bit más significativo.

**Parámetros en línea / fuera de línea**

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

**Controlador PI**

El controlador PI 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**

Los ajustes de parámetros se pueden guardar en dos configuraciones. Cambiar entre estas dos configuraciones de parámetros y editar una mientras otra está activa.

**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 arranque hasta que desaparece la causa del fallo y se anula el estado de desconexión mediante la activación del reinicio o, en algunos casos, mediante la programación de un reinicio automático. No debe utilizarse la desconexión para la seguridad personal.

**Bloqueo por alarma**

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

**Características VT**

Características de par variable utilizadas en bombas y ventiladores.

**VVC<sup>plus</sup>**

Comparado con el control de relación tensión / frecuencia estándar, el control vectorial de la 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.

**1.7 Factor de potencia**

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

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

El factor de potencia para el control trifásico es:

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

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

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

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 Vista general del producto

### 2.1 Seguridad

#### 2.1.1 Nota de seguridad

#### **⚠️ ADVERTENCIA**

##### TENSIÓN PELIGROSA

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

##### Normas de seguridad

1. Desconecte el convertidor de frecuencia de la red si se van a realizar actividades de reparación. 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 [Off/Reset] no desconecta el equipo de la red, por lo que no debe utilizarse como 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 contra sobrecargas conforme a la normativa nacional y local aplicable.
4. La corriente de fuga a tierra es superior a 3,5 mA.
5. La protección contra sobrecarga del motor se establece en el *1-90 Motor Thermal Protection*. Si se desea utilizar esta función, ajuste *1-90 Motor Thermal Protection* en el valor de datos [4], [6], [8] y [10] *Descon. ETR* o el valor de datos [3], [5], [7] y [9] *Advert. ETR*.  
Nota: La función se inicializa a una intensidad y una frecuencia nominales del motor de 1,16. Para el mercado norteamericano: las funciones ETR proporcionan una protección contra sobrecarga del motor de clase 20, de acuerdo con el Código Nacional de Seguridad Eléctrica (NEC).
6. No desconecte las conexiones del motor ni la alimentación de red mientras el convertidor de frecuencia esté conectado a la red. Antes de retirar las conexiones del motor y de la red eléctrica, compruebe que se haya desconectado la alimentación de red y que haya transcurrido el tiempo necesario.

7. Antes de efectuar cualquier actividad de reparación, compruebe que se hayan desconectado todas las entradas de tensión y que haya transcurrido un periodo suficiente.

##### Instalación en altitudes elevadas

#### **⚠️ PRECAUCIÓN**

En altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

#### **⚠️ ADVERTENCIA**

##### ARRANQUE ACCIDENTAL

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. Estas funciones de parada son insuficientes para evitar arranques accidentales y, con ello, evitar lesiones.
2. El motor podría arrancar mientras se modifican los parámetros. Por lo tanto, siempre debe estar activada la tecla de parada [Off/Reset] antes de modificar 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**

##### ALTA TENSIÓN

Los convertidores de frecuencia contienen tensiones altas cuando están conectados a una potencia de entrada de red de CA. La instalación, puesta en marcha y mantenimiento solo deben ser realizados por personal cualificado. En caso de que la instalación, el arranque y el mantenimiento no fueran efectuados por personal cualificado, podrían causarse lesiones graves o incluso la muerte.

## ⚠️ ADVERTENCIA

### ARRANQUE ACCIDENTAL

Cuando el convertidor de frecuencia se conecta a la red de CA, el motor puede arrancar en cualquier momento. El convertidor de frecuencia, el motor y cualquier equipo accionado deben estar listos para funcionar. Si no están preparados para el funcionamiento cuando se conecta el convertidor de frecuencia a la red de CA, podrían causarse lesiones personales o incluso la muerte, así como daños al equipo u otros objetos.

## ⚠️ ADVERTENCIA

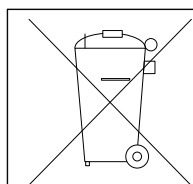
### TIEMPO DE DESCARGA

Los convertidores de frecuencia contienen condensadores de enlace de CC que pueden seguir cargados incluso si el convertidor de frecuencia está apagado. Para evitar riesgos eléctricos, desconecte la red de CA, los motores de magnetización permanente y las fuentes de alimentación de enlace de CC remotas, entre las que se incluyen baterías de emergencia, SAI y conexiones de enlace de CC a otros convertidores de frecuencia. Espere a que los condensadores se descarguen por completo antes de efectuar actividades de mantenimiento o reparación. El tiempo de espera es el indicado en la tabla «Tiempo de descarga». Si después de desconectar la alimentación no espera el tiempo especificado antes de realizar cualquier reparación o tarea de mantenimiento, se pueden producir daños graves o incluso la muerte.

Tensión [V]	Gama de potencias [kW]	Tiempo de espera mínimo [min]
3 × 200	0,25-3,7	4
3 × 200	5,5-45	15
3 × 400	0,37-7,5	4
3 × 400	11-90	15
3 × 600	2,2-7,5	4
3 × 600	11-90	15

Tabla 2.1 Tiempo de descarga

## 2.1.2 Instrucciones de eliminación



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

## 2.2 Marca CE

### 2.2.1 Marca y conformidad CE

#### ¿Qué es la marca y conformidad CE?

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

#### Directiva de máquinas (98/37/CEE)

Toda la maquinaria con partes móviles críticas está cubierta por la Directiva de 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, (Danfoss) proporciona información sobre los aspectos de seguridad relativos a dicho convertidor. (Danfoss) lo hace mediante una declaración del fabricante.

#### Directiva de baja tensión (73/23/CEE)

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

#### Directiva sinusoidal (89/336/CEE)

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

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

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 sinusoidal del aparato, sistema o instalación corresponde al instalador.

## 2.2.2 Situaciones cubiertas

La directiva de la UE para la aplicación de la Directiva del Consejo 89/336/CEE describe tres situaciones típicas de utilización de variadores de frecuencia. Consulte *capítulo 2.2.3 Convertidores de frecuencia de (Danfoss) y marca CE* para obtener más información sobre la cobertura sinusoidal y la marca CE.

1. El convertidor de frecuencia se vende directamente al usuario final, por ejemplo, en el mercado doméstico. El consumidor final es un ciudadano sin una formación especial. Instala el convertidor de frecuencia personalmente, por ejemplo, en una máquina que usa en su tiempo de ocio o en un electrodoméstico. Para tales usos, el convertidor de frecuencia debe contar con la marca CE según la directiva sinusoidal.
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 y ventilación, diseñada e instalada por profesionales. En este caso, ni el convertidor de frecuencia ni la instalación terminada necesitan contar con la marca CE según la directiva sinusoidal. 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 sinusoidal.
3. El convertidor de frecuencia se vende como parte de un sistema completo. El sistema está siendo comercializado como un conjunto y podría ser, por ejemplo, un sistema de aire acondicionado. El sistema completo debe contar con la marca CE según la directiva sobre sinusoidal. El fabricante puede garantizar la marca CE según la directiva sobre sinusoidal, ya sea utilizando componentes con la marca CE o bien realizando pruebas de sinusoidal del sistema. Si elige solo componentes con la marca CE, no está obligado a probar todo el sistema.

## 2.2.3 Convertidores de frecuencia de (Danfoss) y 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. 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. Esto significa que siempre que el convertidor de frecuencia se instale correctamente, (Danfoss) garantiza 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 sinusoidal, con la condición de que se sigan las instrucciones para la instalación y filtrado correctos en cuanto a sinusoidal. Sobre esta base, se emite una declaración de conformidad con la directiva sobre sinusoidal.

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

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

## 2.2.4 Conformidad con la Directiva sobre compatibilidad electromagnética 89/336/CEE

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 sinusoidal 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 si se han seguido las instrucciones para la instalación correcta en cuanto a EMC.

## 2.3 Humedad atmosférica

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

## 2.4 Entornos agresivos

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

### **⚠ PRECAUCIÓN**

**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 vida 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 piezas metálicas. El vapor, la grasa y el agua salada pueden ocasionar la corrosión de componentes y de piezas metálicas. En tales entornos, utilice equipos con clasificación de protección IP 54. Como protección adicional, se puede pedir opcionalmente el barnizado de las placas de circuito impreso. (De serie en algunos tamaños de potencia.)

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 polvorientos, se recomienda el uso de un equipo con clasificación de protección IP 54 o un armario para equipos IP 20 / TIPO 1.

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

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

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

### **AVISO!**

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

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

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

## 2.5 Vibración y golpe

El convertidor de frecuencia ha sido probado según un procedimiento basado en las siguientes normativas de la *Tabla 2.2*

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.

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

**Tabla 2.2 Normas**

## 2.6 Ventajas

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

Un convertidor de frecuencia saca partido de que las bombas centrífugas y los ventiladores siguen las leyes de proporcionalidad que les son propias. Para obtener más información, consulte *capítulo 2.6.3 Ejemplo de ahorro de energía*.

### 2.6.2 Una clara ventaja: el ahorro de energía

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

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

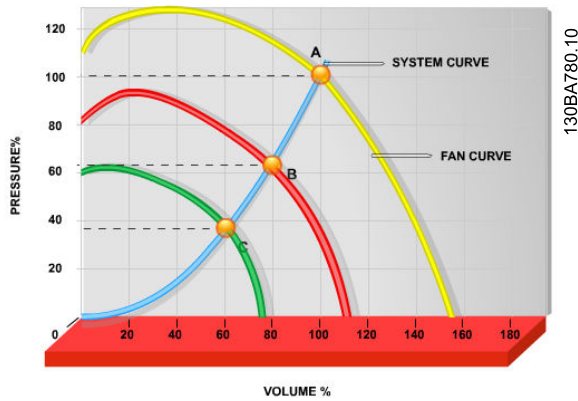


Ilustración 2.1 Curvas de ventilador (A, B y C) para caudales bajos de ventilador

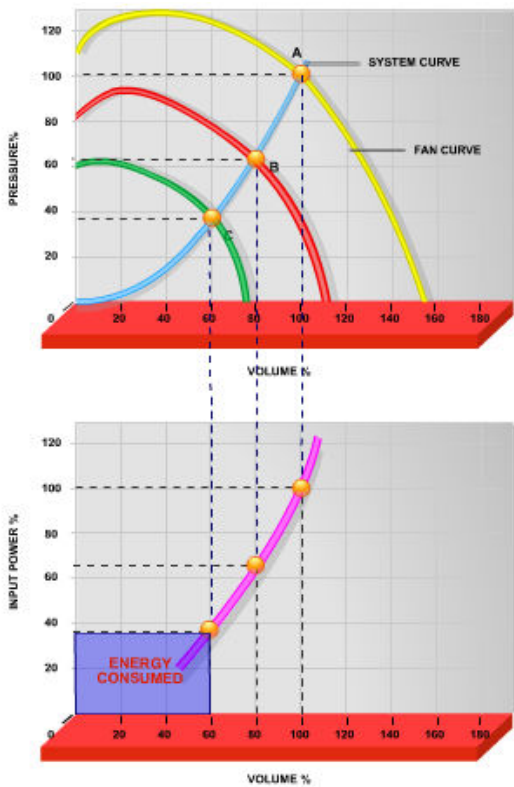


Ilustración 2.2 Cuando se utiliza un convertidor de frecuencia para reducir la capacidad del ventilador al 60 % es posible obtener más del 50 % de ahorro en equipos convencionales.

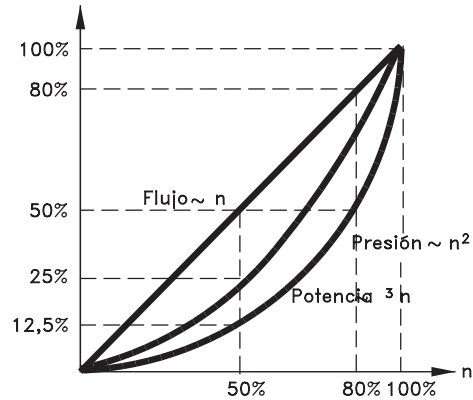
### 2.6.3 Ejemplo de ahorro de energía

Tal y como se muestra en *Ilustración 2.3*, el flujo se controla cambiando las r/min. Al reducir la velocidad solo un 20 % respecto a la velocidad nominal, el caudal también se reduce en un 20 %. Esto se debe a que el caudal es directamente proporcional a las r/min. El consumo eléctrico, sin embargo, se reduce en un 50 %. Si el sistema en cuestión solo tiene que suministrar un caudal correspondiente al 100 % durante unos días al año, mientras que el promedio es inferior al 80 % del caudal nominal para el resto del año, el ahorro energético es incluso superior al 50 %.

*Ilustración 2.3* describe la dependencia del caudal, la presión y el consumo de energía, de las r/min.

Q = Caudal	P = Potencia
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

Tabla 2.3 Leyes de proporcionalidad



175HA208.10

Ilustración 2.3 Leyes de proporcionalidad

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

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

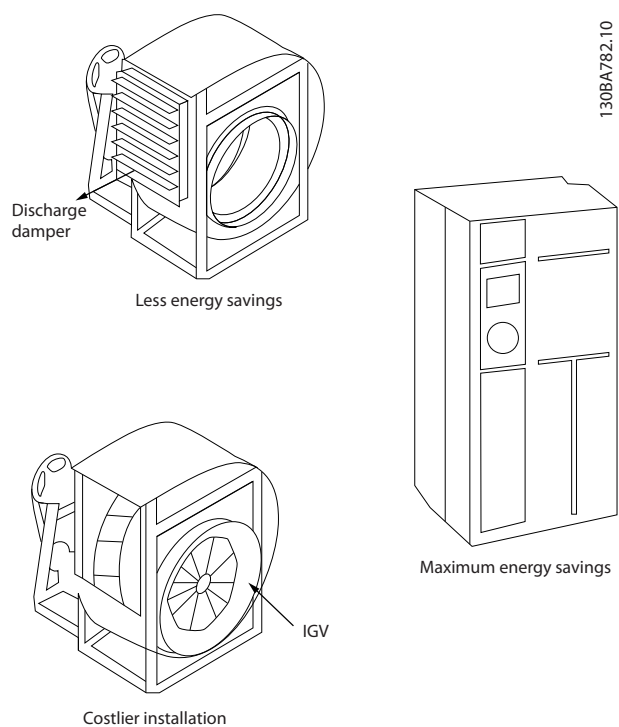
$$\text{Potencia: } \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

2

### 2.6.4 Comparación de ahorro de energía

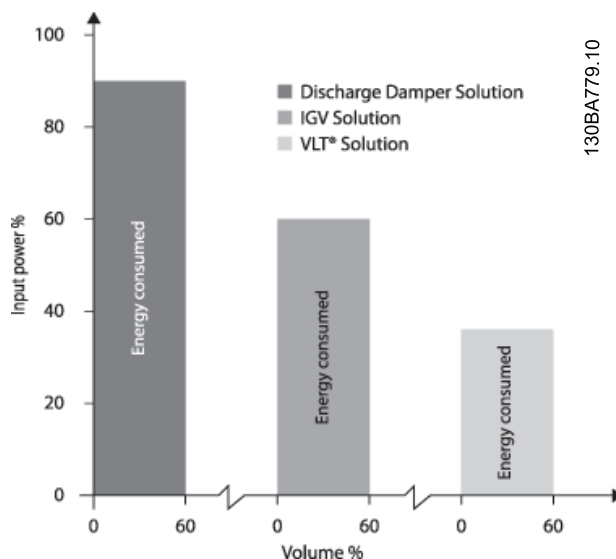
El sistema (Danfoss) ofrece un gran ahorro en comparación con los productos tradicionales de ahorro de energía. Esto se debe a que este convertidor de frecuencia es capaz de controlar la velocidad del ventilador en función de la carga térmica del sistema y del hecho de que el convertidor de frecuencia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

Ilustración 2.5 ilustra el ahorro de energía típico que puede obtenerse con 3 productos conocidos cuando el volumen del ventilador se reduce, por ejemplo hasta un 60 %. Como muestra el gráfico, puede conseguirse en equipos convencionales más del 50 % del ahorro energético.



130BA782.10

Ilustración 2.4 Los tres sistemas de ahorro energético convencionales



130BA779.10

Ilustración 2.5 Ahorro energético

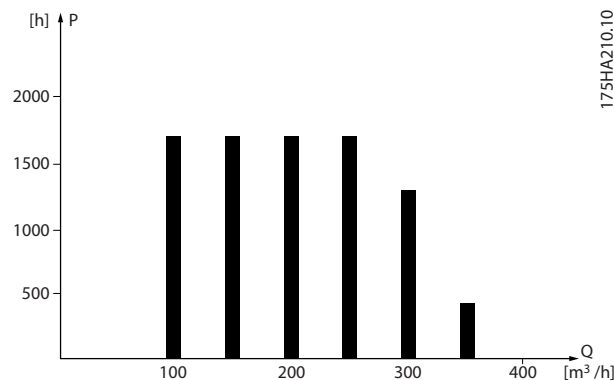
Los atenuadores de descarga reducen el consumo de energía en cierta medida. Las aletas guidoras variables de entrada ofrecen un 40 % de reducción pero su instalación es costosa. El sistema (Danfoss) reduce el consumo de energía en más de un 50 % y es fácil de instalar.

### 2.6.5 Ejemplo con caudal variable durante 1 año

Este 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 en comparación con las válvulas y una velocidad constante.

#### Ahorro de energía

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



175HA210.10

Ilustración 2.6 Distribución del caudal durante 1 año



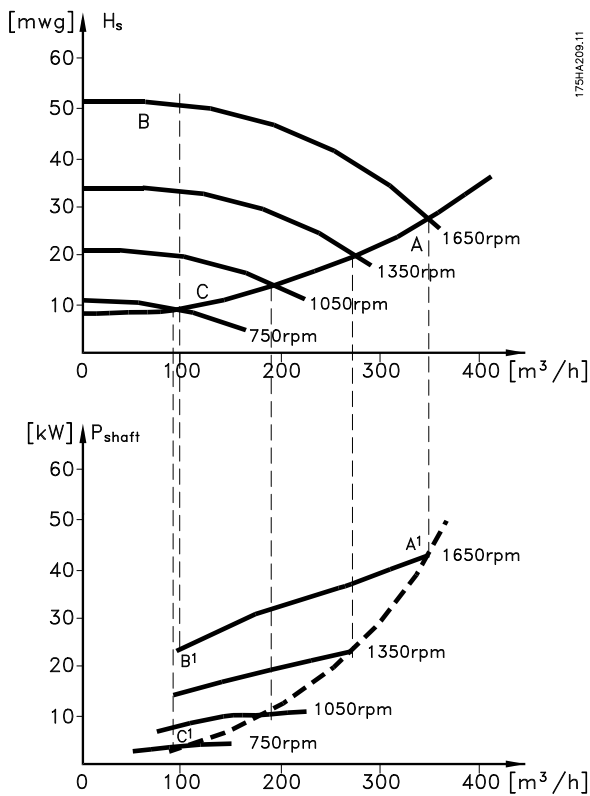


Ilustración 2.7 Energía

m³/h	Distribución		Regulación por válvula		Control por convertidor de frecuencia	
	%	Horas	Potencia	Consumo	Potencia	Consumo
			A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	kWh	A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	kWh
350	5	438	42,5	18,615	42,5	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0	40,296	3,5	6,132
<b>Σ</b>	100	8760		275,064		26,801

Tabla 2.4 Resultado

### 2.6.6 Control mejorado

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

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

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

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

### 2.6.7 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, se suele utilizar un arrancador en estrella / triángulo o un arrancador suave. No se precisan estos arrancadores del motor si se utiliza un convertidor de frecuencia.

Como se ilustra en Ilustración 2.8, un convertidor de frecuencia no consume más intensidad que la nominal.

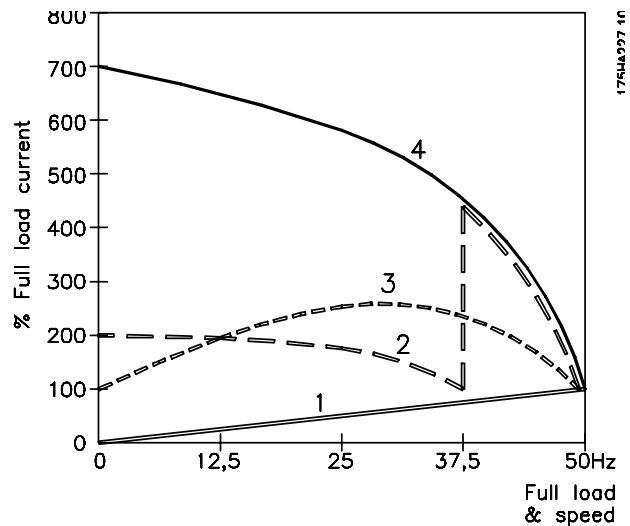


Ilustración 2.8 Intensidad de arranque

1	VLT® HVAC Basic FC 101
2	Arrancador en estrella / triángulo
3	Arrancador suave
4	Arranque directamente con la alimentación de red

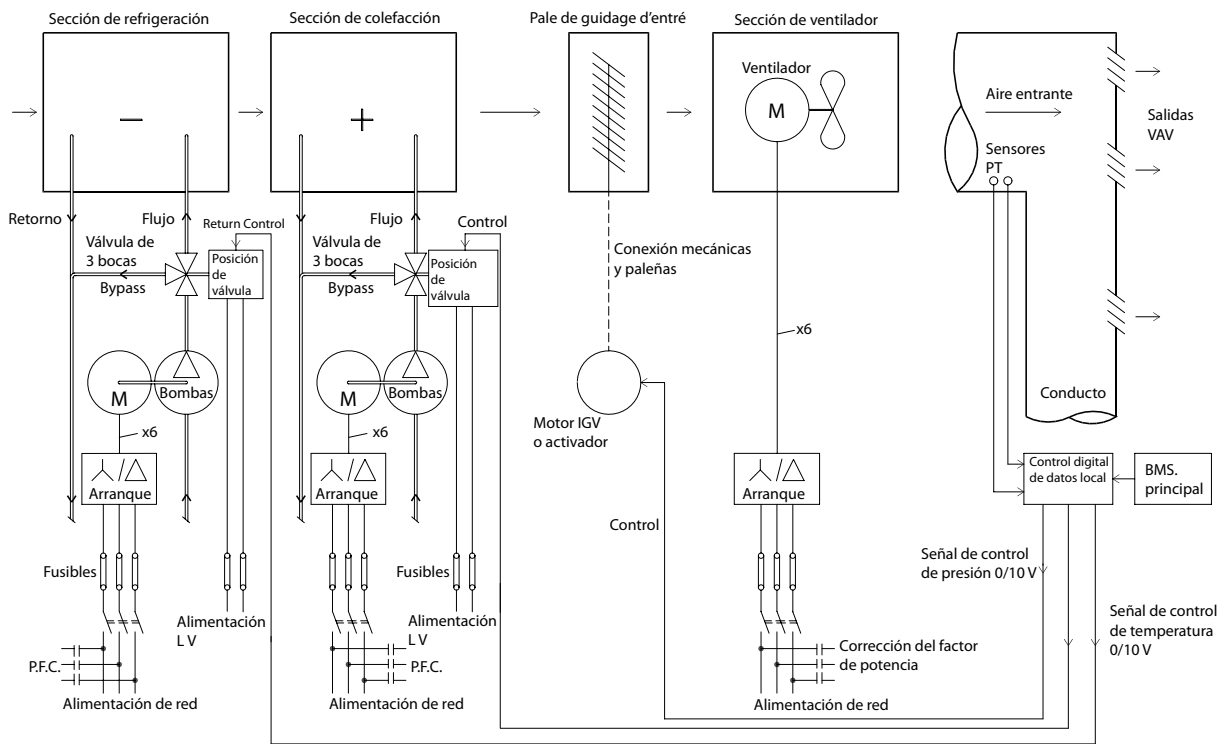
Tabla 2.5 Leyenda de la Ilustración 2.8

### 2.6.8 El uso de un convertidor de frecuencia ahorra energía.

El ejemplo capítulo 2.6.9 Sin un convertidor de frecuencia muestra que muchos de los equipos no son necesarios cuando se emplea un convertidor de frecuencia. Es posible calcular el coste de instalación de los dos sistemas. En dicho ejemplo, el precio de ambos sistemas es aproximadamente el mismo.

2.6.9 Sin un convertidor de frecuencia

2



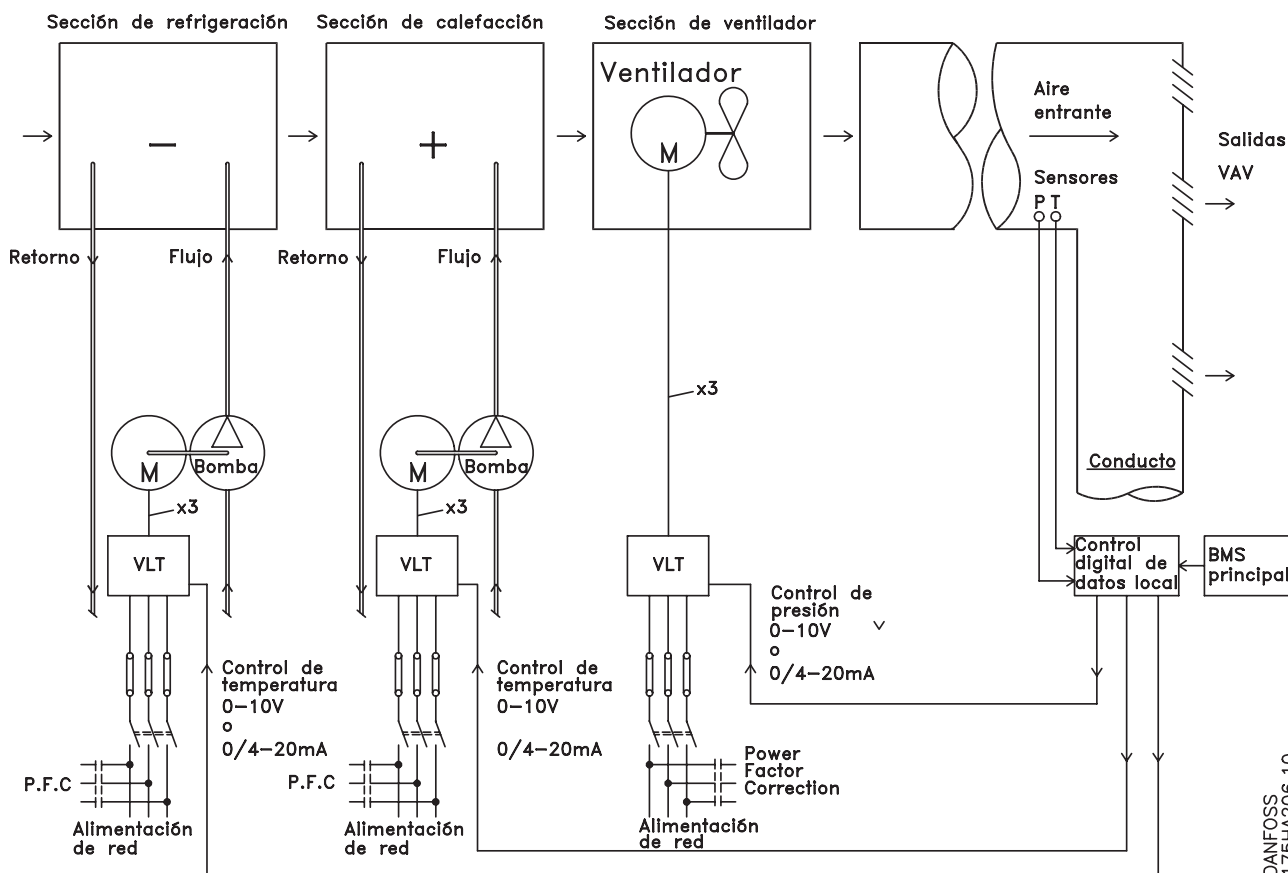
175HA205.12

Ilustración 2.9 Sistema de ventilador tradicional

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

Tabla 2.6 Abreviaturas utilizadas en la Ilustración 2.9

### 2.6.10 Con un convertidor de frecuencia



DANFOSS 175HA206.10

Ilustración 2.10 Sistema de ventiladores controlado por convertidores de frecuencia

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

Tabla 2.7 Abreviaturas utilizadas en la Ilustración 2.10

### 2.6.11 Ejemplos de aplicaciones

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

Para obtener información sobre una determinada aplicación, solicite a su proveedor de (Danfoss) la hoja informativa con la descripción completa de la aplicación. Las siguientes notas sobre la aplicación pueden descargarse de la página web de (Danfoss): [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm)

#### Volumen de aire variable

Solicite *The Drive to...Improving Variable Air Volume Ventilation Systems, MN60A.*

#### Volumen de aire constante

Solicite *The Drive to...Improving Constant Air Volume Ventilation Systems, MN60B.*

#### Ventilador de torre de refrigeración

Solicite *The Drive to...Improving fan control on cooling towers, MN60C.*

#### Bombas del condensador

Solicite *The Drive to...Improving condenser water pumping systems, MN60F.*

**Bombas primarias**

Solicite *The Drive to...Improve your primary pumping in primary/secondary pumping systems, MN60D.*

**Bombas secundarias**

Solicite *The Drive to...Improve your secondary pumping in primary/secondary pumping systems, MN60E.*

2.6.12 Volumen de aire variable

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

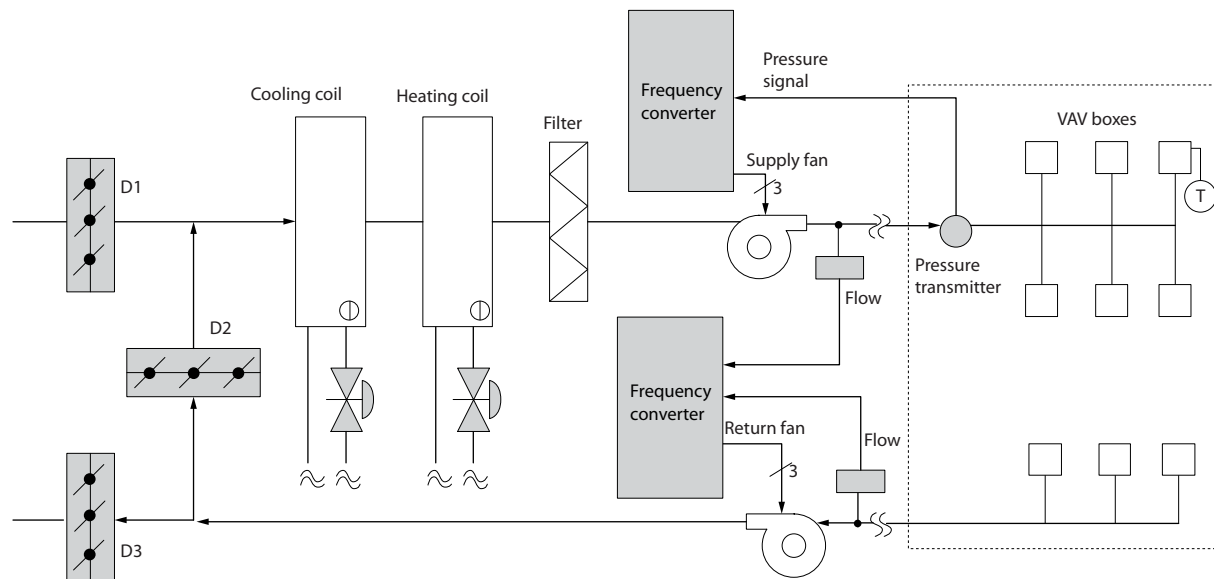
El rendimiento se debe a que se utilizan ventiladores y enfriadores más grandes, cuyo rendimiento es muy superior al de los enfriadores de aire frío distribuidos y motores pequeños. También se produce un ahorro como consecuencia de la disminución de los requisitos de mantenimiento.

2.6.13 La solución VLT

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

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

Es posible utilizar el controlador PI del VLT® HVAC Basic para eliminar la necesidad de controladores adicionales.



13088455.10

Ilustración 2.11 Volumen de aire variable

### 2.6.14 Volumen de aire constante

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

### 2.6.15 La solución VLT

Un convertidor de frecuencia permite obtener importantes ahorros energéticos y, al mismo tiempo, mantener un control adecuado del edificio. Los sensores de temperatura y de CO<sub>2</sub> pueden utilizarse como señales de realimentación para los convertidores. Tanto si se utiliza para controlar la temperatura como la calidad del aire, o ambas cosas, un sistema CAV puede controlarse para que funcione de acuerdo con las condiciones reales del edificio. A medida que disminuye el número de personas en el área controlada, disminuye la necesidad de aire nuevo. El sensor de CO<sub>2</sub> detecta niveles inferiores y reduce la velocidad de los ventiladores de alimentación. El ventilador de retorno se modula para mantener un valor de consigna de presión estática o una diferencia fija entre los caudales de aire de alimentación y de retorno.

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

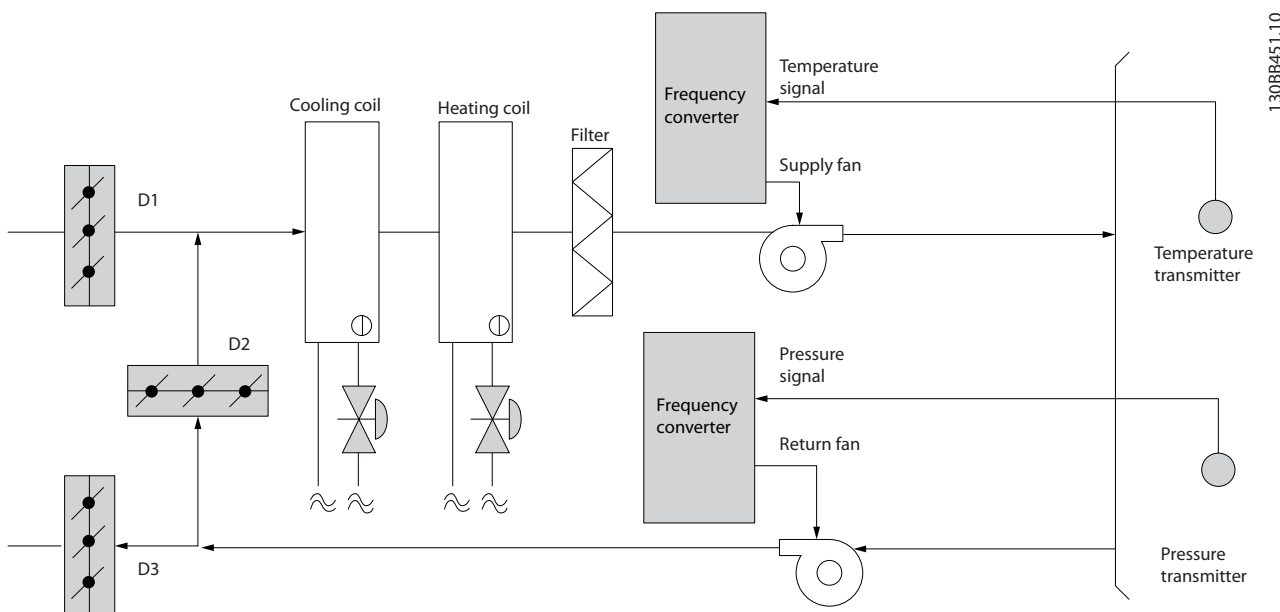


Ilustración 2.12 Volumen de aire constante

### 2.6.16 Ventilador de torre de refrigeración

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

Enfrían el agua del condensador por evaporación.

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

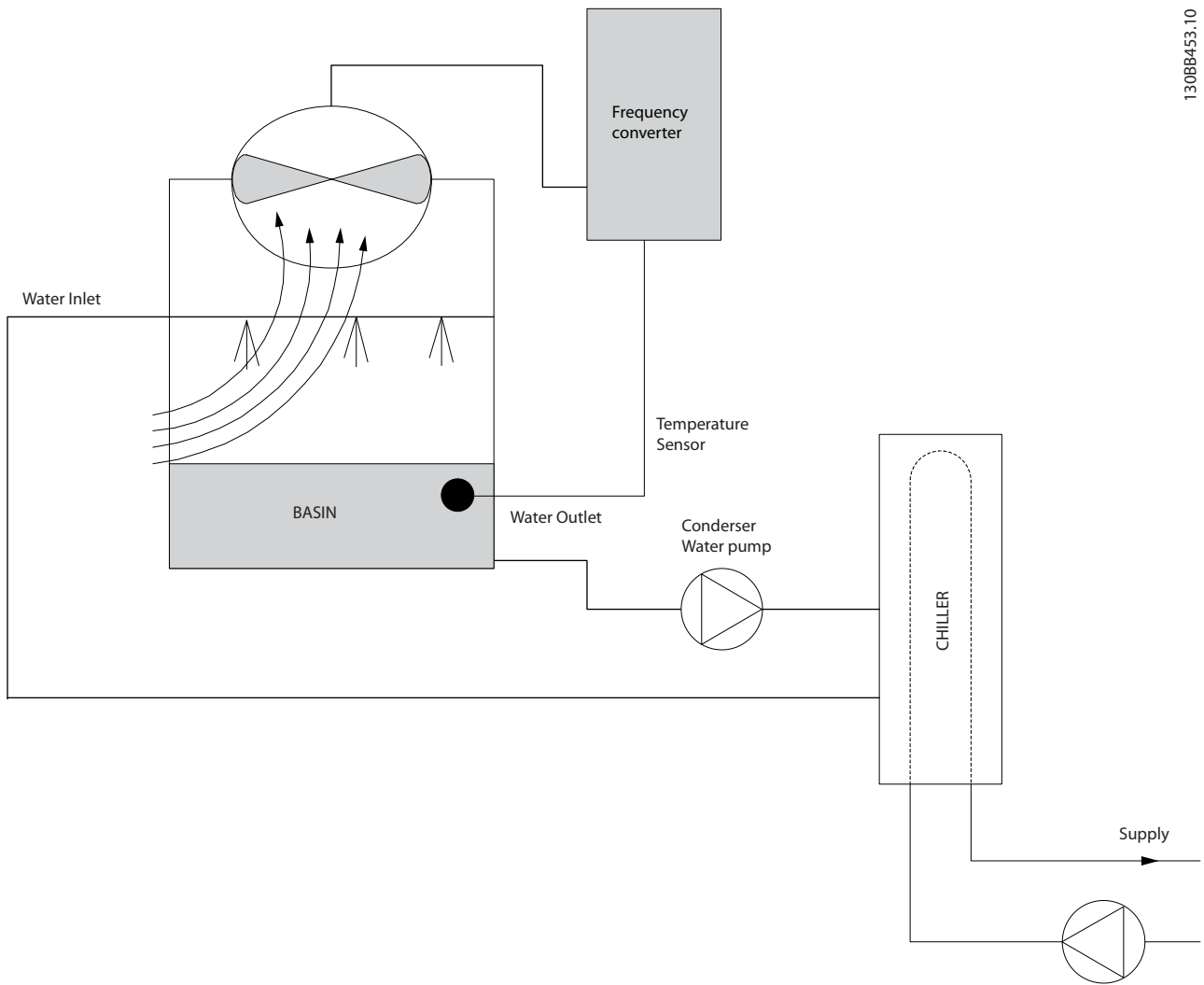
### 2.6.17 La solución VLT

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

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

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

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



13.08B453.10

2

Ilustración 2.13 Ventilador de torre de refrigeración

2

2.6.18 Bombas del condensador

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

2.6.19 La solución VLT

Se pueden añadir convertidores de frecuencia a las bombas de agua del condensador en lugar de equilibrarlas con una válvula de estrangulamiento o de calibrar los rodetes de las bombas.

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

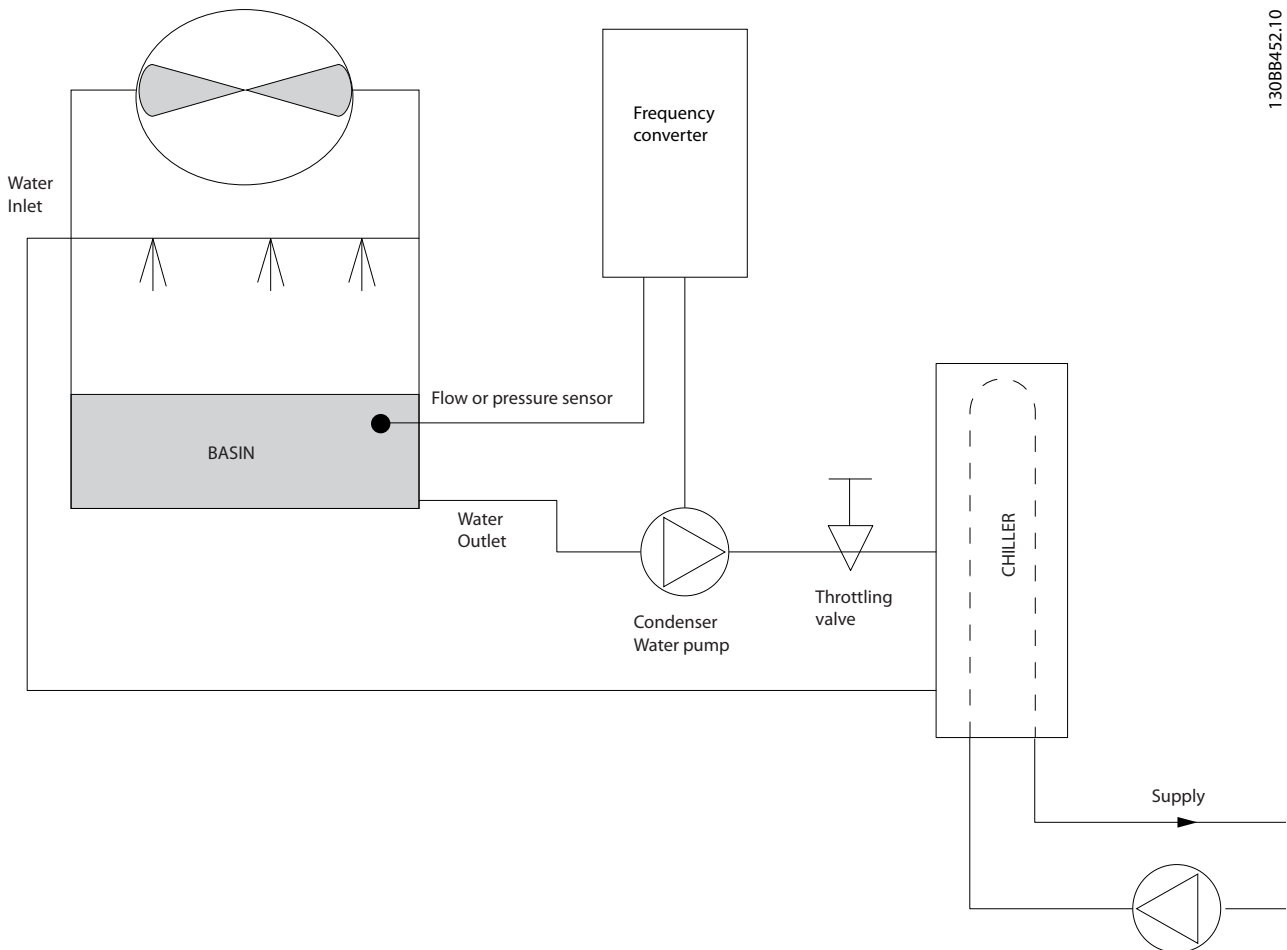


Ilustración 2.14 Bombas del condensador



## 2.6.20 Bombas primarias

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

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

## 2.6.21 La solución VLT

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

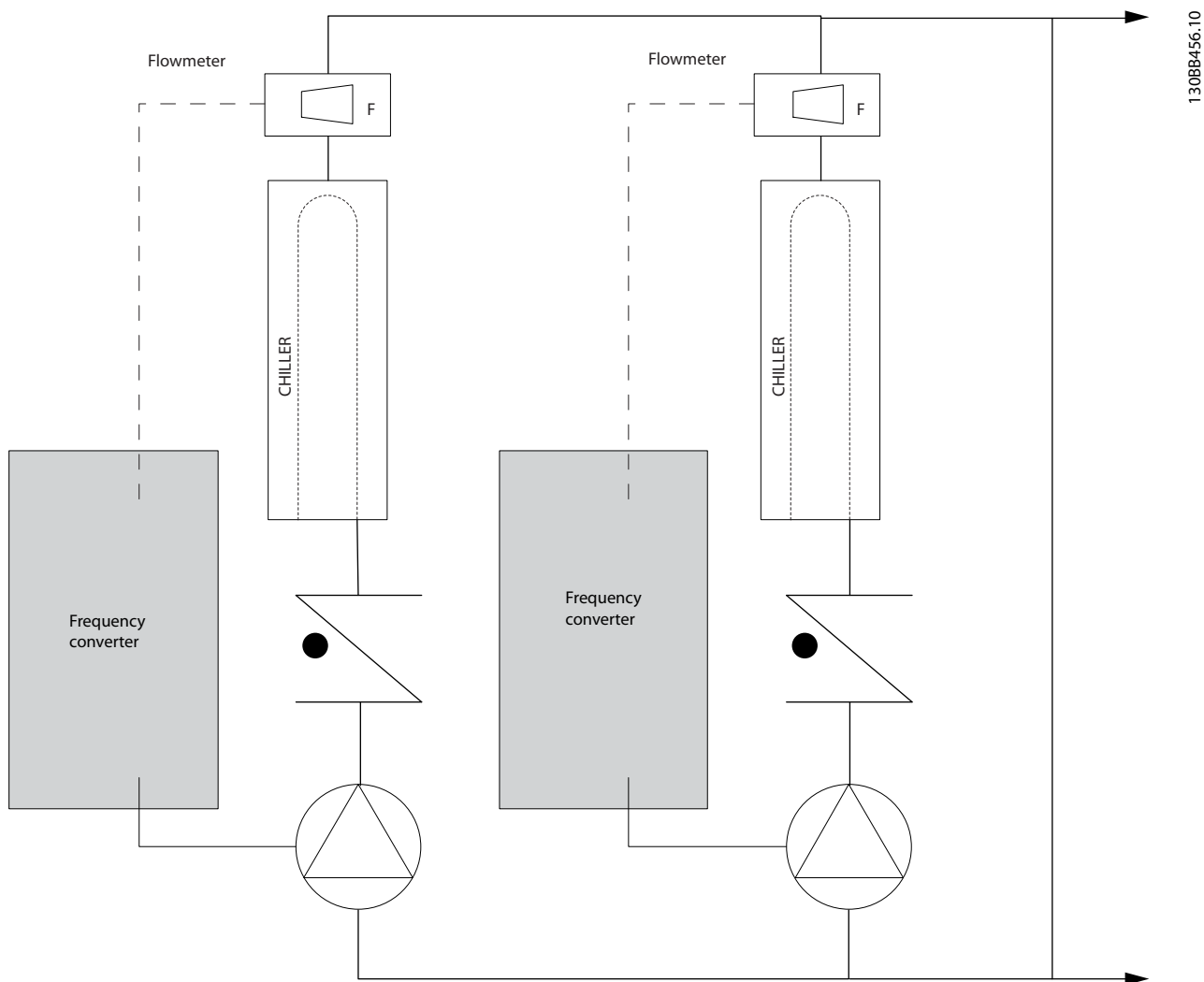
### Caudalímetro

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

### Determinación de la velocidad local

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

2



130BB456.10

Ilustración 2.15 Bombas primarias

### 2.6.22 Bombas secundarias

Las bombas secundarias de un sistema de bombeo primario / secundario de agua fría sirven para distribuir el agua refrigerada a las cargas procedentes del lazo de producción primario. El sistema de bombeo primario / secundario sirve para desacoplar hidráulicamente un lazo de tuberías de otro. En este caso, la bomba primaria se usa para mantener constante el caudal de los enfriadores mientras varía el caudal de las secundarias, lo cual aumenta el control y ahorra energía. Si no se emplea el concepto de diseño primario / secundario y se diseña un sistema de volumen variable, cuando el caudal descienda demasiado o demasiado rápidamente, el enfriador no podrá distribuir la carga correctamente. El dispositivo de seguridad de baja temperatura del evaporador desconectará el enfriador, lo que requerirá un reinicio manual. Esta situación es habitual en grandes instalaciones, especialmente cuando se instalan dos o más enfriadores en paralelo.

### 2.6.23 La solución VLT

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

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

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

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

#### **AVISO!**

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

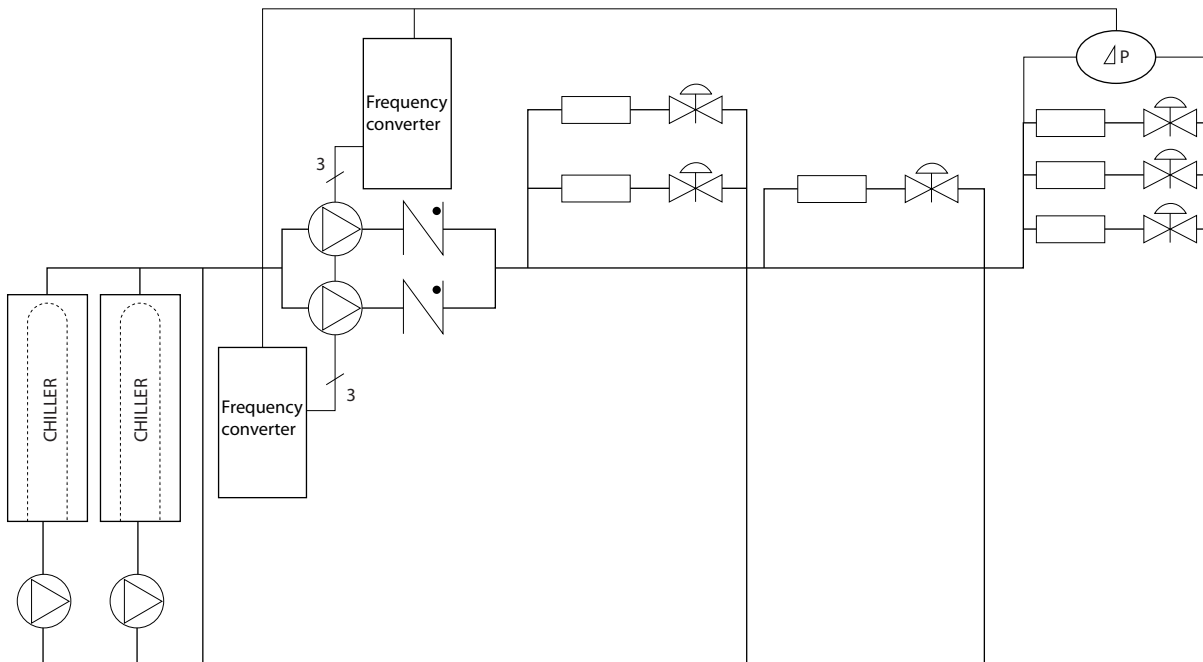


Ilustración 2.16 Bombas secundarias

2

## 2.7 Estructuras de control

### 2.7.1 Principio de control

Puede seleccionarse *1-00 Configuration Mode* si debe utilizarse el lazo abierto o cerrado.

### 2.7.2 Estructura de control de lazo abierto

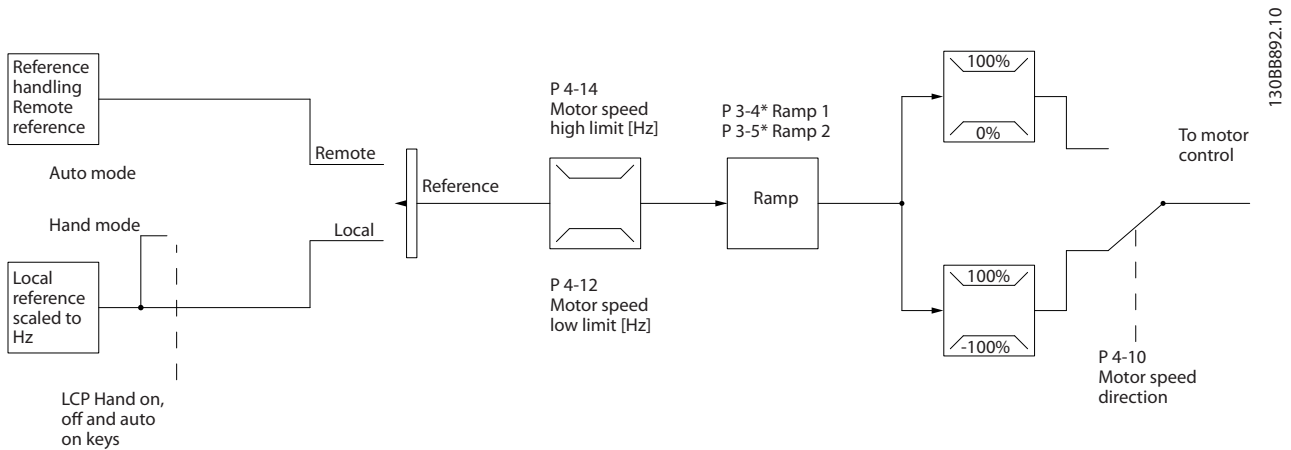


Ilustración 2.17 Estructura de lazo abierto

En la configuración mostrada en *Ilustración 2.17*, *1-00 Modo Configuración* está ajustado a *[0] Lazo abierto*. 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.

### 2.7.3 Control de motor PM / EC+

El concepto EC+ de (Danfoss) ofrece la posibilidad de que los convertidores de frecuencia de (Danfoss) funcionen con motores PM (motores de magnetización permanente) de rendimiento elevado en un tamaño de bastidor estándar, según lo establecido en CEI.

La puesta en servicio se puede comparar a la de los motores asíncronos (de inducción) que utilizan la estrategia de control VVC<sup>plus</sup> PM de (Danfoss).

Ventajas para el cliente:

- Libre elección de la tecnología del motor (motor de magnetización permanente o de inducción)
- Instalación y funcionamiento similares a los de los motores de inducción
- Independencia del fabricante al elegir componentes del sistema, como motores
- Rendimiento del sistema mejorado gracias a la elección de los mejores componentes
- Posibilidad de actualizar instalaciones existentes
- Gama de potencias: 45 kW (200 V), 0,37-90 kW (400 V), 90 kW (600 V) en el caso de motores de inducción y 0,37-22 kW (400 V) en el caso de motores PM.

Limitaciones de intensidad para motores PM:

- Actualmente, solamente hasta 22 kW
- Actualmente, limitada a motores PM no salientes
- Los filtros LC no son compatibles con motores PM
- El algoritmo de sobretensión no es compatible con motores PM
- El algoritmo de energía regenerativa no es compatible con motores PM
- Soporte del AMA reducido de la resistencia del estator Rs solo en el sistema
- Detección de no calado
- Sin función de ETR

### 2.7.4 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 0-40 [Hand on] Key on LCP, 0-44 [Off/Reset] Key on LCP y 0-42 [Auto on] Key on LCP, es posible arrancar y parar el convertidor de frecuencia mediante el LCP utilizando las teclas [Hand On] y [Off/Reset]. Las alarmas pueden reiniciarse mediante la tecla [Off/Reset].



13088893.10

Ilustración 2.18 Teclas del LCP

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

La referencia local se restaura con la desconexión.

2

### 2.7.5 Estructura de control de lazo cerrado

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

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

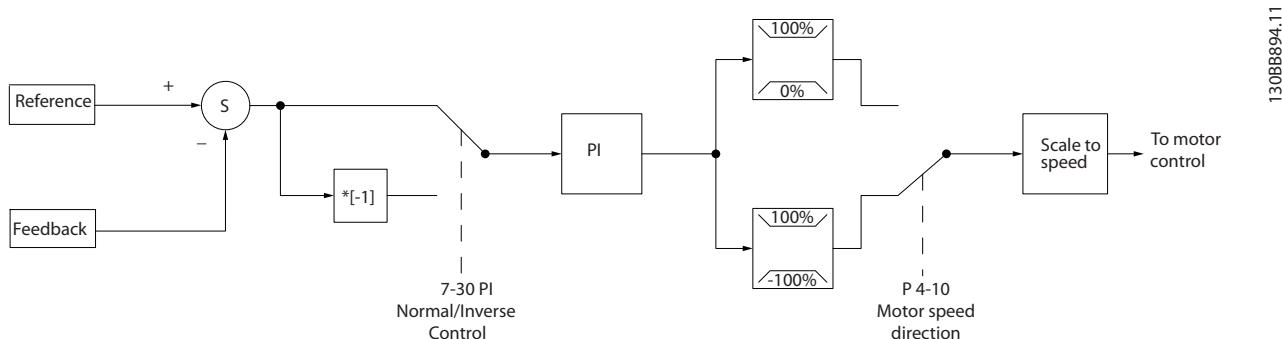


Ilustración 2.19 Estructura de control de lazo cerrado

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

### 2.7.6 Conversión de realimentación

En algunas aplicaciones, puede resultar de utilidad convertir la señal de realimentación. Un ejemplo de ello es el uso de una señal de presión para proporcionar realimentación de caudal. Puesto que la raíz cuadrada de la presión es proporcional al caudal, la raíz cuadrada de la señal de presión suministra un valor proporcional al caudal. Consulte *Ilustración 2.20*.

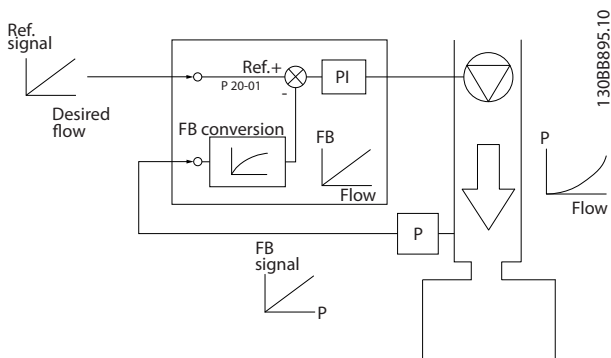


Ilustración 2.20 Conversión de la señal de realimentación

### 2.7.7 Manejo de referencias

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

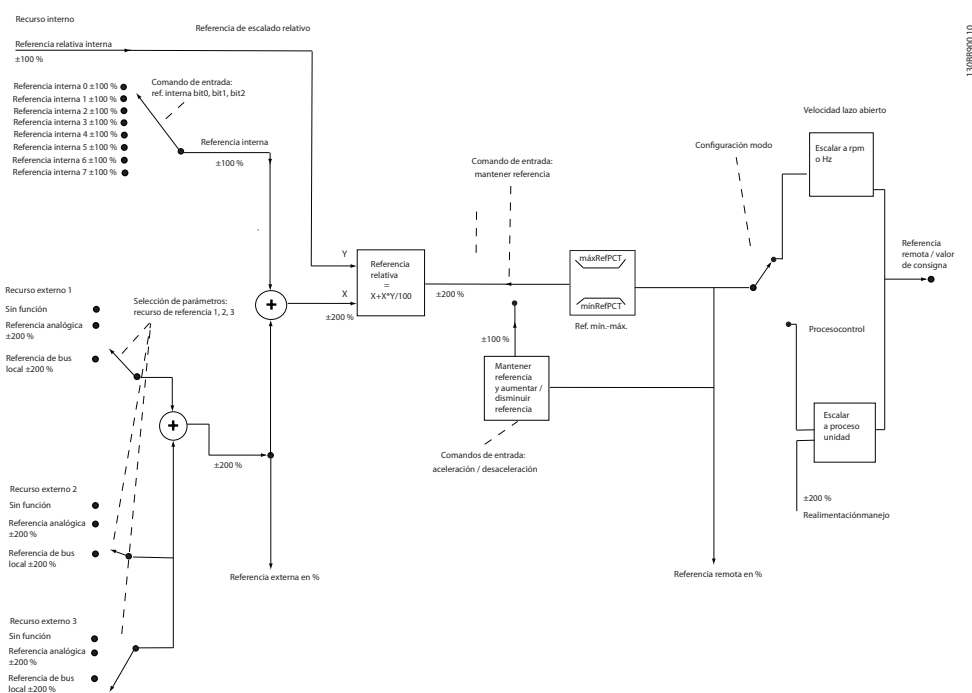


Ilustración 2.21 Diagrama de bloque que muestra la referencia remota

La referencia remota está compuesta de:

- Referencias internas
- Referencias externas (entradas analógicas y de referencias de bus de comunicación 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 (3-15 Reference 1 Source, 3-16 Reference 2 Source y 3-17 Reference 3 Source). Todos los recursos de referencias y la referencia de bus se suman para producir la referencia externa total. Como referencia activa puede seleccionarse la referencia externa, la referencia interna o la suma de las dos. Finalmente, esta referencia puede escalarse utilizando 3-14 Preset Relative Reference.

La referencia escalada se calcula de la siguiente forma:

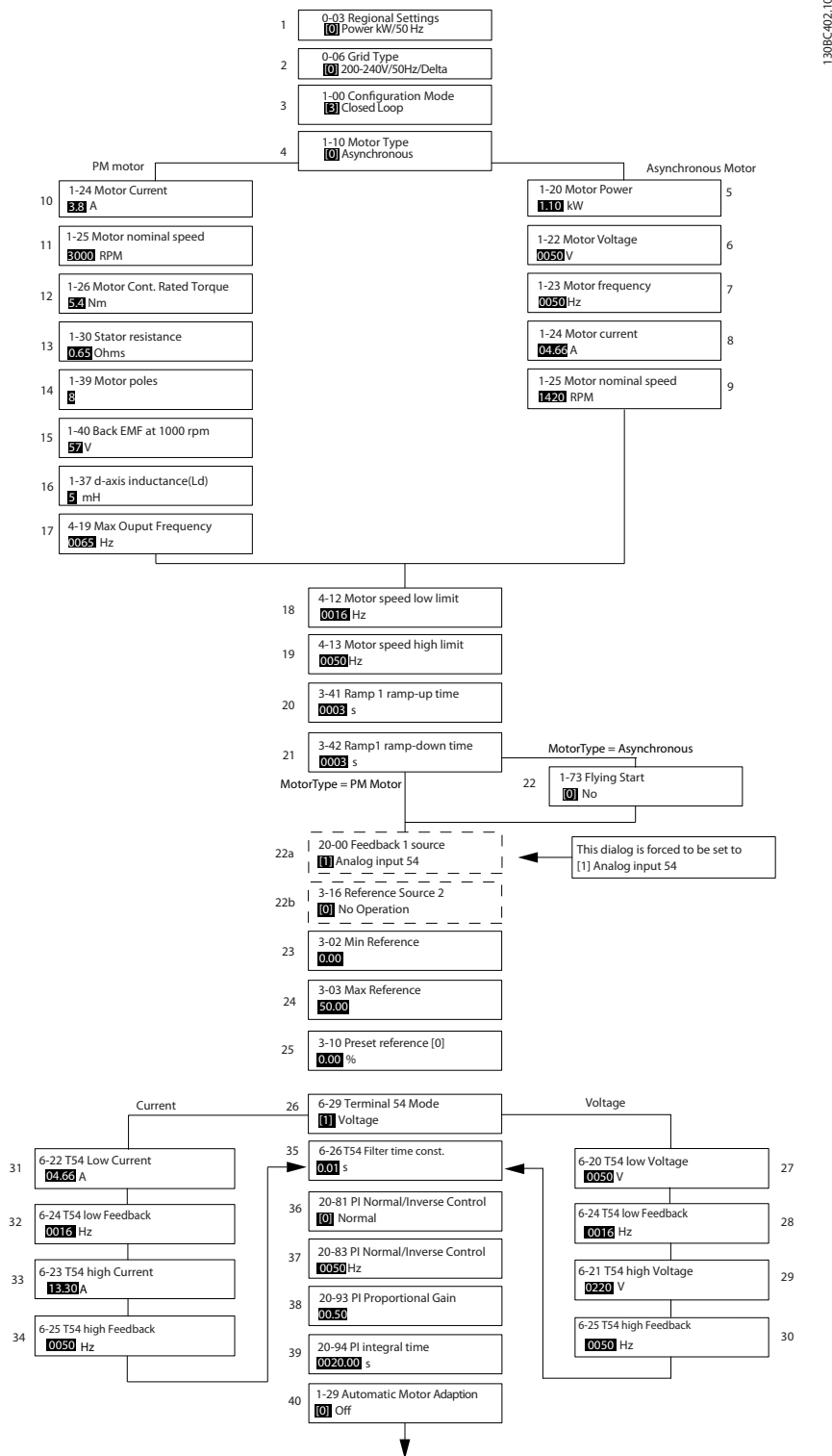
$$Referencia = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

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

Si Y, 3-14 Preset Relative Reference, se ajusta a 0 %, la referencia no se verá afectada por el escalado.

2.7.8 Asistente de configuración de lazo cerrado

2



130BC402.10

Ilustración 2.22 Asistente de configuración de lazo cerrado



Asistente de configuración de lazo cerrado

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
0-03 Regional Settings	[0] Internacional [1] Norteamérica	0	
0-06 GridType	[0] -[132] consulte el asistente de arranque para aplicaciones de lazo abierto	Tamaño seleccionado	Seleccione el modo de funcionamiento cuando se vuelve a conectar el convertidor de frecuencia a la tensión de red después de apagarlo.
1-00 Configuration Mode	[0] Lazo abierto [3] Lazo cerrado	0	Cambie este parámetro a Lazo cerrado.
1-10 Motor Construction	*[0] Asíncrono [1] PM no saliente SPM	[0] Asíncrono	Si ajusta el valor de los parámetro podría cambiar estos parámetros: 1-01 Motor Control Principle 1-03 Torque Characteristics 1-14 Damping Gain 1-15 Low Speed Filter Time Const 1-16 High Speed Filter Time Const 1-17 Voltage filter time const 1-20 Motor Power 1-22 Motor Voltage 1-23 Motor Frequency 1-25 Motor Nominal Speed 1-26 Motor Cont. Rated Torque 1-30 Stator Resistance (Rs) 1-33 Stator Leakage Reactance (Xl) 1-35 Main Reactance (Xh) 1-37 d-axis Inductance (Ld) 1-39 Motor Poles 1-40 Back EMF at 1000 RPM 1-66 Min. Current at Low Speed 1-72 Start Function 1-73 Flying Start 4-19 Max Output Frequency 4-58 Missing Motor Phase Function
1-20 Motor Power	0,09-110 kW	Depende del tamaño	Introduzca la potencia del motor que indica la placa de características.
1-22 Motor Voltage	50,0-1000,0 V	Depende del tamaño	Introduzca la tensión del motor que figura en la placa de características.
1-23 Motor Frequency	20,0-400,0 Hz	Depende del tamaño	Introduzca la frecuencia de motor que figura en la placa de características del mismo.
1-24 Motor Current	0,0-10 000,00 A	Depende del tamaño	Introduzca la intensidad del motor según los datos de la placa de características.
1-25 Motor Nominal Speed	100,0-9999,0 r/min	Depende del tamaño	Introduzca la velocidad nominal según los datos de la placa de características.
1-26 Motor Cont. Rated Torque	0.1-1000.0	Depende del tamaño	Este parámetro está disponible solo cuando el Diseño de 1-10 Motor Construction se ajusta en [1] PM no saliente SPM. <b>AVISO!</b> El cambio de este parámetro afecta al valor de otros parámetros.
1-29 Automatic Motor Adaption (AMA)		Apagado	La realización de un procedimiento AMA optimiza el rendimiento del motor.
1-30 Stator Resistance (Rs)	0.000-99.990	Depende del tamaño	Fije el valor de resistencia del estátor.

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
1-37 d-axis Inductance (Ld)	0-1000	Depende del tamaño	Introduzca el valor de la inductancia del eje d. Obtenga el valor de las características del motor de magnetización permanente. La inductancia del eje d no puede encontrarse realizando un AMA.
1-39 Motor Poles	2-100	4	Introduzca el n.º de polos del motor.
1-40 Back EMF at 1000 RPM	10-9000	Depende del tamaño	Tensión de fuerza contraelectromotriz RMS línea-línea a 1000 r/min
1-73 Flying Start	[0] Desactivado [1] Activado	0	Seleccione [1] <i>Activado</i> para que el convertidor de frecuencia pueda atrapar un motor en giro, es decir, aplicaciones de ventilador. Si PM está seleccionado, está activado función de Motor en giro.
3-02 Minimum Reference	-4999-4999	0	La referencia mínima es el valor mínimo que puede obtenerse sumando todas las referencias.
3-03 Maximum Reference	-4999-4999	50	La referencia máxima es el valor más alto que puede obtenerse sumando todas las referencias.
3-10 Preset Reference	-100-100%	0	Introduzca el punto de ajuste
3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	0,05-3600,0 s	Depende del tamaño	El tiempo de aceleración de rampa desde 0 a 1-23 <i>Motor Frequency</i> nominal si se ha seleccionado motor asíncrono; tiempo de aceleración de rampa desde 0 hasta 1-25 <i>Motor Nominal Speed</i> si se ha seleccionado motor PM.
3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	0,05-3600,0 s	Depende del tamaño	Tiempo de desaceleración de rampa desde 1-23 <i>Motor Frequency</i> nominal hasta 0 si se ha seleccionado motor asíncrono; tiempo de desaceleración de rampa desde 1-25 <i>Motor Nominal Speed</i> hasta 0 si se ha seleccionado motor PM.
4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0,0-400 Hz	0,0 Hz	Introduzca el límite mínimo para la velocidad del motor.
4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	0-400 Hz	65 Hz	Introduzca el límite mínimo para la velocidad alta.
4-19 Max Output Frequency	0-400	Depende del tamaño	Introduzca el valor máximo de frecuencia de salida.
6-20 Terminal 54 Low Voltage	0-10 V	0,07 V	Introduzca la tensión que corresponda al valor de referencia bajo.
6-21 Terminal 54 High Voltage	0-10 V	10 V	Introduzca la tensión que corresponda al valor de referencia bajo alto.
6-22 Terminal 54 Low Current	0-20 mA	4	Introduzca la intensidad que corresponda al valor de referencia alto.
6-23 Terminal 54 High Current	0-20 mA	20	Introduzca la intensidad que corresponda al valor de referencia alto.
6-24 Terminal 54 Low Ref./Feedb. Value	-4999-4999	0	Introduzca el valor de realimentación que corresponda a la tensión o la intensidad ajustada en los 6-20 <i>Terminal 54 Low Voltage</i> / 6-22 <i>Terminal 54 Low Current</i> .
6-25 Terminal 54 High Ref./Feedb. Value	-4999-4999	50	Introduzca el valor de realimentación que corresponda a la tensión o la intensidad ajustada en los 6-21 <i>Terminal 54 High Voltage</i> / 6-23 <i>Terminal 54 High Current</i> .

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
6-26 Terminal 54 Filter Time Constant	0-10 s	0,01	Introduzca la constante de tiempo de filtro.
6-29 Terminal 54 mode	[0] Intensidad [1] Tensión	1	Seleccione si el terminal 54 se utiliza para entrada de intensidad o de tensión.
20-81 PI Normal/ Inverse Control	[0] Normal [1] Inversa	0	Seleccione [0] <i>Normal</i> para ajustar el control de proceso para aumentar la velocidad de salida cuando el error de proceso sea positivo. Seleccione [1] <i>Inversa</i> para reducir la velocidad de salida.
20-83 PI Start Speed [Hz]	0-200 Hz	0	Introduzca la velocidad del motor que se debe alcanzar como señal de arranque para iniciar el control de PI.
20-93 PI Proportional Gain	0-10	0,01	Introduzca la ganancia proporcional del controlador de procesos. Se obtiene un control rápido con una amplificación alta. No obstante, si la amplificación es demasiado grande, puede que el proceso se vuelva inestable.
20-94 PI Integral Time	0,1-999,0 s	999,0 s	Introduzca el tiempo integral del controlador de procesos. Obtenga control rápido mediante un tiempo integral corto, aunque si es demasiado corto, el proceso es inestable. Un tiempo integral demasiado largo desactiva la acción de la integral.

Tabla 2.8 Asistente de configuración de lazo cerrado

### 2.7.9 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 *20-93 PI Proportional Gain* y *20-94 PI Integral Time*. 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 mantiene bajo control la sobremodulación de velocidad.

#### 2.7.10 Ajuste manual del PI

1. Ponga en marcha el motor.
2. Ajuste *20-93 PI Proportional Gain* a 0,3 e increméntelo hasta que la señal de realimentación empiece a oscilar. Si es necesario, arranque y pare el convertidor de frecuencia o haga cambios paso a paso en la referencia de consigna para intentar que se produzca la oscilación. A continuación, reduzca la ganancia proporcional de PI hasta que la señal de realimentación se estabilice. Después, reduzca la ganancia proporcional entre un 40 y un 60 %.
3. Ajuste *20-94 PI Integral Time* a 20 s y reduzca el valor hasta que la señal de realimentación empiece a oscilar. Si es necesario, arranque y pare el convertidor de frecuencia o haga cambios paso a paso en la referencia de consigna para intentar que se produzca la oscilación. A continuación, aumente el tiempo integral de PI hasta que la señal de realimentación se estabilice. Después, aumente el tiempo integral entre un 15 y un 50 %.

## 2.8 Aspectos generales de la EMC

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

Como se muestra en *Ilustración 2.23*, las intensidades capacitivas en el cable del motor, junto con una alta  $dU / dt$  de la tensión del motor, generan corrientes de fuga.

La utilización de un cable de motor apantallado aumenta la corriente de fuga (consulte *Ilustración 2.23*) porque los cables apantallados tienen una mayor capacitancia a tierra que los cables no apantallados. Si la corriente de fuga no se filtra, provoca una mayor interferencia en la alimentación de red, en el intervalo de radiofrecuencia inferior a 5 MHz. Puesto que la corriente de fuga ( $I_1$ ) es reconducida a la unidad a través de la pantalla ( $I_3$ ), en principio solo habrá un pequeño campo electromagnético ( $I_4$ ) desde el cable de motor apantallado, tal como se indica en la ilustración 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 pantalla integradas para evitar extremos de pantalla retorcidas en espiral (cables de conexión flexibles). 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 al alojamiento en ambos extremos. En algunas situaciones, sin embargo, es necesario romper el apantallamiento para evitar bucles de intensidad.

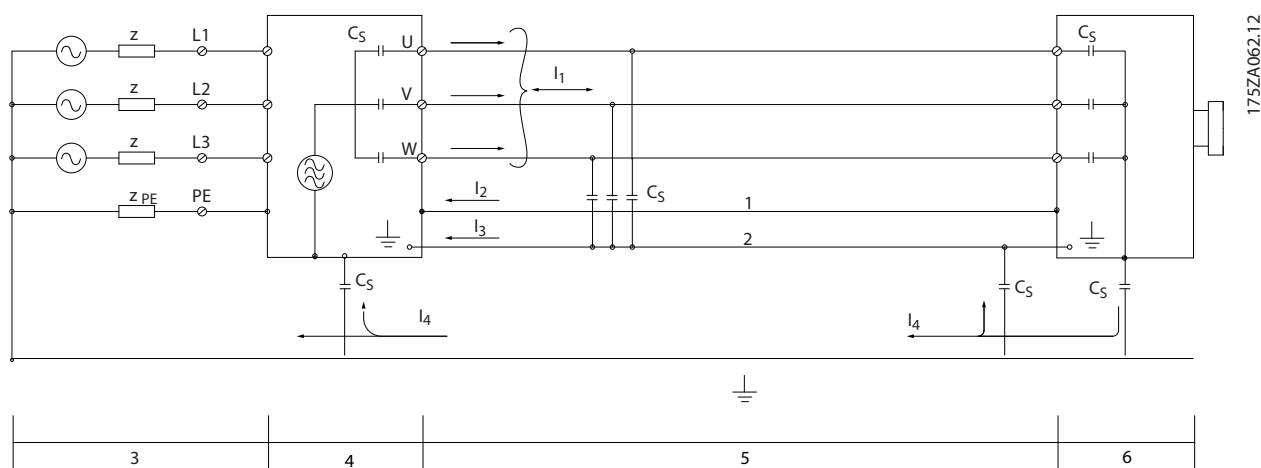


Ilustración 2.23 Situación que provoca intensidades de fuga

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 chasis del convertidor de frecuencia hacen buen contacto eléctrico a través de los tornillos de montaje.

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 más cortos posibles. Los cables con un nivel de señal sensible no deben colocarse junto a los cables de motor y de freno. La interferencia de radio superior a 50 MHz (transmitida por el aire) es generada especialmente por los elementos electrónicos de control. Consulte *capítulo 5.2.4 Instalación eléctrica conforme a EMC* para obtener más información sobre CEM.

### 2.8.1 Requisitos en materia de emisiones

De acuerdo con la norma de productos EMC para convertidores de frecuencia EN / CEI 61800-3:2004, los requisitos EMC dependen del uso previsto del convertidor de frecuencia. La norma de productos EMC define cuatro categorías. Las cuatro categorías y los requisitos de emisiones de la alimentación de red se definen en la *Tabla 2.9*.

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

**Tabla 2.9** Requisitos en materia de emisiones

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

Ambiente	Estándar general	Requisito en materia de emisiones realizado conforme a los límites indicados en la EN55011.
Primer ambiente (hogar y oficina)	Norma de emisiones para entornos residenciales, comerciales e industria ligera EN/CEI 61000-6-3.	Clase B
Segundo ambiente (entorno industrial)	Norma de emisiones para entornos industriales EN/CEI 61000-6-4.	Clase A, grupo 1

**Tabla 2.10** Límites de las normas de emisiones generales

## 2.8.2 Resultados de las pruebas de CEM

**2**

Los siguientes resultados de las pruebas se obtuvieron utilizando un sistema con un convertidor de frecuencia, un cable de control apantallado y un cuadro de control con potenciómetro, así como un cable de motor apantallado.

Tipo de filtro RFI	Emisión del conductor Longitud máxima de cable apantallado [m]						Emisión irradiada			
	Entorno industrial				Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera		Entorno industrial		Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera	
	EN 55011 Clase A2		EN 55011 Clase A1		EN 55011 Clase B		EN 55011 Clase A1		EN 55011 Clase B	
	Sin filtro externo	Con filtro externo	Sin filtro externo	Con filtro externo	Sin filtro externo	Con filtro externo	Sin filtro externo	Con filtro externo	Sin filtro externo	Con filtro externo
<b>Filtro RFI H4 (clase A1)</b>										
0,25-11 kW 3 × 200-240 V IP20			25	50		20	Sí	Sí		No
0,37-22 kW 3 × 380-480 V IP20			25	50		20	Sí	Sí		No
<b>Filtro RFI H2 (clase A2)</b>										
15-45 kW 3 × 200-240 V IP20	25						No		No	
30-90 kW 3 × 380-480 V IP20	25						No		No	
0,75-18,5 kW 3 × 380-480 V IP54	25						Sí			
22-90 kW 3 × 380-480 V IP54	25						No		No	
<b>Filtro RFI H3 (clase A1 / B)</b>										
15-45 kW 3 × 200-240 V IP20			50		20		Sí		No	
30-90 kW 3 × 380-480 V IP20			50		20		Sí		No	
0,75-18,5 kW 3 × 380-480 V IP54			25		10		Sí			
22-90 kW 3 × 380-480 V IP54			25		10		Sí		No	

Tabla 2.11 Resultados de pruebas

### 2.8.3 Aspectos generales de la emisión de armónicos

El convertidor de frecuencia acepta una intensidad no sinusoidal de la red, lo que aumenta la intensidad de entrada I<sub>RMS</sub>. Se transforma una intensidad no sinusoidal por medio de un análisis Fourier y se separa en intensidades de onda sinusoidal con diferentes frecuencias, es decir, con diferentes intensidades armónicas I<sub>n</sub> con 50 Hz como frecuencia básica:

	I <sub>1</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>
Hz	50	250	350

Tabla 2.12 Corrientes armónicas

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 intensidades armónicas en un nivel bajo para evitar sobrecargar el transformador y una alta temperatura de los cables.

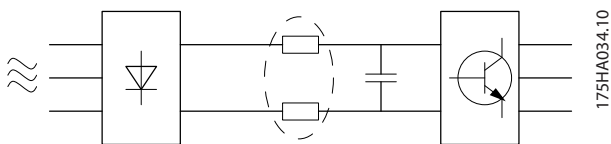


Ilustración 2.24 Corrientes armónicas

#### AVISO!

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

Para asegurar corrientes armónicas bajas, el convertidor de frecuencia tiene bobinas de circuito intermedio de forma estándar. Normalmente, esto reduce la intensidad de entrada I<sub>RMS</sub> en un 40 %.

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

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

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

### 2.8.4 Requisitos en materia de emisión de armónicos

#### Equipos conectados a la red pública de suministro eléctrico

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

Tabla 2.13 Equipo conectado

### 2.8.5 Resultados de la prueba de armónicos (emisión)

Los tamaños de potencia de hasta PK75 en T4 y P3K7 en T2 cumplen con CEI/EN 61000-3-2 Clase A. Los tamaños de potencia desde P1K1 y hasta P18K en T2 y P90K en T4 cumple con CEI/EN 61000-3-12, tabla 4.

	Corriente armónica individual I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
Real, 0,25-11 kW, IP20, 200 V (típica)	32,6	16,6	8,0	6,0
Límite para R <sub>sce</sub> ≥ 120	40	25	15	10
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHd	
Real, 0,25-11 kW, 200 V (típica)	39		41,4	
Límite para R <sub>sce</sub> ≥ 120	48		46	

Tabla 2.14 Corriente armónica de 0,25-11 kW, 200 V

	Corriente armónica individual I <sub>n</sub> /I <sub>1</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
Real, 0,37-22 kW, IP20, 380-480 V (típica)	36,7	20,8	7,6	6,4
Límite para R <sub>sce</sub> ≥ 120	40	25	15	10
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHd	
Real, 0,37-22 kW, 380-480 V (típica)	44,4		40,8	
Límite para R <sub>sce</sub> ≥ 120	48		46	

Tabla 2.15 Corriente armónica de 0,37-22 kW, 380-480 V

	Corriente armónica individual $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Real, 30-90 kW, IP20, 380-480 V (típica)	36,7	13,8	6,9	4,2
Límite para $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHd	
Real, 30-90 kW, 380-480 V (típica)	40,6		28,8	
Límite para $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabla 2.16 Corriente armónica de 30-90 kW, 380-480 V

	Corriente armónica individual $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Real, 2,2-15 kW, IP20, 525-600 V (típica)	48	25	7	5
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHd	
Real, 2,2-15 kW, 525-600 V (típica)	55		27	

Tabla 2.17 Corriente armónica de 2,2-15 kW, 525-600 V

	Corriente armónica individual $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Real, 18,5-90 kW, IP20, 525-600 V (típica)	48,8	24,7	6,3	5
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHd	
Real, 18,5-90 kW, 525-600 V (típica)	55,7		25,3	

Tabla 2.18 Corriente armónica de 18,5-90 kW, 525-600 V

	Corriente armónica individual $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Real, 22-90 kW, IP54, 400 V (típica)	36,3	14	7	4,3
Límite para $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHd	
Real, 22-90 kW, IP54, 400 V (típica)	40,1		27,1	
Límite para $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabla 2.19 Corriente armónica de 22-90 kW, 400 V

	Corriente armónica individual $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Real, 0,75-18,5 kW, IP54, 380-480 V (típica)	36,7	20,8	7,6	6,4
Límite para $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHd	
Real, 0,75-18,5 kW, IP54, 380-480 V (típica)	44,4		40,8	
Límite para $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabla 2.20 Corriente armónica de 0,75-18,5 kW, 380-480 V

	Corriente armónica individual $I_n/I_1$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
Real, 15-45 kW, IP20, 200 V (típica)	26,7	9,7	7,7	5
Límite para $R_{scc} \geq 120$	40	25	15	10
	Factor de distorsión de corriente armónica (%)			
	THD		PWHd	
Real, 15-45 kW, 200 V (típica)	30,3		27,6	
Límite para $R_{scc} \geq 120$	48		46	

Tabla 2.21 Corriente armónica de 15-45 kW, 200 V



Siempre que la potencia de cortocircuito de la fuente de alimentación  $S_{sc}$  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 la fuente de alimentación del usuario y la red pública ( $R_{SCE}$ ).

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 únicamente a una fuente de alimentación con una potencia de cortocircuito  $S_{sc}$  superior o igual a la especificada arriba.

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

Conformidad con varias directrices de nivel de sistema: Los datos de corriente armónica de las tablas de la *Tabla 2.14* a la *Tabla 2.21* se proporcionan de acuerdo con la norma CEI / EN 61000-3-12 con referencia al estándar de producto de Power Drive Systems. Pueden utilizarse como base para el cálculo de la influencia de las corrientes armónicas en la fuente de alimentación del sistema y para la documentación del cumplimiento de las directrices regionales aplicables: IEEE 519-1992; G5 / 4.

### 2.8.6 Requisitos de inmunidad

Los requisitos de inmunidad para convertidores de frecuencia dependen del entorno en el que estén instalados. Los requisitos para el entorno industrial son más exigentes que los del entorno doméstico y de oficina. Todos los convertidores de frecuencia (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.

## 2.9 Aislamiento galvánico (PELV)

### 2.9.1 PELV: tensión protectora extrabaja

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

Todos los terminales de control y de relé 01-03/04-06 cumplen con la tensión protectora extrabaja (PELV) (no aplicable a la conexión a tierra en triángulo por encima de 440 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 constituyen el aislamiento eléctrico, como se describe, también se ajustan a los requisitos de aislamiento superior y a las pruebas descritas en la norma EN 61800-5-1.

El aislamiento galvánico PELV puede mostrarse en *Ilustración 2.26*.

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.

#### 0,25-22 kW

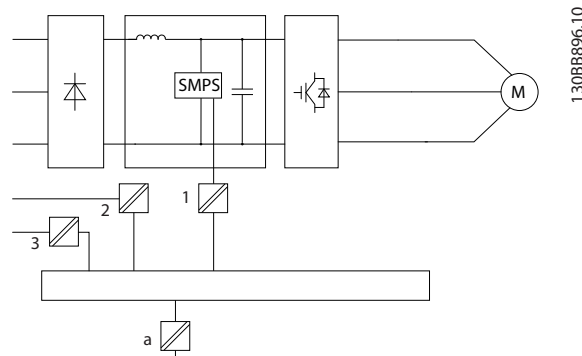


Ilustración 2.25 Aislamiento galvánico

1	Fuente de alimentación (SMPS)
2	Optoacopladores, comunicación entre AOC y BOC
3	Relés configurables
a	Terminales de la tarjeta de control

Tabla 2.22 Leyenda de la Ilustración 2.25

30-90 kW

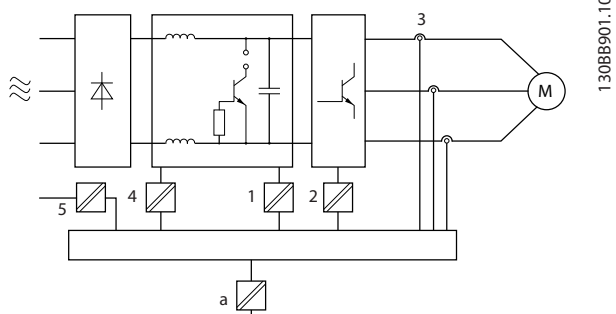


Ilustración 2.26 Aislamiento galvánico

1	Fuente de alimentación (SMPS), incl. aislamiento de señal de UCC, indicando la tensión de corriente intermedia.
2	Circuito para disparo de los IGBT (transformadores de disparo / optoacopladores).
3	Transductores de corriente
4	Circuitos de carga suave interna, RFI y medición de temperatura.
5	Relés configurables
a	Terminales de la tarjeta de control

Tabla 2.23 Leyenda de la Ilustración 2.26

El aislamiento galvánico funcional (ver Ilustración 2.25) es para la interfaz del bus estándar RS-485.

## ⚠️ PRECAUCIÓN

**Instalación en altitudes elevadas:**  
En altitudes superiores a 2 km, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

### 2.10 Corriente de fuga a tierra

## ⚠️ ADVERTENCIA

### TIEMPO DE DESCARGA

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

Además, asegúrese de que se han desconectado las demás entradas de tensión, como la carga compartida (enlace del circuito intermedio de CC), así como la conexión del motor para energía regenerativa.

Antes de tocar cualquier componente eléctrico, espere al menos el tiempo indicado en *Tabla 2.1*.

Solo se permite un intervalo de tiempo inferior si así se indica en la placa de características de un equipo específico.

## AVISO!

### Corriente de fuga

La corriente de fuga a tierra del convertidor de frecuencia sobrepasa los 3,5 mA. Para asegurarse de que el cable a tierra cuenta con una buena conexión mecánica a tierra, la sección transversal de cable de cobre debe ser de al menos 10 mm<sup>2</sup>, de 16 mm<sup>2</sup> el de aluminio o dos cables a tierra de sección estándar de forma separada.

### Protección de dispositivo de corriente residual

Este producto puede originar corriente CC en el conductor de protección. Cuando se utiliza un dispositivo de intensidad residual (RCD) para protección en caso de contacto directo o indirecto, solo 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 *Protección contra riesgos eléctricos MN90G*. La conexión protectora a tierra del convertidor de frecuencia y la utilización de RCD debe realizarse siempre conforme a las normas nacionales y locales.

### 2.11 Condiciones de funcionamiento extremas

#### Cortocircuito (fase del motor-fase)

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

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

#### Conmutación a la salida

La conmutación a la salida entre el motor y el convertidor de frecuencia está totalmente permitida. No se 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. Cuando la carga arrastra al motor (a una frecuencia de salida constante del convertidor de frecuencia), es decir, cuando la carga genera energía.

2. Durante la deceleración («rampa de deceleración»), si el momento de inercia es alto, la fricción es baja y el tiempo de rampa de deceleración es demasiado corto para que la energía sea disipada como una pérdida en el convertidor de frecuencia, el motor y la instalación.
3. Un ajuste de compensación de deslizamiento incorrecto (1-62 Slip Compensation) puede producir una tensión de CC más alta.

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

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

**Corte de red**

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

**2.11.1 Protección térmica del motor**

Este es el modo en el que (Danfoss) protege el motor del sobrecalentamiento. Se trata de una función electrónica que simula un relé bimetálico basado en mediciones internas. Las características se muestran en Ilustración 2.27.

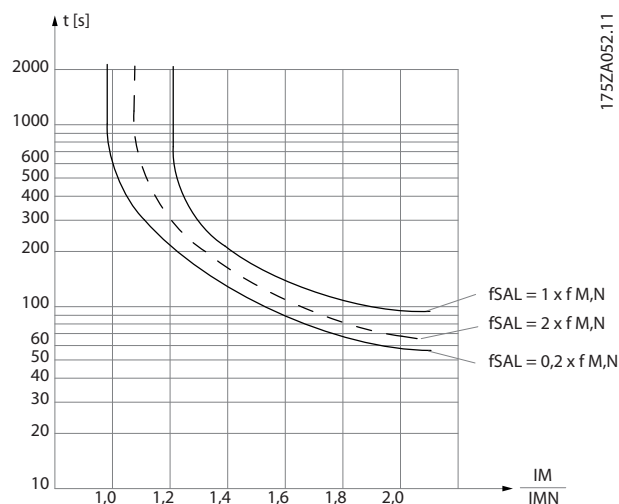


Ilustración 2.27 Característica de la protección térmica del motor

El eje X muestra la relación entre los valores  $I_{motor}$  e  $I_{motor}$  nominal. El eje Y muestra el intervalo en segundos que transcurre antes de que el ETR se corte y desconecte el

convertidor de frecuencia. Las curvas muestran la velocidad nominal característica al doble de la velocidad nominal y al 0,2x de la velocidad nominal.

Se ve claramente que a una velocidad inferior, el ETR se desconecta con un calentamiento inferior debido a un menor enfriamiento del motor. De ese modo, el motor queda protegido frente a un posible sobrecalentamiento, incluso a baja velocidad. La función ETR calcula la temperatura del motor en función de la intensidad y la velocidad reales.

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

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

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

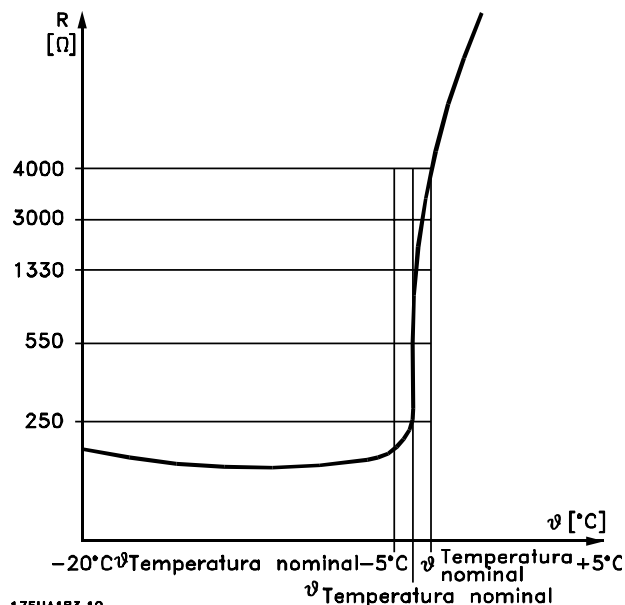


Ilustración 2.28 Desconexión debida a una temperatura del motor elevada

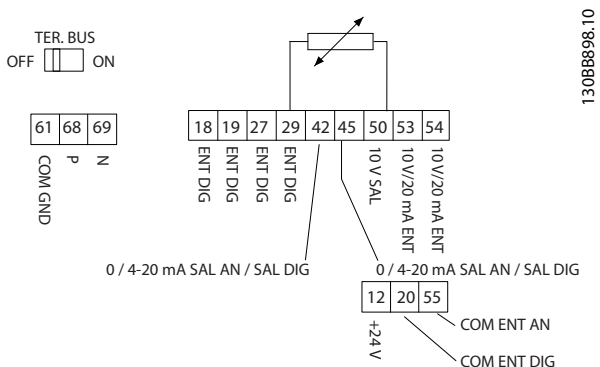
Utilizando una entrada digital y 10 V como fuente de alimentación:

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

Ajustes de parámetros:

ajuste 1-90 Motor Thermal Protection en [2] Descon. termistor.

Ajuste 1-93 Thermistor Source a [6] Entrada digital 33



130BB898.10

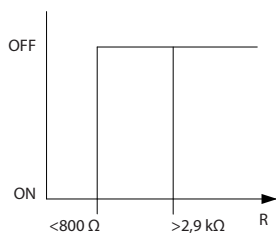
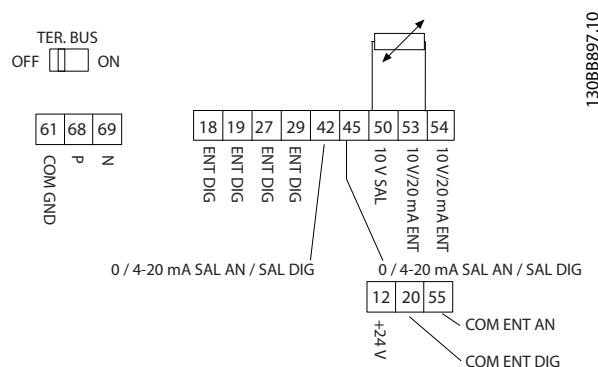


Ilustración 2.29 Entrada digital / fuente de alimentación de 10 V



130BB897.10

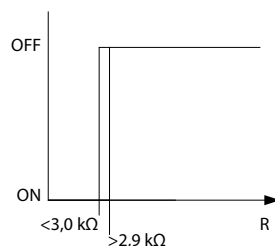


Ilustración 2.30 Entrada digital / fuente de alimentación de 10 V

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

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

Ajustes de parámetros:

ajuste 1-90 Motor Thermal Protection en [2] Descon. termistor.

Ajuste 1-93 Thermistor Source a [2] Analog Input 54

**AVISO!**

No ajuste Entrada analógica 54 como fuente de referencia.

Entrada	Tensión de alimentación [V]	Valores umbral de desconexión [Ω]
Digital	10	<800 ⇒ 2,9 k
Analógica	10	<800 ⇒ 2,9 k

Tabla 2.24 Tensión de alimentación

**AVISO!**

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

**Resumen**

Con el sistema ETR, el motor tiene protección contra sobrecalentamiento, por lo que no es necesaria otra protección adicional. Eso significa que cuando el motor se calienta, el temporizador ETR controla durante cuánto tiempo funcionará el motor a alta temperatura antes de que se detenga para evitar el sobrecalentamiento. Si el motor se sobrecarga sin alcanzar la temperatura, el ETR desconecta el motor.

ETR se activa en 1-90 Motor Thermal Protection.

### 3 Selección

#### 3.1 Opciones y accesorios

##### 3.1.1 Panel de control local (LCP)

N.º de pedido	Descripción
132B0200	LCP para todas las unidades IP20

Tabla 3.1 Número de pedido

Protección	IP55 delantero
Máxima longitud del cable a unidad	10 ft (3 m)
Estándar de comunicaciones	RS-485

Tabla 3.2 Datos técnicos

##### 3.1.2 Montaje del LCP en el panel frontal

###### Paso 1

Encaje la junta en el LCP.

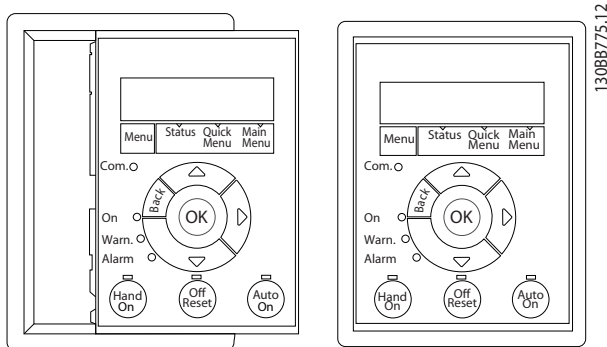


Ilustración 3.1 Encaje la junta

###### Paso 2

Coloque el LCP en el panel, consulte las dimensiones del agujero en la Ilustración 3.2.

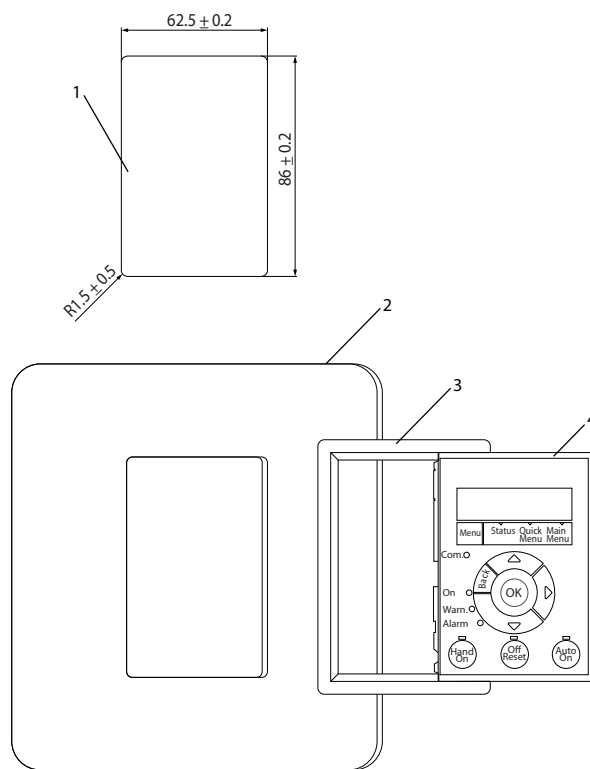


Ilustración 3.2 Coloque el LCP en el panel

130BB776.11

3

**Paso 3**

Coloque la abrazadera en la parte posterior del LCP, a continuación, deslícela hacia abajo. Apriete los tornillos y conecte el lado femenino del cable al LCP.

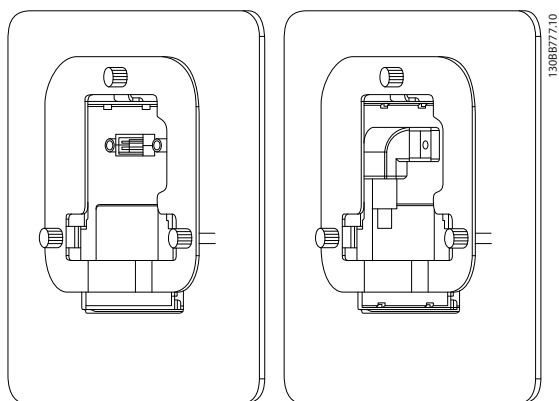


Ilustración 3.3 Coloque el soporte en el LCP

**Paso 4**

Conecte el cable al convertidor de frecuencia.

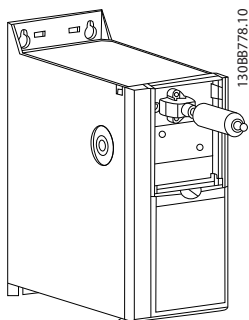


Ilustración 3.4 Conecte el cable

**AVISO!**

Utilice los tornillos de rosca cortantes para sujetar el conector al convertidor de frecuencia, par de apriete 1,3 Nm.

**3.1.3 Kit de protección IP21 / TIPO 1**

IP21/ TIPO 1 es una protección opcional disponible para las unidades IP20.

Si se utiliza el kit de protección, una unidad IP20 sube a la categoría de protección IP21/TIPO 1.

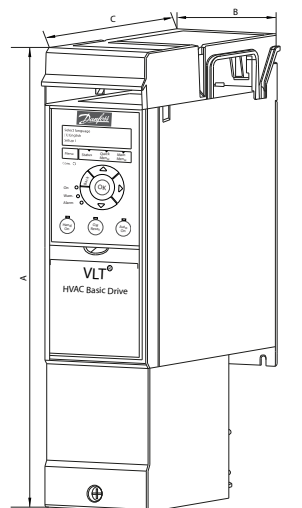


Ilustración 3.5 H1-H5

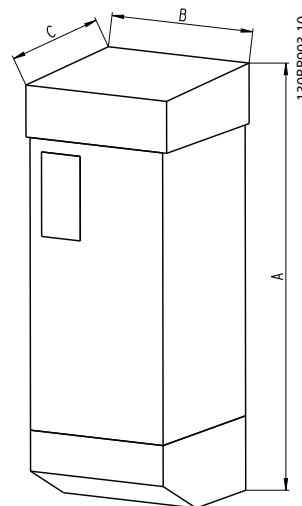


Ilustración 3.6 Dimensiones

Bastidor	Clase IP	Potencia			Altura [mm] A	Anchura [mm] B	Profundidad [mm] C	N.º de pedido IP21	N.º de pedido Tipo 1
		3 × 200-240 V	3 × 380-480 V	3 × 525-600 V					
H1	IP20	0,25-1,5 kW	0,37-1,5 kW		293	81	173	132B0212	132B0222
H2	IP20	2,2 kW	2,2-4 kW		322	96	195	132B0213	132B0223
H3	IP20	3,7 kW	5,5-7,5 kW		346	106	210	132B0214	132B0224
H4	IP20	5,5-7,5 kW	11-15 kW		374	141	245	132B0215	132B0225
H5	IP20	11 kW	18,5-22 kW		418	161	260	132B0216	132B0226
H6	IP20	15-18,5 kW	30-45 kW	18,5-30 kW	663	260	242	132B0217	132B0217
H7	IP20	22-30 kW	55-75 kW	37-55 kW	807	329	335	132B0218	132B0218
H8	IP20	37-45 kW	90 kW	75-90 kW	943	390	335	132B0219	132B0219
H9	IP20			2,2-7,5 kW	372	130	205	132B0220	132B0220
H10	IP20			11-15 kW	475	165	249	132B0221	132B0221

Tabla 3.3 Especificaciones del kit de protección

### 3.1.4 Placa de desacoplamiento

Utilice la placa de desacoplamiento para una instalación correcta EMC.

Mostrado aquí en una protección H3

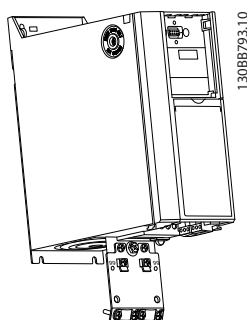


Ilustración 3.7 Placa de desacoplamiento

Bastidor	Clase IP	Potencia [kW]			Placa de desacoplamiento
		3 × 200-240 V	3 × 380-480 V	3 × 525-600 V	
H1	IP20	0.25-1.5	0.37-1.5		132B0202
H2	IP20	2,2	2,2-4		132B0202
H3	IP20	3,7	5.5-7.5		132B0204
H4	IP20	5.5-7.5	11-15		132B0205
H5	IP20	11	18,5-22		130B0205
H6	IP20	15-18,5	30	18,5-30	132B0207
H6	IP20		37-45		132B0242
H7	IP20	22-30	55	37-55	132B0208
H7	IP20		75		132B0243
H8	IP20	37-45	90	75-90	132B0209

Tabla 3.4 Especificaciones de la placa de desacoplamiento

#### **AVISO!**

En los convertidores de frecuencia H9 y H10, las placas de desacoplamiento se incluyen en la bolsa de accesorios.

## 4 Cómo realizar un pedido

### 4.1 Configuración

#### 4.1.1 Configurador de convertidores de frecuencia

**4**

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

Puede hacerse el pedido de los convertidores de frecuencia en versión estándar o con opciones internas empleando un código descriptivo, por ejemplo:

FC-101PK25T2E20H4XXCXXSXXXXAXBXXXXX

Utilice 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 genera automáticamente un número de ventas de ocho dígitos para su envío a la oficina de ventas local. Además, se puede establecer una lista de proyectos con varios productos y enviársela a un representante de ventas de (Danfoss) .

El configurador del convertidor de frecuencia se puede encontrar en: [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  
 F C - 1 0 1 P T H X X X S X X X A X B X C X X X X D X

13038899.10

Ilustración 4.1 Código descriptivo

Descripción	Pos.	Elección posible
Grupo de producto y serie FC	1-6	FC 101
Potencia nominal	7-10	0,25-90 kW (PK25-P90K)
Número de fases	11	Trifásico (T)
Tensión de red	11-12	T2: 200-240 V CA T4: 380-480 V CA T6: 525-600 V CA
Protección	13-15	E20: IP20 / Chasis P20: IP20 / chasis con placa posterior E5A: IP54 P5A: IP54 con placa posterior
Filtro RFI	16-17	H1: filtro RFI clase A1/B H2: filtro RFI clase A2 H3: filtro RFI clase A1/B (longitud de cable reducida) H4: filtro RFI clase A1
Freno	18	X: sin chopper de frenado
Pantalla	19	A: panel de control local alfanumérico X: sin panel de control local
PCB barnizado	20	X: PCB no barnizado C: PCB barnizado
Opción de red	21	X: sin opción de red
Adaptación	22	X: sin adaptación
Adaptación	23	X: sin adaptación
Versión de software	24-27	SXXXX: última versión, software estándar
Idioma del software	28	X: estándar
Opciones A	29-30	AX: no hay opciones A
Opciones B	31-32	BX: no hay opciones B
Opciones C0 MCO	33-34	CX: no hay opciones C
Opciones C1	35	X: no hay opciones C1
Software de opción C	36-37	XX: sin opciones
Opciones D	38-39	DX: no hay opciones D0

Tabla 4.1 Descripciones de códigos

## 4.2 Números de pedido

### 4.2.1 Números de pedido: opciones y accesorios

4

	Tamaño del bastidor de protección Tensión de red	H1 [kW/CV]	H2 [kW/CV]	H3 [kW/CV]	H4 [kW/CV]	H5 [kW/CV]	H6 [kW/CV]		H7 [kW/CV]		H8 [kW/CV]
	T2 (200-240 V CA)	0,25-1,5/ 0,33-2	2,2/3	3,7/5	5,5-7,5/ 7,5-10	11/15	15-18,5/ 20		22-30/ 30		37-45/ 50-60
	T4 (380-480 V CA)	0,37-1,5/ 0,5-2	2.2-4/ 3-5.4	5,5-7,5/ 7,5-10	11-15/ 15-20	18,5-22/ 25-30	30/40	37-45/ 50-60	55/75	75/100	90/125
	T6 (525-600 V CA)						18,5-30/ 30		37-55/ 60		75-90/ 120-125
<b>Descripción</b>											
LCP		132B0200									
Kit de montaje de panel de LCP IP55, incl. 3 m de cable		132B0201									
Placa de desacoplamiento		132B0202	132B0202	132B0204	132B0205	132B0205	132B0207	132B0242	132B0208	132B0243	132B0209
Opción IP21		132B0212	132B0213	132B0214	132B0215	132B0216	132B0217		132B0218		132B0219
Kit Nema Tipo 1		132B0222	132B0223	132B0224	132B0225	132B0226	132B0217		132B0218		132B0219

Tabla 4.2 Opciones y accesorios

### 4.2.2 Filtros armónicos

3 × 380-480 V 50 Hz					
Potencia [kW]	Corriente continua de entrada del convertidor de frecuencia [A]	Frecuencia de conmutación predeterminada [kHz]	Nivel de THID [%]	Número de pedido del filtro IP00	Número de código del filtro IP20
22	41,5	4	4	130B1397	130B1239
30	57	4	3	130B1398	130B1240
37	70	4	3	130B1442	130B1247
45	84	3	3	130B1442	130B1247
55	103	3	5	130B1444	130B1249
75	140	3	4	130B1445	130B1250
90	176	3	4	130B1445	130B1250

Tabla 4.3 Filtros de AHF (distorsión de la corriente del 5 %)

3 × 380-480 V 50 Hz					
Potencia [kW]	Corriente continua de entrada del convertidor de frecuencia [A]	Frecuencia de conmutación predeterminada [kHz]	Nivel de THID [%]	Número de pedido del filtro IP00	Número de código del filtro IP20
22	41,5	4	6	130B1274	130B1111
30	57	4	6	130B1275	130B1176
37	70	4	9	130B1291	130B1201
45	84	3	9	130B1291	130B1201
55	103	3	9	130B1292	130B1204
75	140	3	8	130B1294	130B1213
90	176	3	8	130B1294	130B1213

Tabla 4.4 Filtros de AHF (distorsión de la corriente del 10 %)

3 × 440-480 V 60 Hz					
Potencia [kW]	Corriente continua de entrada del convertidor de frecuencia [A]	Frecuencia de conmutación predeterminada [kHz]	Nivel de THID [%]	Número de pedido del filtro IP00	Número de código del filtro IP20
22	34,6	4	3	130B1792	130B1757
30	49	4	3	130B1793	130B1758
37	61	4	3	130B1794	130B1759
45	73	3	4	130B1795	130B1760
55	89	3	4	130B1796	130B1761
75	121	3	5	130B1797	130B1762
90	143	3	5	130B1798	130B1763

Tabla 4.5 Filtros de AHF (distorsión de la corriente del 5 %)

3 x 440-480 V 60 Hz					
Potencia [kW]	Corriente continua de entrada del convertidor de frecuencia [A]	Frecuencia de conmutación predeterminada [kHz]	Nivel de THID [%]	Número de pedido del filtro IP00	Número de código del filtro IP20
22	34,6	4	6	130B1775	130B1487
30	49	4	8	130B1776	130B1488
37	61	4	7	130B1777	130B1491
45	73	3	9	130B1778	130B1492
55	89	3	8	130B1779	130B1493
75	121	3	9	130B1780	130B1494
90	143	3	10	130B1781	130B1495

Tabla 4.6 Filtros de AHF (distorsión de la corriente del 10 %)

### 4.2.3 Filtro RFI externo

Filtros externos para los 50 m de A1 / 20 m de B1.

Potencia [kW]	Tipo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L1	Par [Nm]	Peso [kg]	Número de pedido
0.37-2.2	FN3258-7-45	190	40	70	160	180	20	4,5	1	10,6	M5	20	31	0.7-0.8	0,5	132B0244
3-7,5	FN3258-16-45	250	45	70	220	235	25	4,5	1	10,6	M5	22,5	31	0.7-0.8	0,8	132B0245
11-15	FN3258-30-47	270	50	85	240	255	30	5,4	1	10,6	M5	25	40	1.9-2.2	1,2	132B0246
18,5-22	FN3258-42-47	310	50	85	280	295	30	5,4	1	10,6	M5	25	40	1.9-2.2	1,4	132B0247

Tabla 4.7 Filtros RFI (detalles)

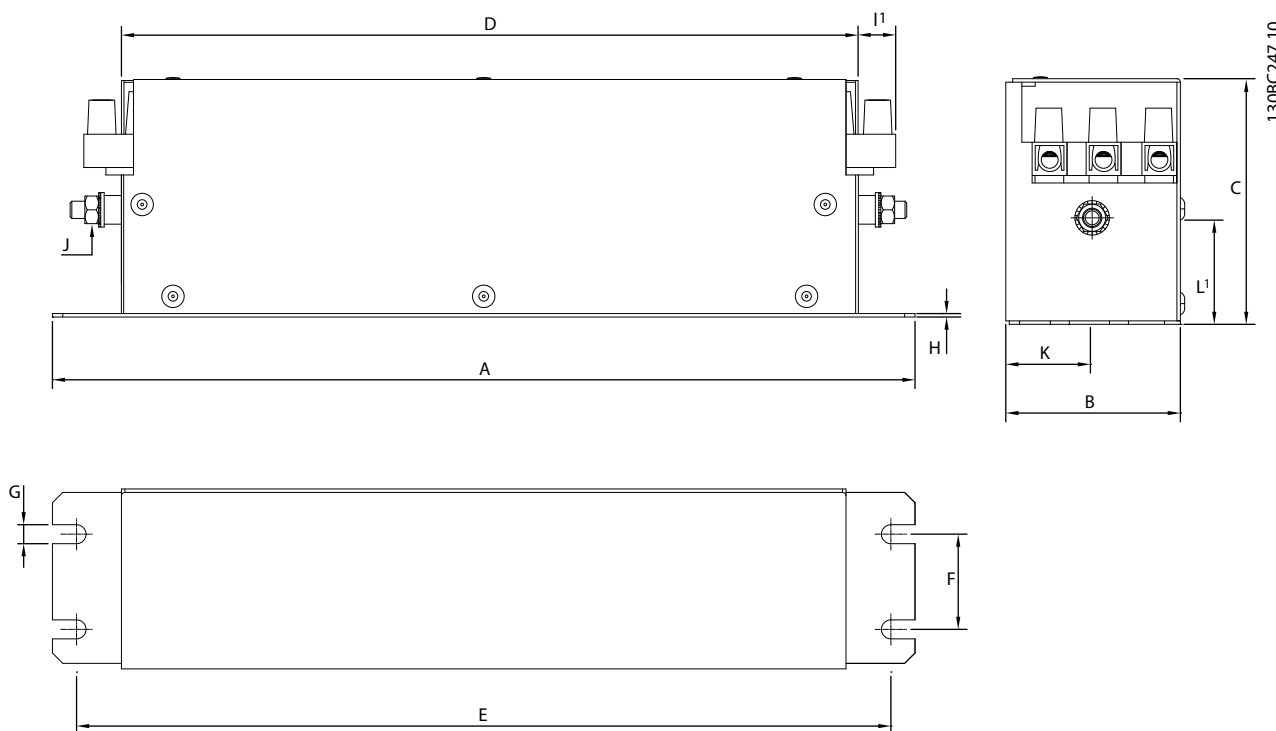


Ilustración 4.2 Filtro RFI

## 5 Instrucciones de montaje

### 5.1 Dimensiones mecánicas

#### 5.1.1 Dimensiones del convertidor de frecuencia

Protección		Potencia [kW]			Altura [mm]			Anchura [mm]		Profundidad [mm]	Agujero de montaje [mm]			Peso máx. [kg]
Bastidor	Clase IP	3 × 200-240 V	3 × 380-480 V	3 × 525-600 V	A	A <sup>1</sup>	a	B	b	C	d	e	f	kg
H1	IP20	0.25-1.5	0.37-1.5		195	273	183	75	56	168	9	4,5	5,3	2,1
H2	IP20	2,2	2.2-4.0		227	303	212	90	65	190	11	5,5	7,4	3,4
H3	IP20	3,7	5.5-7.5		255	329	240	100	74	206	11	5,5	8,1	4,5
H4	IP20	5.5-7.5	11-15		296	359	275	135	105	241	12,6	7	8,4	7,9
H5	IP20	11	18,5-22		334	402	314	150	120	255	12,6	7	8,5	9,5
H6	IP20	15-18,5	30-45	18,5-30	518	595/635 (45 kW)	495	239	200	242	-	8,5	15	24,5
H7	IP20	22-30	55-75	37-55	550	630/690 (75 kW)	521	313	270	335	-	8,5	17	36
H8	IP20	37-45	90	75-90	660	800	631	375	330	335	-	8,5	17	51
H9	IP20			2.2-7.5	269	374	257	130	110	205	11	5,5	9	6,6
H10	IP20			11-15	399	419	380	165	140	248	12	6,8	7,5	12
I2	IP54		0.75-4.0		332	-	318,5	115	74	225	11	5,5	9	5,3
I3	IP54		5.5-7.5		368	-	354	135	89	237	12	6,5	9,5	7,2
I4	IP54		11-18,5		476	-	460	180	133	290	12	6,5	9,5	13,8
I6	IP54		22-37		650	-	624	242	210	260	19	9	9	27
I7	IP54		45-55		680	-	648	308	272	310	19	9	9,8	45
I8	IP54		75-90		770	-	739	370	334	335	19	9	9,8	65

Tabla 5.1 Dimensiones

<sup>1</sup> Placa de desacoplamiento incluida

Las dimensiones son exclusivamente de las unidades físicas. Al instalarlas en una aplicación, debe dejar un espacio para la circulación del aire por encima y por debajo de las unidades. En *Tabla 5.2*, se especifica el espacio necesario para la circulación de aire:

Protección		Espacio [mm]	
Bastidor	Clase IP	Por encima de la unidad	Por debajo de unidad
H1	20	100	100
H2	20	100	100
H3	20	100	100
H4	20	100	100
H5	20	100	100
H6	20	200	200
H7	20	200	200
H8	20	225	225
H9	20	100	100
H10	20	200	200
I2	54	100	100
I3	54	100	100
I4	54	100	100
I6	54	200	200
I7	54	200	200
I8	54	225	225

Tabla 5.2 Espacio necesario para la circulación de aire

5.1.2 Dimensiones de envío

Tamaño del bastidor de la protección Tensión de red	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
T2 (200-240 V CA) [kW/CV]	0,25-1,5/ 0,33-2	2,2/3	3,7/5	5,5-7,5/ 7,5-10	11/15	15-18,5/ 20	22-30/ 30-40	37-45/ 50-60									
T4 (380-480 V CA) [kW/CV]	0,37-1,5/ 0,5-2	2,2-4/ 3-5,4	5,5-7,5/ 7,5-10	11-15/ 15-20	18,5-22/ 25-30	30-45/ 40-60	55-75/ 73-100	90/ 125			0,75/ 1,0-5,0	5,5-7,5/ 7,5-10	11-18,5/ 15-25	11-18,5/ 15-25	22-37/ 30-50	45-55/ 60-70	75-90/ 125
T6 (525-600 V CA) [kW/CV]						18,5-30/ 30-40	37-55/ 60-70	75-90/ 100-125	2,2-7,5/ 3,0-10	11-15/ 15-20							
<b>Bastidor IP</b>																	
<b>IP20</b>																	
Peso máx. [kg]	2,1	3,4	4,5	7,9	9,5	24,5	36	51	6,6	11,5	6,1	7,8	13,8	23,3	28,3	41,5	60,5
<b>IP54</b>																	
Dimensiones de envío																	
Altura [mm/in]	255/10,0	300/ 11,8	330/ 13,0	380/ 15,0	420 / 16,5	850	850	850	380	500	440	470	588	850	850	850	950
Anchura [mm/in]	154/6,1	170/ 6,7	188/ 7,4	250/ 9,8	290/ 11,4	370	410	490	290	330	200	240	285	370	370	410	490
Profundidad [mm/in]	235/9,3	260/ 10,2	282/ 11,1	375/ 14,8	375/ 14,8	460	540	490	200	350	300	330	385	460	460	540	490

Tabla 5.3 Dimensiones

### 5.1.3 Montaje lado a lado

El convertidor de frecuencia puede montarse lado a lado y requiere espacio libre por encima y por debajo para su refrigeración.

Bastidor	Clase IP	Potencia [kW]			Espacio libre arriba / abajo [mm / in]
		3 × 200-240 V	3 × 380-480 V	3 × 525-600 V	
H1	IP20	0.25-1.5	0.37-1.5		100/4
H2	IP20	2,2	2,2-4		100/4
H3	IP20	3,7	5.5-7.5		100/4
H4	IP20	5.5-7.5	11-15		100/4
H5	IP20	11	18,5-22		100/4
H6	IP20	15-18,5	30-45	18,5-30	200/7,9
H7	IP20	22-30	55-75	37-55	200/7,9
H8	IP20	37-45	90	75-90	225/8,9
H9	IP20			2.2-7.5	100/4
H10	IP20			11-15	200/7,9

Tabla 5.4 Separación

#### **AVISO!**

Con el kit opcional IP21 / Nema Tipo 1 montado, se necesita una distancia de 50 mm entre las unidades.

### 5.1.4 Instalación de campo

Se recomiendan los kits IP21/TIPO 1



## 5.2 Datos eléctricos

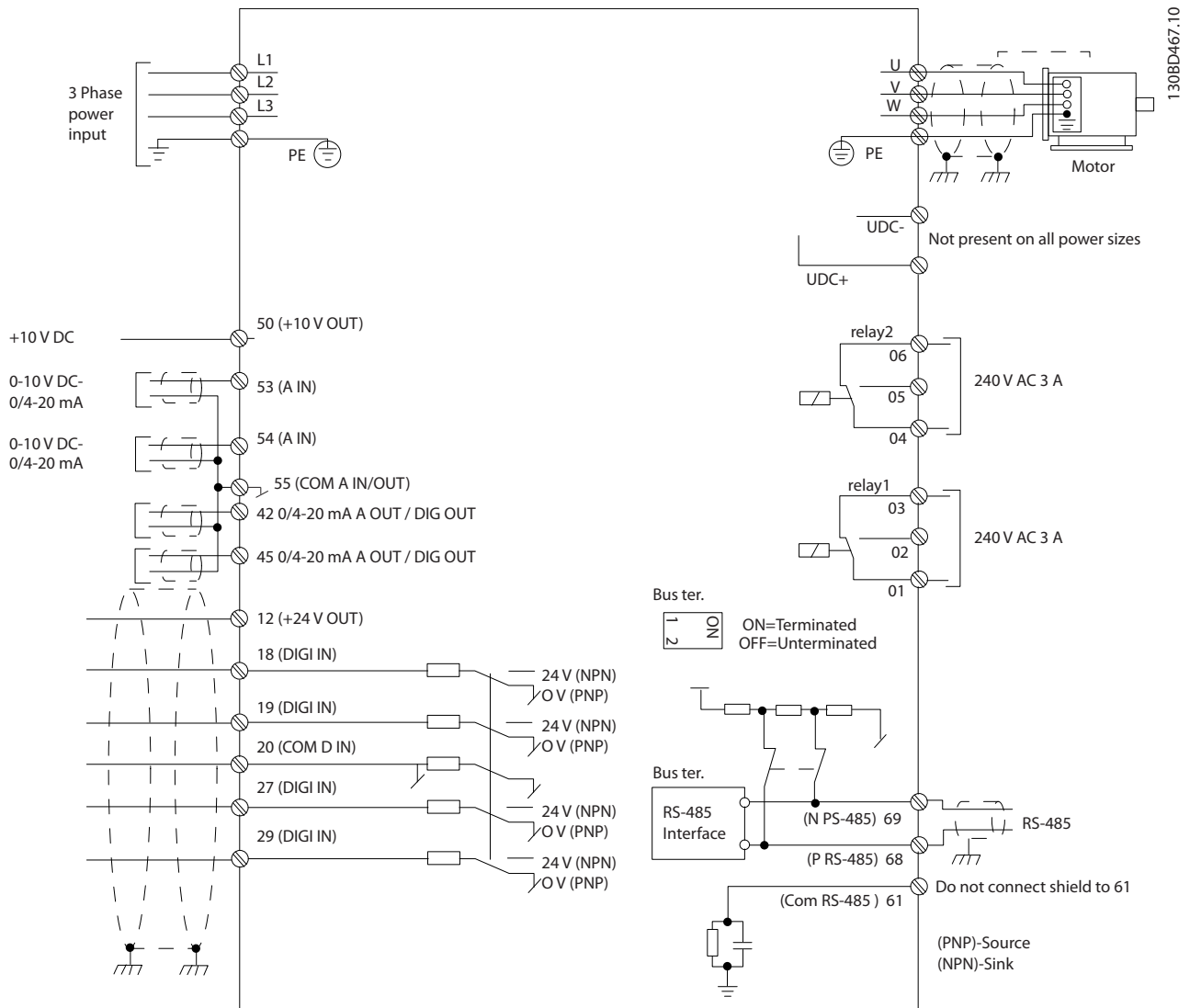


Ilustración 5.1 Dibujo esquemático del cableado básico

### AVISO!

No hay acceso a UDC- y UDC+ en las siguientes unidades:  
 IP20 380-480 V 30-90 kW  
 IP20 200-240 V 15-45 kW  
 IP20 525-600 V 2,2-90 kW  
 IP54 380-480 V 22-90 kW

## 5.2.1 Instalación eléctrica en general

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

**5**

Bastidor	Clase IP	Potencia [kW]		Par [Nm]					
		3 × 200-240 V	3 × 380-480 V	Línea	Motor	Conexión de CC	Terminales de control	Toma de tierra	Relé
H1	IP20	0.25-1.5	0.37-1.5	1,4	0,8	0,8	0,5	0,8	0,5
H2	IP20	2,2	2,2-4	1,4	0,8	0,8	0,5	0,8	0,5
H3	IP20	3,7	5.5-7.5	1,4	0,8	0,8	0,5	0,8	0,5
H4	IP20	5.5-7.5	11-15	1,2	1,2	1,2	0,5	0,8	0,5
H5	IP20	11	18,5-22	1,2	1,2	1,2	0,5	0,8	0,5
H6	IP20	15-18	30-45	4,5	4,5	-	0,5	3	0,5
H7	IP20	22-30	55	10	10	-	0,5	3	0,5
H7	IP20	-	75	14	14	-	0,5	3	0,5
H8	IP20	37-45	90	24 <sup>2</sup>	24 <sup>2</sup>	-	0,5	3	0,5

Tabla 5.5 Protección H1-H8

Bastidor	Clase IP	Potencia [kW]		Par [Nm]					
		3 × 380-480 V	Línea	Motor	Conexión de CC	Terminales de control	Toma de tierra	Relé	
I2	IP54	0.75-4.0	1,4	0,8	0,8	0,5	0,8	0,5	
I3	IP54	5.5-7.5	1,4	0,8	0,8	0,5	0,8	0,5	
I4	IP54	11-18,5	1,4	0,8	0,8	0,5	0,8	0,5	
I6	IP54	22-37	4,5	4,5	-	0,5	3	0,6	
I7	IP54	45-55	10	10	-	0,5	3	0,6	
I8	IP54	75-90	14/24 <sup>1</sup>	14/24 <sup>1</sup>	-	0,5	3	0,6	

Tabla 5.6 Protección I1-I8

Bastidor	Clase IP	Potencia [kW]		Par [Nm]					
		3 × 525-600 V	Línea	Motor	Conexión de CC	Terminales de control	Toma de tierra	Relé	
H9	IP20	2.2-7.5	1,8	1,8	no recomendado	0,5	3	0,6	
H10	IP20	11-15	1,8	1,8	no recomendado	0,5	3	0,6	
H6	IP20	18,5-30	4,5	4,5	-	0,5	3	0,5	
H7	IP20	37-55	10	10	-	0,5	3	0,5	
H8	IP20	75-90	14/24 <sup>1</sup>	14/24 <sup>1</sup>	-	0,5	3	0,5	

Tabla 5.7 Detalles de pares de apriete

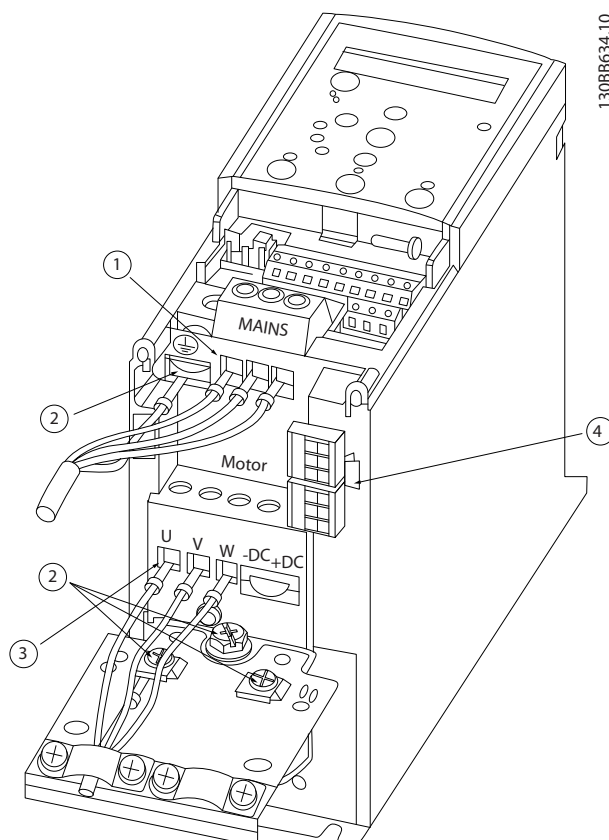
<sup>1</sup> Dimensiones de cables ≤95 mm<sup>2</sup>
<sup>2</sup> Dimensiones de cables >95 mm<sup>2</sup>

### 5.2.2 Conexión a la red eléctrica y al motor

El convertidor de frecuencia está diseñado para controlar todos los motores estándar trifásicos asíncronos. Para la sección transversal máxima de los cables, consulte *capítulo 8.2 Especificaciones generales*.

- Utilice un cable de motor apantallado / blindado para cumplir con las especificaciones de emisión EMC y conecte este cable tanto a la placa de desacoplamiento como al metal del motor.
- Mantenga el cable del motor tan corto como sea posible para reducir el nivel del ruido y las corrientes de fuga.
- Para obtener más información sobre el montaje de la placa de desacoplamiento, consulte las *Instrucciones para el montaje de la placa de desacoplamiento de FC 101*.
- Consulte también *Instalación correcta en cuanto a EMC* en la *Guía de diseño del VLT® HVAC Basic*.

1. Monte los cables de toma de tierra al terminal de tierra.
2. Conecte el motor a los terminales U, V y W.
3. Conecte la alimentación de red a los terminales L1, L2 y L3 y apriétela.



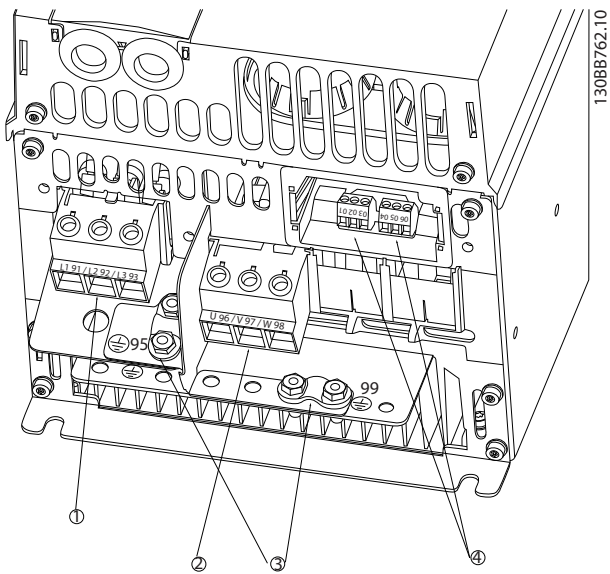
5

**Ilustración 5.2 Bastidor H1-H5**  
**IP20 200-240 V 0,25-11 kW e IP20 380-480 V 0,37-22 kW.**

1	Línea
2	Toma de tierra
3	Motor
4	Relés

**Tabla 5.8 Leyenda de la Ilustración 5.2**

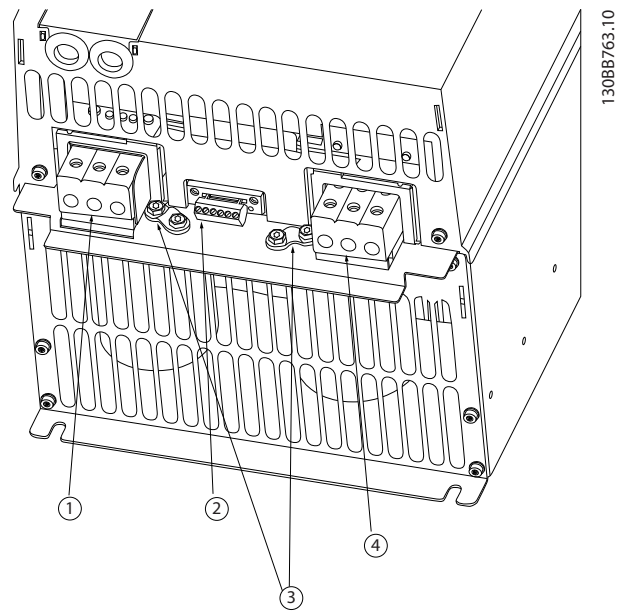
5



**Ilustración 5.3 Bastidor H6**  
 IP20 380-480 V 30-45 kW  
 IP20 200-240 V 15-18,5 kW  
 IP20 525-600 V 22-30 kW

1	Línea
2	Motor
3	Toma de tierra
4	Relés

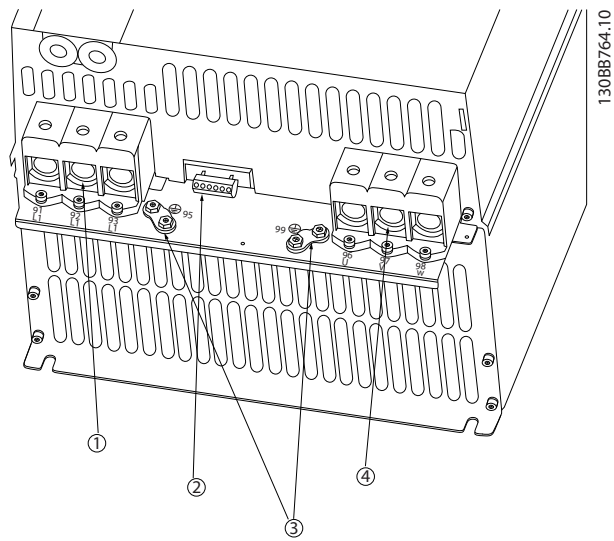
Tabla 5.9 Leyenda de la *Ilustración 5.3*



**Ilustración 5.4 Bastidor H7**  
 IP20 380-480 V 55-75 kW  
 IP20 200-240 V 22-30 kW  
 IP20 525-600 V 45-55 kW

1	Línea
2	Relés
3	Toma de tierra
4	Motor

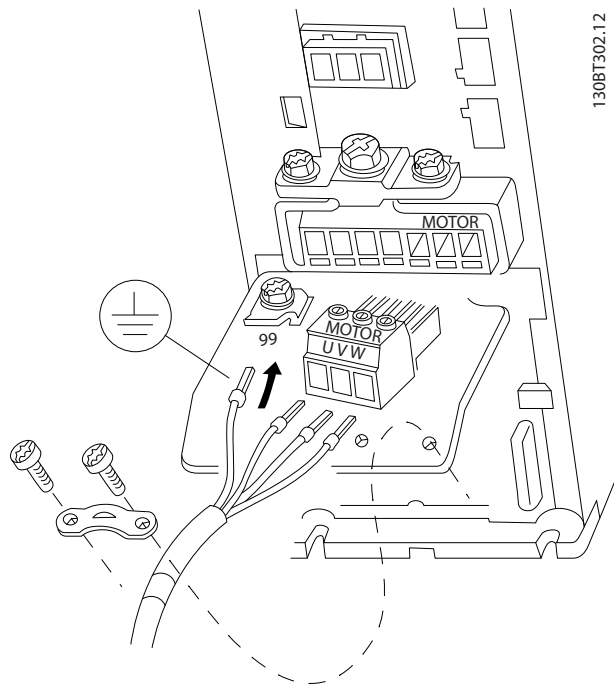
Tabla 5.10 Leyenda de la *Ilustración 5.4*



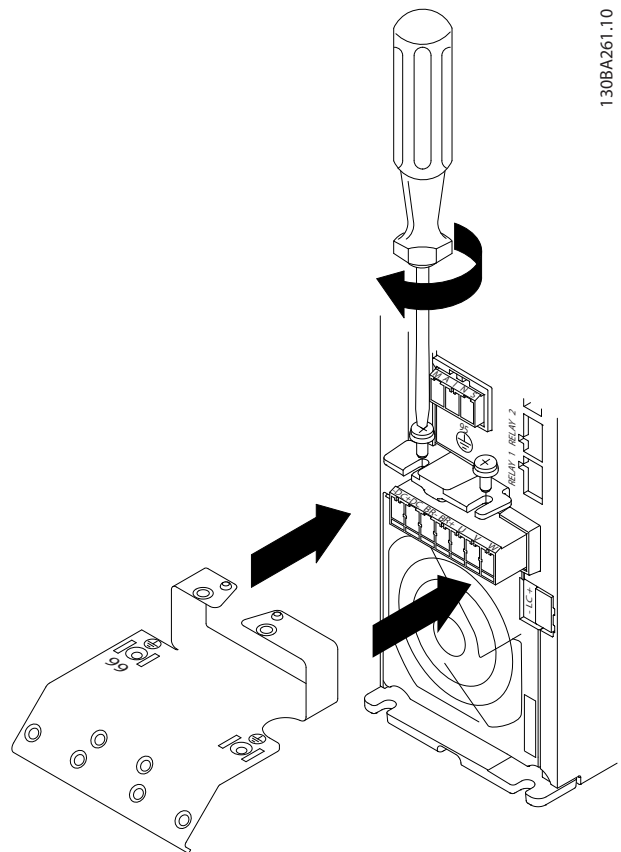
**Ilustración 5.5 Bastidor H8**  
 IP20 380-480 V 90 kW  
 IP20 200-240 V 37-45 kW  
 IP20 525-600 V 75-90 kW

1	Línea
2	Relés
3	Toma de tierra
4	Motor

Tabla 5.11 Leyenda de la



**Ilustración 5.6 Bastidor H9**  
 IP20 600 V 2,2-7,5 kW



5

**Ilustración 5.7** Monte los dos tornillos en la placa de montaje, coloque la placa en su sitio y apriete los tornillos completamente.

5

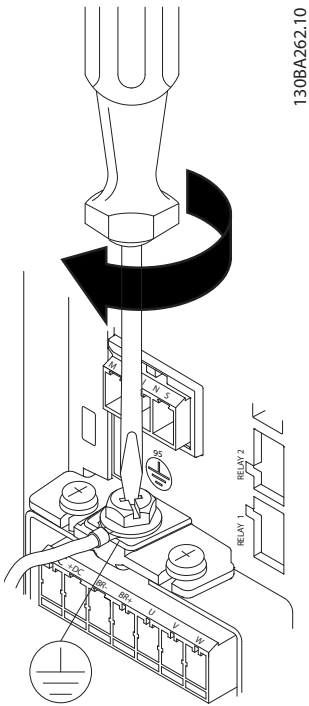


Ilustración 5.8 Cuando instale los cables, monte y ajuste en primer lugar el cable de toma de tierra.

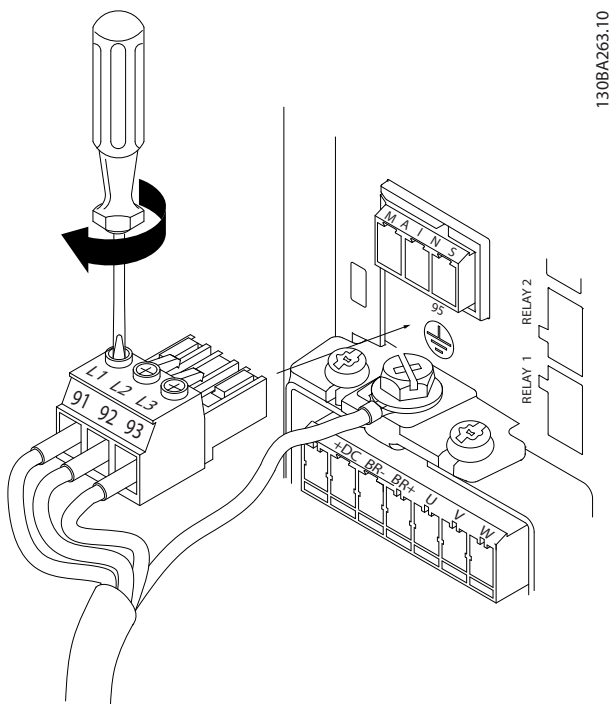


Ilustración 5.9 Monte el conector de red y fije los cables.

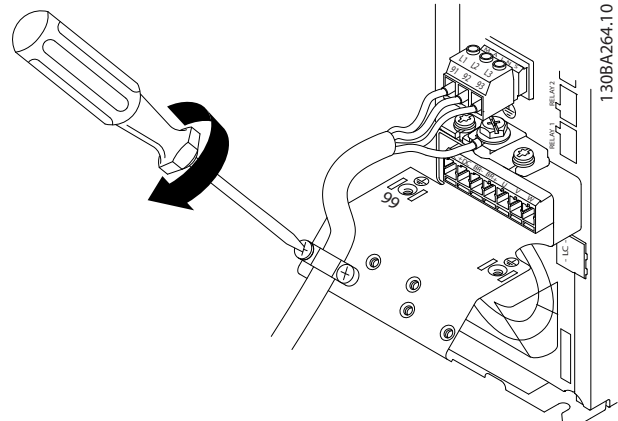


Ilustración 5.10 Apriete la abrazadera de montaje de los cables de red.

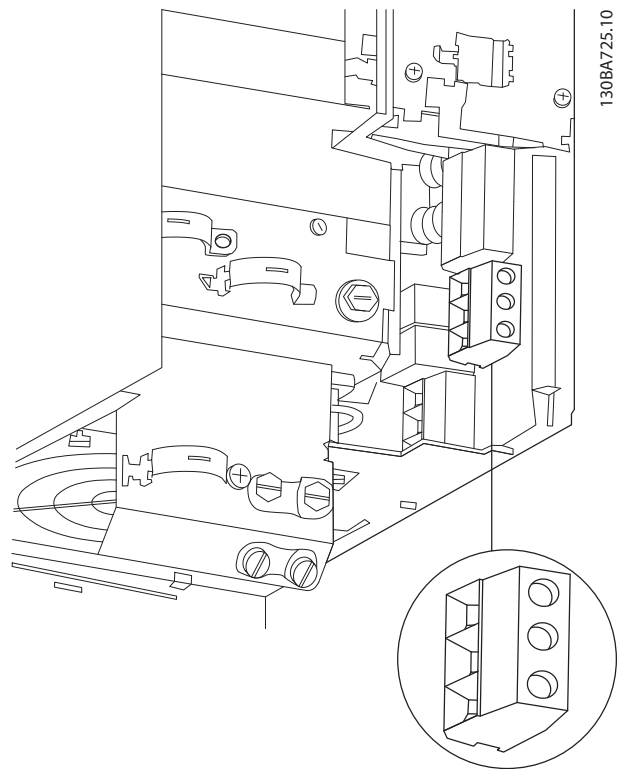
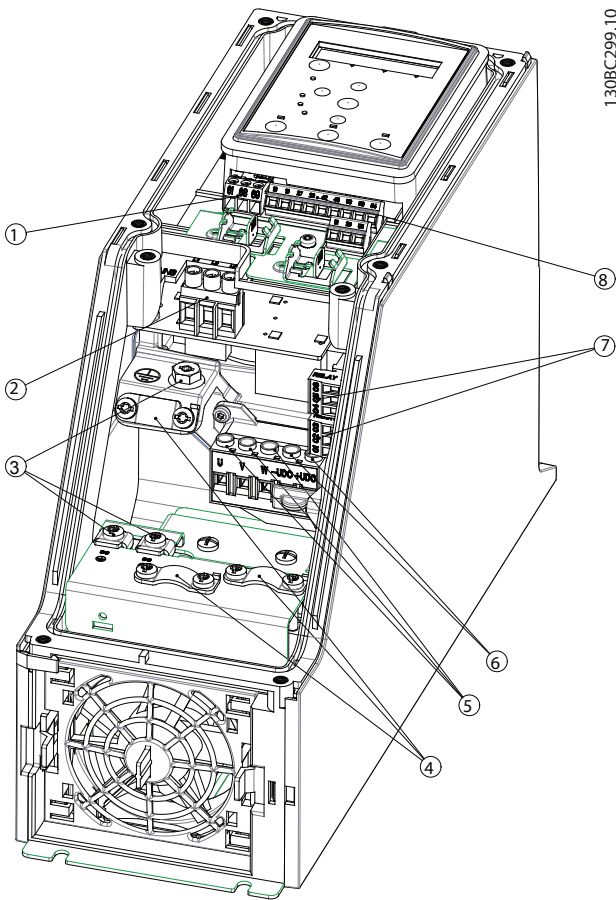


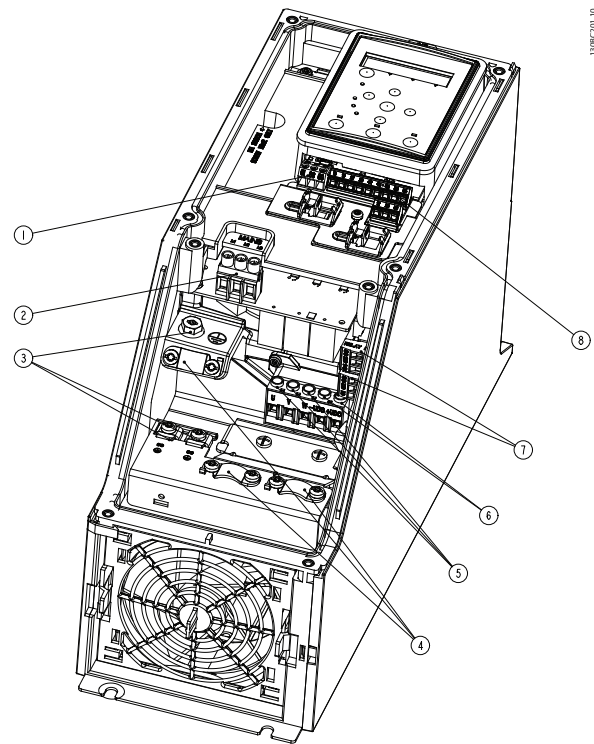
Ilustración 5.11 Bastidor H10  
IP20 600 V 11-15 kW



**Ilustración 5.12 Bastidor I2**  
IP54 380-480 V 0,75-4,0 kW

1	RS-485
2	Entrada de línea
3	Toma de tierra
4	Abrazaderas de cables
5	Motor
6	UDC
7	Relés
8	E/S

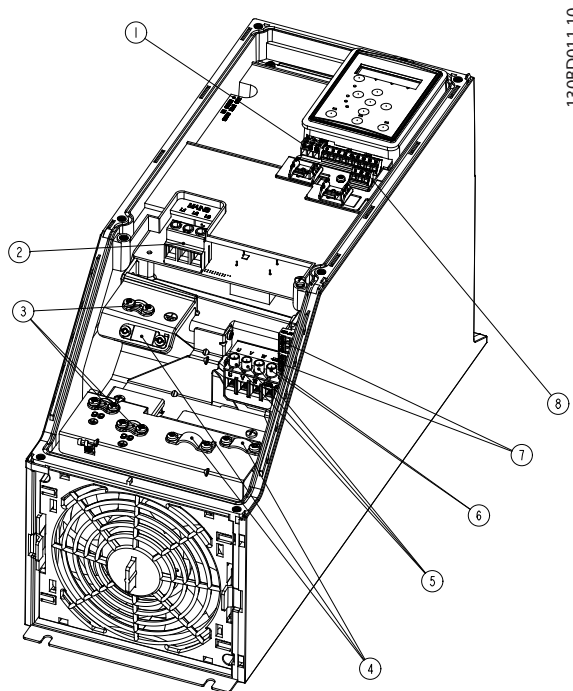
**Tabla 5.12 Leyenda de la Ilustración 5.12**



**Ilustración 5.13 Bastidor I3**  
IP54 380-480 V 5,5-7,5 kW

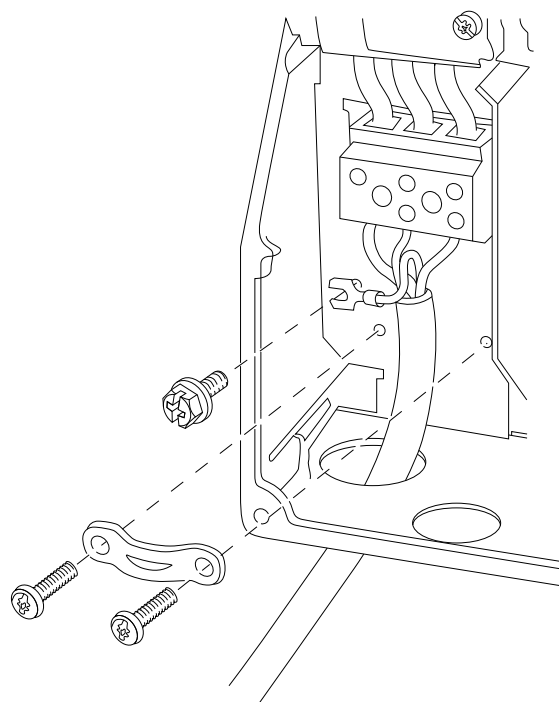
1	RS-485
2	Entrada de línea
3	Toma de tierra
4	Abrazaderas de cables
5	Motor
6	UDC
7	Relés
8	E/S

**Tabla 5.13 Leyenda de la Ilustración 5.13**



130BD011.10

Ilustración 5.14 Bastidor I4  
IP54 380-480 V 0,75-4,0 kW

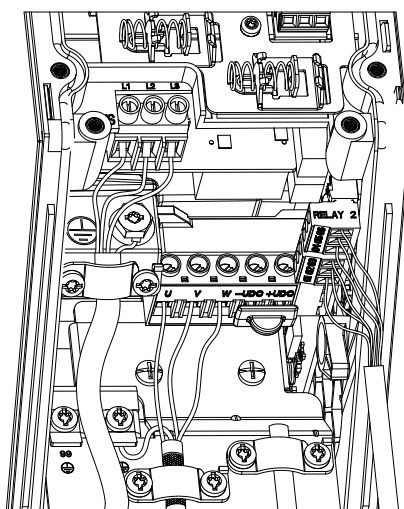


130BT326.10

Ilustración 5.16 Bastidor I6  
IP54 380-480 V 22-37 kW

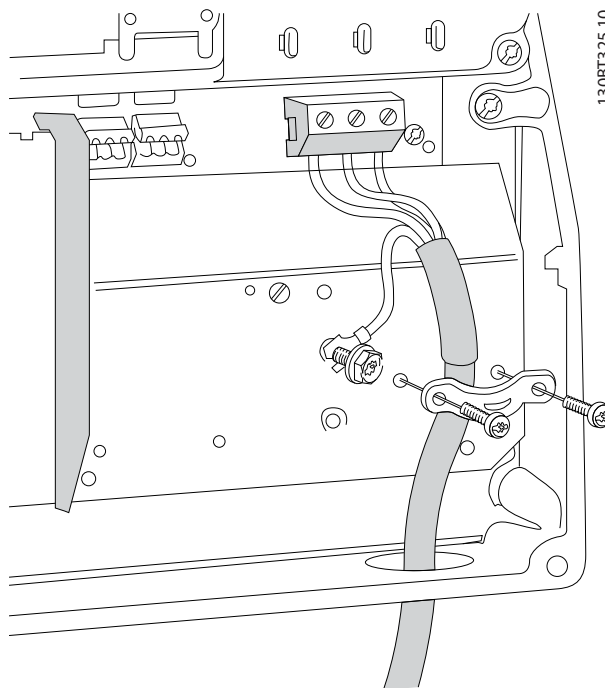
1	RS-485
2	Entrada de línea
3	Toma de tierra
4	Abrazaderas de cables
5	Motor
6	UDC
7	Relés
8	E/S

Tabla 5.14 Leyenda de la Ilustración 5.14



130BC203.10

Ilustración 5.15 Bastidor IP54 I2-I3-I4



130BT325.10

Ilustración 5.17 Bastidor I6  
IP54 380-480 V 22-37 kW



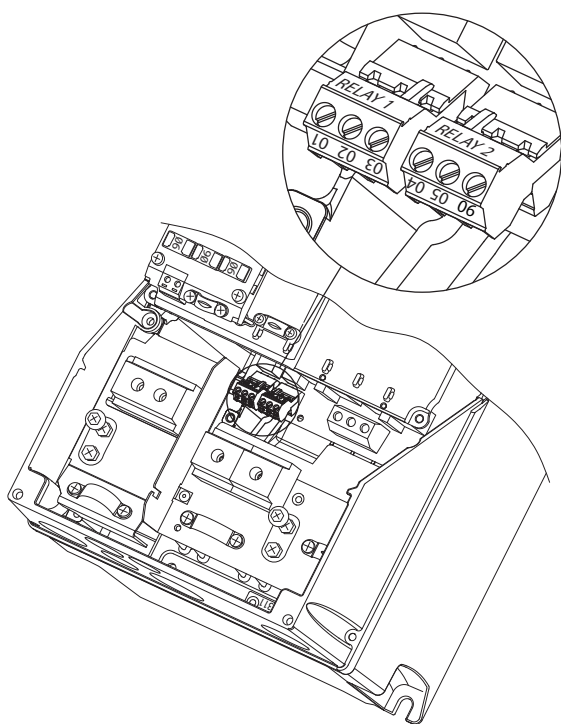


Ilustración 5.18 Bastidor I6  
IP54 380-480 V 22-37 kW

130BA215.10

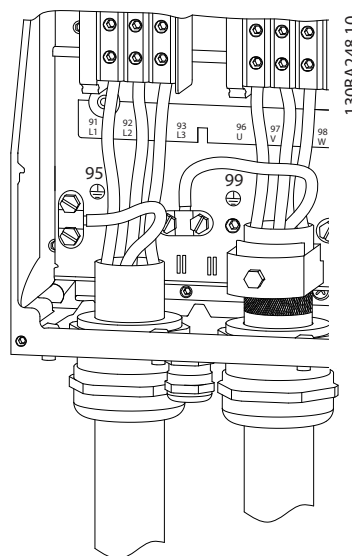


Ilustración 5.19 Bastidor I7, I8  
IP54 380-480 V 45-55 kW  
IP54 380-480 V 75-90 kW

130BA248.10

### 5.2.3 Fusibles y magnetotérmicos

#### 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 locales y nacionales.

#### Protección frente a cortocircuitos

(Danfoss) recomienda utilizar los fusibles y los magnetotérmicos indicados en la *Tabla 5.15* para proteger al personal de servicio o a otros equipos en caso de un fallo interno en la unidad o de cortocircuito en el enlace de CC. El convertidor de frecuencia proporciona una protección total frente a cortocircuitos en el motor.

#### Protección frente a sobreintensidad

Proporciona protección para evitar el sobrecalentamiento de los cables en la instalación. La protección frente a sobreintensidad siempre debe llevarse a cabo según las normas locales y nacionales vigentes. Los magnetotérmicos y los fusibles deben estar diseñados para proteger un circuito capaz de suministrar un máximo de 100 000 A<sub>rms</sub> (simétrico), 480 V máx.

#### No conformidad / conformidad con UL

Utilice los magnetotérmicos o los fusibles indicados en la *Tabla 5.15* para garantizar el cumplimiento de UL o la norma CEI 61800-5-1.

Los magnetotérmicos deben estar diseñados para proteger un circuito capaz de suministrar un máximo de 10 000 Arms (simétrico), 480 V máximo.

#### **AVISO!**

En caso de mal funcionamiento, el incumplimiento de la recomendación de protección podría provocar daños en el convertidor de frecuencia.

5

	Magnetotérmico		Fusible				No UL
	UL	No UL	UL				
Potencia [kW]			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Fusible máx.
			Tipo RK5	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo G
<b>3 × 200-240 V IP20</b>							
0,25			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
0,37			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
0,75			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
1,5			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
2,2			FRS-R-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	16
3,7			FRS-R-25	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	25
5,5			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	50
7,5			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	50
11			FRS-R-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	65
15	Cutler-Hammer EGE3100FFG	Moeller NZMB1-A125	FRS-R-100	KTN-R100	JKS-100	JJN-100	125
18,5			FRS-R-100	KTN-R100	JKS-100	JJN-100	125
22	Cutler-Hammer JGE3150FFG	Moeller NZMB1-A160	FRS-R-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	160
30			FRS-R-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	160
37	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1-A200	FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	200
45			FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	200

Tabla 5.15 Magnetotérmicos y fusibles

	Magnetotérmico		Fusible				No UL
	UL	No UL	UL				
Potencia [kW]			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Fusible máx.
			Tipo RK5	Tipo RK1	Tipo J	Tipo T	Tipo G
<b>3 × 380-480 V IP20</b>							
0,37			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
0,75			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
1,5			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
2,2			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
3			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
4			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
5,5			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
7,5			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
11			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
15			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
18,5			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65
22			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65
30	Cutler-Hammer EGE3125FFG	Moeller NZMB1-A125	FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	80
37			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	100
45			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	125
55	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1-A200	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	150
75			FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	200
90	Cutler-Hammer JGE3250FFG	Moeller NZMB2-A250	FRS-R-250	KTS-R250	JKS-R250	JJS-R250	250
<b>3 × 525-600 V IP20</b>							

	Magnetotérmico		Fusible				
	UL	No UL	UL				No UL
Potencia [kW]			Bussmann Tipo RK5	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Fusible máx. Tipo G
2,2			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
3			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
3,7			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
5,5			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
7,5			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	30
11			FRS-R-30	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	35
15			FRS-R-30	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	35
18,5	Cutler-Hammer EGE3080FFG	Cutler-Hammer EGE3080FFG	FRS-R-80	KTN-R80	JKS-80	JJS-80	80
22			FRS-R-80	KTN-R80	JKS-80	JJS-80	80
30			FRS-R-80	KTN-R80	JKS-80	JJS-80	80
37	Cutler-Hammer JGE3125FFG	Cutler-Hammer JGE3125FFG	FRS-R-125	KTN-R125	JKS-125	JJS-125	125
45			FRS-R-125	KTN-R125	JKS-125	JJS-125	125
55			FRS-R-125	KTN-R125	JKS-125	JJS-125	125
75	Cutler-Hammer JGE3200FAG	Cutler-Hammer JGE3200FAG	FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJS-200	200
90			FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJS-200	200
<b>3 x 380-480 V IP54</b>							
0,75		PKZM0-16	FRS-R-10	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	16
1,5		PKZM0-16	FRS-R-10	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	16
2,2		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
3		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
4		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
5,5		PKZM0-25	FRS-R-25	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	25
7,5		PKZM0-25	FRS-R-25	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	25
11		PKZM4-63	FRS-R-50	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	63
15		PKZM4-63	FRS-R-50	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	63
18,5		PKZM4-63	FRS-R-80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	63
22	Moeller NZMB1-A125		FRS-R-80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	125
30			FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	125
37			FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	125
45	Moeller NZMB2-A160		FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	160
55			FRS-R-200	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	160
75	Moeller NZMB2-A250		FRS-R-200	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	200
90			FRS-R-250	KTS-R-250	JKS-200	JJS-200	200

5

Tabla 5.16 Magnetotérmicos y fusibles

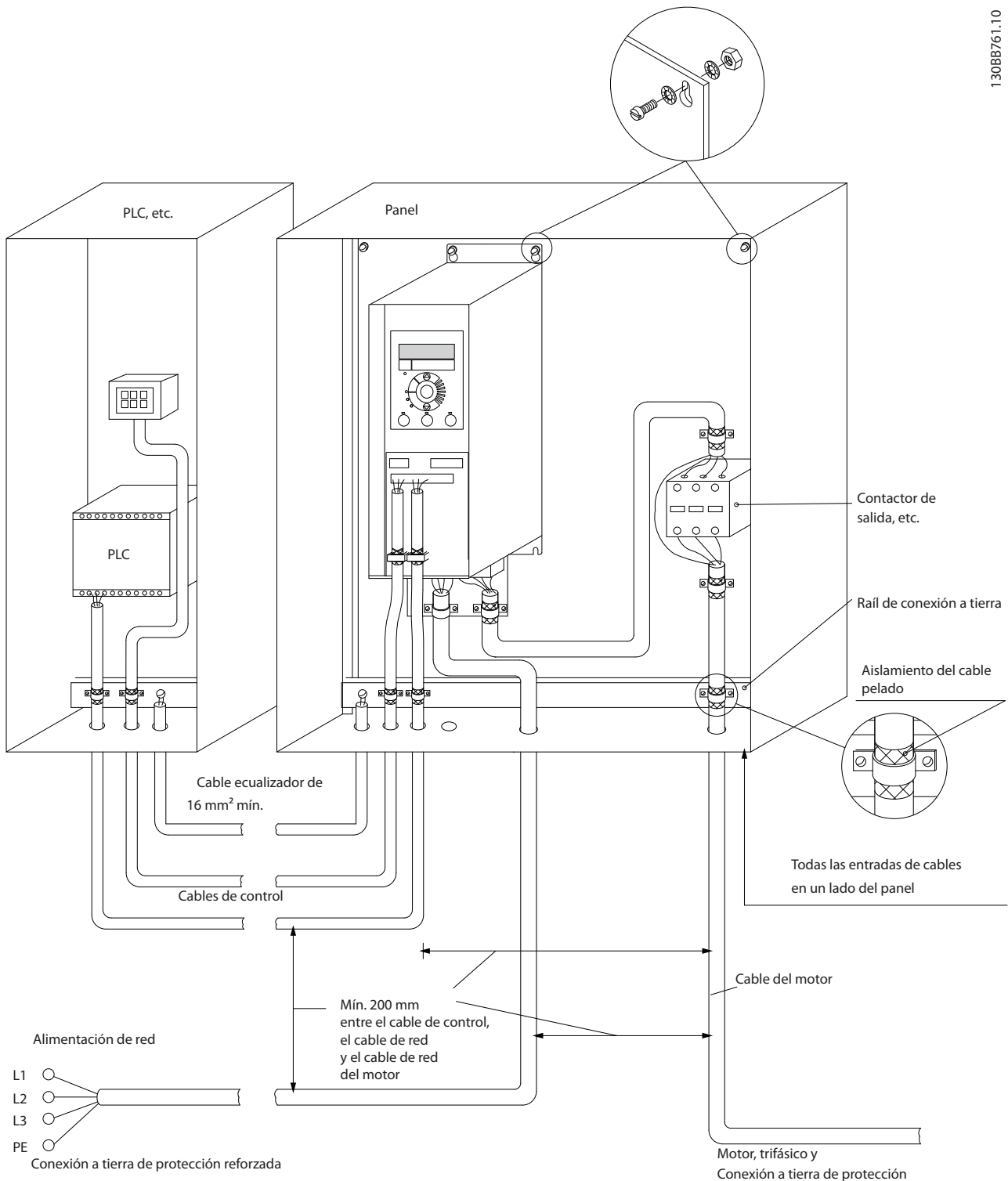
### 5.2.4 Instalación eléctrica conforme a EMC

Puntos generales que deben respetarse para asegurar una instalación correcta en cuanto a compatibilidad electromagnética (sinusoidal).

- Utilice únicamente cables de motor y de control apantallados / blindados.
- Conecte el apantallamiento a tierra en ambos extremos.
- Evite una instalación con extremos de apantallamiento retorcidos en espiral (cables de conexión flexibles), ya que anulará el efecto de apantallamiento a altas frecuencias. Utilice en su lugar las abrazaderas de cable suministradas.
- Es importante asegurar que la placa de instalación tiene un buen contacto eléctrico con el armario metálico del convertidor de frecuencia a través de los tornillos de instalación.

- Utilice arandelas de seguridad y placas de instalación conductoras galvánicamente.
- No utilice cables de motor no apantallados / no blindados en los alojamientos de instalación.

5



130BB761.10

Ilustración 5.20 Instalación eléctrica correcta en cuanto a sinusoidal

**AVISO!**

Para Norteamérica, utilice conductos de metal en lugar de cables apantallados.

### 5.2.5 Terminales de control

IP20 200-240 V 0,25-11 kW e IP20 380-480 V 0,37-22 kW:

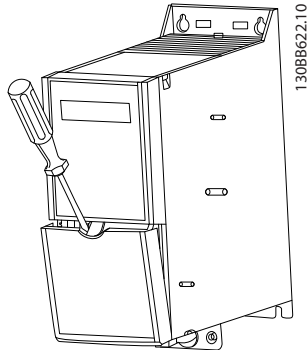


Ilustración 5.21 Ubicación de los terminales de control

1. Coloque un destornillador detrás de la tapa de terminal para activar la presión.
2. Incline el destornillador hacia fuera para abrir la tapa.

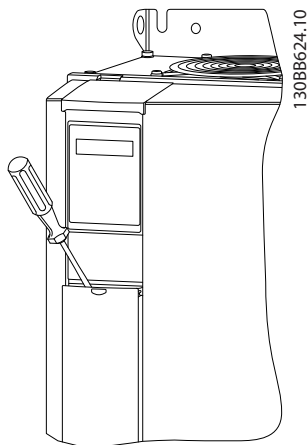


Ilustración 5.22 IP20 380-480 V 30-90 kW

1. Coloque un destornillador detrás de la tapa de terminal para activar la presión.
2. Incline el destornillador hacia fuera para abrir la tapa.

El modo de entrada digital 18, 19 y 27 se ajusta en el *5-00 Digital Input Mode* (PNP es el valor predeterminado) y el modo de entrada digital 29 se ajusta en el *5-03 Digital Input 29 Mode* (PNP es el valor predeterminado).

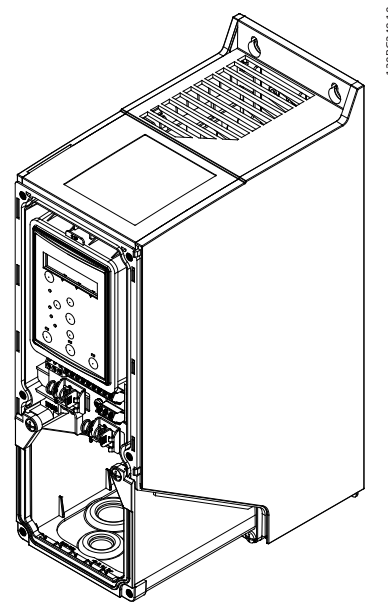


Ilustración 5.23 IP54 400 V 0,75-7,5 kW

1. Retire la tapa frontal.

#### Terminales de control

Ilustración 5.24 muestra todos los terminales de control del convertidor. Al aplicar Arrancar (term. 18), la conexión entre terminal 12-27 y una referencia analógica (term. 53 o 54 y 55), el convertidor de frecuencia se pone en funcionamiento.

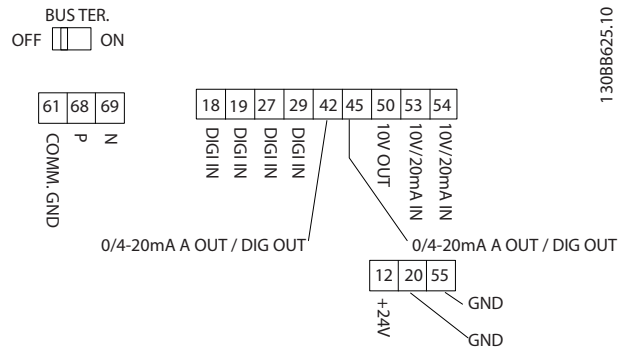


Ilustración 5.24 Terminales de control

## 6 Instrucciones de programación

### 6.1 Programación con MCT 10 Software de configuración

El convertidor de frecuencia puede programarse desde un PC a través del puerto de comunicaciones RS-485 instalando el MCT 10 Software de configuración. Este software puede bien solicitarse usando el número de código 130B1000, o bien descargarse desde el sitio web: [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/software-download](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/software-download).

### 6.2 Panel de control local (LCP)

El LCP se divide en cuatro grupos de funciones.

- A. Pantalla
- B. Tecla de menú
- C. Teclas de navegación y luces indicadoras (LED)
- D. Teclas de funcionamiento y luces indicadoras (LED)

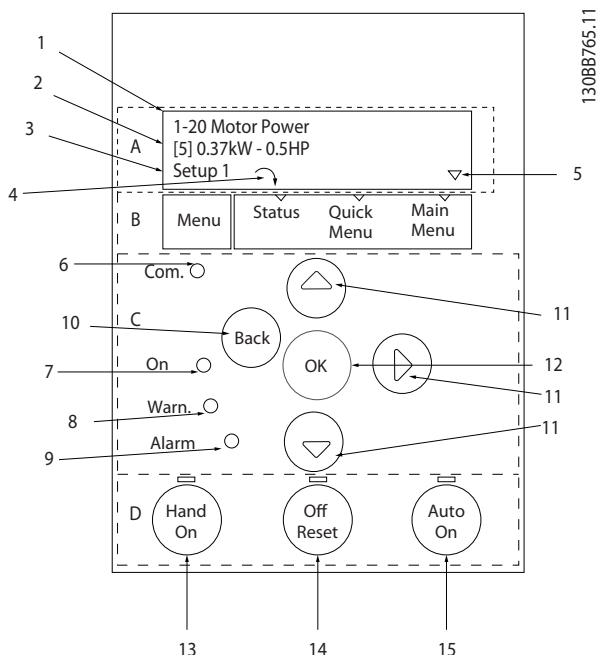


Ilustración 6.1 Panel de control local (LCP)

#### A. Pantalla

La pantalla LCD tiene retroiluminación y cuenta con 2 líneas alfanuméricas. Todos los datos se visualizan en el LCP.

La información puede leerse en la pantalla.

1	Número y nombre del parámetro.
2	Valor del parámetro.
3	El número de ajuste muestra el ajuste activo y el ajuste editado. Si el mismo ajuste actúa como ajuste activo y editado, solo se mostrará ese número de ajuste (ajuste de fábrica). Cuando difieren el ajuste activo y el editado, ambos números se muestran en la pantalla (ajuste 12). El número intermitente indica el ajuste editado.
4	El sentido de giro del motor aparece en la parte inferior izquierda de la pantalla, con una pequeña flecha al lado que señala en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario.
5	El triángulo indica si el LCP está en estado, menú rápido o menú principal.

Tabla 6.1 Leyenda de la Ilustración 6.1

#### B. Tecla de menú

Utilice la tecla de [Menú] para seleccionar entre estado, menú rápido o menú principal.

#### C. Teclas de navegación y luces indicadoras (LED)

6	Led COM: parpadea cuando la comunicación de bus está comunicando.
7	LED verde / encendido: la sección de control está funcionando.
8	LED amarillo / advertencia: indica una advertencia.
9	LED rojo intermitente / alarma: indica una alarma.
10	[Back]: para ir al paso o nivel anterior en la estructura de navegación.
11	[▲] [▼] [▶]: se utilizan para desplazarse entre grupos de parámetros, entre parámetros y dentro de estos. También puede usarse para ajustar la referencia local.
12	[OK]: para seleccionar un parámetro y aceptar los cambios en una configuración de parámetro.

Tabla 6.2 Leyenda de la Ilustración 6.1

D. Teclas de funcionamiento y luces indicatoras (LED)

13	[Hand On]: arranca el motor y activa el control del convertidor de frecuencia a través del LCP. <b>AVISO!</b> Terminal 27 Entrada digital (5-12 Terminal 27 Digital Input) tiene inercia inversa como ajuste predeterminado. Esto significa que [Hand On] no arranca el motor si no hay 24 V en el terminal 27. Conecte el terminal 12 al terminal 27.
14	[Off / Reset]: detiene el motor (Off). Si está en modo de alarma, la alarma se reinicia.
15	[Auto On]: el convertidor de frecuencia puede controlarse mediante terminales de control o mediante comunicación serie.

Tabla 6.3 Leyenda de la Ilustración 6.1

6.3 Menús

6.3.1 Menú de estado

Las opciones de selección del menú Estado son:

- Frecuencia del motor [Hz], 16-13 Frequency
- Intensidad del motor [A], 16-14 Motor current
- Referencia de velocidad del motor en porcentaje [%], 16-02 Reference [%]
- Realimentación, 16-52 Feedback[Unit]
- Potencia del motor [kW] (si 0-03 Regional Settings se ajusta en [1] Norteamérica, la potencia del motor se muestra en la unidad de CV en lugar de kW), 16-10 Power [kW] para kW, 16-11 Power [hp] para CV
- Lectura personalizada 16-09 Custom Readout

6.3.2 Menú rápido

Utilice el menú rápido para programar las funciones más habituales del VLT® HVAC Basic . El menú rápido está formado por:

- el asistente para aplicaciones de lazo abierto,
- el asistente de configuración de lazo cerrado,
- el ajuste del motor,
- los cambios realizados.

6.3.3 Asistente de arranque para aplicaciones de lazo abierto

El menú asistente integrado guía al instalador por el ajuste del convertidor de frecuencia para ajustar una aplicación de lazo abierto. Una aplicación de lazo abierto es aquí una aplicación con una señal de arranque, una referencia analógica (intensidad o tensión) y opcionalmente también señales de relé (pero no se aplica ninguna señal de realimentación desde el proceso).

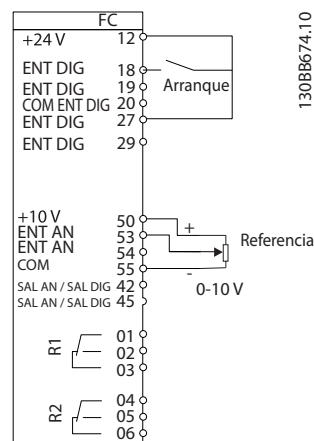


Ilustración 6.2 Ajuste del convertidor de frecuencia

El asistente aparece inicialmente tras el encendido hasta que se haya cambiado algún parámetro. Siempre se puede volver a acceder al asistente a través del menú rápido. Pulse [OK] para iniciar el asistente. Pulse [Back] para volver a la pantalla de estado.

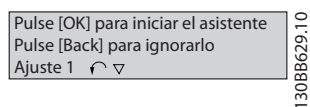
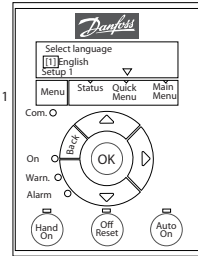


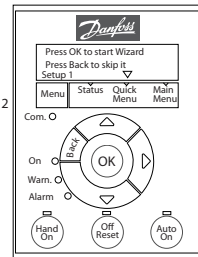
Ilustración 6.3 Asistente

At power up the user is asked to choose the preferred language.

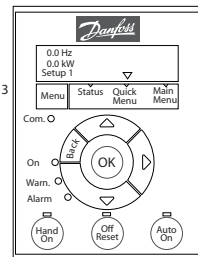


Power Up Screen

The next screen will be the Wizard screen.

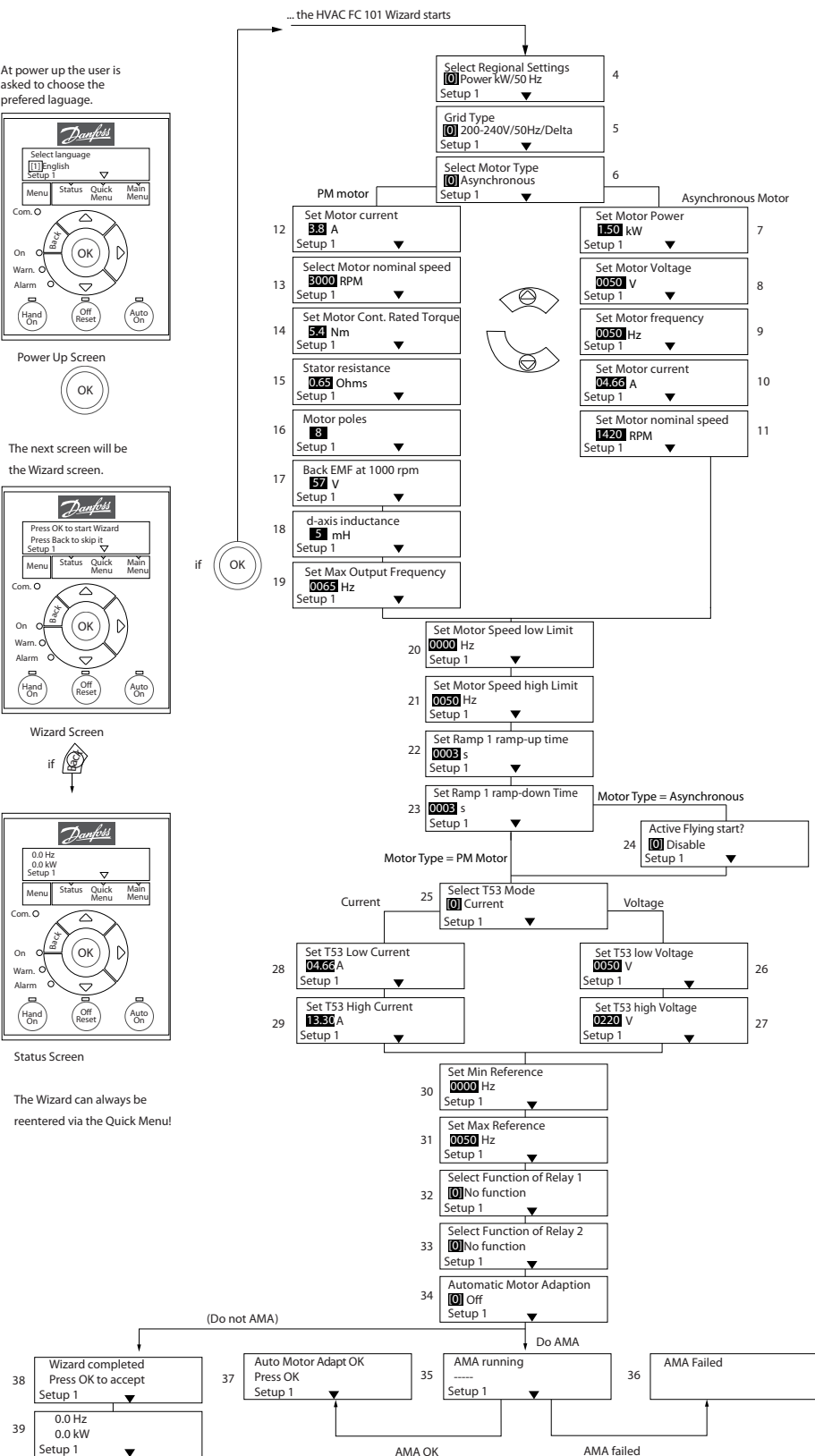


Wizard Screen



Status Screen

The Wizard can always be reentered via the Quick Menu!



130BC244.11

Ilustración 6.4 Asistente de configuración de lazo abierto



**Asistente de arranque para aplicaciones de lazo abierto**

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
0-03 Regional Settings	[0] Internacional [1] Norteamérica	0	
0-06 GridType	[0] 200-240 V / 50 Hz / red IT [1] 200-240 V / 50 Hz / triángulo [2] 200-240 V / 50 Hz [10] 380-440 V / 50 Hz / red IT [11] 380-440 V / 50 Hz / triángulo [12] 380-440 V / 50 Hz [20] 440-480 V / 50 Hz / red IT [21] 440-480 V / 50 Hz / triángulo [22] 440-480 V / 50 Hz [30] 525-600 V / 50 Hz / red IT [31] 525-600 V / 50 Hz / triángulo [32] 525-600 V / 50 Hz [100] 200-240 V / 60 Hz / red IT [101] 200-240 V / 60 Hz / triángulo [102] 200-240 V / 60 Hz [110] 380-440 V / 60 Hz / red IT [111] 380-440 V / 60 Hz / triángulo [112] 380-440 V / 60 Hz [120] 440-480 V / 60 Hz / red IT [121] 440-480 V / 60 Hz / triángulo [122] 440-480 V / 60 Hz [130] 525-600 V / 60 Hz / red IT [131] 525-600 V / 60 Hz / triángulo [132] 525-600 V / 60 Hz	Depende del tamaño	Seleccione el modo de funcionamiento cuando se vuelve a conectar el convertidor de frecuencia a la tensión de red después de apagarlo.
1-10 Motor Construction	*[0] Asíncrono [1] PM no saliente SPM	[0] Asíncrono	Si ajusta el valor de los parámetros puede cambiar estos parámetros: 1-01 Motor Control Principle 1-03 Torque Characteristics 1-14 Damping Gain 1-15 Low Speed Filter Time Const 1-16 High Speed Filter Time Const 1-17 Voltage filter time const 1-20 Motor Power 1-22 Motor Voltage 1-23 Motor Frequency 1-24 Motor Current 1-25 Motor Nominal Speed 1-26 Par nominal continuo 1-30 Stator Resistance (Rs) 1-33 Stator Leakage Reactance (X1) 1-35 Main Reactance (Xh) 1-37 d-axis Inductance (Ld) 1-39 Motor Poles 1-40 Back EMF at 1000 RPM 1-66 Min. Current at Low Speed 1-72 Start Function 1-73 Flying Start 4-19 Max Output Frequency 4-58 Missing Motor Phase Function
1-20 Motor Power	0,12-110 kW / 0,16-150 CV	Depende del tamaño	Introduzca la potencia del motor que indica la placa de características.

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
1-22 Motor Voltage	50,0-1000,0 V	Depende del tamaño	Introduzca la tensión del motor que figura en la placa de características.
1-23 Motor Frequency	20,0-400,0 Hz	Depende del tamaño	Introduzca la frecuencia de motor que figura en la placa de características del mismo.
1-24 Motor Current	0,01-10 000,00 A	Depende del tamaño	Introduzca la intensidad del motor según los datos de la placa de características.
1-25 Motor Nominal Speed	100,0-9999,0 r/min	Depende del tamaño	Introduzca la velocidad nominal según los datos de la placa de características.
1-26 Motor Cont. Rated Torque	0.1-1000.0	Depende del tamaño	Este parámetro está disponible solo cuando el Diseño de <i>1-10 Motor Construction</i> se ajusta en [1] <i>PM no saliente SPM</i> . <b>AVISO!</b> El cambio de este parámetro afecta al valor de otros parámetros.
1-29 Automatic Motor Adaption (AMA)	Consulte 1-29 Automatic Motor Adaption (AMA)	Apagado	La realización de un procedimiento AMA optimiza el rendimiento del motor.
1-30 Stator Resistance (Rs)	0.000-99.990	Depende del tamaño	Fije el valor de resistencia del estátor.
1-37 d-axis Inductance (Ld)	0-1000	Depende del tamaño	Introduzca el valor de la inductancia del eje d. Obtenga el valor de las características del motor de magnetización permanente. La inductancia del eje d no puede encontrarse realizando un AMA.
1-39 Motor Poles	2-100	4	Introduzca el n.º de polos del motor.
1-40 Back EMF at 1000 RPM	10-9000	Depende del tamaño	Tensión de fuerza contraelectromotriz RMS línea-línea a 1000 r/min
1-73 Flying Start			Si se selecciona PM, función de Motor en giro está activado y no puede desactivarse
1-73 Flying Start	[0] Desactivado [1] Activado	0	Seleccione [1] <i>Activado</i> para que el convertidor de frecuencia atrape al motor en giro por corte de red. Seleccione [0] <i>Desactivado</i> si no se requiere esta función. Si está activado, <i>1-71 Start Delay</i> y <i>1-72 Start Function</i> no tiene función. está activa solo en modo VVC <sup>plus</sup> .
3-02 Minimum Reference	-4999-4999	0	La referencia mínima es el valor mínimo que puede obtenerse sumando todas las referencias.
3-03 Maximum Reference	-4999-4999	50	La referencia máxima es el valor mínimo que puede obtenerse sumando todas las referencias.
3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	0,05-3600,0 s	Depende del tamaño	El tiempo de aceleración de rampa desde 0 a <i>1-23 Motor Frequency</i> nominal si se ha seleccionado motor asíncrono; tiempo de rampa de aceleración desde 0 hasta <i>1-25 Motor Nominal Speed</i> si se ha seleccionado motor PM.
3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	0,05-3600,0 s	Depende del tamaño	Tiempo de desaceleración de rampa desde <i>1-23 Motor Frequency</i> nominal hasta 0 si se ha seleccionado motor asíncrono; tiempo de desaceleración de rampa desde <i>1-25 Motor Nominal Speed</i> hasta 0 si se ha seleccionado motor PM.
4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0,0-400 Hz	0 Hz	Introduzca el límite mínimo para la velocidad del motor.
4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	0,0-400 Hz	65 Hz	Introduzca el límite máximo para la velocidad alta.
4-19 Max Output Frequency	0-400	Depende del tamaño	Introduzca el valor máximo de frecuencia de salida.

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
5-40 Function Relay [0] Relé de función	Consulte 5-40 Function Relay	Alarma	Seleccione la función para controlar el relé de salida 1.
5-40 Function Relay [1] Relé de función	Consulte 5-40 Function Relay	Funcionamiento	Seleccione la función para controlar el relé de salida 2.
6-10 Terminal 53 Low Voltage	0-10 V	0,07 V	Introduzca la tensión que corresponda al valor de referencia bajo.
6-11 Terminal 53 High Voltage	0-10 V	10 V	Introduzca la tensión que corresponda al valor de referencia alto.
6-12 Terminal 53 Low Current	0-20 mA	4	Introduzca la intensidad que corresponda al valor de referencia bajo.
6-13 Terminal 53 High Current	0-20 mA	20	Introduzca la intensidad que corresponda al valor de referencia alto.
6-19 Terminal 53 mode	[0] Intensidad [1] Tensión	1	Seleccione si el terminal 53 se utiliza para entrada de intensidad o de tensión.

Tabla 6.4 Aplicación de lazo abierto

6

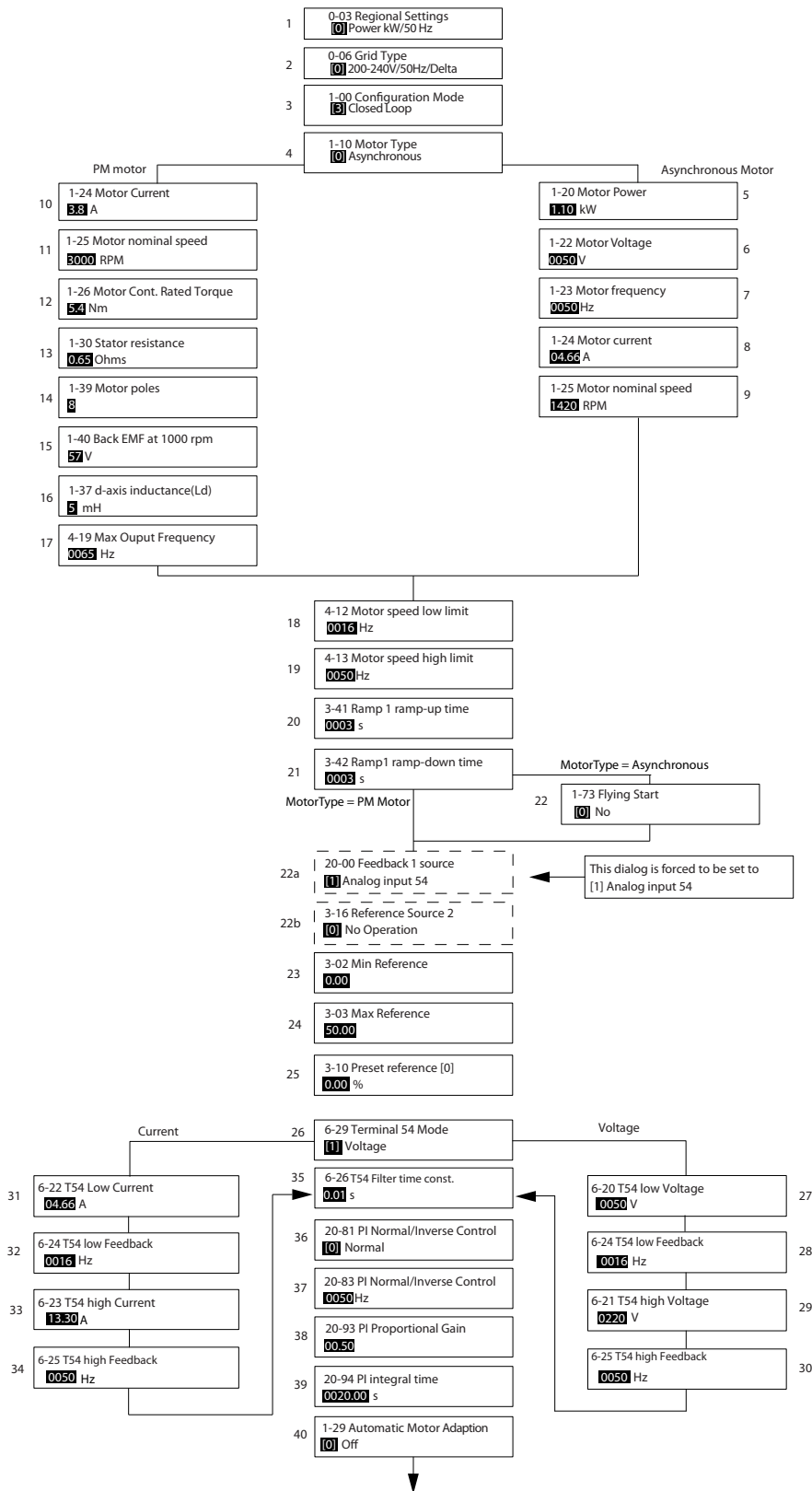


Ilustración 6.5 Asistente de configuración de lazo cerrado

**Asistente de configuración de lazo cerrado**

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
0-03 Regional Settings	[0] Internacional [1] Norteamérica	0	
0-06 GridType	[0] -[132] consulte el asistente de arranque para aplicaciones de lazo abierto	Tamaño seleccionado	Seleccione el modo de funcionamiento cuando se vuelve a conectar el convertidor de frecuencia a la tensión de red después de apagarlo.
1-00 Configuration Mode	[0] Lazo abierto [3] Lazo cerrado	0	Cambie este parámetro a Lazo cerrado.
1-10 Motor Construction	*[0] Asíncrono [1] PM no saliente SPM	[0] Asíncrono	Si ajusta el valor de los parámetro podría cambiar estos parámetros: 1-01 Motor Control Principle 1-03 Torque Characteristics 1-14 Damping Gain 1-15 Low Speed Filter Time Const 1-16 High Speed Filter Time Const 1-17 Voltage filter time const 1-20 Motor Power 1-22 Motor Voltage 1-23 Motor Frequency 1-25 Motor Nominal Speed 1-26 Motor Cont. Rated Torque 1-30 Stator Resistance (Rs) 1-33 Stator Leakage Reactance (Xl) 1-35 Main Reactance (Xh) 1-37 d-axis Inductance (Ld) 1-39 Motor Poles 1-40 Back EMF at 1000 RPM 1-66 Min. Current at Low Speed 1-72 Start Function 1-73 Flying Start 4-19 Max Output Frequency 4-58 Missing Motor Phase Function
1-20 Motor Power	0,09-110 kW	Depende del tamaño	Introduzca la potencia del motor que indica la placa de características.
1-22 Motor Voltage	50,0-1000,0 V	Depende del tamaño	Introduzca la tensión del motor que figura en la placa de características.
1-23 Motor Frequency	20,0-400,0 Hz	Depende del tamaño	Introduzca la frecuencia de motor que figura en la placa de características del mismo.
1-24 Motor Current	0,0-10 000,00 A	Depende del tamaño	Introduzca la intensidad del motor según los datos de la placa de características.
1-25 Motor Nominal Speed	100,0-9999,0 r/min	Depende del tamaño	Introduzca la velocidad nominal según los datos de la placa de características.
1-26 Motor Cont. Rated Torque	0.1-1000.0	Depende del tamaño	Este parámetro está disponible solo cuando el Diseño de 1-10 Motor Construction se ajusta en [1] PM no saliente SPM. <b>AVISO!</b> El cambio de este parámetro afecta al valor de otros parámetros.
1-29 Automatic Motor Adaption (AMA)		Apagado	La realización de un procedimiento AMA optimiza el rendimiento del motor.
1-30 Stator Resistance (Rs)	0.000-99.990	Depende del tamaño	Fije el valor de resistencia del estátor.

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
1-37 d-axis Inductance (Ld)	0-1000	Depende del tamaño	Introduzca el valor de la inductancia del eje d. Obtenga el valor de las características del motor de magnetización permanente. La inductancia del eje d no puede encontrarse realizando un AMA.
1-39 Motor Poles	2-100	4	Introduzca el n.º de polos del motor.
1-40 Back EMF at 1000 RPM	10-9000	Depende del tamaño	Tensión de fuerza contraelectromotriz RMS línea-línea a 1000 r/min
1-73 Flying Start	[0] Desactivado [1] Activado	0	Seleccione [1] <i>Activado</i> para que el convertidor de frecuencia pueda atrapar un motor en giro, es decir, aplicaciones de ventilador. Si PM está seleccionado, está activado función de Motor en giro.
3-02 Minimum Reference	-4999-4999	0	La referencia mínima es el valor mínimo que puede obtenerse sumando todas las referencias.
3-03 Maximum Reference	-4999-4999	50	La referencia máxima es el valor más alto que puede obtenerse sumando todas las referencias.
3-10 Preset Reference	-100-100%	0	Introduzca el punto de ajuste
3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	0,05-3600,0 s	Depende del tamaño	El tiempo de aceleración de rampa desde 0 a 1-23 <i>Motor Frequency</i> nominal si se ha seleccionado motor asíncrono; tiempo de aceleración de rampa desde 0 hasta 1-25 <i>Motor Nominal Speed</i> si se ha seleccionado motor PM.
3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	0,05-3600,0 s	Depende del tamaño	Tiempo de desaceleración de rampa desde 1-23 <i>Motor Frequency</i> nominal hasta 0 si se ha seleccionado motor asíncrono; tiempo de desaceleración de rampa desde 1-25 <i>Motor Nominal Speed</i> hasta 0 si se ha seleccionado motor PM.
4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0,0-400 Hz	0,0 Hz	Introduzca el límite mínimo para la velocidad del motor.
4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	0-400 Hz	65 Hz	Introduzca el límite mínimo para la velocidad alta.
4-19 Max Output Frequency	0-400	Depende del tamaño	Introduzca el valor máximo de frecuencia de salida.
6-29 Terminal 54 mode	[0] Intensidad [1] Tensión	1	Seleccione si el terminal 54 se utiliza para entrada de intensidad o de tensión.
6-20 Terminal 54 Low Voltage	0-10 V	0,07 V	Introduzca la tensión que corresponda al valor de referencia bajo.
6-21 Terminal 54 High Voltage	0-10 V	10 V	Introduzca la tensión que corresponda al valor de referencia bajo alto.
6-22 Terminal 54 Low Current	0-20 mA	4	Introduzca la intensidad que corresponda al valor de referencia alto.
6-23 Terminal 54 High Current	0-20 mA	20	Introduzca la intensidad que corresponda al valor de referencia alto.
6-24 Terminal 54 Low Ref./Feedb. Value	-4999-4999	0	Introduzca el valor de realimentación que corresponda a la tensión o la intensidad ajustada en los 6-20 <i>Terminal 54 Low Voltage</i> / 6-22 <i>Terminal 54 Low Current</i> .

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
6-25 Terminal 54 High Ref./Feedb. Value	-4999-4999	50	Introduzca el valor de realimentación que corresponda a la tensión o la intensidad ajustada en los 6-21 <i>Terminal 54 High Voltage</i> / 6-23 <i>Terminal 54 High Current</i> .
6-26 Terminal 54 Filter Time Constant	0-10 s	0,01	Introduzca la constante de tiempo de filtro.
20-81 PI Normal/ Inverse Control	[0] Normal [1] Inversa	0	Seleccione [0] <i>Normal</i> para ajustar el control de proceso para aumentar la velocidad de salida cuando el error de proceso sea positivo. Seleccione [1] <i>Inversa</i> para reducir la velocidad de salida.
20-83 PI Start Speed [Hz]	0-200 Hz	0	Introduzca la velocidad del motor que se debe alcanzar como señal de arranque para iniciar el control de PI.
20-93 PI Proportional Gain	0-10	0,01	Introduzca la ganancia proporcional del controlador de procesos. Se obtiene un control rápido con una amplificación alta. No obstante, si la amplificación es demasiado grande, puede que el proceso se vuelva inestable.
20-94 PI Integral Time	0,1-999,0 s	999,0 s	Introduzca el tiempo integral del controlador de procesos. Obtenga control rápido mediante un tiempo integral corto, aunque si es demasiado corto, el proceso es inestable. Un tiempo integral demasiado largo desactiva la acción de la integral.

Tabla 6.5 Aplicación de lazo cerrado

### Configuración del motor

El menú rápido de configuración del motor le guía a través de los parámetros del motor necesarios.

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
0-03 Regional Settings	[0] Internacional [1] Norteamérica	0	
0-06 GridType	[0] -[132] consulte el asistente de arranque para aplicaciones de lazo abierto	Tamaño seleccionado	Seleccione el modo de funcionamiento cuando se vuelve a conectar el convertidor de frecuencia a la tensión de red después de apagarlo.
1-10 Motor Construction	*[0] Asíncrono [1] PM no saliente SPM	[0] Asíncrono	
1-20 Motor Power	0,12-110 kW / 0,16-150 CV	Depende del tamaño	Introduzca la potencia del motor que indica la placa de características.
1-22 Motor Voltage	50,0-1000,0 V	Depende del tamaño	Introduzca la tensión del motor que figura en la placa de características.
1-23 Motor Frequency	20,0-400,0 Hz	Depende del tamaño	Introduzca la frecuencia de motor que figura en la placa de características del mismo.
1-24 Motor Current	0,01-10 000,00 A	Depende del tamaño	Introduzca la intensidad del motor según los datos de la placa de características.
1-25 Motor Nominal Speed	100,0-9999,0 r/min	Depende del tamaño	Introduzca la velocidad nominal según los datos de la placa de características.

Parámetro	Rango	Ajustes	Función
1-26 Motor Cont. Rated Torque	0.1-1000.0	Depende del tamaño	Este parámetro está disponible solo cuando el Diseño de <i>1-10 Motor Construction</i> se ajusta en [1] <i>PM no saliente SPM</i> . <b>AVISO!</b> El cambio de este parámetro afecta al valor de otros parámetros.
1-30 Stator Resistance (Rs)	0.000-99.990	Depende del tamaño	Fije el valor de resistencia del estátor.
1-37 d-axis Inductance (Ld)	0-1000	Depende del tamaño	Introduzca el valor de la inductancia del eje d. Obtenga el valor de las características del motor de magnetización permanente. La inductancia del eje d no puede encontrarse realizando un AMA.
1-39 Motor Poles	2-100	4	Introduzca el n.º de polos del motor.
1-40 Back EMF at 1000 RPM	10-9000	Depende del tamaño	Tensión de fuerza contraelectromotriz RMS línea-línea a 1000 r/min
1-73 Flying Start	[0] Desactivado [1] Activado	0	Seleccione [1] <i>Activado</i> para que el convertidor de frecuencia pueda atrapar un motor en giro.
3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	0,05-3600,0 s	Depende del tamaño	Tiempo de rampa de aceleración desde 0 hasta <i>1-23 Motor Frequency</i> nominal
3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	0,05-3600,0 s	Depende del tamaño	Tiempo de rampa de deceleración desde <i>1-23 Motor Frequency</i> nominal hasta 0
4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]	0,0-400 Hz	0,0 Hz	Introduzca el límite mínimo para la velocidad del motor.
4-14 Motor Speed High Limit [Hz]	0,0-400 Hz	65	Introduzca el límite máximo para la velocidad alta.
4-19 Max Output Frequency	0-400	Depende del tamaño	Introduzca el valor máximo de frecuencia de salida.

Tabla 6.6 Parámetros del motor



**Cambios realizados**

«Cambios realizados» enumera todos los parámetros cambiados desde los ajustes de fábrica. En «Cambios realizados» solo se visualizan los parámetros modificados en el ajuste de edición actual.

Si el valor del parámetro se vuelve a modificar según el valor del ajuste de fábrica, el parámetro NO se enumerará en «Cambios realizados».

1. Pulse [Menu] para entrar en el menú rápido hasta que el indicador de la pantalla se coloque encima del menú rápido.
2. Pulse [▲] [▼] para seleccionar el asistente, el ajuste de lazo cerrado, los ajustes de motor o cambios realizados. Después pulse [OK].
3. Pulse [▲] [▼] para desplazarse por los parámetros del Menú rápido.
4. Pulse [OK] para seleccionar un parámetro.
5. Pulse [▲] [▼] para cambiar el valor de ajuste de un parámetro.
6. Pulse [OK] para aceptar el cambio.
7. Pulse [Back] dos veces para entrar en «Estado», o bien pulse [Menu] una vez para entrar en «Menú principal».

**6.3.4 Menú principal**

[Main Menu] se utiliza para acceder a todos los parámetros y programarlos. El acceso a los parámetros del menú principal es inmediato, salvo que se haya creado una contraseña mediante *0-60 Main Menu Password*.

Para la mayoría de las aplicaciones VLT® HVAC Basic no es necesario acceder a los parámetros del menú principal, en su lugar el menú rápido proporciona el acceso más rápido y sencillo a los parámetros más habituales.

El menú principal proporciona acceso a todos los parámetros.

1. Pulse [Menu] hasta que el indicador de la pantalla se coloque sobre «Menú principal».
2. Pulse [▲] [▼] para desplazarse por los grupos de parámetros.
3. Pulse [OK] para seleccionar un grupo de parámetros.
4. Pulse [▲] [▼] para desplazarse por los parámetros de ese grupo en concreto.
5. Pulse [OK] para seleccionar el parámetro.
6. Pulse [▲] [▼] para ajustar / cambiar el valor del parámetro.

Pulse [Back] para volver a un nivel anterior.

**6.4 Transferencia rápida de ajustes de parámetros entre varios convertidores de frecuencia**

Una vez que se ha completado la configuración de un convertidor de frecuencia, (Danfoss) recomienda que almacene los datos en el LCP o en un PC utilizando la herramienta MCT 10 Software de configuración.

**Transferencia de datos del convertidor de frecuencia al LCP:**

**⚠ ADVERTENCIA**

Antes de realizar esta operación, pare el motor.

1. Vaya a *0-50 LCP Copy*
2. Pulse [OK].
3. Seleccione [1] *Trans. LCP tod. par.*
4. Pulse [OK].

Conecte el LCP a otro convertidor de frecuencia y copiar los ajustes de parámetros en dicho convertidor.

**Transferencia de datos del LCP al convertidor de frecuencia:**

**⚠ ADVERTENCIA**

Antes de realizar esta operación, pare el motor.

1. Vaya a *0-50 LCP Copy*
2. Pulse [OK].
3. Seleccione [2] *Tr d LCP tod. par.*
4. Pulse [OK].

**6.5 Lectura y programación de parámetros indexados**

Seleccione el parámetro, pulse [OK] y pulse [▲] / [▼] para desplazarse por los valores indexados. Para cambiar el valor del parámetro, seleccione el valor indexado y pulse [OK]. Para cambiar el valor, pulse [▲] / [▼]. Pulse [OK] para aceptar el nuevo ajuste. Pulse [Cancel] para anular. Pulse [Back] para salir del parámetro.

## 6.6 Puede poner todos los parámetros del convertidor de frecuencia a los ajustes predeterminados de dos formas distintas

### Inicialización recomendada (a través de 14-22 Operation Mode)

1. Seleccione 14-22 Operation Mode.
2. Pulse [OK].
3. Seleccione [2] Inicialización y pulse [OK].
4. Desconecte la alimentación de red y espere a que se apague la pantalla.
5. Vuelva a conectar el suministro eléctrico. El convertidor de frecuencia ya está reiniciado.

### Salvo los siguientes parámetros:

- 8-30 Protocol
- 8-31 Address
- 8-32 Baud Rate
- 8-33 Parity / Stop Bits
- 8-35 Minimum Response Delay
- 8-36 Maximum Response Delay
- 8-37 Maximum Inter-char delay
- 8-70 BACnet Device Instance
- 8-72 MS/TP Max Masters
- 8-73 MS/TP Max Info Frames
- 8-74 "I am" Service
- 8-75 Intialisation Password
- De 15-00 Operating hours a 15-05 Over Volt's
- 15-03 Power Up's
- 15-04 Over Temp's
- 15-05 Over Volt's
- 15-30 Alarm Log: Error Code
- 15-4\* Id. dispositivo
- 1-06 Clockwise Direction

### Inicialización con dos dedos

1. Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia.
2. Pulse [OK] y [Menu].
3. Conecte la alimentación del convertidor de frecuencia mientras sigue presionando las teclas más de 10 s.
4. El convertidor de frecuencia ya está reiniciado, salvo los siguientes parámetros:

15-00 Operating hours

15-03 Power Up's

15-04 Over Temp's

15-05 Over Volt's

15-4\* Id. dispositivo

La inicialización de parámetros se confirma por AL80 en la pantalla tras el ciclo de potencia.

## 7 RS-485 Instalación y configuración

### 7.1 RS-485

#### 7.1.1 Descripción general

RS-485 es una interfaz de bus de dos cables compatible con la topología de red multipunto, es decir, en la que los nodos se pueden conectar como un bus o mediante cables conectados a una línea troncal común. Se pueden conectar un total de 32 nodos a un segmento de red.

Los repetidores dividen los segmentos de la red.

#### **AVISO!**

Cada repetidor funciona como un nodo dentro del segmento en el que está instalado. Cada nodo conectado en una red determinada debe tener una dirección de nodo única en todos los segmentos.

Cada segmento debe terminarse en ambos extremos, utilizando bien el conmutador de terminación (S801) del convertidor de frecuencia, o bien una red predispuesta de resistencias de terminación. Utilice siempre cable de par trenzado y apantallado (STP) para cablear el bus y siga siempre unas buenas prácticas de instalación.

Es importante disponer de una conexión a tierra de baja impedancia para el apantallamiento de cada nodo, también a frecuencias altas. Por ello, debe conectar una gran superficie del apantallamiento a tierra, por ejemplo, por medio de una abrazadera de cable o un prensacables conductor. Puede ser necesario utilizar cables ecualizadores de potencial para mantener el mismo potencial de tierra en toda la red, especialmente en instalaciones con grandes longitudes de cable.

Para evitar diferencias de impedancia, utilice siempre el mismo tipo de cable en toda la red. Cuando conecte un motor al convertidor de frecuencia, utilice siempre cable de motor apantallado.

Cable	Par trenzado apantallado (STP)
Impedancia [ $\Omega$ ]	120
Longitud del cable [m]	Máx. 1200 (incluidos los ramales conectables) Máx. 500 entre estaciones.

Tabla 7.1 Cable

#### 7.1.2 Conexión de red

Conecte el convertidor de frecuencia a la red RS-485 de la siguiente forma (consulte también la *Ilustración 7.1*):

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.

#### **AVISO!**

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

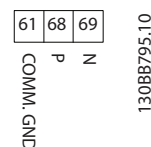


Ilustración 7.1 Conexión de red

### 7.1.3 Ajuste del hardware del convertidor de frecuencia

Utilice el interruptor DIP terminador de la placa de control principal del convertidor de frecuencia para terminar el bus RS-485.

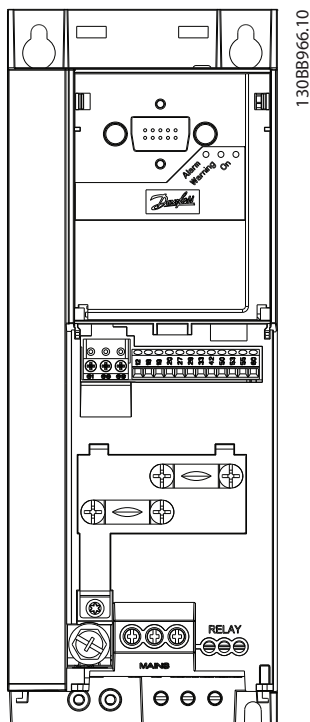


Ilustración 7.2 Ajuste de fábrica del interruptor terminador

El ajuste de fábrica del interruptor DIP está en OFF (desactivado).

### 7.1.4 Ajustes del convertidor de frecuencia para comunicación Modbus

Defina la configuración de comunicación RS-485

Parámetro	Función
8-30 Protocol	Seleccionar el protocolo de aplicación a utilizar en la interfaz RS-485
8-31 Address	Ajustar la dirección del nodo. <b>AVISO!</b> El rango de direcciones depende del protocolo seleccionado en <i>8-30 Protocol</i>
8-32 Baud Rate	Ajustar la velocidad en baudios. <b>AVISO!</b> La velocidad predeterminada depende del protocolo seleccionado en <i>8-30 Protocol</i>
8-33 Parity / Stop Bits	Ajustar la paridad y el número de bits de parada. <b>AVISO!</b> La selección predeterminada depende del protocolo seleccionado en <i>8-30 Protocol</i>
8-35 Minimum Response Delay	Especificar un tiempo mínimo de retardo entre la recepción de una petición y la transmisión de la respuesta. Esta función se utiliza para reducir el retardo de procesamiento del módem.
8-36 Maximum Response Delay	Especificar un tiempo de retardo máximo entre la transmisión de una petición y la recepción de una respuesta.
8-37 Maximum Inter-char delay	Especificar un tiempo de retardo máximo entre dos bytes recibidos para asegurar el tiempo límite si la transmisión se interrumpe.

Tabla 7.2 Configuración de los parámetros de comunicación Modbus

### 7.1.5 Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC)

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

#### **AVISO!**

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 in), pero (Danfoss) recomienda guardar la mayor distancia posible entre los cables, en particular cuando estos 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 bus de campo estándar de (Danfoss). Define una técnica de acceso conforme al principio maestro-auxiliar para las comunicaciones mediante un bus serie. Pueden conectarse al bus un maestro y un máximo de 126 auxiliares. El maestro selecciona los auxiliares individualmente mediante un carácter de dirección incluido en el telegrama. Un auxiliar no puede transmitir por sí mismo sin recibir previamente una petición para hacerlo, y tampoco es posible la transmisión directa de mensajes entre auxiliares. Las comunicaciones se producen en modo semidúplex.

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

La capa física es RS-485, utilizando, por tanto, el puerto RS-485 integrado en el convertidor de frecuencia. El protocolo FC admite varios formatos de telegrama:

- un formato breve de 8 bytes para datos de proceso,
- un formato largo de 16 bytes, que también incluye un canal de parámetros,
- un formato para textos.

### 7.2.1 FC con Modbus RTU

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

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

- Arranque
- Detener el convertidor de frecuencia de diversas formas:
  - Paro por inercia
  - Parada rápida
  - Parada por freno de CC
  - Parada (de rampa) normal
- Reinicio tras desconexión por avería
- Funcionamiento a diferentes 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 PI interno.

## 7.3 Configuración de red

### 7.3.1 Ajuste del convertidor de frecuencia

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

Parámetro	Ajuste
8-30 Protocol	FC
8-31 Address	1-126
8-32 Baud Rate	2400-115200
8-33 Parity / Stop Bits	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

Tabla 7.3

## 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 un bit de inicio. A continuación, se transfieren 8 bits de datos, que corresponden a un byte. Cada carácter está asegurado mediante un bit de paridad. Este bit se ajusta a «1» cuando alcanza la paridad. La paridad se da cuando hay un número equivalente de 1 s en los 8 bits de datos y en el bit de paridad en total. Un bit de parada completa un carácter, por lo que consta de 11 bits en total.

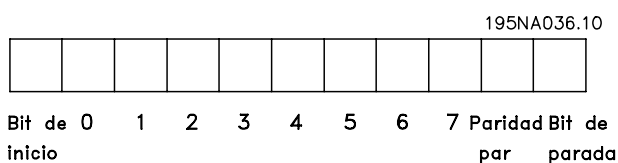


Ilustración 7.3 Contenido de un carácter

### 7.4.2 Estructura de telegramas

Cada telegrama tiene la siguiente estructura:

1. Carácter de inicio (STX) = 02 hex
2. Un byte que indica la longitud del telegrama (LGE)
3. Un byte que indica la dirección del convertidor de frecuencia (ADR)

A continuación, están los bytes de datos, en número variable según el tipo de telegrama.

Un byte de control de datos (BCC) completa el telegrama.

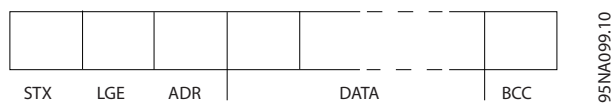


Ilustración 7.4

### 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.

4 bytes de datos	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 bytes
12 bytes de datos	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 bytes
Textos que contienen telegramas	10 <sup>1)</sup> +n bytes

Tabla 7.4 Longitud de los telegramas

<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)

#### Formato de dirección 1-126

Bit 7 = 1 (formato de dirección 1-126 activado)

Bit 0-6 = dirección del convertidor de frecuencia 1-126

Bit 0-6 = 0 transmisión

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

### 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, la suma de verificación calculada 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→auxiliar) como a telegramas de respuesta (auxiliar→maestro).

Los 3 tipos de telegrama son:

### Bloque de proceso (PCD)

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

- Código de control y valor de referencia (de maestro a auxiliar)
- Código de estado y frecuencia de salida actual (de auxiliar a maestro)



130BA269.10

Ilustración 7.5 Bloque de proceso

### Bloque de parámetros

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

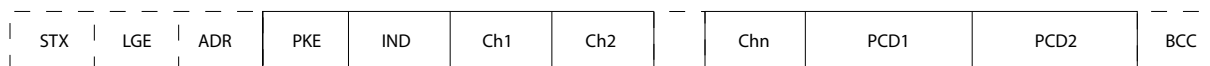
130BA271.10



Ilustración 7.6 Bloque de parámetros

### Bloque de texto

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



130BA270.10

Ilustración 7.7 Bloque de texto

### 7.4.7 El campo PKE

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

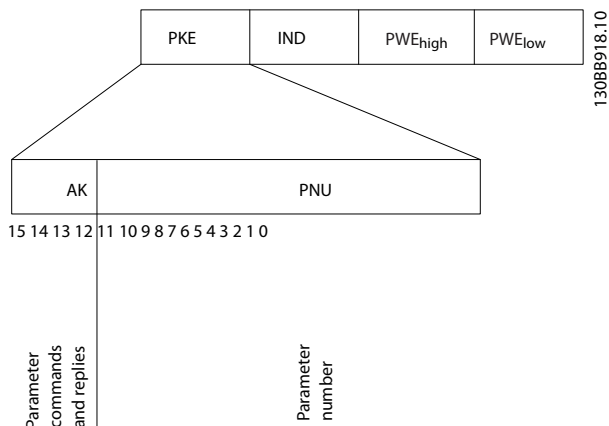


Ilustración 7.8 Campo PKE

Los bits de n.º 12 a 15 transfieren comandos de parámetros del maestro al auxiliar y devuelven las respuestas procesadas al maestro.

Comandos de parámetro maestro ⇒ auxiliar				
N.º de bit				Comando de parámetro
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sin comando
0	0	0	1	Leer valor de parámetro
0	0	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM (código)
0	0	1	1	Escribir valor de parámetro en RAM (doble código)
1	1	0	1	Escribir valor de parámetro en RAM y EEprom (doble código)
1	1	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM y EEprom (código)
1	1	1	1	Leer texto

Tabla 7.5 Comandos de parámetro

Respuesta auxiliar ⇒ maestro				
N.º de bit				Respuesta
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sin respuesta
0	0	0	1	Valor de parámetro transferido (código)
0	0	1	0	Valor de parámetro transferido (doble código)
0	1	1	1	El comando no se puede ejecutar.
1	1	1	1	texto transferido

Tabla 7.6 Respuesta

Si el comando no se puede realizar, el auxiliar envía esta respuesta:

0111 Comando no ejecutable

y devuelve el siguiente informe de fallo en el valor del parámetro:

Código de error	+ Especificación
0	Número de parámetro ilegal
1	El parámetro no puede modificarse
2	Se ha superado el límite superior o inferior
3	Subíndice deteriorado
4	Sin grupo
5	Tipo de dato erróneo
6	Sin uso
7	Sin uso
9	Elementos de descripción no disponibles
11	Sin acceso de escritura de parámetros
15	No hay texto disponible
17	No durante el funcionamiento
18	Otro error
100	
>100	
130	No hay acceso al bus para este parámetro
131	No es posible escribir en el ajuste de fábrica
132	No hay acceso al LCP
252	Telespectador desconocido
253	Solicitud no admitida
254	Atributo desconocido
255	Sin error

Tabla 7.7 Informe de auxiliar

### 7.4.8 Número de parámetro (PNU)

Los bits de 0 a 11 transfieren los números de parámetros. La función de los correspondientes parámetros se explica en la descripción de los parámetros en capítulo 6 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, 15-30 Alarm Log: Error Code. El índice consta de 2 bytes; un byte bajo y un byte alto.

Solo el byte bajo es utilizado como índice.



### 7.4.10 Valor de parámetro (PWE)

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

Si el auxiliar responde a una solicitud de parámetro (comando de lectura), el valor de parámetro actual en el bloque PWE se transfiere y devuelve al maestro. Si un parámetro contiene varias opciones de datos, p. ej., *0-01 Language*, selecciona el valor de dato introduciendo el valor en el bloque PWE. La comunicación en serie solo es capaz de leer parámetros que tienen el tipo de dato 9 (cadena de texto).

Del *15-40 FC Type* al *15-53 Power Card Serial Number* contienen datos de tipo 9.

Por ejemplo, se puede leer el tamaño del convertidor de frecuencia y el intervalo de tensión de red en *15-40 FC Type*. 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 (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».

#### 7.4.11 Tipos de datos admitidos por el convertidor de frecuencia

«Sin signo» significa que el telegrama no tiene ningún signo de funcionamiento.

Tipos de datos	Descripción
3	Entero 16
4	Entero 32
5	Sin signo 8
6	Sin signo 16
7	Sin signo 32
9	Cadena de texto

Tabla 7.8 Tipos de datos

### 7.4.12 Conversión

En el capítulo *Lista de parámetros* de la *Guía de programación* se muestran los distintos atributos de cada parámetro. Los valores de parámetros que se transfieren son únicamente números enteros. Para transferir decimales se utilizan factores de conversión.

*4-12 Motor Speed Low Limit [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

Tabla 7.9 Conversión

### 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 auxiliar)	Valor de referencia
Telegrama de control (auxiliar ⇒ maestro) Código de estado	Frecuencia de salida actual

Tabla 7.10 Códigos de proceso (PCD)

## 7.5 Ejemplos

### 7.5.1 Escritura del valor de un parámetro.

Cambie *4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* a 100 Hz. Escriba los datos en EEPROM.

PKE = E19E Hex - Escriba un único código en *4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*:

IND=0000 Hex

PWEALTO = 0000 Hex

PWEBAJO = 03E8 Hex

Valor de dato 1000, correspondiente a 100 Hz, consulte capítulo 7.4.12 Conversión.

El telegrama tendrá este aspecto:

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Ilustración 7.9 Telegrama

130BA092.10

**AVISO!**

4-14 Motor Speed High Limit [Hz] es un único código, y el comando de parámetro a grabar en la EEPROM es «E». El parámetro 4-14 es 19E en hexadecimal.

La respuesta del auxiliar al maestro es:

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Ilustración 7.10 Respuesta del maestro

130BA093.10

### 7.5.2 Lectura del valor de un parámetro

Lea el valor de 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time.

PKE = 1155 Hex - Lea el valor del parámetro en 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time.

IND=0000 Hex

PWE<sub>ALTO</sub> = 0000 Hex

PWE<sub>BAJO</sub> = 0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Ilustración 7.11 Telegrama

130BA094.10

Si el valor de 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time es 10 s, la respuesta del auxiliar al maestro será:

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Ilustración 7.12 Respuesta

130BA267.10

3E8 Hex corresponde a 1000 en decimal. El índice de conversión para el 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time es -2, es decir, 0,01.

3-41 Ramp 1 Ramp Up Time es del tipo Sin signo 32.

## 7.6 Visión general de Modbus RTU

### 7.6.1 Requisitos previos

(Danfoss) da por sentado que el controlador instalado es compatible con las interfaces mencionadas en este documento y que se siguen estrictamente todos los requisitos y limitaciones estipulados tanto en el controlador como en el convertidor de frecuencia.

### 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 cómo el Modbus RTU responde a las solicitudes de otro dispositivo y cómo se detectarán y se informará de los errores que se produzcan. También se establece un formato común para el diseño y los contenidos de los campos de mensajes.

Durante las comunicación en una red Modbus RTU, el protocolo determina:

- cómo cada controlador aprende su dirección de dispositivo
- cómo reconoce un mensaje dirigido a él
- cómo determina qué acciones debe efectuar
- cómo extrae cualquier dato o información incluida en el mensaje

Si se requiere una respuesta, el controlador construirá el mensaje de respuesta y lo enviará.

Los controladores se comunican utilizando una técnica maestro-auxiliar en la que solo un maestro puede iniciar transacciones (llamadas peticiones). Los auxiliares responden proporcionando al maestro los datos pedidos o realizando la acción solicitada en la petición.

El maestro puede dirigirse a un auxiliar individualmente o puede iniciar la transmisión de un mensaje a todos los auxiliares. Los auxiliares devuelven una respuesta a las peticiones que se les dirigen individualmente. No se responde a las peticiones transmitidas por el maestro. El protocolo Modbus RTU establece el formato para la petición del maestro proporcionando la dirección del dispositivo (o de la transmisión), un código de función que define la acción solicitada, los datos que se deban enviar y un campo de comprobación de errores. El mensaje de respuesta del auxiliar también se construye utilizando el protocolo Modbus. Contiene campos que confirman la acción realizada, los datos que se hayan de devolver y un campo de comprobación de errores. Si se produce un error en la recepción del mensaje, o si el auxiliar no puede realizar la acción solicitada, este genera un mensaje de error y lo envía en respuesta, o se produce un error de tiempo límite.

#### 7.6.4 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus

El convertidor de frecuencia se comunica en formato Modbus RTU a través de la interfaz RS-485 integrada. Modbus RTU proporciona acceso al código de control y a la referencia de bus del convertidor de frecuencia.

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

- Arranque
- Detener el convertidor de frecuencia de diversas formas:
  - Paro por inercia
  - Parada rápida
  - Parada por freno de CC
  - Parada (de rampa) normal
- Reinicio tras desconexión por avería
- Funcionamiento a velocidades predeterminadas
- Funcionamiento en sentido inverso
- Cambiar el ajuste activo
- Controlar el relé integrado del convertidor de frecuencia

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

### 7.7 Configuración de red

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

Parámetro	Ajuste
8-30 Protocol	Modbus RTU
8-31 Address	1-247
8-32 Baud Rate	2400-115200
8-33 Parity / Stop Bits	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

Tabla 7.11 Configuración de red

### 7.8 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU

#### 7.8.1 Convertidor de frecuencia con RTU Modbus

Los controladores están configurados para comunicarse en la red Modbus utilizando el modo RTU (Remote Terminal Unit), con cada byte de un mensaje conteniendo dos caracteres hexadecimales de 4 bits. El formato de cada byte se muestra en *Tabla 7.12*.

Bit de inicio	Byte de datos	Parada / paridad	Parada

Tabla 7.12 Formato de cada byte

Sistema de codificación	Binario de 8 bits, hexadecimal 0-9, A-F. Dos caracteres hexadecimales contenidos en cada campo de 8 bits del mensaje
Bits por byte	1 bit de inicio 8 bits de datos, el menos significativo enviado primero 1 bit de paridad par / impar; sin bit de no paridad 1 bit de parada si se utiliza paridad; 2 bits si no se usa paridad
Campo de comprobación de errores	Comprobación de redundancia cíclica (CRC)

#### 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 transmisión) y reconocer cuándo el mensaje se ha completado. Los mensajes parciales se detectan y se determinan los errores resultantes. Los

caracteres que se van a transmitir deben estar en formato hexadecimal 00 a FF en cada campo. El convertidor de frecuencia monitoriza continuamente el bus de red, también durante los intervalos «silenciosos». Cuando el primer campo (el campo de dirección) es recibido, cada convertidor de frecuencia o dispositivo lo descodifica para determinar a qué dispositivo se dirige. Los mensajes Modbus RTU dirigidos a cero son mensajes de transmisión. No se permiten respuestas a los mensajes de transmisión. En *Tabla 7.13*, se muestra un formato típico de mensaje.

Arranque	Dirección	Función	Datos	Comprobación CRC	Final
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N x 8 bits	16 bits	T1-T2-T3-T4

Tabla 7.13 Estructura típica de mensaje Modbus RTU

### 7.8.3 Campo de arranque / parada

El mensaje comienza con un periodo de silencio de al menos 3,5 intervalos de caracteres. Esto se implementa como un múltiplo de intervalos de caracteres a la velocidad en baudios seleccionada (mostrada como Arranque T1-T2-T3-T4). El primer campo a transmitir es la dirección del dispositivo. Tras el último carácter transmitido, un periodo similar de al menos 3,5 intervalos de carácter marca el fin del mensaje. Después de este periodo, puede comenzar otro mensaje. El formato completo del mensaje debe transmitirse como un flujo continuo. Si se produce un periodo de más de 1,5 intervalos de carácter antes de que se complete el formato, el dispositivo receptor descarta el mensaje incompleto y asume que el siguiente byte es el campo de dirección de un nuevo mensaje. De forma similar, si un nuevo mensaje comienza antes de 3,5 intervalos de carácter tras un mensaje previo, el dispositivo receptor lo considerará una continuación del mensaje anterior. Esto produce un error de tiempo límite (falta de respuesta por parte del auxiliar), porque el valor del campo CRC final no es válido para los mensajes combinados.

### 7.8.4 Campo de dirección

El campo de dirección de un mensaje contiene 8 bits. Las direcciones válidas de dispositivos auxiliares están en el rango de 0 a 247 decimal. Los dispositivos auxiliares individuales tienen direcciones asignadas en un rango entre 1 y 247 (0 se reserva para el modo de transmisión, que reconocen todos los auxiliares). Un maestro se dirige a un auxiliar poniendo la dirección de este en el campo de dirección del mensaje. Cuando el auxiliar envía su respuesta, pone su propia dirección en dicho campo, para que el maestro sepa qué auxiliar le está contestando.

### 7.8.5 Campo de función

El campo de función de un mensaje contiene 8 bits. Los códigos válidos están en el rango de 1 a FF. Los campos de función se utilizan para enviar mensajes entre el maestro y el auxiliar. Cuando se envía un mensaje desde un maestro a un dispositivo auxiliar, el campo de código de función le indica al auxiliar la clase de acción que debe realizar. Cuando el auxiliar responde al maestro, utiliza el campo de código de función para indicar una respuesta normal (sin error), o que se ha producido un error de alguna clase (esta respuesta se denomina «excepción»). Para dar una respuesta normal, el auxiliar simplemente devuelve el código de función original. Para responder con una excepción, el auxiliar devuelve un código equivalente al de la función original, pero con su bit más significativo cambiado a 1 lógico. Además, el auxiliar pone un código único en el campo de datos del mensaje de respuesta. Esto le indica al maestro el tipo de error ocurrido o la razón de la excepción. Consulte también *capítulo 7.8.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU* y *capítulo 7.8.11 Códigos de excepción Modbus*.

### 7.8.6 Campo de datos

El campo de datos se construye utilizando grupos de dos dígitos hexadecimales, en el intervalo de 00 a FF en hexadecimal. Están hechos con un carácter RTU. El campo de datos de los mensajes enviados desde un maestro a un dispositivo auxiliar contiene información más detallada que el auxiliar debe utilizar para realizar la acción definida por el código de función. Este puede incluir elementos tales como direcciones de registro o bobinas, la cantidad de elementos que se manejarán y el contador de los bytes de datos reales del campo.

### 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 para los caracteres individuales del mensaje. El valor CRC lo calcula el dispositivo emisor, que añade el CRC como último campo del mensaje. El dispositivo receptor vuelve a calcular un CRC durante la recepción del mensaje y compara el valor calculado con el valor recibido en el campo CRC. Si los dos valores son distintos, el resultado es un tiempo límite de bus. El campo de comprobación de errores contiene un valor binario de 16 bits implementado como dos bytes de 8 bits. Cuando esto se ha realizado, el byte de orden bajo del campo se añade primero, seguido del byte de orden alto. El byte de orden alto del CRC es el último byte que se envía en el mensaje.

## 7.8.8 Direccionamiento de bobinas

En Modbus, todos los datos están organizados en bobinas (señales binarias) y registros de retención (holding registers). Las bobinas almacenan un solo bit, mientras que los registros de retención alojan una palabra de 2 bytes (es decir, 16 bits). Todas las direcciones de datos de los mensajes Modbus están referenciadas a cero. La primera aparición de un elemento de datos se gestiona como elemento número cero. Por ejemplo: la bobina conocida como «bobina 1» de un controlador programable se direcciona como «bobina 0000» en el campo de dirección de un mensaje Modbus. «Bobina 127» decimal se direcciona como «bobina 007EHEX» (126 decimal). El registro de retención 40001 se direcciona como registro 0000 en el campo de dirección del mensaje. El campo de código de función ya especifica una operación de «registro de retención». Por lo tanto, la referencia «4XXXX» es implícita. El registro de retención 40108 se procesa como un registro 006BHEX (107 decimal).

Número de bobina	Descripción	Dirección de la señal
1-16	Código de control del convertidor de frecuencia (consulte <i>Tabla 7.15</i> )	De maestro a auxiliar
17-32	Velocidad del convertidor de frecuencia o referencia de consigna Rango 0x0 – 0xFFFF (–200 % ... –200 %)	De maestro a auxiliar
33-48	Código de estado del convertidor de frecuencia (consulte <i>Tabla 7.15</i> y <i>Tabla 7.16</i> )	De auxiliar a maestro
49-64	Modo lazo abierto: frecuencia de salida del convertidor de frecuencia Modo lazo cerrado: señal de realimentación del convertidor de frecuencia	De auxiliar a maestro
65	Control de escritura de parámetro (de maestro a auxiliar)	De maestro a auxiliar
	0= Los cambios en los parámetros se escriben en la RAM del convertidor de frecuencia	
	1= Los cambios de los parámetros se escriben en la RAM y en la EEPROM del convertidor de frecuencia.	
66-65536	Reservado	

Tabla 7.14 Registro de bobinas

Bobina	0	1
01	Referencia interna, bit menos significativo (lsb)	
02	Referencia interna, bit más significativo (msb)	
03	Freno de CC	Sin freno de CC
04	Paro por inercia	Sin paro por inercia
05	Parada rápida	Sin parada rápida
06	Mantener frecuencia	No mantener frecuencia
07	Parada de rampa	Arranque
08	Sin reinicio	Reinicio
09	Sin velocidad fija	Veloc. fija
10	Rampa 1	Rampa 2
11	Datos no válidos	Datos válidos
12	Relé 1 desactivado	Relé 1 activado
13	Relé 2 desactivado	Relé 2 activado
14	Ajuste bit menos significativo	
15		
16	Sin cambio de sentido	Cambio de sentido

Tabla 7.15 Código de control del convertidor de frecuencia (perfil FC)

Bobina	0	1
33	Control no preparado	Control listo
34	Convertidor de frecuencia no preparado	Convertidor de frecuencia listo
35	Paro por inercia	Cerrado seguro
36	Sin alarma	Alarma
37	Sin uso	Sin uso
38	Sin uso	Sin uso
39	Sin uso	Sin uso
40	Sin advertencia	Advertencia
41	No en referencia	En referencia
42	Modo manual	Modo automático
43	Fuera de rangos de frecuencia	En rangos de frecuencia
44	Detenido	En funcionamiento
45	Sin uso	Sin uso
46	Sin advertencia de tensión	Advertencia de tensión
47	No en límite de intensidad	Límite de intensidad
48	Sin advertencia térmica	Advertencia térmica

Tabla 7.16 Código de estado del convertidor de frecuencia (perfil FC)

Dirección de bus	Registro de bus <sup>1</sup>	Registro de PLC	Contenido	Acceso	Descripción
0	1	40001	Reservado		Reservado para convertidores de frecuencia Legacy VLT 5000 y VLT 2800
1	2	40002	Reservado		Reservado para convertidores de frecuencia Legacy VLT 5000 y VLT 2800
2	3	40003	Reservado		Reservado para convertidores de frecuencia Legacy VLT 5000 y VLT 2800
3	4	40004	Libre		
4	5	40005	Libre		
5	6	40006	Conf. Modbus	Lectura / escritura	Solo TCP. Reservada para Modbus TCP (p12-28 y 12-29, almacenar en Eeprom, etc.)
6	7	40007	Último código de error	Solo lectura	Código de error recibido de la base de datos de parámetros, consulte WHAT 38295 para obtener información detallada
7	8	40008	Registro de último error	Solo lectura	Dirección de registro con el que tuvo lugar el último error, consulte WHAT 38296 para obtener información detallada
8	9	40009	Indicador de índice	Lectura / escritura	Subíndice de parámetros a los que acceder. Consulte WHAT 38297 para obtener información detallada
9	10	40010	FC par. 0-01	Dependiente del acceso del parámetro	Parámetro 0-01 (Registro Modbus = 10 número de parámetro) 20 bytes de espacio reservado para parámetro en mapa Modbus
19	20	40020	FC par. 0-02	Dependiente del acceso del parámetro	Parámetro 0-02 20 bytes de espacio reservado para parámetro en mapa Modbus
29	30	40030	FC par. xx-xx	Dependiente del acceso del parámetro	Parámetro 0-03 20 bytes de espacio reservado para parámetro en mapa Modbus

**Tabla 7.17 Dirección / registros**

<sup>1)</sup> El valor escrito en telegrama de Modbus RTU debe ser uno o menos que el número de registro. P. ej., registro de lectura de Modbus 1 escribiendo el valor 0 en el telegrama.

### 7.8.9 Cómo controlar el convertidor de frecuencia

Esta sección describe los códigos que se pueden utilizar en los campos de función y datos de un mensaje Modbus RTU.

### 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 solo registro	6 hex
Escribir múltiples bobinas	F hex
Escribir múltiples registros	10 hex
Coger contador de eventos de com.	B hex
N.º de identificación del auxiliar del informe	11 hex

Tabla 7.18 Códigos de función

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

Tabla 7.19 Códigos de función

### 7.8.11 Códigos de excepción Modbus

Para obtener una explicación completa sobre la estructura de una excepción, consulte *capítulo 7.8.5 Campo de función*.

Código	Nombre	Significado
1	Función incorrecta	El código de función recibido en la petición no es una acción permitida para el servidor (o auxiliar). Esto puede ser debido a que el código de la función solo se aplica a dispositivos recientes y no se implementó en la unidad seleccionada. También puede indicar que el servidor (o auxiliar) se encuentra en un estado incorrecto para procesar una petición de este tipo, por ejemplo, porque no esté configurado y se le pide devolver valores registrados.
2	Dirección de datos incorrecta	La dirección de datos recibida en la petición no es una dirección admisible para el servidor (o auxiliar). Más concretamente, la combinación del número de referencia y la longitud de transferencia no es válida. Para un controlador con 100 registros, una petición con desviación 96 y longitud 4 sería aceptada, mientras que una petición con desviación 96 y longitud 5 genera una excepción 02.
3	Valor de datos incorrecto	Un valor contenido en el campo de datos de solicitud no es un valor permitido para el servidor (o auxiliar). Esto indica un fallo en la estructura de la parte restante de una petición compleja como, por ejemplo, la de que la longitud implicada es incorrecta. Específicamente NO significa que un conjunto de datos enviado para su almacenamiento en un registro cuyo valor se encuentra fuera de la expectativa del programa de la aplicación, ya que el protocolo Modbus no conoce el significado de cualquier valor determinado de cualquier registro en particular.
4	Fallo del dispositivo auxiliar	Un error irre recuperable se produjo mientras el servidor (o auxiliar) intentaba ejecutar la acción solicitada.

Tabla 7.20 Códigos de excepción Modbus

## 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. Ejemplo: Lectura de 3-12 *Valor de enganche/arriba-abajo* (16 bits): el registro de retención 3120 retiene el valor de los parámetros. Un valor de 1352 (decimal) implica que el parámetro se ha establecido en el 12,52 %

Lectura de 3-14 *Referencia interna relativa* (32 bits): los registros de retención 3410 y 3411 retienen el valor de los parámetros. Un valor de 11300 (decimal) implica que el parámetro se ha establecido en 1113,00 S.

Si desea conocer información sobre los parámetros, el tamaño y el índice de conversión, consulte la guía de programación del producto correspondiente.

### 7.9.2 Almacenamiento de datos

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

### 7.9.3 IND

Algunos parámetros del convertidor de frecuencia son parámetros de matrices, como, p. ej., 3-10 *Referencia interna*. Dado que Modbus no es compatible con las matrices de los registros de retención, el convertidor de frecuencia se ha reservado el registro de retención 9 como indicador de la matriz. Antes de leer o escribir un parámetro de matrices, configure el registro de retención 9. Si se configura el registro de retención al valor 2, las siguientes lecturas / escrituras a la matriz serán en el índice 2.

### 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 el apartado de ajustes de fábrica. Debido a que un valor de parámetro solo puede transferirse como un número entero, es necesario utilizar un factor de conversión para transmitir las cifras decimales.

### 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.

### 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 transmisión en las lecturas.

#### Petición

El mensaje de petición especifica la bobina inicial y la cantidad de bobinas a leer. Las direcciones de bobina comienzan en cero, es decir, la bobina 33 tiene la dirección 32.

Ejemplo de una petición de lectura de las bobinas 33 a 48 (código de estado) del dispositivo auxiliar 01.



Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	01 (leer bobinas)
Dirección de inicio HI	00
Dirección de inicio LO	20 (32 decimal) bobina 33
N.º de puntos HI	00
N.º de puntos LO	10 (16 decimal)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.21 Petición

### Respuesta

El estado de la bobina en el mensaje de respuesta está empaquetado como una bobina por bit del campo de datos. El estado se indica como: 1 = activado; 0 = desactivado. El LSB (bit menos significativo) del primer byte de datos contiene la bobina a la que se dirige la consulta. Las otras bobinas siguen hacia el final de mayor nivel del byte, y «desde el nivel bajo al nivel alto» en los bytes siguientes.

Si la cantidad de bobinas devueltas no es múltiplo de ocho, los bits restantes del byte de datos final se rellenan con ceros (hacia 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 auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	01 (leer bobinas)
Contador de bytes	02 (2 bytes de datos)
Datos (bobinas 40-33)	07
Datos (bobinas 48-41)	06 (STW=0607hex)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.22 Respuesta

### AVISO!

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

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

### Descripción

Esta función fuerza la bobina a activado o desactivado. Cuando se transmite, la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los auxiliares conectados.

### Petición

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

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

Tabla 7.23 Petición

### Respuesta

La respuesta normal es un eco de la petición, devuelta tras ser forzado el estado de la bobina.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	05
Forzar datos HI	FF
Forzar datos LO	00
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	01
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.24 Respuesta

### 7.10.3 Forzar / escribir múltiples bobinas (OF HEX)

#### Descripción

Esta función fuerza cada bobina de una secuencia a activado o desactivado. Cuando se transmite, la función fuerza las mismas referencias de bobina en todos los auxiliares conectados.

#### Petición

El mensaje de petición especifica que se fuercen las bobinas 17 a 32 (consigna de velocidad)

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	0F (escribir múltiples bobinas)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	10 (dirección de bobina 17)
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	10 (16 bobinas)
Contador de bytes	02
Forzar datos HI (bobinas 8-1)	20
Forzar datos LO (bobinas 16-9)	00 (ref.=2000 hex)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.25 Petición

#### Respuesta

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

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01 (dirección del convertidor de frecuencia)
Función	0F (escribir múltiples bobinas)
Dirección de bobina HI	00
Dirección de bobina LO	10 (dirección de bobina 17)
Cantidad de bobinas HI	00
Cantidad de bobinas LO	10 (16 bobinas)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.26 Respuesta

### 7.10.4 Lectura de registros de retención (03 HEX)

#### Descripción

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

#### Petición

El mensaje de petición especifica el registro de inicio y la cantidad de ellos que se deben leer. Las direcciones de registros comienzan en 0, es decir, los registros 1-4 tienen la dirección 0-3.

Ejemplo: lectura 3-03 *Maximum Reference*, registro 03030.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	03 (lectura de registros de retención)
Dirección de inicio HI	0B (dirección de registro 3029)
Dirección de inicio LO	05 (dirección de registro 3029)
N.º de puntos HI	00
N.º de puntos LO	02 - (3-03 <i>Maximum Reference</i> tiene 32 bits de longitud, es decir, 2 registros)
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.27 Petición

#### Respuesta

Los datos del registro en el mensaje de respuesta están empaquetados a razón de 2 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 000088B8 = 35 000 = 15 Hz.

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

Tabla 7.28 Respuesta

### 7.10.5 Preajuste de un solo registro (06 HEX)

#### Descripción

Esta función preajusta un valor en un único registro de retención.

#### Petición

El mensaje de petición especifica la referencia del registro que se debe preajustar. Las direcciones de los registros comienzan en cero, es decir, el registro 1 tiene la dirección 0.

Ejemplo: escribir a 1-00 Configuration Mode, registrar 1000.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	06
Dirección de registro HI	03 (dirección de registro 999)
Dirección de registro LO	E7 (dirección de registro 999)
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	01
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.29 Petición

#### Respuesta

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

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	06
Dirección de registro HI	03
Dirección de registro LO	E7
Dato preajustado HI	00
Dato preajustado LO	01
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.30 Respuesta

### 7.10.6 Preajuste de múltiples registros (10 HEX)

#### Descripción

Esta función preajusta valores en una secuencia de registros de retención.

#### Petición

El mensaje de petición especifica las referencias de los registros a preajustar. Las direcciones de los registros comienzan en cero, es decir, el registro 1 tiene la dirección 0. Ejemplo de una petición para preajustar dos registros (ajustar 1-24 Motor Current a 738 [7,38 A]):

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	10
Dirección de inicio HI	04
Dirección de inicio LO	19
N.º de registros HI	00
N.º de registros LO	02
Contador de bytes	04
Escribir datos HI (Registro 4: 1049)	00
Escribir datos LO (Registro 4: 1049)	00
Escribir datos HI (Registro 4: 1050)	02
Escribir datos LO (Registro 4: 1050)	E2
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.31 Petición

#### Respuesta

La respuesta normal devuelve la dirección del auxiliar, el código de la función, la dirección de inicio y la cantidad de registros preajustados.

Nombre del campo	Ejemplo (HEX)
Dirección del auxiliar	01
Función	10
Dirección de inicio HI	04
Dirección de inicio LO	19
N.º de registros HI	00
N.º de registros LO	02
Comprobación de errores (CRC)	-

Tabla 7.32 Respuesta

## 7.11 Perfil de control FC de (Danfoss)

### 7.11.1 Código de control de acuerdo con el perfil FC (Protocolo 8-10 = perfil FC)

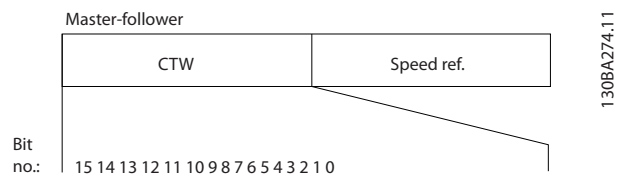


Ilustración 7.13 Código de control según el tipo de bus de campo

Bit	Valor de bit = 0	Valor de bit = 1
00	Valor de referencia	selección externa, bit menos significativo (lsb)
01	Valor de referencia	selección externa, bit más significativo (msb)
02	Freno de CC	controlada
03	Funcionamiento por inercia	Sin funcionamiento por inercia
04	Parada rápida	controlada
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	Relé 01 abierto	Relé 01 activo
12	Relé 02 abierto	Relé 02 activo
13	Ajuste de parámetros	selección bit menos significativo
15	Sin función	Cambio de sentido

Tabla 7.33 Código de control según el tipo de bus de campo

#### Explicación de los bits de control

##### Bits 00/01

Los bits 00 y 01 se utilizan para seleccionar entre los cuatro valores de referencia, que están preprogramados en 3-10 Preset Reference, según la Tabla 7.34.

Valor de referencia programada	Parámetro	Bit 01	Bit 00
1	3-10 Preset Reference [0]	0	0
2	3-10 Preset Reference [1]	0	1
3	3-10 Preset Reference [2]	1	0
4	3-10 Preset Reference [3]	1	1

Tabla 7.34 Bits de control

### AVISO!

Haga una selección en 8-56 Preset Reference Select para definir cómo se direccionan los bits 00/01 con la función correspondiente en las entradas digitales.

#### Bit 02, Freno de CC

El bit 02 = «0» provoca el frenado de CC y la parada. Ajuste la intensidad y duración de frenado en 2-01 DC Brake Current y en 2-02 DC Braking Time.

El bit 02 = «1» provoca una rampa.

#### Bit 03, Inercia

Bit 03 = «0»: el convertidor de frecuencia «deja ir» inmediatamente al motor, (los transistores de salida se «desactivan») y se produce inercia hasta la parada.

Bit 03 = «1»: El convertidor de frecuencia arranca el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

Haga una selección en 8-50 Coasting Select para definir cómo se direcciona el bit 03 con la función correspondiente en una entrada digital.

#### Bit 04, Parada rápida

Bit 04 = «0»: hace decelerar el motor hasta pararse (se ajusta en 3-81 Quick Stop Ramp Time).

#### Bit 05, Mantener la frecuencia de salida

Bit 05 = «0»: la frecuencia de salida actual (en Hz) se mantiene. Cambie la frecuencia de salida mantenida únicamente mediante las entradas digitales (de 5-10 Terminal 18 Digital Input a 5-13 Terminal 29 Digital Input) programadas en Aceleración = 21 y Deceleración = 22.

### AVISO!

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

- Bit 03, Paro por inercia
- Bit 02, Frenado de CC
- Entrada digital (de 5-10 Terminal 18 Digital Input a 5-13 Terminal 29 Digital Input) programada en Freno CC inverso = 5, Inercia inversa = 2 o Inercia y reinicio inverso = 3.

#### Bit 06, Parada / arranque de rampa

Bit 06 = «0»: provoca una parada y hace que la velocidad del motor decelere hasta detenerse mediante el parámetro de deceleración seleccionado. Bit 06 = «1»: permite que el convertidor de frecuencia arranque el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

Haga una selección en 8-53 Start Select para definir cómo se direcciona el bit 06, parada / arranque de rampa, con la función correspondiente en una entrada digital.

**Bit 07, Reinicio**

Bit 07 = «0»: sin reinicio.

Bit 07 = «1»: reinicia una desconexión. Reset se activa en el frente delantero de la señal, es decir, cuando cambia de «0» lógico a «1» lógico.

**Bit 08, Velocidad fija**

Bit 08 = «1»: la frecuencia de salida está determinada por 3-11 Jog Speed [Hz].

**Bit 09, Selección de rampa 1/2**

Bit 09 = «0»: la rampa 1 está activa (de 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time a 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time).

Bit 09 = «1»: la rampa 2 está activa (de 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time a 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time).

**Bit 10, Datos no válidos / Datos válidos**

Indica al convertidor de frecuencia si debe utilizar o ignorar el código de control.

Bit 10 = «0»: el código de control se ignora.

Bit 10 = «1»: el código de control se utiliza. Esta función es relevante porque el telegrama contiene siempre el código de control, independientemente del tipo de telegrama.

Desactive el código de control si no desea utilizarlo al actualizar o leer parámetros.

**Bit 11, Relé 01**

Bit 11 = «0»: relé no activado.

Bit 11 = «1»: relé 01 activado, siempre que se haya elegido Bit código control 11 = 36 en 5-40 Function Relay.

**Bit 12, Relé 02**

Bit 12 = «0»: el relé 02 no está activado.

Bit 12 = «1»: relé 02 activado, siempre que se haya elegido Bit código control 12 = 37 en 5-40 Function Relay.

**Bit 13, Selección de configuración**

Use el bit 13 para seleccionar entre los dos ajustes de menú, según la Tabla 7.35.

Ajuste	Bit 13
1	0
2	1

La función solamente es posible cuando se selecciona Ajuste activo = 9 en 0-10 Active Set-up.

Haga una selección en 8-55 Set-up Select para definir cómo se direccionan los bits 13 con la función correspondiente en las entradas digitales.

**Bit 15, Cambio del sentido**

Bit 15 = «0»: sin cambio de sentido.

Bit 15 = «1»: Cambio de sentido En los ajustes predeterminados, el cambio de sentido se ajusta a digital en 8-54 Reversing Select. El bit 15 solo causa el cambio de sentido cuando se ha seleccionado comunicación serie, O lógico o Y lógico.

### 7.11.2 Código de estado de acuerdo con el perfil FC (STW) (8-30 Protocol = perfil FC)

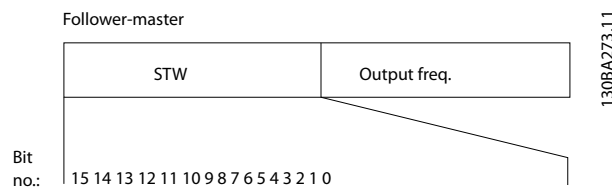


Ilustración 7.14 Código de estado

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Control no preparado	Control listo
01	Convertidor no preparado	Convertidor listo
02	Funcionamiento por inercia	Activar
03	Sin error	Desconexión
04	Sin error	Error (sin desconexión)
05	Reservado	-
06	Sin error	Bloqueo por alarma
07	Sin advertencia	Advertencia
08	Velocidad ≠ ref.	Velocidad = referencia
09	Funcionamiento local	Control de bus
10	Fuera del límite de frecuencia	Límite de frecuencia OK
11	Sin función	En funcionamiento
12	Convertidor de frecuencia OK	Detenido, arranque automático
13	Tensión OK	Tensión excedida
14	Par OK	Par excedido
15	Temporizador OK	Temporizador excedido

Tabla 7.35 Código de estado según el perfil FC

**Explicación de los bits de estado**
**Bit 00, Control no listo / listo**

Bit 00 = «0»: El convertidor de frecuencia se desconecta.

Bit 00 = «1»: los controles del convertidor de frecuencia están preparados, pero el componente de potencia podría no estar recibiendo suministro eléctrico (en el caso de suministro externo de 24 V a los controles).

**Bit 01, Convertidor preparado**

Bit 01 = «0»: el convertidor de frecuencia no está listo.

Bit 01 = «1»: el convertidor de frecuencia está listo para funcionar, pero la orden de inercia está activada mediante las entradas digitales o la comunicación serie.

**Bit 02, Paro por inercia**

Bit 02 = «0»: el convertidor de frecuencia libera el motor.

Bit 02 = «1»: el convertidor de frecuencia arranca el motor con una orden de arranque.

**Bit 03, Sin error / desconexión**

Bit 03 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 03 = «1»: El convertidor de frecuencia se desconecta. Para restablecer el funcionamiento, pulse [Reset].

**Bit 04, Sin error / error (sin desconexión)**

Bit 04 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 04 = «1»: el convertidor de frecuencia muestra un error pero no se desconecta.

**Bit 05, Sin uso**

El bit 05 no se utiliza en el código de estado.

**Bit 06, No hay error / bloqueo por alarma**

Bit 06 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 06 = «1»: El convertidor de frecuencia se ha desconectado y bloqueado.

**Bit 07, Sin advertencia / advertencia**

Bit 07 = «0»: no hay advertencias.  
Bit 07 = «1»: se ha producido una advertencia.

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

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

Bit 08 = «1»: la velocidad del motor es igual a la referencia interna de velocidad.

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

Bit 09 = «0»: [Off/Reset] está activo en la unidad de control o si Control local está seleccionado en 3-13 *Lugar de referencia*. No es posible controlar el convertidor de frecuencia mediante la comunicación en serie.

Bit 09 = «1»: Es posible controlar el convertidor de frecuencia a través de la comunicación serie / bus de campo.

**Bit 10, Fuera de límite de frecuencia**

Bit 10 = «0»: la frecuencia de salida ha alcanzado el valor ajustado en 4-12 *Motor Speed Low Limit [Hz]* o 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]*.

Bit 10 = «1»: la frecuencia de salida está dentro de los límites definidos.

**Bit 11, Sin función / en funcionamiento**

Bit 11 = «0»: el motor no está en marcha.

Bit 11 = «1»: la inercia tiene una señal de arranque o la frecuencia de salida es superior a 0 Hz.

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

Bit 12 = «0»: no hay un exceso temporal de temperatura en el inversor.

Bit 12 = «1»: el inversor se ha parado debido a una temperatura excesiva, pero la unidad no se ha desconectado y terminará su funcionamiento cuando la temperatura disminuya.

**Bit 13, Tensión OK / límite excedido**

Bit 13 = «0»: no hay advertencias de tensión.

Bit 13 = «1»: la tensión de CC del circuito intermedio del convertidor de frecuencia es demasiado baja o demasiado alta.

**Bit 14, Par OK / límite excedido**

Bit 14 = «0»: la intensidad del motor es inferior al límite de par seleccionado en 4-18 *Current Limit*.

Bit 14 = «1»: se ha sobrepasado el límite de par en 4-18 *Current Limit*.

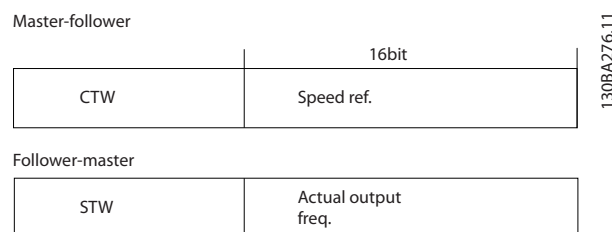
**Bit 15, Temporizador OK / límite excedido**

Bit 15 = «0»: los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica no han sobrepasado el 100 %.

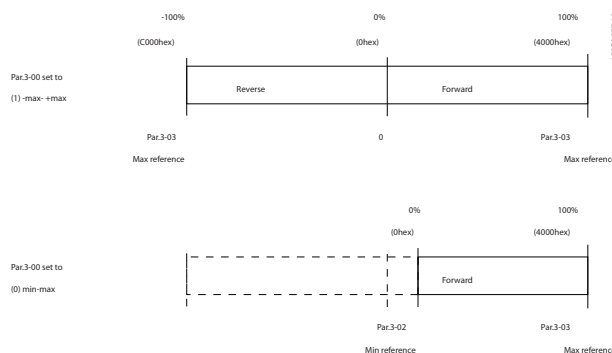
Bit 15 = «1»: uno de los temporizadores sobrepasa el 100 %.

### 7.11.3 Valor de referencia de la velocidad del bus

El valor de referencia de la velocidad se transmite al convertidor de frecuencia en forma de valor relativo en %. El valor se transmite en forma de una palabra de 16 bits; en enteros (0-32767), el valor 16384 (4000 Hex) corresponde al 100 %. Las cifras negativas se codifican en complemento a 2. La Frecuencia de salida real (MAV) se escala de la misma forma que la referencia del bus.


**Ilustración 7.15 Frecuencia de salida real (MAV)**

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


**Ilustración 7.16 Referencia y MAV**

## 8 Especificaciones generales y solución de fallos

### 8.1 Especificaciones de alimentación de red

#### 8.1.1 Alimentación de red 3 × 200-240 V CA

Convertidor de frecuencia	PK25	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K7	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K
Salida típica de eje [kW]	0,25	0,37	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0
Salida típica de eje [CV]	0,33	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0
Bastidor IP20	H1	H1	H1	H1	H2	H3	H4	H4	H5	H6	H6	H7	H7	H8	H8
Dimensión máx. del cable en terminales (red, motor) [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	16/6	16/6	16/6	35/2	35/2	50/1	50/1	95/0	120/(4/0)
<b>Intensidad de salida</b>															
<b>Temperatura ambiente de 40 °C</b>															
Continua (3 × 200-240 V) [A]	1,5	2,2	4,2	6,8	9,6	15,2	22,0	28,0	42,0	59,4	74,8	88,0	115,0	143,0	170,0
Intermitente (3 × 200-240 V) [A]	1,7	2,4	4,6	7,5	10,6	16,7	24,2	30,8	46,2	65,3	82,3	96,8	126,5	157,3	187,0
<b>Intensidad de entrada máx.</b>															
Continua (3 × 200-240 V) [A]	1,1	1,6	2,8	5,6	8,6/7,2	14,1/12,0	21,0/18,0	28,3/24,0	41,0/38,2	52,7	65,0	76,0	103,7	127,9	153,0
Intermitente (3 × 200-240 V) [A]	1,2	1,8	3,1	6,2	9,5/7,9	15,5/13,2	23,1/19,8	31,1/26,4	45,1/42,0	58,0	71,5	83,7	114,1	140,7	168,3
Fusibles de red máx.	Consulte capítulo 5.2.3 Fusibles y magnetotérmicos														
Pérdida estimada de potencia [W], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	12/14	15/18	21/26	48/60	80/102	97/120	182/204	229/268	369/386	512	697	879	1149	1390	1500
Peso protección IP20 [kg]	2.	2,0	2,0	2,1	3,4	4,5	7,9	7,9	9,5	24,5	24,5	36,0	36,0	51,0	51,0
Rendimiento [%], caso más favorable /típico <sup>1)</sup>	97,0/96,5	97,3/96,8	98,0/97,6	97,6/97,0	97,1/96,3	97,9/97,4	97,3/97,0	98,5/97,1	97,2/97,1	97,0	97,1	96,8	97,1	97,1	97,3
<b>Intensidad de salida</b>															
<b>Temperatura ambiente de 50 °C</b>															
Continua (3 × 200-240 V) [A]	1,5	1,9	3,5	6,8	9,6	13,0	19,8	23,0	33,0	41,6	52,4	61,6	80,5	100,1	119
Intermitente (3 × 200-240 V) [A]	1,7	2,1	3,9	7,5	10,6	14,3	21,8	25,3	36,3	45,8	57,6	67,8	88,6	110,1	130,9

Tabla 8.1 3 × 200-240 V CA, PK25-P45K

1) En condiciones de carga nominal

## 8.1.2 Alimentación de red 3 × 380-480 V CA

Convertidor de frecuencia	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K
Salida típica de eje [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0
Salida típica de eje [CV]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0
Bastidor IP20	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H4	H4
Dimensión máx. del cable en terminales (red, motor) [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	16/6	16/6
<b>Intensidad de salida: 40 °C de temperatura ambiente</b>										
Continua (3 × 380-440 V) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	1,3	2,4	4,1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	1,2	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7
<b>Intensidad de entrada máx.</b>										
Continua (3 × 380-440 V) [A]	1,2	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	1,3	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,0	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	1,1	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2
Fusibles de red máx.	Consulte capítulo 5.2.3 Fusibles y magnetotérmicos									
Pérdida estimada de potencia [W], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	13/15	16/21	46/57	46/58	66/83	95/118	104/131	159/198	248/274	353/379
Peso protección IP20 [kg]	2,0	2,0	2,1	3,3	3,3	3,4	4,3	4,5	7,9	7,9
Rendimiento [%], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	97,8/ 97,3	98,0/ 97,6	97,7/ 97,2	98,3/ 97,9	98,2/ 97,8	98,0/ 97,6	98,4/ 98,0	98,2/ 97,8	98,1/ 97,9	98,0/ 97,8
<b>Intensidad de salida: 50 °C de temperatura ambiente</b>										
Continua (3 × 380-440 V) [A]	1,04	1,93	3,7	4,85	6,3	8,4	10,9	14,0	20,9	28,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	1,1	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,0	1,8	3,4	4,4	5,5	7,5	10,0	12,6	19,1	24,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	1,1	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4

Tabla 8.2 3 × 380-480 V CA, PK37K-P11K, H1-H4

1) En condiciones de carga nominal



Convertidor de frecuencia	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Salida típica de eje [kW]	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Salida típica de eje [CV]	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Bastidor IP20	H5	H5	H6	H6	H6	H7	H7	H8
Dimensión máx. del cable en terminales (red, motor) [mm <sup>2</sup> /AWG]	16/6	16/6	35/2	35/2	35/2	50/1	95/0	120/250 MCM
<b>Intensidad de salida: 40 °C de temperatura ambiente</b>								
Continua (3 × 380-440 V) [A]	37,0	42,5	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	40,7	46,8	67,1	80,3	99,0	116,0	161,0	194,0
Continua (3 × 440-480 V) [A]	34,0	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	37,4	44,0	57,2	71,5	88,0	115,0	143,0	176,0
<b>Intensidad de entrada máx.</b>								
Continua (3 × 380-440 V) [A]	35,2	41,5	57,0	70,0	84,0	103,0	140,0	166,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	38,7	45,7	62,7	77,0	92,4	113,0	154,0	182,0
Continua (3 × 440-480 V) [A]	29,3	34,6	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	32,2	38,1	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
Fusibles de red máx.								
Pérdida estimada de potencia [W], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	412/456	475/523	733	922	1067	1133	1733	2141
Peso protección IP20 [kg]	9,5	9,5	24,5	24,5	24,5	36,0	36,0	51,0
Rendimiento [%], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	98.1/97.9	98.1/97.9	97,8	97,7	98	98,2	97,8	97,9
<b>Intensidad de salida: 50 °C de temperatura ambiente</b>								
Continua (3 × 380-440 V) [A]	34,1	38,0	48,8	58,4	72,0	74,2	102,9	123,9
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	37,5	41,8	53,7	64,2	79,2	81,6	113,2	136,3
Continua (3 × 440-480 V) [A]	31,3	35,0	41,6	52,0	64,0	73,5	91,0	112,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	34,4	38,5	45,8	57,2	70,4	80,9	100,1	123,2

**Tabla 8.3 3 × 380-480 V CA, P18K-P90K, H5-H8**

1) En condiciones de carga nominal

Convertidor de frecuencia	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K
Salida típica de eje [kW]	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15	18,5
Salida típica de eje [CV]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15	20	25
Bastidor IP54	I2	I2	I2	I2	I2	I3	I3	I4	I4	I4
Dimensión máx. del cable en terminales (red, motor) [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	16/6	16/6	16/6
<b>Intensidad de salida</b>										
<b>Temperatura ambiente de 40 °C</b>										
Continua (3 × 380-440 V) [A]	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0	37,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	2,4	4,1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0	40,7
Continua (3 × 440-480 V) [A]	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0	34,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7	37,4
<b>Intensidad de entrada máx.</b>										
Continua (3 × 380-440 V) [A]	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9	35,2
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9	38,7
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7	29,3
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2	32,2
Fusibles de red máx.	Consulte capítulo 5.2.3 Fusibles y magnetotérmicos									
Pérdida estimada de potencia [W], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	21/ 16	46/ 57	46/ 58	66/ 83	95/ 118	104/ 131	159/ 198	248/ 274	353/ 379	412/ 456
Peso protección IP54 [kg]	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	7,2	7,2	13,8	13,8	13,8
Rendimiento [%], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	98,0/ 97,6	97,7/ 97,2	98,3/ 97,9	98,2/ 97,8	98,0/ 97,6	98,4/ 98,0	98,2/ 97,8	98,1/ 97,9	98,0/ 97,8	98,1/ 97,9
<b>Intensidad de salida: 50 °C de temperatura ambiente</b>										
Continua (3 × 380-440 V) [A]	1,93	3,7	4,85	6,3	7,5	10,9	14,0	20,9	28,0	33,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8	36,3
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,8	3,4	4,4	5,5	6,8	10,0	12,6	19,1	24,0	30,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4	33,0

**Tabla 8.4 3 × 380-480 V CA, PK75-P18K, I2-I4**

1) En condiciones de carga nominal

Convertidor de frecuencia	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Salida típica de eje [kW]	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Salida típica de eje [CV]	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Bastidor IP54	16	16	16	17	17	18	18
Dimensión máx. del cable en terminales (red, motor) [mm <sup>2</sup> /AWG]	35/2	35/2	35/2	50/1	50/1	95/(3/0)	120/(4/0)
<b>Intensidad de salida</b>							
<b>Temperatura ambiente de 40 °C</b>							
Continua (3 × 380-440 V) [A]	44,0	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	48,4	67,1	80,3	99,0	116,6	161,7	194,7
Continua (3 × 440-480 V) [A]	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	44,0	57,2	71,5	88,0	115,5	143,0	176,0
<b>Intensidad de entrada máx.</b>							
Continua (3 × 380-440 V) [A]	41,8	57,0	70,3	84,2	102,9	140,3	165,6
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	46,0	62,7	77,4	92,6	113,1	154,3	182,2
Continua (3 × 440-480 V) [A]	36,0	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	39,6	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
<b>Fusibles de red máx.</b>							
Pérdida estimada de potencia [W], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	496	734	995	840	1099	1520	1781
Peso protección IP54 [kg]	27	27	27	45	45	65	65
Rendimiento [%], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	98,0	97,8	97,6	98,3	98,2	98,1	98,3
<b>Intensidad de salida: 50 °C de temperatura ambiente</b>							
Continua (3 × 380-440 V) [A]	35,2	48,8	58,4	63,0	74,2	102,9	123,9
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	38,7	53,9	64,2	69,3	81,6	113,2	136,3
Continua (3 × 440-480 V) [A]	32,0	41,6	52,0	56,0	73,5	91,0	112,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	35,2	45,8	57,2	61,6	80,9	100,1	123,2

**Tabla 8.5 3 × 380-480 V CA, P11K-P90K, I6-I8**

1) En condiciones de carga nominal

## 8.1.3 Alimentación de red 3 × 380-480 V CA

Convertidor de frecuencia	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K
Salida típica de eje [kW]	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15
Salida típica de eje [CV]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15	20
Bastidor IP54	I2	I2	I2	I2	I2	I3	I3	I4	I4
Dimensión máx. del cable en terminales (red, motor) [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	16/6	16/6
<b>Intensidad de salida</b>									
<b>Temperatura ambiente de 40 °C</b>									
Continua (3 × 380-440 V) [A]	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	2,4	4,1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0
Continua (3 × 440-480 V) [A]	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7
<b>Intensidad de entrada máx.</b>									
Continua (3 × 380-440 V) [A]	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2
Fusibles de red máx.	Consulte capítulo 5.2.3 Fusibles y magnetotérmicos								
Pérdida estimada de potencia [W], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	21/ 16	46/ 57	46/ 58	66/ 83	95/ 118	104/ 131	159/ 198	248/ 274	353/ 379
Peso protección IP54 [kg]	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	7,2	7,2	13,8	13,8
Rendimiento [%], más favorable / típico <sup>1)</sup>	98,0/ 97,6	97,7/ 97,2	98,3/ 97,9	98,2/ 97,8	98,0/ 97,6	98,4/ 98,0	98,2/ 97,8	98,1/ 97,9	98,0/ 97,8
<b>Intensidad de salida</b>									
<b>Temperatura ambiente de 50 °C</b>									
Continua (3 × 380-440 V) [A]	1,93	3,7	4,85	6,3	7,5	10,9	14,0	20,9	28,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,8	3,4	4,4	5,5	6,8	10,0	12,6	19,1	24,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4

Tabla 8.6 PK75-P15K

1) En condiciones de carga nominal

Convertidor de frecuencia	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Salida típica de eje [kW]	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Salida típica de eje [CV]	25	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Bastidor IP54	14	16	16	16	17	17	18	18
Dimensión máx. del cable en terminales (red, motor) [mm <sup>2</sup> /AWG]	16/6	35/2	35/2	35/2	50/1	50/1	95/(3/0)	120/(4/0)
<b>Intensidad de salida</b>								
<b>Temperatura ambiente de 40 °C</b>								
Continua (3 × 380-440 V) [A]	37,0	44,0	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	40,7	48,4	67,1	80,3	99,0	116,6	161,7	194,7
Continua (3 × 440-480 V) [A]	34,0	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	37,4	44,0	57,2	71,5	88,0	115,5	143,0	176,0
<b>Intensidad de entrada máx.</b>								
Continua (3 × 380-440 V) [A]	35,2	41,8	57,0	70,3	84,2	102,9	140,3	165,6
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	38,7	46,0	62,7	77,4	92,6	113,1	154,3	182,2
Continua (3 × 440-480 V) [A]	29,3	36,0	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	32,2	39,6	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
<b>Fusibles de red máx.</b>								
Pérdida estimada de potencia [W], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	412/ 456	496	734	995	840	1099	1520	1781
Peso protección IP54 [kg]	13,8	27	27	27	45	45	65	65
Rendimiento [%], más favorable / típico <sup>1)</sup>	98,1/ 97,9	98,0	97,8	97,6	98,3	98,2	98,1	98,3
<b>Intensidad de salida</b>								
<b>Temperatura ambiente de 50 °C</b>								
Continua (3 × 380-440 V) [A]	33,0	35,2	48,8	58,4	63,0	74,2	102,9	123,9
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	36,3	38,7	53,9	64,2	69,3	81,6	113,2	136,3
Continua (3 × 440-480 V) [A]	30,0	32,0	41,6	52,0	56,0	73,5	91,0	112,0
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	33,0	35,2	45,8	57,2	61,6	80,9	100,1	123,2

**Tabla 8.7 P18K-P90K**

1) En condiciones de carga nominal

## 8.1.4 Alimentación de red 3 × 525-600 V CA

Convertidor de frecuencia	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Salida típica de eje [kW]	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37	45,0	55,0	75,0	90,0
Salida típica de eje [CV]	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Bastidor IP20	H9	H9	H9	H9	H9	H10	H10	H6	H6	H6	H7	H7	H7	H8	H8
Dimensión máx. del cable en terminales (red, motor) [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	10/8	10/8	35/2	35/2	35/2	50/1	50/1	50/1	95/0	120/(4/0)
<b>Intensidad de salida: 40 °C de temperatura ambiente</b>															
Continua (3 × 525-550 V) [A]	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5	19,0	23,0	28,0	36,0	43,0	54,0	65,0	87,0	105,0	137,0
Intermitente (3 × 525-550 V) [A]	4,5	5,7	7,0	10,5	12,7	20,9	25,3	30,8	39,6	47,3	59,4	71,5	95,7	115,5	150,7
Continua (3 × 551-600 V) [A]	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0	18,0	22,0	27,0	34,0	41,0	52,0	62,0	83,0	100,0	131,0
Intermitente (3 × 551-600 V) [A]	4,3	5,4	6,7	9,9	12,1	19,8	24,2	29,7	37,4	45,1	57,2	68,2	91,3	110,0	144,1
<b>Intensidad de entrada máx.</b>															
Continua (3 × 525-550 V) [A]	3,7	5,1	5,0	8,7	11,9	16,5	22,5	27,0	33,1	45,1	54,7	66,5	81,3	109,0	130,9
Intermitente (3 × 525-550 V) [A]	4,1	5,6	6,5	9,6	13,1	18,2	24,8	29,7	36,4	49,6	60,1	73,1	89,4	119,9	143,9
Continua (3 × 551-600 V) [A]	3,5	4,8	5,6	8,3	11,4	15,7	21,4	25,7	31,5	42,9	52,0	63,3	77,4	103,8	124,5
Intermitente (3 × 551-600 V) [A]	3,9	5,3	6,2	9,2	12,5	17,3	23,6	28,3	34,6	47,2	57,2	69,6	85,1	114,2	137,0
Fusibles de red máx.	Consulte capítulo 5.2.3 Fusibles y magnetotérmicos														
Pérdida estimada de potencia [W], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	65	90	110	132	180	216	294	385	458	542	597	727	1092	1380	1658
Peso protección IP54 [kg]	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	11,5	11,5	24,5	24,5	24,5	36,0	36,0	36,0	51,0	51,0
Rendimiento [%], caso más favorable / típico <sup>1)</sup>	97,9	97	97,9	98,1	98,1	98,4	98,4	98,4	98,4	98,5	98,5	98,7	98,5	98,5	98,5
<b>Intensidad de salida: 50 °C de temperatura ambiente</b>															
Continua (3 × 525-550 V) [A]	2,9	3,6	4,5	6,7	8,1	13,3	16,1	19,6	25,2	30,1	37,8	45,5	60,9	73,5	95,9
Intermitente (3 × 525-550 V) [A]	3,2	4,0	4,9	7,4	8,9	14,6	17,7	21,6	27,7	33,1	41,6	50,0	67,0	80,9	105,5
Continua (3 × 551-600 V) [A]	2,7	3,4	4,3	6,3	7,7	12,6	15,4	18,9	23,8	28,7	36,4	43,3	58,1	70,0	91,7
Intermitente (3 × 551-600 V) [A]	3,0	3,7	4,7	6,9	8,5	13,9	16,9	20,8	26,2	31,6	40,0	47,7	63,9	77,0	100,9

Tabla 8.8 3 × 525-600 V CA, P2K2-P90K, H6-H10

1) En condiciones de carga nominal

## 8.2 Especificaciones generales

### Protección y funciones

- Protección termoelectrónica contra sobrecarga del motor.
- El control de la temperatura del disipador garantiza la desconexión del convertidor de frecuencia en caso de sobrettemperatura.
- El convertidor de frecuencia está protegido frente a cortocircuitos entre los terminales U, V y W del motor.
- Cuando falte una fase del motor, el convertidor de frecuencia se desconectará y generará una alarma.
- Cuando falte una fase de red, el convertidor de frecuencia se desconectará o emitirá una advertencia (en función de la carga).
- El control de la tensión del circuito intermedio garantiza la desconexión del convertidor de frecuencia si la tensión del circuito intermedio es demasiado alta o baja.
- El convertidor de frecuencia está protegido contra fallos de conexión a tierra en los terminales U, V y W del motor.

### Alimentación de red (L1, L2 y 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 %
Frecuencia de alimentación	50/60 Hz
Máximo desequilibrio transitorio entre fases de red	3,0 % de la tensión de alimentación nominal
Factor de potencia real ( $\lambda$ )	$\geq$ 0,9 a la carga nominal
Factor de potencia de desplazamiento ( $\cos\phi$ ) prácticamente uno	(>0,98)
Comutación en la alimentación de la entrada L1, L2 y L3 (arranques) bastidor de protección H1-H5, I2, I3 e I4	2 veces/minuto máx
Comutación en la alimentación de la entrada L1, L2 y L3 (arranques) bastidor de protección H6-H8 e I6-I8	1 vez/minuto máx.
Ambiente conforme a la norma EN 60664-1	Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2
Esta unidad es adecuada para utilizarse en un circuito capaz de proporcionar 100 000 amperios simétricos RMS, 240 / 480 V como máximo.	

### Salida del motor (U, V, W)

Tensión de salida	0-100 % de la tensión de red
Frecuencia de salida	0-200 Hz (VVC <sup>plus</sup> ), 0-400 Hz (u/f)
Comutación en la salida	Ilimitada
Tiempos de rampa	0,05-3600 s

### Longitudes y secciones de cable

Longitud máxima del cable de motor, apantallado / blindado (instalación CEM correcta)	Consulte <i>capítulo 2.8.2 Resultados de las pruebas de CEM</i>
Longitud máx. del cable de motor, no apantallado / no blindado	50 m
Sección transversal máx. para motor, red*	
Sección transversal de terminales CC para realimentación de filtro en bastidor de protección H1-H3, I2, I3 e I4	4 mm <sup>2</sup> / 11 AWG
Sección transversal de terminales CC para realimentación de filtro en bastidor de protección H4-H5	16 mm <sup>2</sup> / 6 AWG
Sección transversal máxima para los terminales de control, el cable rígido	2,5 mm <sup>2</sup> / 14 AWG
Sección transversal máxima para los terminales de control, el cable flexible	2,5 mm <sup>2</sup> / 14 AWG
Sección de cable mínima para los terminales de control	0,05 mm <sup>2</sup> / 30 AWG

\*Consulte *capítulo 8.1.2 Alimentación de red 3 x 380-480 V* para obtener más información.

## Entradas digitales

Entradas digitales programables	4
Número de terminal	18, 19, 27, 29
Lógica	PNP o NPN
Nivel de tensión	0-24 V CC
Nivel de tensión, «0» lógico PNP	<5 V CC
Nivel de tensión, «1» lógico PNP	>10 V CC
Nivel de tensión, «0» lógico NPN	>19 V CC
Nivel de tensión, «1» lógico NPN	<14 V CC
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, Ri	Aprox. 4 kΩ
Entrada digital 29 como entrada de termistor	Fallo: >2,9 kΩ y ningún fallo: <800 Ω
Entrada digital 29 como entrada de pulsos	Frecuencia max. 32 kHz en contrafase y 5 kHz (O.C.)

## Entradas analógicas

N.º de entradas analógicas	2
Número de terminal	53, 54
Modo terminal 53	Parámetro 6-19: 1 = tensión, 0 = intensidad
Modo terminal 54	Parámetro 6-29: 1 = tensión, 0 = intensidad
Nivel de tensión	0-10 V
Resistencia de entrada, Ri	10 kΩ (aprox.)
Tensión máx.	20 V
Nivel de intensidad	0 / 4 a 20 mA (escalable)
Resistencia de entrada, Ri	<500 Ω
Intensidad máx.	29 mA

## Salida analógica

Número de salidas analógicas programables	2
Número de terminal	42, 45 <sup>1)</sup>
Rango de intensidad en la salida analógica	0/4-20 mA
Carga máx. en común de la salida analógica	500 Ω
Máx. tensión en salidas analógicas	17 V
Precisión en la salida analógica	Error máx.: 0,4 % de escala total
Resolución en la salida analógica	10 bits

<sup>1)</sup> Los terminales 42 y 45 también pueden programarse como salidas digitales.

## Salida digital

Número de salidas digitales	2
Número de terminal	42, 45 <sup>1)</sup>
Nivel de tensión en salida digital	17 V
Intensidad de salida máx. en la salida digital	20 mA
Carga máx. en la salida digital	1 kΩ

<sup>1)</sup> Los terminales 42 y 45 también pueden programarse como salida analógica.

Tarjeta de control, comunicación serie RS-485<sup>A)</sup>

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

## Tarjeta de control, salida de 24 V CC

Número de terminal	12
Carga máx.	80 mA



## Salida de relé

Salida de relé programable		2
Relé 01 y 02	01-03 (NC), 01-02 (NO), 04-06 (NC), 04-05 (NO)	
Carga máx. del terminal (CA-1) <sup>1)</sup> en 01-02/04-05 (NO) (Carga resistiva)		250 V CA, 3 A
Carga máx. del terminal (CA-15) <sup>1)</sup> en 01-02/04-05 (NO) (Carga inductiva a $\cos\phi$ 0,4)		250 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) <sup>1)</sup> en 01-02/04-05 (NO) (Carga resistiva)		30 V CC, 2 A
Carga máx. del terminal (CC-13) <sup>1)</sup> en 01-02/04-05 (NO) (Carga inductiva)		24 V CC, 0,1 A
Carga máx. del terminal (CA-1) <sup>1)</sup> en 01-03/04-06 (NC) (Carga resistiva)		250 V CA, 3 A
Carga máx. del terminal (CA-15) <sup>1)</sup> en 01-03/04-06 (NC) (Carga inductiva a $\cos\phi$ 0,4)		250 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1) <sup>1)</sup> en 01-03/04-06 (NC) (Carga resistiva)		30 V CC, 2 A
Carga mín. terminal en 01-03 (NC), 01-02 (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	

<sup>1)</sup> CEI 60947 partes 4 y 5.

Tarjeta de control, salida de 10 V CC<sup>A)</sup>

Número de terminal	Tarjeta de control
Tensión de salida	10,5 V $\pm$ 0,5 V
Carga máx.	25 mA

A) Todas las entradas, salidas, circuitos, alimentaciones de CC y contactos de relé están aislados galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y de otros terminales de alta tensión.

## Entorno

Protección	IP20
Kit de protección disponible	IP21, TIPO 1
Prueba de vibración	1,0 g
Humedad relativa máx.	5-95 % (CEI 60721-3-3); clase 3K3 (sin condensación) durante el funcionamiento
Entorno agresivo (CEI 60721-3-3), bastidor barnizado (estándar) H1-H5	Clase 3C3
Entorno agresivo (CEI 60721-3-3), bastidor no barnizado H6-H10	Clase 3C2
Entorno agresivo (CEI 60721-3-3), bastidor barnizado (opcional) H6-H10	Clase 3C3
Entorno agresivo (CEI 60721-3-3), bastidor no barnizado I2-I8	Clase 3C2
Método de prueba conforme a CEI 60068-2-43 H2S (10 días)	
Temperatura ambiente	Consulte la intensidad de salida máx. a 40/50 °C <i>capítulo 8.1.2 Alimentación de red 3 x 380-480 V CA</i>

Consulte *capítulo 8.5 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente y la frecuencia de conmutación* *capítulo 8.5 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente y la frecuencia de conmutación* para conocer la reducción de potencia por temperatura ambiente alta.

Temperatura ambiente mínima durante el funcionamiento a escala completa	0 °C
Temperatura ambiente mínima con rendimiento reducido	-20 °C
Temperatura ambiente mínima con rendimiento reducido	-10 °C
Temperatura durante el almacenamiento / transporte	De -30 a +65/70 °C
Altitud máxima sobre el nivel del mar sin reducción de potencia	1000 m
Altitud máxima sobre el nivel del mar con reducción de potencia	3000 m
Reducción de potencia por altitud elevada. Consulte	
Estándares de seguridad	EN/CEI 61800-5-1, UL 508C
Normas EMC, emisión	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, CEI 61800-3
Normas EMC, inmunidad	EN 61800-3, EN 61000-3-12, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

### 8.3 Ruido acústico o vibración

Si el motor o el equipo propulsado por el motor, por ejemplo, un aspa de ventilador, hace ruido o produce vibraciones a determinadas frecuencias, intente lo siguiente:

- Bypass veloc., grupo de parámetros 4-6\* *Bypass veloc.*
- Sobremodulación, 14-03 *Sobremodulación* ajustado a [0] *No*
- Patrón de conmutación y frecuencia de conmutación del grupo de parámetros 14-0\* *Conmut. inversor.*
- Amortiguación de resonancia, 1-64 *Amortiguación de resonancia*

**El ruido acústico del convertidor de frecuencia procede de tres fuentes:**

1. Bobinas de circuito intermedio CC
2. Ventilador integral
3. Bobina de choque del filtro RFI

Bastidor	Nivel [dBA]
H1	57,3
H2	59,5
H3	53,8
H4	64
H5	63,7
H6	71,5
H7	67,5 (75 kW 71,5 dB)
H8	73,5
H9	60
H10	62,9
I2	50,2
I3	54
I4	60,8
I6	70
I7	62
I8	65,6

Tabla 8.9 Valores habituales calculados a una distancia de 1 metro de la unidad

## 8.4 dU / Dt

	Longitud del cable [m]	Tensión de línea CA [V]	Tiempo de incremento [us]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/usec]
200 V 0,25 kW	5	240	0,121	0,498	3,256
	25	240	0,182	0,615	2,706
	50	240	0,258	0,540	1,666
200 V 0,37 kW	5	240	0,121	0,498	3,256
	25	240	0,182	0,615	2,706
	50	240	0,258	0,540	1,666
200 V 0,75 kW	5	240	0,121	0,498	3,256
	25	240	0,182	0,615	2,706
	50	240	0,258	0,540	1,666
200 V 1,5 kW	5	240	0,121	0,498	3,256
	25	240	0,182	0,615	2,706
	50	240	0,258	0,540	1,666
200 V 2,2 kW	5	240	0,18	0,476	2,115
	25	240	0,230	0,615	2,141
	50	240	0,292	0,566	1,550
200 V 3,7 kW	5	240	0,168	0,570	2,714
	25	240	0,205	0,615	2,402
	50	240	0,252	0,620	1,968
200 V 5,5 kW	5	240	0,128	0,445	2781
	25	240	0,224	0,594	2121
	50	240	0,328	0,596	1454
200 V 7,5 kW	5	240	0,18	0,502	2244
	25	240	0,22	0,598	2175
	50	240	0,292	0,615	1678
200 V 11 kW	36	240	0,176	0,56	2545
	50	240	0,216	0,599	2204
400 V 0,37 kW	5	400	0,160	0,808	4,050
	25	400	0,240	1,026	3,420
	50	400	0,340	1,056	2,517
400 V 0,75 kW	5	400	0,160	0,808	4,050
	25	400	0,240	1,026	3,420
	50	400	0,340	1,056	2,517
400 V 1,5 kW	5	400	0,160	0,808	4,050
	25	400	0,240	1,026	3,420
	50	400	0,340	1,056	2,517
400 V 2,2 kW	5	400	0,190	0,760	3,200
	25	400	0,293	1,026	2,801
	50	400	0,422	1,040	1,971
400 V 3,0 kW	5	400	0,190	0,760	3,200
	25	400	0,293	1,026	2,801
	50	400	0,422	1,040	1,971
400 V 4,0 kW	5	400	0,190	0,760	3,200
	25	400	0,293	1,026	2,801
	50	400	0,422	1,040	1,971
400 V 5,5 kW	5	400	0,168	0,81	3,857
	25	400	0,239	1,026	3,434
	50	400	0,328	1,05	2,560
400 V 7,5 kW	5	400	0,168	0,81	3,857
	25	400	0,239	1,026	3,434
	50	400	0,328	1,05	2,560

	Longitud del cable [m]	Tensión de línea CA [V]	Tiempo de incremento [us]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/usec]
400 V 11 kW	5	400	0,116	0,69	4871
	25	400	0,204	0,985	3799
	50	400	0,316	1,01	2563
400 V 15 kW	5	400	0,139	0,864	4,955
	50	400	0,338	1,008	2,365
400 V 18,5 kW	5	400	0,132	0,88	5,220
	25	400	0,172	1,026	4,772
	50	400	0,222	1,00	3,603
400 V 22 kW	5	400	0,132	0,88	5,220
	25	400	0,172	1,026	4,772
	50	400	0,222	1,00	3,603
400 V 30 kW	10	400	0,376	0,92	1,957
	50	400	0,536	0,97	1,448
	100	400	0,696	0,95	1,092
	150	400	0,8	0,965	0,965
	10	480	0,384	1,2	2,5
	50	480	0,632	1,18	1,494
	100	480	0,712	1,2	1,348
	150	480	0,832	1,17	1,125
	10	500	0,408	1,24	2,431
	50	500	0,592	1,29	1,743
	100	500	0,656	1,28	1,561
	150	500	0,84	1,26	1,2
400 V 37 kW	10	400	0,276	0,928	2,69
	50	400	0,432	1,02	1,889
	10	480	0,272	1,17	3,441
	50	480	0,384	1,21	2,521
	10	500	0,288	1,2	3,333
	50	500	0,384	1,27	2,646
400 V 45 kW	10	400	0,3	0,936	2,496
	50	400	0,44	0,924	1,68
	100	400	0,56	0,92	1,314
	150	400	0,8	0,92	0,92
	10	480	0,3	1,19	3,173
	50	480	0,4	1,15	2,3
	100	480	0,48	1,14	1,9
	150	480	0,72	1,14	1,267
	10	500	0,3	1,22	3,253
	50	500	0,38	1,2	2,526
	100	500	0,56	1,16	1,657
	150	500	0,74	1,16	1,254
400 V 55 kW	10	400	0,46	1,12	1,948
		480	0,468	1,3	2,222
400 V 75 kW	10	400	0,502	1,048	1,673
		480	0,52	1,212	1,869
		500	0,51	1,272	1,992
400 V 90 kW	10	400	0,402	1,108	2,155
		400	0,408	1,288	2,529
		400	0,424	1,368	2,585

	Longitud del cable [m]	Tensión de línea CA [V]	Tiempo de incremento [us]	V <sub>pico</sub> [kV]	dU/dt [kV/usec]
600 V 7,5 kW	5	525	0,192	0,972	4,083
	50	525	0,356	1,32	2,949
	5	600	0,184	1,06	4,609
	50	600	0,42	1,49	2,976

Tabla 8.10

### 8.5 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente y la frecuencia de conmutación

La temperatura ambiente medida durante 24 horas debe ser al menos 5 °C inferior a la temperatura ambiente máxima. Si el convertidor de frecuencia se utiliza a temperatura ambiente elevada, debe reducirse la intensidad de salida constante.

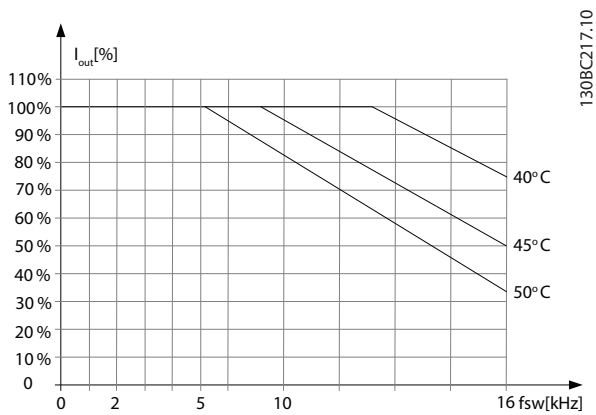


Ilustración 8.1 200 V IP20 H1 0,25-0,75 kW

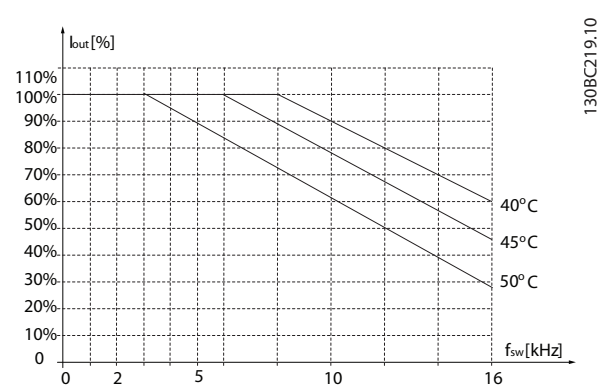


Ilustración 8.3 200 V IP20 H2 2,2 kW

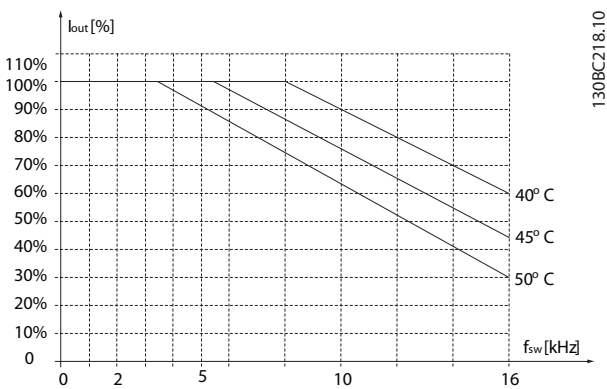


Ilustración 8.2 400 V IP20 H1 0,37-1,5 kW

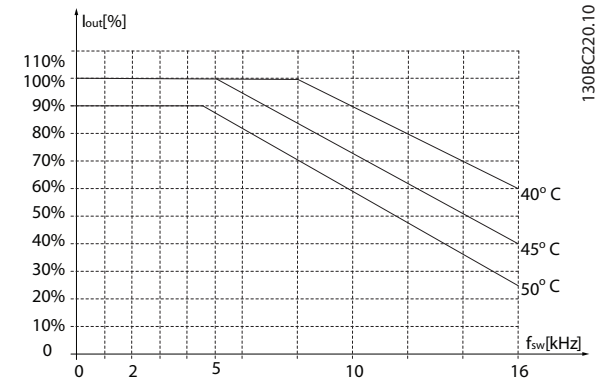


Ilustración 8.4 400 V IP20 H2 2,2-4,0 kW

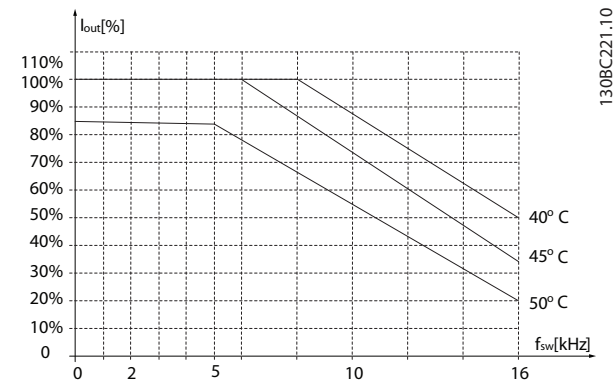


Ilustración 8.5 200 V IP20 H3 3,7 kW

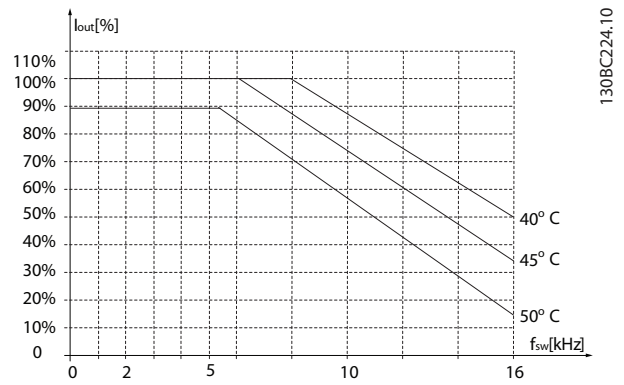


Ilustración 8.8 400 V IP20 H4 11-15 kW

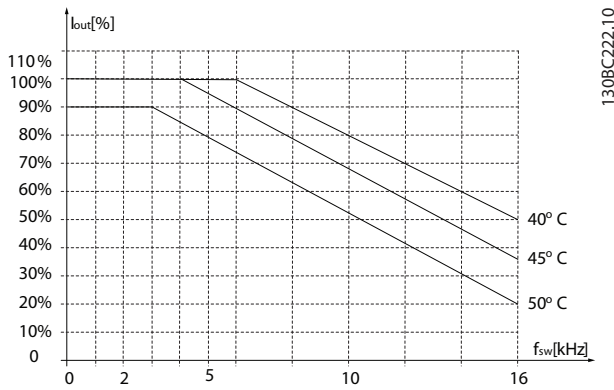


Ilustración 8.6 400 V IP20 H3 5,5-7,5 kW

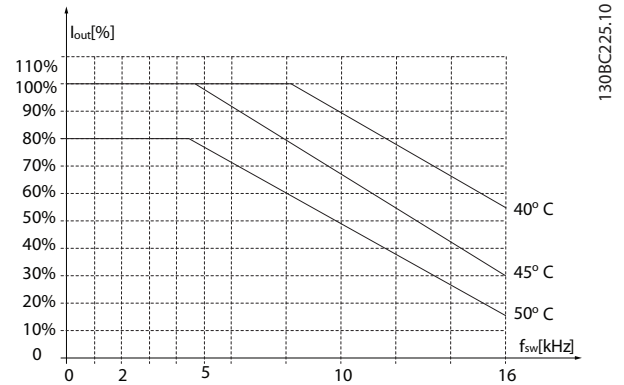


Ilustración 8.9 200 V IP20 H5 11 kW

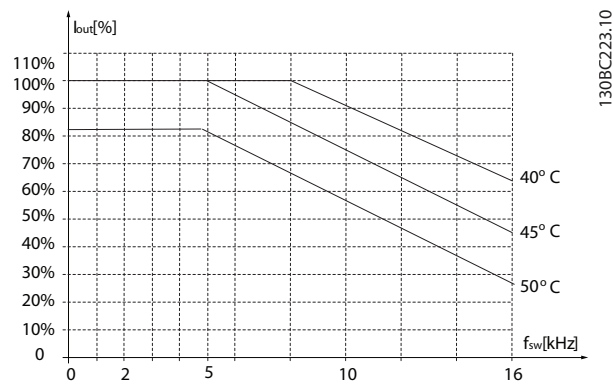


Ilustración 8.7 200 V IP20 H4 5,5-7,5 kW

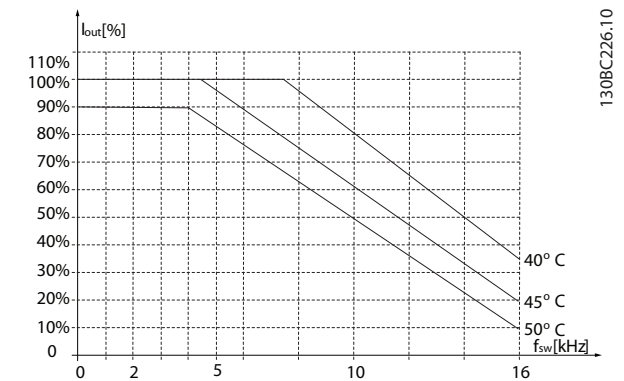


Ilustración 8.10 400 V IP20 H5 18,5-22 kW

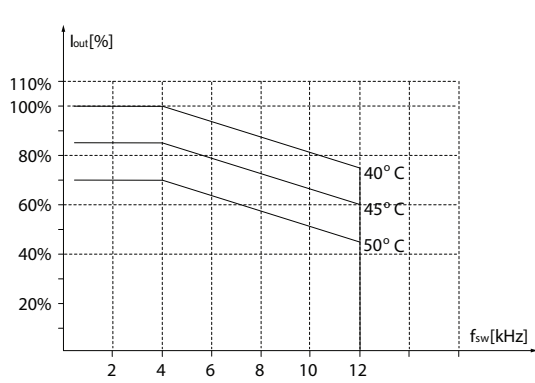


Ilustración 8.11 200 V IP20 H6 15-18,5 kW

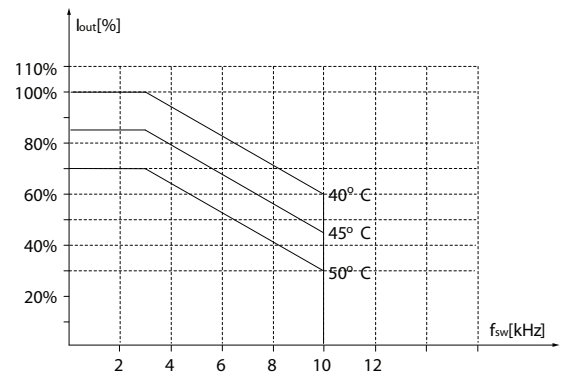


Ilustración 8.14 600 V IP20 H6 22-30 kW

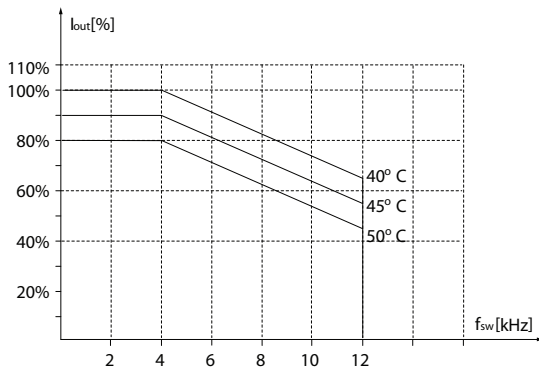


Ilustración 8.12 400 V IP20 H6 30-37 kW

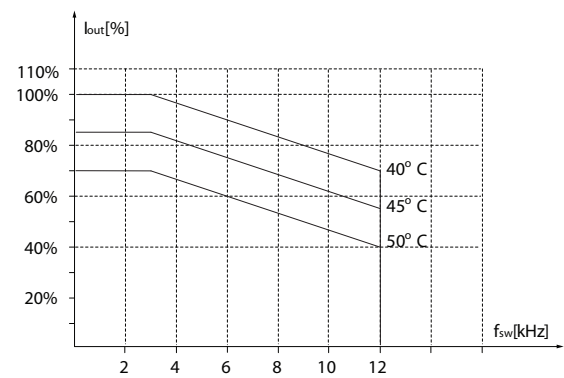


Ilustración 8.15 200 V IP20 H7 22-30 kW

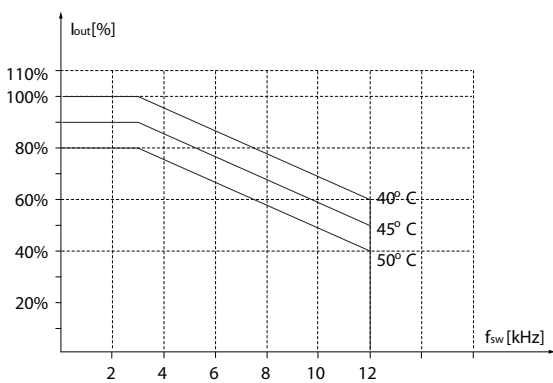


Ilustración 8.13 400 V IP20 H6 45 kW

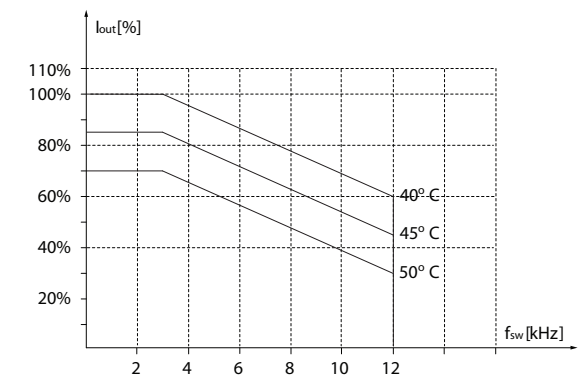


Ilustración 8.16 400 V IP20 H7 55-75 kW

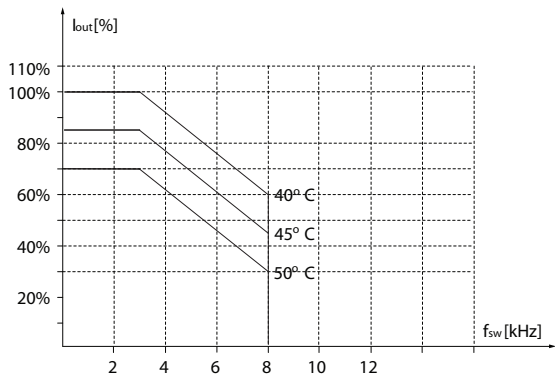


Ilustración 8.17 600 V IP20 H7 45-55 kW

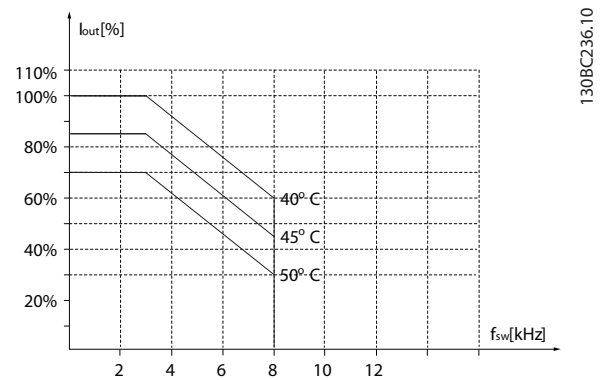


Ilustración 8.20 600 V IP20 H8 75-90 kW

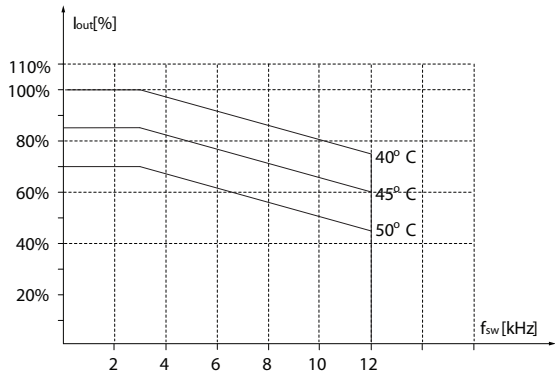


Ilustración 8.18 200 V IP20 H8 37-45 kW

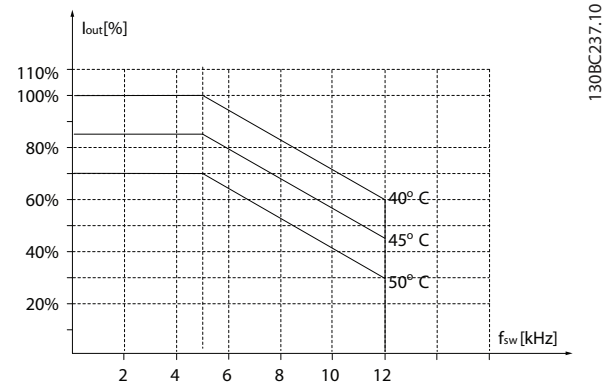


Ilustración 8.21 600 V IP20 H9 2,2-3 kW

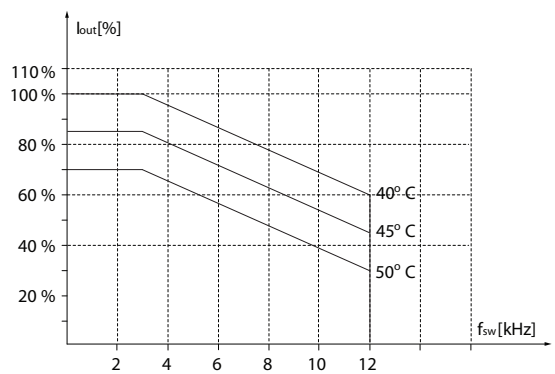


Ilustración 8.19 400 V IP20 H8 90 kW

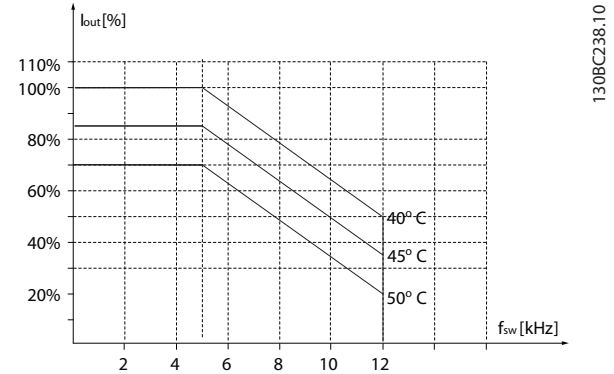


Ilustración 8.22 600 V IP20 H9 5,5-7,5 kW



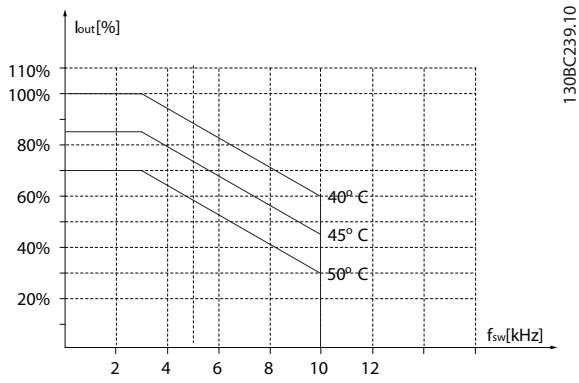


Ilustración 8.23 600 V IP20 H10 11-15 kW

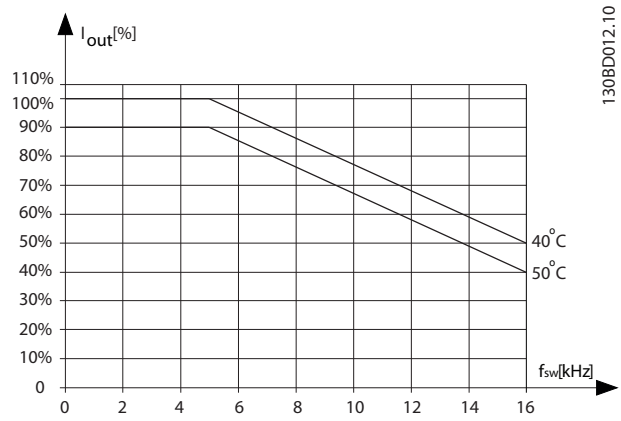


Ilustración 8.26 400 V IP54 I4 11-18,5 kW

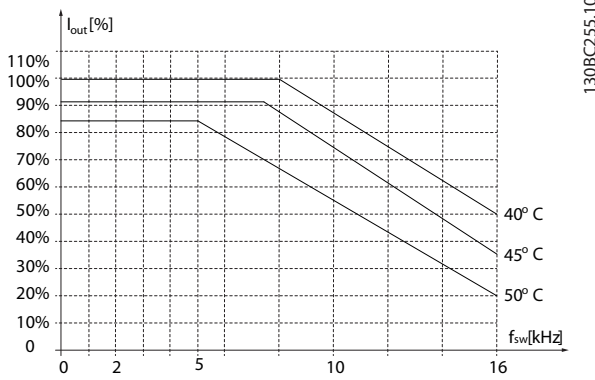


Ilustración 8.24 400 V IP54 I2 0,75-4,0 kW

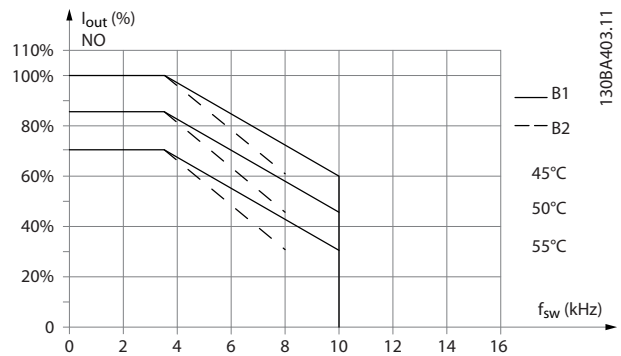


Ilustración 8.27 400 V IP54 I5 11-18,5 kW

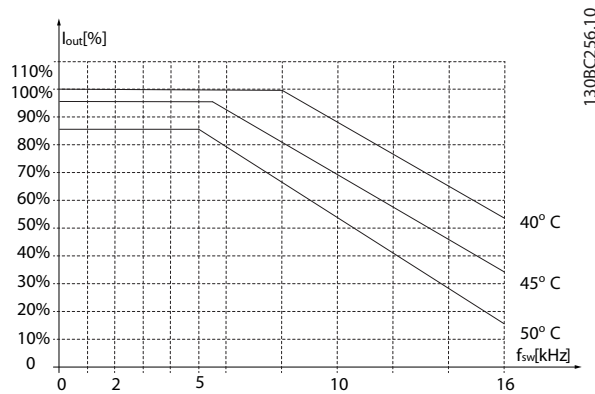


Ilustración 8.25 400 V IP54 I3 5,5-7,5 kW

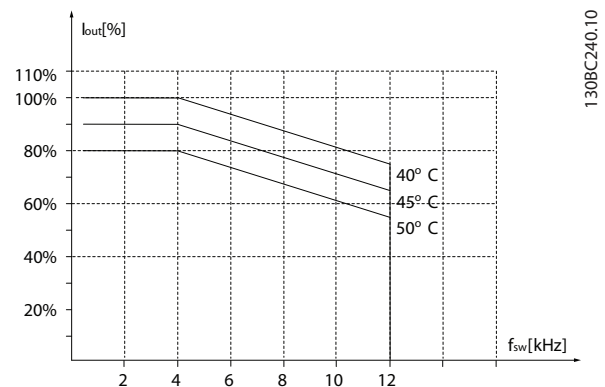


Ilustración 8.28 400 V IP54 I6 22-30 kW

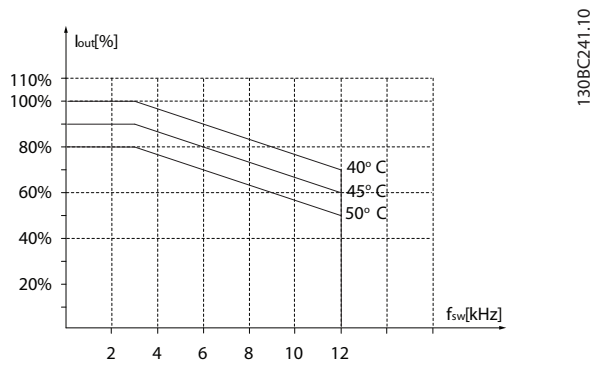


Ilustración 8.29 400 V IP54 I6 37 kW

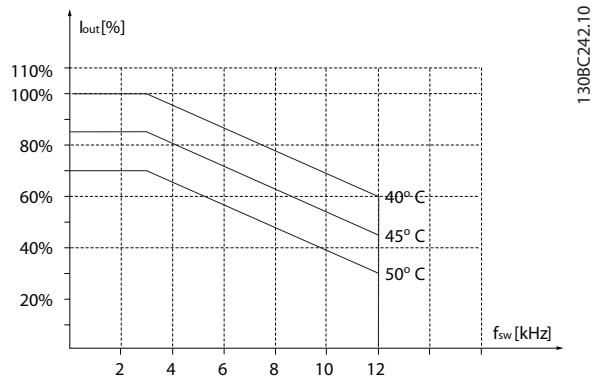


Ilustración 8.30 400 V IP54 I7 45-55 kW

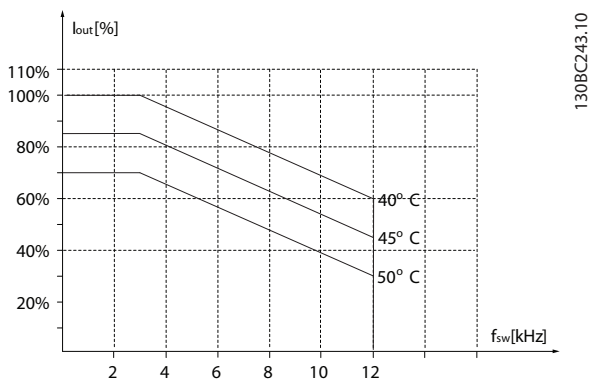


Ilustración 8.31 400 V IP54 I8 75-90 kW

## Índice

### A

Abreviaturas..... 5

#### Ahorro

de energía..... 14  
energético..... 12

Aislamiento galvánico..... 39

#### Ajuste

de frecuencia mínima programable..... 20  
del convertidor de frecuencia..... 83  
del hardware del convertidor de frecuencia..... 82  
del motor..... 69  
manual del PI..... 33

#### Alimentación

de red (L1, L2 y L3)..... 109  
de red 3 × 200-240 V CA..... 101  
de red 3 × 525-600 V CA..... 108  
de red 3 × 380-480 V CA..... 102, 106

Amortiguadores..... 18

#### Arrancador

en estrella / triángulo..... 15  
suave..... 15

ARRANQUE ACCIDENTAL..... 9

#### Asistente

de configuración de lazo cerrado..... 30, 69  
de configuración para aplicaciones de lazo abierto..... 69  
para aplicaciones de lazo abierto..... 69

#### Aspectos

generales de la emisión de armónicos..... 37  
generales de las emisiones CEM..... 34

### B

Baja temperatura del evaporador..... 23

#### Bombas

del condensador..... 22  
primarias..... 23  
secundarias..... 25

### C

Cambios realizados..... 69, 79

#### Caudal

del evaporador..... 23  
variable durante un año..... 14

Caudalímetro..... 23

Circuito intermedio..... 40, 112

#### Código

de control..... 98  
de estado..... 99  
descriptivo..... 47

#### Códigos

de excepción Modbus..... 93  
de función..... 93

Cómo realizar un pedido..... 46

Comparación de ahorro de energía..... 14

Compensador de contracción..... 23

Comunicación Modbus..... 82

Condiciones de funcionamiento extremas..... 40

#### Conexión

a la red eléctrica y al motor..... 57  
de red..... 81

Configuración de red..... 89

Configurador de convertidores de frecuencia..... 46

Conformidad con UL..... 63

#### Conmutación

a la salida..... 40  
en la alimentación de entrada..... 109

#### Control

de ventiladores y bombas..... 12  
local (Hand On) y remoto (Auto On)..... 27  
mejorado..... 15  
variable del caudal y la presión..... 15  
vectorial avanzado..... 6

Conversión de realimentación..... 28

Copia con LCP..... 79

#### Corriente

de fuga..... 40  
de fuga a tierra..... 40

Corte de red..... 41

Cortocircuito (fase del motor-fase)..... 40

### D

Definiciones..... 6

Descripción general del sistema eléctrico..... 55

Determinación de velocidad local..... 23

#### Directiva

de baja tensión (73/23/CEE)..... 10  
de máquinas (98/37/CEE)..... 10  
EMC 89/336/CEE..... 11  
sinusoidal (89/336/CEE)..... 10

Dispositivo de corriente residual..... 40

Documentación..... 6

### E

Ejemplo de ahorro de energía..... 13

Ejemplos de aplicaciones..... 17

El uso de un convertidor de frecuencia ahorra energía..... 15

Entorno..... 111

Entornos agresivos..... 12

#### Entradas

analógicas..... 6, 110  
digitales..... 110

Especificaciones generales..... 109

Estado..... 69

<b>Estructura</b>			
de control de lazo abierto.....	26		
de control de lazo cerrado.....	28		
<b>F</b>			
<b>Factor de potencia.....</b>	8		
<b>Fases del motor.....</b>	40		
<b>FC con Modbus RTU.....</b>	83		
<b>Freno de CC.....</b>	98		
<b>Fuente de alimentación de red.....</b>	8		
<b>Funcionamiento por inercia.....</b>	6, 98		
<b>Fusibles y magnetotérmicos.....</b>	63		
<b>H</b>			
<b>Humedad atmosférica.....</b>	11		
<b>I</b>			
<b>IGV.....</b>	18		
<b>Í</b>			
<b>Índice (IND).....</b>	86		
<b>I</b>			
<b>Inercia.....</b>	99		
<b>Inicialice el convertidor de frecuencia.....</b>	80		
<b>Inicialización</b>			
con dos dedos.....	80		
recomendada.....	80		
<b>Instalación</b>			
conforme a EMC.....	65		
de campo.....	54		
eléctrica conforme a EMC.....	65		
eléctrica en general.....	56		
en altitudes elevadas.....	9		
<b>Instrucciones</b>			
de eliminación.....	10		
de programación.....	68		
<b>K</b>			
<b>Kit de protección IP21 / TIPO 1.....</b>	44		
<b>L</b>			
<b>LCP.....</b>	6, 8, 27		
<b>Lectura</b>			
de registros de retención (03 HEX).....	96		
y programación de los parámetros indexados.....	79		
<b>Leyes de proporcionalidad.....</b>	13		
<b>Longitud del telegrama (LGE).....</b>	84		
<b>Longitudes y secciones de cable.....</b>	109		
<b>M</b>			
<b>Manejo de referencias.....</b>	29		
<b>Mantener</b>			
la frecuencia de salida.....	98		
salida.....	6		
<b>Marca y conformidad CE.....</b>	10		
<b>Menú</b>			
principal.....	79		
rápido.....	69		
<b>Menús.....</b>	69		
<b>Modbus RTU.....</b>	89		
<b>Momento de inercia.....</b>	40		
<b>Montaje lado a lado.....</b>	54		
<b>N</b>			
<b>Normas de seguridad.....</b>	9		
<b>Nota de seguridad.....</b>	9		
<b>Número de parámetro (PNU).....</b>	86		
<b>O</b>			
<b>Opciones y accesorios.....</b>	43, 48		
<b>Optimización del controlador de lazo cerrado del convertidor de frecuencia.....</b>	33		
<b>P</b>			
<b>Panel de control local (LCP).....</b>	68		
<b>Pantalla.....</b>	68		
<b>Par de arranque.....</b>	7		
<b>PELV: tensión protectora extrabajada.....</b>	39		
<b>Perfil FC.....</b>	98		
<b>Periodo de amortización.....</b>	14		
<b>Placa de desacoplamiento.....</b>	45		
<b>Potencial de control.....</b>	25		
<b>Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC).....</b>	83		
<b>Presión diferencial.....</b>	25		
<b>Programación con.....</b>	68		
<b>Protección</b>			
Protección.....	12, 39, 40, 63		
de sobreintensidad.....	63		
del motor.....	109		
térmica del motor.....	41, 100		
y funciones.....	109		
<b>Puerto de comunicación serie.....</b>	6		
<b>R</b>			
<b>Rangos de frecuencia de bypass.....</b>	20		
<b>RCD.....</b>	6, 40		

Red pública de suministro eléctrico.....	37	Ventilador de torre de refrigeración.....	20
<b>Requisitos</b>		<b>Vibración y golpe.....</b>	<b>12</b>
de emisiones.....	35	<b>Vibraciones.....</b>	<b>20</b>
de inmunidad.....	39	<b>Visión general de Modbus RTU.....</b>	<b>88</b>
en materia de emisión de armónicos.....	37	<b>Volumen</b>	
<b>Resultados de la prueba de armónicos (emisión).....</b>	<b>37</b>	de aire constante.....	19
<b>Resumen de protocolo.....</b>	<b>83</b>	de aire variable.....	18
<b>Rodete de la bomba.....</b>	<b>22</b>	<b>VVCplus.....</b>	<b>8</b>
<b>RS-485</b>			
RS-485.....	81		
Instalación y configuración.....	81		
<b>Ruido acústico.....</b>	<b>112</b>		
 <b>S</b>			
<b>Salida</b>			
analógica.....	110		
de relé.....	111		
del motor (U, V, W).....	109		
digital.....	110		
<b>Sensor de CO2.....</b>	<b>19</b>		
<b>Sistema</b>			
CAV.....	19		
de gestión de edificios (BMS).....	14		
<b>Sistemas centrales VAV.....</b>	<b>18</b>		
<b>Situaciones cubiertas.....</b>	<b>11</b>		
<b>Sobretensión generada por el motor.....</b>	<b>40</b>		
 <b>T</b>			
<b>Tarjeta</b>			
de control, comunicación serie RS-485.....	110		
de control, salida de 24 V CC.....	110		
<b>Tecla de menú.....</b>	<b>68</b>		
<b>Teclas</b>			
de funcionamiento y luces indicadoras (LED).....	68		
de navegación y luces indicadoras (LED).....	68		
<b>TENSIÓN PELIGROSA.....</b>	<b>9</b>		
<b>Terminales de control.....</b>	<b>67</b>		
<b>Termistor.....</b>	<b>6</b>		
<b>Tiempo de descarga.....</b>	<b>10</b>		
<b>Tipos de datos admitidos por el convertidor de frecuencia</b>			
.....	87		
<b>Transferencia rápida de ajustes de parámetros entre convertidores de frecuencia múltiples.....</b>	<b>79</b>		
 <b>V</b>			
<b>Valores de parámetros.....</b>	<b>94</b>		
<b>Válvula de estrangulamiento.....</b>	<b>22</b>		
<b>Varias bombas.....</b>	<b>25</b>		
<b>VAV.....</b>	<b>18</b>		
<b>Velocidad</b>			
fija.....	6, 99		
nominal del motor.....	6		



[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

.....  
Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores que pudieran aparecer en sus catálogos, folletos o cualquier otro material impreso y se reserva el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluidos los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan las características convenidas con el cliente. Todas las marcas comerciales de este material son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo Danfoss son marcas comerciales de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos.  
.....

