MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Guía de diseño de
VLT® AutomationDrive FC 301/302

0,25-75 kW

www.danfoss.com/drives

THE REAL DRIVE

Índice

1 Introducción 9
1.1 Propósito de la Guía de diseño 9
1.2 Recursos adicionales 9
1.3 Abreviaturas, símbolos y convenciones 9
1.4 Definiciones 10
1.5 Versión de documento y software 11
1.6 Cumplimiento de las normas 11
1.6.1 Marca CE 11
1.6.1.1 Directiva de baja tensión 12
1.6.1.2 Directiva EMC 12
1.6.1.3 Directiva de máquinas 12
1.6.2 Conformidad con UL 12
1.6.3 Conformidad con C-Tick 12
1.6.4 Conformidad marina 12
1.7 Instrucciones de eliminación 13
1.8 Seguridad 13

2 Seguridad 14
2.1 Símbolos de seguridad 14
2.2 Personal cualificado 14
2.3 Medidas de seguridad 14

3 Principios básicos de funcionamiento 16
3.1 General 16
3.2 Descripción del funcionamiento 16
3.3 Secuencia de funcionamiento 16
3.3.1 Sección del rectificador 16
3.3.2 Sección intermedia 16
3.3.3 Sección del inversor 16
3.3.4 Opción de freno 16
3.3.5 Carga compartida 17
3.4 Interfaz de control 17
3.5 Esquema del cableado 18
3.6 Controladores 20
3.6.1 Principio de control 20
3.6.2 FC 301 frente a FC 302 Principio de control 21
3.6.3 Estructura de control en VVC^{plus} 22
3.6.4 Estructura de control de flujo sin realimentación (solo FC 302) 23
3.6.5 Estructura de control en flujo con realimentación del motor (solo FC 302) 24

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

3.6.6 PID 25
3.6.6.1 Control de PID de velocidad 25
3.6.6.2 Ajuste del control de PID de velocidad 28
3.6.6.3 Control de PID de procesos 28
3.6.6.4 Control de PID avanzado 30
3.6.7 Control de intensidad interno en modo VVC^{plus} 30
3.6.8 Control local (Hand On) y remoto (Auto On) 30
3.7 Manejo de referencias 32
3.7.1 Referencias 32
3.7.2 Límites referencia 34
3.7.3 Escalado de referencias internas y referencias de bus 35
3.7.4 Escalado de referencias de impulsos y analógicas y realimentación 35
3.7.5 Banda muerta alrededor de cero 36

4 Funciones del producto 40
4.1 Funciones de funcionamiento automatizadas 40
4.1.1 protección ante cortocircuitos 40
4.1.2 Protección contra sobretensión 40
4.1.3 Detección de que falta una fase del motor 41
4.1.4 Detección de desequilibrio de fase de red 41
4.1.5 Conmutación en la salida 41
4.1.6 Protección contra sobrecargas 41
4.1.7 Protección rotor bloqueado 41
4.1.8 Reducción de potencia automática 41
4.1.9 Optimización automática de energía 42
4.1.10 Modulación automática de frecuencia de conmutación 42
4.1.11 Reducción de potencia automática para una frecuencia portadora alta 42
4.1.12 Rendimiento de fluctuación de potencia 42
4.1.13 Amortiguación de resonancia 42
4.1.14 Ventiladores controlados por temperatura 42
4.1.15 Conformidad con EMC 43
4.1.16 Aislamiento galvánico de los terminales de control 43
4.2 Funciones de aplicación personalizadas 43
4.2.1 Adaptación automática del motor 43
4.2.2 Protección térmica del motor 43
4.2.3 Corte de red 44
4.2.4 Controlador PID integrado 44
4.2.5 Rearranque automático 45
4.2.6 Función de Motor en giro 45
4.2.7 Par completo a velocidad reducida 45
4.2.8 Bypass de frecuencia 45

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

4.2.9 Precalentador del motor 45
4.2.10 4 ajustes programables 45
4.2.11 Frenado dinámico 45
4.2.12 Control de freno mecánico de lazo abierto 46
4.2.13 Control de freno mecánico de lazo cerrado / freno mecánico de elevación 47
4.2.14 Smart Logic Control (SLC) 48
4.2.15 Desconexión segura de par 49
4.3 VLT® FlexConcept® de Danfoss 49

5 Integración del sistema 50
5.1 Condiciones ambientales de funcionamiento 50
5.1.1 Humedad 50
5.1.2 Temperatura 50
5.1.3 Temperatura y refrigeración 50
5.1.4 Reducción de potencia manual 51
5.1.4.1 Reducción de potencia en función del funcionamiento a velocidad lenta 51
5.1.4.2 Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica 51
5.1.5 Ruido acústico 52
5.1.6 Vibración y golpe 52
5.1.7 Entornos agresivos 52
5.1.7.1 Gases 52
5.1.7.2 Exposición al polvo 53
5.1.7.3 Entornos potencialmente explosivos 53
5.1.8 Mantenimiento 54
5.1.9 Almacenamiento 54
5.2 Aspectos generales de la EMC 54
5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC 56
5.2.2 Requisitos en materia de emisiones 57
5.2.3 Requisitos de inmunidad 57
5.2.4 Aislamiento del motor 58
5.2.5 Corrientes en los cojinetes del motor 59
5.3 Interferencia de la red de alimentación / armónicos 59
5.3.1 El efecto de los armónicos en un sistema de distribución de potencia 60
5.3.2 Normas y requisitos de limitación armónica 60
5.3.3 Mitigación de armónicos 61
5.3.4 Cálculo de armónicos 61
5.4 Aislamiento galvánico (PELV) 61
5.4.1 PELV: tensión de protección muy baja 61
5.5 Funciones de freno 62
5.5.1 Selección de resistencia de freno 62

6 Especificaciones de los productos 65

6.1 Datos eléctricos 65

6.1.1 Alimentación de red 200-240 V 65

6.1.2 Alimentación de red 380-500 V 68

6.1.3 Alimentación de red 525-600 V (solo FC 302) 71

6.1.4 Alimentación de red 525-690 V (solo FC 302) 74

6.2 Especificaciones generales 77

6.2.1 Alimentación de red 77

6.2.2 Salida del motor y datos del motor 77

6.2.3 Condiciones ambientales 78

6.2.4 Especificaciones del cable 78

6.2.5 Entrada / Salida de control y datos de control 78

6.2.6 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente 82

6.2.6.1 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección A 82

6.2.6.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección B 82

6.2.6.3 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección C 85

6.2.7 Valores medidos para la prueba dU/dt 88

6.2.8 Rendimiento 91

6.2.9 Ruido acústico 91

7 Procedimiento para realizar pedidos 92

7.1 Configurador de convertidores de frecuencia 92

7.1.1 Código descriptivo 92

7.1.2 Idioma 94

7.2 Números de pedido 95

7.2.1 Opciones y accesorios 95

7.2.2 Repuestos 97

7.2.3 Bolsa de accesorios 97

7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301 98

7.2.5 Resistencias de freno para FC 302 101

7.2.6 Otras resistencias de freno de conjunto plano 107

7.2.7 Filtros armónicos 108

7.2.8 Filtros sinusoidales 110

7.2.9 Filtros dU/dt 112

8 Instalación mecánica 114

8.1 Seguridad 114

8.2 Dimensiones mecánicas 114

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

8.2.1 Montaje mecánico 117
8.2.1.1 Separación 117
8.2.1.2 Montaje en pared 117

9 Instalación eléctrica 119
9.1 Seguridad 119
9.2 Cables 120
9.2.1 Par de apriete 120
9.2.2 Orificios de entrada 121
9.2.3 Apriete de la cubierta tras realizar las conexiones 125
9.3 Conexión de red 125
9.3.1 Fusibles y magnetotérmicos 129
9.3.1.1 Fusibles 129
9.3.1.2 Recomendaciones 129
9.3.1.3 Cumplimiento de la normativa CE 130
9.3.1.4 Conformidad con UL 133
9.4 Conexión del motor 138
9.5 Protección de corriente de fuga a tierra 141
9.6 Conexiones adicionales 142
9.6.1 Relé 142
9.6.2 Desconectores y contactores 143
9.6.3 Carga compartida 144
9.6.4 Resistencia de freno 144
9.6.5 Software para PC 144
9.6.5.1 MCT 10 145
9.6.5.2 MCT 31 145
9.6.5.3 Software de cálculo de armónicos (HCS) 145
9.7 Información adicional del motor 146
9.7.1 Cable de motor 146
9.7.2 Conexión de motores múltiples 146
9.8 Seguridad 149
9.8.1 Prueba de alta tensión 149
9.8.2 Conexión a tierra EMC 149
9.8.3 Instalación conforme a ADN 149

10 Ejemplos de aplicaciones 150
10.1 Aplicaciones empleadas comúnmente 150
10.1.1 Sistema de convertidor de lazo cerrado 155
10.1.2 Programación de límite de par y parada 155
10.1.3 Programación del control de velocidad 156

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

11 Opciones y accesorios 158
11.1 Opciones de comunicación 158
11.2 E/S, opciones de realimentación y seguridad 158
11.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 158
11.2.2 Opción del encoder VLT® MCB 102 160
11.2.3 Opción de resolver VLT® MCB 103 162
11.2.4 VLT® Relay Card MCB 105 164
11.2.5 Opción VLT® Safe PLC Interface MCB 108 166
11.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 167
11.2.7 VLT® Extended Relay Card MCB 113 169
11.2.8 Opción VLT® Sensor Input MCB 114 170
11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x 172
11.2.10 Adaptador VLT® de opciones C MCF 106 175
11.3 Opciones de control de movimiento 175
11.4 Accesorios 177
11.4.1 Resistencias de freno 177
11.4.2 Filtros sinusoidales 177
11.4.3 Filtros dU/dt 178
11.4.4 Filtros de modo común 178
11.4.5 Filtros armónicos 178
11.4.6 Kit de protección IP21 / Tipo 1 178
11.4.7 Kit de montaje remoto para LCP 180
11.4.8 Soporte de montaje para tipos de protección A5, B1, B2, C1 y C2 181

12 Instalación y ajuste RS-485 183
12.1 Instalación y configuración de 183
12.1.1 Descripción general 183
12.2 Conexión de red 184
12.3 Terminación de bus 184
12.4 Instalación y ajuste RS-485 184
12.5 Aspectos generales del protocolo FC 185
12.6 Configuración de red 185
12.7 Estructura de formato de mensajes del protocolo FC 185
12.7.1 Contenido de un carácter (byte) 185
12.7.2 Estructura de telegramas 185
12.7.3 Longitud del telegrama (LGE) 186
12.7.4 Dirección del convertidor de frecuencia (ADR) 186
12.7.5 Byte de control de datos (BCC) 186
12.7.6 El campo de datos 187

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

12.7.7 El campo PKE 188
12.7.8 Número de parámetro (PNU) 188
12.7.9 Índice (IND) 188
12.7.10 Valor de parámetro (PWE) 188
12.7.11 Tipos de datos admitidos 189
12.7.12 Conversión 189
12.7.13 Códigos de proceso (PCD) 189
12.8 Ejemplos 190
12.8.1 Escritura del valor de un parámetro. 190
12.8.2 Lectura del valor de un parámetro 190
12.9 Visión general de Modbus RTU 190
12.9.1 Requisitos previos 190
12.9.2 Conocimientos previos necesarios 190
12.9.3 Visión general de Modbus RTU 190
12.9.4 Convertidor de frecuencia con Modbus RTU 191
12.10 Configuración de red 191
12.11 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU 191
12.11.1 Convertidor de frecuencia con Modbus RTU 191
12.11.2 Estructura de mensaje Modbus RTU 192
12.11.3 Campo de arranque / parada 192
12.11.4 Campo de dirección 192
12.11.5 Campo de función 192
12.11.6 Campo de datos 192
12.11.7 Campo de comprobación CRC 193
12.11.8 Direccionamiento de registros de bobinas 193
12.11.9 Cómo controlar el convertidor de frecuencia 194
12.11.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU 194
12.11.11 Códigos de excepción Modbus 195
12.12 Cómo acceder a los parámetros 195
12.12.1 Gestión de parámetros 195
12.12.2 Almacenamiento de datos 195
12.12.3 IND (índice) 195
12.12.4 Bloques de texto 195
12.12.5 Factor de conversión 196
12.12.6 Valores de parámetros 196
12.13 (Danfoss) Perfil de control FC 196
12.13.1 Código de control según el perfil FC (*8-10 Trama control* = perfil FC) 196
12.13.2 Código de estado según el perfil FC (STW) (*8-10 Trama control* = perfil FC) 198
12.13.3 Valor de referencia de velocidad de bus 199
12.13.4 Código de control de acuerdo con el perfil de PROFIdrive (CTW) 200

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

12.13.5 Código de estado según el perfil de PROFIdrive (STW) 201

Índice 203

1 Introducción

1.1 Propósito de la Guía de diseño

La Guía de diseño proporciona la información necesaria para integrar el convertidor de frecuencia en diversas aplicaciones.

VLT® es una marca registrada.

1.2 Recursos adicionales

Tiene a su disposición otros recursos para comprender la programación, el funcionamiento y las directivas de cumplimiento del convertidor de frecuencia.

- Este *manual de funcionamiento* ofrece información detallada acerca de la instalación y el arranque del convertidor de frecuencia.
- La *Guía de programación* proporciona información detallada sobre cómo trabajar con parámetros y muchos ejemplos de aplicación.
- El *Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par VLT®* describe cómo utilizar los convertidores de frecuencia de (Danfoss) en aplicaciones de seguridad funcional.
- En (Danfoss) podrá obtener publicaciones y manuales complementarios. Consulte *danfoss.com/Product/Literature/Technical +Documentation.htm* para ver un listado.
- El equipo opcional disponible podría cambiar alguna información descrita en estas publicaciones. Asegúrese de leer las instrucciones suministradas con las opciones para los requisitos específicos.

Póngase en contacto con el proveedor de (Danfoss) o visite *www.danfoss.com* para obtener información más detallada.

1.3 Abreviaturas, símbolos y convenciones

Convenciones
Las listas numeradas indican procedimientos.
Las listas de viñetas indican otra información y descripción de ilustraciones.
El texto en cursiva indica

- referencia cruzada
- enlace
- nota a pie de página
- nombre del parámetro, nombre del grupo de parámetros, opción del parámetro

60° AVM	Modulación asíncrona de vectores de 60º
A	Amperio
CA	Corriente alterna
AD	Descarga por el aire
AI	Entrada analógica
AMA	Adaptación automática del motor
AWG	Calibre de cables estadounidense
°C	Grados Celsius
CD	Descarga constante
CM	Modo común
CT	Par constante
CC	Corriente continua
DI	Entrada digital
DM	Modo diferencial
D-TYPE	Depende del convertidor de frecuencia
EMC	Compatibilidad electromagnética
ETR	Relé termoelectrónico
f_{JOG}	La frecuencia del motor cuando se activa la función de velocidad fija
f_M	Frecuencia del motor
f_{MAX}	La frecuencia de salida máxima que el convertidor de frecuencia aplica a su salida.
f_{MIN}	La frecuencia mínima del motor del convertidor de frecuencia.
$f_{M,N}$	Frecuencia nominal del motor
FC	Convertidor de frecuencia
g	Gramo
Hiperface®	Hiperface® es una marca registrada de Stegmann
CV	Caballos de vapor
HTL	Impulsos del encoder HTL (10-30 V), (High-voltage Transistor Logic)
Hz	Hercio
I_{INV}	Intensidad nominal de salida del convertidor
$I_{LÍM}$	Límite de intensidad
$I_{M,N}$	Corriente nominal del motor
$I_{VLT,MÁX.}$	Intensidad máxima de salida

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

1

$I_{VLT,N}$	Corriente nominal de salida suministrada por el convertidor de frecuencia
kHz	Kilohercio
LCP	Panel de control local
lsb	Bit menos significativo
m	Metro
mA	Miliamperio
MCM	Mille Circular Mil, unidad norteamericana de sección de cables
MCT	Herramienta de control de movimiento
mH	Milihenrio (inductancia)
min	Minuto
ms	Milisegundo
msb	Bit más significativo
η_{VLT}	Rendimiento del convertidor de frecuencia definido como la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada
nF	Nanofaradio
NLCP	Panel de control local numérico
Nm	Newton metro
n_s	Velocidad del motor síncrono
Parámetros en línea / fuera de línea	Los cambios realizados en los parámetros en línea se activan inmediatamente después de cambiar el valor de dato.
$P_{br,cont.}$	Potencia nominal de la resistencia de freno (potencia media durante el frenado continuo)
PCB	Placa de circuito impreso
PCD	Datos de proceso
PELV	Tensión de protección muy baja
P_m	Potencia nominal de salida del convertidor de frecuencia como HO
$P_{M,N}$	Potencia nominal del motor
Motor PM	Motor de magnetización permanente
PID de proceso	El controlador PID mantiene la velocidad, presión, temperatura, etc., deseados
$R_{br,nom}$	El valor de resistencia nominal que garantiza una potencia de frenado en el eje del motor de 150/160 % durante 1 minuto
RCD	Dispositivo de corriente diferencial
Regen	Terminales regenerativos
R_{min}	Valor de resistencia de freno mínima permitida por el convertidor de frecuencia
RMS	Raíz cuadrática media
r/min	Revoluciones por minuto
R_{rec}	Valor de la resistencia y resistencia de la resistencia de freno
s	Segundo
SFAVM	Modulación asíncrona de vectores orientada al flujo del estátor
STW	Código de estado
SMPS	Fuente de alimentación del modo de conmutación
THD	Distorsión armónica total
$T_{LÍM}$	Límite de par
TTL	Impulsos del encoder TTL (5 V) (Transistor Transistor Logic)
$U_{M,N}$	Tensión nominal del motor
V	Voltios
VT	Par variable
VVC^{plus}	Control vectorial de la tensión

Tabla 1.1 Abreviaturas

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 Definiciones

Inercia
El eje del motor se encuentra en modo libre. Sin par en el motor.

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

Características de par constante (CT)
Características de par constante utilizadas para todas las aplicaciones, como cintas transportadoras, bombas de desplazamiento y grúas.

Inicialización
Si se lleva a cabo una inicialización (*14-22 Modo funcionamiento*), el convertidor de frecuencia vuelve a los ajustes predeterminados.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

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.

Ajuste
Guardar ajustes de parámetros en cuatro configuraciones distintas. Cambiar entre estas cuatro 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)
El SLC es una secuencia de acciones definidas por el usuario ejecutadas cuando los eventos asociados definidos por el usuario son evaluados como verdaderos por el Controlador Smart Logic. (Grupo de parámetros *13-** Lógica inteligente*.

Bus estándar FC
Incluye el bus RS-485 bus con el protocolo FC o el protocolo MC. Consulte *8-30 Protocolo*.

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 rearranque 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 rearranque 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 la desconexión para la seguridad personal.

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

Factor de potencia
El factor de potencia real (lambda) tiene en cuenta todos los armónicos y siempre es inferior al factor de potencia (cosphi), que solo tiene en cuenta los primeros armónicos de la corriente y la tensión.

$$\cos\varphi = \frac{P\,[\text{kW}]}{P\,[\text{kVA}]} = \frac{U\lambda \times I\lambda \times \cos\varphi}{U\lambda \times I\lambda}$$

Cosphi también se conoce como el factor de potencia de desplazamiento.

Tanto lambda como cosphi se indican para los convertidores de frecuencia Danfoss VLT® en el *capétulo 6.2.1 Alimentación de red*.

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.

Además, un factor de potencia elevado indica que las distintas corrientes armónicas son bajas.
Todos los convertidores de frecuencia de (Danfoss) tienen bobinas de CC integradas en el enlace de CC para producir un factor de potencia alto y para reducir el THD en la alimentación de red.

1.5 Versión de documento y software

Este manual se revisa y se actualiza de forma periódica. Le agradecemos cualquier sugerencia de mejoras. La *Tabla 1.2* muestra las versiones de documento y software.

Edición	Comentarios	Versión de software
MG33BFxx	Sustituye a MG33BExx	6.72

Tabla 1.2 Versión de documento y software

1.6 Cumplimiento de las normas

Los convertidores de frecuencia están diseñados conforme a las directivas descritas en este apartado.

1.6.1 Marca CE

La marca CE (Comunidad Europea) indica que el fabricante del producto cumple todas las directivas aplicables de la UE. Las tres directivas de la UE aplicables al diseño y fabricación de convertidores de frecuencia son la directiva de tensión baja, la directiva EMC y la directiva de máquinas (para unidades con función de seguridad integrada).

El propósito de la marca CE es el de eliminar las barreras técnicas para el comercio libre entre los países de la CE y la EFTA, dentro de la ECU. La marca CE no regula la calidad del producto. Las especificaciones técnicas no pueden deducirse de la marca CE.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

1

1.6.1.1 Directiva de baja tensión

Los convertidores de frecuencia están clasificados como componentes electrónicos y deben contar con la marca CE según la directiva de baja tensión. Esta directiva se aplica a todos los equipos eléctricos en el rango de tensión de 50-1000 V CA y 75-1600 V CC.

La directiva exige que el diseño del equipo debe asegurar que no se pongan en peligro la seguridad ni la salud de las personas y del ganado y que el valor del material se conserve hasta que el equipo esté instalado correctamente, mantenido y se use conforme a lo previsto. Las marcas CE de (Danfoss) cumplen con la directiva de baja tensión y ofrecen una declaración de conformidad si así se solicita.

1.6.1.2 Directiva EMC

La compatibilidad electromagnética (EMC) significa que las interferencias electromagnéticas entre aparatos no afectan a su rendimiento. Los requisitos de protección básicos de la directiva EMC 2004/108/CE indican que los dispositivos que generan interferencias electromagnéticas (EMI) o los dispositivos cuyo funcionamiento se pueda ver afectado por las EMI deben diseñarse para limitar la generación de interferencias electromagnéticas y deben tener un grado adecuado de inmunidad a las EMI cuando se instalan correctamente, se mantienen y se usan conforme a lo previsto.

Un convertidor de frecuencia se puede utilizar como dispositivo independiente o como parte de una instalación más compleja. Los dispositivos que se utilizan independientemente o como parte de un sistema deben disponer de la marca CE. Los sistemas no deben tener la marca CE pero deben cumplir con los requisitos de protección básicos de la directiva EMC.

1.6.1.3 Directiva de máquinas

Los convertidores de frecuencia se clasifican como componentes electrónicos sujetos a la directiva de baja tensión, aunque los convertidores de frecuencia con una función de seguridad integrada deben cumplir con la directiva de máquinas 2006/42/CE. Los convertidores de frecuencia sin función de seguridad no se incluyen en la directiva de máquinas. Si un convertidor de frecuencia está integrado en un sistema de maquinaria, (Danfoss) proporciona información sobre los aspectos de seguridad relativos al convertidor.

La directiva de máquinas 2006/42/CE cubre una máquina que consta de un conjunto de componentes o dispositivos interconectados de los cuales al menos uno es capaz de realizar un movimiento mecánico. La directiva exige que el diseño del equipo debe asegurar que no se pongan en peligro la seguridad ni la salud de las personas y del ganado y que el valor del material se conserve hasta que el equipo esté instalado correctamente, mantenido y se use conforme a lo previsto.

Cuando los convertidores de frecuencia se utilizan en máquinas con al menos una parte móvil, el fabricante de la máquina debe proporcionar una declaración que exponga que cumple con todas las normas y medidas de seguridad relevantes. Las marcas CE de (Danfoss) cumplen con la directiva de máquinas para convertidores de frecuencia con una función de seguridad integrada y ofrecen una declaración de conformidad si así se solicita.

1.6.2 Conformidad con UL

Homologación de UL

Ilustración 1.1 UL

AVISO!

Los convertidores de frecuencia con tipo de protección T7 (525-690 V) no disponen de certificado para UL.

El convertidor de frecuencia cumple los requisitos de la norma UL508C de retención de memoria térmica. Si desea obtener más información, consulte el apartado *Protección térmica del motor* en la *Guía de diseño*.

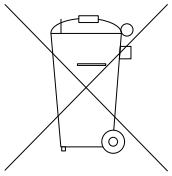
1.6.3 Conformidad con C-Tick

1.6.4 Conformidad marina

Para conocer la conformidad con el acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables (ADN), consulte *capétulo 9.8.3 Instalación conforme a ADN*.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

1.7 Instrucciones de eliminación



No deseche equipos que contienen componentes eléctricos junto con los desperdicios domésticos.
Deben recogerse de forma selectiva según la legislación local vigente.

Tabla 1.3 Instrucciones de eliminación

1.8 Seguridad

Los convertidores de frecuencia contienen componentes de alta tensión y pueden ser mortales si se utilizan incorrectamente. Solo técnicos formados deben instalar y hacer funcionar el equipo. No se debe intentar realizar actividades de reparación sin desconectar primero la alimentación del convertidor de frecuencia y esperar el tiempo necesario para que la energía eléctrica almacenada se disipe.
Consulte el *Manual de funcionamiento*, suministrado con la unidad y disponible en línea para:

- tiempo de descarga e
- instrucciones de seguridad detalladas y advertencias.

Es obligatorio seguir estrictamente las precauciones y avisos para que el convertidor de frecuencia tenga un funcionamiento seguro.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

2 Seguridad

2

2.1 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.

2.2 Personal cualificado

Se precisan un transporte, un almacenamiento, una instalación, un funcionamiento y un mantenimiento correctos y fiables para que el convertidor de frecuencia funcione de un modo seguro y sin ningún tipo de problemas. Este equipo únicamente puede ser manejado o instalado por personal cualificado.

El personal cualificado es aquel personal formado que está autorizado a instalar, poner en marcha y efectuar el mantenimiento de equipos, sistemas y circuitos de acuerdo con la legislación y la regulación vigente. Además, el personal debe estar familiarizado con las instrucciones y medidas de seguridad descritas en este documento.

2.3 Medidas de seguridad

⚠ADVERTENCIA

ALTA TENSIÓN

Los convertidores de frecuencia contienen tensiones altas cuando están conectados a una potencia de entrada de red de CA. 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.

- **La instalación, puesta en marcha y mantenimiento solo deben realizarlos personal cualificado.**

⚠ADVERTENCIA

ARRANQUE ACCIDENTAL

Cuando el convertidor de frecuencia se conecta a la red de CA, el motor podría arrancar en cualquier momento, ocasionando el riesgo de sufrir lesiones graves o incluso la muerte, así como daños al equipo u otros objetos. El motor puede arrancarse mediante un interruptor externo, un comando de bus serie, una señal de referencia de entrada desde el LCP o por la eliminación de una condición de fallo.

1. **Desconecte el convertidor de frecuencia de la red cuando así lo dicten las consignas de seguridad personal para evitar arranques accidentales del motor.**
2. **Pulse [Off] en el LCP antes de programar los parámetros.**
3. **El convertidor de frecuencia, el motor y los equipos accionados deben estar listos para funcionar cuando se conecte el convertidor de frecuencia a la red de CA.**

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

⚠ADVERTENCIA

TIEMPO DE DESCARGA

El convertidor de frecuencia contiene condensadores de enlace de CC, que pueden seguir cargados incluso si el convertidor de frecuencia está apagado. Si después de desconectar la alimentación no espera el tiempo especificado antes de realizar cualquier reparación o tarea de mantenimiento, se pueden producir lesiones graves o incluso la muerte.

1. **Pare el motor.**
2. **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.**
3. **Espere a que los condensadores se descarguen por completo antes de efectuar actividades de mantenimiento o reparación. La duración del tiempo de espera se especifica en la *Tabla 2.1*.**

Tensión [V]	Tiempo de espera mínimo (minutos)		
	4	7	15
200-240	0,25-3,7 kW		5,5-37 kW
380-500	0,25-7,5 kW		11-75 kW
525-600	0,75-7,5 kW		11-75 kW
525-690		1,5-7,5 kW	11-75 kW
Puede haber tensión alta presente aunque las luces del indicador LED de advertencia estén apagadas.			

Tabla 2.1 Tiempo de descarga

⚠ADVERTENCIA

PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. No efectuar la toma de tierra correcta del convertidor de frecuencia podría ser causa de lesiones graves e incluso muerte.

- **La toma a tierra correcta del equipo debe estar garantizada por un instalador eléctrico certificado.**

⚠ADVERTENCIA

PELIGRO DEL EQUIPO

El contacto con ejes de rotación y equipos eléctricos puede provocar lesiones graves o la muerte.

- **Asegúrese de que la instalación, el arranque y el mantenimiento lo lleve a cabo únicamente personal formado y cualificado.**
- **Asegúrese de que los trabajos eléctricos cumplan con los códigos eléctricos nacionales y locales.**
- **Siga los procedimientos de este manual.**

⚠PRECAUCIÓN

AUTORROTACIÓN

El giro accidental de los motores de magnetización permanente podría provocar lesiones y daños materiales.

- **Asegúrese de que los motores de magnetización permanente estén bloqueados para evitar un giro accidental.**

⚠PRECAUCIÓN

POSIBLE PELIGRO EN CASO DE FALLO INTERNO

Existe el riesgo de sufrir lesiones personales cuando el convertidor de frecuencia no está correctamente cerrado.

- **Antes de suministrar electricidad, asegúrese de que todas las cubiertas de seguridad están colocadas y fijadas de forma segura.**

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

3 Principios básicos de funcionamiento

3

3.1 General

Este capítulo ofrece una visión general de los conjuntos principales y los circuitos del convertidor de frecuencia. Su propósito es describir las funciones eléctricas internas y de procesamiento de señal. También se incluye una descripción de la estructura de control interna.

Además, se describen las funciones opcionales y automatizadas del convertidor de frecuencia disponibles para diseñar sistemas operativos sólidos con un control sofisticado y un rendimiento de información de estado.

3.2 Descripción del funcionamiento

El convertidor de frecuencia suministra una cantidad regulada de alimentación de CA a un motor de inducción trifásico estándar con el fin de controlar la velocidad del mismo. El convertidor de frecuencia suministra frecuencia y tensión variables al motor.

El convertidor de frecuencia está dividido en cuatro módulos principales.

- Rectificador
- Circuito intermedio
- Inversor
- Control y regulación

En el *capítulo 3.3 Secuencia de funcionamiento*, estos módulos se tratan con más detalle y se describe cómo las señales de potencia y control se mueven dentro del convertidor de frecuencia.

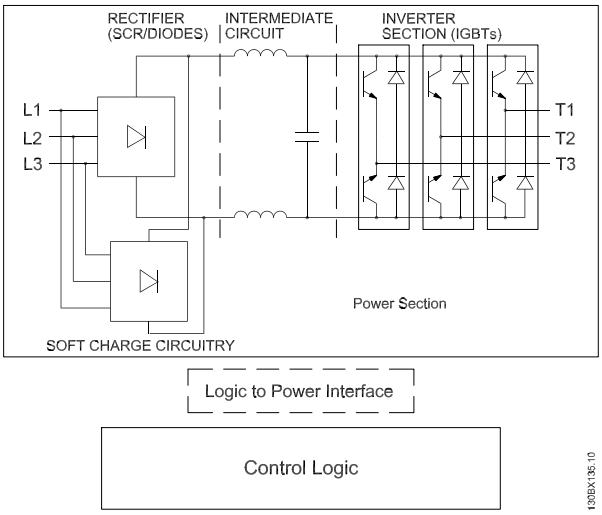


Ilustración 3.1 lógica de control interno

3.3 Secuencia de funcionamiento

3.3.1 Sección del rectificador

Cuando se conecta por primera vez la alimentación al convertidor de frecuencia, esta entra a través de los terminales de entrada (L1, L2 y L3) y en la opción de desconexión y / o filtro RFI, en función de la configuración de la unidad.

3.3.2 Sección intermedia

A continuación de la sección del rectificador, la tensión pasa a la sección intermedia. Esta tensión rectificada es suavizada por un circuito de filtro sinusoidal, que se compone del inductor de bus de CC y del banco de condensadores del bus de CC.

El inductor del bus de CC proporciona impedancia en serie a la intensidad cambiante. Esto ayuda al proceso de filtrado reduciendo la distorsión armónica a la forma de onda de la corriente CA de entrada, normalmente inherente en los circuitos rectificadores.

3.3.3 Sección del inversor

En la sección del inversor, una vez estén presentes un comando de ejecución y una referencia de velocidad, los IGBT comienzan a conmutar para crear la onda de salida. Esta forma de onda, generada por el principio PWM VVC^{plus} de (Danfoss) en la tarjeta de control, proporciona un rendimiento óptimo y pérdidas mínimas en el motor.

3.3.4 Opción de freno

En los convertidores de frecuencia equipados con la opción de freno dinámico se incluye un IGBT del freno junto con los terminales 81(R-) y 82(R+) para la conexión de una resistencia de freno externa.

La función del IGBT del freno consiste en limitar la tensión del circuito intermedio cuando se exceda el límite de tensión máxima. Esto lo realiza conmutando la resistencia montada externamente a través del bus de CC para eliminar el exceso de tensión de CC presente en los condensadores del bus. El exceso de tensión del bus de CC suele ser el resultado de una carga descontrolada que produce que la energía regenerativa vuelva al bus de CC. Esto ocurre, por ejemplo, cuando la carga controla al motor, haciendo que la tensión regrese al circuito de bus de CC.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Colocar externamente la resistencia de freno tiene las ventajas de seleccionar la resistencia en base a las necesidades de la aplicación, disipar la energía fuera del panel de control y proteger al convertidor de sobrecalentamiento si la resistencia de freno está sobrecargada.

La señal de puerta del IGBT del freno se origina en la tarjeta de control y se envía al IGBT de freno mediante la tarjeta de potencia y la tarjeta de accionamiento de puerta. Adicionalmente, las tarjetas de alimentación y control vigilan el IGBT y la resistencia del freno por si se producen cortocircuitos y sobrecargas.

3.3.5 Carga compartida

Las unidades con la opción de carga compartida integrada contienen terminales (+) 89 CC y (–) 88 CC. Dentro del convertidor de frecuencia, estos terminales se conectan al bus de CC enfrente del reactor del enlace de CC y los condensadores del bus.

El uso de los terminales de carga compartida puede adoptar dos configuraciones diferentes.

En un método, los terminales se utilizan para enlazar los circuitos de bus de CC de múltiples convertidores de frecuencia. Esto permite que una unidad en modo regenerativo comparta su exceso de tensión de bus con otra unidad que está haciendo funcionar un motor. La carga compartida de esta forma puede reducir la necesidad de resistencias de freno dinámicas externas, al tiempo que se ahorra energía. En teoría, el número de unidades que pueden ser conectadas de este modo es infinito; no obstante, todas las unidades deben tener la misma clasificación de tensión. Adicionalmente, y en función del tamaño y del número de unidades, puede ser necesario instalar bobinas y fusibles de CC en las conexiones del enlace de CC, y reactores de CA en la red. Cualquier intento de realizar una configuración de este tipo requiere consideraciones específicas y no debe realizarse sin consultar primero con el departamento de ingeniería de aplicación de (Danfoss).

En el segundo método, el convertidor de frecuencia es alimentado exclusivamente desde una fuente de CC. Esto es un poco mas complicado. Primero, es necesaria una fuente de CC. Segundo, también es necesario un medio para realizar una carga suave del bus de CC en el arranque. Por último, se requiere una fuente de tensión para alimentar los ventiladores internos de la unidad. Tampoco debe intentarse realizar una configuración de este tipo sin consultar previamente con el departamento de ingeniería de aplicación de (Danfoss).

3.4 Interfaz de control

3.4.1 Principio de control

El convertidor de frecuencia recibe entrada de control de varias fuentes.

- Panel de control local (modo manual)
- Terminales de control analógicos programables, digitales y analógicos / digitales (modo automático)
- Los puertos RS-485, USB o de comunicación en serie (modo automático)

Cuando están cableados y programados adecuadamente, los terminales de control proporcionan realimentación, referencia y otras señales de entrada al convertidor de frecuencia; el estado de salida y las condiciones de fallos del convertidor de frecuencia, relés para hacer funcionar el equipo auxiliar e interfaz de comunicación serie. También se proporcionan 24 V convencionales. Los terminales de control se pueden programar para varias funciones seleccionando opciones de parámetros mediante el panel de control local (LCP) en la parte frontal de la unidad o las fuentes externas. La mayor parte del cableado de control es suministrado por el cliente a no ser que se solicite a fábrica.

3.5 Esquema del cableado

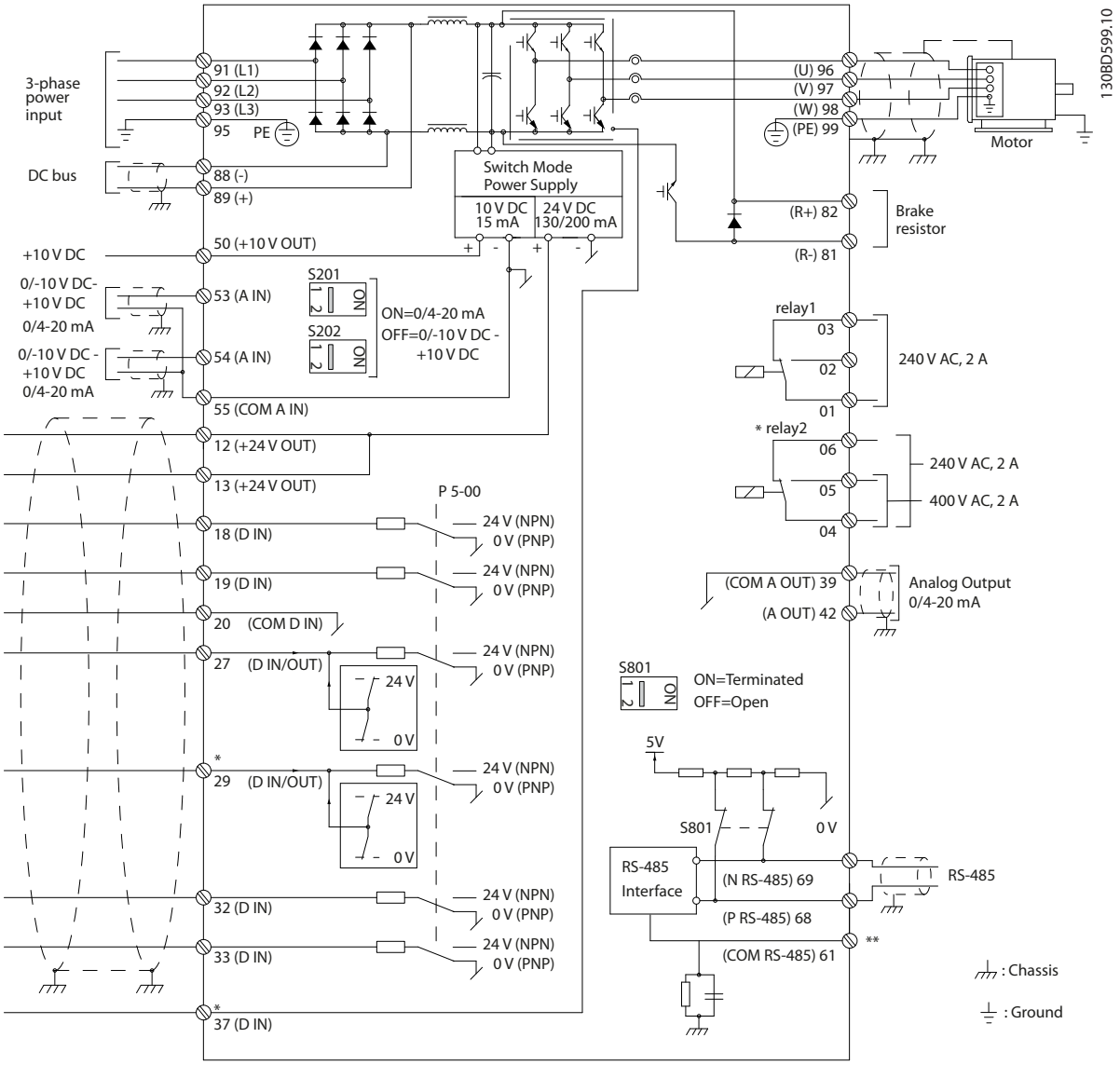
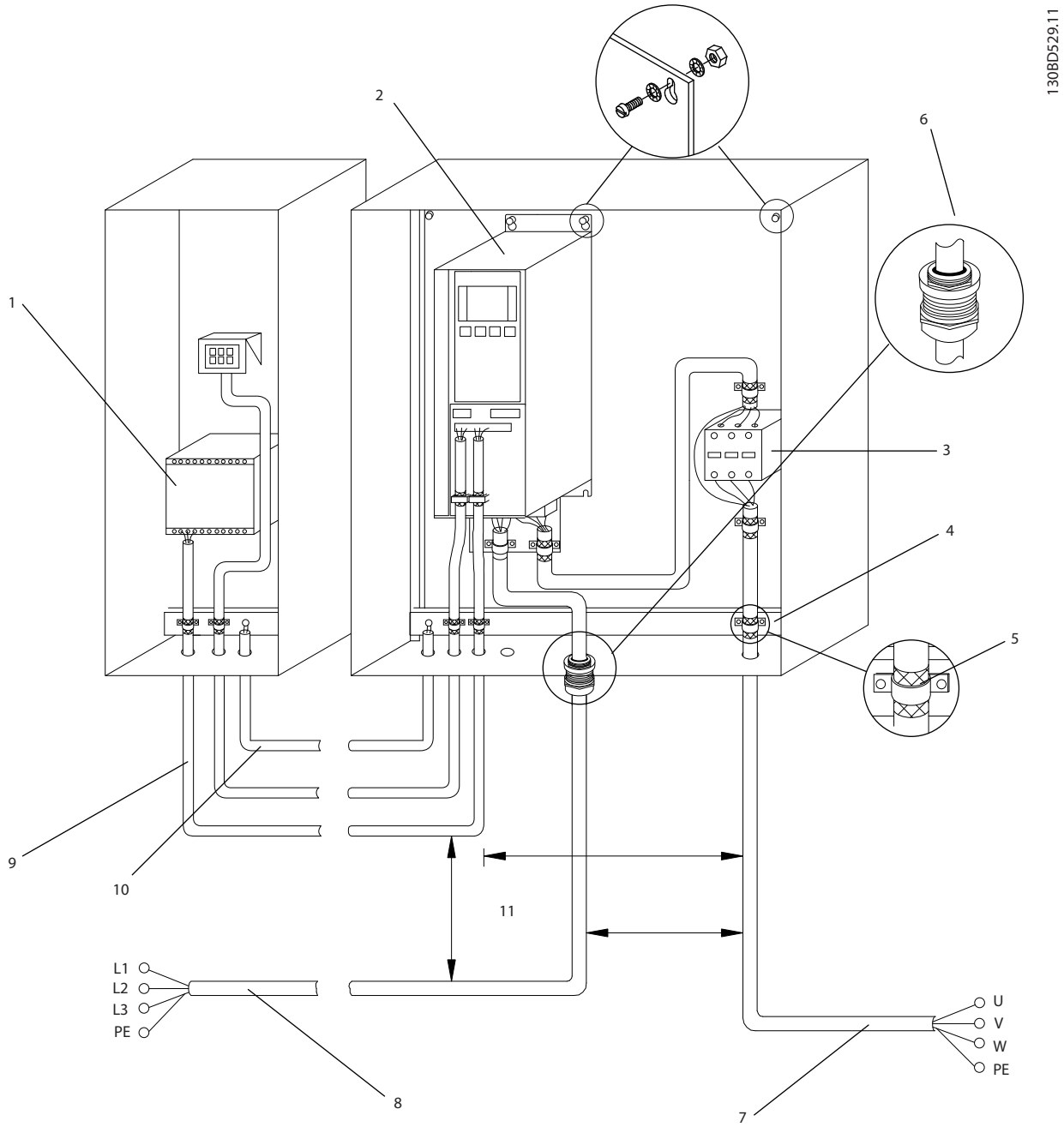


Ilustración 3.2 Esquema básico del cableado

A = analógico, D = digital

*El terminal 37 (opcional) se utiliza para la desconexión segura de par. Para conocer las instrucciones de instalación de la desconexión segura de par, consulte el *Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par para los convertidores de frecuencia VLT® de* (Danfoss). El terminal 37 no está incluido en el FC 301 (excepto con el tipo de protección A1). El relé 2 y el terminal 29 no tienen ninguna función en el FC 301.

**No conecte el apantallamiento de cables.



1	PLC	7	Motor, trifásico y PE (apantallada)
2	Convertidor de frecuencia	8	Red, trifásica y PE reforzada (sin apantallar)
3	Contactor de salida	9	Cableado de control (apantallado)
4	Abrazadera de cable	10	Ecualización de potencial mín. 16 mm^2 (0,025 in)
5	Aislamiento de cable (pelado)	11	Espacio libre entre el cable de control, el cable de motor y el cable de red: mín. 200 mm
6	Prensacables		

Ilustración 3.3 Conexión-eléctrica conforme a EMC

Para obtener más información sobre EMC, consulte *capítulo 4.1.15 Conformidad con EMC*.

3

AVISO!

INTERFERENCIA EMC

Utilice cables apantallados para el cableado de control y de motor y cables independientes para la potencia de entrada, el cableado del motor y el cableado de control. No aislar los cables de control, del motor o de potencia puede provocar un comportamiento inesperado o una reducción del rendimiento. Se requiere un espacio libre mínimo de 200 mm (7,9 in) entre los cables de control, de motor y de potencia.

3.6 Controladores

3.6.1 Principio de control

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

De este modo, el motor recibe una tensión / intensidad y frecuencia variables, lo que permite un control de velocidad variable en motores asíncronos trifásicos estándar y en motores de magnetización permanente.

El convertidor de frecuencia puede controlar la velocidad o el par en el eje del motor. El ajuste de *1-00 Modo Configuración* determina el tipo de control.

Control de velocidad

Hay dos tipos de control de velocidad:

- El control de lazo abierto de velocidad, que no requiere realimentación del motor (sin sensor).
- El control de PID de lazo cerrado de velocidad requiere una realimentación de velocidad hacia una entrada. Un control de lazo cerrado de velocidad, debidamente optimizado, tiene una precisión mayor que un control de lazo abierto.

Selecciona qué entrada se utilizará como realimentación PID de velocidad en *7-00 Fuente de realim. PID de veloc.*

Control de par

La función de control de par se utiliza en aplicaciones en las que el par de salida de eje motor controla la aplicación como control de tensión. El control de par puede seleccionarse en *1-00 Modo Configuración*, ya sea en VVC^{plus} *[4] Lazo abierto de par* o Control de flujo en lazo cerrado con *[2] realimentación de velocidad del motor*. El ajuste de par se realiza mediante la configuración de una referencia controlada analógica, digital o de bus. El factor de límite máximo de velocidad se define en *4-21 Fuente del factor de límite de velocidad*. Al efectuar el control de par, se recomienda llevar a cabo un procedimiento AMA completo, ya que los datos correctos del motor son de gran importancia para obtener un rendimiento óptimo.

- Lazo cerrado en modo de flujo con realimentación de encoder ofrece un rendimiento superior en los cuatro cuadrantes y a todas las velocidades del motor.
- Modo lazo abierto en VVC^{plus}. La función se utiliza en aplicaciones mecánicas robustas, pero la precisión es limitada. La función de par de lazo abierto funciona, básicamente, solo en una dirección de velocidad. El par se calcula sobre la base de la medición interna de intensidad del convertidor de frecuencia.

Referencia de velocidad / par

La referencia a estos controles puede ser una referencia única o la suma de varias, incluyendo referencias de escalado relativo. El manejo de referencias se explica con mayor detalle en *capétulo 3.7 Manejo de referencias*.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

3.6.2 FC 301 frente a FC 302 Principio de control

El FC 301 es un convertidor de frecuencia de uso general para aplicaciones de velocidad variable. El principio de control está basado en el Control vectorial de la tensión (VVC^{plus}).
FC 301 puede manejar tanto motores asíncronos como motores PM.
El principio de detección de intensidad en el FC 301 está basado en la medida de la intensidad en el enlace de CC o en la fase del motor. La protección de fallo a tierra en la parte del motor se resuelve mediante un circuito de desaturación en los IGBT conectado a la placa de control.
El comportamiento en cortocircuito del FC 301 depende del transductor de corriente en el enlace de CC positivo y de la protección de desaturación con realimentación desde los 3 IGBT inferiores y el freno.

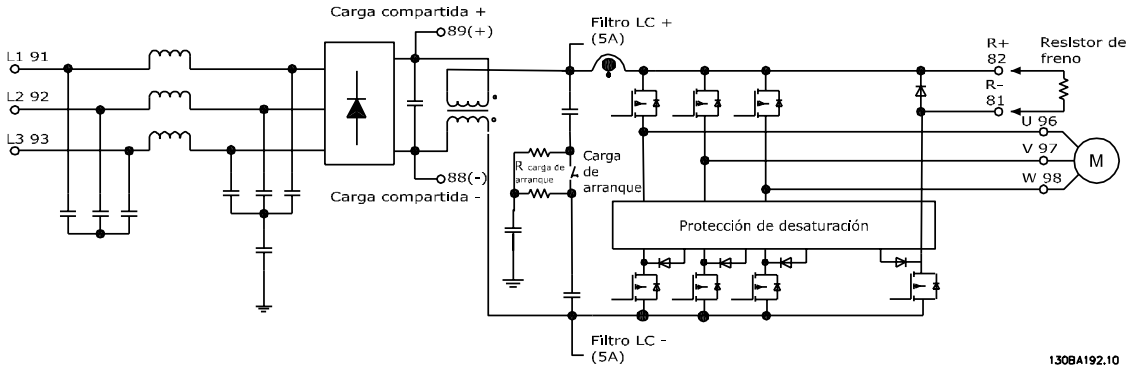


Ilustración 3.4 Principio de control FC 301

El FC 302 es un convertidor de frecuencia de alto rendimiento para aplicaciones exigentes. El convertidor de frecuencia puede manejar varias clases de principios de control de motor tales como el modo de motor especial U/f, VVC^{plus} o el control de motor por vector de flujo.
FC 302 puede manejar motores sincrónicos de magnetización permanente (servomotores sin escobillas) así como motores asíncronos normales de jaula de ardilla.
El comportamiento en cortocircuito del FC 302 depende de los 3 transductores de corriente de las fases del motor y de la protección de desaturación con realimentación desde el freno.

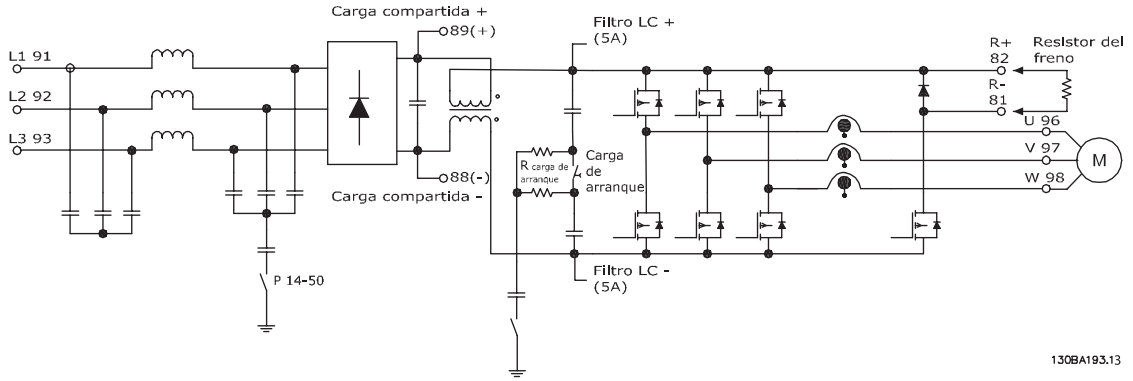


Ilustración 3.5 Principio de control FC 302

3

3.6.3 Estructura de control en VVCplus

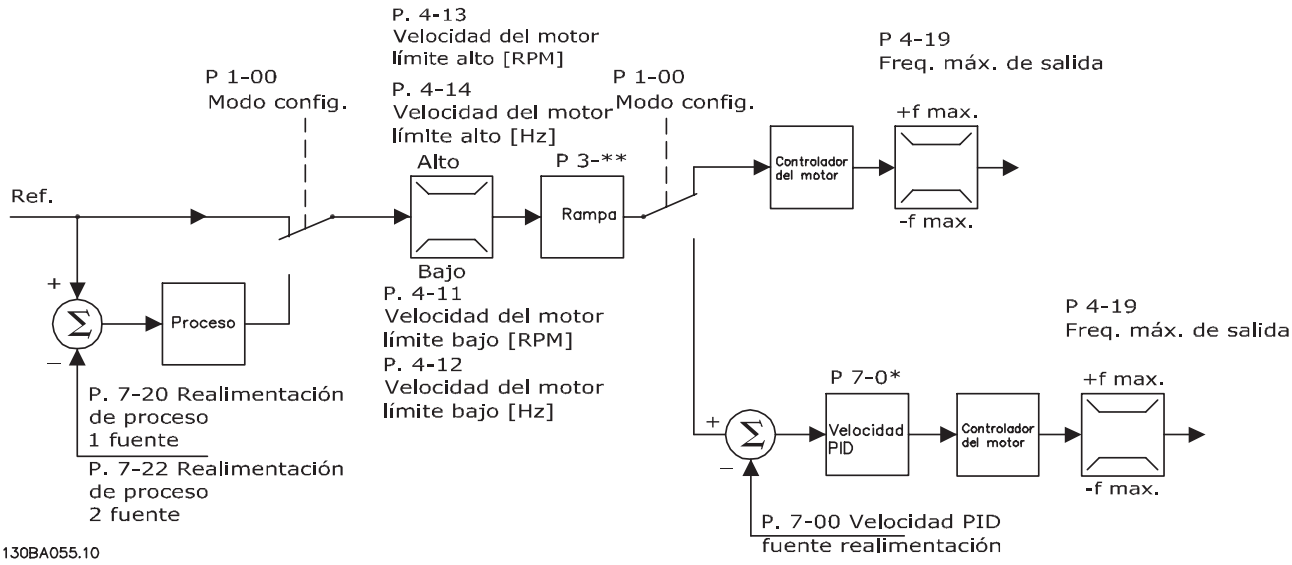


Ilustración 3.6 Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y lazo cerrado VVCplus

Consulte los *Parámetros activos / inactivos en distintos modos de control de la unidad* en la *Guía de programación* para tener una vista general de qué configuración de control está disponible, según la selección de motor de CA o motor de PM no saliente. En la configuración mostrada en *Ilustración 3.6*, *1-01 Principio control motor* se ajusta a *[1] VVCplus* y *1-00 Modo Configuración* se ajusta a *[0] Veloc. lazo abierto*. Se recibe la referencia resultante del sistema de manejo de referencias y se transfiere a la limitación de rampa y de velocidad antes de enviarse al control del motor. La salida del control del motor entonces se limita mediante el límite de frecuencia máximo.

Si *1-00 Modo Configuración* se ajusta a *[1] Veloc. lazo cerrado*, la referencia resultante pasará desde la limitación de rampa y limitación de velocidad a un control de PID de velocidad. Los parámetros del control de PID de velocidad se encuentran en el grupo de parámetros *7-0* Ctrlador PID vel*. La referencia resultante del control de PID de velocidad se envía al control de motor limitado por el límite de frecuencia.

Seleccione *[3] Proceso* en *1-00 Modo Configuración* para utilizar el control de PID de procesos para el control de lazo cerrado de, por ejemplo, la velocidad o la presión de la aplicación controlada. Los parámetros del PID de proceso se encuentran en el grupo de parámetros *7-2* Ctrl. realim. proc.* y *7-3* Ctrl. PID proceso.*

3.6.4 Estructura de control de flujo sin realimentación (solo FC 302)

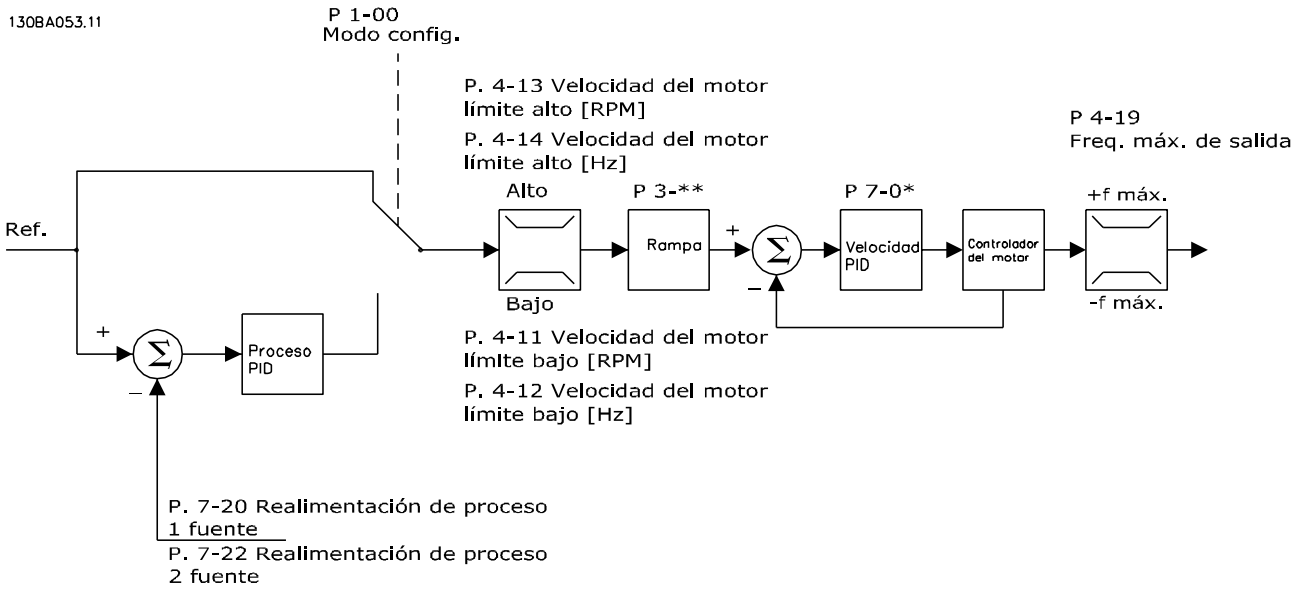


Ilustración 3.7 Estructura de control de flujo sin realimentación de lazo abierto y de lazo cerrado

Consulte los *Parámetros activos / inactivos en distintos modos de control de la unidad* en la *Guía de programación* para tener una vista general de qué configuración de control está disponible, según la selección de motor de CA o motor de PM no saliente. En la configuración mostrada, *1-01 Principio control motor* se ajusta a *[2] Flux sensorless* y *1-00 Modo Configuración* se ajusta a *[0] Veloc. lazo abierto*. La referencia resultante del sistema de manejo de referencias pasa a través de los límites de rampa y velocidad, tal y como determinan los ajustes de parámetros indicados.

Se genera una realimentación de velocidad estimada para el PID de velocidad con el fin de controlar la frecuencia de salida. El PID de velocidad debe establecerse con sus parámetros P, I y D (grupo de parámetros *7-0* Ctrlador PID vel.)*.

Seleccione *[3] Proceso* en *1-00 Modo Configuración* para utilizar el control de PID de procesos para el control de lazo cerrado de, por ejemplo, la velocidad o la presión de la aplicación controlada. Los parámetros del PID de proceso se encuentran en los grupos de parámetros *7-2* Ctrl. realim. proc.* y *7-3* Ctrl. PID proceso.*

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

3

3.6.5 Estructura de control en flujo con realimentación del motor (solo FC 302)

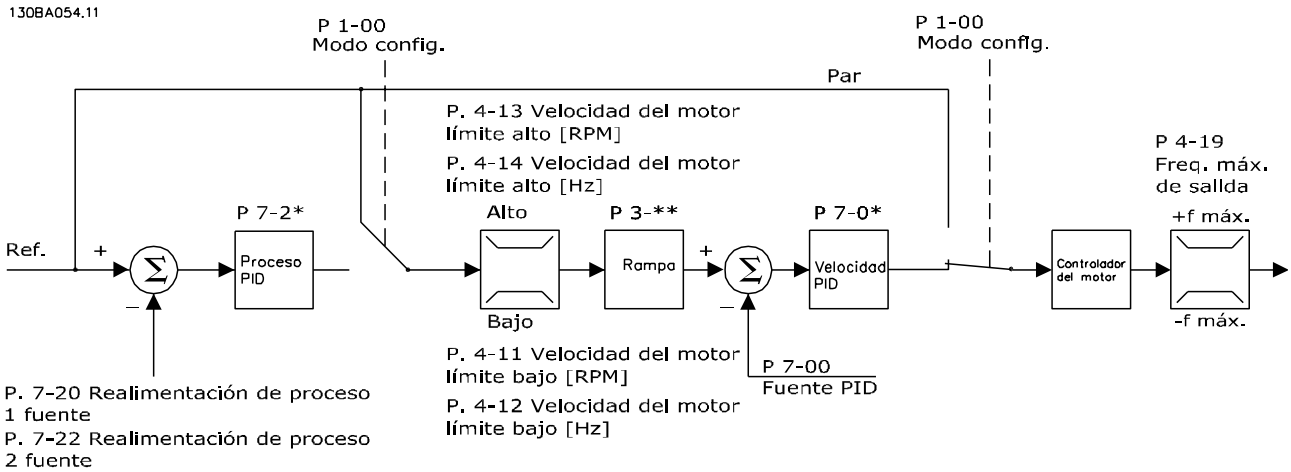


Ilustración 3.8 Estructura de control en configuración de flujo con realimentación del motor (disponible solo en FC 302)

Consulte los *Parámetros activos / inactivos en distintos modos de control de la unidad* en la *Guía de programación* para tener una vista general de qué configuración de control está disponible, según la selección de motor de CA o motor de PM no saliente. En la configuración mostrada, *1-01 Principio control motor* se ajusta a *[3] Lazo Cerrado Flux* y *1-00 Modo Configuración* se ajusta a *[1] Veloc. lazo cerrado.*

El control del motor en esta configuración se basa en una señal de realimentación procedente de un encoder o resolver montado directamente en el motor (que se ajusta en *1-02 Realimentación encoder motor Flux*).

Seleccione *[1] Veloc. lazo cerrado* en *1-00 Modo Configuración* para utilizar la referencia resultante como una entrada para el control de PID de velocidad. Los parámetros de control de PID de velocidad se encuentran en el grupo de parámetros *7-0* Ctrlador PID vel.*

Seleccione *[2] Par* en *1-00 Modo Configuración* para utilizar la referencia resultante directamente como una referencia de par. Control de par solo puede seleccionarse en la configuración de *flujo con realimentación del motor* (*1-01 Principio control motor*). Cuando se selecciona este modo, la referencia utiliza la unidad Nm. No requiere realimentación de par, ya que el par real se calcula a partir de la medida de intensidad del convertidor de frecuencia.

Seleccione *[3] Proceso* en *1-00 Modo Configuración* para utilizar el control de PID de procesos para el control de lazo cerrado de, por ejemplo, la velocidad o una variable de proceso de la aplicación controlada.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

3.6.6 PID

3.6.6.1 Control de PID de velocidad

El control de PID de velocidad mantiene una velocidad de motor constante independientemente de la modificación de carga del motor.

1-00 Modo Configuración	1-01 Principio control motor			
	U/f	VVC^{plus}	Flux Sensorless	Flux con realim. encoder
[0] Veloc. lazo abierto	ACTIVO	ACTIVO	ACTIVO	N.D.
[1] Veloc. lazo cerrado	N.D.	No activado	N.D.	ACTIVO
[2] Par	N.D.	N.D.	N.D.	No activado
[3] Proceso	No activado	No activado	No activado	N.D.
[4] Lazo abierto de par	N.D.	No activado	N.D.	N.D.
[5] Vaivén	No activado	No activado	No activado	No activado
[6] Bobinadora superf.	No activado	No activado	No activado	N.D.
[7] Vel. lazo a. PID ampl.	No activado	No activado	No activado	N.D.
[8] Vel. lazo c. PID ampl.	N.D.	No activado	N.D.	No activado

Tabla 3.1 Configuraciones de control con control de velocidad activo

«N.D.» significa que el modo especificado no está disponible. «No activado» significa que el modo especificado está disponible pero el control de velocidad no está activado en dicho modo.

AVISO!

El PID de control de velocidad funciona usando el ajuste de parámetros predeterminado, pero es recomendable ajustar los parámetros para optimizar el rendimiento del control del motor. Los dos principios de control del motor de flujo dependen especialmente del ajuste adecuado para alcanzar todo su potencial.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

La *Tabla 3.2* resume las características que se pueden establecer para el control de velocidad. Consulte la *Guía de programación* de VLT® AutomationDrive FC 301 / FC 302 para obtener detalles sobre la programación.

Parámetro	Descripción de la función	
7-00 Fuente de realim. PID de veloc.	Seleccione desde qué entrada obtendrá la realimentación el PID de velocidad.	
7-02 Ganancia proporc. PID veloc.	Cuanto mayor sea este valor, más rápido será el control. Sin embargo, valores demasiado elevados pueden producir oscilaciones.	
7-03 Tiempo integral PID veloc.	Elimina el error de velocidad de estado estable. Cuanto menor es el valor, más rápida es la reacción. Sin embargo, valores demasiado bajos pueden producir oscilaciones.	
7-04 Tiempo diferencial PID veloc.	Proporciona una ganancia proporcional al índice de cambio de la realimentación. El ajuste a cero desactiva el diferenciador.	
7-05 Límite ganancia dif. PID veloc.	Si hay cambios rápidos en la referencia o en la realimentación en determinada aplicación, lo que significa que el error cambia rápidamente, el diferenciador puede volverse demasiado dominante. Esto se debe a que reacciona a cambios en el error. Cuanto más rápido cambia el error, más alta es la ganancia del diferenciador. Por ello, esta ganancia se puede limitar para permitir el ajuste de un tiempo diferencial razonable para cambios lentos, y una ganancia rápida adecuada para cambios rápidos.	
7-06 Tiempo filtro paso bajo PID veloc.	El filtro de paso bajo amortigua las oscilaciones de la señal de realimentación y mejora el rendimiento de estado estable. Sin embargo, un tiempo de filtro demasiado grande deteriora el rendimiento dinámico del control de PID de velocidad. Ajustes prácticos del parámetro 7-06 tomados del número de impulsos por revolución del encoder (PPR):	
	PPR del encoder	**7-06 Tiempo filtro paso bajo PID veloc.**
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
	4096	1 ms
7-07 Relación engranaje realim. PID velocidad	El convertidor de frecuencia multiplica la realimentación de velocidad por esta relación.	
7-08 Factor directo de alim. PID de veloc.	Se deriva la señal de referencia del controlador de velocidad en la cantidad especificada. Esta función aumenta el rendimiento dinámico del lazo de control de velocidad.	
7-09 Speed PID Error Correction w/ Ramp	El error de velocidad entre la rampa y la velocidad real se mantiene a pesar del ajuste de este parámetro. Si el error de velocidad supera el parámetro, este se corrige mediante la rampa de forma controlada.	

Tabla 3.2 Parámetros relevantes para el control de velocidad

Realice la programación en el orden indicado (consulte la explicación de los ajustes en la *Guía de programación*).
En la *Tabla 3.3* se supone que todos los demás parámetros e interruptores permanecen en su ajuste predeterminado.

Función	Parámetro	Ajuste
1) Asegúrese de que el motor está funcionando correctamente. Haga lo siguiente:		
Ajuste los parámetros del motor usando los datos de la placa de características	1-2*	En función de las especificaciones de la placa de características del motor
Realice una Adaptación automática del motor	1-29 Adaptación automática del motor (AMA)	[1] Act. AMA completo
2) Compruebe que el motor está en marcha y que el encoder está conectado correctamente. Haga lo siguiente:		
Pulse [Hand On] en el LCP. Compruebe que el motor está en marcha y fíjese en qué dirección está girando (que a partir de ahora denominaremos «dirección positiva»).		Ajuste una referencia positiva.
Vaya a *16-20 Ángulo motor*. Gire el motor lentamente en la dirección positiva. Debe girarlo tan lentamente (solo algunas r/min) que pueda determinarse si el valor de *16-20 Ángulo motor* está aumentando o disminuyendo.	16-20 Ángulo motor	N.D. (parámetro de solo lectura) Nota: un valor creciente se desborda al llegar a 65535 y vuelve a empezar por 0.
Si *16-20 Ángulo motor* está disminuyendo, cambie la dirección del encoder en *5-71 Term. 32/33 direc. encoder*.	5-71 Term. 32/33 direc. encoder	[1] Dcha. a izqda. (si *16-20 Ángulo motor* está disminuyendo)

Función	Parámetro	Ajuste
3) Asegúrese de que los límites del convertidor de frecuencia están ajustados a valores seguros		
Ajuste unos límites aceptables para las referencias.	3-02 Referencia mínima 3-03 Referencia máxima	0 r/min (valor predeterminado) 1500 r/min (predeterminado)
Compruebe que los ajustes de rampa estén dentro de las posibilidades del convertidor de frecuencia y cumplan las especificaciones de funcionamiento de la aplicación.	3-41 Rampa 1 tiempo acel. rampa 3-42 Rampa 1 tiempo desacel. rampa	ajustes predeterminados ajustes predeterminados
Ajuste unos límites aceptables para la frecuencia y la velocidad del motor.	4-11 Límite bajo veloc. motor [RPM] 4-13 Límite alto veloc. motor [RPM] 4-19 Frecuencia salida máx.	0 r/min (valor predeterminado) 1500 r/min (predeterminado) 60 Hz (predeterminado 132 Hz)
4) Configure el control de velocidad y seleccione el principio de control del motor		
Activación del control de velocidad	*1-00 Modo Configuración*	[1] Veloc. lazo cerrado
Selección del principio de control del motor	1-01 Principio control motor	[3] Lazo Cerrado Flux
5) Configure y escale la referencia al control de velocidad		
Ajuste la entrada analógica 53 como fuente de referencia.	3-15 Recurso de referencia 1	No necesario (predeterminado)
Escale la entrada analógica 53 de 0 RPM (0 V) a 1500 RPM (10 V)	6-1*	No necesario (predeterminado)
6) Configure la señal del encoder HTL de 24 V como realimentación para el control del motor y de la velocidad.		
Ajuste la entrada digital 32 y la 33 como entradas del encoder HTL	5-14 Terminal 32 entrada digital 5-15 Terminal 33 entrada digital	[0] Sin función (predeterminado)
Seleccione el terminal 32/33 como realimentación del motor	1-02 Realimentación encoder motor Flux	No necesario (predeterminado)
Seleccione el terminal 32/33 como realimentación PID de velocidad	7-00 Fuente de realim. PID de veloc.	No necesario (predeterminado)
7) Ajuste los parámetros PID del control de velocidad		
Use las pautas de ajuste cuando sea apropiado o ajuste manualmente	7-0*	Consulte las directrices
8) Guarde para finalizar		
Guarde los ajustes de los parámetros en el LCP para mantenerlos a salvo	0-50 Copia con LCP	[1] Trans. LCP tod. par.

Tabla 3.3 Orden de programación

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

3

3.6.6.2 Ajuste del control de PID de velocidad

Las pautas de ajuste que le ofrecemos a continuación son relevantes en caso de que utilice uno de los principios de control del motor de flujo en aplicaciones en las que la carga sea principalmente inercial (con un bajo nivel de fricción).

El valor del *30-83 Ganancia proporc. PID veloc.* depende de la inercia combinada del motor y la carga, y el ancho de banda seleccionado puede calcularse usando la fórmula siguiente:

$$Par.\ 7-02 = \frac{Total\ inercia\left[kgm^2\right]\ x\ par..\ 1-25}{Par.\ 1-20\ x\ 9550}\ x\ Ancho\ de\ banda\ [rad/s]$$

AVISO!

***1-20 Potencia motor [kW]* es la potencia del motor en [kW] (o sea, introduzca «4» kW en vez de «4000» W en la fórmula).**

Un valor que resulta práctico usar para el ancho de banda es 20 rad/s. Compruebe el resultado del cálculo del *7-02 Ganancia proporc. PID veloc.* y compárelo con la fórmula siguiente (esto no es necesario si usa una realimentación de alta resolución, tal como una SinCos):

$$Par.\ 7-02_{MÁX.} = \frac{0.01\ x\ 4\ x\ Encoder\ Resolución\ x\ Par.\ 7-06}{2\ x\ \pi}\ x$$

$$Máx.\ par\ rizado\ [\%]$$

El valor inicial recomendado para el *7-06 Tiempo filtro paso bajo PID veloc.* es de 5 ms (a menor resolución del encoder, mayor valor del filtro). Normalmente es aceptable un valor máximo de rizado del par del 3 %. En los encoders incrementales, la resolución del encoder se encuentra en el *5-70 Term. 32/33 resolución encoder* (HTL de 24 V en un convertidor de frecuencia estándar) o en el *17-11 Resolución (PPR)* (TTL de 5 V en la opción del encoder MCB 102).

Generalmente, el límite práctico máximo del *7-02 Ganancia proporc. PID veloc.* viene determinado por la resolución del encoder y el tiempo del filtro de realimentación, pero también otros factores de la aplicación pueden limitar el *7-02 Ganancia proporc. PID veloc.* a un valor inferior.

Para reducir al mínimo la sobremodulación, el *7-03 Tiempo integral PID veloc.* puede ajustarse, aproximadamente, a 2,5 s (varía según la aplicación).

Ajuste *7-04 Tiempo diferencial PID veloc.* a 0 hasta que todo lo demás esté ajustado. Si resulta necesario, termine el ajuste experimentando con pequeños incrementos de este ajuste.

3.6.6.3 Control de PID de procesos

Utilice el control de PID de procesos para controlar parámetros de aplicación que pueden medirse mediante un sensor (es decir, presión, temperatura, flujo) y verse afectados por el motor conectado a través de una bomba o ventilador o de otra manera.

Tabla 3.4 muestra las configuraciones de control que permiten usar el control de proceso. Si se usa un principio de control de motor de vector de flujo, recuerde ajustar los parámetros PID del control de velocidad. Consulte el *capétulo 3.6 Controladores* para saber dónde está activado el control de velocidad.

1-00 Modo Configuración	**1-01 Principio control motor**			
	U/f	**VVC^{plus}**	**Flux Sensorless**	**Flux con realim. encoder**
[3] Proceso	No activado	Proceso	Proceso y velocidad	Proceso y velocidad

Tabla 3.4 Configuraciones de control con control de proceso

AVISO!

El PID de control de proceso funciona usando el ajuste de parámetros por defecto, pero es recomendable ajustar los parámetros para optimizar el rendimiento del control de la aplicación. Los dos principios de control del motor de flujo dependen especialmente del ajuste adecuado del PID de control de velocidad (previo al ajuste del PID de control de proceso) para alcanzar todo su potencial.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

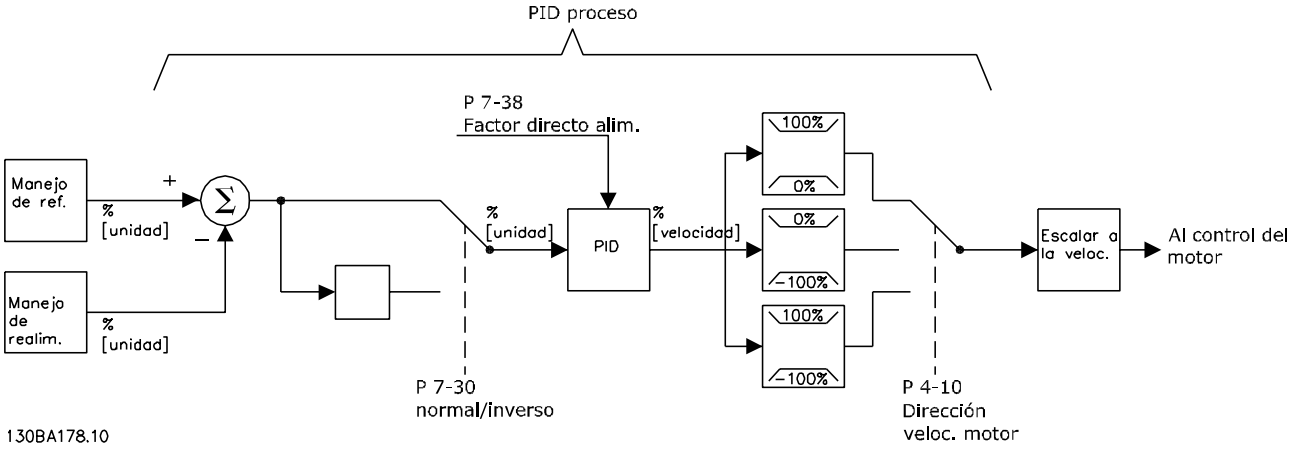


Ilustración 3.9 Diagrama del control de PID de procesos

La *Tabla 3.5* resume las características que se pueden establecer para el control de proceso.

Parámetro	Descripción de la función
7-20 Fuente 1 realim. lazo cerrado proceso	Seleccione de qué fuente (es decir, entrada analógica o de impulsos) obtendrá su realimentación el PID de proceso.
7-22 Fuente 2 realim. lazo cerrado proceso	Opcional: Determina si (y desde dónde) el PID de procesos debe obtener una señal de realimentación adicional. Si se selecciona una fuente de realimentación adicional, las dos señales de realimentación se añaden conjuntamente antes de ser utilizadas en el control de PID de procesos.
7-30 Ctrl. normal/inverso de PID de proceso.	En *[0] Funcion. normal*, el control de proceso responde con un incremento de la velocidad del motor si la realimentación es inferior a la referencia. En la misma situación, pero en *[1] Funcionamiento inverso*, el control de proceso responde con una velocidad de motor decreciente.
7-31 Saturación de PID de proceso	La función de saturación garantiza que cuando se alcanza un límite de frecuencia o de par, el integrador se ajusta en una ganancia que corresponda a la frecuencia real. Esto evita la integración a lo largo de un error que no pueda compensarse, de ningún modo, con un cambio de velocidad. Esta función puede desactivarse seleccionando *[0] No*.
7-32 Valor arran. para ctrldor. PID proceso.	En algunas aplicaciones, alcanzar el punto de velocidad/consigna necesario puede tomar un tiempo muy largo. En estas aplicaciones, podría resultar útil ajustar una velocidad fija del motor desde el convertidor de frecuencia antes de activar el control de proceso. Esto se hace fijando un valor de arranque para PID de procesos (velocidad) en el *7-32 Valor arran. para ctrldor. PID proceso.*
7-33 Ganancia proporc. PID de proc.	Cuanto mayor sea este valor, más rápido será el control. Sin embargo, valores demasiado elevados pueden crear oscilaciones.
7-34 Tiempo integral PID proc.	Elimina el error de velocidad de estado estable. Cuanto menor es el valor, más rápida es la reacción. Sin embargo, valores demasiado bajos pueden crear oscilaciones.
7-35 Tiempo diferencial PID proc.	Proporciona una ganancia proporcional al índice de cambio de la realimentación. El ajuste a cero desactiva el diferenciador.
7-36 Límite ganancia diferencial PID proceso.	Si hay cambios rápidos en la referencia o en la realimentación en determinada aplicación, lo que significa que el error cambia rápidamente, el diferenciador puede volverse demasiado dominante. Esto se debe a que reacciona a cambios en el error. Cuanto más rápido cambia el error, más alta es la ganancia del diferenciador. Por ello, esta ganancia se puede limitar para permitir el ajuste de un tiempo diferencial razonable para cambios lentos.
7-38 Factor directo aliment. PID de proc.	En aplicaciones con una correlación buena (y aproximadamente lineal) entre la referencia del proceso y la velocidad del motor necesaria para obtener dicha referencia, el factor de acercamiento puede usarse para alcanzar un mejor rendimiento dinámico del control de PID de procesos.

Parámetro	Descripción de la función
5-54 Tiempo filtro pulsos constante #29 (Terminal de impulsos 29), 5-59 Tiempo filtro pulsos constante #33 (Terminal de impulsos 33), 6-16 Terminal 53 tiempo filtro constante (Terminal analógico 53), 6-26 Terminal 54 tiempo filtro constante (Terminal analógico 54) 6-36 Term. X30/11 const. tiempo filtro 6-46 Term. X30/12 const. tiempo filtro 35-46 Term. X48/2 Filter Time Constant	Si existen oscilaciones de la señal de realimentación de intensidad / tensión, se pueden reducir mediante un filtro de paso bajo. Esta constante de tiempo representa el límite de velocidad de los rizados que se producen en la señal de realimentación. Ejemplo: Si el filtro de paso bajo se ha ajustado a 0,1 s, la velocidad límite es 10 RAD/s (el recíproco de 0,1 s), que corresponde a (10/[2 × π]) = 1,6 Hz. Esto significa que todas las intensidades / tensiones que varían en más de 1,6 oscilaciones por segundo son suprimidas por el filtro. El control solo se efectúa en una señal de realimentación que varía en una frecuencia (velocidad) de menos de 1,6 Hz. El filtro de paso bajo mejora el rendimiento de estado estable, pero, si se selecciona un tiempo de filtro demasiado grande, el rendimiento dinámico del control de PID de procesos disminuye.

Tabla 3.5 Parámetros relevantes para el control de proceso

3.6.6.4 Control de PID avanzado

Consulte la *Guía de programación* de VLT® AutomationDrive FC 301 / FC 302 para parámetros de control de PID avanzados

3.6.7 Control de intensidad interno en modo VVC^{plus}

Cuando el par / intensidad del motor supera los límite de par ajustados en *4-16 Modo motor límite de par*, *4-17 Modo generador límite de par* y *4-18 Límite intensidad*, el control del límite de corriente integral se activa.
Cuando el convertidor de frecuencia está en el límite de intensidad durante el funcionamiento del motor o el funcionamiento regenerativo, intenta situarse lo más rápidamente posible por debajo de los límites de par predeterminados sin perder el control del motor.

3.6.8 Control local (Hand On) y remoto (Auto On)

El convertidor de frecuencia puede accionarse manualmente a través del panel de control local (LCP) o de forma remota mediante entradas analógicas y digitales, y un bus serie. Si se permite en *0-40 Botón (Hand on) en LCP*, *0-41 Botón (Off) en LCP*, *0-42 [Auto activ.] llave en LCP* y *0-43 Botón (Reset) en LCP*, es posible arrancar y parar el convertidor de frecuencia mediante el LCP utilizando las teclas [Hand On] y [Off]. Las alarmas pueden reiniciarse mediante la tecla [Reset]. Después de pulsar [Hand On], el convertidor de frecuencia pasa al modo manual y sigue (de manera predeterminada) la referencia local, que se puede ajustar mediante las teclas de navegación del LCP.

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

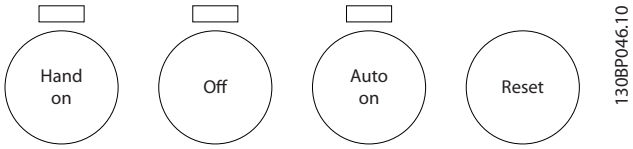


Ilustración 3.10 Teclas de funcionamiento

Referencia activa y Modo de configuración

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

En *3-13 Lugar de referencia*, puede seleccionarse de forma permanente la referencia local eligiendo *[2] Local*.
Para seleccionar permanentemente la referencia remota seleccione *[1] Remoto*. Al seleccionar *[0] Conex. a manual/ auto* (predeterminado), el origen de referencia depende de qué modo esté activo. (Modo manual o automático).

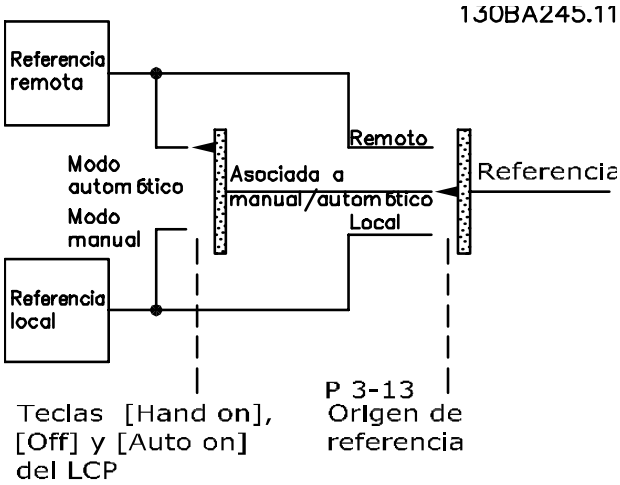


Ilustración 3.11 Referencia activa

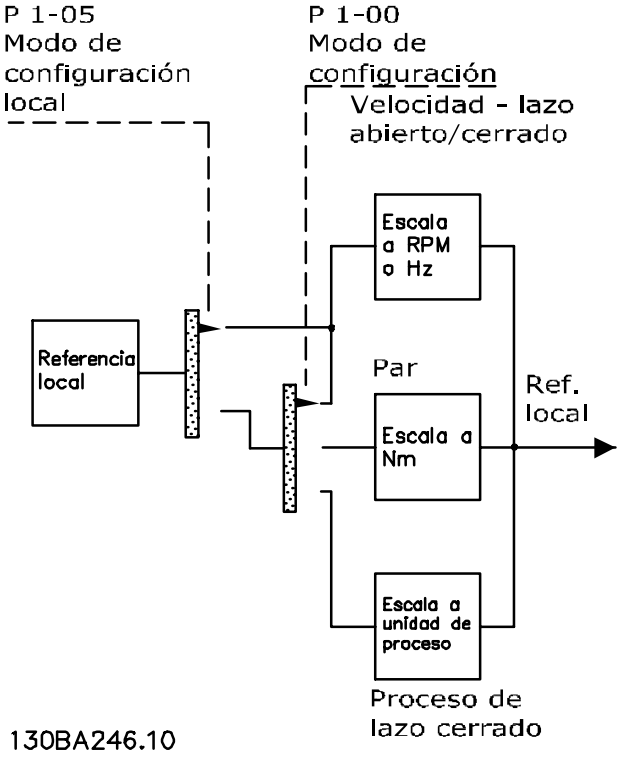


Ilustración 3.12 Modo Configuración

Teclas [Hand On] [Auto on]	3-13 Lugar de referencia	Referencia activa
Hand	Conex. a manual / auto	Local
Hand ⇒ off	Conex. a manual / auto	Local
Auto	Conex. a manual / auto	Remota
Auto ⇒ off	Conex. a manual / auto	Remota
Todas las teclas	Local	Local
Todas las teclas	Remota	Remota

Tabla 3.6 Condiciones para activación de referencia remota o local

1-00 Modo Configuración determina el tipo de principio de control de aplicación (es decir, velocidad, par o control de proceso) que se usará cuando esté activa la referencia remota. *1-05 Configuración modo local* determina el tipo de principio de control de aplicación que se usará al activar la referencia local. Una de ellas está siempre activa, pero nunca pueden estarlo ambas a la vez.

3.7 Manejo de referencias

3.7.1 Referencias

Referencia analógica
Una señal analógica aplicada a la entrada 53 o 54. La señal puede ser la tensión de 0-10 V (FC 301 y FC 302) o de –10 a +10 V (FC 302). Señal de intensidad de 0-20 mA o 4-20 mA.

Referencia binaria
Una señal aplicada al puerto de comunicación en serie (RS-485 terminales 68-69).

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

Referencia de impulsos
Una referencia de impulsos aplicada al terminal 29 o 33, seleccionada en *5-13 Terminal 29 Entrada digital* o *5-15 Terminal 33 entrada digital [32] Entrada de pulsos*. Escalado en el grupo de parámetros *5-5* Entrada de pulsos*.

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

Ref_{MIN}
Determina la relación entre la entrada de referencia a un valor del 0 % (normalmente, 0 V, 0 mA y 4 mA) y la referencia resultante. El valor de referencia mínimo ajustado en *3-02 Referencia mínima*.

Referencia local
La referencia local está activada cuando el convertidor de frecuencia se acciona con [Hand On] activo. Ajuste la referencia mediante las teclas de navegación [▲] / [▼] y [◄] / [►].

Referencia remota
El sistema de manejo de referencias para el cálculo de la referencia remota se muestra en la *Ilustración 3.13*.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

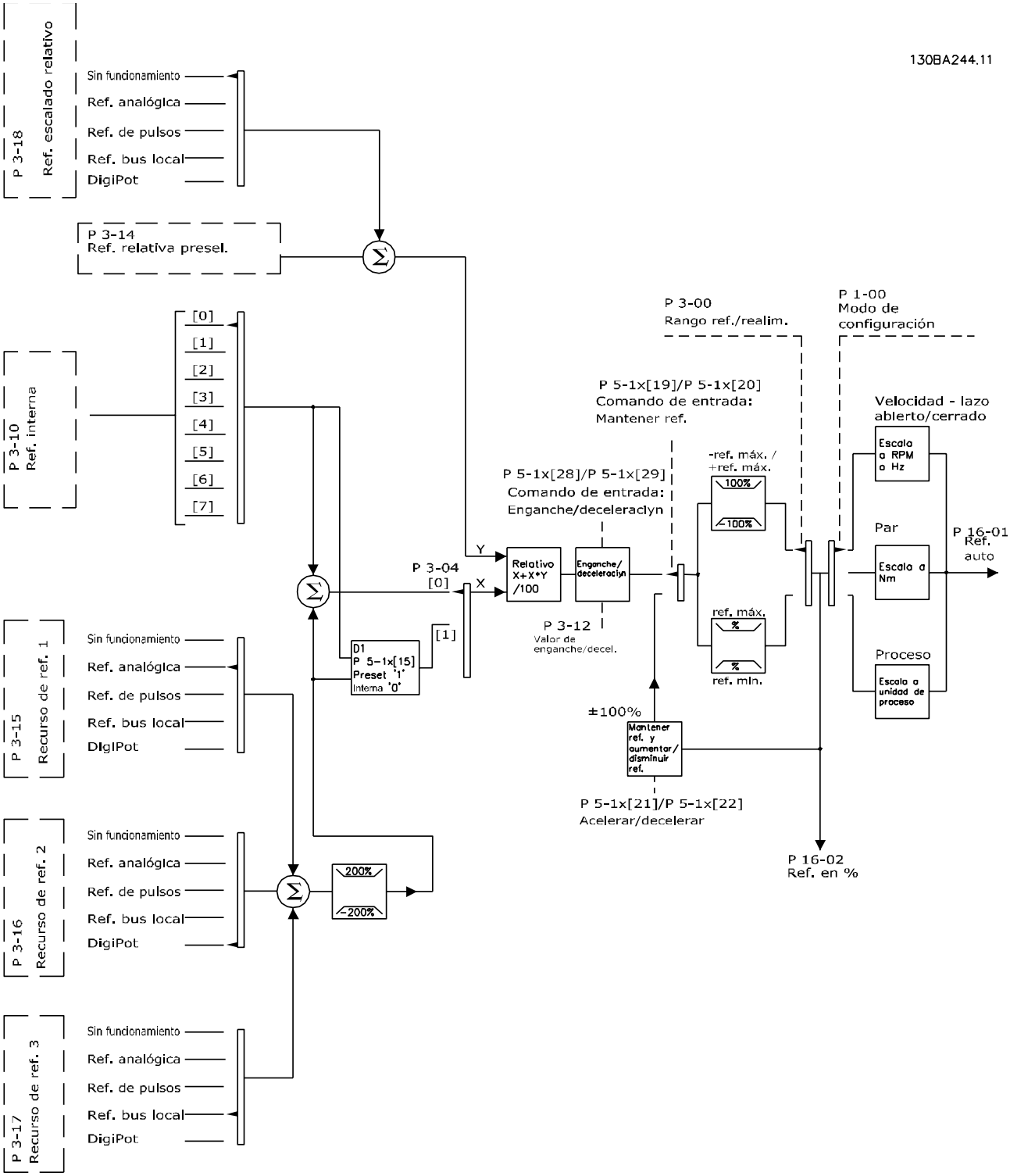


Ilustración 3.13 Referencia remota

La referencia remota se calcula una vez en cada intervalo de exploración y consta de dos tipos de entradas de referencia:

1. X (la referencia actual): una suma (consulte *3-04 Función de referencia*) de hasta cuatro referencias seleccionadas de forma externa, que comprenden cualquier combinación (determinada por el ajuste de *3-15 Recurso de referencia 1*, *3-16 Recurso de referencia 2* y *3-17 Recurso de referencia 3*) de una referencia interna fija (*3-10 Referencia interna*), referencias analógicas variables, referencias digitales variables de impulsos y varias referencias de bus serie, sea cual sea la unidad en que se controla el convertidor de frecuencia ([Hz], [RPM], [Nm], etc.).
2. Y (la referencia relativa): una suma de una referencia interna fija (*3-14 Referencia interna relativa*) y una referencia analógica variable (*3-18 Recurso refer. escalado relativo*) en [%].

Los dos tipos de entradas de referencia se combinan en la siguiente fórmula: Referencia remota = X + X × Y / 100 %. Si no se utiliza la referencia relativa, ajuste *3-18 Recurso refer. escalado relativo* a *[0] Sin función* y *3-14 Referencia interna relativa* al *0 %*. La función *enganche arriba / abajo* y la función *mantener referencia* pueden activarse mediante entradas digitales en el convertidor de frecuencia. Las funciones y parámetros se describen en la *Guía de programación*.

El escalado de las referencias analógicas se describe en los grupos de parámetros *6-1* Entrada analógica 1* y *6-2* Entrada analógica 2*, mientras que el escalado de referencias de impulsos digitales se describe en el grupo de parámetros *5-5* Entrada de pulsos*.

Los límites e intervalos de referencias se ajustan en el grupo de parámetros *3-0* Límites referencia.*

3.7.2 Límites referencia

3-00 Rango de referencia, *3-02 Referencia mínima* y *3-03 Referencia máxima* definen el rango permitido para la suma de todas las referencias. Cuando es necesario, la suma de todas las referencias se bloquea. La relación entre la referencia resultante (tras el bloqueo) y la suma de todas las referencias se indica en la *Ilustración 3.14*.

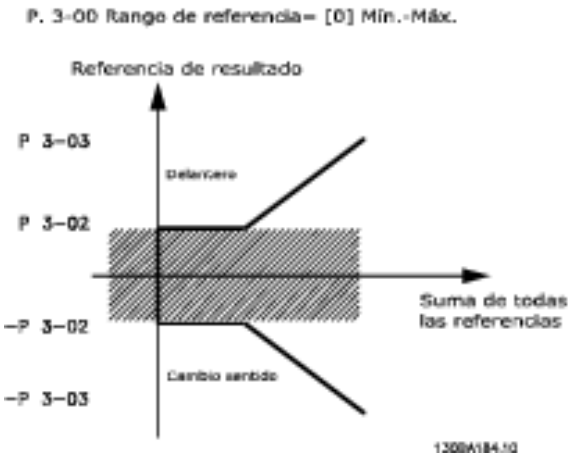


Ilustración 3.14 Relación entre la referencia resultante y la suma de todas las referencias

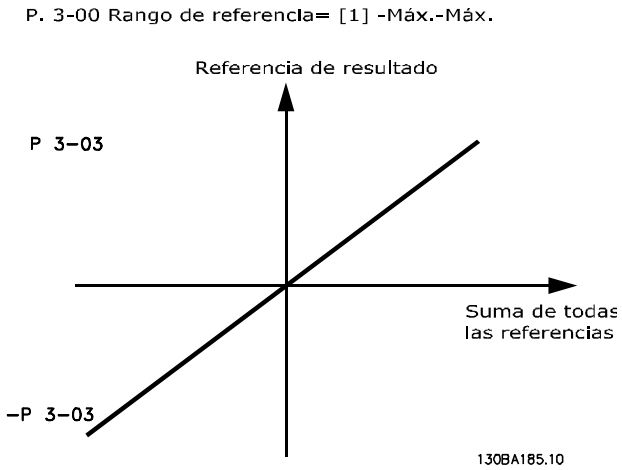


Ilustración 3.15 Referencia resultante

El valor de *3-02 Referencia mínima* no puede ajustarse por debajo de 0, a menos que *1-00 Modo Configuración* esté ajustado a *[3] Proceso*. En ese caso, las relaciones siguientes entre la referencia resultante (tras el bloqueo) y la suma de todas las referencias son las indicadas en la *Ilustración 3.16*.

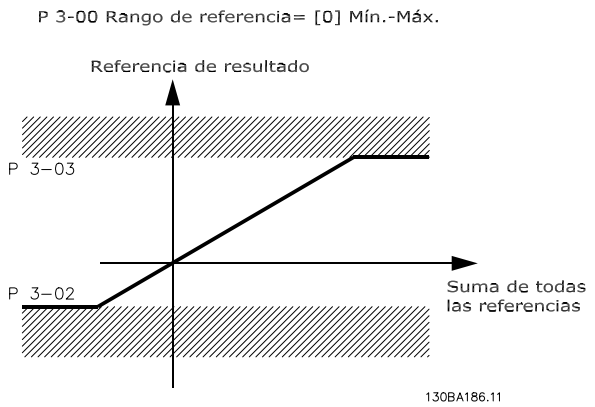


Ilustración 3.16 Suma de todas las referencias con *1-00 Modo Configuración* ajustado en *[3] Proceso*

3.7.3 Escalado de referencias internas y referencias de bus

Las referencias internas se escalan según estas reglas:

- Cuando *3-00 Rango de referencia*: [0] Mín - Máx, el 0 % de la referencia es igual a 0 [unidad], donde la unidad puede ser cualquiera, por ejemplo r/min, m/s, bar, etc., el 100 % de la referencia es igual al Máx (abs (*3-03 Referencia máxima*), abs (*3-02 Referencia mínima*)).
- Cuando *3-00 Rango de referencia*: [1] = -Máx - +Máx, el 0 % de la referencia es igual a 0 [unidad], el –100 % de la referencia es igual a -Máx y el 100 % de la referencia es igual a la referencia máxima.

Las referencias de bus se escalan según estas reglas:

- Cuando *3-00 Rango de referencia*: [0] Mín - Máx, para obtener la resolución máxima en la referencia del bus, el escalado del bus es: la referencia 0 % es igual a la referencia mínima y la referencia 100 % es igual a la referencia máxima.
- Cuando *3-00 Rango de referencia*: [1] = -Máx - +Máx, la referencia –100 % es igual a la referencia -Máx, y la referencia 100 % es igual a la referencia máxima.

3.7.4 Escalado de referencias de impulsos y analógicas y realimentación

Las referencias y la realimentación se escalan de la misma manera a partir de entradas analógicas y de impulsos. La única diferencia es que una referencia superior o inferior a los «puntos finales» mínimo y máximo especificados (P1 y P2 en *Ilustración 3.17*) se bloquea, mientras que una realimentación superior o inferior a dichos puntos no se bloquea.

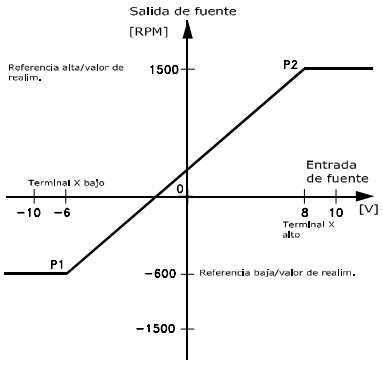


Ilustración 3.17 Escalado de referencias de impulsos y analógicas y realimentación

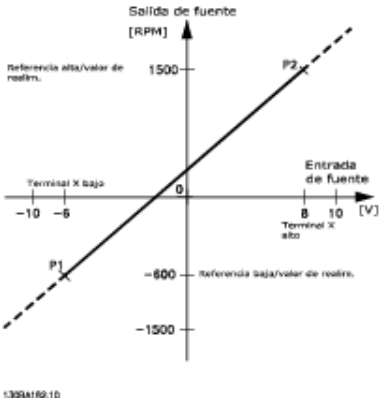


Ilustración 3.18 Escalado de la salida de referencia

3

3.7.5 Banda muerta alrededor de cero

En algunos casos la referencia (y también la realimentación, en raras ocasiones) tiene que tener una banda muerta alrededor de cero (esto es, para asegurarse de que la máquina se detiene cuando la referencia es «casi cero»).

Para activar la banda muerta y ajustar su valor, realice los ajustes siguientes:

- El valor de referencia mínimo o bien el valor de referencia máximo debe ser igual a cero. En otras palabras; P1 o P2 deben estar en el eje X en la *Ilustración 3.19*.
- Los dos puntos que definen la gráfica de escalado están en el mismo cuadrante.

El tamaño de la banda muerta se define mediante P1 o P2, tal como se indica en la *Ilustración 3.19*.

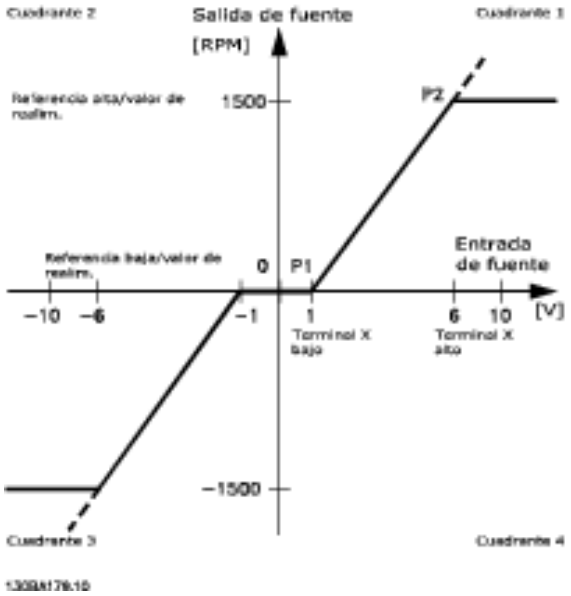


Ilustración 3.19 Banda muerta

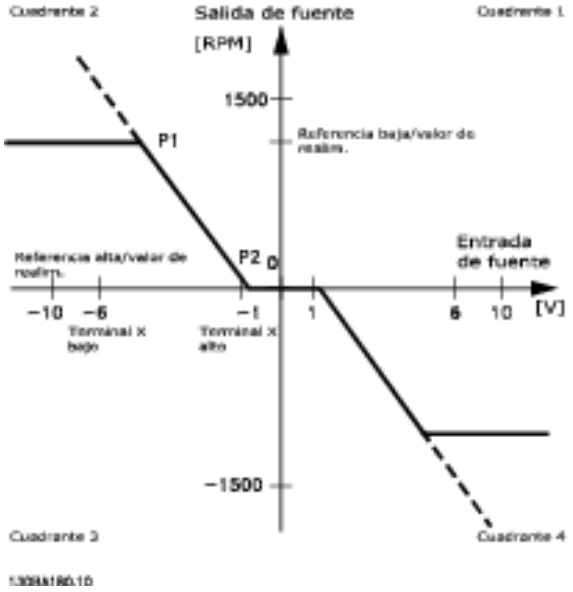


Ilustración 3.20 Banda muerta inversa

De esta forma, un punto final de referencia de P1 = (0 V, 0 r/min) no produce ninguna banda muerta, pero un punto final de referencia de, por ejemplo, P1 = (1 V, 0 r/min), produce una banda muerta de –1 V a +1 V en este caso, siempre que se ponga el punto final P2 o en el Cuadrante 1 o en el Cuadrante 4.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

La *Ilustración 3.21* muestra cómo se bloquea la entrada de referencia con límites en el rango Mín-Máx.

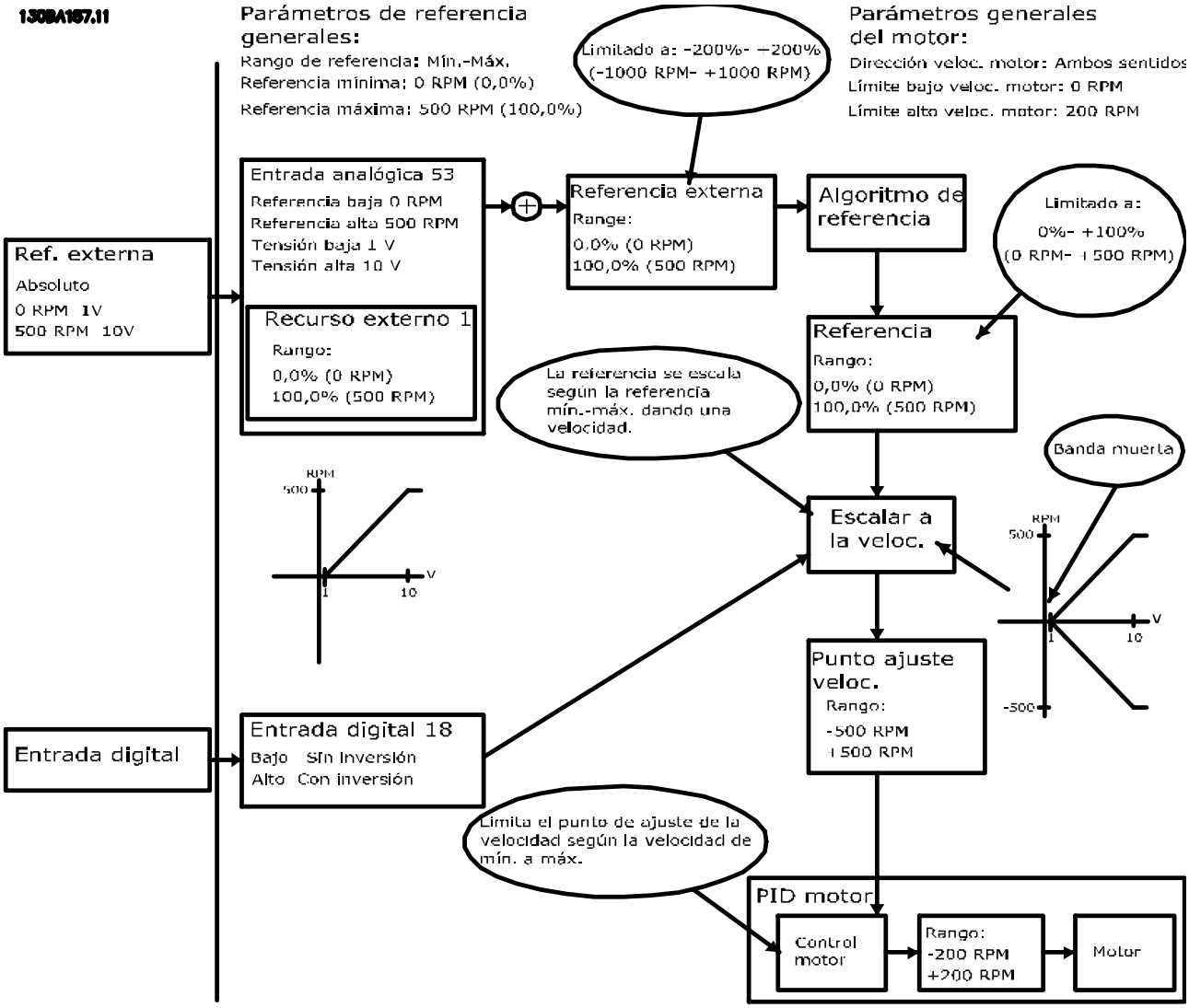


Ilustración 3.21 Referencia positiva con banda muerta, entrada digital para disparar inversión

La *Ilustración 3.22* muestra cómo se bloquea la entrada de referencia con límites fuera del rango de –Máx a +Máx en los límites inferior y superior de las entradas antes de añadirse a la referencia real. Asimismo, la *Ilustración 3.22* muestra cómo se bloquea la referencia real a –Máx a +Máx mediante el algoritmo de referencia.

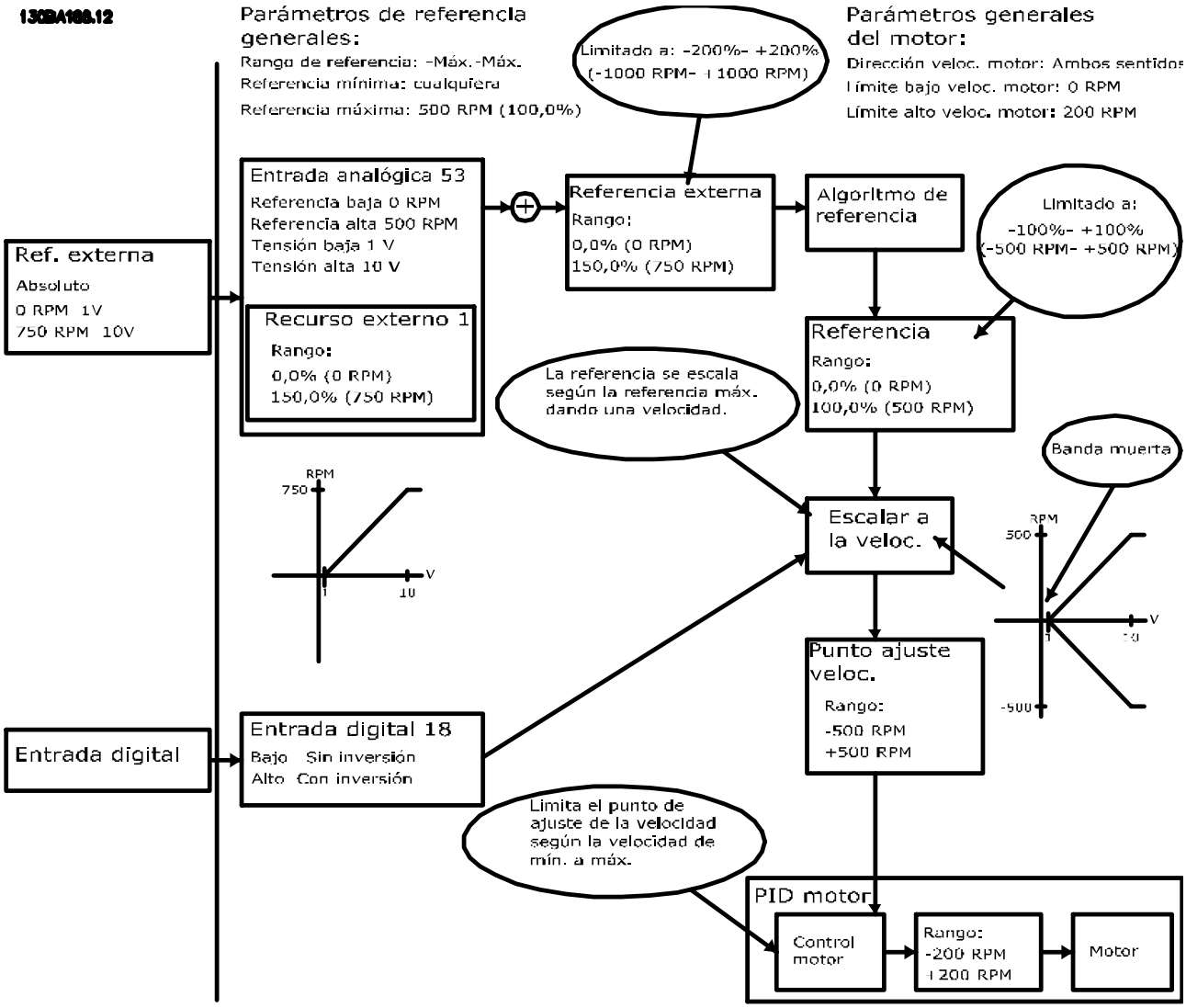


Ilustración 3.22 Referencia positiva con banda muerta, entrada digital para disparar inversión. Reglas de bloqueo

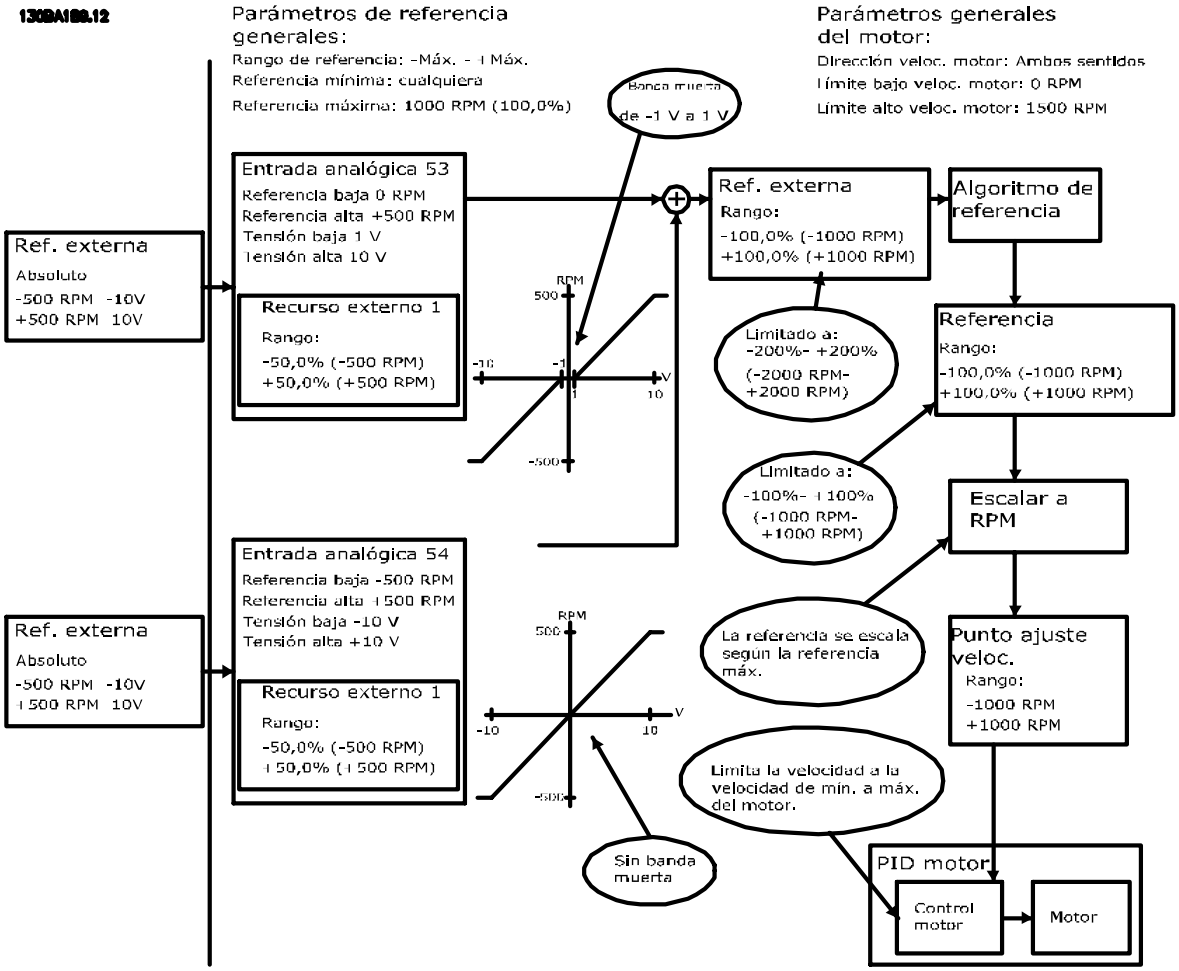


Ilustración 3.23 Referencia de negativa a positiva con banda muerta, dirección determinada por el signo, –Máx - +Máx

4 Funciones del producto

4.1 Funciones de funcionamiento automatizadas

Estas funciones están activas tan pronto el convertidor de frecuencia esté funcionando. No necesitan programación ni configuración. Entender que estas funciones están presentes puede optimizar un diseño de sistema y, posiblemente, evitar añadirle componentes o funciones duplicados.

El convertidor de frecuencia tiene todo un abanico de funciones de protección integradas para protegerse a sí mismo y al motor que pone en funcionamiento.

4.1.1 protección ante cortocircuitos

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

Red
Un convertidor de frecuencia que funciona correctamente limita la intensidad que puede tomar de la fuente de alimentación. Sin embargo, se recomienda utilizar fusibles y / o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación a modo de protección, en caso de avería de componentes internos del convertidor de frecuencia (primer fallo). Consulte la *capétulo 9.3 Conexión de red* para más información.

AVISO!

Esto es obligatorio a fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos de la norma CEI 60364 para CE y del NEC 2009 para UL.

Resist. de freno
El convertidor de frecuencia está protegido contra cortocircuitos en la resistencia de freno.

Carga compartida
Para proteger el bus de CC contra cortocircuitos y al convertidor de frecuencia contra sobrecargas, instale los fusibles de CC en serie con los terminales de carga compartida para todas las unidades conectadas. Consulte la *capétulo 9.6.3 Carga compartida* para más información.

4.1.2 Protección contra sobretensión

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

- Cuado la carga arrastra al motor (a una frecuencia de salida constante del convertidor de frecuencia), es decir, cuando la carga genera energía.
- 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.
- Un ajuste de compensación de deslizamiento incorrecto puede provocar una tensión de enlace de CC más elevada.
- Fuerza contraelectromotriz desde el funcionamiento del motor PM. Si queda en inercia a unas r/min altas, la fuerza contraelectromotriz del motor PM puede superar, potencialmente, la tolerancia de tensión máxima del convertidor de frecuencia y provocar daños. Para evitarlo, el valor de *4-19 Frecuencia salida máx.* se limita automáticamente de acuerdo con un cálculo interno basado en el valor de *1-40 fcem a 1000 RPM*, *1-25 Veloc. nominal motor* y *1-39 Polos motor*.

AVISO!

Para evitar que el motor supere la velocidad (p. ej., debido a efectos excesivos de autorrotación), equipe el convertidor de frecuencia con una resistencia de freno.

La sobretensión se puede controlar o bien con una función de freno (*2-10 Función de freno*) o bien con un control de sobretensión (*2-17 Control de sobretensión*).

Funciones de freno
Conecte una resistencia de freno para disipar el exceso de energía de freno. La conexión de una resistencia de freno permite una mayor tensión de CC durante el frenado.

El freno de CA es una alternativa para mejorar el frenado sin utilizar una resistencia de freno. Esta función controla una sobremagnetización del motor cuando funciona un generador. Esta función puede mejorar el OVC. El aumento de las pérdidas eléctricas en el motor permite que la función OVC aumente el par de frene sin superar el límite de sobretensión.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

AVISO!

El freno de CA no es tan eficaz como el freno dinámico con una resistencia.

Control de sobretensión (OVC)
El OVC reduce el riesgo de que el convertidor de frecuencia se desconecte debido a una sobretensión en el enlace de CC. Esto se soluciona ampliando automáticamente el tiempo de rampa de deceleración.

AVISO!

El OVC se puede activar para un motor PM con el núcleo de control, PM VVC^{plus}, flujo SC y flujo CL para motores PM.

AVISO!

No debe activarse OVC en aplicaciones de elevación.

4.1.3 Detección de que falta una fase del motor

La función Falta una fase del motor (*4-58 Función Fallo Fase Motor*) está activada predeterminadamente para evitar daños en el motor en caso de que falte una fase del motor. El ajuste predeterminado es 1000 ms, pero se puede ajustar para una detección más rápida.

4.1.4 Detección de desequilibrio de fase de red

El funcionamiento en condiciones graves de inestabilidad de red reduce la vida útil del motor. Las condiciones se consideran graves si el motor se está utilizando continuamente cerca del valor nominal de carga. El ajuste predeterminado desconecta el convertidor de frecuencia en caso de desequilibrio de red (*14-12 Función desequil. alimentación*).

4.1.5 Conmutación en la salida

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

4.1.6 Protección contra sobrecargas

Límite de par
La función de límite de par protege el motor ante sobrecargas, independientemente de la velocidad. El límite de par se controla en *4-16 Modo motor límite de par* o *4-17 Modo generador límite de par* y el intervalo anterior a la desconexión de la advertencia de límite de par se controla en *14-25 Retardo descon. con lím. de par*.

Límite de intensidad
El límite de intensidad se controla en *4-18 Límite intensidad* y el intervalo anterior a la desconexión del convertidor de frecuencia se controla en *14-24 Retardo descon. con lím. de int.*

Límite de veloc.
Límite de velocidad mín.: *4-11 Límite bajo veloc. motor [RPM]* o *4-12 Límite bajo veloc. motor [Hz]* limitan el intervalo operativo de velocidad a entre, por ejemplo, 30 y 50/60 Hz.
Límite de velocidad máx.: *4-13 Límite alto veloc. motor [RPM]* o *4-19 Frecuencia salida máx.* limitan la velocidad máxima de salida que puede proporcionar el convertidor de frecuencia.

ETR
El ETR es un dispositivo electrónico que simula un relé bimetal basado en mediciones internas. La característica se muestra en la *Ilustración 4.1*.

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

Sobretemperatura
El convertidor de frecuencia tiene sensores de temperatura integrados y reacciona inmediatamente a valores críticos mediante los límites de codificación fija.

4.1.7 Protección rotor bloqueado

Puede haber situaciones en las que el rotor se bloquea debido a una carga excesiva o algún otro factor (los cojinetes o aplicaciones bloquean el rotor). Esto provoca el sobrecalentamiento del bobinado del motor (para un correcto enfriamiento es necesario que el rotor se mueva libremente). El convertidor de frecuencia puede detectar la situación de rotor bloqueado con un control de flujo de PM en lazo abierto y control PM VVC^{plus} (*30-22 Locked Rotor Protection*).

4.1.8 Reducción de potencia automática

El convertidor de frecuencia comprueba constantemente los niveles críticos:

- Temperatura alta crítica en la tarjeta de control o disipador
- Carga del motor alta
- Tensión de enlace de CC alta
- Velocidad del motor baja

Como respuesta a un nivel crítico, el convertidor de frecuencia ajusta la frecuencia de conmutación. Para temperaturas internas altas críticas y velocidades de motor bajas, el convertidor de frecuencia también puede forzar el patrón de PWM a SFAVM.

AVISO!

La reducción de potencia automática es diferente cuando *14-55 Filtro de salida* está ajustado en *[2] Filtro senoidal fijo*.

4.1.9 Optimización automática de energía

La optimización automática de energía (AEO) dirige el convertidor de frecuencia para que controle continuamente la carga en el motor y ajuste la tensión de salida para aumentar al máximo la eficacia. Con carga ligera, la tensión disminuye y la intensidad del motor se reduce al mínimo. El motor saca provecho porque aumenta la eficacia, se reduce el calor y el funcionamiento es más silencioso. No es necesario seleccionar una curva de V/Hz porque el convertidor de frecuencia ajusta automáticamente la tensión del motor.

4.1.10 Modulación automática de frecuencia de conmutación

El convertidor de frecuencia genera impulsos eléctricos cortos para formar un patrón de onda de CA. La frecuencia portadora es el ritmo de estos impulsos. Una frecuencia portadora baja (ritmo de impulsos lento) causa ruido en el motor, de modo que es preferible una frecuencia portadora más alta. Una frecuencia portadora alta, sin embargo, genera calor en el convertidor de frecuencia, lo que puede limitar la cantidad de corriente disponible en el motor. El uso de transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) significa una conmutación a una velocidad muy alta.

La modulación automática de frecuencia de conmutación regula estas condiciones automáticamente para ofrecer la frecuencia portadora más elevada sin sobrecalentar el convertidor de frecuencia. Al ofrecer una frecuencia portadora alta regulada, se silencia el ruido de funcionamiento del motor a velocidades bajas, cuando el ruido audible es crítico, y se produce una plena potencia de salida al motor cuando la demanda lo requiere.

4.1.11 Reducción de potencia automática para una frecuencia portadora alta

El convertidor de frecuencia está diseñado para un funcionamiento continuo a plena carga a frecuencias portadoras de entre 3,0 y 4,5 kHz. Una frecuencia portadora superior a 4,5 kHz genera un aumento del calor en el convertidor de frecuencia y requiere que se reduzca la potencia de la intensidad de salida.

Una característica automática del convertidor de frecuencia es que el control de la frecuencia portadora depende de la carga. Esta característica permite al motor beneficiarse de la máxima frecuencia portadora que la carga permita.

4.1.12 Rendimiento de fluctuación de potencia

El convertidor de frecuencia soporta las fluctuaciones de la red, como los cortes transitorios y momentáneos, las breves caídas de tensión y las sobretensiones. El convertidor de frecuencia compensa automáticamente las tensiones de entrada de un ±10 % del valor nominal para ofrecer un par y una tensión nominal del motor completos. Con el rearranque automático seleccionado, el convertidor de frecuencia se enciende automáticamente tras una desconexión de tensión. Y, con la función de Motor en giro, el convertidor de frecuencia sincroniza el giro del motor antes del arranque.

4.1.13 Amortiguación de resonancia

Los ruidos de resonancias del motor a alta frecuencia se pueden eliminar con el uso de la amortiguación de resonancia. Está disponible la amortiguación de frecuencia automática o seleccionada manualmente.

4.1.14 Ventiladores controlados por temperatura

Los ventiladores de refrigeración interna se controlan por temperatura mediante sensores que están dentro del convertidor de frecuencia. El ventilador de refrigeración a menudo no funciona durante el funcionamiento a baja carga, cuando está en el modo ir a dormir o en espera. Esto reduce el ruido, aumenta el rendimiento y alarga la vida útil del ventilador.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

4.1.15 Conformidad con EMC

Las interferencias electromagnéticas (EMI) o las interferencias de radiofrecuencia (RFI, en caso de radiofrecuencia) son perturbaciones que pueden afectar al circuito eléctrico a causa de la inducción o radiación electromagnética de una fuente externa. El convertidor de frecuencia está diseñado para cumplir con la norma de productos EMC para convertidores de frecuencia CEI 61800-3 y la norma europea EN 55011. Para cumplir con los niveles de emisión de EN 55011, el cable de motor debe estar apantallado y terminado correctamente. Para obtener más información sobre el rendimiento de EMC, consulte *capétulo 5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC*.

4.1.16 Aislamiento galvánico de los terminales de control

Todos los terminales de control y los terminales de relé de salida están galvánicamente aislados de la potencia de red. Esto significa que los circuitos del controlador están totalmente protegidos de la intensidad de entrada. Los terminales de relé de salida necesitan su propia toma de tierra. Estos aislamientos cumplen con los estrictos requisitos de protección de tensión muy baja (PELV) para el aislamiento.

Los componentes que conforman el aislamiento galvánico son

- Fuente de alimentación, incluyendo aislamiento de señal
- Accionamiento de puerta para los IGBT, los transformadores de disparo y optoacopladores
- Los transductores de efecto Hall de intensidad de salida

4.2 Funciones de aplicación personalizadas

Estas son las funciones más comunes programadas para utilizarse en el convertidor de frecuencia para un rendimiento del sistema mejorado. Requieren una programación o configuración mínimas. Entender que estas funciones están disponibles puede optimizar un diseño de sistema y, posiblemente, evitar añadirle componentes o funciones duplicados. Consulte la *Guía de programación* específica del producto para obtener instrucciones sobre la activación de estas funciones.

4.2.1 Adaptación automática del motor

La adaptación automática del motor (AMA) es un procedimiento de prueba automatizado utilizado para medir las características eléctricas del motor. El AMA proporciona un modelo electrónico preciso del motor. Permite que el convertidor de frecuencia calcule el rendimiento y la eficacia óptimos con el motor. Llevar a cabo el procedimiento AMA también aumenta al máximo la función de optimización automática de energía del convertidor de frecuencia. El AMA se realiza sin que el motor esté girando y sin desacoplar la carga del motor.

4.2.2 Protección térmica del motor

La protección térmica del motor se puede proporcionar de tres maneras:

- Mediante la detección directa de la temperatura a través una de las formas siguientes:
  - Sensor KTY o PTC en los bobinados del motor y conectados a una entrada analógica o digital estándar
  - PT100 o PT1000 en los bobinados y cojinetes del motor, conectado a una tarjeta Sensor Input MCB 114
  - Entrada de termistor PTC en la PTC Thermistor Card MCB 112 (homologada por ATEX)
- Mediante un interruptor termomecánico (tipo Klixon) en una entrada digital
- Mediante el relé termoelectrónico (ETR) integrado

El ETR calcula la temperatura del motor midiendo la intensidad, la frecuencia y el tiempo de funcionamiento. El convertidor de frecuencia muestra la carga térmica del motor en forma de porcentaje y puede emitir una advertencia cuando llegue a una referencia de consigna de sobrecarga programable.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Las opciones programables en la sobrecarga permiten que el convertidor de frecuencia detenga el motor, reduzca la salida o ignore la condición. Incluso a velocidades bajas, el convertidor de frecuencia cumple con las normas de sobrecarga electrónica del motor I2t Clase 20.

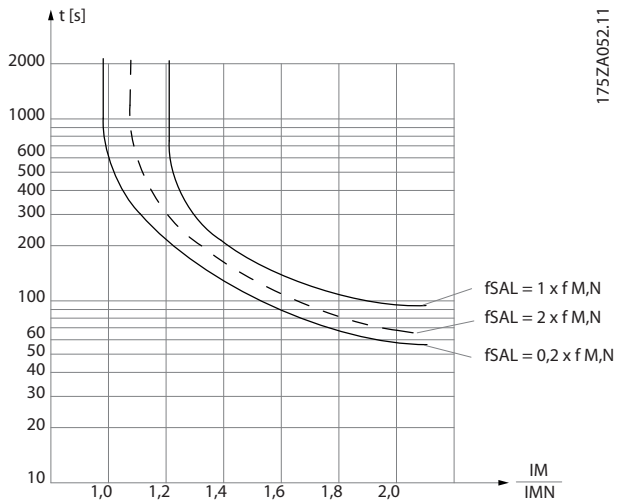


Ilustración 4.1 Características del ETR

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.
A una velocidad inferior, el ETR se desconecta con un calentamiento inferior debido a una menor refrigeración del motor. De ese modo, el motor queda protegido frente a un posible sobrecalentamiento, incluso a baja velocidad. La función ETR calcula la temperatura del motor en función de la intensidad y la velocidad reales. La temperatura calculada es visible como un parámetro de lectura en el *16-18 Térmico motor*.
También está disponible una versión especial del ETR para motores EX-e en zonas ATEX. Esta función hace posible introducir una curva específica para proteger el motor Ex-e. La *Guía de programación* guía al usuario por la configuración.

4.2.3 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 convertidor de frecuencia.

El convertidor de frecuencia se puede configurar (*14-10 Fallo aliment.*) para diferentes tipos de comportamiento durante el corte de red, p. ej.:

- Bloqueo por alarma cuando el enlace de CC se agote
- Inercia con función de Motor en giro cuando la red vuelva (*1-73 Motor en giro*)
- Energía regenerativa
- Rampa de deceleración controlada

Función de motor en giro
Esta selección hace posible «atrapar» un motor que, por un corte de red, gira sin control. Esta opción es muy importante para centrifugadoras y ventiladores.

Energía regenerativa
Esta selección garantiza que el convertidor de frecuencia funciona mientras haya energía en el sistema. Para cortes de red breves, el funcionamiento se restablece cuando la red vuelve, sin detener la aplicación o perder el control en ningún momento. Se pueden seleccionar diferentes variantes de energía regenerativa.

El comportamiento del convertidor de frecuencia en un corte de red se puede configurar en *14-10 Fallo aliment.* y *1-73 Motor en giro*.

4.2.4 Controlador PID integrado

El controlador integrado proporcional, integral y derivativo (PID) está disponible, lo que elimina la necesidad de dispositivos de control auxiliares. El controlador PID mantiene un control constante de los sistemas de lazo cerrado en los que se deben mantener regulados la presión, el flujo, la temperatura u otros requisitos del sistema. El convertidor de frecuencia puede ofrecer control autosuficiente de la velocidad del motor en respuesta a las señales de realimentación de los sensores remotos.

El convertidor de frecuencia acomoda dos señales de realimentación de dos dispositivos diferentes. Esta función permite regular un sistema con diferentes requisitos de realimentación. El convertidor de frecuencia toma decisiones de control comparando las dos señales para optimizar el rendimiento del sistema.

4.2.5 Rearranque automático

El convertidor de frecuencia puede programarse para reiniciar el motor automáticamente tras una pequeña desconexión, como una fluctuación o pérdida de potencia momentáneas. Esta característica elimina la necesidad de reiniciar manualmente y mejorar el funcionamiento automatizado para sistemas controlados remotamente. La cantidad de intentos de rearranque y la duración entre intentos se puede limitar.

4.2.6 Función de Motor en giro

La función de Motor en giro permite que el convertidor de frecuencia se sincronice con un motor en funcionamiento girando hasta a máxima velocidad en cualquier dirección. Esto evita desconexiones causadas por sobreintensidad. Además, reduce al mínimo la tensión mecánica del sistema, ya que el motor no sufre ningún cambio abrupto de la velocidad cuando se inicia el convertidor de frecuencia.

4.2.7 Par completo a velocidad reducida

El convertidor de frecuencia sigue una curva V/Hz variable para ofrecer un par del motor completo incluso a velocidades reducidas. El par de salida completo puede coincidir con la velocidad de funcionamiento máxima diseñada del motor. Esto se diferencia de los convertidores de par variable que ofrecen un par del motor reducido a velocidad baja o de los convertidores de par constante que proporcionan exceso de tensión, calor y ruido del motor a una velocidad inferior a la plena.

4.2.8 Bypass de frecuencia

En algunas aplicaciones, el sistema puede tener velocidades de funcionamiento que crean una resonancia mecánica. Esto puede generar un ruido excesivo y puede dañar los componentes mecánicos del sistema. El convertidor de frecuencia dispone de cuatro anchos de banda de frecuencia de bypass programables. Esto permite que el motor evite las velocidades que provocan resonancia en el sistema.

4.2.9 Precalentador del motor

Para precalentar un motor en un entorno húmedo o frío, puede suministrarse continuamente una pequeña cantidad de corriente de CC en el motor para protegerlo de la condensación y de un arranque en frío. Esto puede eliminar la necesidad de resistencia calefactora.

4.2.10 4 ajustes programables

El convertidor de frecuencia tiene cuatro ajustes que se pueden programar independientemente. Utilizando un ajuste múltiple, es posible alternar entre funciones programadas independientemente activadas por entradas digitales o un comando de serie. Los ajustes independientes se utilizan, por ejemplo, para cambiar las referencias, para el funcionamiento día / noche o verano / invierno o para controlar varios motores. El ajuste activo se muestra en el LCP.

Los datos de ajuste se pueden copiar de un convertidor de frecuencia a otro descargando la información desde el LCP extraíble.

4.2.11 Frenado dinámico

El freno dinámico se establece por:

- **Freno con resistencia**
  Una puerta lógica IGBT del freno mantiene una sobretensión bajo un umbral determinado dirigiendo la energía del freno desde el motor a la resistencia de freno conectado (*2-10 Función de freno* = [1]).
- **Freno de CA**
  La energía del freno se distribuye en el motor mediante la modificación de las condiciones de pérdida del motor. La función de freno de CA no puede utilizarse en aplicaciones con alta frecuencia de reseteo, ya que esto sobrecalienta el motor (*2-10 Función de freno* = [2]).
- **Freno de CC**
  Una intensidad de CC sobremodulada añadida a la intensidad de CA funciona como un freno de corriente parásita (*2-02 Tiempo de frenado CC* ≠ 0 s).

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

4.2.12 Control de freno mecánico de lazo abierto

Parámetros para controlar el funcionamiento de un freno electromagnético (mecánico), requerido habitualmente en aplicaciones de elevación.
Para controlar un freno mecánico, se requiere una salida de relé (relé 01 o 02) o una salida digital programada (terminal 27 o 29). Normalmente, esta salida debe estar cerrada cuando el convertidor de frecuencia no pueda «mantener» el motor debido, por ejemplo, a que la carga es demasiado elevada. Seleccione *[32] Ctrl. freno mec.* para aplicaciones con un freno electromagnético en *5-40 Relé de función*, *5-30 Terminal 27 salida digital* o *5-31 Terminal 29 salida digital*. Si se ha seleccionado *[32] Ctrl. freno mec.*, el freno mecánico se cerrará desde el arranque hasta que la intensidad de salida sea superior al nivel seleccionado en *2-20 Intensidad freno liber.*Durante la parada, el freno mecánico se activa cuando la velocidad cae por debajo del nivel especificado en el *2-21 Velocidad activación freno [RPM]*. Si el convertidor de frecuencia entra en una condición de alarma o situación de sobreintensidad o sobretensión, el freno mecánico se conectará inmediatamente. Este es también el caso durante una desconexión segura de par.

4

AVISO!

El modo de protección y las funciones de retardo de desconexión (*14-25 Retardo descon. con lím. de par* y *14-26 Ret. de desc. en fallo del convert.*) pueden retrasar la activación del freno mecánico en una situación de alarma. Estas funciones deben deshabilitarse en aplicaciones de elevación.

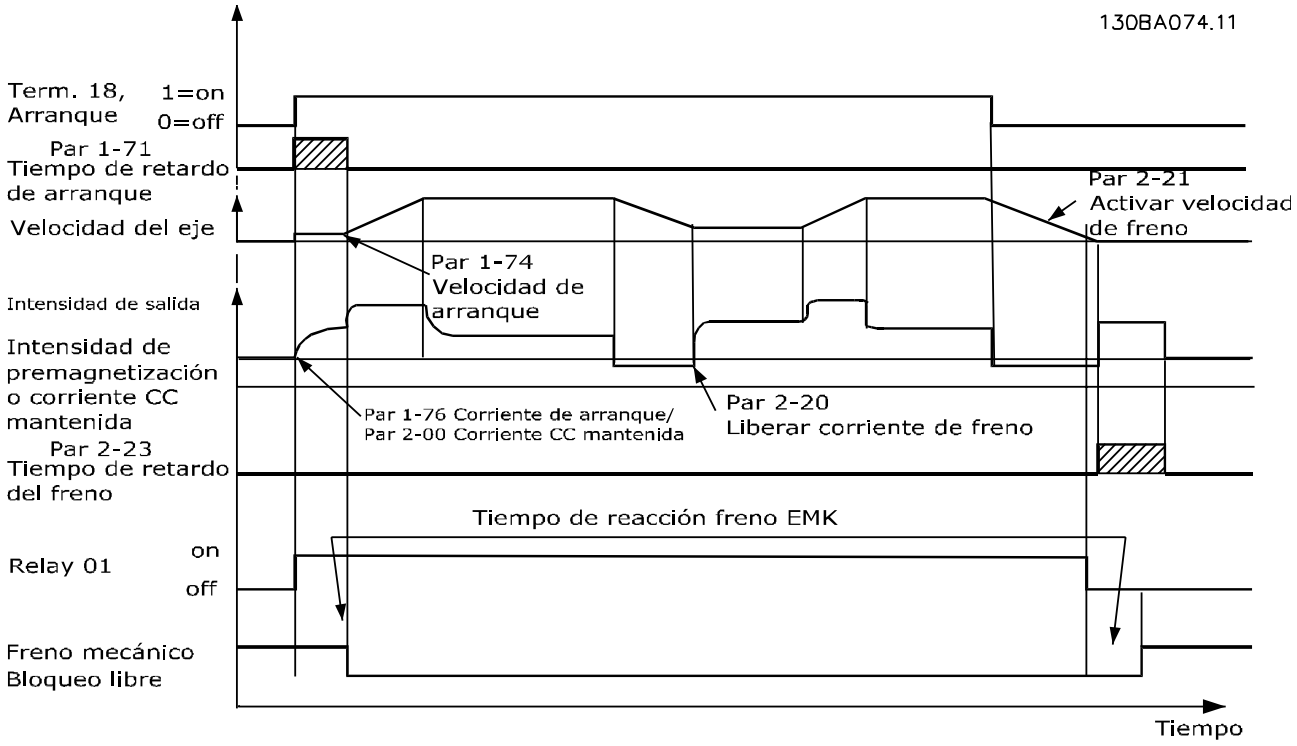


Ilustración 4.2 Freno mecánico

4.2.13 Control de freno mecánico de lazo cerrado / freno mecánico de elevación

El control de frenado mecánico para elevación cuenta con las siguientes funciones:

- Dos canales para realimentación del freno mecánico para ofrecer más protección contra acciones accidentales derivadas de la rotura de una cable.
- Control de la realimentación del freno mecánico en todo el ciclo. Esto ayuda a proteger el freno mecánico, sobre todo si hay más de un convertidor de frecuencia conectado al mismo eje.
- No hay rampa de aceleración hasta que la realimentación confirma que el freno mecánico está abierto.
- Mejora en el control de carga en parada. Si *2-23 Activar retardo de freno* se ajusta demasiado corto, W22 se activa y se impide que el par esté en rampa de deceleración.
- Es posible configurar la transición en el momento en que el motor asume la carga del freno. Se puede aumentar *2-28 Factor de ganancia de refuerzo* para reducir el movimiento al mínimo. Para obtener una transición muy suave, cambie el ajuste del control de velocidad a la posición de control durante el cambio.
    - Ajuste *2-28 Factor de ganancia de refuerzo* a 0 para activar el Control de posición durante *2-25 Tiempo liberación de freno*. De esta forma se activan los parámetros de *2-30 Position P Start Proportional Gain* a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time*, que son parámetros PID del Control de posición.

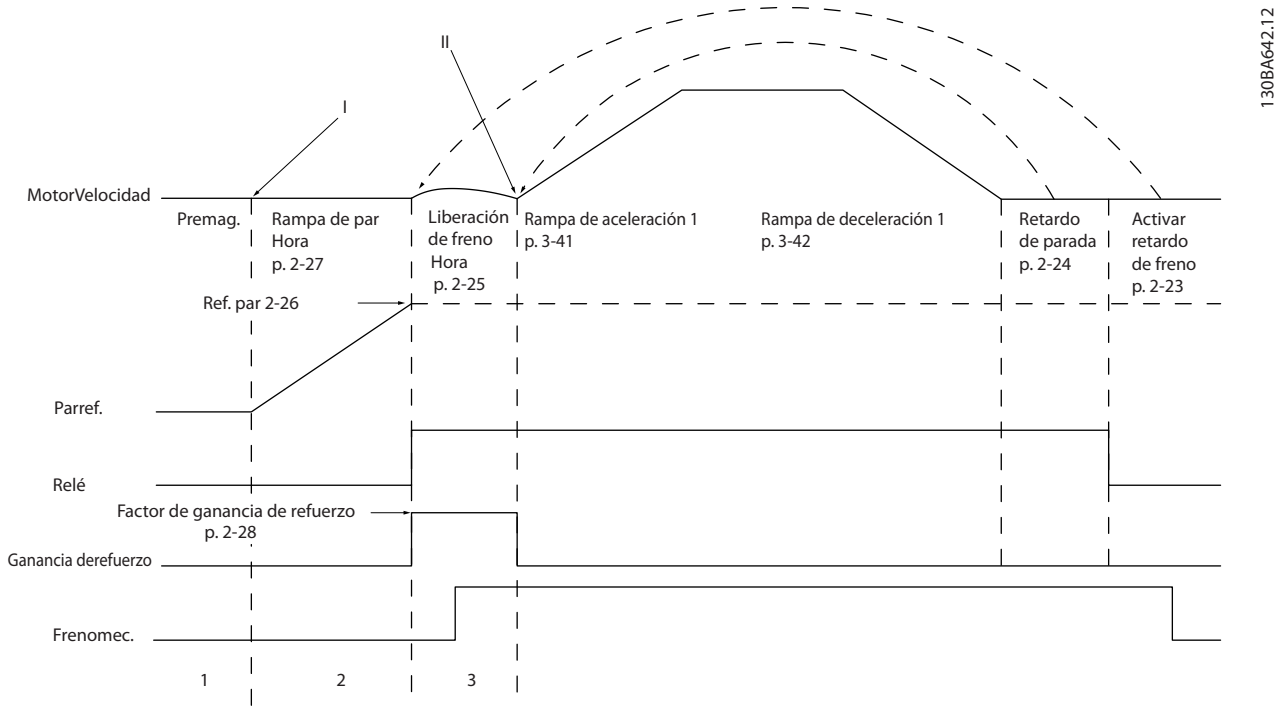


Ilustración 4.3 Secuencia de liberación de freno para control de freno mecánico para elevación Este control de freno solo está disponible en FLUJO con realimentación del motor, para motores asíncronos y motores PM no salientes.

Los parámetros de *2-26 Ref par* a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* solo están disponibles para el control de freno mecánico de elevación (FLUJO con realimentación del motor). Los parámetros de *2-30 Position P Start Proportional Gain* a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* pueden configurarse para obtener un cambio de transición muy suave del control de velocidad al control de posición durante *2-25 Tiempo liberación de freno* (tiempo en el que la carga se traslada del freno mecánico al convertidor de frecuencia).
Los parámetros de *2-30 Position P Start Proportional Gain* a *2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* se activan cuando *2-28 Factor de ganancia de refuerzo* está ajustado a 0. Consulte la *Ilustración 4.3* para más información.

AVISO!

Para ver un ejemplo de control de freno mecánico avanzado para aplicaciones de elevación, consulte *capétulo 10 Ejemplos de aplicaciones*.

4.2.14 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) es una secuencia de acciones definidas por el usuario (consulte *13-52 Acción Controlador SL* [x]) ejecutadas por el SLC cuando el *evento* asociado definido por el usuario (consulte *13-51 Evento Controlador SL* [x]) es evaluado como VERDADERO por el SLC.
La condición de que un evento pueda estar en un estado determinado o de que la salida de una regla lógica o un operando comparador pase a ser VERDADERO. Esto da lugar a una acción asociada, como se muestra en la *Ilustración 4.4*.

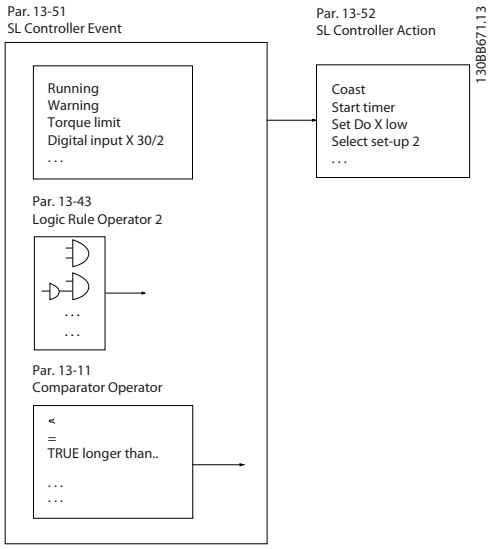


Ilustración 4.4 Evento y acción SCL

Los eventos y las acciones están numerados y vinculados en parejas (estados). Esto significa que cuando se complete el *evento* [0] (cuando alcance el valor VERDADERO), se ejecutará la *acción* [0]. Después de esto, las condiciones del *evento* [1] se evalúan y, si se evalúan como VERDADERAS, la *acción* [1] se ejecutará y así sucesivamente. En cada momento, solo se evalúa un *evento*. Si un *evento* se evalúa como FALSO, no sucede nada (en el SLC) durante el intervalo de exploración actual y no se evalúan otros *eventos*. Esto significa que cuando el SLC se inicia, evalúa el *evento* [0] (y solo el *evento* [0]) en cada intervalo de exploración. El SLC ejecuta una *acción* [0] e inicia la evaluación de otro *evento* [1] solo si el *evento* [0] se considera VERDADERO. Se pueden programar entre 1 y 20 *eventos* y *acciones*.

Cuando se haya ejecutado el último *evento / acción*, la secuencia vuelve a comenzar desde el *evento* [0] / *acción* [0]. La *Ilustración 4.5* muestra un ejemplo con 4 eventos / acciones:

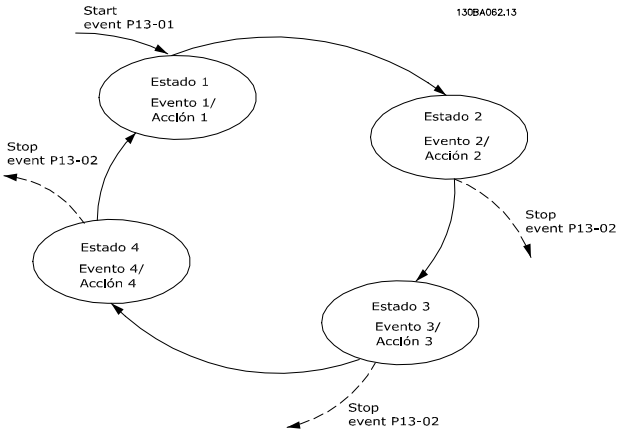


Ilustración 4.5 Orden de ejecución cuando están programados 4 eventos / acciones

Comparadores
Los comparadores se usan para comparar variables continuas (frecuencia o intensidad de salida, entrada analógica, etc.) con valores fijos predeterminados.

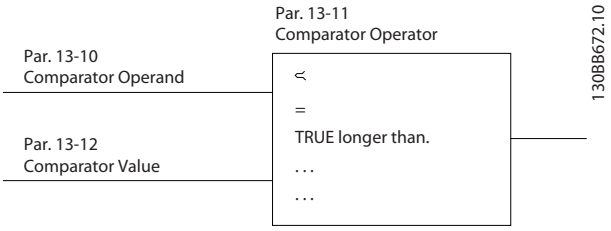


Ilustración 4.6 Comparadores

Reglas lógicas
Se pueden combinar hasta tres entradas booleanas (entradas VERDADERAS / FALSAS) de temporizadores, comparadores, entradas digitales, bits de estado y eventos utilizando los operadores lógicos Y, O y NO.

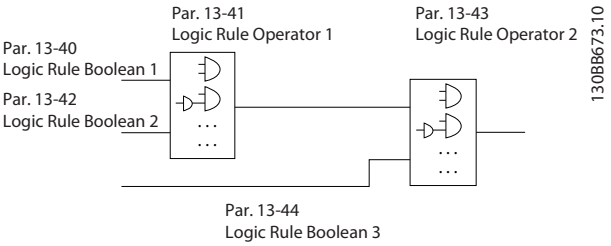


Ilustración 4.7 Reglas lógicas

4.2.15 Desconexión segura de par

Para obtener información sobre la desconexión segura de par, consulte el *Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par de la serie VLT® FC.*

4.3 VLT® FlexConcept® de Danfoss

El VLT® FlexConcept® de Danfoss es una solución de convertidor de frecuencia rentable, flexible y energéticamente eficiente, principalmente para transportadoras. El concepto consta de VLT® OneGearDrive® accionado por el VLT® AutomationDrive FC 302 o el VLT® Decentral Drive FCD 302.

OneGearDrive es, básicamente, un motor de magnetización permanente con un engranaje cónico. El engranaje cónico se puede suministrar con diferentes relaciones de reducción.

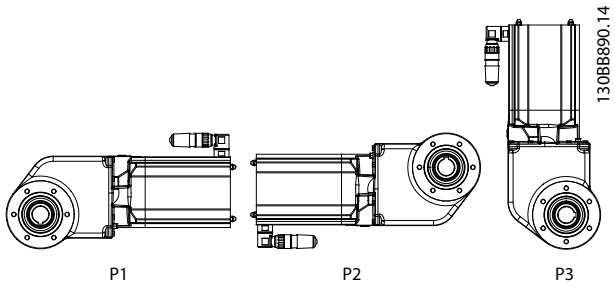


Ilustración 4.8 OneGearDrive

El OneGearDrive puede accionarse mediante el VLT® AutomationDrive FC 302 y el VLT® Decentral Drive FCD 302 en los siguientes tamaños de potencia, según las demandas de la aplicación real:

- 0,75 kW
- 1,1 kW
- 1,5 kW
- 2,2 kW
- 3,0 kW

Cuando *[1] PM no saliente SPM* se ha seleccionado en en FC 302 o FCD 302, el OneGearDrive se puede seleccionar en *1-11 Fabricante motor* y los parámetros recomendados pueden ajustarse automáticamente.

Para obtener más información, consulte la *Guía de programación* del VLT® AutomationDrive FC 301 / FC 302, la *Guía de selección del VLT® OneGearDrive* y *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/VLTFlexConcept/*

5 Integración del sistema

5.1 Condiciones ambientales de funcionamiento

5.1.1 Humedad

Aunque el convertidor de frecuencia pueda funcionar correctamente a humedades elevadas (hasta el 95 % de humedad relativa), la condensación siempre debe evitarse. Hay un riesgo específico de condensación cuando el convertidor de frecuencia está más frío que el aire ambiente húmedo. La humedad del aire también puede condensarse en los componentes electrónicos y provocar cortocircuitos. La condensación se produce en unidades sin potencia. Es aconsejable instalar un calefactor de armario cuando es posible que se forme condensación debido a las condiciones ambientales. Evite la instalación en áreas con escarcha.

Alternativamente, operar el convertidor de frecuencia en modo de espera (con la unidad conectada a la red) reduce el riesgo de condensación. Sin embargo, asegúrese de que la disipación de potencia es suficiente para mantener los circuitos del convertidor de frecuencia sin humedad.

5.1.2 Temperatura

Se especifican límites de temperatura ambiente mínimos y máximos para todos los convertidores de frecuencia. Si se evitan temperaturas ambiente extremas, se prolonga la vida del equipo y aumenta al máximo la fiabilidad general del sistema. Siga las recomendaciones enumeradas para disfrutar del rendimiento y la vida útil máximos del equipo.

- Aunque los convertidores pueden funcionar a temperaturas de hasta –10 °C, solo se garantiza un funcionamiento correcto con una carga nominal con temperaturas de 0 °C o superiores.
- No sobrepase el límite máximo de temperatura.
- La vida útil de los componentes electrónicos disminuye un 50 % cada 10 °C cuando funciona por encima de su temperatura prevista.
- Incluso los dispositivos con clasificaciones de protección IP54, IP55 o IP66 deben seguir los rangos de temperatura ambiente especificados.
- Puede ser necesaria una climatización adicional del armario o del lugar de instalación.

5.1.3 Temperatura y refrigeración

El convertidor de frecuencia tiene ventiladores integrados para garantizar una refrigeración óptima. El ventilador principal fuerza el caudal de aire a lo largo de las aletas de refrigeración del disipador, lo que garantiza que el aire interno se refrigere. Algunos tamaños de potencia tienen un pequeño ventilador secundario cerca de la tarjeta de control, lo que garantiza que el aire interno circule para evitar puntos calientes. El ventilador principal está controlado por la temperatura interna del convertidor de frecuencia y la velocidad aumenta gradualmente junto con la temperatura, lo que reduce el ruido y el consumo energético cuando no es necesario y garantiza la refrigeración máxima cuando es necesaria. El control de ventilador se puede adaptar mediante *14-52 Control del ventilador* para que se ajuste a cualquier aplicación, además de proteger contra los efectos negativos de la refrigeración en climas muy fríos. Si se produce un exceso de temperatura dentro del convertidor de frecuencia, este reduce el patrón y la frecuencia de conmutación, consulte *capítulo 5.1.4 Reducción de potencia manual* para obtener más información.

Se especifican límites de temperatura ambiente mínimos y máximos para todos los convertidores de frecuencia. Si se evitan temperaturas ambiente extremas, se prolonga la vida del equipo y se aumenta al máximo la fiabilidad de todo el sistema. Siga las recomendaciones enumeradas para disfrutar del rendimiento y la vida útil máximos del equipo.

- Aunque los convertidores de frecuencia pueden funcionar a temperaturas de hasta –10 °C, solo se garantiza un funcionamiento correcto con una carga nominal con temperaturas de 0 °C o superiores.
- No sobrepase el límite máximo de temperatura.
- No sobrepase la temperatura media máxima en 24 h.
  (La temperatura media máxima en 24 h es la temperatura ambiente máxima menos 5 °C. Ejemplo: si la temperatura máxima es de 50 °C, la temperatura media máxima en 24 h es de 45 °C).
- Respete los requisitos de espacio libre mínimo por encima y por debajo (*capítulo 8.2.1.1 Separación*).
- Por norma general, la vida útil de los componentes electrónicos disminuye en un 50 % cada 10 °C, cuando funcionan por encima de su temperatura prevista.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

- Incluso los dispositivos con clasificaciones de protección altas deben seguir los rangos de temperatura ambiente especificados.
- Puede ser necesaria una climatización adicional del armario o del lugar de instalación.

5.1.4 Reducción de potencia manual

Tenga en cuenta la reducción de potencia cuando se cumplen las condiciones siguientes.

- Funcionamiento por encima de los 1000 m (baja presión atmosférica)
- Funcionamiento a velocidad baja
- Cables de motor largos
- Cables con una sección transversal grande
- Temperatura ambiente alta

Para obtener más información, consulte *capétulo 6.2.6 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente*.

5.1.4.1 Reducción de potencia en función del funcionamiento a velocidad lenta

Cuando se conecta un motor a un convertidor de frecuencia, es necesario comprobar si la refrigeración del motor es la adecuada.
El nivel de calentamiento depende de la carga del motor, así como de la velocidad y del tiempo de funcionamiento.

Aplicaciones de par constante (modo CT)

Se puede producir un problema con valores bajos de r/min en aplicaciones de par constante. En una aplicación de par constante, un motor puede sobrecalentarse a velocidades bajas debido a una escasez de aire de refrigeración proveniente del ventilador integrado en el motor.
Por lo tanto, si se va a hacer funcionar el motor constantemente a un valor de r/min inferior a la mitad del valor nominal, debe recibir aire adicional para su enfriamiento (o debe utilizarse un motor diseñado para este tipo de funcionamiento).

Una alternativa es reducir el nivel de carga del motor eligiendo un motor más grande. No obstante, el diseño del convertidor de frecuencia establece un límite en cuanto al tamaño del motor.

Aplicaciones de par variable (cuadrático) (VT)
En aplicaciones VT, como bombas centrífugas y ventiladores, donde el par es proporcional a la raíz cuadrada de la velocidad y la potencia es proporcional al cubo de la velocidad, no hay necesidad de un enfriamiento adicional o de una reducción de la potencia del motor.

5.1.4.2 Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica

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

Por debajo de 1000 m de altitud, no es necesaria ninguna reducción de potencia, pero por encima de los 1000 m, la temperatura ambiente (T_{AMB}) o la intensidad de salida máxima (I_{salida}) deben reducirse de acuerdo con la *Ilustración 5.1*.

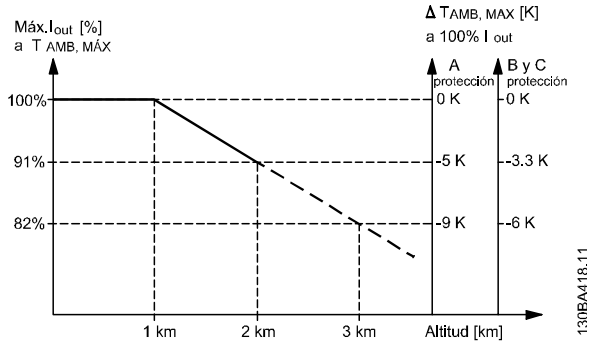


Ilustración 5.1 Reducción de potencia de la intensidad de salida en relación con la altitud a $T_{AMB, MÁX}$ para tamaños del bastidor A, B y C. Para altitudes superiores a 2000 m, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

Una alternativa es reducir la temperatura ambiente en altitudes elevadas, lo que garantiza el 100 % de intensidad de salida. Como ejemplo de cómo leer el gráfico, se presenta la situación a 2000 m para un tipo de protección B con $T_{AMB, MÁX}$ = 50 °C. A una temperatura de 45 °C ($T_{AMB, MÁX.}$ –3,3 K), está disponible el 91 % de la intensidad nominal de salida. A una temperatura de 41,7° C, está disponible el 100 % de la intensidad nominal de salida.

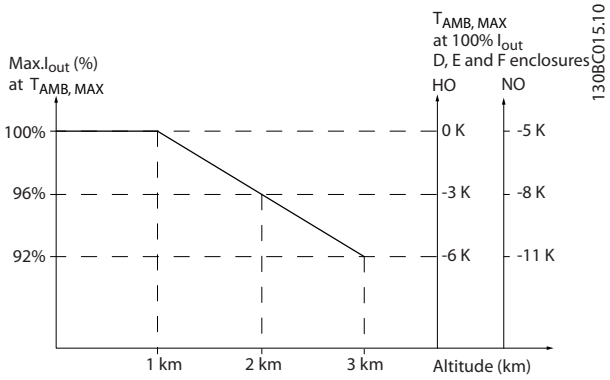


Ilustración 5.2 Reducción de potencia de la intensidad de salida en relación con la altitud a $T_{AMB, MÁX}$ para tamaños de bastidor D3h.

5.1.5 Ruido acústico

El ruido acústico del convertidor de frecuencia procede de tres fuentes

- Bobinas del enlace de CC (circuito intermedio)
- Bobina de choque del filtro RFI
- Ventiladores internos

Consulte *capétulo 6.2.9 Ruido acústico* para obtener información sobre las clasificaciones de ruido acústico.

5.1.6 Vibración y golpe

El convertidor de frecuencia probado según un procedimiento basado en CEI 68-2-6/34/35 y 36. Estas pruebas someten la unidad a fuerzas de 0,7 g en el rango de 18 a 1000 Hz aleatoriamente, en 3 direcciones durante 2 horas. Todos los convertidores de frecuencia de (Danfoss) cumplen con los requisitos que se corresponden a estas condiciones cuando la unidad está montada en la pared o el suelo, así como cuando está montada en paneles atornillados a paredes o suelos.

5.1.7 Entornos agresivos

5.1.7.1 Gases

Los gases agresivos, como el sulfuro de hidrógeno, cloro o amoníaco, pueden dañar los componentes mecánicos y eléctricos del convertidor de frecuencia. La contaminación del aire de refrigeración también puede causar la descomposición gradual de las juntas de las puertas y las pistas de PCB. Los contaminantes agresivos están a menudo presentes en instalaciones de tratamiento de aguas residuales o piscinas. Una señal clara de un entorno agresivo es la corrosión del cobre.

En entornos agresivos, se recomiendan las protecciones IP restringidas, junto con placas de circuito con revestimiento barnizado. Consulte *Tabla 5.1* para los valores del revestimiento barnizado.

AVISO!

El convertidor de frecuencia se entrega de serie con un barnizado clase 3C2. Si se solicita, el barnizado clase 3C3 está disponible.

Tipo de gas	Unidad	Clase				
		3C1	3C2		3C3	
			Valor medio	Valor máximo	Valor medio	Valor máximo
Sal marina	n/a	Ninguna	Neblina salina		Neblina salina	
Óxidos de azufre	mg/m^3	0,1	0,3	1,0	5,0	10
Sulfuro de hidrógeno	mg/m^3	0,01	0,1	0,5	3,0	10
Cloro	mg/m^3	0,01	0,1	0,03	0,3	1,0
Cloruro de hidrógeno	mg/m^3	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0
Fluoruro de hidrógeno	mg/m^3	0,003	0,01	0,03	0,1	3,0
Amoníaco	mg/m^3	0,3	1,0	3,0	10	35
Ozono	mg/m^3	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3
Nitrógeno	mg/m^3	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0

Tabla 5.1 Clasificaciones de las clases del revestimiento barnizado

Los valores máximos son valores pico transitorios que no deben ocurrir durante más de 30 minutos al día.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

5.1.7.2 Exposición al polvo

La instalación de convertidores de frecuencia en entornos con una alta exposición al polvo es, a menudo, inevitable. El polvo afecta a las unidades montadas en pared o bastidor con clasificación de protección IP55 o IP66 y también dispositivos montados en armario con clasificación de protección IP21 o IP20. Se deben considerar los tres aspectos descritos a continuación cuando se instalan convertidores de frecuencia en estos entornos.

Refrigeración reducida
El polvo forma depósitos en la superficie del dispositivo y dentro de él, en las placas de circuitos y los componentes electrónicos. Estos depósitos funcionan como capas de aislamiento y obstaculizan la transferencia de calor al aire ambiente, lo que reduce la capacidad de refrigeración. Los componentes se calientan aún más. Esto produce un envejecimiento acelerado de los componentes electrónicos y disminuye la vida útil del convertidor de frecuencia. Los depósitos de polvo en el disipador de la parte posterior de la unidad también disminuyen la vida útil de la unidad.

Ventiladores de refrigeración
El flujo de aire para refrigerar la unidad se produce mediante los ventiladores de refrigeración, normalmente ubicados en la parte posterior del dispositivo. Los rotores del ventilador poseen pequeños cojinetes en los que el polvo puede penetrar y actuar como un abrasivo. Esto provoca daños en los cojinetes y fallos en el ventilador.

Filtros
Los convertidores de frecuencia de alta potencia están equipados con ventiladores de refrigeración que expelen aire caliente desde el interior del dispositivo. A partir de un determinado tamaño, estos ventiladores se equipan con esteras de filtro. Estos filtros se puede obstruir rápidamente cuando se utilizan en ambientes muy polvorientos. En estas condiciones, es necesario tomar medidas preventivas.

Mantenimiento periódico

En las condiciones descritas anteriormente, es aconsejable limpiar el convertidor de frecuencia durante el mantenimiento periódico. Elimine el polvo del disipador y los ventiladores y limpie las esteras de filtro.

5.1.7.3 Entornos potencialmente explosivos

Los sistemas que funcionan en entornos potencialmente explosivos deben cumplir condiciones especiales. La directiva 94/9/CE de la UE describe el funcionamiento de los dispositivos electrónicos en entornos potencialmente explosivos.

Se debe controlar la temperatura de los motores controlados por convertidores de frecuencia en entornos potencialmente explosivos utilizando un sensor de temperatura PTC. Pueden utilizarse motores con protección de ignición clase «d» o «e», homologados para este entorno.

- La clasificación «e» consiste en evitar la formación de chispas. El FC 302 con versión de firmware V6.3x o superior está equipado con una función de «control término de ETR ATEX» para el funcionamiento de motores Ex-e especialmente homologados. Cuando se combina con un dispositivo de control PTC homologado por ATEX, como la PTC Thermistor Card MCB 112, la instalación no necesita una aprobación individual de una organización homologada, es decir, no son necesarias parejas iguales.
- La clasificación «d» se encarga de garantizar que si se produce una chispa, se contiene en una zona protegida. Aunque no requiere homologación, se necesitan un cableado y una contención especiales.
- La combinación «d» / «e» es la más utilizada en entornos potencialmente explosivos. El motor mismo tiene una clase de protección de ignición «e», mientras que el cable de motor y el entorno de conexión cumplen con la clasificación «e». La restricción del espacio de conexión «e» se compone de la tensión máxima permitida en este espacio. La tensión de salida de un convertidor de frecuencia normalmente está limitada a la tensión de red. La modulación de la tensión de salida puede generar una tensión pico que no se puede permitir para la clasificación «e». En la práctica, se ha demostrado que utilizar un filtro de onda sinusoidal en la salida del convertidor de frecuencia es un medio efectivo de atenuar la tensión pico alta.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

AVISO!

No instale un convertidor de frecuencia en un entorno potencialmente explosivo. Instale el convertidor de frecuencia en un armario fuera de esta área. También se recomienda utilizar un filtro sinusoidal en la salida del convertidor de frecuencia para atenuar el aumento de tensión dU/dt y la tensión pico. Los cables del motor deben ser lo más cortos que sea posible.

AVISO!

Las unidades VLT® AutomationDrive con la opción MCB 112 tienen capacidad certificada PTB de controlar el sensor del termistor del motor para entornos potencialmente explosivos. Los cables de motor apantallados no son necesarios cuando los convertidores de frecuencia funcionan con filtros de salida sinusoidales.

5.1.8 Mantenimiento

Los modelos de convertidores de frecuencia de (Danfoss) de hasta 90 kW no requieren mantenimiento. Los convertidores de frecuencia de alta potencia (110 kW nominal o superior) tienen esteras de filtro incorporadas que el operador debe limpiar periódicamente, en función de la exposición al polvo y los contaminantes. Los intervalos de mantenimiento para los ventiladores de refrigeración (aproximadamente 3 años) y para los condensadores (aproximadamente 5 años) se recomiendan en la mayoría de entornos.

5.1.9 Almacenamiento

Al igual que el resto de equipos electrónicos, los convertidores de frecuencia se deben almacenar en un lugar seco. El conformado periódico (carga del condensador) no es necesario durante el almacenamiento.

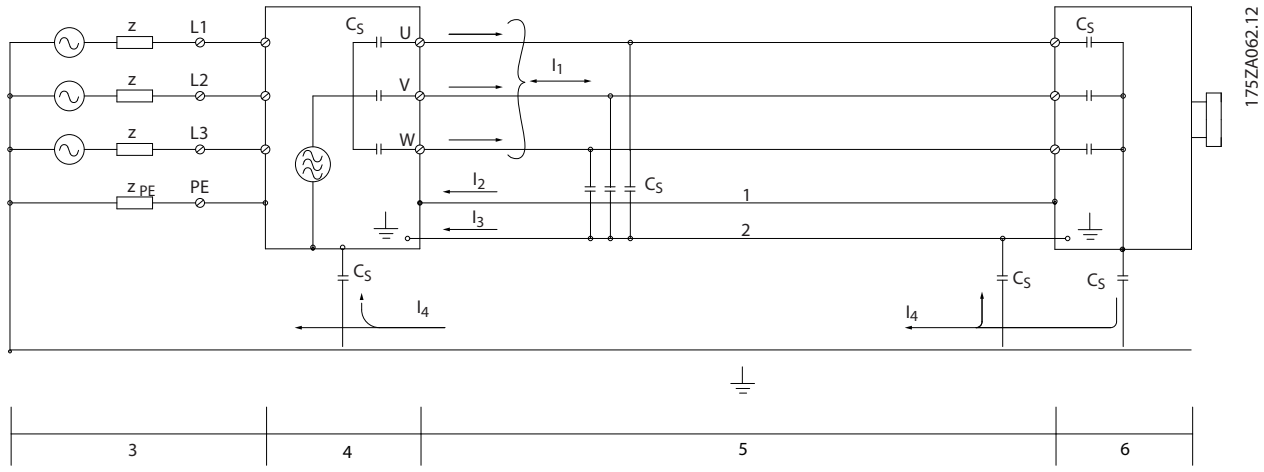
Se recomienda mantener el equipo sellado en su embalaje hasta la instalación.

5.2 Aspectos generales de la EMC

Normalmente, aparecen interferencias eléctricas a frecuencias en el intervalo de 150 kHz a 30 MHz. Las interferencias generadas por el convertidor de frecuencia y transmitidas por el aire, con frecuencias en el rango de 30 MHz a 1 GHz, tienen su origen en el inversor, el cable del motor y el motor.
Como se muestra en la *Ilustración 5.3*, la capacitancia en el cable de motor, junto con una elevada dU/dt de la tensión del motor, genera corrientes de fuga.
La utilización de un cable de motor apantallado aumenta la corriente de fuga (consulte *Ilustración 5.3*), porque los cables apantallados tienen una mayor capacitancia a tierra que los cables no apantallados. Si la corriente de fuga no se filtra, provoca una mayor interferencia en la alimentación de red, en el intervalo de radiofrecuencia inferior a 5 MHz. Puesto que la corriente de fuga (I_1) se reconduce a la unidad a través del apantallamiento (I_3), en principio solo habrá un pequeño campo electromagnético (I_4) desde el cable apantallado del motor, tal y como se indica en la *Ilustración 5.3*.

El apantallamiento reduce la interferencia radiada, aunque incrementa la interferencia de baja frecuencia en la red eléctrica. Conecte el apantallamiento del cable de motor a la protección del convertidor de frecuencia, así como a la protección del motor. El mejor procedimiento consiste en utilizar abrazaderas de apantallamiento integradas para evitar extremos de apantallamiento retorcidos en espiral (cables de conexión flexibles). Los cables de conexión flexibles aumentan la impedancia del apantallamiento a frecuencias superiores, lo que reduce el efecto de pantalla y aumenta la corriente de fuga (I_4).
Si se emplea un cable apantallado para el relé, el cable de control, la interfaz de señales y el freno, monte el apantallamiento en ambos extremos de la protección. Sin embargo, en algunas situaciones, es necesario eliminar el apantallamiento para evitar los lazos de corriente.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.



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

Ilustración 5.3 Situación que provoca corrientes de fuga

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

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

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

5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC

Los siguientes resultados de las pruebas se obtuvieron utilizando un sistema con un convertidor de frecuencia, un cable de control apantallado y un cuadro de control con potenciómetro, así como un motor individual y un cable de motor apantallado (Ölflex Classic 100 CY) a frecuencia de conmutación nominal. En la *Tabla 5.2*, se establecen las longitudes máximas de cable de motor.

AVISO!

Las condiciones pueden variar significativamente para otras configuraciones.

5

AVISO!

Consulte *Tabla 9.19* para cables de motor paralelos.

Tipo de filtro RFI		Emisión conducida			Emisión irradiada		
		Longitud del cable [m]					
Estándares y requisitos	EN 55011 / CISPR 11	Clase B	Clase A, grupo 1	Clase A Grupo 2	Clase B	Clase A Grupo 1	Clase A Grupo 2
	EN/CEI 61800-3	Categoría C1	Categoría C2	Categoría C3	Categoría C1	Categoría C2	Categoría C3
H1							
FC 301	0-37 kW 200-240 V	10	50	50	No	Sí	Sí
	0-75 kW 380-480 V	10	50	50	No	Sí	Sí
FC 302	0-37 kW 200-240 V	50	150	150	No	Sí	Sí
	0-75 kW 380-480 V	50	150	150	No	Sí	Sí
H2/H5							
FC 301	0-3,7 kW 200-240 V	No	No	5	No	No	Sí
FC 302	5,5-37 kW 200-240 V[2)]	No	No	25	No	No	Sí
	0-7,5 kW 380-500 V	No	No	5	No	No	Sí
	11-75 kW 380-500 V[2)]	No	No	25	No	No	Sí
	11-22 kW 525-690 V[2)]	No	No	25	No	No	Sí
	30-75 kW 525-690 V[2)]	No	No	25	No	No	Sí
H3							
FC 301	0-1,5 kW 200-240 V	2,5	25	25	No	Sí	Sí
	0-1,5 kW 380-480 V	2,5	25	25	No	Sí	Sí
H4							
FC 302	1,1-7,5 kW 525-690 V	No	100	100	No	Sí	Sí
	11-22 kW 525-690 V	No	100	100	No	Sí	Sí
	11-37 kW 525-690 V[3)]	No	150	150	No	Sí	Sí
	30-75 kW 525-690 V	No	150	150	No	Sí	Sí
Hx[1)]							
FC 302	0,75-75 kW 525-600 V	No	No	No	No	No	No

Tabla 5.2 Resultados de las pruebas de EMC (emisión), máxima longitud del cable de motor

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

[2)] T5, 22-45 kW y T7, 22-75 kW cumplen con el grupo 1 de la clase A con 25 m de cable de motor. Existen algunas limitaciones para la instalación (póngase en contacto con (Danfoss) para obtener más información).

HX, H1, H2, H3, H4 o H5 se define en las pos. 16-17 del código descriptivo para filtros de EMC (consulte Tabla 7.1).

[3)] IP20

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

5.2.2 Requisitos en materia de emisiones

La norma de productos EMC para convertidores de frecuencia define 4 categorías (C1, C2, C3 y C4) con requisitos especificados para la emisión e inmunidad. La *Tabla 5.3* indica la definición de las 4 categorías y la clasificación equivalente de EN 55011.

Categoría	Definición	Clase de emisiones equivalente en EN 55011
C1	Convertidores de frecuencia instalados en el primer ambiente (hogar y oficina) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.	Clase B
C2	Convertidores de frecuencia instalados en el primer ambiente (hogar y oficina), con una tensión de alimentación inferior a 1000 V, que no son ni enchufables ni desplazables y están previstos para su instalación y puesta en marcha 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 5.3 Correlación entre CEI 61800-3 y EN 55011

Cuando se utilizan normas de emisiones generales (conducidas), los convertidores de frecuencia deben cumplir los límites en la *Tabla 5.4*.

Ambiente	Norma de emisiones generales	Clase de emisiones equivalente en EN 55011
Primer ambiente (hogar y oficina)	Norma de emisiones para entornos residenciales, comerciales e industria ligera EN/CEI 61000-6-3.	Clase B
Segundo ambiente (entorno industrial)	Norma de emisiones para entornos industriales EN/CEI 61000-6-4.	Clase A, grupo 1

Tabla 5.4 Correlación entre Normas de emisiones generales y EN 55011

5.2.3 Requisitos de inmunidad

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

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

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

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Consulte *Tabla 5.5*.

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

Tabla 5.5 Tabla sobre inmunidad EMC

[1)] *Inyección en la protección del cable*

5.2.4 Aislamiento del motor

El diseño moderno de los motores para su uso con convertidores de frecuencia presenta un elevado grado de aislamiento para responder a la nueva generación de IGBT de gran eficacia con una dU/dt elevada. Para actualizar motores antiguos, es necesario confirmar el aislamiento del motor o mitigarlo con un filtro dU/dt o incluso un filtro sinusoidal, si fuera necesario. dU/dt.

Para longitudes del cable de motor ≤ que la longitud del cable máxima que se indica en *capétulo 6.2 Especificaciones generales*, se recomiendan las clasificaciones de aislamientos del motor que se encuentra en la *Tabla 5.6*. Si un motor tiene una clasificación de aislamiento inferior, se recomienda utilizar un filtro dU/dt o sinusoidal.

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

Tabla 5.6 Aislamiento del motor

5.2.5 Corrientes en los cojinetes del motor

Para reducir al mínimo las corrientes en el eje y los cojinetes, conecte a tierra lo siguiente respecto a la máquina accionada:

- convertidor de frecuencia
- motor
- máquina accionada
- motor

Estrategias estándar de mitigación

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

5.3 Interferencia de la red de alimentación / armónicos

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

Corrientes armónicas	I_1	I_5	I_7
Hz	50	250	350

Tabla 5.7 Corriente no sinusoidal transformada

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

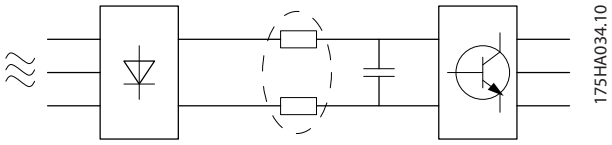


Ilustración 5.4 Bobinas del circuito intermedio

AVISO!

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

	Intensidad de entrada
I_{RMS}	1,0
I_1	0,9
I_5	0,4
I_7	0,2
I_{11-49}	<0,1

Tabla 5.8 Corrientes armónicas en comparación con la corriente de entrada RMS

Para asegurar corrientes armónicas bajas, el convertidor de frecuencia tiene bobinas de circuito intermedio de forma estándar. Las bobinas de CC reducen la distorsión total de armónicos (THD) al 40%.

5.3.1 El efecto de los armónicos en un sistema de distribución de potencia

En *Ilustración 5.5* un transformador está conectado al lado primario hacia un punto de acoplamiento común PCC1, en la fuente de alimentación de tensión media. El transformador tiene una impedancia Z_{xfr} y alimenta un número de cargas. El punto de acoplamiento común donde están conectadas todas las cargas es PCC2. Cada carga está conectada a través de cables con una impedancia Z_1, Z_2 y Z_3.

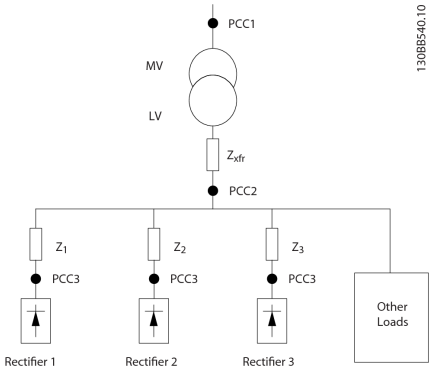


Ilustración 5.5 Sistema de distribución pequeño

Las corrientes armónicas consumidas por cargas no lineales causan distorsión de la tensión debido a la caída de tensión en las impedancias del sistema de distribución. Impedancias más elevadas se traducen en mayores niveles de distorsión de tensión.
La distorsión de corriente está relacionada con el rendimiento del aparato, el cual está relacionado con la carga individual. La distorsión de tensión está relacionada con el rendimiento del sistema. No es posible determinar la distorsión de tensión en el PCC sabiendo únicamente el rendimiento armónico de la carga. Para predecir la distorsión en el PCC, deben conocerse tanto la configuración del sistema de distribución como las impedancias relevantes.

Un término empleado comúnmente para describir la impedancia de una red es la relación de cortocircuito R_{sce}, definida como la relación entre la potencia aparente de cortocircuito de la fuente de alimentación en el PCC (S_{sc}) y la potencia aparente nominal de la carga (S_{equ}).

$$Rsce = \frac{Sce}{Sequ}$$

donde $Ssc = \frac{U^2}{Zsuministro}$ y $Sequ = U \times Iequ$

El efecto negativo de los armónicos es doble.

- Las corrientes armónicas contribuyen a pérdidas del sistema (en el cableado, transformador)
- La distorsión de tensión armónica provoca interferencias en otras cargas e incrementa las perdidas en otras cargas.

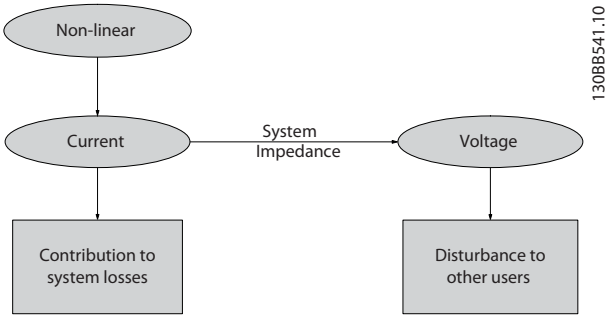


Ilustración 5.6 Efecto negativo de los armónicos

5.3.2 Normas y requisitos de limitación armónica

Los requisitos para la limitación armónica pueden ser

- requisitos específicos de la aplicación
- normas que deben cumplirse

Los requisitos específicos de la aplicación están relacionados con una instalación específica en la que hay razones técnicas para limitar los armónicos.

Ejemplo
Un transformador de 250 kVA con dos motores de 110 kW conectados es suficiente si uno de los motores está conectado directamente en línea y el otro recibe alimentación a través de un convertidor de frecuencia. Sin embargo, el transformador tiene un tamaño menor si ambos motores reciben alimentación de un convertidor de frecuencia. Empleando medios adicionales para la reducción de armónicos dentro de la instalación o seleccionando variantes de convertidores de frecuencia de bajos armónicos es posible que ambos motores funcionen con convertidores de frecuencia.

Hay varias normas, reglamentos y recomendaciones de mitigación de armónicos. Hay que tener en cuenta que la aplicación de las diferentes normas depende de las diferentes regiones geográficas y sectores industriales. Las normas siguientes son las más comunes:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Consulte la *Guía de diseño de AHF 005/010* para averiguar detalles específicos sobre cada norma.

En Europa, la THVD máxima es del 8 % si la planta está conectada a través de la red pública. Si la planta cuenta con su propio transformador, el límite es del 10 % de THVD. El VLT® AutomationDrive está concebido para resistir el 10 % de THVD.

5.3.3 Mitigación de armónicos

En casos en los que la supresión adicional de armónicos es necesaria, (Danfoss) ofrece una amplia gama de equipos de mitigación. Estos son:

- Convertidores de frecuencia de 12 impulsos
- Filtros AHF
- Convertidores de frecuencia de bajos armónicos
- Filtros activos

La elección de la solución correcta depende de varios factores:

- La red (distorsión de fondo, desequilibrio de red, resonancia y tipo de fuente de alimentación (transformador/generador))
- Aplicación (perfil de carga, número de cargas y tamaño de la carga)
- Requisitos/reglamentos locales/nacionales (IEEE519, CEI, G5/4, etc.)
- Coste total de propiedad (coste inicial, eficiencia, mantenimiento, etc.)

Considere siempre la mitigación de armónicos si la carga del transformador presenta una contribución no lineal del 40 % o superior.

5.3.4 Cálculo de armónicos

(Danfoss) ofrece herramientas para el cálculo de armónicos (consulte *capétulo 9.6.5 Software para PC*).

5.4 Aislamiento galvánico (PELV)

5.4.1 PELV: tensión de protección muy baja

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 de protección muy baja (PELV), salvo la conexión a tierra en triángulo por encima de 400 V.

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

Los componentes que forman el aislamiento eléctrico, según se explica a continuación, también cumplen todos los requisitos relativos al aislamiento y a la prueba correspondiente descrita en EN 61800-5-1.
El aislamiento galvánico PELV puede mostrarse en 6 ubicaciones (consulte la *Ilustración 5.7*):

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

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

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

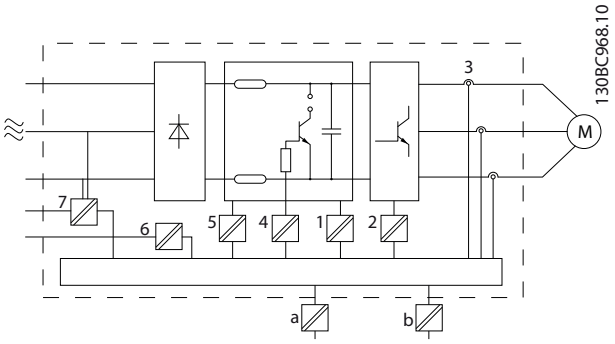


Ilustración 5.7 Aislamiento galvánico

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

⚠ADVERTENCIA

Instalación en altitudes elevadas:
Para altitudes por encima de los 2000 m, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

⚠ADVERTENCIA

El contacto con los componentes eléctricos podría llegar a provocar la muerte, incluso una vez desconectado el equipo de la red de alimentación.
Además, asegúrese de que se han desconectado las demás entradas de tensión, como la carga compartida (enlace del circuito intermedio de CC), así como la conexión del motor para energía regenerativa.
Antes de tocar cualquier componente eléctrico, espere como mínimo el tiempo indicado en la *Tabla 2.1*.
Solo se permite menos tiempo si se indica en la placa de características para la unidad específica.

5.5 Funciones de freno

La función de freno se aplica para frenar la carga en el eje del motor, ya sea mediante el frenado dinámico o el mecánico.

5.5.1 Selección de resistencia de freno

La resistencia de freno garantiza que la energía es absorbida por esta y no por el convertidor de frecuencia. Para obtener más información, consulte la *Guía de diseño de la resistencia de freno*.

Si no se conoce la cantidad de energía cinética transferida a la resistencia en cada periodo de frenado, la potencia media puede ser calculada a partir del tiempo de ciclo y del tiempo de frenado, también llamado ciclo de trabajo intermitente. El ciclo de trabajo intermitente de la resistencia es un indicador del ciclo de trabajo con el que funciona la misma. *Ilustración 5.8* muestra un ciclo de frenado típico.

AVISO!

Los proveedores de motores utilizan a menudo S5 al declarar la carga admisible que es una expresión del ciclo de trabajo intermitente.

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

Ciclo de trabajo = t_b/T

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

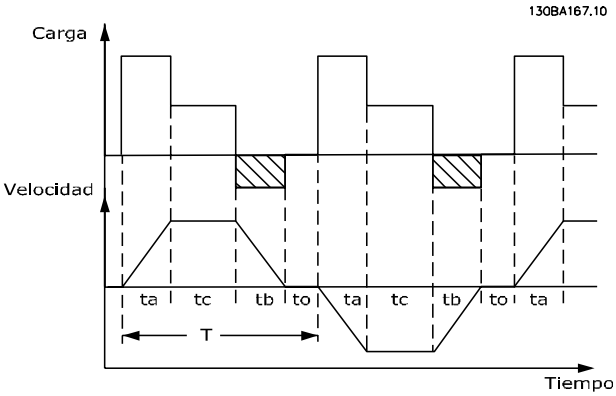


Ilustración 5.8 Ciclo de frenado típico

	Tiempo de ciclo (s)	Ciclo de trabajo de frenado al 100% del par	Ciclo de trabajo de frenado a par de sobrecarga (150/160%)
200-240 V			
PK25-P11K	120	Continua	40%
P15K-P37K	300	10%	10%
380-500 V			
PK37-P75K	120	Continua	40%
P90K-P160	600	Continua	10%
P200-P800	600	40%	10%
525-600 V			
PK75-P75K	120	Continua	40%
525-690 V			
P37K-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40%[1)]	10%[2)]
P630-P1M0	600	40%	10%

Tabla 5.9 Frenado en nivel alto de par de sobrecarga

1) 500 kW al 86 % del par de frenado / 560 kW al 76 % del par de frenado

2) 500 kW al 130 % del par de frenado / 560 kW al 115 % del par de frenado

(Danfoss) ofrece resistencias de freno con ciclo de trabajo del 5, del 10 y del 40 %. Si se aplica un ciclo de trabajo del 10 %, las resistencias de freno son capaces de absorber potencia de frenado durante un 10 % del tiempo de ciclo. El restante 90 % del tiempo de ciclo se utiliza para disipar el exceso de calor.

AVISO!

Asegúrese de que la resistencia esta diseñada para manejar el tiempo de frenado requerido.

La carga máxima admisible en la resistencia de freno se establece como una potencia pico en un determinado ciclo de trabajo intermitente, y puede calcularse como:

$$ED\,(ciclodeservicio) = \frac{tb}{T\ de\ trabajo}$$

donde tb es el tiempo de frenado en segundos y Tciclo es el tiempo de ciclo total.

La resistencia de freno se calcula de la siguiente manera:

$$Rbr\,[\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{Ppico}$$

donde

$$P_{pico} = P_{motor} \times M_{br}\,[\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}\,[W]$$

La resistencia de freno depende de la tensión del circuito intermedio (U_{cc}).

La función de freno de FC 301 y FC 302 está establecida en 4 áreas de la red.

Tamaño	Freno activo	Advertencia antes de corte	Corte (desconexión)
FC 301 / FC 302 200-240 V	390 V	405 V	410 V
FC 301 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 380-500 V	810 V	840 V	850 V
FC 302 525-600 V	943 V	965 V	975 V
FC 302 525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabla 5.10 Límites de freno [UDC]

AVISO!

Compruebe que la resistencia de freno puede manejar una tensión de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V o 1130 V, a menos que se usen resistencias de freno (Danfoss).

(Danfoss) recomienda la resistencia de freno R_{rec}, es decir, una que pueda garantizar que el convertidor de frecuencia sea capaz de frenar con el par máximo de frenado ($M_{br(\%)}$) del 160 %. La fórmula puede escribirse como sigue:

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

η_{motor} se encuentra, normalmente, a 0,90

η_{VLT} se encuentra, normalmente, a 0,98

Para convertidores de frecuencia de 200 V, 480 V, 500 V y 600 V, R_{rec} al 160 % de par de frenado se escribe como:

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

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

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

$$500\,V:\ R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}}\,[\Omega]$$

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

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

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

2) Para convertidores de frecuencia con salida de eje de 11 a 75 kW

AVISO!

La resistencia seleccionada del circuito de freno no debería ser superior a la recomendada por (Danfoss). Si se selecciona una resistencia de freno con un valor en ohmios más alto, tal vez no se consiga el par de frenado del 160 % porque existe el riesgo de que el convertidor de frecuencia se desconecte por motivos de seguridad.

AVISO!

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

⚠PRECAUCIÓN

La resistencia de freno se calienta durante y después del frenado.

- **Para evitar lesiones, no toque la resistencia de freno**
- **Coloque la resistencia de freno en un entorno seguro para evitar el riesgo de incendio.**

⚠PRECAUCIÓN

Los convertidores de frecuencia con tipos de protección D y F contienen más de un chopper de frenado. Por ello, debe utilizar una resistencia de freno para cada chopper de frenado en esos tipos de protección.

5.5.2 Cableado de la resistencia de freno

EMC (cables trenzados / apantallamiento)
Para cumplir el rendimiento de EMC especificado del convertidor de frecuencia, utilice cables apantallados. Si se utilizan cables no apantallados, se recomienda trenzar los cables para reducir el ruido eléctrico de los cables entre la resistencia de freno y el convertidor de frecuencia.

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

5.5.3 Control con Función de freno

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

AVISO!

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

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

AVISO!

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

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

6 Especificaciones de los productos

6.1 Datos eléctricos

6.1.1 Alimentación de red 200-240 V

Designación de tipo	PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7
Salida típica de eje [kW]	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7
Protección IP20 (FC 301 solo)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-
Protección IP20 / IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Protección IP55, IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Intensidad de salida									
Continua (200-240 V) [A]	1,8	2,4	3,5	4,6	6,6	7,5	10,6	12,5	16,7
Intermitente (200-240 V) [A]	2,9	3,8	5,6	7,4	10,6	12,0	17,0	20,0	26,7
Continua kVa (208 V) [kVa]	0,65	0,86	1,26	1,66	2,38	2,70	3,82	4,50	6,00
Intensidad de entrada máx.									
Continua (200-240 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,1	5,9	6,8	9,5	11,3	15,0
Intermitente (200-240 V) [A]	2,6	3,5	5,1	6,6	9,4	10,9	15,2	18,1	24,0
Especificaciones adicionales									
Sección transversal máx. del cable[4)] para red, motor, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (mín. 0,2 (24))								
Sección transversal máx. de cable[4)] para desconexión [mm^2] [(AWG)]	6,4,4 (10,12,12)								
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	21	29	42	54	63	82	116	155	185
Rendimiento[2)]	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabla 6.1 Alimentación de red 200-240 V, PK25-P3K7

6

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Designación de tipo	P5K5		P7K5		P11K	
Sobrecarga alta / normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Salida típica de eje [kW]	5,5	7,5	7,5	11	11	15
Protección IP20	B3		B3		B4	
Protección IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2	
Intensidad de salida						
Continua (200-240 V) [A]	24,2	30,8	30,8	46,2	46,2	59,4
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (200-240 V) [A]	38,7	33,9	49,3	50,8	73,9	65,3
Continua kVa (208 V) [kVa]	8,7	11,1	11,1	16,6	16,6	21,4
Intensidad de entrada máx.						
Continua (200-240 V) [A]	22,0	28,0	28,0	42,0	42,0	54,0
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (200-240 V) [A]	35,2	30,8	44,8	46,2	67,2	59,4
Especificaciones adicionales						
Sección transversal máx. del cable IP20[4)] para red, motor, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,-,- (2,-,-)	
Sección transversal máx. del cable IP21[4)] para red, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	16,10,16 (6,8,6)		16,10,16 (6,8,6)		35,-,- (2,-,-)	
Sección transversal máx. del cable IP21[4)] para motor [mm^2] ([AWG])	10,10,- (8,8,-)		10,10,- (8,8,-)		35,25,25 (2,4,4)	
Sección transversal máx. del cable[4)] para desconexión [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6,8,8)					
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	239	310	371	514	463	602
Rendimiento[2)]	0,96		0,96		0,96	

Tabla 6.2 Alimentación de red 200-240 V, P5K5-P11K

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Designación de tipo	P15K		P18K		P22K		P30K		P37K	
Sobrecarga alta / normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Salida típica de eje [kW]	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37	37	45
Protección IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Protección IP21, IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
Intensidad de salida										
Continua (200-240 V) [A]	59,4	74,8	74,8	88,0	88,0	115	115	143	143	170
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (200-240 V) [A]	89,1	82,3	112	96,8	132	127	173	157	215	187
Continua kVa (208 V) [kVa]	21,4	26,9	26,9	31,7	31,7	41,4	41,4	51,5	51,5	61,2
Intensidad de entrada máx.										
Continua (200-240 V) [A]	54,0	68,0	68,0	80,0	80,0	104	104	130	130	154
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (200-240 V) [A]	81,0	74,8	102	88,0	120	114	156	143	195	169
Especificaciones adicionales										
Sección transversal máx. del cable IP20 para red, motor, freno y carga compartida) [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para red y motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Sección transversal máx. del cable[4)] para desconexión [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Rendimiento[2)]	0,96		0,97		0,97		0,97		0,97	

Tabla 6.3 Alimentación de red 200-240 V, P15K-P37K

6

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

6.1.2 Alimentación de red 380-500 V

Designación de tipo	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Salida típica de eje [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Protección IP20 (FC 301 solo)	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	-
Protección IP20 / IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Protección IP55, IP66	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A4/A5	A5	A5
Intensidad de salida Sobrecarga alta 160 % durante 1 minuto										
Salida de eje [kW]	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Continua (380-440 V) [A]	1,3	1,8	2,4	3,0	4,1	5,6	7,2	10	13	16
Intermitente (380-440 V) [A]	2,1	2,9	3,8	4,8	6,6	9,0	11,5	16	20,8	25,6
Continua (441-500 V) [A]	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4	4,8	6,3	8,2	11	14,5
Intermitente (441-500 V) [A]	1,9	2,6	3,4	4,3	5,4	7,7	10,1	13,1	17,6	23,2
Continua kVA (400 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,1	2,8	3,9	5,0	6,9	9,0	11
Continua kVA (460 V) [kVA]	0,9	1,3	1,7	2,4	2,7	3,8	5,0	6,5	8,8	11,6
Intensidad de entrada máx.										
Continua (380-440 V) [A]	1,2	1,6	2,2	2,7	3,7	5,0	6,5	9,0	11,7	14,4
Intermitente (380-440 V) [A]	1,9	2,6	3,5	4,3	5,9	8,0	10,4	14,4	18,7	23
Continua (441-500 V) [A]	1,0	1,4	1,9	2,7	3,1	4,3	5,7	7,4	9,9	13
Intermitente (441-500 V) [A]	1,6	2,2	3,0	4,3	5,0	6,9	9,1	11,8	15,8	20,8
Especificaciones adicionales										
Sección transversal máx. del cable IP20, IP21[4)] para red, motor, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (mín. 0,2(24))									
Sección transversal máx. del cable IP55, IP66[4)] para red, motor, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12)									
Sección transversal máx. del cable[4)] para desconexión [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)									
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Rendimiento[2)]	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabla 6.4 Alimentación de red 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), PK37-P7K5

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Designación de tipo	P11K		P15K		P18K		P22K	
Sobrecarga alta / normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Salida típica de eje [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22,0	22,0	30,0
Protección IP20	B3		B3		B4		B4	
Protección IP21	B1		B1		B2		B2	
Protección IP55, IP66	B1		B1		B2		B2	
Intensidad de salida								
Continua (380-440 V) [A]	24	32	32	37,5	37,5	44	44	61
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (380-440 V) [A]	38,4	35,2	51,2	41,3	60	48,4	70,4	67,1
Continua (441-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (441-500 V) [A]	33,6	29,7	43,2	37,4	54,4	44	64	57,2
Continua kVA (400 V) [kVA]	16,6	22,2	22,2	26	26	30,5	30,5	42,3
Continua kVA (460 V) [kVA]		21,5		27,1		31,9		41,4
Intensidad de entrada máx.								
Continua (380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (380-440 V) [A]	35,2	31,9	46,4	37,4	54,4	44	64	60,5
Continua (441-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (441-500 V) [A]	30,4	27,5	40	34,1	49,6	39,6	57,6	51,7
Especificaciones adicionales								
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66[4)] para red, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	16, 10, 16 (6, 8, 6)		16, 10, 16 (6, 8, 6)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66[4)] para motor [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)	
Sección transversal máx. del cable IP20[4)] para red, motor, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Sección transversal máx. del cable[4)] para desconexión [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)							
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	291	392	379	465	444	525	547	739
Rendimiento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabla 6.5 Alimentación de red 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P11K-P22K

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Designación de tipo	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Sobrecarga alta / normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Salida típica de eje [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Protección IP21	C1		C1		C1		C2		C2	
Protección IP20	B4		C3		C3		C4		C4	
Protección IP55, IP66	C1		C1		C1		C2		C2	
Intensidad de salida										
Continua (380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	177
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (380-440 V) [A]	91,5	80,3	110	99	135	117	159	162	221	195
Continua (441-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	160
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (441-500 V) [A]	78	71,5	97,5	88	120	116	158	143	195	176
Continua kVA (400 V) [kVA]	42,3	50,6	50,6	62,4	62,4	73,4	73,4	102	102	123
Continua kVA (460 V) [kVA]		51,8		63,7		83,7		104		128
Intensidad de entrada máx.										
Continua (380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (380-440 V) [A]	82,5	72,6	99	90,2	123	106	144	146	200	177
Continua (441-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (441-500 V) [A]	70,5	64,9	88,5	80,3	110	105	143	130	177	160
Especificaciones adicionales										
Sección transversal máx. del cable IP20 para red y motor [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Sección transversal máx. del cable IP20 para freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	35 (2)		50 (1)		50 (1)		95 (4/0)		95 (4/0)	
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para red y motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		150 (300 MCM)		150 (300 MCM)	
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	50 (1)		50 (1)		50 (1)		95 (3/0)		95 (3/0)	
Sección transversal máx. del cable[4)] con desconexión de la red [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)						95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Pérdida estimada de potencia con carga nominal máx. [W][3)]	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474
Rendimiento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,99	

Tabla 6.6 Alimentación de red 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P30K-P75K

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

6.1.3 Alimentación de red 525-600 V (solo FC 302)

Designación de tipo	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Salida típica de eje [kW]	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5
Protección IP20, IP21	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Protección IP55	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Intensidad de salida								
Continua (525-550 V) [A]	1,8	2,6	2,9	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5
Intermitente (525-550 V) [A]	2,9	4,2	4,6	6,6	8,3	10,2	15,2	18,4
Continua (551-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intermitente (551-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Continua kVA (525 V) [kVA]	1,7	2,5	2,8	3,9	5,0	6,1	9,0	11,0
Continua kVA (575 V) [kVA]	1,7	2,4	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intensidad de entrada máx.								
Continua (525-600 V) [A]	1,7	2,4	2,7	4,1	5,2	5,8	8,6	10,4
Intermitente (525-600 V) [A]	2,7	3,8	4,3	6,6	8,3	9,3	13,8	16,6
Especificaciones adicionales								
Sección transversal máx. del cable[4)] para red, motor, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	4,4,4 (12,12,12) (mín. 0,2 (24))							
Sección transversal máx. del cable[4)] para desconexión [mm^2] ([AWG])	6,4,4 (10,12,12)							
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	35	50	65	92	122	145	195	261
Rendimiento[2)]	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Tabla 6.7 Alimentación de red 525-600 V (solo FC 302), PK75-P7K5

6

Designación de tipo	P11K		P15K		P18K		P22K		P30K	
Sobrecarga alta / normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Salida típica de eje [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30	30	37
Protección IP20	B3		B3		B4		B4		B4	
Protección IP21, IP55, IP66	B1		B1		B2		B2		C1	
Intensidad de salida										
Continua (525-550 V) [A]	19	23	23	28	28	36	36	43	43	54
Intermitente (525-550 V) [A]	30	25	37	31	45	40	58	47	65	59
Continua (551-600 V) [A]	18	22	22	27	27	34	34	41	41	52
Intermitente (551-600 V) [A]	29	24	35	30	43	37	54	45	62	57
Continua kVA (550 V) [kVA]	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3	34,3	41,0	41,0	51,4
Continua kVA (575 V) [kVA]	17,9	21,9	21,9	26,9	26,9	33,9	33,9	40,8	40,8	51,8
Intensidad de entrada máx.										
Continua a 550 V [A]	17,2	20,9	20,9	25,4	25,4	32,7	32,7	39	39	49
Intermitente a 550 V [A]	28	23	33	28	41	36	52	43	59	54
Continua a 575 V [A]	16	20	20	24	24	31	31	37	37	47
Intermitente a 575 V [A]	26	22	32	27	39	34	50	41	56	52
Especificaciones adicionales										
Sección transversal máx. del cable IP20[4)] para red, motor, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)	
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66[4)] para red, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)		16, 10, 10 (6, 8, 8)		35,-,-(2,-,-)		35,-,-(2,-,-)		50,-,- (1,-,-)	
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66[4)] para motor [mm^2] ([AWG])	10, 10,- (8, 8,-)		10, 10,- (8, 8,-)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		35, 25, 25 (2, 4, 4)		50,-,- (1,-,-)	
Sección transversal máx. del cable[4)] para desconexión [mm^2] ([AWG])	16, 10, 10 (6, 8, 8)								50, 35, 35 (1, 2, 2)	
Pérdida estimada de potencia con carga nominal máx. [W][3)]	220	300	300	370	370	440	440	600	600	740
Rendimiento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabla 6.8 Alimentación de red 525-600 V (solo FC 302), P11K-P30K

Designación de tipo	P37K		P45K		P55K		P75K	
Sobrecarga alta / normal[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Salida típica de eje [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90
Protección IP20	C3	C3	C3		C4		C4	
Protección IP21, IP55, IP66	C1	C1	C1		C2		C2	
Intensidad de salida								
Continua (525-550 V) [A]	54	65	65	87	87	105	105	137
Intermitente (525-550 V) [A]	81	72	98	96	131	116	158	151
Continua (551-600 V) [A]	52	62	62	83	83	100	100	131
Intermitente (551-600 V) [A]	78	68	93	91	125	110	150	144
Continua kVA (550 V) [kVA]	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100,0	100,0	130,5
Continua kVA (575 V) [kVA]	51,8	61,7	61,7	82,7	82,7	99,6	99,6	130,5
Intensidad de entrada máx.								
Continua a 550 V [A]	49	59	59	78,9	78,9	95,3	95,3	124,3
Intermitente a 550 V [A]	74	65	89	87	118	105	143	137
Continua a 575 V [A]	47	56	56	75	75	91	91	119
Intermitente a 575 V [A]	70	62	85	83	113	100	137	131
Especificaciones adicionales								
Sección transversal máx. del cable IP20 para red y motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Sección transversal máx. del cable IP20 para freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para red y motor [mm^2] ([AWG])	50 (1)				150 (300 MCM)			
Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	50 (1)				95 (4/0)			
Sección transversal máx. del cable[4)] con desconexión de la red [mm^2] ([AWG])	50, 35, 35 (1, 2, 2)				95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)		185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)	
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendimiento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabla 6.9 Alimentación de red 525-600 V (FC 302 solo), P37K-P75K

6

6.1.4 Alimentación de red 525-690 V (solo FC 302)

Designación de tipo	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
Sobrecarga normal / alta[1)]	HO / NO	HO / NO	HO / NO	HO / NO	HO / NO	HO / NO	HO / NO
Salida típica de eje (kW)	1,1	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5
Protección IP20	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Intensidad de salida							
Continua (525-550 V) [A]	2,1	2,7	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0
Intermitente (525-550 V) [A]	3,4	4,3	6,2	7,8	9,8	14,4	17,6
Continua (551-690 V) [A]	1,6	2,2	3,2	4,5	5,5	7,5	10,0
Intermitente (551-690 V) [A]	2,6	3,5	5,1	7,2	8,8	12,0	16,0
Continua kVA 525 V	1,9	2,5	3,5	4,5	5,5	8,2	10,0
Continua kVA 690 V	1,9	2,6	3,8	5,4	6,6	9,0	12,0
Intensidad de entrada máx.							
Continua (525-550 V) [A]	1,9	2,4	3,5	4,4	5,5	8,1	9,9
Intermitente (525-550 V) [A]	3,0	3,9	5,6	7,0	8,8	12,9	15,8
Continua (551-690 V) [A]	1,4	2,0	2,9	4,0	4,9	6,7	9,0
Intermitente (551-690 V) [A]	2,3	3,2	4,6	6,5	7,9	10,8	14,4
Especificaciones adicionales							
Sección transversal máx. del cable[4)] para red, motor, freno y carga compartida [mm^2] ([AWG])	4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 [24])						
Sección transversal máx. del cable[4)] para desconexión [mm^2] ([AWG])	6, 4, 4 (10, 12, 12)						
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	44	60	88	120	160	220	300
Rendimiento[2)]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

Tabla 6.10 Protección A3, alimentación de red 525-690 V IP20 / chasis protegido, P1K1-P7K5

Designación de tipo	P11K		P15K		P18K		P22K	
Sobrecarga normal / alta[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Salida típica de eje a 550 V [kW]	7,5	11	11	15	15	18,5	18,5	22
Salida típica de eje a 690 V [kW]	11	15	15	18,5	18,5	22	22	30
Protección IP20	B4		B4		B4		B4	
Protección IP21, IP55	B2		B2		B2		B2	
Intensidad de salida								
Continua (525-550 V) [A]	14,0	19,0	19,0	23,0	23,0	28,0	28,0	36,0
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(525-550 V) [A]	22,4	20,9	30,4	25,3	36,8	30,8	44,8	39,6
Continua (551-690 V) [A]	13,0	18,0	18,0	22,0	22,0	27,0	27,0	34,0
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(551-690 V) [A]	20,8	19,8	28,8	24,2	35,2	29,7	43,2	37,4
continua kVa (a 550 V) [KVA]	13,3	18,1	18,1	21,9	21,9	26,7	26,7	34,3
continua kVa (a 690 V) [KVA]	15,5	21,5	21,5	26,3	26,3	32,3	32,3	40,6
Intensidad de entrada máx.								
Continua (a 550 V) [A]	15,0	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 550 V) [A]	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Continua (a 690 V) [A]	14,5	19,5	19,5	24,0	24,0	29,0	29,0	36,0
Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 690 V) [A]	23,2	21,5	31,2	26,4	38,4	31,9	46,4	39,6
Especificaciones adicionales								
Sección transversal máx. del cable[4)] para red / motor, carga compartida y freno [mm^2] ([AWG])	35, 25, 25 (2, 4, 4)							
Sección transversal máx. del cable[4)] con desconexión de la red [mm^2] ([AWG])	16,10,10 (6, 8, 8)							
Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W][3)]	150	220	220	300	300	370	370	440
Rendimiento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabla 6.11 Protección B2 / B4, alimentación de red 525-690 V IP20 / IP21 / IP55 - chasis / NEMA 1 / NEMA 12 (solo FC 302), P11K-P22K

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Designación de tipo	P30K		P37K		P45K		P55K		P75K	
Sobrecarga normal / alta[1)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Salida típica de eje a 550 V [kW]	22	30	30	37	37	45	45	55	50	75
Salida típica de eje a 690 V [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	90
Protección IP20	B4		C3		C3		D3h		D3h	
Protección IP21, IP55	C2		C2		C2		C2		C2	
Intensidad de salida										
Continua (525-550 V) [A]	36,0	43,0	43,0	54,0	54,0	65,0	65,0	87,0	87,0	105
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (525-550 V) [A]	54,0	47,3	64,5	59,4	81,0	71,5	97,5	95,7	130,5	115,5
Continua (551-690 V) [A]	34,0	41,0	41,0	52,0	52,0	62,0	62,0	83,0	83,0	100
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (551-690 V) [A]	51,0	45,1	61,5	57,2	78,0	68,2	93,0	91,3	124,5	110
continua kVa (a 550 V) [KVA]	34,3	41,0	41,0	51,4	51,4	61,9	61,9	82,9	82,9	100
continua kVa (a 690 V) [KVA]	40,6	49,0	49,0	62,1	62,1	74,1	74,1	99,2	99,2	119,5
Intensidad de entrada máx.										
Continua (a 550 V) [A]	36,0	49,0	49,0	59,0	59,0	71,0	71,0	87,0	87,0	99,0
Intermitente (sobrecarga de 60 s, a 550 V) [A]	54,0	53,9	72,0	64,9	87,0	78,1	105,0	95,7	129	108,9
Continua (a 690 V) [A]	36,0	48,0	48,0	58,0	58,0	70,0	70,0	86,0	-	-
Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 690 V) [A]	54,0	52,8	72,0	63,8	87,0	77,0	105	94,6	-	-
Especificaciones adicionales										
Sección transversal máx. del cable para red y motor [mm^2] ([AWG])	150 (300 MCM)									
Sección transversal máx. del cable para carga compartida y freno [mm^2] ([AWG])	95 (3/0)									
Sección transversal máx. del cable[4)] con desconexión de la red [mm^2] ([AWG])	95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0)						185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0)		-	
Pérdida estimada de potencia con carga nominal máx. [W][3)]	600	740	740	900	900	1100	1100	1500	1500	1800
Rendimiento[2)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	

Tabla 6.12 Protección B4, C2, C3, alimentación de red 525-690 V IP20 / IP21 / IP55 - chasis / NEMA 1 / NEMA 12 (solo FC 302), P30K-P75K

Consulte las clasificaciones de los fusibles en capétulo 9.3.1 Fusibles y magnetotérmicos.

1) Sobrecarga alta = 150 % o 160 % del par durante 60 s Sobrecarga normal = 110 % del par durante 60 s.

2) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m a la carga y a la frecuencia nominales.

3) La pérdida de potencia típica es en condiciones de carga nominal y se espera que esté dentro del ±15 % (la tolerancia está relacionada con la variedad en las condiciones de cable y tensión).
Los valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de eff2 / eff3). Los motores con rendimiento inferior también se añaden a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia y a la inversa.
Si la frecuencia de conmutación se eleva por encima del ajuste predeterminado, las pérdidas de potencia pueden aumentar considerablemente.
Se incluye el consumo de energía del LCP y de las tarjetas de control típicas. La carga del cliente y las opciones adicionales pueden añadir hasta 30 W a las pérdidas. (Aunque normalmente solo 4 W adicionales por una tarjeta de control a plena carga o por cada opción en la ranura A o B.)
Pese a que las mediciones se realizan con instrumentos del máximo nivel, debe admitirse una imprecisión en las mismas (±5 %).

4) Los tres valores para la sección transversal máxima del cable son para los terminales de núcleo único, de cable flexible y de cable flexible con manguito, respectivamente.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

6.2 Especificaciones generales

6.2.1 Alimentación de red

Alimentación de red	
Terminales de alimentación (6 impulsos)	L1, L2, L3
Tensión de alimentación	200-240 V ±10 %
Tensión de alimentación	FC 301: 380-480 V / FC 302: 380-500 V ±10 %
Tensión de alimentación	FC 302: 525-600 V ±10 %
Tensión de alimentación	FC 302: 525-690 V ±10 %

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

Frecuencia de alimentación	50/60 Hz ±5 %
Máximo desequilibrio transitorio entre fases de red	3,0 % de la tensión de alimentación nominal
Factor de potencia real (λ)	≥0,9 nominal con carga nominal
Factor de potencia de desplazamiento (cos ϕ)	prácticamente uno (>0,98)
Conmutación en la entrada de alimentación L1, L2, L3 (arranques) ≤ 7,5 kW	2 veces por minuto como máximo
Conmutación de la entrada de alimentación L1, L2, L3 (arranques) 11-75 kW	1 vez por minuto como máximo
Conmutación en la entrada de alimentación L1, L2 y L3 (arranques) ≥90 kW	máximo 1 vez cada 2 minutos
Entorno según la norma EN 60664-1	Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2

La unidad es adecuada para ser utilizada en un circuito capaz de proporcionar no más de 100 000 amperios simétricos RMS, 240/500/600/690 V máximo.

6.2.2 Salida del motor y datos del motor

Salida del motor (U, V, W)	
Tensión de salida	0-100 % de la tensión de alimentación
Frecuencia de salida	0-590 Hz[3)]
Frecuencia de salida en modo de flujo	0-300 Hz
Conmutación en la salida	Ilimitada
Tiempos de rampa	0,01-3600 s

Características de par	
Par de arranque (par constante)	máximo del 160 % durante 60 s[1)] una vez en 10 min.
Par de arranque / sobrecarga (par variable)	máximo del 110 % hasta 0,5 s[1)] una vez cada 10 min.
Tiempo de subida de par en FLUJO (para 5 kHz de fsw)	1 ms
Tiempo de subida de par en VVC^{plus} (independiente de fsw)	10 ms

[1)] Porcentaje relativo al par nominal.

[2)] El tiempo de respuesta de par depende de la aplicación y de la carga pero, por normal general, el paso de par de 0 a la referencia equivale a entre 4 y 5 veces el tiempo de subida de par.

[3)] Hay disponibles versiones especiales de los clientes con frecuencia de salida de 0-1000 Hz.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

6.2.3 Condiciones ambientales

Ambiente	
Protección	IP20 / chasis, IP21 / Tipo 1, IP55 / tipo 12, IP66 / tipo 4X
Prueba de vibración	1,0 g
Máx. THVD	10%
Humedad relativa máx.	5-93 % (CEI 721-3-3); clase 3K3 (sin condensación) durante el funcionamiento
Entorno agresivo (CEI 60068-2-43) prueba H_2S	Clase Kd
Temperatura ambiente	Máx. 50 °C (promedio de 24 horas, máx. 45 °C)
Temperatura ambiente mínima durante el funcionamiento a escala completa	0 °C
Temperatura ambiente mínima con rendimiento reducido	- 10 °C
Temperatura durante el almacenamiento / transporte	De –25 a +65/70 °C
Altitud máxima sobre el nivel del mar sin reducción de potencia	1000 m
Normas EMC, emisión	EN 61800-3, EN 55011[1)]
Normas EMC, inmunidad	EN61800-3, EN 61000-6-1/2

1) Consulte el apartado capétulo 5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC

6.2.4 Especificaciones del cable

Longitudes y secciones transversales para cables de control[1)]	
Long. máx. de cable de motor, cable apantallado	150 m
Long. máx. de cable de motor, cable no apantallado	300 m
Sección transversal máxima a los terminales de control, cable flexible / rígido sin manguitos en los extremos	1,5 mm^2/16 AWG
Sección transversal máxima a los terminales de control, cable flexible con manguitos en los extremos	1 mm^2 /18 AWG
Sección transversal máxima a los terminales de control, cable flexible con manguitos en los extremos y abrazadera	0,5 mm^2 / 20 AWG
Sección transversal mínima a los terminales de control	0,25 mm^2 /24 AWG

1) Para cables de alimentación, consulte las tablas de datos eléctricos en capétulo 6.1 Datos eléctricos.

6.2.5 Entrada / Salida de control y datos de control

6.2.5.1 Entradas digitales

Entradas digitales	
Entradas digitales programables	FC 301: 4 (5)[1)]/FC 302: 4 (6)[1)]
Número de terminal	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
Lógica	PNP o NPN
Nivel de tensión	0-24 V CC
Nivel de tensión, «0» lógico PNP	<5 V CC
Nivel de tensión, «1» lógico PNP	>10 V CC
Nivel de tensión, «0» lógico NPN[2)]	>19 V CC
Nivel de tensión, «1» lógico NPN[2)]	<14 V CC
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Rango de frecuencia de impulsos	0-110 kHz
(Ciclo de trabajo) Anchura de impulsos mín.	4,5 ms
Resistencia de entrada, R_i	4 kΩ (aprox.)

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Parada de seguridad del terminal 37[3, 4] (el terminal 37 es de lógica PNP fija)	
Nivel de tensión	0-24 V CC
Nivel de tensión, «0» lógico PNP	<4 V CC
Nivel de tensión, «1» lógico PNP	>20 V CC
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Intensidad de entrada típica a 24 V	50 mA rms
Intensidad de entrada típica a 20 V	60 mA rms
Capacitancia de entrada	400 nF

Todas las entradas digitales están aisladas galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV) y de otros terminales de alta tensión.

[1] Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como salidas.

[2] Excepto la entrada de parada de seguridad del terminal 37.

[3] Consulte el Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par para los convertidores de frecuencia VLT® para obtener más información sobre el terminal 37 y la parada de seguridad.

[4] Al usar un contactor con una bobina de CC en su interior, en combinación con la parada de seguridad, es importante crear un camino de retorno para la intensidad desde la bobina al desconectarlo. Esto puede conseguirse con un diodo de rueda libre (o, en su caso, con un MOV de 30 o 50 V para reducir todavía más el tiempo de respuesta) a lo largo de la bobina. Pueden comprarse contactores típicos con este diodo.

6

Entradas analógicas	
N.º de entradas analógicas	2
Número de terminal	53, 54
Modos	Tensión o intensidad
Selección de modo	Interruptor S201 e interruptor S202
Modo de tensión	Interruptor S201 / Interruptor S202 = OFF (U)
Nivel de tensión	De −10 a +10 V (escalable)
Resistencia de entrada, R_i	aprox. 10 kΩ
Tensión máx.	± 20 V
Modo de intensidad	Interruptor S201 / Interruptor S202 = ON (I)
Nivel de intensidad	De 0 / 4 a 20 mA (escalable)
Resistencia de entrada, R_i	200 Ω aproximadamente
Intensidad máx.	30 mA
Resolución de entradas analógicas	10 bit (signo +)
Precisión de las entradas analógicas	Error máx: 0,5 % de escala total
Ancho de banda	100 Hz

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

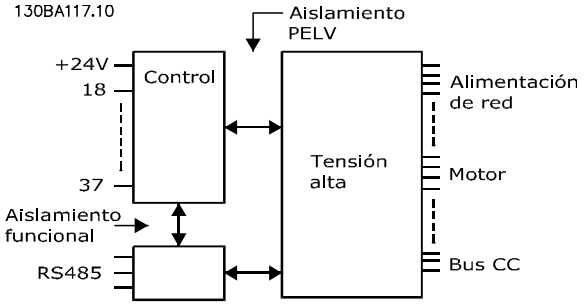


Ilustración 6.1 Aislamiento PELV

Entradas de impulsos / encoder	
Entradas de impulsos / encoder programables	2/1
Número de terminal de impulso / encoder	29[1], 33[2] / 32[3], 33[3]
Frecuencia máx. en los terminales 29, 32 y 33	110 kHz (en contrafase)
Frecuencia máx. en los terminales 29, 32 y 33	5 kHz (colector abierto)
Frecuencia mínima en los terminales 29, 32 y 33	4 Hz
Nivel de tensión	Consulte el apartado Entradas digitales
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R_i	aprox. 4 kΩ
Precisión de la entrada de impulsos (0,1-1 kHz)	Error máx.: un 0,1 % de la escala completa
Precisión de la entrada de encoder (1-11 kHz)	Error máx.: un 0,05 % de la escala completa

Las entradas de impulsos y encoder (terminales 29, 32 y 33) se encuentran galvánicamente aisladas de la tensión de alimentación (PELV) y demás terminales de alta tensión.

[1] FC 302 solo

[2] Las entradas de impulsos son la 29 y la 33

[3] Entradas de encoder: 32 = A y 33 = B

6

Salida digital	
Salidas digitales / de impulsos programables	2
Número de terminal	27, 29[1]
Nivel de tensión en la salida digital / de frecuencia	0-24 V
Intensidad de salida máx. (disipador o fuente)	40 mA
Carga máx. en salida de frecuencia	1 kΩ
Carga capacitiva máx. en salida de frecuencia	10 nF
Frecuencia de salida mín. en salida de frecuencia	0 Hz
Frecuencia de salida máx. en salida de frecuencia	32 kHz
Precisión de salida de frecuencia	Error máx.: 0,1 % de la escala total
Resolución de salidas de frecuencia	12 bits

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

La salida digital está galvánicamente aislada de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

Salida analógica	
Número de salidas analógicas programables	1
Número de terminal	42
Rango de intensidad en la salida analógica	0/4 a 20 mA
Carga máx. entre conexión a tierra y salida analógica inferior a	500 Ω
Precisión en la salida analógica	Error máx.: un 0,5 % de la escala completa
Resolución en la salida analógica	12 bits

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

Tarjeta de control, salida de 24 V CC	
Número de terminal	12, 13
Tensión de salida	24 V +1, –3 V
Carga máx.	200 mA

El suministro externo de 24 V CC está aislado galvánicamente de la tensión de alimentación (PELV), aunque tiene el mismo potencial que las entradas y salidas analógicas y digitales.

Tarjeta de control, salida de 10 V CC	
Número de terminal	±50
Tensión de salida	10,5 V ±0,5 V
Carga máx.	15 mA

El suministro de 10 V CC está galvánicamente aislado de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

Tarjeta de control, comunicación serie RS-485	
Número de terminal	68 (P,TX+, RX+) y 69 (N,TX-, RX-)
N.º de terminal 61	Común para los terminales 68 y 69

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

Tarjeta de control, comunicación serie USB	
USB estándar	1,1 (Velocidad máxima)
Conector USB	Conector de dispositivos USB tipo B

La conexión al PC se realiza por medio de un cable USB de dispositivo o host estándar.
La conexión USB se encuentra galvánicamente aislada de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de los terminales de alta tensión.
La conexión a tierra USB no se encuentra galvánicamente aislada de la protección a tierra. Utilice únicamente un ordenador portátil aislado como conexión entre el PC y el conector USB del convertidor de frecuencia.

6

Salidas de relé	
Salidas de relé programables	FC 301 todos kW: 1/FC 302 todas kW: 2
N.º de terminal del relé 01	1-3 (desconexión), 1-2 (conexión)
Carga máx. del terminal (CA-1)[1] en 1-3 (NC), 1-2 (NA) (carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15)[1] (Carga inductiva a cosφ 0,4):	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1)[1] en 1-2 (NA), 1-3 (NC) (carga resistiva)	60 V CC, 1 A
Carga máx. del terminal (CC-13)[1] (carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Relé 02 (solo FC 302) Número de terminal	4-6 (desconexión), 4-5 (conexión)
Carga máx. del terminal (CA-1)[1] en 4-5 (NA) (Carga resistiva)[2][3] Sobretensión cat. II	400 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15)[1] en 4-5 (NA) (carga inductiva a cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. terminal (CC-1)[1] en 4-5 (NA) (carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Carga máx. terminal (CC-13)[1] en 4-5 (NA) (carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga máx. del terminal (CA-1)[1] en 4-6 (NC) (carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Carga máx. del terminal (CA-15)[1] en 4-6 (NC) (carga inductiva a cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Carga máx. del terminal (CC-1)[1] en 4-6 (NC) (carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Carga máx. del terminal (CC-13)[1] en 4-6 (NC) (carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga mín. del terminal en 1-3 (NC), 1-2 (NA), 4-6 (NC), 4-5 (NA)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA
Ambiente conforme a la norma EN 60664-1	Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2

[1] CEI 60947 partes 4 y 5
Los contactos del relé están galvánicamente aislados con respecto al resto del circuito con un aislamiento reforzado (PELV).
[2] Categoría de sobretensión II
[3] Aplicaciones UL 300 V CA 2 A

Rendimiento de la tarjeta de control	
Intervalo de exploración	1 ms

Características de control	
Resolución de frecuencia de salida a 0-590 Hz	±0,003 Hz
Precisión repetida del arranque / parada precisos (terminales 18, 19)	≤±0,1 ms
Tiempo de respuesta del sistema (terminales 18, 19, 27, 29, 32 y 33)	≤2 ms
Rango de control de velocidad (lazo abierto)	1:100 de velocidad síncrona
Intervalo de control de velocidad (lazo cerrado)	1:1000 de velocidad síncrona
Precisión de velocidad (lazo abierto)	30-4000 r/min: error ±8 r/min
Precisión de la velocidad (lazo cerrado), en función de la resolución del dispositivo de realimentación.	0-6000 r/min: error ±0,15 r/min
Precisión de control de par (realimentación de velocidad)	error máx ±5 % del par nominal

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

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

6.2.6 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente

6.2.6.1 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección A

AVM de 60º, modulación de la anchura de impulsos

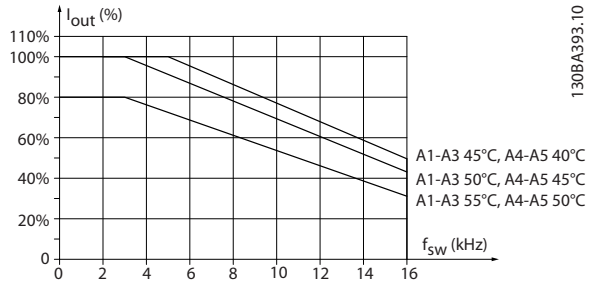


Ilustración 6.2 Reducción de potencia de I_{salida} para distintas $T_{AMB,\ MÁX.}$ para tipo de protección A, utilizando AVM de 60º

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

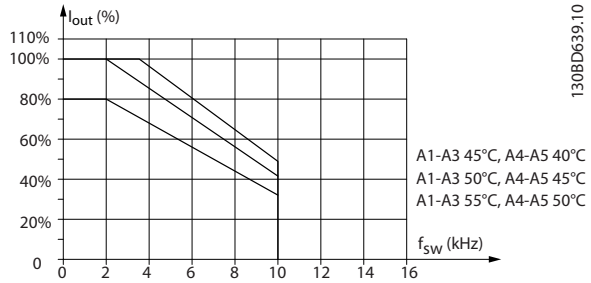


Ilustración 6.3 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB,\ MÁX.}$ para tipo de protección A, utilizando SFAVM

Cuando solo se utilizan cables de motor de 10 m o menos en tipos de protección A, se necesita una reducción de potencia menor. Esto es debido al hecho de que la longitud del cable de motor tiene una influencia relativamente elevada en la reducción de potencia recomendada.

60° AVM

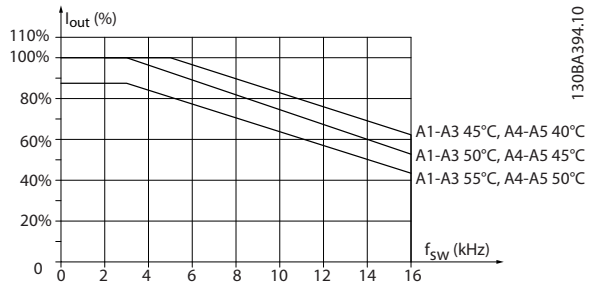


Ilustración 6.4 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB,\ MÁX.}$ para tipo de protección A, utilizando AVM de 60º y un cable de motor de 10 m como máximo

SFAVM

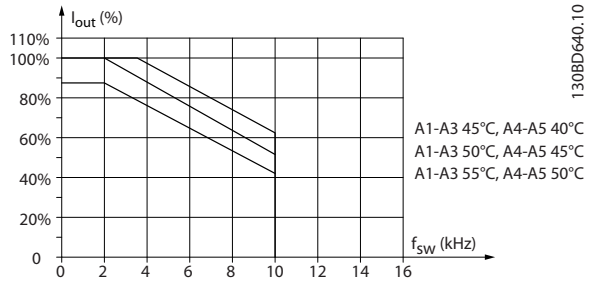


Ilustración 6.5 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB,\ MÁX.}$ para tipo de protección A, utilizando SFAVM y un cable de motor de 10 m como máximo

6.2.6.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección B

Protección B, T2, T4 y T5

Para tipos de protección B y C la reducción de potencia también depende del modo de sobrecarga seleccionado en *1-04 Modo sobrecarga*

AVM de 60º, modulación de la anchura de impulsos

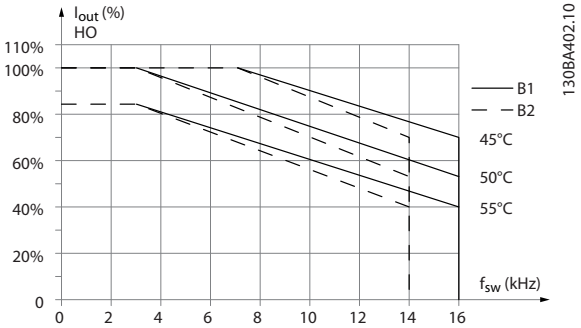


Ilustración 6.6 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB,\ MÁX.}$ para tipos de protección B1 y B2, utilizando AVM de 60º en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

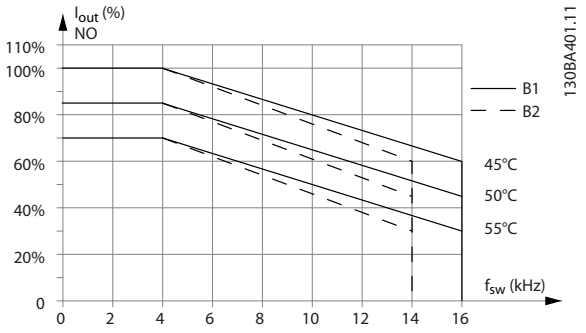


Ilustración 6.7 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B1 y B2, utilizando AVM de 60º en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

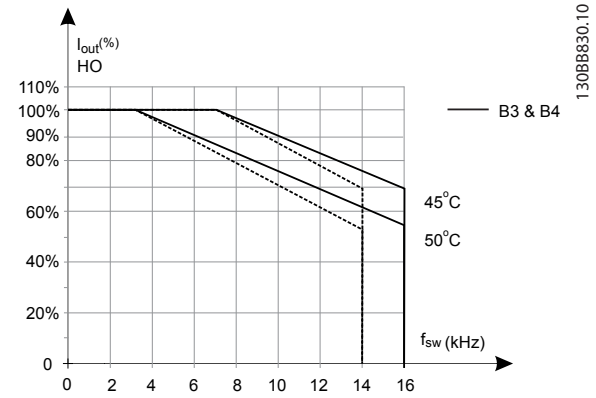


Ilustración 6.8 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B3 y B4, utilizando AVM de 60º en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

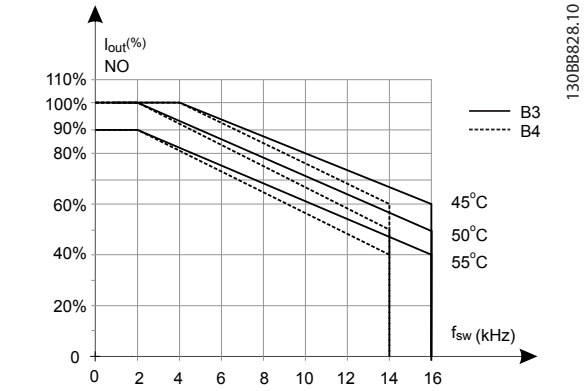


Ilustración 6.9 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B3 y B4, utilizando AVM de 60º en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

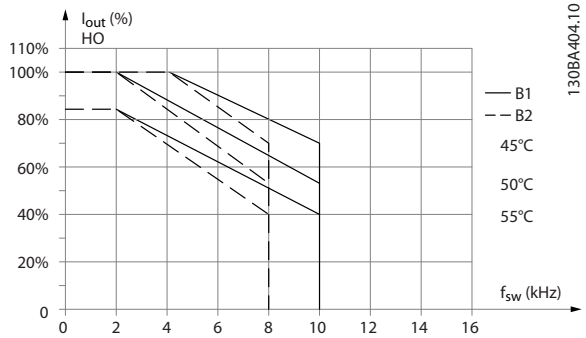


Ilustración 6.10 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B1 y B2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

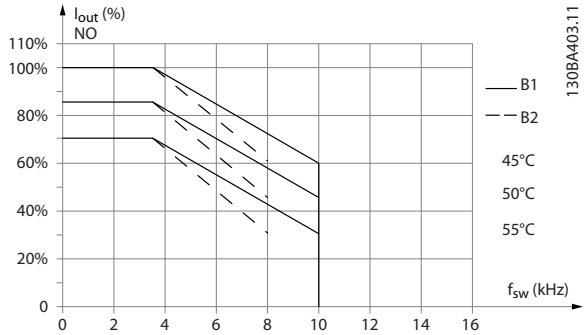


Ilustración 6.11 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B1 y B2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

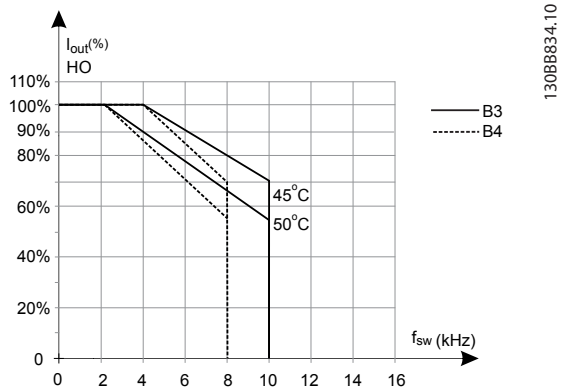


Ilustración 6.12 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B3 y B4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

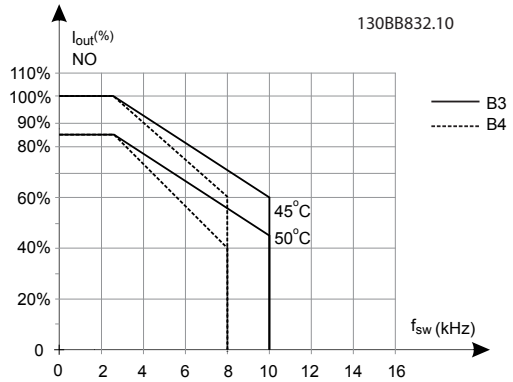


Ilustración 6.13 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección B3 y B4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

6

Protecciones B, T6
AVM de 60º, modulación de la anchura de impulsos

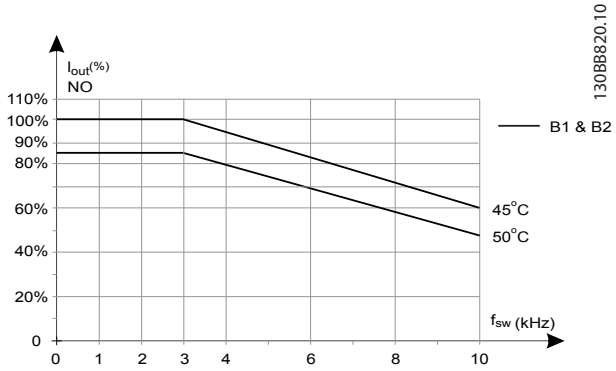


Ilustración 6.14 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B, 60 AVM, NO

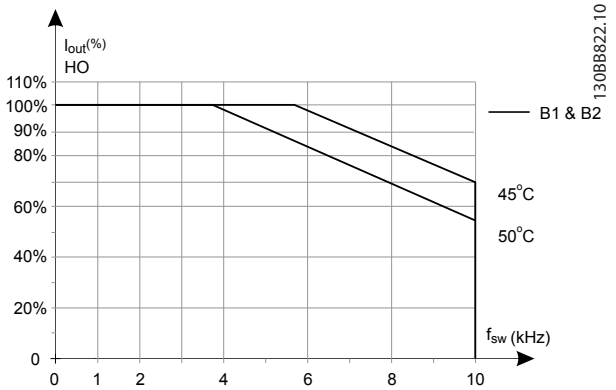


Ilustración 6.15 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B, AVM de 60º, HO

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

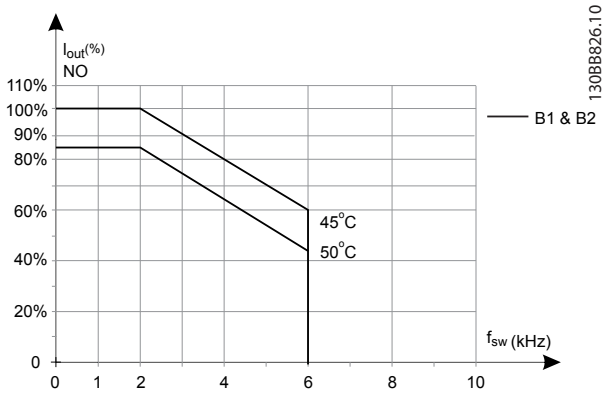


Ilustración 6.16 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B; SFAVM, NO

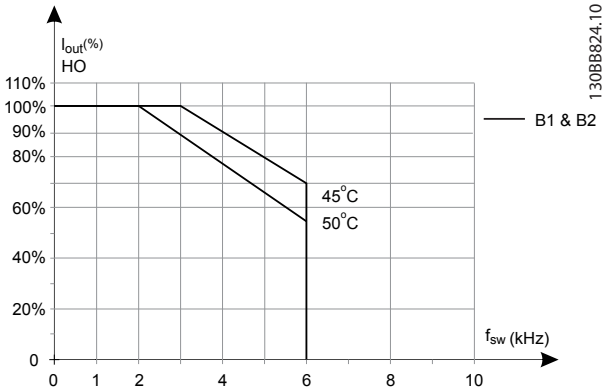


Ilustración 6.17 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B; SFAVM, HO

Protecciones B, T7
Protecciones B2 y B4, 525-690 V
AVM de 60º, modulación de la anchura de impulsos

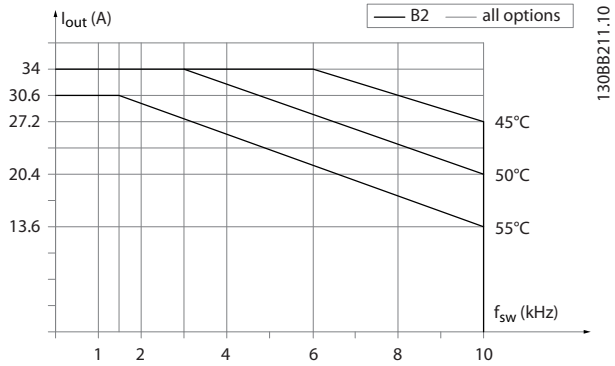


Ilustración 6.18 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipos de protección B2 y B4, AVM de 60º. Nota: El gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido tanto para sobrecarga normal como alta.

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

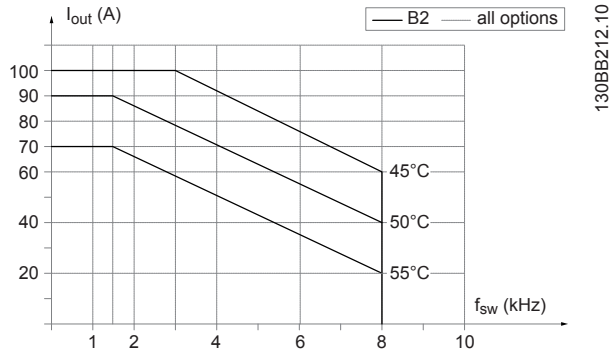


Ilustración 6.19 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección B2 y B4, SFAVM. Nota: El gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido tanto para sobrecarga normal como alta

6.2.6.3 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección C

Protecciones C, T2, T4 y T5
AVM de 60º, modulación de la anchura de impulsos

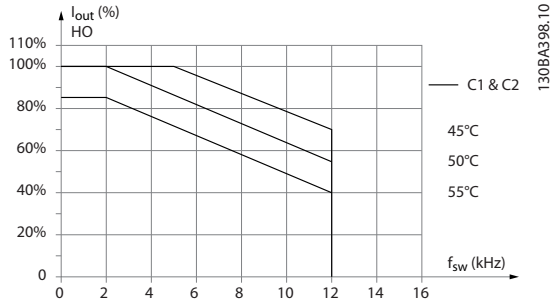


Ilustración 6.20 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB,\ MÁX.}$ para tipos de protección C1 y C2, utilizando AVM de 60º en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

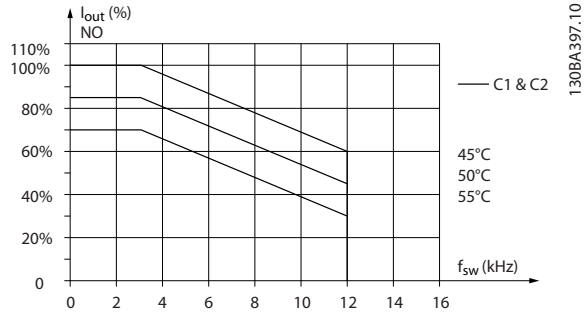


Ilustración 6.21 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB,\ MÁX.}$ para tipos de protección C1 y C2, utilizando AVM de 60º en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

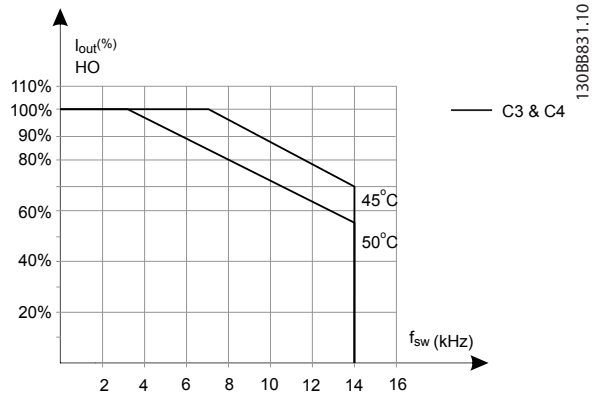


Ilustración 6.22 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB,\ MÁX.}$ para tipos de protección C3 y C4, utilizando AVM de 60º en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

6

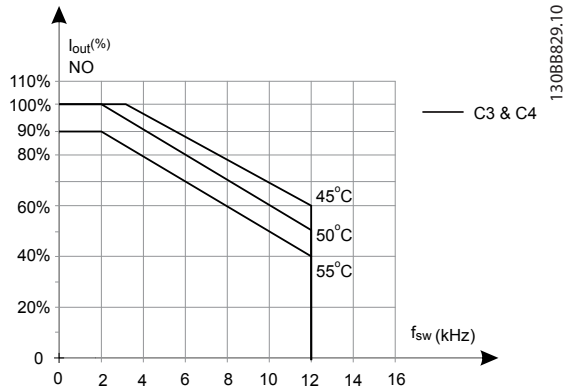


Ilustración 6.23 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C3 y C4, utilizando AVM de 60º en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

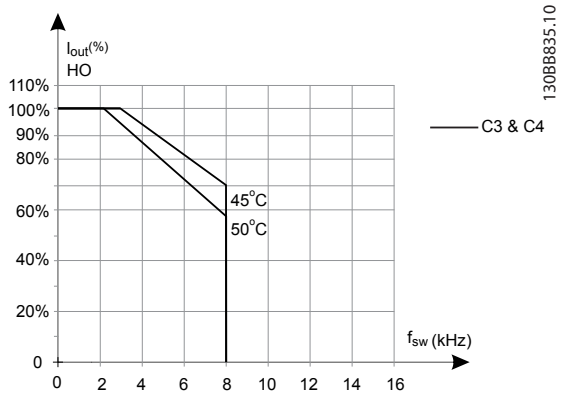


Ilustración 6.26 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C3 y C4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

6

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

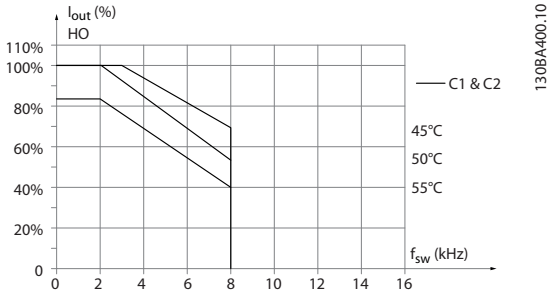


Ilustración 6.24 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C1 y C2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

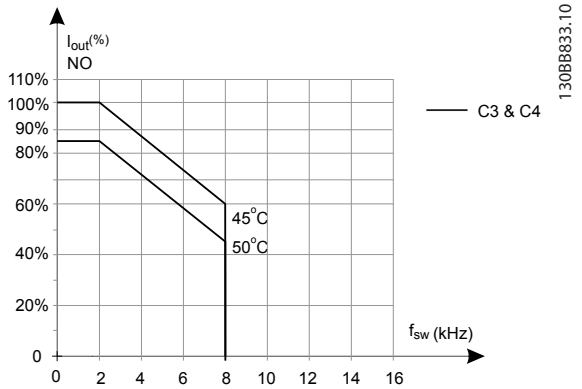


Ilustración 6.27 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C3 y C4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

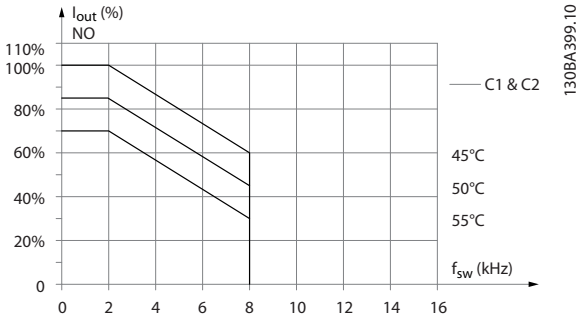


Ilustración 6.25 Reducción de potencia de I_{salida} para diferentes $T_{AMB, MÁX.}$ para tipos de protección C1 y C2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

Tipos de protección C, T6
AVM de 60º, modulación de la anchura de impulsos

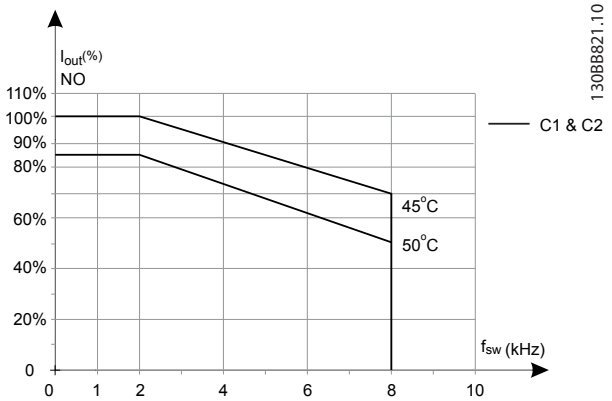


Ilustración 6.28 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección C, 60 AVM, NO

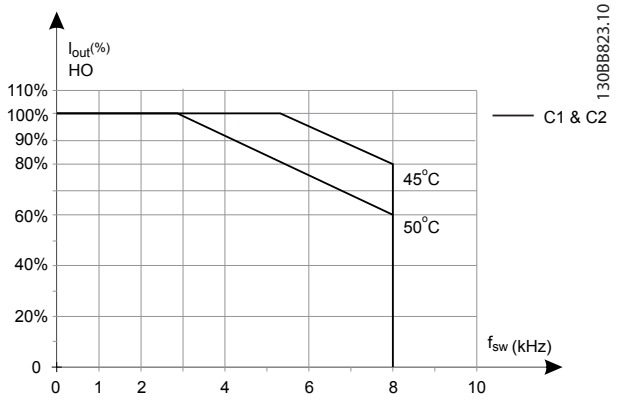


Ilustración 6.29 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipos de protección C, AVM de 60º, HO

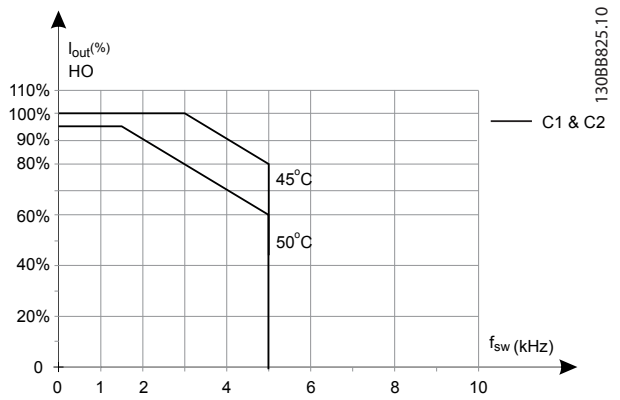


Ilustración 6.31 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipos de protección C; SFAVM, HO

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

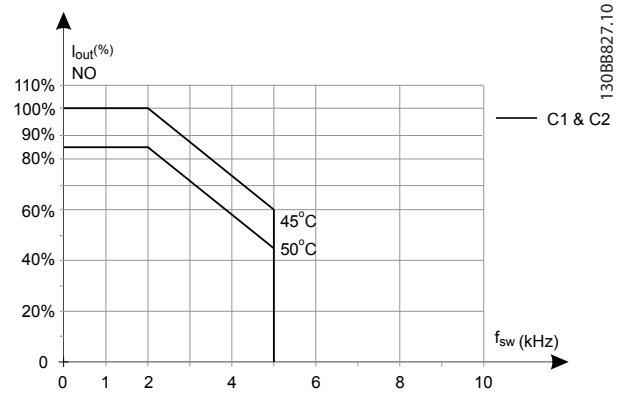


Ilustración 6.30 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipos de protección C; SFAVM, NO

Tipo de protección C, T7
AVM de 60º, modulación de la anchura de impulsos

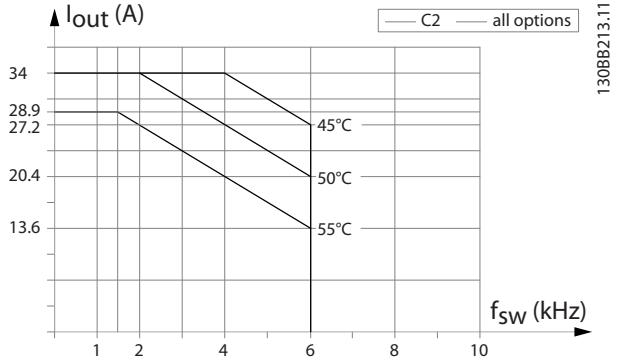


Ilustración 6.32 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección C2, AVM de 60º. Nota: El gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido tanto para sobrecarga normal como alta

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

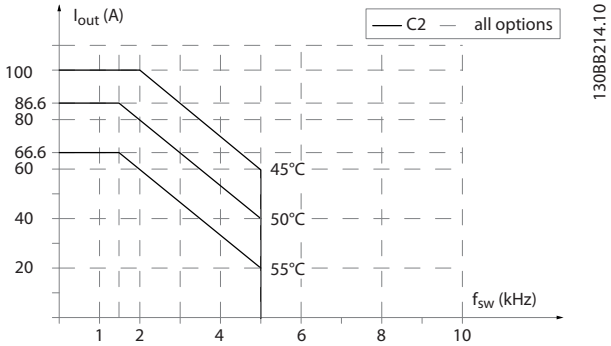


Ilustración 6.33 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección C2, SFAVM. Nota: El gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido tanto para sobrecarga normal como alta

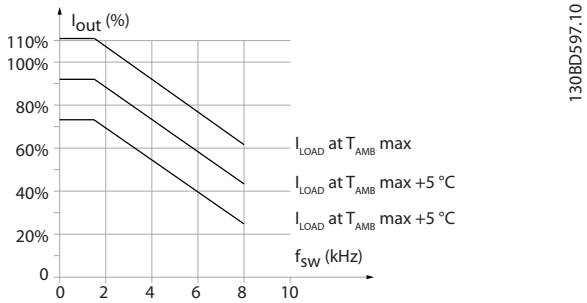


Ilustración 6.34 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección C3

6.2.7 Valores medidos para la prueba dU/dt

Para evitar dañar los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento diseñados para su funcionamiento con convertidores de frecuencia, se recomienda encarecidamente instalar un filtro dU/dt o un filtro LC en la salida del convertidor de frecuencia.

Cuando se conmuta un transistor en el puente del inversor, la tensión aplicada al motor se incrementa según una relación du/dt que depende de:

- Inductancia del motor
- Cable de motor (tipo, sección transversal, longitud, apantallado o no apantallado)

La inducción natural produce un pico de tensión de sobremodulación en la tensión del motor antes de que se estabilice. El nivel depende de la tensión en el enlace de CC.

Los picos de tensión en los terminales del motor son provocados por la conmutación de los dispositivos IGBT. Tanto el tiempo de subida como la tensión pico influyen en la vida útil del motor. Si la tensión pico es demasiado elevada, los motores sin aislamiento de fase en la bobina se pueden ver perjudicados con el paso del tiempo.

Con cables de motor cortos (unos pocos metros), el tiempo de subida y la tensión pico son inferiores. El tiempo de subida y la tensión pico aumentan con la longitud del cable (100 m).

El convertidor de frecuencia cumple con CEI 60034-25 y CEI 60034-17 para el diseño del motor.

200-240 V (T2)

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	240	0,13	0,510	3,090
50	240	0,23		2,034
100	240	0,54	0,580	0,865
150	240	0,66	0,560	0,674

Tabla 6.13 P5K5T2

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

Tabla 6.14 P7K5T2

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

Tabla 6.15 P11KT2

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

Tabla 6.16 P15KT2

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

Tabla 6.17 P18KT2

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

Tabla 6.18 P22KT2

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

Tabla 6.19 P30KT2

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

Tabla 6.20 P37KT2

380-500 V (T4)

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,640	0,690	0,862
50	480	0,470	0,985	0,985
150	480	0,760	1,045	0,947

Tabla 6.21 P1K5T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,172	0,890	4,156
50	480	0,310		2,564
150	480	0,370	1,190	1,770

Tabla 6.22 P4K0T4

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,04755	0,739	8,035
50	480	0,207		4,548
150	480	0,6742	1,030	2,828

Tabla 6.23 P7K5T4

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

Tabla 6.24 P11KT4

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

Tabla 6.25 P15KT4

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

Tabla 6.26 P18KT4

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

Tabla 6.27 P22KT4

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

Tabla 6.28 P30KT4

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

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

Tabla 6.29 P37KT4

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

Tabla 6.30 P45KT4

380-500 V (T5)

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabla 6.31 P55KT5

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
5	480	0,371	1,170	2,523

Tabla 6.32 P75KT5

600 V (T6)

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,304	1,560	4,105
50	600	0,300	1,550	4,133
100	600	0,536	1,640	2,448
150	600	0,576	1,640	2,278

Tabla 6.33 P15KT6

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
36	600	0,084	1,560	7,962
50	600	0,120	1,540	5,467
100	600	0,165	1,472	3,976
150	600	0,190	1,530	3,432

Tabla 6.34 P30KT6

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
15	600	0,276	1,184	4,290

Tabla 6.35 P75KT6

525-690 V (T7)

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
80	690	0,58	1,728	2369
130	690	0,93	1,824	1569
180	690	0,925	1,818	1570

Tabla 6.36 P7K5T7

Longitud del cable [m]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Upeak [kV]	dU/dt [kV/µs]
6	690	0,238	1416	4739
50	690	0,358	1764	3922
150	690	0,465	1872	3252

Tabla 6.37 P45KT7

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

6.2.8 Rendimiento

Rendimiento de los convertidores de frecuencia
La carga del convertidor de frecuencia apenas influye en su rendimiento.

Esto significa que el rendimiento del convertidor de frecuencia tampoco cambia cuando se eligen otras características U/f. Sin embargo, las características U/f influyen en el rendimiento del motor.

El rendimiento disminuye un poco si la frecuencia de conmutación se ajusta en un valor superior a 5 kHz. El rendimiento también se reduce ligeramente si el cable de motor tiene más de 30 m de longitud.

Cálculo del rendimiento
Calcule el rendimiento del convertidor de frecuencia a diferentes cargas basándose en *Ilustración 6.35*. Multiplique el factor de este gráfico con el factor de rendimiento específico indicado en *capétulo 6.2 Especificaciones generales*.

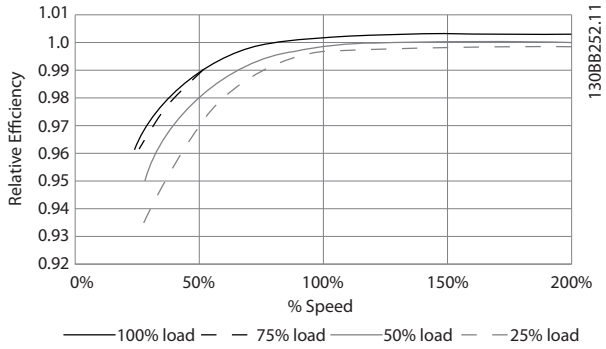


Ilustración 6.35 Curvas de rendimiento típico

Ejemplo: supongamos un convertidor de frecuencia de 55 kW, 380-480 V CA con un 25 % de su carga al 50 % de velocidad. El gráfico muestra que un rendimiento nominal de 0,97 para un convertidor de frecuencia de 55 kW es 0,98. El rendimiento real es: 0,97 × 0,98 = 0,95.

Clases de rendimiento
El rendimiento de un motor conectado al convertidor de frecuencia depende del nivel de magnetización. El rendimiento del motor depende del tipo de motor.

- En un rango del 75-100 % del par nominal, el rendimiento del motor es prácticamente constante, tanto cuando lo controla el convertidor de frecuencia como cuando funciona con tensión de red.
- La influencia de la característica U/f en motores pequeños es mínima. Sin embargo, en motores a partir de 11 kW y superiores se obtienen ventajas de rendimiento considerables.
- La frecuencia de conmutación no afecta al rendimiento de los motores pequeños. Pero los motores de 11 kW y superiores obtienen un rendimiento mejorado (1-2 %). Esto se debe a que la forma sinusoidal de la intensidad del motor es casi perfecta a frecuencias de conmutación elevadas.

Rendimiento del sistema
Para calcular el rendimiento del sistema, el rendimiento del convertidor de frecuencia se multiplica por el rendimiento del motor.

6.2.9 Ruido acústico

El ruido acústico del convertidor de frecuencia procede de tres fuentes

- Bobinas del enlace de CC (circuito intermedio)
- Bobina de choque del filtro RFI
- Ventiladores internos

Consulte *Tabla 6.38* para obtener información sobre las clasificaciones de ruido acústico.

Tipo de protección	50 % de velocidad de ventilador [dBA]	Velocidad de ventilador máxima [dBA]
A1	51	60
A2	51	60
A3	51	60
A4	51	60
A5	54	63
B1	61	67
B2	58	70
B4	52	62
C1	52	62
C2	55	65
C4	56	71
D3h	58	71

Tabla 6.38 Clasificaciones de ruido acústico

Los valores están medidos a 1 m de la unidad.

7 Procedimiento para realizar pedidos

7.1 Configurador de convertidores de frecuencia

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	-				P				T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C					D	

130BB836.10

Ilustración 7.1 Ejemplo de código descriptivo

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

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

7.1.1 Código descriptivo

Un ejemplo del código descriptivo es:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

El significado de los caracteres de la cadena puede encontrarse en *Tabla 7.1* y *Tabla 7.2*. En el ejemplo anterior, se incluyen un Profibus DP V1 y una opción de alimentación auxiliar de 24 V.

Descripción	Pos.	Selecciones posibles
Grupo de productos	1-3	FC 30x
Serie del convertidor	4-6	301: FC 301 302: FC 302
Potencia nominal	8-10	0,25-75 kW
Fases	11	Trifásico (T)
Tensión de red	11-12	T2: 200-240 V T4: 380-480 V T5: 380-500 V T6: 525-600 V T7: 525-690 V
Protección	13-15	E20: IP20 E55: IP55 / NEMA tipo 12 P20: IP20 (con placa posterior) P21: IP21/ NEMA tipo 1 (con placa posterior) P55: IP55/ NEMA tipo 12 (con placa posterior) Z20: IP 20[1)] E66: IP 66

Descripción	Pos.	Selecciones posibles
Filtro RFI	16-17	Hx: No hay filtros de EMC incorporados en el convertidor de frecuencia (solo unidades de 600 V) H1: Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 clase A1/B y EN / CEI 61800-3 Categoría 1/2 H2: Sin filtro de EMC adicional. Cumple con EN 55011 Clase A2 y EN/CEI 61800-3 Categoría 3 H3: H3 - Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 clase A1/B y EN/CEI 61800-3 Categoría 1/2 (solo tipo de protección A1)[1)] H4: Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 Clase A1 y EN/CEI 61800-3 Categoría 2 H5: versiones marinas. Cumple con los mismos niveles de emisiones que las versiones H2
Freno	18	B: chopper de frenado incluido X: sin chopper de frenado T: parada de seguridad sin freno[1)] U: parada de seguridad chopper de frenado[1)]
Pantalla	19	G: Panel de control local gráfico (LCP) N: panel numérico de control local (LCP) X: sin panel de control local
PCB barnizado	20	C: PCB barnizado R: resistentes X: PCB no barnizado
Opción de red	21	X: sin opción de red 1: Desconexión de alimentación 3: desconexión red y fusible[2)] 5: desconexión de la red, fusible y carga compartida2, 3) 7: Fusible[2)] 8: desconexión de la red y carga compartida3) A: fusible y carga compartida2, 3) D: carga compartida 3)
Adaptación	22	X: Entradas de cables estándar O: roscado métrico europeo en entradas de cables (solo A4, A5, B1, B2, C1, C2) S: entradas de cables imperiales (solo A5, B1, B2, C1 y C2)
Adaptación	23	X: Sin adaptación
Versión de software	24-27	SXXX: ultima edición - software estándar
Idioma del software	28	X: Sin uso
1)FC 301/ solo tipo de protección A1 2) Solo para los EE. UU. 3) los bastidores A y B3 tienen carga compartida integrada por defecto		

Tabla 7.1 Código descriptivo de pedido para tipos de protección A, B y C

Descripción	Pos.	Selecciones posibles
Opciones A	29-30	AX: Sin opción A A0: MCA 101 Profibus DP V1 (estándar) A4: MCA 104 DeviceNet (estándar) A6: MCA 105 CANOpen (estándar) AN: MCA 121 Ethernet IP AL: MCA 120 ProfiNet AQ: MCA 122 Modbus TCP AT: MCA 113 Profibus Converter VLT 3000 AU: MCA 114 Profibus Converter VLT 5000 AY: MCA 123 Powerlink A8: MCA 124 EtherCAT

Descripción	Pos.	Selecciones posibles
Opciones B	31-32	BX: sin opción BK: opción MCB 101 General Purpose I/O BR: opción de encoder MCB 102 BU: opción de resolver MCB 103 BP: opción de relé MCB 105 BZ: MCB 108 Safety PLC Interface B2: MCB 112 PTC Thermistor Card B4: MCB 114 VLT Sensor Input B6: MCB 150 Safe Option TTL B7: MCB 151 Safe Option HTL
Opciones C0	33-34	CX: sin opción C4: MCO 305, controlador de movimiento programable
Opciones C1	35	X: sin opción R: MCB 113 Ext. Relay Card Z: MCA-140 Opción Modbus RTU OEM
Software de opción C / Opciones E1	36-37	XX: controlador estándar 10: MCO 350, control de sincronización 11: MCO 351, control de posicionamiento
Opciones D	38-39	DX: sin opción D0: MCB 107, alimentación auxiliar externa de 24 V CC

Tabla 7.2 Código descriptivo de pedido, opciones

AVISO!

Para tamaños de potencia superiores a 75 kW, consulte la *Guía de diseño de VLT® AutomationDrive FC 300 90-1400 kW*.

7.1.2 Idioma

Los convertidores de frecuencia se suministran automáticamente con un paquete de idioma correspondiente a la región desde la que se realiza el pedido. Cuatro paquetes regionales de idioma cubren los siguientes idiomas:

Paquete de idioma 1	Paquete de idioma 2	Paquete de idioma 3	Paquete de idioma 4
Inglés	Inglés	Inglés	Inglés
Alemán	Alemán	Alemán	Alemán
Francés	Chino	Esloveno	Español
Danés	Coreano	Búlgaro	Inglés EE. UU.
Neerlandés	Japonés	Serbio	Griego
Español	Thai	Rumano	Brazilian Portuguese
Sueco	Chino tradicional	Húngaro	Turco
Italiano	Indonesio	Checo	Polaco
Finés		Ruso	

Tabla 7.3 Paquetes de idioma

Para realizar el pedido de convertidores de frecuencia con un paquete de idioma diferente, póngase en contacto con su oficina local de ventas.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

7.2 Números de pedido

7.2.1 Opciones y accesorios

Descripción	N.º de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
Hardware diverso		
Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección A5	130B1028	
Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección B1	130B1046	
Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección B2	130B1047	
Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección C1	130B1048	
Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección C2	130B1049	
Soportes de montaje VLT® para tipo de protección A5	130B1080	
Soportes de montaje VLT® para tipo de protección B1	130B1081	
Soportes de montaje VLT® para tipo de protección B2	130B1082	
Soportes de montaje VLT® para tipo de protección C1	130B1083	
Soportes de montaje VLT® para tipo de protección C2	130B1084	
Kit VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A1	130B1121	
Kit VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A2	130B1122	
Kit VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A3	130B1123	
Kit superior VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A2	130B1132	
Kit superior VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A3	130B1133	
Placa posterior VLT® IP55 / tipo 12, tipo de protección A5	130B1098	
Placa posterior VLT® IP21 / tipo 1, IP55 / tipo 12, tipo de protección B1	130B3383	
Placa posterior VLT® IP21 / tipo 1, IP55 / tipo 12, tipo de protección B2	130B3397	
Placa posterior VLT® IP20 / tipo 1, tipo de protección B4	130B4172	
Placa posterior VLT® IP21 / tipo 1, IP55 / tipo 12, tipo de protección C1	130B3910	
Placa posterior VLT® IP21 / tipo 1, IP55 / tipo 12, tipo de protección C2	130B3911	
Placa posterior VLT® IP20 / tipo 1, tipo de protección C3	130B4170	
Placa posterior VLT® IP20 / tipo 1, tipo de protección C4	130B4171	
Placa posterior VLT® IP66 / tipo 4X, tipo de protección A5	130B3242	
Placa posterior VLT® en acero inoxidable IP66 / tipo 4x, tipo de protección B1	130B3434	
Placa posterior VLT® en acero inoxidable IP66 / tipo 4X, tipo de protección B2	130B3465	
Placa posterior VLT® en acero inoxidable IP66 / tipo 4X, tipo de protección C1	130B3468	
Placa posterior VLT® en acero inoxidable IP66 / tipo 4X, tipo de protección C2	130B3491	
Conector Sub D9 para adaptador Profibus VLT®	130B1112	
Kit de placa de apantallamiento Profibus para IP20, tipos de protección A1, A2 y A3	130B0524	
Bloque de terminales para la conexión del enlace de CC en tipos de protección A2 / A3	130B1064	
Terminales con tornillo VLT®	130B1116	
Extensión USB VLT®, cable de 350 mm	130B1155	
Extensión USB VLT®, cable de 650 mm	130B1156	
Bastidor posterior VLT® A2 para 1 resistencia de freno	175U0085	
Bastidor posterior VLT® A3 para 1 resistencia de freno	175U0088	
Bastidor posterior VLT® A2 para 2 resistencias de freno	175U0087	
Parte posterior VLT® A3 para 2 resistencias de freno	175U0086	
Panel de control local		
Panel de control local numérico VLT® LCP 101	130B1124	
Panel de control local gráfico VLT® LCP 102	130B1107	
Cable VLT® para LCP 2, 3 m	175Z0929	
Kit de montaje de panel VLT® para todos los tipos de LCP	130B1170	

Descripción	N.º de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
Kit de montaje de panel VLT®, LCP gráfico	130B1113	
Kit de montaje de panel VLT®, LCP numérico	130B1114	
Kit de montaje de LCP VLT®, sin LCP	130B1117	
Kit de montaje de LCP VLT®, tapa ciega IP55/66, 8 m	130B1129	
VLT® Control Panel LCP 102, gráfico	130B1078	
Tapa ciega VLT®, con el logotipo de Danfoss, IP55/66	130B1077	
Opciones para ranura A		
VLT® Profibus DP V1 MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CAN Open MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	130B1245	
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114		130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
POWERLINK	130B1489	130B1490
EtherCAT	130B5546	130B5646
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
Opciones para ranura B		
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Encoder Input MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolver Input MCB 103	130B1127	130B1227
Opción de relé VLT® MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112		130B1137
VLT® Safe Option MCB 140	130B6443	
VLT® Safe Option MCB 141	130B6447	
VLT® Safe option MCB 150		130B3280
VLT® Safe option MCB 151		130B3290
Kits de montaje para opciones C		
Kit de montaje VLT® para opción C, 40 mm, tipos de protección A2 / A3	130B7530	
Kit de montaje VLT® para opción C, 60 mm, tipos de protección A2 / A3	130B7531	
Kit de montaje VLT® para opción C, tipo de protección A5	130B7532	
Kit de montaje VLT® para opción C, tipos de protección B / C / D / E / F (excepto B3)	130B7533	
Kit de montaje VLT® para opción C, 40 mm, tipo de protección B3	130B1413	
Kit de montaje VLT® para opción C, 60 mm, tipo de protección B3	130B1414	
Opciones para ranura C		
VLT® Motion Control MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronizing Contr. MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Position. Controller MCO 351	130B1153	120B1253
Controlador bobinadora central	130B1165	130B1166
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264
Adaptador VLT® de opciones C MCF 106		130B1230
Opción para ranura D		
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208
VLT® EtherNet/IP MCA 121	175N2584	
Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipos de protección A2 / A3	130B5645	
Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipo de protección B3	130B5764	

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Descripción	N.º de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipo de protección B4	130B5765	
Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipo de protección C3	130B6226	
Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipo de protección C4	130B5647	
Software para PC		
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 1 licencia	130B1000	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 5 licencias	130B1001	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 10 licencias	130B1002	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 25 licencias	130B1003	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 50 licencias	130B1004	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 100 licencias	130B1005	
VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, >100 licencias	130B1006	
Las opciones se pueden pedir como opciones integradas de fábrica. Consulte la información sobre pedidos, *capítulo 7.1 Configurador de convertidores de frecuencia*.		

Tabla 7.4 Números de pedido para opciones y accesorios

7.2.2 Repuestos

Consulte la tienda VLT o el configurador para obtener información sobre las piezas de recambio disponibles para su especificación, *VLTShop.danfoss.com*.

7.2.3 Bolsa de accesorios

Tipo	Descripción	N.º de pedido
Bolsa de accesorios		
Bolsa de accesorios A1	Bolsa de accesorios, tipo de protección A1	130B1021
Bolsa de accesorios A2/A3	Bolsa de accesorios, tipo de protección A2 / A3	130B1022
Bolsa de accesorios A5	Bolsa de accesorios, tipo de protección A5	130B1023
Bolsa de accesorios A1–A5	Bolsa de accesorios, tipo de protección A1-A5 Conector de freno y carga compartida	130B0633
Bolsa de accesorios B1	Bolsa de accesorios, tipo de protección B1	130B2060
Bolsa de accesorios B2	Bolsa de accesorios, tipo de protección B2	130B2061
Bolsa de accesorios B3	Bolsa de accesorios, tipo de protección B3	130B0980
Bolsa de accesorios B4	Bolsa de accesorios, tipo de protección B4, 18,5-22 kW	130B1300
Bolsa de accesorios B4	Bolsa de accesorios, tipo de protección B4, 30 kW	130B1301
Bolsa de accesorios C1	Bolsa de accesorios, tipo de protección C1	130B0046
Bolsa de accesorios C2	Bolsa de accesorios, tipo de protección C2	130B0047
Bolsa de accesorios C3	Bolsa de accesorios, tipo de protección C3	130B0981
Bolsa de accesorios C4	Bolsa de accesorios, tipo de protección C4, 55 kW	130B0982
Bolsa de accesorios C4	Bolsa de accesorios, tipo de protección C4, 75 kW	130B0983

Tabla 7.5 Números de pedido para bolsas de accesorios

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301

T2, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

FC 301				Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	166	188,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	121	138,4	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	29,1	32,3	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	25,9	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	15
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabla 7.6 T2, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

FC 301				Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T2	0,25	368	415,9	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	248	280,7	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	166	188,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	121	138,4	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	92,0	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	66,5	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	40,2	44,6	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	29,1	32,3	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	25,9	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabla 7.7 T2, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

FC 301				Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T4	0,55	620	749,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,75	485	547,6	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T4	1,1	329	365,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T4	1,5	240	263,0	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T4	2,2	161	176,5	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T4	3	117	127,9	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T4	4	86,9	94,6	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T4	5,5	62,5	68,2	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T4	7,5	45,3	49,6	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T4	11	34,9	38,0	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T4	15	25,3	27,7	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T4	22	16,9	18,7	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T4	30	13,2	14,5	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T4	37	10,6	11,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T4	45	8,7	9,6	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T4	55	6,6	7,8	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T4	75	4,2	5,7	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabla 7.8 T4, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

FC 301				Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transversal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T4	0,37	1000	1121,4	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T4	0,55	620	749,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T4	0,75	485	547,6	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T4	1,1	329	365,3	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T4	1,5	240	263,0	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T4	2,2	161	176,5	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T4	3	117	127,9	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T4	4	86,9	94,6	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T4	5,5	62,5	68,2	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T4	7,5	45,3	49,6	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T4	11	34,9	38,0	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T4	15	25,3	27,7	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T4	18,5	20,3	22,3	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T4	22	16,9	18,7	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T4	30	13,2	14,5	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T4	37	10,6	11,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T4	45	8,7	9,6	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T4	55	6,6	7,8	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T4	75	4,2	5,7	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabla 7.9 T4, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

7.2.5 Resistencias de freno para FC 302

FC 302				Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,100	175u3006	-	-	-	1,5	0,6
T2	0,55	188	215,7	200	0,100	175u3011	-	-	-	1,5	0,7
T2	0,75	130	158,1	145	0,100	175u3016	-	-	-	1,5	0,8
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,100	175u3021	-	-	-	1,5	0,9
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,200	175u3026	-	-	-	1,5	1,6
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,200	175u3031	-	-	-	1,5	1,9
T2	3	31,5	37,0	35	0,300	175u3325	-	-	-	1,5	2,7
T2	3,7	22,5	29,7	27	0,360	175u3326	175u3477	175u3478	-	1,5	3,5
T2	5,5	17,7	19,7	18	0,570	175u3327	175u3442	175u3441	-	1,5	5,3
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	0,680	175u3328	175u3059	175u3060	-	1,5	6,8
T2	11	8,7	9,7	9,0	1,130	175u3329	175u3068	175u3069	-	2,5	10,5
T2	15	5,3	7,5	5,7	1,400	175u3330	175u3073	175u3074	-	4	14,7
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	1,700	175u3331	175u3483	175u3484	-	4	16
T2	22	3,2	5,0	3,5	2,200	175u3332	175u3080	175u3081	-	6	24
T2	30	3,0	3,7	3,5	2,800	175u3333	175u3448	175u3447	-	10	27
T2	37	2,4	3,0	2,8	3,200	175u3334	175u3086	175u3087	-	16	32

Tabla 7.10 T2, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

FC 302				Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T2	0,25	380	475,3	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T2	0,37	275	320,8	300	0,200	175u3096	-	-	-	1,5	0,8
T2	0,55	188	215,7	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T2	0,75	130	158,1	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T2	1,1	81,0	105,1	100	0,450	175u3301	175u3402	175u3401	-	1,5	2
T2	1,5	58,5	76,0	70	0,570	175u3302	175u3404	175u3403	-	1,5	2,7
T2	2,2	45,0	51,0	48	0,960	175u3303	175u3406	175u3405	-	1,5	4,2
T2	3	31,5	37,0	35	1,130	175u3304	175u3408	175u3407	-	1,5	5,4
T2	3,7	22,5	29,7	27	1,400	175u3305	175u3410	175u3409	-	1,5	6,8
T2	5,5	17,7	19,7	18	2,200	175u3306	175u3412	175u3411	-	1,5	10,4
T2	7,5	12,6	14,3	13,0	3,200	175u3307	175u3414	175u3413	-	2,5	14,7
T2	11	8,7	9,7	9,0	5,500	-	175u3176	175u3177	-	4	23
T2	15	5,3	7,5	5,7	6,000	-	-	-	175u3233	10	33
T2	18,5	5,1	6,0	5,7	8,000	-	-	-	175u3234	10	38
T2	22	3,2	5,0	3,5	9,000	-	-	-	175u3235	16	51
T2	30	3,0	3,7	3,5	14,000	-	-	-	175u3224	25	63
T2	37	2,4	3,0	2,8	17,000	-	-	-	175u3227	35	78

Tabla 7.11 T2, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

FC 302				Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,100	175u3000	-	-	-	1,5	0,3
T5	0,55	620	928,8	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,75	558	678,3	630	0,100	175u3002	-	-	-	1,5	0,4
T5	1,1	382	452,5	410	0,100	175u3004	-	-	-	1,5	0,5
T5	1,5	260	325,9	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T5	2,2	189	218,6	200	0,200	175u3008	-	-	-	1,5	0,9
T5	3	135	158,5	145	0,300	175u3300	-	-	-	1,5	1,3
T5	4	99,0	117,2	110	0,450	175u3335	175u3450	175u3449	-	1,5	1,9
T5	5,5	72,0	84,4	80	0,570	175u3336	175u3452	175u3451	-	1,5	2,5
T5	7,5	50,0	61,4	56	0,680	175u3337	175u3027	175u3028	-	1,5	3,3
T5	11	36,0	41,2	38	1,130	175u3338	175u3034	175u3035	-	1,5	5,2
T5	15	27,0	30,0	28	1,400	175u3339	175u3039	175u3040	-	1,5	6,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	1,700	175u3340	175u3047	175u3048	-	1,5	8,3
T5	22	18,0	20,3	19	2,200	175u3357	175u3049	175u3050	-	1,5	10,1
T5	30	13,4	15,8	14	2,800	175u3341	175u3055	175u3056	-	2,5	13,3
T5	37	10,8	12,7	12	3,200	175u3359	175u3061	175u3062	-	2,5	15,3
T5	45	8,8	10,4	9,5	4,200	-	175u3065	175u3066	-	4	20
T5	55	6,5	8,5	7,0	5,500	-	175u3070	175u3071	-	6	26
T5	75	4,2	6,2	5,5	7,000	-	-	-	175u3231	10	36

Tabla 7.12 T5, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

FC 302				Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T5	0,37	1000	1389,2	1200	0,200	175u3101	-	-	-	1,5	0,4
T5	0,55	620	928,8	850	0,200	175u3308	-	-	-	1,5	0,5
T5	0,75	558	678,3	630	0,300	175u3309	-	-	-	1,5	0,7
T5	1,1	382	452,5	410	0,450	175u3310	175u3416	175u3415	-	1,5	1
T5	1,5	260	325,9	270	0,570	175u3311	175u3418	175u3417	-	1,5	1,4
T5	2,2	189	218,6	200	0,960	175u3312	175u3420	175u3419	-	1,5	2,1
T5	3	135	158,5	145	1,130	175u3313	175u3422	175u3421	-	1,5	2,7
T5	4	99,0	117,2	110	1,700	175u3314	175u3424	175u3423	-	1,5	3,7
T5	5,5	72,0	84,4	80	2,200	175u3315	175u3138	175u3139	-	1,5	5
T5	7,5	50,0	61,4	56	3,200	175u3316	175u3428	175u3427	-	1,5	7,1
T5	11	36,0	41,2	38	5,000	-	-	-	175u3236	1,5	11,5
T5	15	27,0	30,0	28	6,000	-	-	-	175u3237	2,5	14,7
T5	18,5	20,3	24,2	22	8,000	-	-	-	175u3238	4	19
T5	22	18,0	20,3	19	10,000	-	-	-	175u3203	4	23
T5	30	13,4	15,8	14	14,000	-	-	-	175u3206	10	32
T5	37	10,8	12,7	12	17,000	-	-	-	175u3210	10	38
T5	45	8,8	10,4	9,5	21,000	-	-	-	175u3213	16	47
T5	55	6,5	8,5	7,0	26,000	-	-	-	175u3216	25	61
T5	75	4,2	6,2	5,5	36,000	-	-	-	175u3219	35	81

Tabla 7.13 T5, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

FC 302				Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,100	175u3001	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,1	550	611,3	570	0,100	175u3003	-	-	-	1,5	0,4
T6	1,5	380	441,9	415	0,200	175u3005	-	-	-	1,5	0,7
T6	2,2	260	296,4	270	0,200	175u3007	-	-	-	1,5	0,8
T6	3	189	214,8	200	0,300	175u3342	-	-	-	1,5	1,1
T6	4	135	159,2	145	0,450	175u3343	175u3012	175u3013	-	1,5	1,7
T6	5,5	99,0	114,5	100	0,570	175u3344	175u3136	175u3137	-	1,5	2,3
T6	7,5	69,0	83,2	72	0,680	175u3345	175u3456	175u3455	-	1,5	2,9
T6	11	48,6	56,1	52	1,130	175u3346	175u3458	175u3457	-	1,5	4,4
T6	15	35,1	40,8	38	1,400	175u3347	175u3460	175u3459	-	1,5	5,7
T6	18,5	27,0	32,9	31	1,700	175u3348	175u3037	175u3038	-	1,5	7
T6	22	22,5	27,6	27	2,200	175u3349	175u3043	175u3044	-	1,5	8,5
T6	30	17,1	21,4	19	2,800	175u3350	175u3462	175u3461	-	2,5	11,4
T6	37	13,5	17,3	14	3,200	175u3358	175u3464	175u3463	-	2,5	14,2
T6	45	10,8	14,2	13,5	4,200	-	175u3057	175u3058	-	4	17
T6	55	8,8	11,6	11	5,500	-	175u3063	175u3064	-	6	21
T6	75	6,6	8,4	7,0	7,000	-	-	-	175u3245	10	32

Tabla 7.14 T6, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

FC 302				Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transver-sal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T6	0,75	620	914,2	850	0,280	175u3317	175u3104	175u3105	-	1,5	0,6
T6	1,1	550	611,3	570	0,450	175u3318	175u3430	175u3429	-	1,5	0,9
T6	1,5	380	441,9	415	0,570	175u3319	175u3432	175u3431	-	1,5	1,1
T6	2,2	260	296,4	270	0,960	175u3320	175u3434	175u3433	-	1,5	1,8
T6	3	189	214,8	200	1,130	175u3321	175u3436	175u3435	-	1,5	2,3
T6	4	135	159,2	145	1,700	175u3322	175u3126	175u3127	-	1,5	3,3
T6	5,5	99,0	114,5	100	2,200	175u3323	175u3438	175u3437	-	1,5	4,4
T6	7,5	69,0	83,2	72	3,200	175u3324	175u3440	175u3439	-	1,5	6,3
T6	11	48,6	56,1	52	5,500	-	175u3148	175u3149	-	1,5	9,7
T6	15	35,1	40,8	38	6,000	-	-	-	175u3239	2,5	12,6
T6	18,5	27,0	32,9	31	8,000	-	-	-	175u3240	4	16
T6	22	22,5	27,6	27	10,000	-	-	-	175u3200	4	19
T6	30	17,1	21,4	19	14,000	-	-	-	175u3204	10	27
T6	37	13,5	17,3	14	17,000	-	-	-	175u3207	10	35
T6	45	10,8	14,2	13,5	21,000	-	-	-	175u3208	16	40
T6	55	8,8	11,6	11	26,000	-	-	-	175u3211	25	49
T6	75	6,6	8,4	7,0	30,000	-	-	-	175u3241	35	66

Tabla 7.15 T6, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

FC 302				Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %							
Datos del convertidor de frecuencia				Datos de la resistencia de freno						Instalación	
						Número de pieza de Danfoss					
Tipo de red	P_m [kW]	R_{min} [Ω]	$R_{br,nom}$ [Ω]	R_{rec} [Ω]	$P_{br.cont.}$ [kW]	Cable IP54	Terminal con tornillo IP21	Terminal con tornillo IP65	Bolt connection IP20	Sección transversal del cable [mm²]	Relé térmico [A]
T7	1,1	620	830	630	0,360	-	175u3108	175u3109	-	1,5	0,8
T7	1,5	513	600	570	0,570	-	175u3110	175u3111	-	1,5	1
T7	2,2	340	403	415	0,790	-	175u3112	175u3113	-	1,5	1,3
T7	3	243	292	270	1,130	-	175u3118	175u3119	-	1,5	2
T7	4	180	216	200	1,700	-	175u3122	175u3123	-	1,5	2,8
T7	5,5	130	156	145	2,200	-	175u3106	175u3107	-	1,5	3,7
T7	7,5	94	113	105	3,200	-	175u3132	175u3133	-	1,5	5,2
T7	11	69,7	76,2	72	4,200	-	175u3142	175u3143	-	1,5	7,2
T7	15	46,8	55,5	52	6,000	-	-	-	175u3242	2,5	10,8
T7	18,5	36,0	44,7	42	8,000	-	-	-	175u3243	2,5	13,9
T7	22	29,0	37,5	31	10,000	-	-	-	175u3244	4	18
T7	30	22,5	29,1	27	14,000	-	-	-	175u3201	10	23
T7	37	18,0	23,5	22	17,000	-	-	-	175u3202	10	28
T7	45	13,5	19,3	15,5	21,000	-	-	-	175u3205	16	37
T7	55	13,5	15,7	13,5	26,000	-	-	-	175u3209	16	44
T7	75	8,8	11,5	11	36,000	-	-	-	175u3212	25	57

Tabla 7.16 T7, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

Frenado horizontal: ciclo de trabajo del 10 % y tasas de repetición máximas de 120 s, de acuerdo con el perfil de freno de referencia. La potencia promedio corresponde al 6 %.

Frenado vertical: ciclo de trabajo del 40 % y tasas de repetición máximas de 120 s, de acuerdo con el perfil de freno de referencia. La potencia promedio corresponde al 27 %.

Sección transversal de cable: Valor mínimo recomendado basado en cable de cobre con aislamiento de PVC, temperatura ambiente de 30 °C con disipación de calor normal.

Todos los cableados deben cumplir las normas locales y nacionales sobre las secciones transversales de cables y la temperatura ambiente.

Relé térmico: ajuste de la intensidad de freno del relé térmico externo. Todas las resistencias tienen un interruptor de relé térmico integrado N.C.

El IP54 dispone de 1000 mm de cable no apantallado fijo. Montaje vertical y horizontal. Reducción de potencia necesaria en el montaje horizontal.

Los IP21 y IP65 disponen de terminal con tornillo para la terminación de cable. Montaje vertical y horizontal. Reducción de potencia necesaria en el montaje horizontal.

El IP20 dispone de perno de conexión para la terminación del cable. Montaje en suelo.

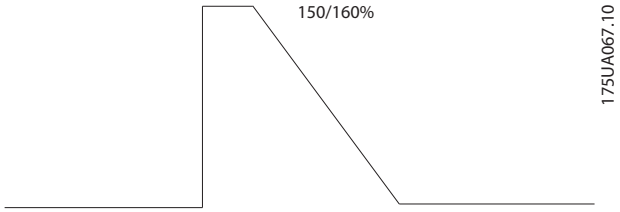


Ilustración 7.2 Cargas horizontales

Ilustración 7.3 Cargas verticales

7.2.6 Otras resistencias de freno de conjunto plano

FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br,nom}$	Conjunto plano IP65 para transportadoras horizontales		
				R_{rec} por elemento	Ciclo de trabajo	N.º de pedido
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	368	416	430/100	40	1002
PK37	0,37	248	281	330/100 o 310/200	27 o 55	1003 o 0984
PK55	0,55	166	189	220/100 o 210/200	20 o 37	1004 o 0987
PK75	0,75	121	138	150/100 o 150/200	14 o 27	1005 o 0989
P1K1	1,1	81,0	92	100/100 o 100/200	10 o 19	1006 o 0991
P1K5	1,5	58,5	66,5	72/200	14	0992
P2K2	2,2	40,2	44,6	50/200	10	0993
P3K0	3	29,1	32,3	35/200 o 72/200	7 14	0994 o 2 × 0992
P3K7	3,7	22,5	25,9	60/200	11	2 × 0996

Tabla 7.17 Otros conjuntos planos para convertidores de frecuencia con alimentación de red
FC 301Red: 200-240 V (T2)

7

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br,nom}$	Conjunto plano IP65 para transportadoras horizontales		
				R_{rec} por elemento	Ciclo de trabajo	N.º de pedido
T2	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK25	0,25	380	475	430/100	40	1002
PK37	0,37	275	321	330/100 o 310/200	27 o 55	1003 o 0984
PK55	0,55	188	216	220/100 o 210/200	20 o 37	1004 o 0987
PK75	0,75	130	158	150/100 o 150/200	14 o 27	1005 o 0989
P1K1	1,1	81,0	105,1	100/100 o 100/200	10 o 19	1006 o 0991
P1K5	1,5	58,5	76,0	72/200	14	0992
P2K2	2,2	45,0	51,0	50/200	10	0993
P3K0	3	31,5	37,0	35/200 o 72/200	7 o 14	0994 o 2 × 0992
P3K7	3,7	22,5	29,7	60/200	11	2 × 0996

Tabla 7.18 Otros conjuntos planos para convertidores de frecuencia con alimentación de red
FC 302Red: 200-240 V (T2)

FC 301	P_m	R_{min}	$R_{br,nom}$	Conjunto plano IP65 para transportadoras horizontales		
				R_{rec} por elemento	Ciclo de trabajo	N.º de pedido
T4	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1121	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	750	830/100	20	1000
PK75	0,75	485	548	620/100 o 620/200	14 o 27	1001 o 0982
P1K1	1,1	329	365	430/100 o 430/200	10 o 20	1002 o 0983
P1K5	1,5	240,0	263,0	310/200	14	0984
P2K2	2,2	161,0	176,5	210/200	10	0987
P3K0	3	117,0	127,9	150/200 o 300/200	7 o 14	0989 o 2 × 0985
P4K0	4	87	95	240/200	10	2 × 0986
P5K5	5,5	63	68	160/200	8	2 × 0988
P7K5	7,5	45	50	130/200	6	2 × 0990
P11K	11	34,9	38,0	80/240	5	2 × 0090
P15K	15	25,3	27,7	72/240	4	2 × 0091

Tabla 7.19 Otros conjuntos planos para convertidores de frecuencia con alimentación de red
FC 301Red: 380-480 V (T4)

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

FC 302	P_m	R_{min}	$R_{br,nom}$	Conjunto plano IP65 para transportadoras horizontales		
				R_{rec} por elemento	Ciclo de trabajo	N.º de pedido
T5	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω/W]	[%]	175Uxxxx
PK37	0,37	620	1389	830/100	30	1000
PK55	0,55	620	929	830/100	20	1000
PK75	0,75	558	678	620/100 o 620/200	14 o 27	1001 o 0982
P1K1	1,1	382	453	430/100 o 430/200	10 o 20	1002 o 0983
P1K5	1,5	260,0	325,9	310/200	14	0984
P2K2	2,2	189,0	218,6	210/200	10	0987
P3K0	3	135,0	158,5	150/200 o 300/200	7 o 14	0989 o 2 × 0985
P4K0	4	99	117	240/200	10	2 × 0986
P5K5	5,5	72	84	160/200	8	2 × 0988
P7K5	7,5	50	61	130/200	6	2 × 0990
P11K	11	36,0	41,2	80/240	5	2 × 0090
P15K	15	27,0	30,0	72/240	4	2 × 0091

Tabla 7.20 Otros conjuntos planos para convertidores de frecuencia con alimentación de red FC 302Red: 380-500 V (T5)

El IP65 es de tipo de conjunto plano con cable fijo.

7

7.2.7 Filtros armónicos

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

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

Refrigeración y ventilación

IP20: refrigerado por convección natural o ventiladores integrados. IP00: se requiere enfriamiento forzado adicional. Asegúrese de que el flujo de aire que pasa por el filtro es suficiente durante la instalación para evitar el sobrecalentamiento del filtro. Se requiere un flujo de aire de 2 m/s en el filtro, como mínimo.

Clasificaciones de intensidad y potencia		Motor utilizado normalmente	Clasificación de corriente del filtro	N.º de pedido AHF 005		N.º de pedido AHF 010	
			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B1392	130B1229	130B1262	130B1027
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B1393	130B1231	130B1263	130B1058
P11K	22	11	22	130B1394	130B1232	130B1268	130B1059
P15K	29	15	29	130B1395	130B1233	130B1270	130B1089
P18K	34	18,5	34	130B1396	130B1238	130B1273	130B1094
P22K	40	22	40	130B1397	130B1239	130B1274	130B1111
P30K	55	30	55	130B1398	130B1240	130B1275	130B1176
P37K	66	37	66	130B1399	130B1241	130B1281	130B1180
P45K	82	45	82	130B1442	130B1247	130B1291	130B1201
P55K	96	55	96	130B1443	130B1248	130B1292	130B1204
P75K	133	75	133	130B1444	130B1249	130B1293	130B1207

Tabla 7.21 Filtros armónicos para 380-415 V, 50 Hz

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Clasificaciones de intensidad y potencia		Motor utilizado normalmente	Clasificación de corriente del filtro 60 Hz	N.º de pedido AHF 005		N.º de pedido AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1,2-9	3	10	130B3095	130B2857	130B2874	130B2262
P5K5-P7K5	14,4	7,5	14	130B3096	130B2858	130B2875	130B2265
P11K	22	11	22	130B3097	130B2859	130B2876	130B2268
P15K	29	15	29	130B3098	130B2860	130B2877	130B2294
P18K	34	18,5	34	130B3099	130B2861	130B3000	130B2297
P22K	40	22	40	130B3124	130B2862	130B3083	130B2303
P30K	55	30	55	130B3125	130B2863	130B3084	130B2445
P37K	66	37	66	130B3026	130B2864	130B3085	130B2459
P45K	82	45	82	130B3127	130B2865	130B3086	130B2488
P55K	96	55	96	130B3128	130B2866	130B3087	130B2489
P75K	133	75	133	130B3129	130B2867	130B3088	130B2498

Tabla 7.22 Filtros armónicos para 380-415 V, 60 Hz

Clasificaciones de intensidad y potencia		Motor utilizado normalmente	Clasificación de corriente del filtro 60 Hz	N.º de pedido AHF 005		N.º de pedido AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
PK37-P4K0	1-7,4	3	10	130B1787	130B1752	130B1770	130B1482
P5K5-P7K5	9,9 + 13	7,5	14	130B1788	130B1753	130B1771	130B1483
P11K	19	11	19	130B1789	130B1754	130B1772	130B1484
P15K	25	15	25	130B1790	130B1755	130B1773	130B1485
P18K	31	18,5	31	130B1791	130B1756	130B1774	130B1486
P22K	36	22	36	130B1792	130B1757	130B1775	130B1487
P30K	47	30	48	130B1793	130B1758	130B1776	130B1488
P37K	59	37	60	130B1794	130B1759	130B1777	130B1491
P45K	73	45	73	130B1795	130B1760	130B1778	130B1492
P55K	95	55	95	130B1796	130B1761	130B1779	130B1493
P75K	118	75	118	130B1797	130B1762	130B1780	130B1494

Tabla 7.23 Filtros armónicos para 440-480 V, 60 Hz

Clasificaciones de intensidad y potencia		Motor utilizado normalmente	Clasificación de corriente del filtro 60 Hz	N.º de pedido AHF 005		N.º de pedido AHF 010	
[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	10	15	130B5261	130B5246	130B5229	130B5212
P15K	19	16,4	20	130B5262	130B5247	130B5230	130B5213
P18K	24	20	24	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P22K	29	24	29	130B5263	130B5248	130B5231	130B5214
P30K	36	33	36	130B5265	130B5250	130B5233	130B5216
P37K	49	40	50	130B5266	130B5251	130B5234	130B5217
P45K	58	50	58	130B5267	130B5252	130B5235	130B5218
P55K	74	60	77	130B5268	130B5253	130B5236	130B5219
P75K	85	75	87	130B5269	130B5254	130B5237	130B5220

Tabla 7.24 Filtros armónicos para 600 V, 60 Hz

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Clasificaciones de intensidad y potencia		Motor utilizado normalm-ente	Clasificaciones de intensidad y potencia		Motor utilizado normal-mente	Clasificación de corriente del filtro	N.º de pedido AHF 005		N.º de pedido AHF 010	
500-550 V			551-690 V			50 Hz				
[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	IP00	IP20	IP00	IP20
P11K	15	7,5	P15K	16	15	15	130B5000	130B5088	130B5297	130B5280
P15K	19,5	11	P18K	20	18,5	20	130B5017	130B5089	130B5298	130B5281
P18K	24	15	P22K	25	22	24	130B5018	130B5090	130B5299	130B5282
P22K	29	18,5	P30K	31	30	29	130B5019	130B5092	130B5302	130B5283
P30K	36	22	P37K	38	37	36	130B5021	130B5125	130B5404	130B5284
P37K	49	30	P45K	48	45	50	130B5022	130B5144	130B5310	130B5285
P45K	59	37	P55K	57	55	58	130B5023	130B5168	130B5324	130B5286
P55K	71	45	P75K	76	75	77	130B5024	130B5169	130B5325	130B5287
P75K	89	55				87	130B5025	130B5170	130B5326	130B5288

Tabla 7.25 Filtros armónicos para 500-690 V, 50 Hz

7

7.2.8 Filtros sinusoidales

Clasificaciones de intensidad y potencia del convertidor de frecuencia						Clasificación de corriente del filtro			Frecuencia de conmuta-ción	N.º de pedido	
200-240 V		380-440 V		441-500 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[kHz]		
-	-	0,37	1,3	0,37	1,1	2,5	2,5	2	5	130B2404	130B2439
0,25	1,8	0,55	1,8	0,55	1,6						
0,37	2,4	0,75	2,4	0,75	2,1						
		1,1	3	1,1	3	4,5	4	3,5	5	130B2406	130B2441
0,55	3,5	1,5	4,1	1,5	3,4						
0,75	4,6	2,2	5,6	2,2	4,8	8	7,5	5,5	5	130B2408	130B2443
1,1	6,6	3	7,2	3	6,3						
1,5	7,5	-	-	-	-						
-	-	4	10	4	8,2	10	9,5	7,5	5	130B2409	130B2444
2,2	10,6	5,5	13	5,5	11	17	16	13	5	130B2411	130B2446
3	12,5	7,5	16	7,5	14,5						
3,7	16,7	-	-	-	-						
5,5	24,2	11	24	11	21	24	23	18	4	130B2412	130B2447
7,5	30,8	15	32	15	27	38	36	28,5	4	130B2413	130B2448
		18,5	37,5	18,5	34						
11	46,2	22	44	22	40	48	45,5	36	4	130B2281	130B2307
15	59,4	30	61	30	52	62	59	46,5	3	130B2282	130B2308
18,5	74,8	37	73	37	65	75	71	56	3	130B2283	130B2309
22	88	45	90	55	80	115	109	86	3	130B3179	130B3181*
30	115	55	106	75	105						
37	143	75	147	90	130	180	170	135	3	130B3182	130B3183*
45	170	90	177								

Tabla 7.26 Filtros sinusoidales para convertidores de frecuencia con 380-500 V

*[1)] Los números de pedido marcados con * son IP23.*

Clasificaciones de intensidad y potencia del convertidor de frecuencia						Clasificación de corriente del filtro			Frecuencia de conmutación	N.º de pedido	
525-600 V		690 V		525-550 V		50 Hz	60 Hz	100 Hz		IP00	IP20/23[1)]
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	kHz		
0,75	1,7	1,1	1,6	-	-	4,5	4	3	4	130B7335	130B7356
1,1	2,4	1,5	2,2								
1,5	2,7	2,2	3,2								
2,2	3,9	3,0	4,5								
3	4,9	4,0	5,5	-	-	10	9	7	4	130B7289	130B7324
4	6,1	5,5	7,5								
5,5	9	7,5	10								
7,5	11	11	13	7,5	14	13	12	9	3	130B3195	130B3196
11	18	15	18	11	19	28	26	21	3	130B4112	130B4113
15	22	18,5	22	15	23						
18,5	27	22	27	18	28						
22	34	30	34	22	36	45	42	33	3	130B4114	130B4115
30	41	37	41	30	48						
37	52	45	52	37	54	76	72	57	3	130B4116	130B4117*
45	62	55	62	45	65						
55	83	75	83	55	87	115	109	86	3	130B4118	130B4119*
75	100	90	100	75	105						
90	131	-	-	90	137	165	156	124	2	130B4121	130B4124*

Tabla 7.27 Filtros sinusoidales para convertidores de frecuencia con 525-690 V

*[1)] Los números de pedido marcados con * son IP23.*

Parámetro	Ajuste
14-00 Patrón conmutación	[1] SFAVM
14-01 Frecuencia conmutación	Ajústese según el filtro individual. Indicado en la etiqueta del producto del filtro y en el manual del filtro de salida. Los filtros sinusoidales no permiten una frecuencia de conmutación inferior a la especificada por el filtro individual.
14-55 Filtro de salida	[2] Filtro senoidal fijo
14-56 Capacitancia del filtro de salida	Ajústese según el filtro individual. Indicado en la etiqueta de producto del filtro y en el manual del filtro de salida (solo requerido para el funcionamiento de FLUJO).
14-57 Inductancia del filtro de salida	Ajústese según el filtro individual. Indicado en la etiqueta de producto del filtro y en el manual del filtro de salida (solo requerido para el funcionamiento de FLUJO).

Tabla 7.28 Ajustes de parámetros para el funcionamiento de un filtro sinusoidal

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

7.2.9 Filtros dU/dt

Clasificaciones del convertidor de frecuencia [V]										Clasificación de corriente del filtro [V]				N.º de pedido		
200-240		380-440		441-500		525-550		551-690		380 a 60 Hz 200-400/ 440 a 50 Hz	460/480 a 60 Hz 500/525 a 50 Hz	575/600 a 60 Hz	690 a 50 Hz	IP00	IP20*	IP54
[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
3	12,5	5,5	13	5,5	11	5,5	9,5	1,1	1,6	17	15	13	10	N/A	130B7367*	N/A
3,7	16	7,5	16	7,5	14,5	7,5	11,5	1,5	2,2							
-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	3,2							
								3	4,5							
								4	5,5							
								5,5	7,5							
								7,5	10							
5,5	24,2	11	24	11	21	7,5	14	11	13	44	40	32	27	130B2835	130B2836	130B2837
7,5	30,8	15	32	15	27	11	19	15	18							
-	-	18,5	37,5	18,5	34	15	23	18,5	22							
-	-	22	44	22	40	18,5	28	22	27							
11	46,2	30	61	30	52	30	43	30	34	90	80	58	54	130B2838	130B2839	130B2840
15	59,4	37	73	37	65	37	54	37	41							
18,5	74,8	45	90	55	80	45	65	45	52							
22	88	-	-	-	-	-	-	-	-							
-	-	55	106	75	105	55	87	55	62	106	105	94	86	103B2841	103B2842	103B2843
-	-							75	83							
30	115	75	147	90	130	75	113	90	108	177	160	131	108	130B2844	130B2845	130B2846
37	143	90	177	-	-	90	137	-	-							
45	170	-	-	-	-	-	-	-	-							

* Tipos de protección A3 específicos compatibles con montaje en zonas de caída y estilo libro. Conexión de cable apantallado fijo al convertidor de frecuencia.

Tabla 7.29 Filtros dU/dt para 200-690 V

Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Parámetro	Ajuste
14-01 Frecuencia conmutación	No se recomienda una frecuencia de conmutación de funcionamiento mayor que la especificada por el filtro individual.
14-55 Filtro de salida	[0] Sin filtro
14-56 Capacitancia del filtro de salida	Sin uso
14-57 Inductancia del filtro de salida	Sin uso

Tabla 7.30 Ajustes de parámetros para el funcionamiento del filtro dU/dt

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

8 Instalación mecánica

8.1 Seguridad

Consulte *capétulo 2 Seguridad* para conocer las instrucciones de seguridad generales.

⚠ADVERTENCIA

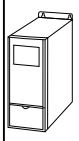
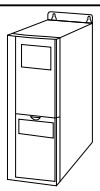
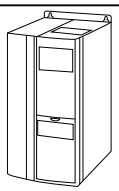
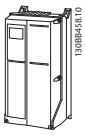
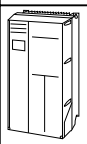
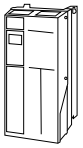
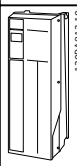
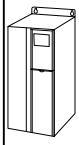
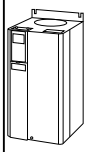
Preste atención a los requisitos relativos a la integración y al kit de montaje en campo. Observe la información facilitada en la lista para evitar daños en el equipo o lesiones graves, especialmente al instalar unidades grandes.

AVISO!

El convertidor de frecuencia se refrigera mediante circulación de aire.
Para evitar que la unidad se sobrecaliente, compruebe que la temperatura ambiente NO supera la temperatura máxima indicada para el convertidor de frecuencia y que NO se supera la temperatura media para 24 horas. Localice la temperatura máxima en *capétulo 6.2.3 Condiciones ambientales*. La temperatura media para 24 horas es de 5 °C por debajo de la temperatura máxima.

8

8.2 Dimensiones mecánicas

Tipo de protección		A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4
Power [kW]	200-240 V	0,25-1,5	0.25-2.2		3-3,7		0.25-2.2	0.25-3.7	5.5-7.5	11	5.5-7.5	11-15
	380-480/500 V	0.37-1.5	0.37-4.0		5.5-7.5		0,37-4	0.37-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-600 V				0.75-7.5			0.75-7.5	11-15	18,5-22	11-15	18,5-30
	525-690 V				1.1-7.5					11-22		11-30
Ilustraciones		 130BA870.10	 130BA809.10		 130BA810.10		 130BB458.10	 130BA811.10	 130BA812.10	 130BA813.10	 130BA826.10	 130BA827.10
IP		20	20	21	20	21	55/66	55/66	21/55/66	21/55/66	20	20
NEMA		Chasis	Chasis	Tipo 1	Chasis	Tipo 1	Tipo 12/4X	Tipo 12/4X	Tipo 1/12/4X	Tipo 1/12/4X	Chasis	Chasis
Altura [mm]												
Altura de la placa posterior	A	200	268	375	268	375	390	420	480	650	399	520
Altura con placa de desacopla-miento para cables de bus de campo	A	316	374	-	374	-	-	-	-	-	420	595
Distancia entre los orificios de montaje	a	190	257	350	257	350	401	402	454	624	380	495
Anchura [mm]												
Anchura de la placa posterior	B	75	90	90	130	130	200	242	242	242	165	230
Anchura de la placa posterior con una opción C	B	-	130	130	170	170	-	242	242	242	205	230
Anchura de la placa posterior con dos opciones C	B	-	150	150	190	190	-	242	242	242	225	230
Distancia entre los orificios de montaje	b	60	70	70	110	110	171	215	210	210	140	200

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Tipo de protección		A1	A2		A3		A4	A5	B1	B2	B3	B4
Power [kW]	**200-240 V**	**0,25-1,5**	**0.25-2.2**		**3-3,7**		**0.25-2.2**	**0.25-3.7**	**5.5-7.5**	**11**	**5.5-7.5**	**11-15**
	380-480/500 V	**0.37-1.5**	**0.37-4.0**		**5.5-7.5**		**0,37-4**	**0.37-7.5**	**11-15**	**18,5-22**	**11-15**	**18,5-30**
	525-600 V				**0.75-7.5**			**0.75-7.5**	**11-15**	**18,5-22**	**11-15**	**18,5-30**
	525-690 V				**1.1-7.5**					**11-22**		**11-30**
Profundidad [mm]												
Profundidad sin opción A / B	C	207	205	207	205	207	175	200	260	260	249	242
Con opción A / B	C	222	220	222	220	222	175	200	260	260	262	242
Orificios para los tornillos [mm]												
	c	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,25	8,25	12	12	8	-
	d	ø8	ø11	ø11	ø11	ø11	ø12	ø12	ø19	ø19	12	-
	e	ø5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø5,5	ø6,5	ø6,5	ø 9	ø 9	6,8	8,5
	f	5	9	9	6,5	6,5	6	9	9	9	7,9	15
Peso máx. [kg]		2,7	4,9	5,3	6,6	7,0	9,7	13.5/14.2	23	27	12	23,5
Par de apriete de la cubierta frontal [Nm]												
Tapa de plástico (IP baja)		Clic	Clic		Clic		-	-	Clic	Clic	Clic	Clic
Cubierta metálica (IP55/66)		-	-		-		1,5	1,5	2,2	2,2	-	-

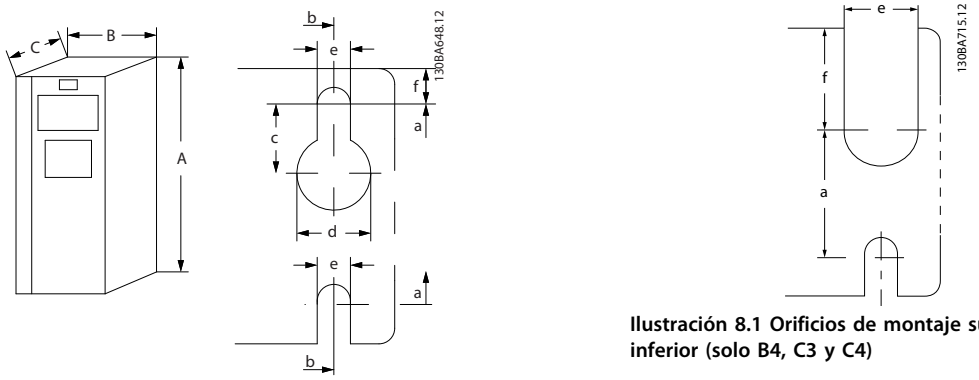
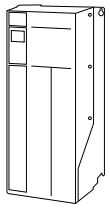
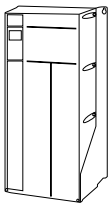
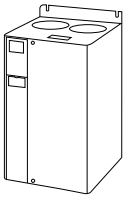
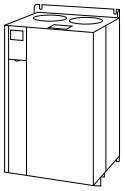
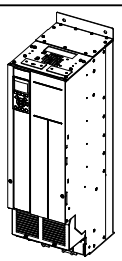
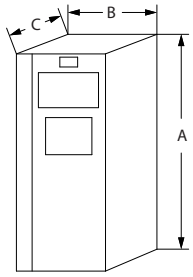
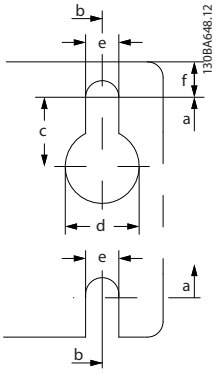


Ilustración 8.1 Orificios de montaje superior e inferior (solo B4, C3 y C4)

Tabla 8.1 Dimensiones mecánicas, tipos de protección A y B

Tipo de protección		C1	C2	C3	C4	D3h
Power [kW]	**200-240 V**	**15-22**	**30-37**	**18,5-22**	**30-37**	-
	380-480/500 V	**30-45**	**55-75**	**37-45**	**55-75**	-
	525-600 V	**30-45**	**55-90**	**37-45**	**55-90**	-
	525-690 V		**30-75**	**37-45**		**55-75**
Ilustraciones		 130BA814.10	 130BA815.10	 130BA828.10	 130BA829.10	
IP		21/55/66	21/55/66	20	20	20
NEMA		Tipo 1/12/4X	Tipo 1/12/4X	Chasis	Chasis	Chasis
Altura [mm]						
Altura de la placa posterior	A	680	770	550	660	909
Altura con placa de desacoplamiento para cables de bus de campo	A	-	-	630	800	-
Distancia entre los orificios de montaje	a	648	739	521	631	-
Anchura [mm]						
Anchura de la placa posterior	B	308	370	308	370	250
Anchura de la placa posterior con una opción C	B	308	370	308	370	-
Anchura de la placa posterior con dos opciones C	B	308	370	308	370	-
Distancia entre los orificios de montaje	b	272	334	270	330	-
Profundidad [mm]						
Profundidad sin opción A / B	C	310	335	333	333	275
Con opción A / B	C	310	335	333	333	275
Orificios para los tornillos [mm]						
	c	12,5	12,5	-	-	-
	d	ø19	ø19	-	-	-
	e	ø 9	ø 9	8,5	8,5	-
	f	9,8	9,8	17	17	-
Peso máx. [kg]		45	65	35	50	62
Par de apriete de la cubierta frontal [Nm]						
Tapa de plástico (IP baja)		Clic	Clic	2,0	2,0	-
Cubierta metálica (IP55/66)		2,2	2,2	2,0	2,0	-





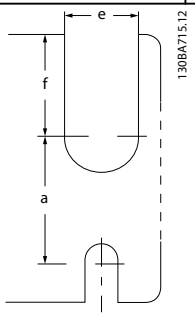


Ilustración 8.1 Orificios de montaje superior e inferior (solo B4, C3 y C4)

Tabla 8.2 Dimensiones mecánicas, tipos de protección C y D

AVISO!

Las bolsas de accesorios, que contienen los soportes, tornillos y conectores necesarios, se suministran con los convertidores de frecuencia.

8.2.1 Montaje mecánico

8.2.1.1 Separación

Todos los tipos de protección permiten la instalación lado a lado, excepto cuando se utiliza un kit de protección IP21 / IP4X / TIPO 1 (consulte *capétulo 11 Opciones y accesorios*).

Montaje lado a lado
Los tipos de protección IP20 A y B pueden colocarse lado a lado sin necesidad de dejar un espacio libre entre ellas, pero el orden de instalación es importante. La *Ilustración 8.1* muestra como montar los bastidores correctamente.

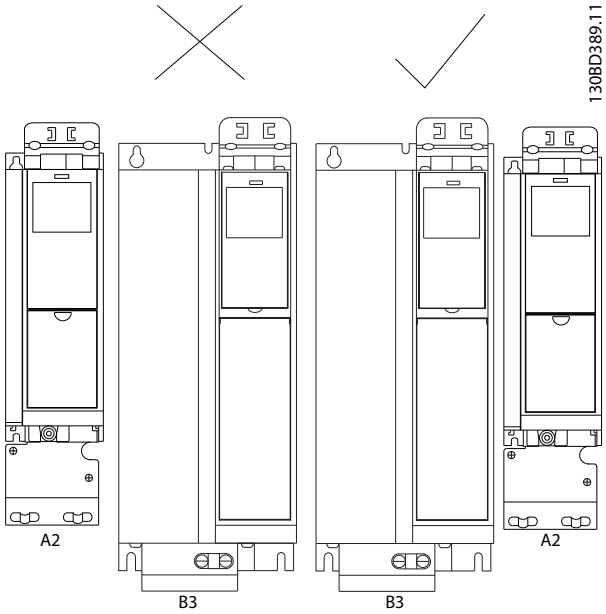


Ilustración 8.1 Montaje lado a lado correcto

Si se utiliza el kit de protección IP21 en los tipos de protección A1, A2 o A3, debe existir un espacio libre entre los convertidores de frecuencia de 50 mm, como mínimo.

Para conseguir unas condiciones de refrigeración óptimas, debe dejarse un espacio para que circule el aire libremente por encima y por debajo del convertidor de frecuencia. Consulte *Tabla 8.3*.

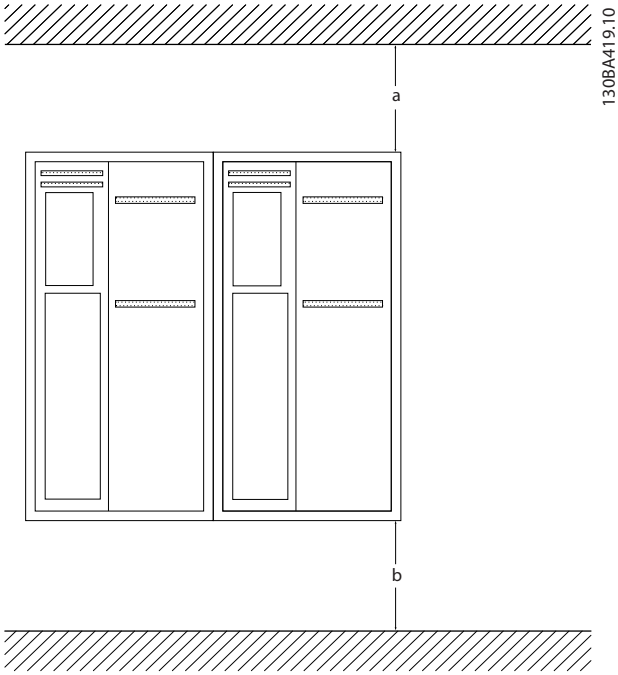


Ilustración 8.2 Separación

Tipo de protección	A1* / A2 / A3 / A4 / A5 / B1	B2/B3/B4/ C1/C3	C2/C4
a [mm]	100	200	225
b [mm]	100	200	225

Tabla 8.3 Espacio para distintos tipos de protección

8.2.1.2 Montaje en pared

Cuando se monta en una pared maciza, la instalación es directa.

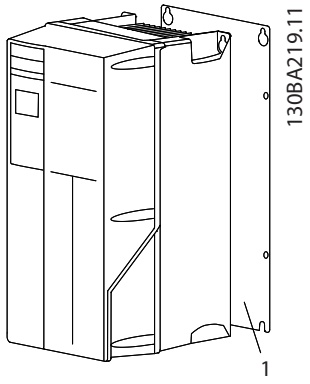
1. Realice las perforaciones de acuerdo con las medidas indicadas.
2. Utilice tornillos adecuados para la superficie de montaje del convertidor de frecuencia. Apriete de nuevo los cuatro tornillos.

Si el convertidor de frecuencia debe montarse en una pared que no sea maciza, equípelo con una placa posterior, «1», debido a la falta de aire de refrigeración sobre el disipador.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

AVISO!

La placa posterior es importante solo para A4, A5, B1, B2, C1 y C2.

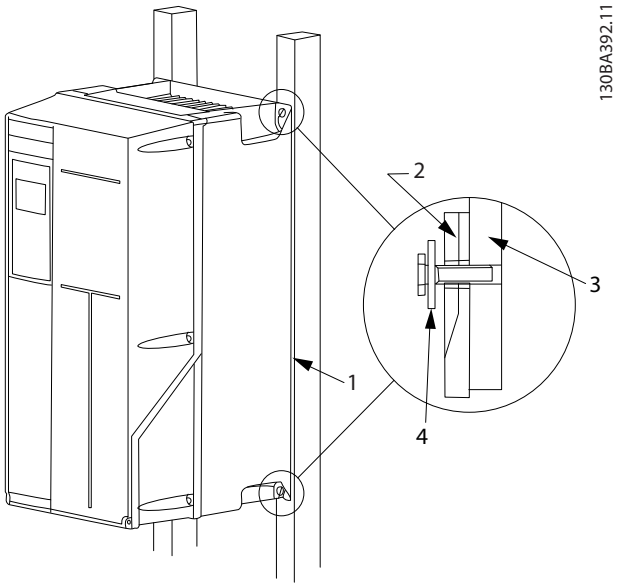


1	Placa posterior

Ilustración 8.3 El montaje en una pared no maciza requiere una placa posterior

8

Para convertidores de frecuencia con IP66, preste especial atención al mantenimiento de la superficie resistente a la corrosión. Se puede utilizar una arandela de fibra o de nailon para proteger el recubrimiento de epoxi.



1	Placa posterior
2	Convertidor de frecuencia IP66
3	Placa base
4	Arandela de fibra

Ilustración 8.4 Montaje en una pared no maciza

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

9 Instalación eléctrica

9.1 Seguridad

Consulte *capétulo 2 Seguridad* para conocer las instrucciones de seguridad generales.

⚠ADVERTENCIA

TENSIÓN INDUCIDA

La tensión inducida desde los cables del motor de salida que están juntos puede cargar los condensadores del equipo, incluso si este está apagado y bloqueado. No colocar los cables del motor de salida separados o no utilizar cables apantallados puede provocar lesiones graves o incluso la muerte.

- **coloque los cables del motor de salida separados o**
- **utilice cables apantallados**

⚠PRECAUCIÓN

RIESGO DE DESCARGA

El convertidor de frecuencia puede generar una intensidad de CC en los conductores de PE.

- **Cuando se utilice un dispositivo de protección de corriente residual (RCD) como protección antidescargas eléctricas, este solo podrá ser de tipo B en el lado de la fuente de alimentación.**

Si no se sigue la recomendación, es posible que el RCD no proporcione la protección prevista.

⚠ADVERTENCIA

PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. No efectuar la toma de tierra correcta del convertidor de frecuencia podría ser causa de lesiones graves e incluso muerte.

- **La toma a tierra correcta del equipo debe estar garantizada por un instalador eléctrico certificado.**

Para seguridad eléctrica

- Conecte a tierra el convertidor de frecuencia según las normas y directivas vigentes.
- Utilice un cable de conexión a tierra específico para el cableado de control, de la potencia de entrada y de potencia del motor.
- No conecte a tierra un convertidor de frecuencia unido a otro en un sistema de «cadena».
- Las conexiones del cable a tierra deben ser lo más cortas que sea posible.
- Observe los requisitos de cableado del fabricante del motor.
- Sección transversal mínima del cable: 10 mm^2 (o 2 cables de conexión a tierra con especificación nominal terminados por separado).

Para una instalación conforme a EMC

- Establezca contacto eléctrico entre el apantallamiento del cable y la protección del convertidor de frecuencia mediante prensacables metálicos o las abrazaderas suministradas con el equipo (consulte el *capétulo 9.4 Conexión del motor*).
- Se recomienda utilizar un cable con muchos hilos para reducir las interferencias eléctricas.
- No utilice cables de conexión flexibles.

AVISO!

ECUALIZACIÓN DE POTENCIAL

Existe el riesgo de que se produzcan interferencias eléctricas cuando el potencial de tierra entre el convertidor de frecuencia y el sistema es diferente. Instale cables de ecualización entre los componentes del sistema. Sección transversal del cable recomendada: 16 mm^2.

⚠ADVERTENCIA

PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. No efectuar la toma de tierra correcta del convertidor de frecuencia podría ser causa de lesiones graves e incluso muerte.

- **La toma a tierra correcta del equipo debe estar garantizada por un instalador eléctrico certificado.**

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

9.2 Cables

AVISO!

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

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

9.2.1 Par de apriete

Tipo de protección	200-240 V [kW]	380-500 V [kW]	525-690 V [kW]	Cable para	Par de apriete [Nm]
A1	0.25-1.5	0.37-1.5	-	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	0.5-0.6
A2	0.25-2.2	0,37-4	-		
A3	3-3,7	5.5-7.5	1.1-7.5		
A4	0.25-2.2	0,37-4			
A5	3-3,7	5.5-7.5	-		
B1	5.5-7.5	11-15	-	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	1,8
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
B2	11	18,5-22	11-22	Red, resistencia de freno, cables de carga compartida	4,5
				Cables de motor	4,5
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
B3	5.5-7.5	11-15	-	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	1,8
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
B4	11-15	18,5-30	11-30	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	4,5
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
C1	15-22	30-45	-	Red, resistencia de freno, cables de carga compartida	10
				Cables de motor	10
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
C2	30-37	55-75	30-75	Red, cables de motor	14 (hasta 95 mm^2) 24 (a partir de 95 mm^2)
				Carga compartida, cables de freno	14
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
C3	18,5-22	30-37	37-45	Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor	10
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3
C4	37-45	55-75	-	Red, cables de motor	14 (hasta 95 mm^2) 24 (a partir de 95 mm^2)
				Carga compartida, cables de freno	14
				Relé	0.5-0.6
				Tierra	2-3

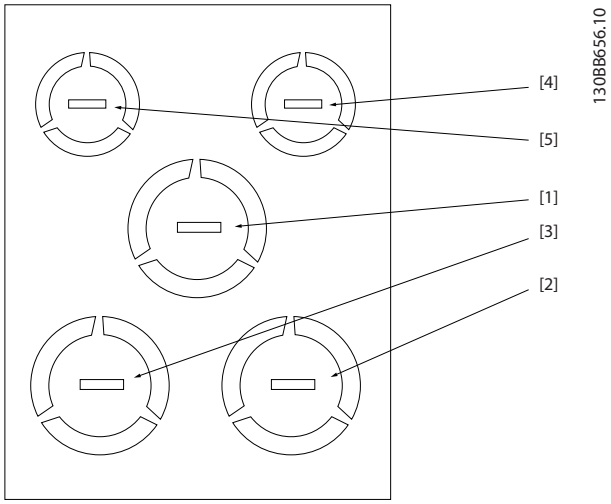
Tabla 9.1 Par de apriete para cables

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

9.2.2 Orificios de entrada

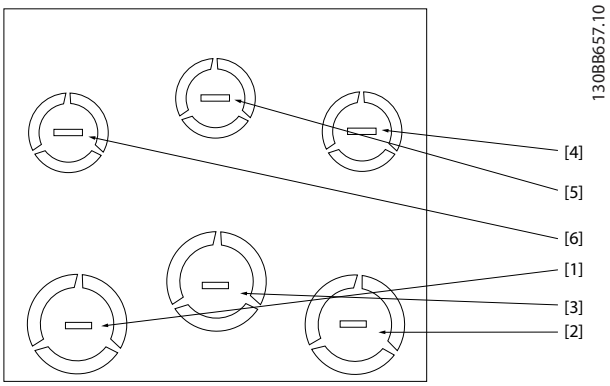
1. Retire la entrada de cable del convertidor de frecuencia (al quitar los troqueles, evite que caigan piezas externas dentro del convertidor de frecuencia).
2. La entrada de cable debe estar sujeta alrededor del troquel que se va a retirar.
3. Ahora puede retirar el troquel con un mandril robusto y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

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



Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freno / carga compartida	3/4	28,4	M25
4) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerancia ±0,2 mm			

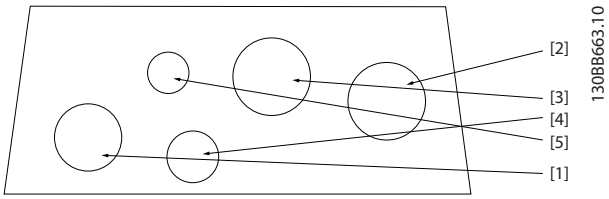
Ilustración 9.1 A2 - IP21



Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freno / carga compartida	3/4	28,4	M25
4) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
6) Cable de control	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerancia ±0,2 mm			

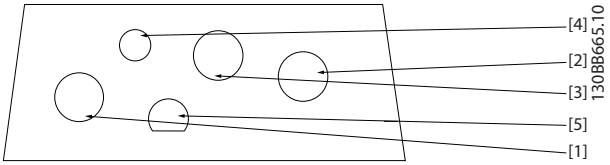
Ilustración 9.2 A3 - IP21

9



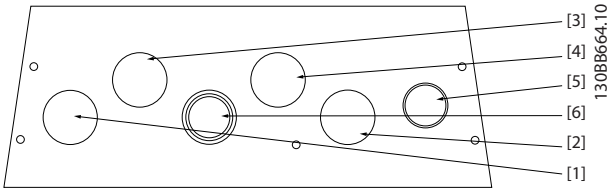
Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freno / carga compartida	3/4	28,4	M25
4) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Retirado	-	-	-
[1)] Tolerancia ±0,2 mm			

Ilustración 9.3 A4 - IP55



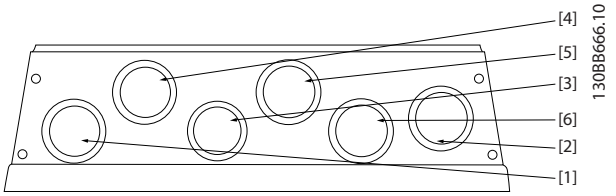
Número de orificio y uso recomendado	Métrica más próxima
1) Red	M25
2) Motor	M25
3) Freno / carga compartida	M25
4) Cable de control	M16
5) Cable de control	M20

Ilustración 9.4 A4 - IP55 Orificios roscados para prensacables



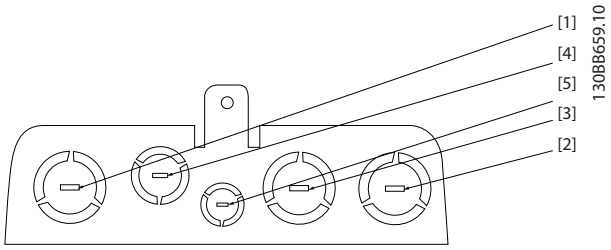
Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	3/4	28,4	M25
2) Motor	3/4	28,4	M25
3) Freno / carga compartida	3/4	28,4	M25
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control[2)]	3/4	28,4	M25
6) Cable de control[2)]	3/4	28,4	M25
[1)] Tolerancia ±0,2 mm [2)] Orificio prepunzonado			

Ilustración 9.5 A5 - IP55



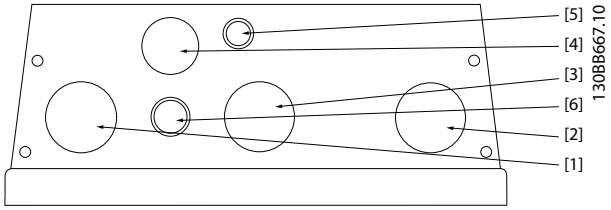
Número de orificio y uso recomendado	Métrica más próxima
1) Red	M25
2) Motor	M25
3) Freno / carga compartida	28,4 mm1)
4) Cable de control	M25
5) Cable de control	M25
6) Cable de control	M25
1) Orificio prepunzonado	

Ilustración 9.6 A5- IP55 Orificios roscados para prensacables



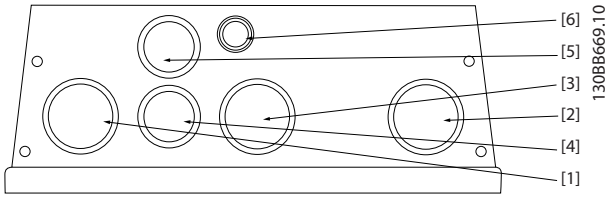
Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	1	34,7	M32
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
1) Tolerancia ±0,2 mm			

Ilustración 9.7 B1 - IP21



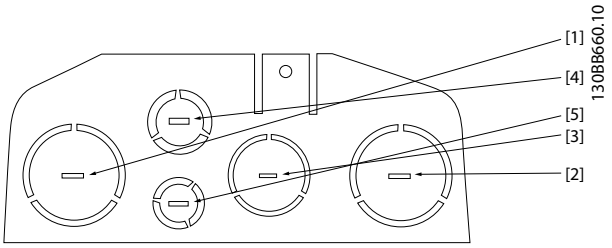
Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Cable de control[2)]	1/2	22,5	M20
1) Tolerancia ±0,2 mm 2) Orificio prepunzonado			

Ilustración 9.8 B1 - IP55



Número de orificio y uso recomendado	Métrica más próxima
1) Red	M32
2) Motor	M32
3) Freno / carga compartida	M32
4) Cable de control	M25
5) Cable de control	M25
6) Cable de control	22,5 mm1)
1) Orificio prepunzonado	

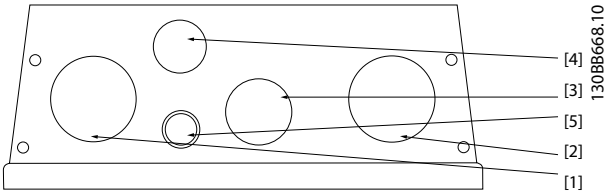
Ilustración 9.9 B1 - IP55 Orificios roscados para prensacables



Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
1) Tolerancia ±0,2 mm			

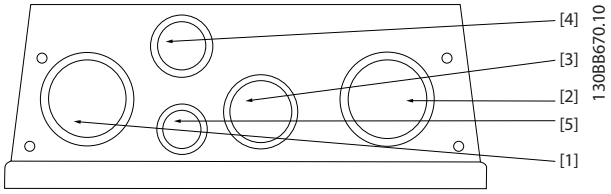
Ilustración 9.10 B2 - IP21

9



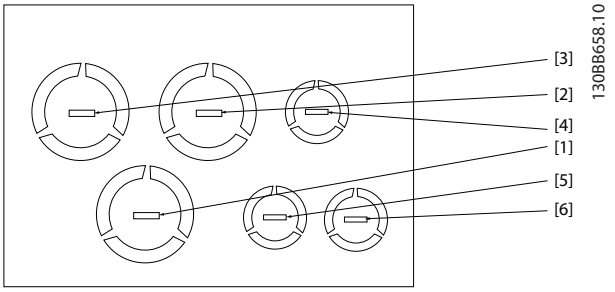
Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1 1/4	44,2	M40
2) Motor	1 1/4	44,2	M40
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control[2)]	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerancia ±0,2 mm [2)] Orificio prepunzonado			

Ilustración 9.11 B2 - IP55



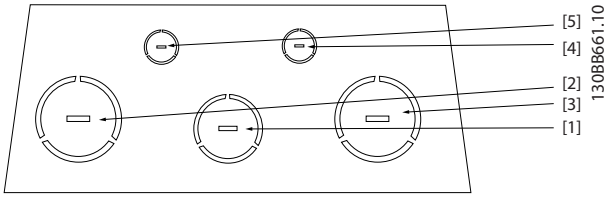
Número de orificio y uso recomendado	Métrica más próxima
1) Red	M40
2) Motor	M40
3) Freno / carga compartida	M32
4) Cable de control	M25
5) Cable de control	M20

Ilustración 9.12 B2 - IP55 Orificios roscados para prensacables



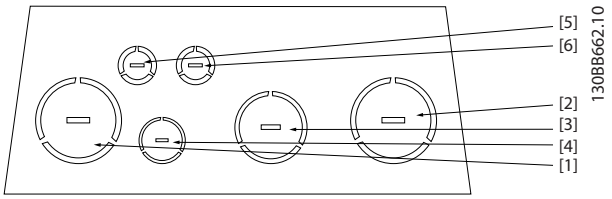
Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	1	34,7	M32
2) Motor	1	34,7	M32
3) Freno / carga compartida	1	34,7	M32
4) Cable de control	1/2	22,5	M20
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
6) Cable de control	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerancia ±0,2 mm			

Ilustración 9.13 B3 - IP21



Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Freno / carga compartida	1 1/2	50,2	M50
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerancia ±0,2 mm			

Ilustración 9.14 C1 - IP21



Número de orificio y uso recomendado	Dimensiones[1)]		Métrica más próxima
	UL [in]	[mm]	
1) Red	2	63,3	M63
2) Motor	2	63,3	M63
3) Freno / carga compartida	1 1/2	50,2	M50
4) Cable de control	3/4	28,4	M25
5) Cable de control	1/2	22,5	M20
6) Cable de control	1/2	22,5	M20
[1)] Tolerancia ±0,2 mm			

Ilustración 9.15 C2 - IP21

9.2.3 Apriete de la cubierta tras realizar las conexiones

Tipo de protección	IP20	IP21	IP55	IP66
A1	*	-	-	-
A2	*	*	-	-
A3	*	*	-	-
A4/A5	-	-	2	2
B1	-	*	2,2	2,2
B2	-	*	2,2	2,2
B3	*	-	-	-
B4	*	-	-	-
C1	-	*	2,2	2,2
C2	-	*	2,2	2,2
C3	2	-	-	-
C4	2	-	-	-
* = Sin tornillos para atornillar - = No existe				

Tabla 9.2 Apriete de la cubierta (Nm)

9.3 Conexión de red

Es obligatorio conectar a tierra la conexión de red correctamente mediante el terminal 95 del convertidor de frecuencia, consulte el *capétulo 9.1.1 Toma de tierra*.

La sección transversal del cable de conexión a tierra debe ser de 10 mm^2, como mínimo, o bien deben utilizarse 2 cables de especificación nominal para red terminados por separado conforme a EN 50178.
Utilice un cable no apantallado.

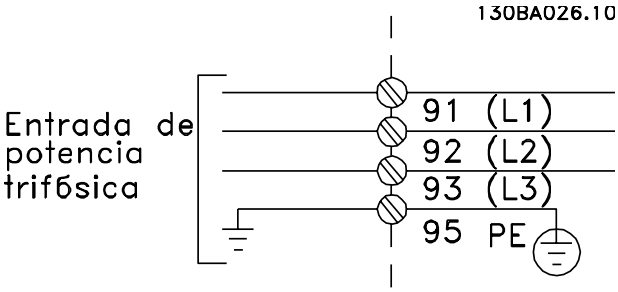


Ilustración 9.16 Conexión de red

AVISO!

El uso de fusibles y / o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación es obligatorio para garantizar el cumplimiento de CEI 60364 para CE o NEC 2009 para UL, consulte el *capétulo 9.3.1.4 Conformidad con UL*.

AVISO!

Si se superan los 480 V RMS

RIESGO DE DAÑAR EL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA CON EL FILTRO RFI INSTALADO

Cuando se instala en una red con conexión a tierra en triángulo o una red IT (incluyendo la condición de fallo a tierra), la tensión de entrada de la red en el rango de 380-500 V (T4, T5) no debe superar los 480 V RMS entre la red y la tierra.

Para algunas protecciones, el montaje es diferente si el convertidor de frecuencia se configura de fábrica con un interruptor de red. Las diferentes posibilidades se ilustran a continuación.

9

Conexión de red para protecciones A1, A2 y A3:

AVISO!

El conector de alimentación se puede utilizar en convertidores de frecuencia de hasta 7,5 kW.

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

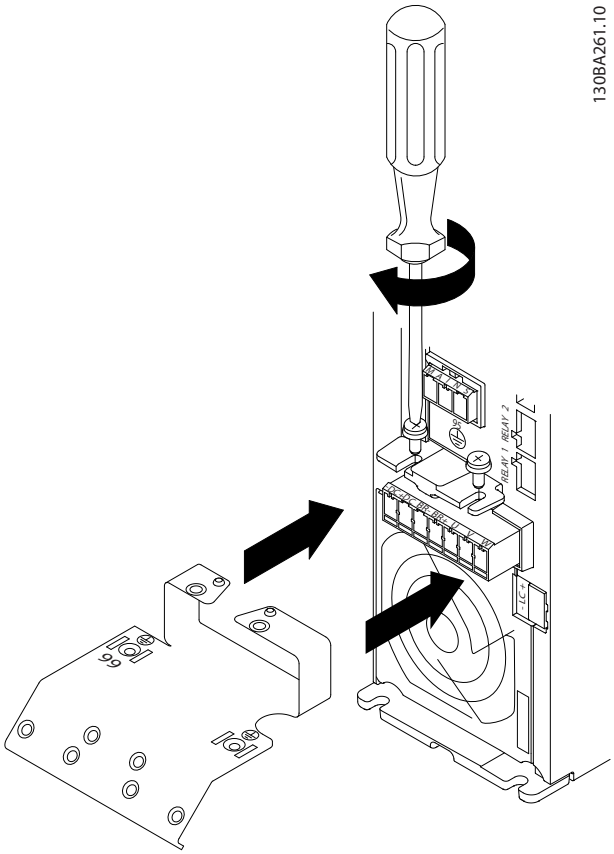


Ilustración 9.17 Placa de soporte

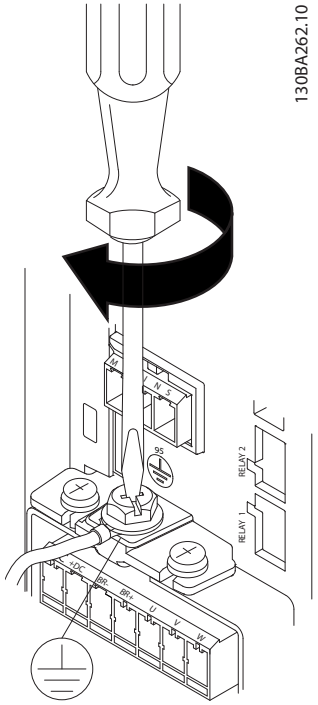


Ilustración 9.18 Apriete del cable de conexión a tierra

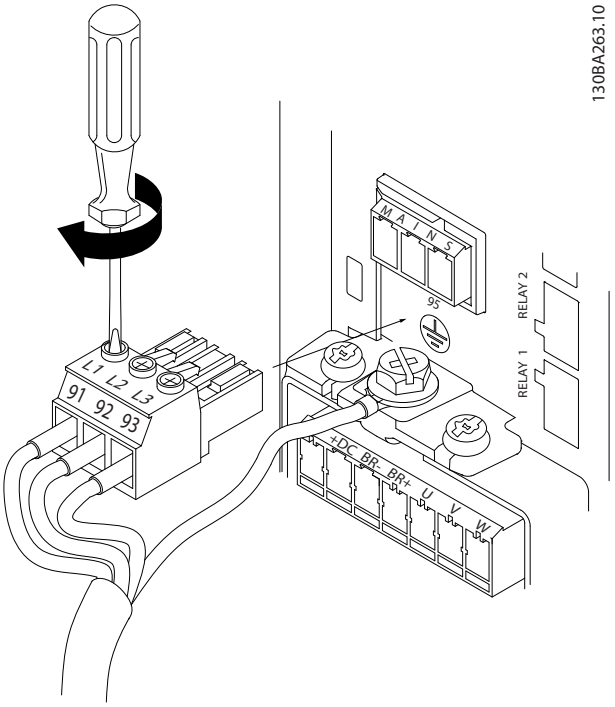


Ilustración 9.19 Montaje del conector de red y apriete de los cables

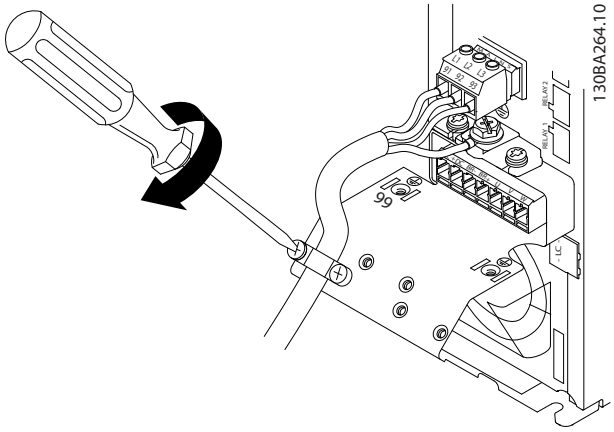


Ilustración 9.20 Apriete el bastidor de soporte

Conector de red para protecciones A4 / A5

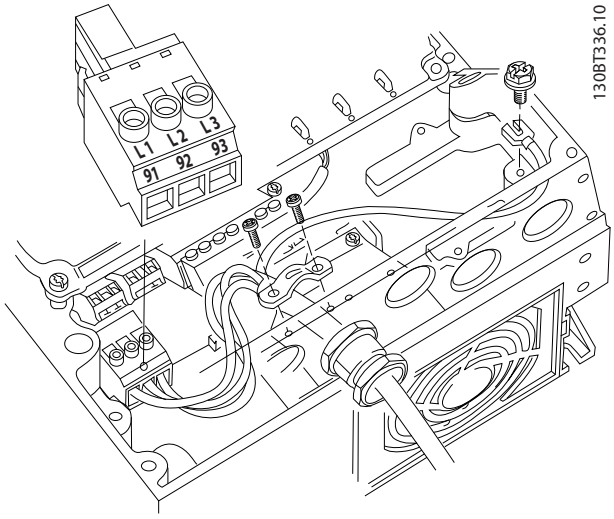


Ilustración 9.21 Conexión a la red y a tierra sin desconector

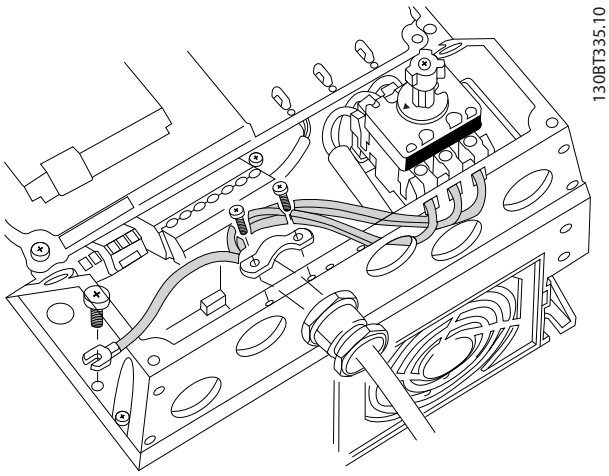


Ilustración 9.22 Conexión a la red y a tierra con desconector

Cuando se utiliza un desconector (protecciones A4 / A5), monte la toma de tierra en el lado izquierdo del convertidor de frecuencia.

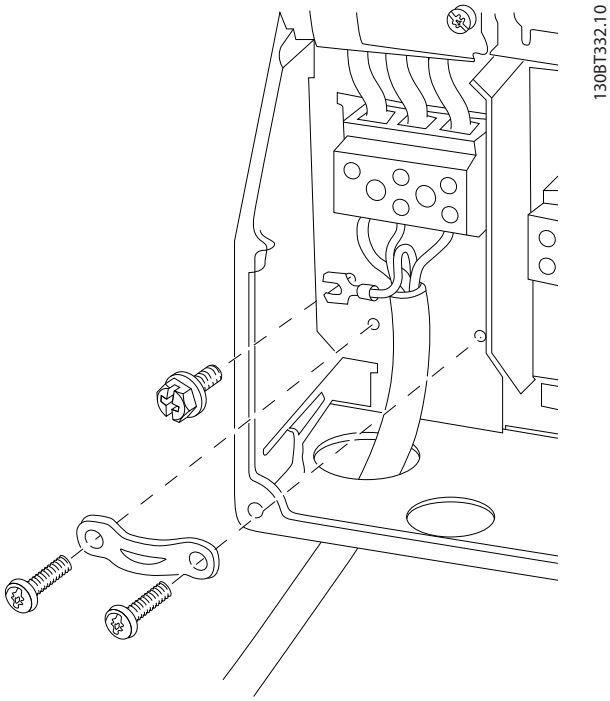


Ilustración 9.23 Conexión de red para protecciones B1 y B2

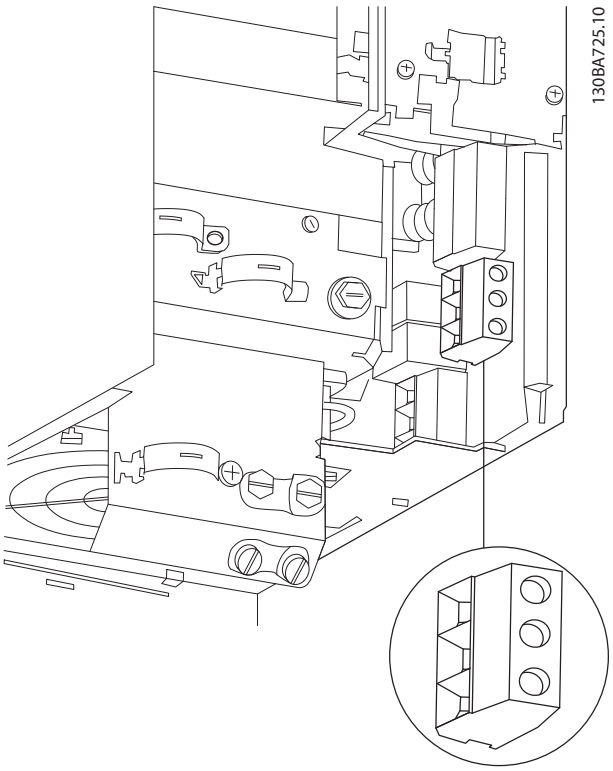


Ilustración 9.24 Conexión de red para protección B3

9

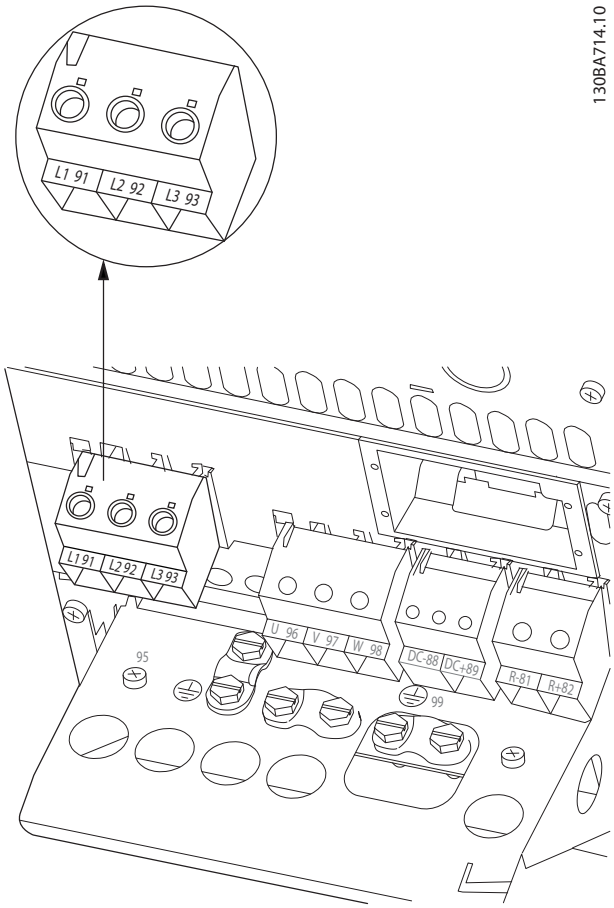


Ilustración 9.25 Conexión de red para protección B4

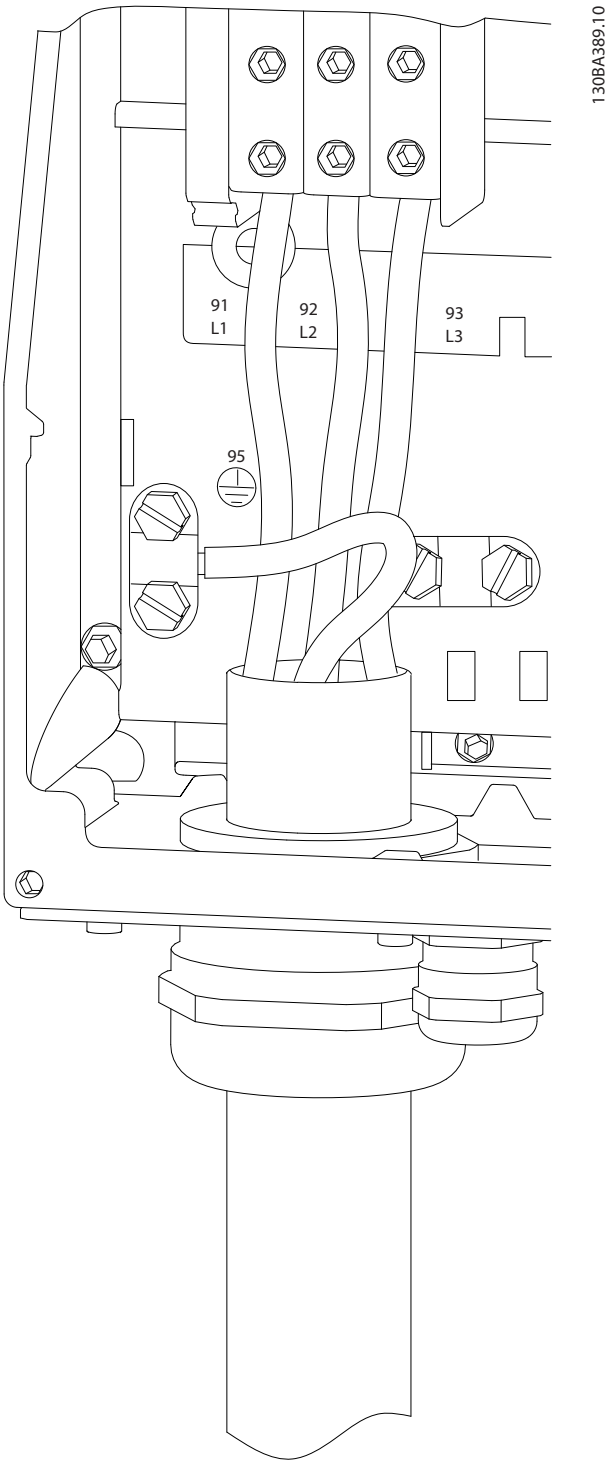


Ilustración 9.26 Conexión de red para protecciones C1 y C2 (IP21 / NEMA tipo 1 e IP55/66 / NEMA tipo 12)

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

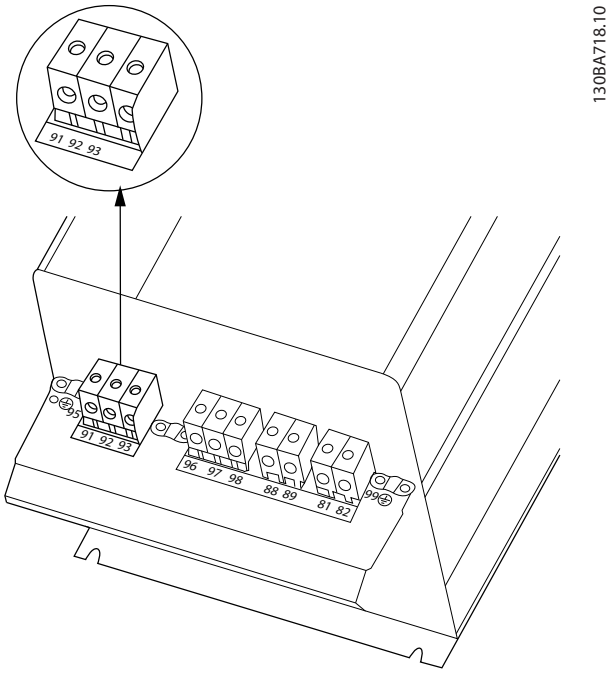


Ilustración 9.27 Conexión de red para protecciones C3 (IP20).

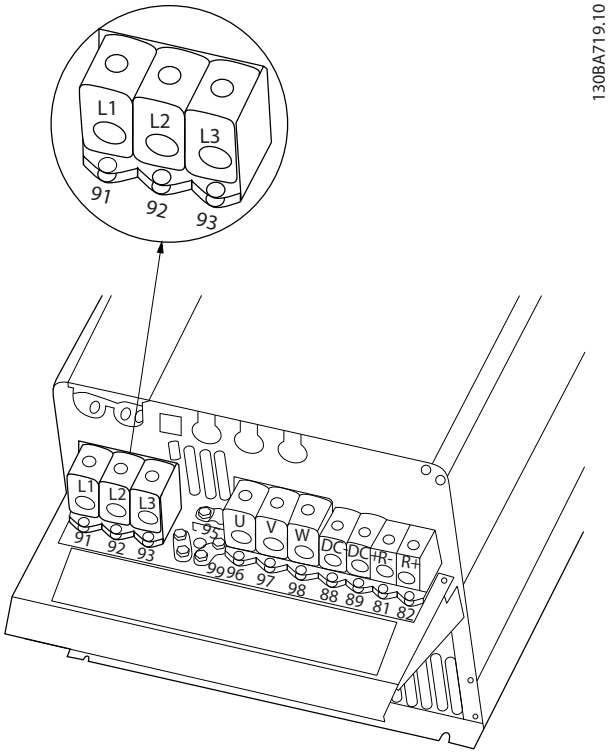


Ilustración 9.28 Conexión de red para protecciones C4 (IP20).

9.3.1 Fusibles y magnetotérmicos

9.3.1.1 Fusibles

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

AVISO!

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

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

AVISO!

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

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

9.3.1.2 Recomendaciones

En las tablas de *capétulo 9.3.1 Fusibles y magnetotérmicos* se indica la intensidad nominal recomendada. Los fusibles recomendados son de tipo gG para potencias bajas y medias. Para tamaños de potencia superiores, se recomiendan los fusibles aR. En el caso de los magneto-térmicos, se recomiendan los tipos de Moeller. Pueden utilizarse otros tipos de magnetotérmicos con tal de que limiten la energía en el interior del convertidor de frecuencia a un intervalo igual o inferior que el de los tipos de Moeller.

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

Para obtener más información, consulte la *Nota sobre la aplicación Fusibles y Magnetotérmicos, MN90T*.

9.3.1.3 Cumplimiento de la normativa CE

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

Los siguientes fusibles son adecuados para su uso en un circuito capaz de proporcionar 100 000 A_{rms} (simétricos), 240 V, 500 V, 600 V o 690 V, dependiendo de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. Con los fusibles adecuados, la clasificación de corriente de cortocircuito (SCCR) del convertidor de frecuencia es de 100 000 A_{rms}.

Los siguientes fusibles UL de la lista están disponibles:

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

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

Protección	Potencia [kW]	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máx. recomendado	Magnetotérmico recomendado Moeller	Nivel de desconexión máx. [A]
A1	0.25-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	3.0-3.7	gG-16 (3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0.25-2.2	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.25-3.7	gG-10 (0,25-1,5) gG-16 (2,2-3) gG-20 (3,7)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	5.5-7.5	gG-25 (5,5) gG-32 (7,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	11	gG-50	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	5,5	gG-25	gG-63	PKZM4-50	50
B4	7,5-15	gG-32 (7,5) gG-50 (11) gG-63 (15)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	15-22	gG-63 (15) gG-80 (18,5) gG-100 (22)	gG-160 (15-18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	160
C2	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250
C3	18,5-22	gG-80 (18,5) aR-125 (22)	gG-150 (18,5) aR-160 (22)	NZMB2-A200	150
C4	30-37	aR-160 (30) aR-200 (37)	aR-200 (30) aR-250 (37)	NZMB2-A250	250

Tabla 9.3 200-240 V, tipo de protección A, B y C

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Protección	Potencia [kW]	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máx. recomendado	Magnetotérmico recomendado Moeller	Nivel de desconexión máx. [A]
A1	0.37-1.5	gG-10	gG-25	PKZM0-10	10
A2	0.37-4.0	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-16	gG-32	PKZM0-25	25
A4	0,37-4	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.37-7.5	gG-10 (0,37-3) gG-16 (4-7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-15	gG-40	gG-80	PKZM4-63	63
B2	18,5-22	gG-50 (18,5) gG-63 (22)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-40	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-50 (18,5) gG-63 (22) gG-80 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	30-45	gG-80 (30) gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-160	NZMB2-A200	160
C2	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-100 (37) gG-160 (45)	gG-150 (37) gG-160 (45)	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-200 (55) aR-250 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabla 9.4 380-500 V, tipo de protección A, B y C

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Protección	Potencia [kW]	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máx. recomendado	Magnetotérmico recomendado Moeller	Nivel de desconexión máx. [A]
A2	0-75-4,0	gG-10	gG-25	PKZM0-16	16
A3	5.5-7.5	gG-10 (5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
A5	0.75-7.5	gG-10 (0,75-5,5) gG-16 (7,5)	gG-32	PKZM0-25	25
B1	11-18	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-40 (18,5)	gG-80	PKZM4-63	63
B2	22-30	gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-100	NZMB1-A100	100
B3	11-15	gG-25 (11) gG-32 (15)	gG-63	PKZM4-50	50
B4	18,5-30	gG-40 (18,5) gG-50 (22) gG-63 (30)	gG-125	NZMB1-A100	100
C1	37-55	gG-63 (37) gG-100 (45) aR-160 (55)	gG-160 (37-45) aR-250 (55)	NZMB2-A200	160
C2	75	aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250
C3	37-45	gG-63 (37) gG-100 (45)	gG-150	NZMB2-A200	150
C4	55-75	aR-160 (55) aR-200 (75)	aR-250	NZMB2-A250	250

Tabla 9.5 525-600 V, tipo de protección A, B y C

Protección	Potencia [kW]	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máx. recomendado	Magnetotérmico recomendado Moeller	Nivel de desconexión máx. [A]
A3	1,1 1,5 2,2 3 4 5,5 7,5	gG-6 gG-6 gG-6 gG-10 gG-10 gG-16 gG-16	gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25 gG-25	PKZM0-16	16
B2/B4	11 15 18 22	gG-25 (11) gG-32 (15) gG-32 (18) gG-40 (22)	gG-63	-	-
B4/C2	30	gG-63 (30)	gG-80 (30)	-	-
C2/C3	37 45	gG-63 (37) gG-80 (45)	gG-100 (37) gG-125 (45)		
C2	55 75	gG-100 (55) gG-125 (75)	gG-160 (55-75)		

Tabla 9.6 525-690 V, tipo de protección A, B y C

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

9.3.1.4 Conformidad con UL

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

Los fusibles o magnetotérmicos son obligatorios para cumplir con la norma NEC 2009. (Danfoss) recomienda utilizar una selección de los siguientes:

	Fusible máx. recomendado					
Potencia [kW]	**Bussmann Tipo RK1[1)]**	**Bussmann Tipo J**	**Bussmann Tipo T**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**	**Bussmann Tipo CC**
0.25-0.37	KTN-R-05	JKS-05	JJN-05	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
0.55-1.1	KTN-R-10	JKS-10	JJN-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
1,5	KTN-R-15	JKS-15	JJN-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
2,2	KTN-R-20	JKS-20	JJN-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
3,0	KTN-R-25	JKS-25	JJN-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
3,7	KTN-R-30	JKS-30	JJN-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
5.5	KTN-R-50	KS-50	JJN-50	-	-	-
7,5	KTN-R-60	JKS-60	JJN-60	-	-	-
11	KTN-R-80	JKS-80	JJN-80	-	-	-
15-18,5	KTN-R-125	JKS-125	JJN-125	-	-	-
22	KTN-R-150	JKS-150	JJN-150	-	-	-
30	KTN-R-200	JKS-200	JJN-200	-	-	-
37	KTN-R-250	JKS-250	JJN-250	-	-	-

Tabla 9.7 200-240 V, tipos de protección A, B y C

	Fusible máx. recomendado			
Potencia [kW]	**SIBA Tipo RK1**	**Littel fuse Tipo RK1**	**Ferraz-Shawmut Tipo CC**	**Ferraz-Shawmut Tipo RK13**
0.25-0.37	5017906-005	KLN-R-05	ATM-R-05	A2K-05-R
0.55-1.1	5017906-010	KLN-R-10	ATM-R-10	A2K-10-R
1,5	5017906-016	KLN-R-15	ATM-R-15	A2K-15-R
2,2	5017906-020	KLN-R-20	ATM-R-20	A2K-20-R
3,0	5017906-025	KLN-R-25	ATM-R-25	A2K-25-R
3,7	5012406-032	KLN-R-30	ATM-R-30	A2K-30-R
5.5	5014006-050	KLN-R-50	-	A2K-50-R
7,5	5014006-063	KLN-R-60	-	A2K-60-R
11	5014006-080	KLN-R-80	-	A2K-80-R
15-18,5	2028220-125	KLN-R-125	-	A2K-125-R
22	2028220-150	KLN-R-150	-	A2K-150-R
30	2028220-200	KLN-R-200	-	A2K-200-R
37	2028220-250	KLN-R-250	-	A2K-250-R

Tabla 9.8 200-240 V, tipos de protección A, B y C

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

	Fusible máx. recomendado			
Potencia [kW]	Bussmann Tipo JFHR2[2)]	Littel fuse JFHR2	Ferraz-Shawmut JFHR2[4)]	Ferraz-Shawmut J
0.25-0.37	FWX-5	-	-	HSJ-6
0.55-1.1	FWX-10	-	-	HSJ-10
1,5	FWX-15	-	-	HSJ-15
2,2	FWX-20	-	-	HSJ-20
3,0	FWX-25	-	-	HSJ-25
3,7	FWX-30	-	-	HSJ-30
5.5	FWX-50	-	-	HSJ-50
7,5	FWX-60	-	-	HSJ-60
11	FWX-80	-	-	HSJ-80
15-18,5	FWX-125	-	-	HSJ-125
22	FWX-150	L25S-150	A25X-150	HSJ-150
30	FWX-200	L25S-200	A25X-200	HSJ-200
37	FWX-250	L25S-250	A25X-250	HSJ-250

Tabla 9.9 200-240 V, tipos de protección A, B y C

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

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

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

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

9

	Fusible máx. recomendado					
Potencia [kW]	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
0,37-1,1	KTS-R-6	JKS-6	JJS-6	FNQ-R-6	KTK-R-6	LP-CC-6
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R-20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5.5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-40	JKS-40	JJS-40	-	-	-
15	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
18	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
22	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
30	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
37	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
45	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
55	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	-	-	-
75	KTS-R-250	JKS-250	JJS-250	-	-	-

Tabla 9.10 380-500 V, tipo de protección A, B y C

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

	Fusible máx. recomendado			
Potencia [kW]	SIBA Tipo RK1	Littel fuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo CC	Ferraz-Shawmut Tipo RK1
0,37-1,1	5017906-006	KLS-R-6	ATM-R-6	A6K-6-R
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-10	ATM-R-10	A6K-10-R
3	5017906-016	KLS-R-15	ATM-R-15	A6K-15-R
4	5017906-020	KLS-R-20	ATM-R-20	A6K-20-R
5.5	5017906-025	KLS-R-25	ATM-R-25	A6K-25-R
7,5	5012406-032	KLS-R-30	ATM-R-30	A6K-30-R
11	5014006-040	KLS-R-40	-	A6K-40-R
15	5014006-050	KLS-R-50	-	A6K-50-R
18	5014006-063	KLS-R-60	-	A6K-60-R
22	2028220-100	KLS-R-80	-	A6K-80-R
30	2028220-125	KLS-R-100	-	A6K-100-R
37	2028220-125	KLS-R-125	-	A6K-125-R
45	2028220-160	KLS-R-150	-	A6K-150-R
55	2028220-200	KLS-R-200	-	A6K-200-R
75	2028220-250	KLS-R-250	-	A6K-250-R

Tabla 9.11 380-500 V, tipo de protección A, B y C

	Fusible máx. recomendado			
Potencia [kW]	Bussmann JFHR2	Ferraz-Shawmut J	Ferraz-Shawmut JFHR2[1)]	Littel fuse JFHR2
0,37-1,1	FWH-6	HSJ-6	-	-
1.5-2.2	FWH-10	HSJ-10	-	-
3	FWH-15	HSJ-15	-	-
4	FWH-20	HSJ-20	-	-
5.5	FWH-25	HSJ-25	-	-
7,5	FWH-30	HSJ-30	-	-
11	FWH-40	HSJ-40	-	-
15	FWH-50	HSJ-50	-	-
18	FWH-60	HSJ-60	-	-
22	FWH-80	HSJ-80	-	-
30	FWH-100	HSJ-100	-	-
37	FWH-125	HSJ-125	-	-
45	FWH-150	HSJ-150	-	-
55	FWH-200	HSJ-200	A50-P-225	L50-S-225
75	FWH-250	HSJ-250	A50-P-250	L50-S-250

Tabla 9.12 380-500 V, tipo de protección A, B y C

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

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

	Fusible máx. recomendado					
Potencia [kW]	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
0.75-1.1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabla 9.13 525-600 V, tipo de protección A, B y C

	Fusible máx. recomendado			
Potencia [kW]	SIBA Tipo RK1	Littel fuse Tipo RK1	Ferraz-Shawmut Tipo RK1	Ferraz-Shawmut J
0.75-1.1	5017906-005	KLS-R-005	A6K-5-R	HSJ-6
1.5-2.2	5017906-010	KLS-R-010	A6K-10-R	HSJ-10
3	5017906-016	KLS-R-015	A6K-15-R	HSJ-15
4	5017906-020	KLS-R-020	A6K-20-R	HSJ-20
5,5	5017906-025	KLS-R-025	A6K-25-R	HSJ-25
7,5	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HSJ-30
11	5014006-040	KLS-R-035	A6K-35-R	HSJ-35
15	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HSJ-45
18	5014006-050	KLS-R-050	A6K-50-R	HSJ-50
22	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HSJ-60
30	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HSJ-80
37	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HSJ-100
45	2028220-125	KLS-R-125	A6K-125-R	HSJ-125
55	2028220-150	KLS-R-150	A6K-150-R	HSJ-150
75	2028220-200	KLS-R-175	A6K-175-R	HSJ-175

Tabla 9.14 525-600 V, tipo de protección A, B y C

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

	Fusible máx. recomendado					
Potencia [kW]	Bussmann Tipo RK1	Bussmann Tipo J	Bussmann Tipo T	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC	Bussmann Tipo CC
1,1	KTS-R-5	JKS-5	JJS-6	FNQ-R-5	KTK-R-5	LP-CC-5
1.5-2.2	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	FNQ-R-10	KTK-R-10	LP-CC-10
3	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	FNQ-R-15	KTK-R-15	LP-CC-15
4	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	FNQ-R-20	KTK-R-20	LP-CC-20
5,5	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	FNQ-R-25	KTK-R-25	LP-CC-25
7,5	KTS-R-30	JKS-30	JJS-30	FNQ-R-30	KTK-R-30	LP-CC-30
11	KTS-R-35	JKS-35	JJS-35	-	-	-
15	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	-	-	-
18	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	-	-	-
22	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	-	-	-
30	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	-	-	-
37	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	-	-	-
45	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	-	-	-
55	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	-	-	-
75	KTS-R-175	JKS-175	JJS-175	-	-	-

Tabla 9.15 525-690 V, tipo de protección A, B y C

	Fusible máx. recomendado							
Potencia [kW]	Fusible previo máximo	Bussmann E52273 RK1/JDDZ	Bussmann E4273 J/JDDZ	Bussmann E4273 T/JDDZ	SIBA E180276 RK1/JDDZ	LittelFuse E81895 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E163267 / E2137 RK1/JDDZ	Ferraz-Shawmut E2137 J/HSJ
11	30 A	KTS-R-30	JKS-30	JKJS-30	5017906-030	KLS-R-030	A6K-30-R	HST-30
15-18,5	45 A	KTS-R-45	JKS-45	JJS-45	5014006-050	KLS-R-045	A6K-45-R	HST-45
22	60 A	KTS-R-60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R-060	A6K-60-R	HST-60
30	80 A	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	5014006-080	KLS-R-075	A6K-80-R	HST-80
37	90 A	KTS-R-90	JKS-90	JJS-90	5014006-100	KLS-R-090	A6K-90-R	HST-90
45	100 A	KTS-R-100	JKS-100	JJS-100	5014006-100	KLS-R-100	A6K-100-R	HST-100
55	125 A	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	2028220-125	KLS-150	A6K-125-R	HST-125
75	150 A	KTS-R-150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-175	A6K-150-R	HST-150

Tabla 9.16 525-690 V, tipos de protección B y C

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

9.4 Conexión del motor

⚠ADVERTENCIA

TENSIÓN INDUCIDA

La tensión inducida desde los cables del motor de salida que están juntos puede cargar los condensadores del equipo, incluso si este está apagado y bloqueado. No colocar los cables del motor de salida separados o no utilizar cables apantallados puede provocar lesiones graves o incluso la muerte.

- **coloque los cables del motor de salida separados o**
- **utilice cables apantallados**

Conexión del motor

AVISO!

Para cumplir las especificaciones de emisión EMC, se necesitan cables apantallados / blindados. Para obtener más información, consulte el *capétulo 5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC* y la *Ilustración 3.3*.

Consulte *capétulo 6.2 Especificaciones generales* para elegir las dimensiones correctas de sección transversal y longitud del cable de motor.

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

Tabla 9.17 Descripción de los terminales

1) Conexión a tierra protegida

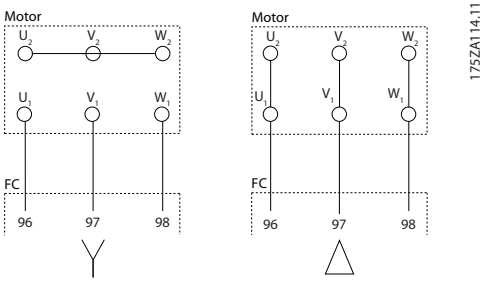


Ilustración 9.29 Conexiones en estrella y en triángulo

AVISO!

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

Apantallamiento de los cables

Evite la instalación con extremos de pantalla retorcida (cables de conexión flexibles). Eliminan el efecto de apantallamiento a frecuencias elevadas. Si necesita interrumpir el apantallamiento para instalar un aislamiento de motor o un contactor de motor, el apantallamiento debe continuarse con la menor impedancia de AF posible.

AVISO!

Pele una parte del cable de motor para exponer la pantalla de detrás de la abrazadera de cables y conecte la conexión a tierra al terminal 99.

Conecte el apantallamiento del cable de motor a la placa de desacoplamiento del convertidor de frecuencia y al chasis metálico del motor.
Realice las conexiones del apantallamiento con la mayor superficie posible (abrazadera de cables). Para ello, utilice los dispositivos de instalación suministrados con el convertidor de frecuencia.
Si es necesario romper el apantallamiento para instalar aislamientos o relés de motor, el apantallamiento debe tener la menor impedancia de AF posible.

Longitud y sección transversal del cable

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

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

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

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

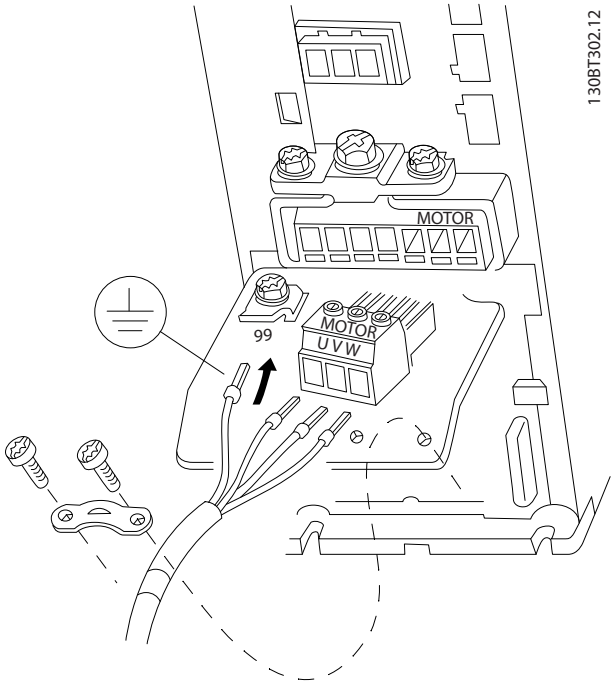


Ilustración 9.30 Conexión del motor para protecciones A1, A2 y A3

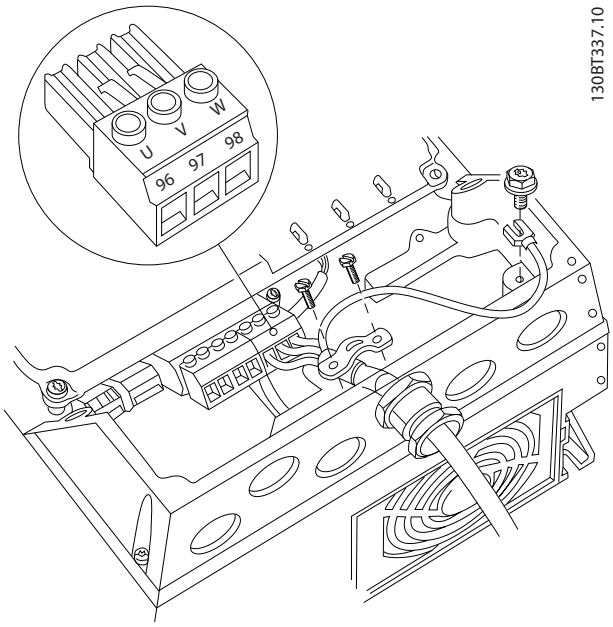


Ilustración 9.31 Conexión del motor para protecciones A4 / A5

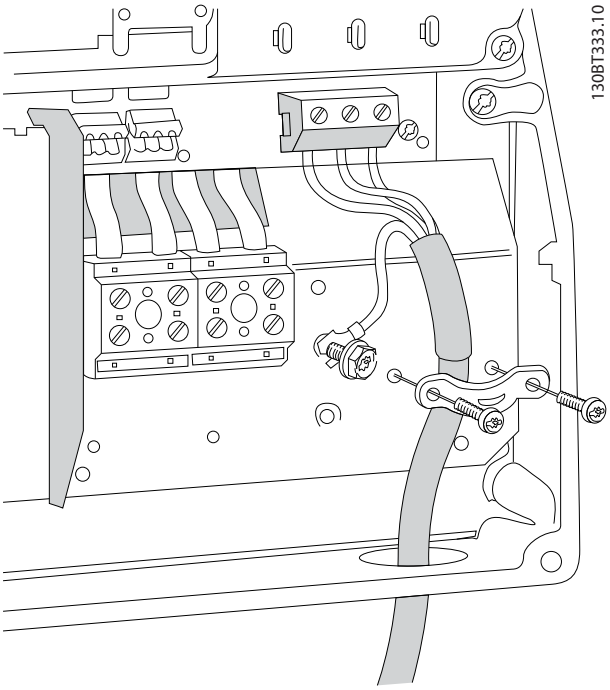


Ilustración 9.32 Conexión del motor para protecciones B1 y B2

9

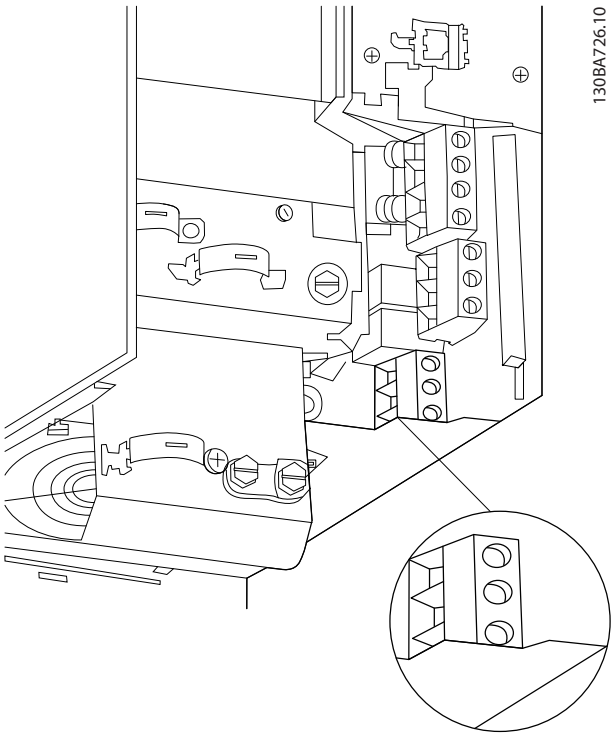


Ilustración 9.33 Conexión del motor para protección B3

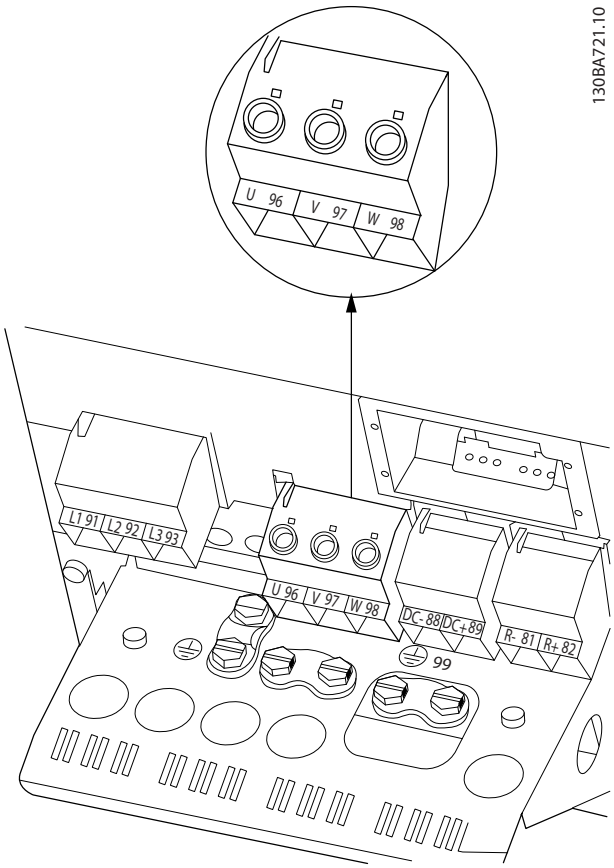


Ilustración 9.34 Conexión del motor para protección B4

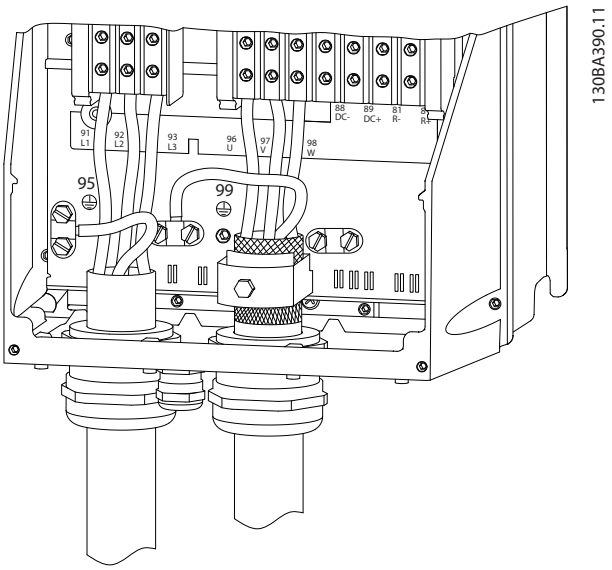


Ilustración 9.35 Conexión del motor para protecciones C1 y C2 (IP21 / NEMA Tipo 1 y IP55/66 / NEMA Tipo 12)

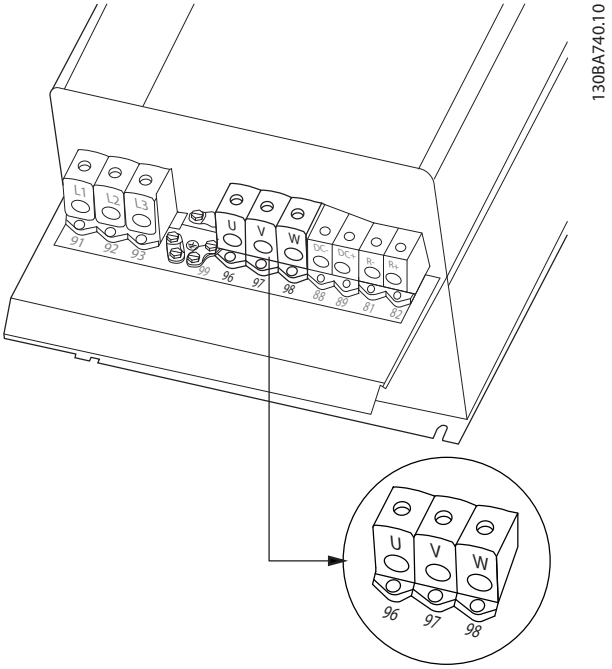


Ilustración 9.36 Conexión del motor para protecciones C3 y C4

9.5 Protección de corriente de fuga a tierra

Siga las normas locales y nacionales sobre la conexión a tierra de protección del equipo con una corriente de fuga >3,5 mA.
La conexión a tierra de protección debe tener una sección transversal de 10 mm^2, como mínimo, o consistir en 2 cables separados, cada uno con la misma sección transversal que los cables de fase. La tecnología del convertidor de frecuencia implica una conmutación de alta frecuencia con alta potencia. De este modo, se genera una corriente de fuga en la conexión a tierra.
La corriente de fuga a tierra está compuesta por varias contribuciones y depende de las diversas configuraciones del sistema, incluido el filtro RFI, la longitud del cable de motor, el apantallamiento del cable de motor y la potencia del convertidor de frecuencia.

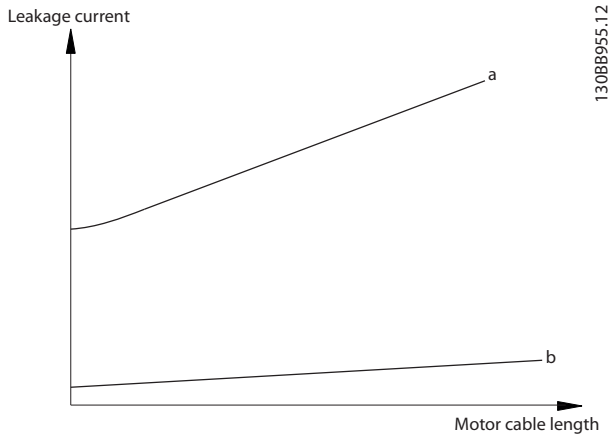


Ilustración 9.37 La longitud del cable de motor y el tamaño de potencia influyen en la corriente de fuga. Potencia a > potencia b

La corriente de fuga también depende de la distorsión de la línea.

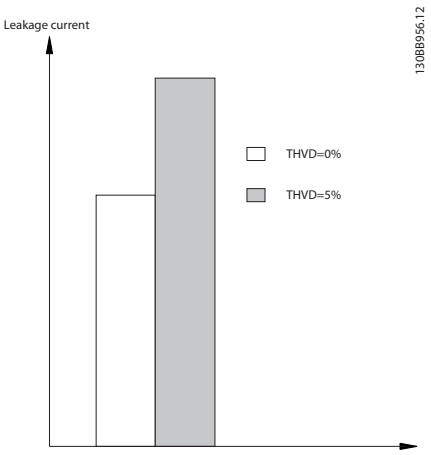


Ilustración 9.38 La distorsión de la línea influye en la corriente de fuga

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

- Cable de conexión a tierra (terminal 95) de 10 mm^2, como mínimo
- Dos cables de conexión a tierra independientes que cumplan con las normas de dimensionamiento

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

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

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

La corriente de fuga incluye varias frecuencias que proceden tanto de la frecuencia de red como de la frecuencia de conmutación. Que la frecuencia de conmutación se detecte depende del tipo de RCD utilizado.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

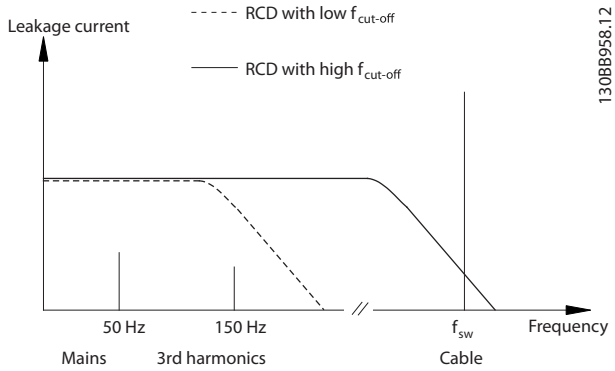


Ilustración 9.39 Contribuciones principales a la corriente de fuga

La cantidad de corriente de fuga detectada por el RCD depende de la frecuencia de corte del RCD.

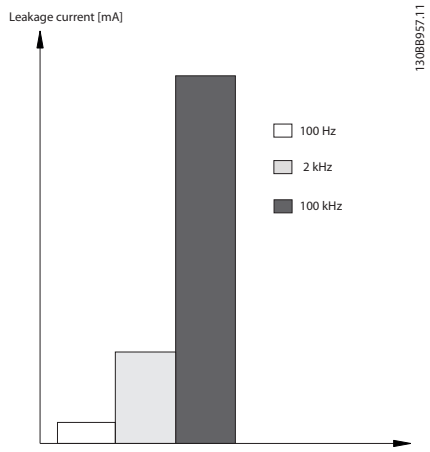


Ilustración 9.40 Influencia de la frecuencia de corte del RCD en la respuesta / medición

9.6 Conexiones adicionales

9.6.1 Relé

Relé 1

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

Relé 2 (no FC 301)

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

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

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

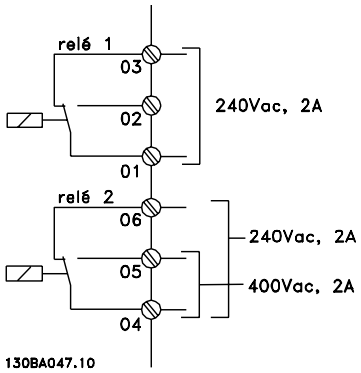


Ilustración 9.41 Salidas de relé 1 y 2

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

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

Tabla 9.18 Descripción de relés

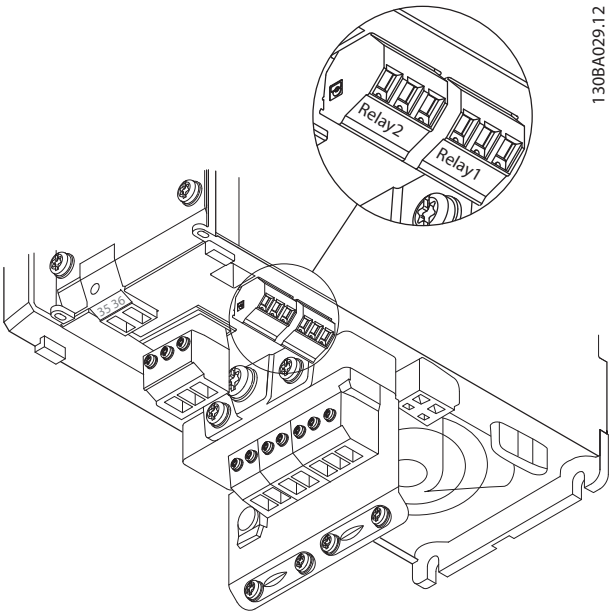


Ilustración 9.42 Terminales para conexión del relé (Tipos de protección A1, A2 y A3).

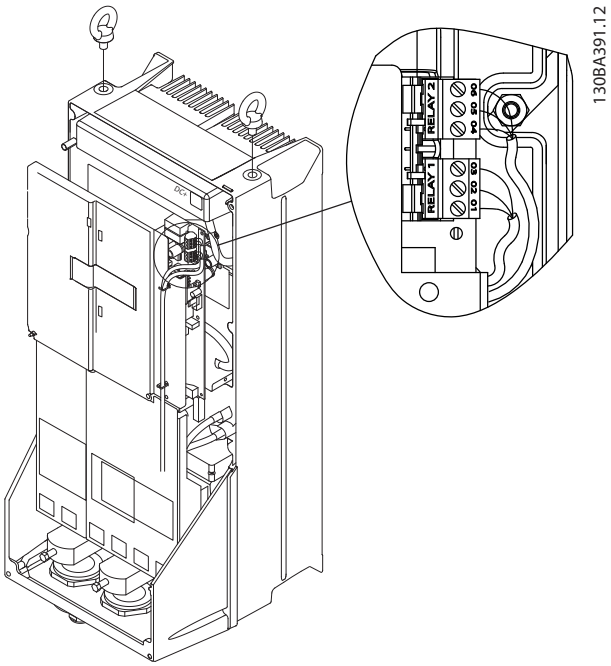


Ilustración 9.43 Terminales para conexión del relé (Tipos de protección C1 y C2).

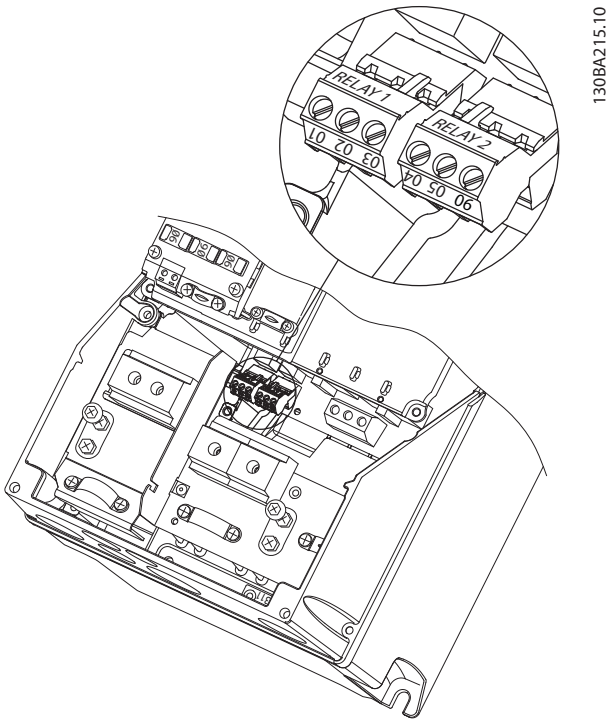


Ilustración 9.44 Terminales para conexión del relé (Tipos de protección A5, B1 y B2).

9.6.2 Desconectores y contactores

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

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

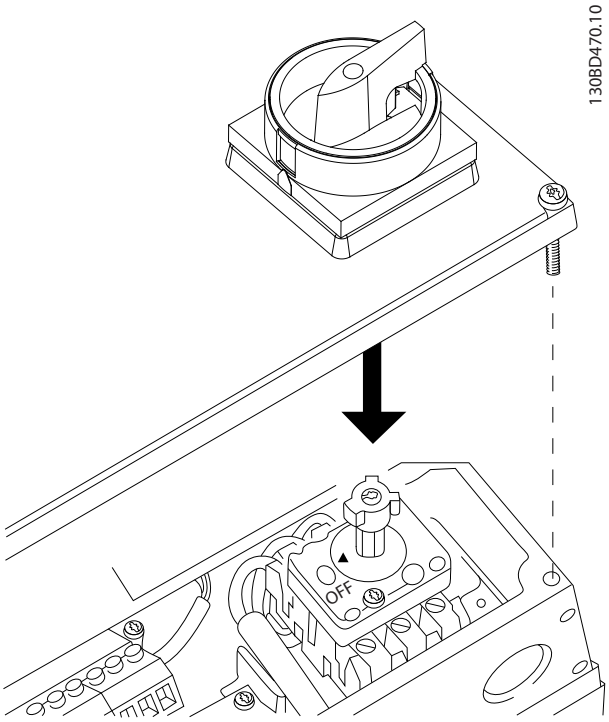
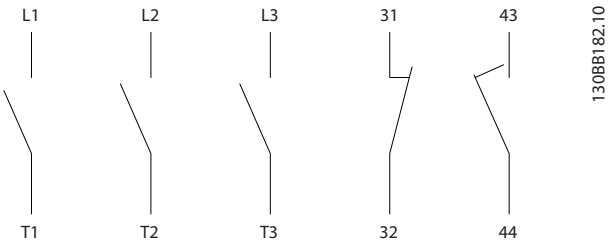
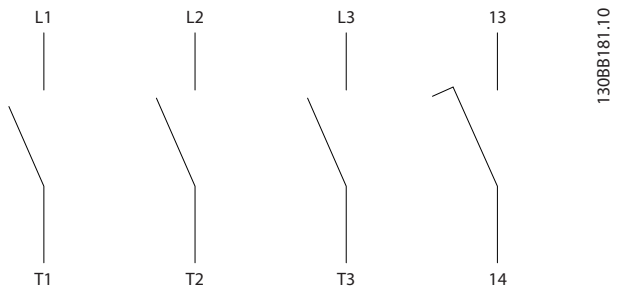


Ilustración 9.45 Ubicación del interruptor de red



Tipo de protección	Tipo
A4/A5	Kraus&Naimer KG20A T303
B1	Kraus&Naimer KG64 T303
B2	Kraus&Naimer KG64 T303

Ilustración 9.46 Conexiones de terminal para A4, A5, B1, B2



Tipo de protección	Tipo
C1	Kraus&Naimer KG100 T303
C1	Kraus&Naimer KG105 T303
C2	Kraus&Naimer KG160 T303

Ilustración 9.47 Conexiones de terminal para C1, C2

9.6.3 Carga compartida

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

El cable de conexión debe apantallarse y la longitud máx. desde el convertidor de frecuencia hasta la barra de CC está limitada a 25 m (82 ft).
La carga compartida permite enlazar los circuitos intermedios de CC de varios convertidores de frecuencia.

⚠PRECAUCIÓN

Tenga en cuenta que, en los terminales, pueden generarse tensiones de hasta 1099 V CC.
La carga compartida requiere equipo y condiciones de seguridad adicionales.

⚠PRECAUCIÓN

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

9.6.4 Resistencia de freno

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

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

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

AVISO!

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

⚠PRECAUCIÓN

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

9.6.5 Software para PC

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

El USB es un bus serie que emplea 4 cables apantallados con 4 clavijas de toma a tierra conectadas al apantallamiento en el puerto USB del PC. Si se conecta el PC a un convertidor de frecuencia a través del cable USB, existe el riesgo potencial de dañar el controlador del host del USB del PC. Todos los PC estándar se fabrican sin aislamiento galvánico en el puerto USB.
Cualquier diferencia de potencial de toma de tierra, causada por no seguir las recomendaciones descritas en el apartado *Conexión de la red de CA* del *Manual de funcionamiento,* puede dañar el controlador del host del USB a través del apantallamiento del cable USB.
Se recomienda emplear un aislamiento USB con aislamiento galvánico para proteger el controlador del host del USB del PC de las diferencias de potencial de toma de tierra, cuando se conecta el PC a un convertidor de frecuencia a través de un cable USB.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

No se recomienda utilizar un cable de alimentación de PC con un conector de tierra si el PC está conectado a un convertidor de frecuencia a través de un cable USB. Reduce la diferencia de potencial de la toma de tierra, pero no elimina todas las diferencias de potencial debidas a la toma de tierra y al apantallamiento conectado al puerto USB del PC.

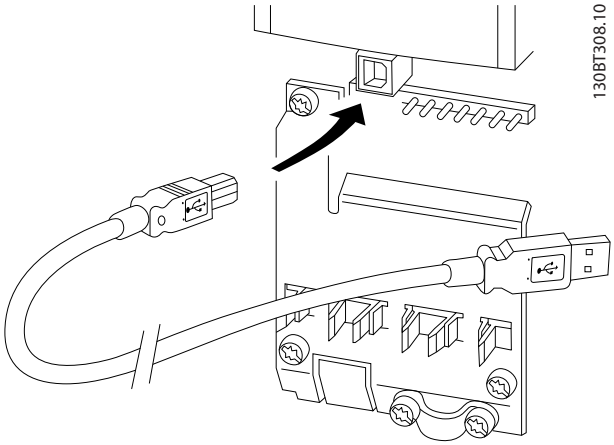


Ilustración 9.48 Conexión USB

9.6.5.1 MCT 10

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

Almacenamiento de datos en el PC a través del MCT 10 Software de configuración

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB.
2. Abra el MCT 10 Software de configuración
3. Seleccione el puerto USB en el apartado *network*.
4. Seleccione *copy*.
5. Seleccione el apartado *project*.
6. Seleccione *paste*.
7. Seleccione *save as*.

En este momento, se almacenarán todos los parámetros.

Transferencia de datos del PC al convertidor de frecuencia a través del MCT 10 Software de configuración

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB.
2. Abra el MCT 10 Software de configuración
3. Seleccione *Open* (se muestran los archivos guardados).
4. Abra el archivo apropiado.
5. Seleccione *Write to drive*.

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

Tiene a su disposición un manual independiente del MCT 10 Software de configuración. Descárguelo en *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/*.

9.6.5.2 MCT 31

La herramienta para PC de cálculo de armónicos, MCT 31, permite realizar con facilidad una estimación de la distorsión armónica en una aplicación cualquiera. La distorsión armónica tanto de los convertidores de frecuencia de Danfoss como de otras marcas puede calcularse mediante dispositivos de medición por reducción armónica, como los filtros AHF de Danfoss y los rectificadores de 12-18 impulsos.

MCT 31 también puede descargarse desde *www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/*.

9.6.5.3 Software de cálculo de armónicos (HCS)

El HCS es una versión avanzada de la herramienta de cálculo de armónicos. Los resultados calculados se comparan con las normas pertinentes y se pueden imprimir.

Consulte *www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START*

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

9.7 Información adicional del motor

9.7.1 Cable de motor

Es posible utilizar cualquier tipo de motor asíncrono trifásico estándar con una unidad de convertidor de frecuencia. Según el ajuste de fábrica, el motor gira en sentido horario con la salida del convertidor de frecuencia conectada del modo siguiente:

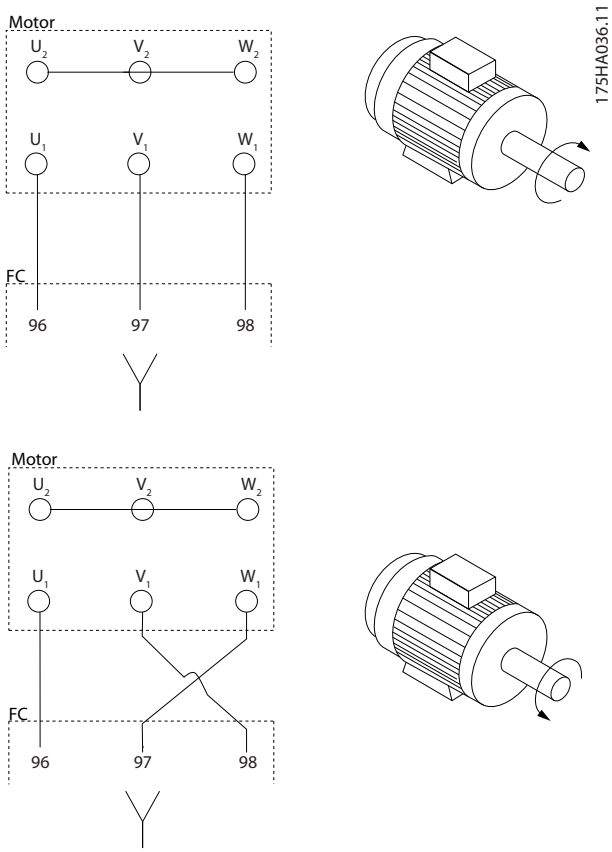


Ilustración 9.49 Conexión de terminal para giros en sentido horario y en sentido antihorario

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

Es posible realizar la verificación de la rotación del motor mediante *1-28 Comprob. rotación motor* y siguiendo los pasos que se indican en la pantalla.

9.7.2 Conexión de motores múltiples

AVISO!

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

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

- El modo VCC^{plus} se puede utilizar en algunas aplicaciones.
- El consumo total de corriente por parte de los motores no debe sobrepasar la corriente nominal de salida I_{INV} del convertidor de frecuencia.
- No utilice conexiones de punto común para longitudes de cable largas, consulte la *Ilustración 9.51*.
- La longitud total del cable de motor detallada en la *Tabla 5.2* es válida siempre y cuando se mantengan cortos los cables paralelos (menos de 10 m cada uno), consulte la *Ilustración 9.53* y la *Ilustración 9.54*.
- Tenga en cuenta la caída de tensión en todos los cables de motor, consulte la *Ilustración 9.54*.
- Para cables paralelos largos, utilice el filtro LC, consulte la *Ilustración 9.54*.
- Para cables largos sin conexión paralela, consulte la *Ilustración 9.55*.

AVISO!

Cuando los motores se encuentran conectados en paralelo, *1-02 Realimentación encoder motor Flux* no se puede utilizar y *1-01 Principio control motor* debe estar ajustado a *[0] U/f*.

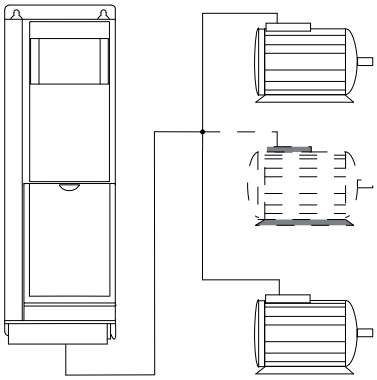


Ilustración 9.50 Conexión de punto común para longitudes del cable cortas

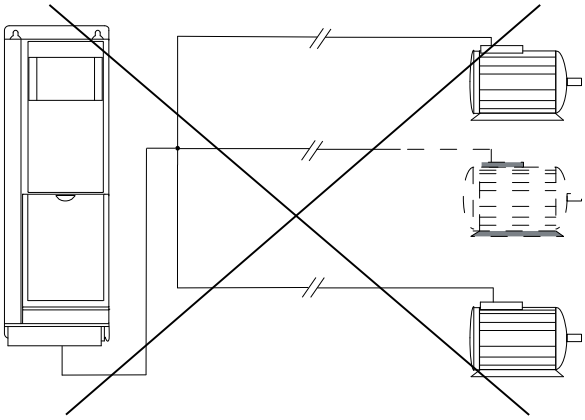


Ilustración 9.51 Conexión de punto común para longitudes del cable largas

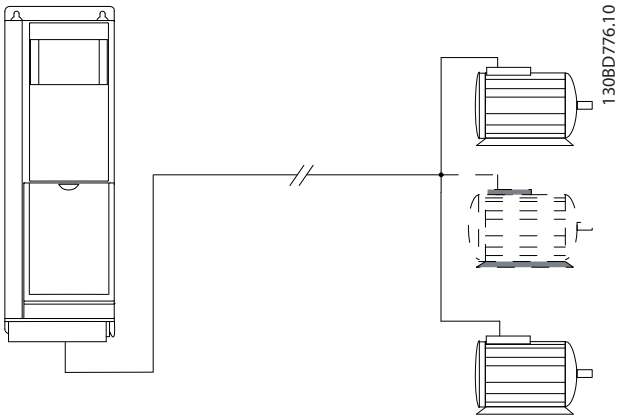


Ilustración 9.52 Cables paralelos sin carga

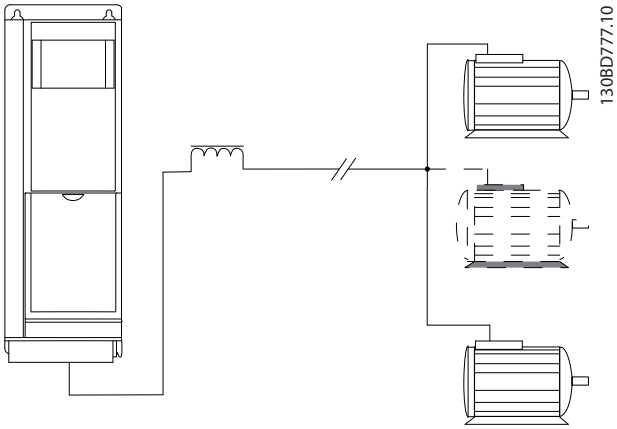


Ilustración 9.53 Cables paralelos con carga

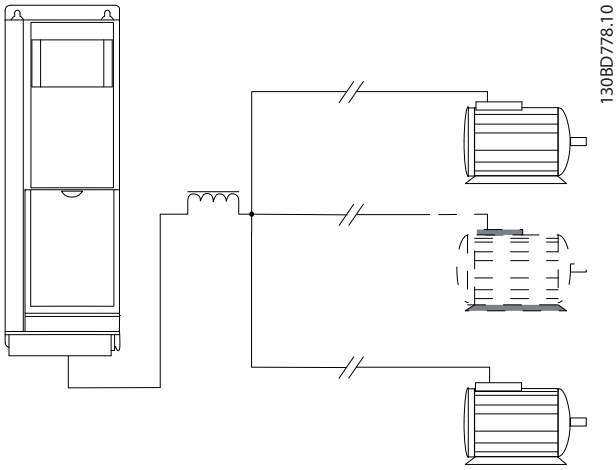


Ilustración 9.54 Filtro LC para cables paralelos largos

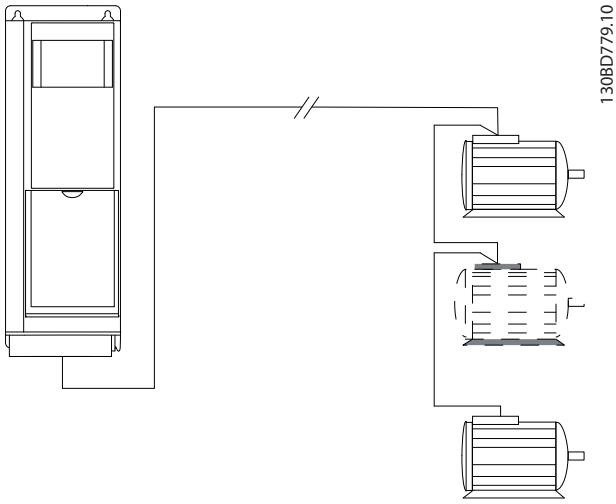


Ilustración 9.55 Cables largos en conexión en serie

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Tipos de protección	Potencia [kW]	Tensión [V]	1 cable [m]	2 cables [m]	3 cables [m]	4 cables [m]
A1, A2, A4, A5	0.37-0.75	400	150	45	8	6
		500	150	7	4	3
A2, A4, A5	1.1-1.5	400	150	45	20	8
		500	150	45	5	4
A2, A4, A5	2,2-4	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	6
A3, A4, A5	5.5-7.5	400	150	45	20	11
		500	150	45	20	11
B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4	11-75	400	150	75	50	37
		500	150	75	50	37
A3	1.1-7.5	525-690	100	50	33	25
B4	11-30	525-690	150	75	50	37
C3	37-45	525-690	150	75	50	37

Tabla 9.19 Longitud del cable máx. para cada cable paralelo

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

9.8 Seguridad

9.8.1 Prueba de alta tensión

Realice una prueba de alta tensión cortocircuitando los terminales U, V, W, L_1, L_2 y L_3. Aplique un máximo de 2,15 kV CC para los convertidores de frecuencia de 380-500 V y de 2,525 kV CC para los de 525-690 V, durante un segundo, entre el cortocircuito y el chasis.

⚠ADVERTENCIA

Si se somete a toda la instalación a una prueba de alta tensión, interrumpa la conexión del motor y de la red si las corrientes de fuga son demasiado altas.

9.8.2 Conexión a tierra EMC

Práctica correcta de conexión a tierra EMC

- Respete la conexión a tierra de seguridad.
- Si mantiene la conexión a tierra lo más corta posible, se obtiene el mejor rendimiento de EMC.
- Los cables con mayor sección cuadrada tienen una impedancia menor y una mejor conexión a tierra EMC.
- Si se utilizan más dispositivos con armarios metálicos, móntelos en una placa de montaje de metal común para mejorar el rendimiento de EMC.

AVISO!

Si es necesario, utilice arandelas para fijar pernos, p. ej., si hay piezas pintadas.

⚠PRECAUCIÓN

POSIBLE PELIGRO EN CASO DE FALLO INTERNO
Existe el riesgo de sufrir lesiones personales cuando el convertidor de frecuencia no está correctamente cerrado.

- **Antes de suministrar electricidad, asegúrese de que todas las cubiertas de seguridad están colocadas y fijadas de forma segura.**

9.8.3 Instalación conforme a ADN

Las unidades con protección Ingress de clasificación IP55 (NEMA 12) o superior evitan la formación de chispas y se clasifican como aparatos eléctricos con riesgo de explosión limitado según el acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables (ADN).

En las unidades con protección Ingress de clasificación IP20, IP21 o IP54, el riesgo de formación de chispas se evita de la siguiente forma:

- No instale un interruptor de red
- Asegúrese de que *14-50 Filtro RFI* está ajustado en *[1] Sí*.
- Retire todos los conectores de relé marcados como «RELÉ». Consulte *Ilustración 9.56*.
- Compruebe qué opciones de relé están instaladas, si es que las hay. La única opción de relé permitida es la tarjeta de relé ampliada MCB 113.

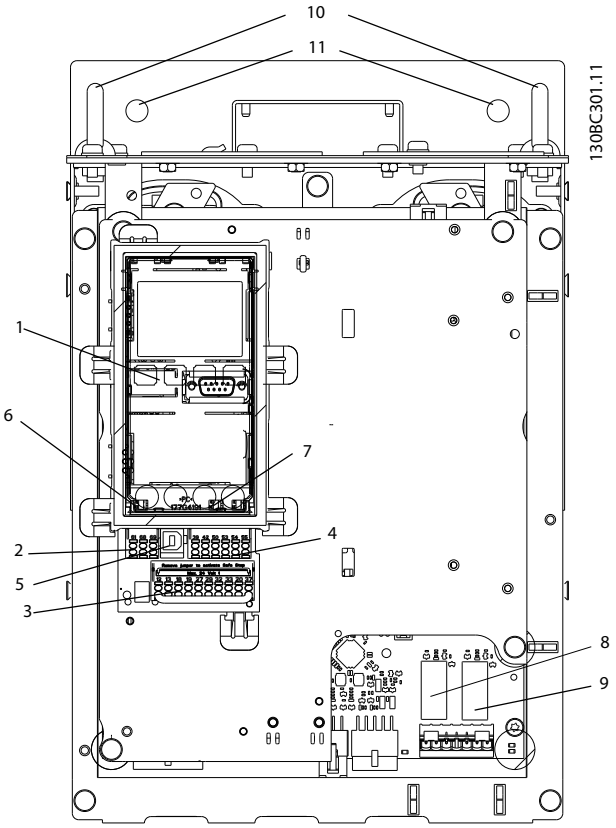


Ilustración 9.56 Ubicación de los conectores de relé, pos. 8 y 9.

La declaración del fabricante está disponible bajo pedido.

10 Ejemplos de aplicaciones

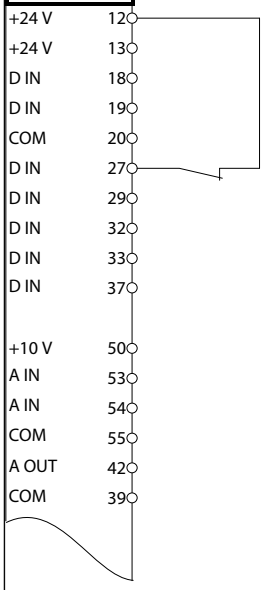
10.1 Aplicaciones empleadas comúnmente

Los ejemplos de esta sección pretenden ser una referencia rápida para aplicaciones comunes.

- Los ajustes de parámetros son los valores regionales predeterminados, salvo que se indique lo contrario (seleccionado en *0-03 Ajustes regionales*).
- Los parámetros asociados con los terminales y sus ajustes se muestran al lado de los dibujos.
- Cuando se necesitan ajustes de conmutación para los terminales analógicos A53 o A54, también se mostrarán.

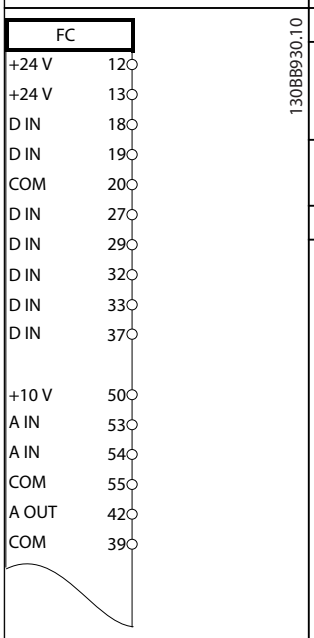
PRECAUCIÓN

Los termistores deben utilizar aislamiento reforzado o doble para cumplir los requisitos de aislamiento PELV.



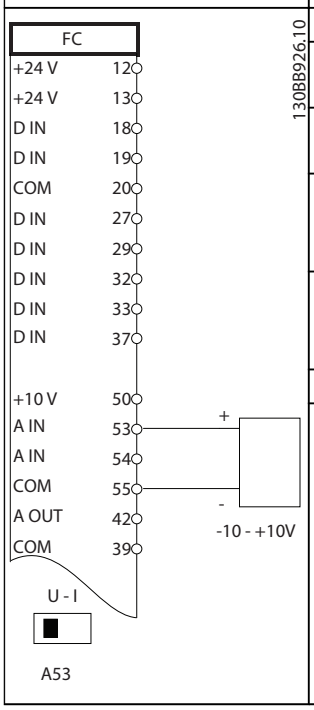
	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	1-29 Adaptación automática del motor (AMA)	[1] Act. AMA completo
	5-12 Terminal 27 Entrada digital	[2]* Inercia
	*= Valor predeterminado	
	Notas / comentarios: el grupo de parámetros *1-2* Datos de motor* debe ajustarse de acuerdo con el motor.	

Tabla 10.1 AMA con T27 conectado



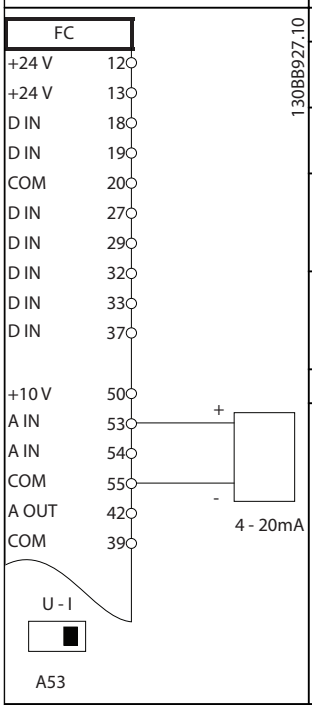
	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	1-29 Adaptación automática del motor (AMA)	[1] Act. AMA completo
	5-12 Terminal 27 Entrada digital	[0] Sin función
	*= Valor predeterminado	
	Notas / comentarios: el grupo de parámetros *1-2* Datos de motor* debe ajustarse de acuerdo con el motor.	

Tabla 10.2 AMA sin T27 conectado



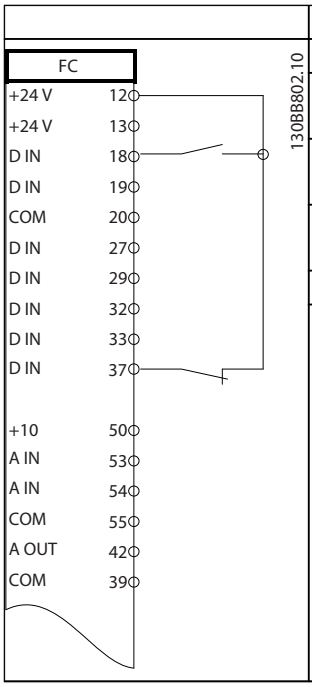
	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	6-10 Terminal 53 escala baja V	0,07 V*
	6-11 Terminal 53 escala alta V	10 V*
	6-14 Term. 53 valor bajo ref./ realim	0 r/min
	6-15 Term. 53 valor alto ref./ realim	1500 r/min
	*= Valor predeterminado	
	Notas / comentarios:	

Tabla 10.3 Referencia analógica de velocidad (tensión)



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	6-12 Terminal 53 escala baja mA	4 mA*
	6-13 Terminal 53 escala alta mA	20 mA*
	6-14 Term. 53 valor bajo ref./ realim	0 r/min
	6-15 Term. 53 valor alto ref./ realim	1500 r/min
	*= Valor predeterminado	
	Notas / comentarios:	

Tabla 10.4 Referencia analógica de velocidad (intensidad)



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	5-10 Terminal 18 Entrada digital	[8] Arranque*
	5-12 Terminal 27 Entrada digital	[0] Sin función
	5-19 Terminal 37 parada segura	[1] Alarma parada seg.
	*= Valor predeterminado	
	Notas / comentarios: Cuando *5-12 Terminal 27 Entrada digital* se ajusta en *[0] Sin función*, no se necesita un cable de puente al terminal 27.	

Tabla 10.5 Comando de arranque / parada con desconexión segura de par

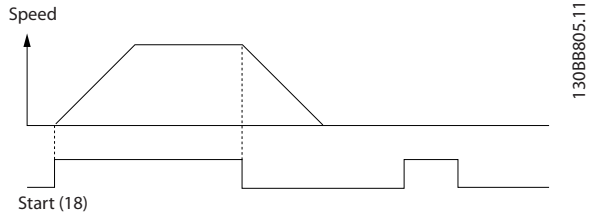
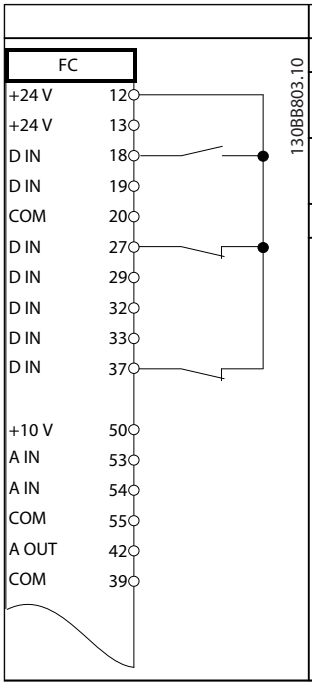


Ilustración 10.1 Arranque / parada con desconexión segura de par



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	5-10 Terminal 18 Entrada digital	[9] Arranque por pulsos
	5-12 Terminal 27 Entrada digital	[6] Parada
	*= Valor predeterminado	
	Notas / comentarios: Cuando *5-12 Terminal 27 Entrada digital* se ajusta en *[0] Sin función*, no se necesita un cable de puente al terminal 27.	

Tabla 10.6 Arranque / parada de impulsos

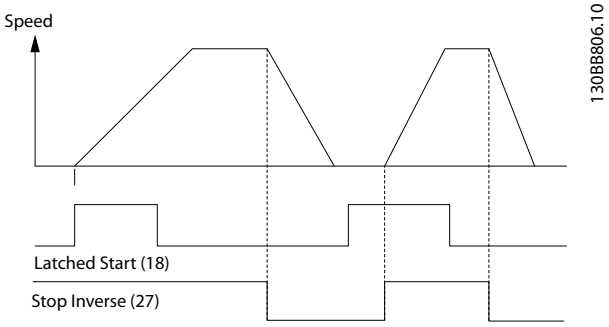
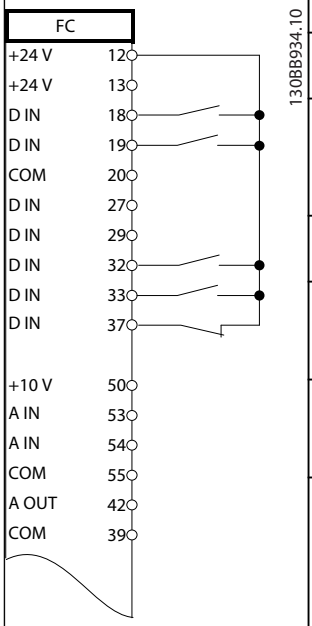


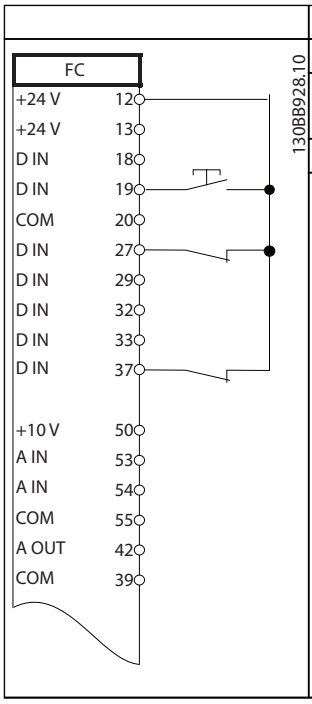
Ilustración 10.2 Arranque de impulsos / parada inversa

10



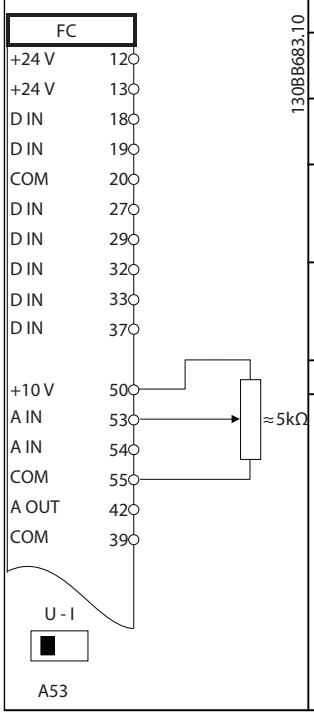
Parámetros	
Función	**Ajuste**
5-10 Terminal 18 Entrada digital	[8] Arranque
5-11 Terminal 19 entrada digital	[10] Cambio de sentido*
5-12 Terminal 27 Entrada digital	[0] Sin función
5-14 Terminal 32 entrada digital	[16] Ref.interna LSB
5-15 Terminal 33 entrada digital	[17] Ref.interna MSB
3-10 Referencia interna	
Ref. interna 0	25%
Ref. interna 1	50%
Ref. interna 2	75%
Ref. interna 3	100%
*= Valor predeterminado	
Notas / comentarios:	

Tabla 10.7 Arranque / parada con cambio de sentido y cuatro velocidades predeterminadas



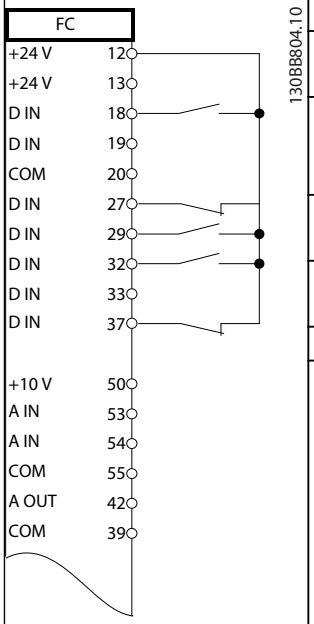
Parámetros	
Función	**Ajuste**
5-11 Terminal 19 entrada digital	[1] Reinicio
*= Valor predeterminado	
Notas / comentarios:	

Tabla 10.8 Reinicio de alarma externa



Parámetros	
Función	**Ajuste**
6-10 Terminal 53 escala baja V	0,07 V*
6-11 Terminal 53 escala alta V	10 V*
6-14 Term. 53 valor bajo ref./ realim	0 r/min
6-15 Term. 53 valor alto ref./ realim	1500 r/min
*= Valor predeterminado	
Notas / comentarios:	

Tabla 10.9 Referencia de velocidad (con un potenciómetro manual)



Parámetros	
Función	**Ajuste**
5-10 Terminal 18 Entrada digital	[8] Arranque*
5-12 Terminal 27 Entrada digital	[19] Mantener referencia
5-13 Terminal 29 Entrada digital	[21] Aceleración
5-14 Terminal 32 entrada digital	[22] Decele-ración
*= Valor predeterminado	
Notas / comentarios:	

Tabla 10.10 Aceleración / Deceleración

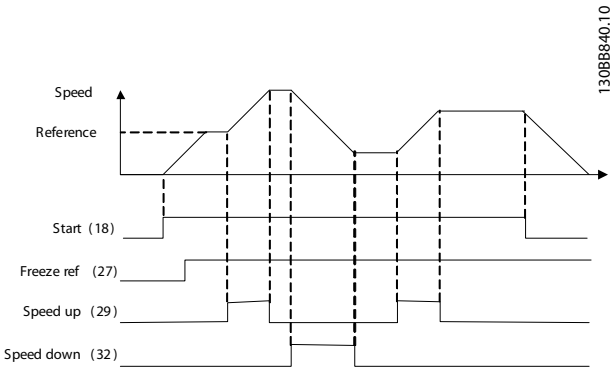
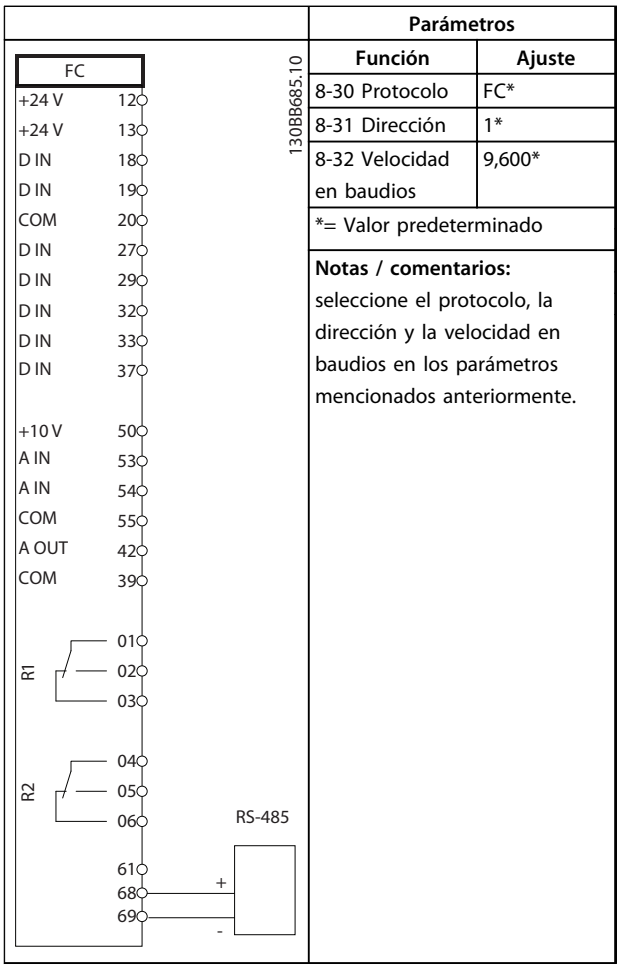
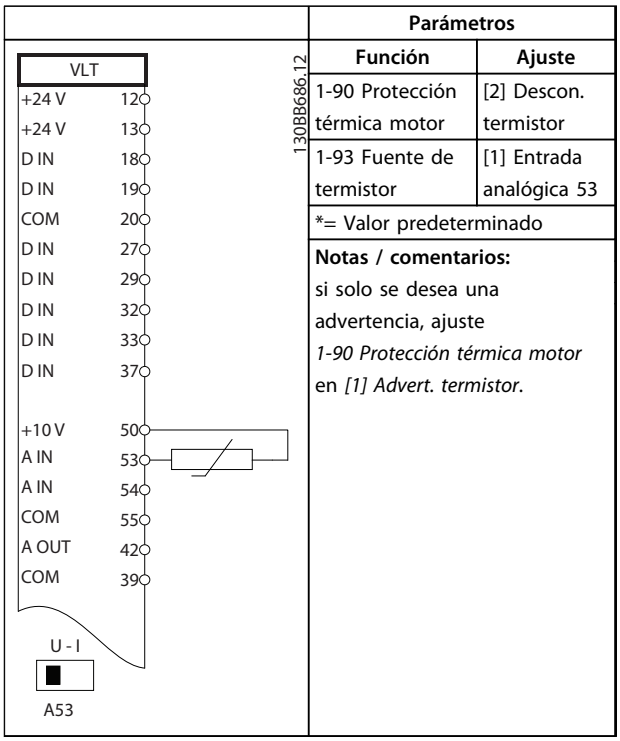


Ilustración 10.3 Aceleración / Deceleración



Parámetros	
Función	**Ajuste**
8-30 Protocolo	FC*
8-31 Dirección	1*
8-32 Velocidad en baudios	9,600*
*= Valor predeterminado	
Notas / comentarios: seleccione el protocolo, la dirección y la velocidad en baudios en los parámetros mencionados anteriormente.	

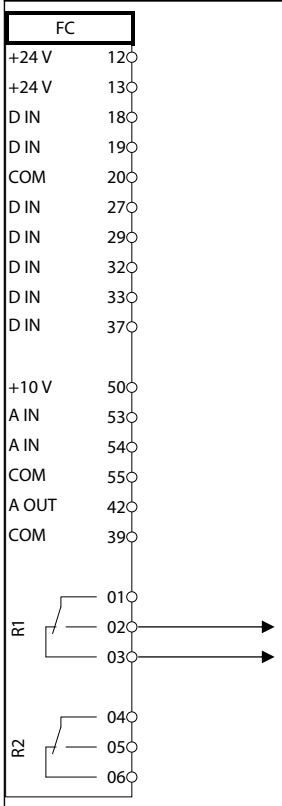
Tabla 10.11 Conexión de red RS-485



Parámetros	
Función	**Ajuste**
1-90 Protección térmica motor	[2] Descon. termistor
1-93 Fuente de termistor	[1] Entrada analógica 53
*= Valor predeterminado	
Notas / comentarios: si solo se desea una advertencia, ajuste *1-90 Protección térmica motor* en *[1] Advert. termistor*.	

Tabla 10.12 Termistor del motor

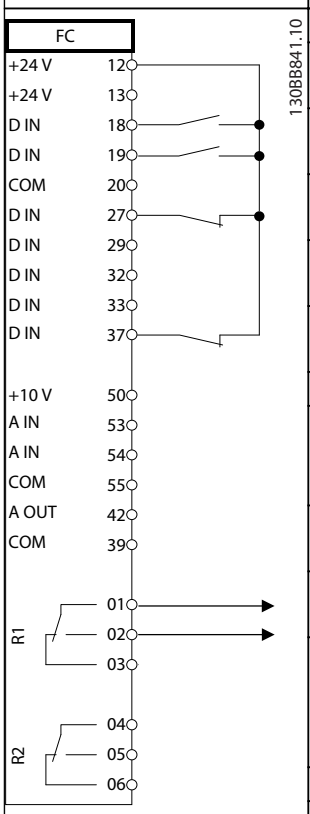
10



Parámetros	
Función	**Ajuste**
4-30 Función de pérdida de realim. del motor	[1] Advertencia
4-31 Error de velocidad en realim. del motor	100 r/min
4-32 Tiempo lím. pérdida realim. del motor	5 s
7-00 Fuente de realim. PID de veloc.	[2] MCB 102
17-11 Resolución (PPR)	1024*
13-00 Modo Controlador SL	[1] Sí
13-01 Evento arranque	[19] Advertencia
13-02 Evento parada	[44] Botón Reset
13-10 Operando comparador	[21] Número advert.
13-11 Operador comparador	[1] ≈*
13-12 Valor comparador	90
13-51 Evento Controlador SL	[22] Comparador 0
13-52 Acción Controlador SL	[32] Aj. sal. dig. A baja
5-40 Relé de función	[80] Salida digital SL A
*= Valor predeterminado	

Parámetros
Notas / comentarios: si se supera el límite en el monitor de realimentación, se emite la advertencia 90. El SLC supervisa la advertencia 90 y, en caso de que esta se evalúe como VERDADERA, se activará el relé 1. A continuación, los equipos externos pueden indicar que es necesario realizar una reparación. Si el valor del error de realimentación vuelve a ser inferior al límite en un intervalo de 5 s, el convertidor de frecuencia continúa funcionando y la advertencia desaparece. Sin embargo, el relé 1 seguirá activado hasta que se pulse [Reset] en el LCP.

Tabla 10.13 Uso del SLC para configurar un relé



Parámetros	
Función	**Ajuste**
1-00 Modo Configuración	[0] Veloc. lazo abierto
1-01 Principio control motor	[1] VVC^{plus}
5-40 Relé de función	[32] Ctrl. freno mec.
5-10 Terminal 18 Entrada digital	[8] Arranque*
5-11 Terminal 19 entrada digital	[11] Arranque e inversión
1-71 Retardo arr.	0,2
1-72 Función de arranque	[5] VVC^{plus}/ Flux s. horario
1-76 Intensidad arranque	$I_{m,n}$
2-20 Intensidad freno liber.	Ap. dependiente
2-21 Velocidad activación freno [RPM]	Mitad del deslizamiento nominal del motor
*= Valor predeterminado	
Notas / comentarios:	

Tabla 10.14 Control de freno mecánico (lazo abierto)

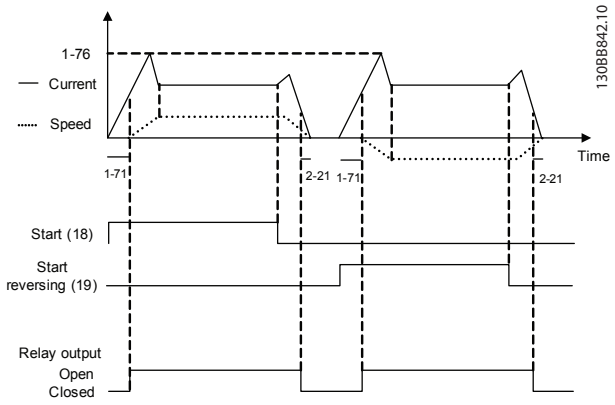


Ilustración 10.4 Control de freno mecánico (lazo abierto)

10.1.1 Sistema de convertidor de lazo cerrado

Un sistema de convertidor de frecuencia consta, normalmente, de más elementos, como:

- Motor
- Caja de engranajes
- Freno mecánico
- Convertidor de frecuencia
- Encoder como sistema de realimentación
- Resistencia de freno para frenado dinámico
- Transmisión
- Carga

Las aplicaciones que necesitan un control de freno mecánico suelen requerir una resistencia de freno.

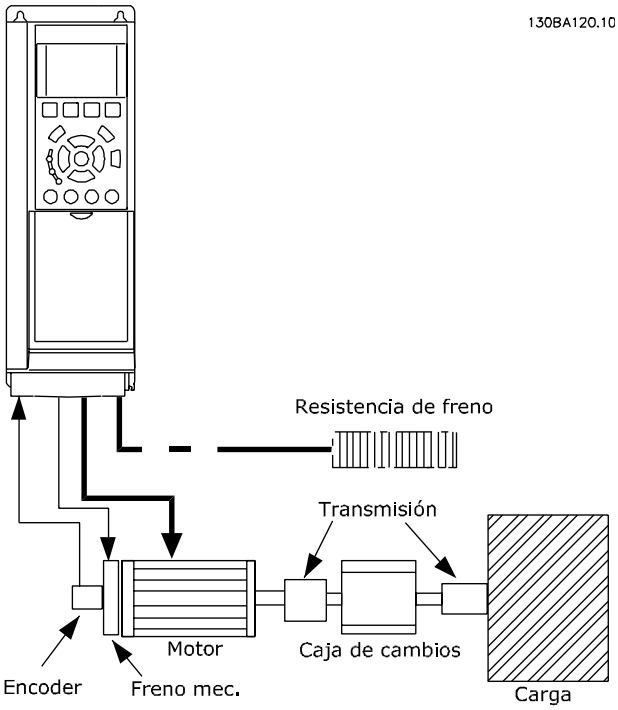


Ilustración 10.5 Ejemplo de control de velocidad de lazo cerrado de FC 302

10.1.2 Programación de límite de par y parada

En aplicaciones con un freno electromecánico externo, tales como las de elevación, es posible parar el convertidor de frecuencia mediante un comando de parada «estándar» y, simultáneamente, activar el freno electromecánico externo.
El siguiente ejemplo ilustra la programación de las conexiones de un convertidor de frecuencia.
El freno externo puede conectarse al relé 1 o 2. Programe el terminal 27 en *[2] Inercia, inversa* o en *[3] Inercia y reinicio, inversa* y programe el terminal 29 en *[1] Salida modo terminal 29* y en *[27] Límite par y parada*.

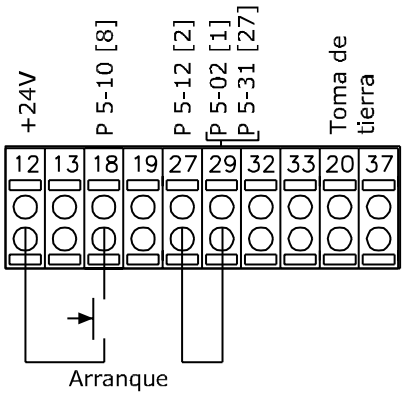
 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Descripción

Si hay una orden de parada activada mediante el terminal 18 y el convertidor de frecuencia no está en el límite de par, el motor decelera hasta 0 Hz.

Si el convertidor de frecuencia está en el límite de par y se activa una orden de parada, se activará la salida del terminal 29 (programado en *[27] Límite de par y parada*). La señal hasta el terminal 27 cambia de «1 lógico» a «0 lógico», y el motor comienza a funcionar en inercia, asegurándose de que la elevación se detiene incluso si el convertidor de frecuencia no puede procesar el par requerido (por ejemplo, debido a una sobrecarga excesiva).

- Arranque / parada mediante terminal 18
  5-10 Terminal 18 Entrada digital, *[8] Arranque*
- Parada rápida a través del terminal 27
  5-12 Terminal 27 Entrada digital, *[2] Paro por inercia inverso*
- Salida del terminal 29
  5-02 Terminal 29 modo E/S, *[1] Salida modo terminal 29*
  5-31 Terminal 29 salida digital, *[27] Límite par y parada*
- Salida de relé [0] (relé 1)
  5-40 Relé de función, *[32] Ctrl. freno mec.*



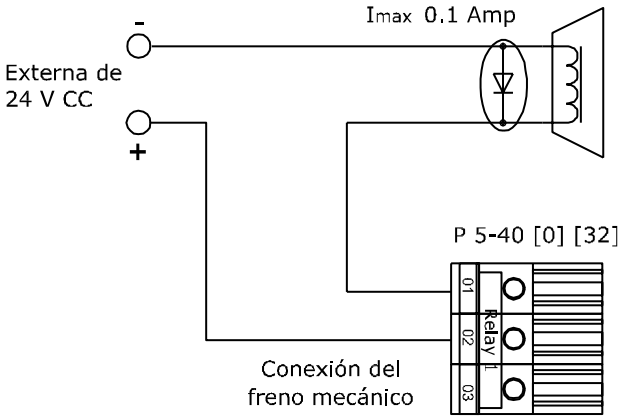


Ilustración 10.6 Freno electromecánico externo

10.1.3 Programación del control de velocidad

La velocidad del motor requerida se ajusta mediante un potenciómetro conectado al terminal 53. El rango de velocidad es 0-1500 RPM y corresponde a 0-10 V en el potenciómetro. El arranque y la parada están controlados por un interruptor conectado al terminal 18. El PID de velocidad monitoriza las r/min actuales del motor usando un encoder incremental de 24 V (HTL) como realimentación. El sensor de realimentación es un encoder (1024 impulsos por revolución) conectado a los terminales 32 y 33.

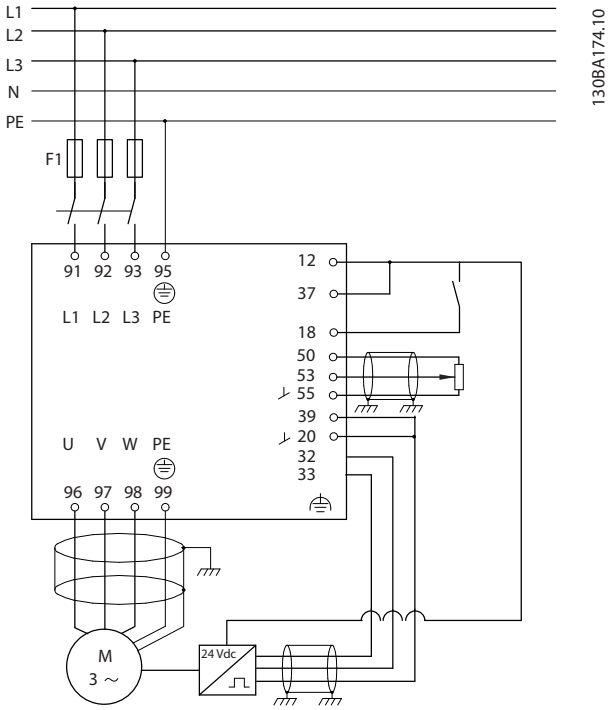
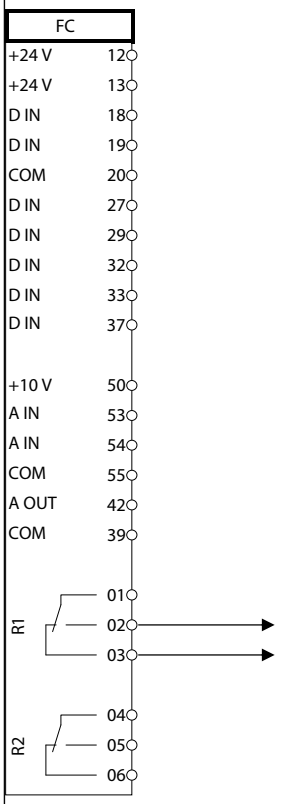


Ilustración 10.7 Ejemplo: conexión del control de velocidad

Ejemplo de aplicación



Parámetros	
Función	**Ajuste**
7-00 Fuente de realim. PID de veloc.	[2] MCB 102
17-11 Resolución (PPR)	1024*
13-00 Modo Controlador SL	[1] Sí
13-01 Evento arranque	[19] Advertencia
13-02 Evento parada	[44] Botón Reset
13-10 Operando comparador	[21] Número advert.
13-11 Operador comparador	[1] ≈*
13-12 Valor comparador	90
13-51 Evento Controlador SL	[22] Comparador 0
13-52 Acción Controlador SL	[32] Aj. sal. dig. A baja
5-40 Relé de función	[80] Salida digital SL A
* = Valor predeterminado	
Notas / comentarios: La advertencia 90 se emitirá cuando la señal de realimentación del encoder no corresponda con la referencia. El SLC supervisa la advertencia 90 y, en caso de que esta se evalúe como VERDADERA, se activará el relé 1. A continuación, los equipos externos podrán indicar que es necesario realizar una reparación.	

Tabla 10.15 Uso del SLC para configurar un relé

10

11 Opciones y accesorios

11.1 Opciones de comunicación

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® CAN Open MCA 105
- VLT® EtherCAT MCA 124
- VLT® PROFIBUS Converter MCA 114
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122
- VLT® POWERLINK MCA 122
- VLT® DeviceNet Converter MCA 194

11.2 E/S, opciones de realimentación y seguridad

11.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

El MCB 101 se utiliza para la extensión de las entradas y salidas digitales y analógicas del FC 301 y FC 302.

Ajuste el MCB 101 en la ranura B del VLT® AutomationDrive.

Contenido:

- Módulo de opción MCB 101
- Dispositivo ampliado para LCP
- Tapa de terminal

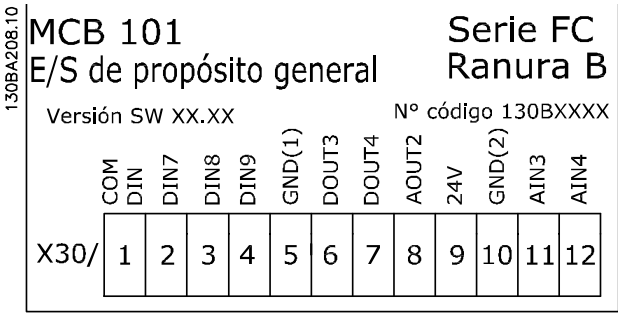


Ilustración 11.1 Opción MCB 101

11.2.1.1 Aislamiento galvánico en MCB 101

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

Si las entradas digitales 7, 8 o 9 tienen que conmutarse para utilizar la fuente de alimentación de 24 V interna (terminal 9), debe establecerse una conexión entre los terminales 1 y 5, consulte la *Ilustración 11.2*.

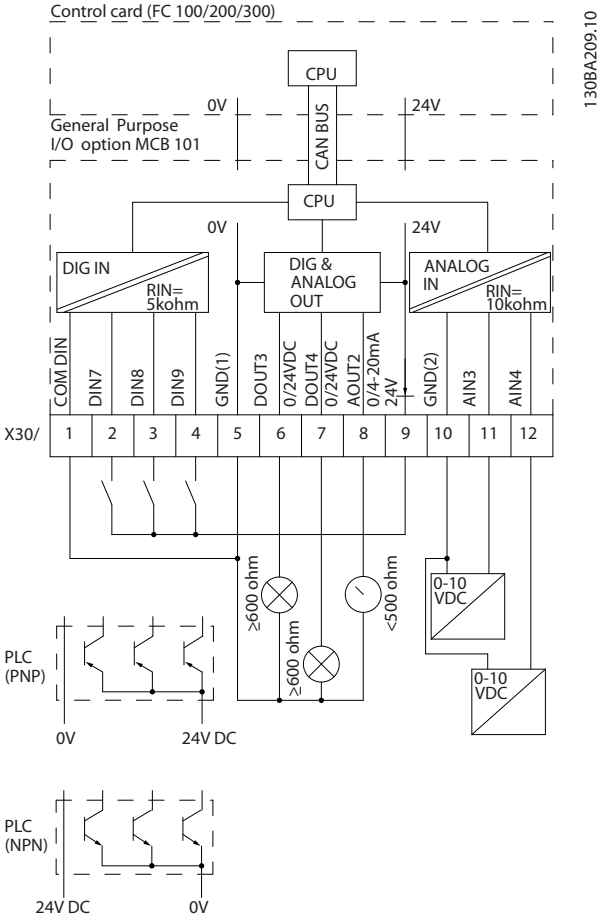


Ilustración 11.2 Diagrama básico

Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Entrada digital, terminal X30/1-4	
Número de entradas digitales	3
Número de terminal	X30.2, X30.3, X30.4
Lógica	PNP o NPN
Nivel de tensión	0-24 V CC
Nivel de tensión, '0' lógico PNP (Tierra = 0 V)	<5 V CC
Nivel de tensión, '1' lógico PNP (Tierra = 0 V)	>10 V CC
Nivel de tensión, «0» lógico NPN (GND = 24 V)	<14 V CC
Nivel de tensión, '1' lógico NPN (Tierra = 24 V)	>19 V CC
Tensión máxima de entrada	28 V continuo
Rango de frecuencia de impulsos	0-110 kHz
Ciclo de trabajo, anchura de impulsos mín.	4,5 ms
Impedancia de entrada	>2 kΩ

Entrada analógica, terminal X30/11, 12	
N.º de entradas analógicas	2
Número de terminal	X30.11, X30.12
Modos	Tensión
Nivel de tensión	0-10 V
Impedancia de entrada	>10 kΩ
Tensión máx.	20 V
Resolución de entradas analógicas	10 bit (signo +)
Precisión de las entradas analógicas	Error máx: 0,5 % de escala total
Ancho de banda	FC 301: 20 Hz / FC 302: 100 Hz

Salidas digitales, terminal X30/6, 7	
Número de salidas digitales	2
Número de terminal	X30.6, X30.7
Nivel de tensión en la salida digital / de frecuencia	0-24 V
Máx. intensidad de salida	40 mA
Carga máx.	≥600 Ω
Carga capacitiva máx.	< 10 nF
Frecuencia de salida mínima	0 Hz
Frecuencia de salida máxima	≤32 kHz
Precisión de salida de frecuencia	Error máx.: 0,1 % de la escala total

Salida analógica, terminal X30/8	
Número de salidas analógicas	1
Número de terminal	X30.8
Rango de intensidad en la salida analógica	0-20 mA
Carga máx. entre toma de tierra y salida analógica	500 Ω
Precisión en la salida analógica	Error máx.: 0,5 % de la escala completa
Resolución en la salida analógica	12 bits

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

11.2.2 Opción del encoder VLT® MCB 102

El módulo de encoder se puede utilizar como fuente de realimentación para control de flujo en lazo cerrado (*1-02 Realimentación encoder motor Flux*), al igual que para control de velocidad en lazo cerrado (*7-00 Fuente de realim. PID de veloc.*). Configure la opción del encoder en el grupo de parámetros *17-** Opcs.realim. motor*.

Utilizado para

- Lazo cerrado VVC^{plus}
- Control de velocidad del vector de flujo
- Control de par del vector de flujo
- Motor de magnetización permanente

Tipos de encoder admitidos:
Encoder incremental: Tipo 5 V TTL, RS-422, máx. frecuencia: 410 kHz
Encoder incremental: 1 Vpp, seno-coseno
Encoder Hiperface®: Absoluto y Seno-Coseno (Stegmann/SICK)
Encoder EnDat: Absoluto y Seno-Coseno (Heidenhain) Compatible con versión 2.1
Encoder SSI: Absoluto

AVISO!

Los encoders incrementales no se recomiendan para utilizarlos con los motores PM debido al riesgo de polaridad errónea.

AVISO!

Se recomienda encarecidamente alimentar siempre al encoder mediante el MCB 102. Debe evitarse utilizar fuentes de alimentación externas para el encoder.

Lectura de encoder:
Se monitorizan los 4 canales del encoder (A, B, Z y D), y se pueden detectar circuitos abiertos y cortocircuitos. Hay un LED verde por cada canal; se encienden cuando el estado del canal correspondiente es correcto.

AVISO!

Los indicadores LED solamente son visibles cuando se retira el LCP. La reacción en caso de error en el encoder se puede seleccionar en *17-61 Control de señal de realimentación*: *[0] Desactivado*, *[1] Advertencia* o *[2] Desconexión*.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

El kit de opción de encoder, cuando se encarga por separado, incluye lo siguiente:

- Opción del encoder MCB 102
- Montaje de sujeción LCP ampliado y tapa de terminales ampliada

La opción de encoder no es compatible con los convertidores de frecuencia FC 302 fabricados antes de la semana 50 de 2004.
Versión mínima del software: 2.03 (*15-43 Versión de software*)

Connector Designation X31	**Encoder incremental (consulte la *Ilustración 11.3*)**	**Encoder SinCos Hiperface® (consulte la *Ilustración 11.4*)**	**Encoder EnDat**	**Encoder SSI**	**Descripción**
1	NC			24 V*	Salida 24 V (21-25 V, $I_{máx.}$: 125 mA)
2	NC	8 V CC			Salida 8 V (7-12 V, $I_{máx.}$: 200 mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V*	Salida 5 V (5 V ± 5 %, $I_{máx.}$: 200 mA)
4	GND (tierra)		GND (tierra)	GND (tierra)	GND (tierra)
5	Entrada A	+COS	+COS		Entrada A
6	Entrada A invertida	REFCOS	REFCOS		Entrada A invertida
7	Entrada B	+SIN	+SIN		Entrada B
8	Entrada B invertida	REFSIN	REFSIN		Entrada B invertida
9	Entrada Z	+Datos RS-485	Salida de reloj	Salida de reloj	Entrada Z, O BIEN, +Datos RS-485
10	Entrada Z invertida	-Datos RS-485	Salida de reloj inv.	Salida de reloj inv.	Entrada Z, O BIEN, -Datos RS-485
11	NC	NC	Entrada de datos	Entrada de datos	Uso futuro
12	NC	NC	Entrada de datos inv.	Entrada de datos inv.	Uso futuro
Máx. 5 V en X31,5-12					

Tabla 11.1 Conexiones de encoder

** Fuente de alimentación para encoder: consulte los datos en el encoder.*

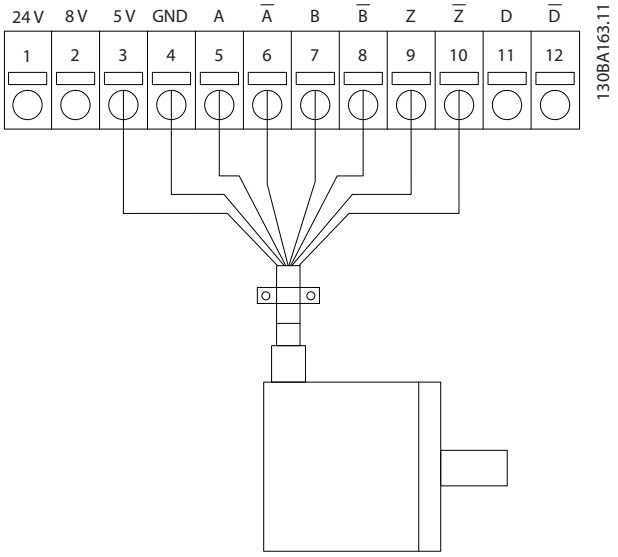


Ilustración 11.3 Encoder incremental

AVISO!

Longitud máx. de cable, 150 m.

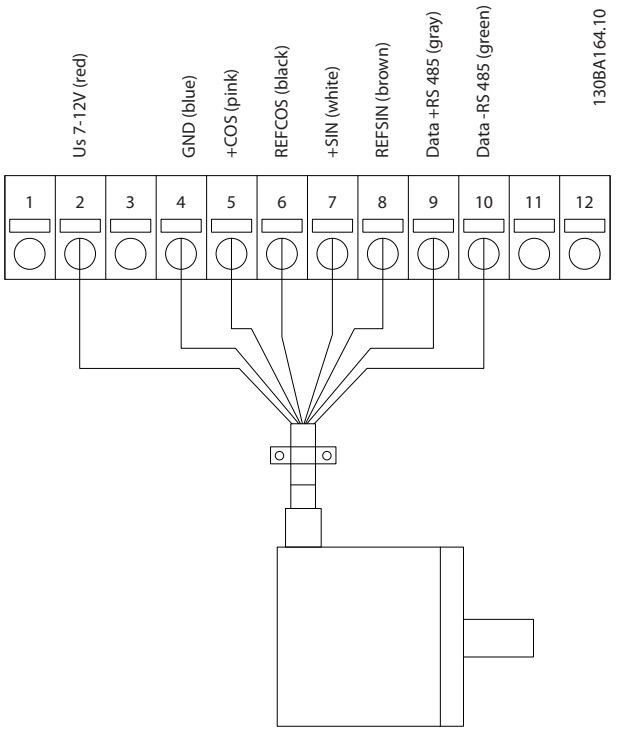


Ilustración 11.4 Encoder SinCos Hiperface

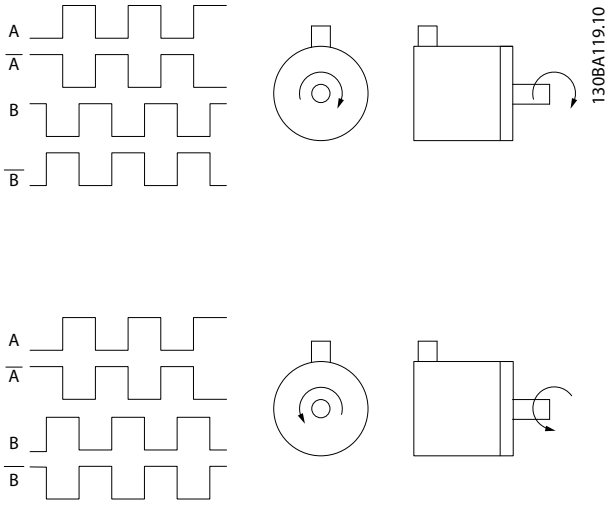


Ilustración 11.5 Dirección de rotación

11.2.3 Opción de resolver VLT® MCB 103

La opción de resolver MCB 103 se utiliza como interfaz de la realimentación del motor del resolver a VLT® AutomationDrive. Los resolvers se utilizan, básicamente, como dispositivos de realimentación del motor para motores sincrónicos de magnetización permanente sin escobillas.

El kit de opción de resolver, cuando se encarga por separado, incluye lo siguiente:

- Opción de resolver MCB 103
- Montaje de sujeción LCP ampliado y tapa de terminales ampliada

Selección de parámetros: *17-5* Interfaz resolver*.

La opción de resolver MCB 103 admite varios tipos de resolver.

Polos del resolver	17-50 Polos: 2 *2
Tensión de entrada del resolver	17-51 Tensión de entrada: 2,0-8,0 V_{rms} *7,0 V_{rms}
Frecuencia de entrada del resolver	17-52 Frecuencia de entrada:: 2-15 kHz *10,0 kHz
Relación de transformación	17-53 Proporción de transformación: 0,1-1,1 *0,5
Tensión de entrada secundaria	Máx. 4 Vrms
Carga secundaria	Aprox. 10 kΩ

Tabla 11.2 Especificaciones del resolver

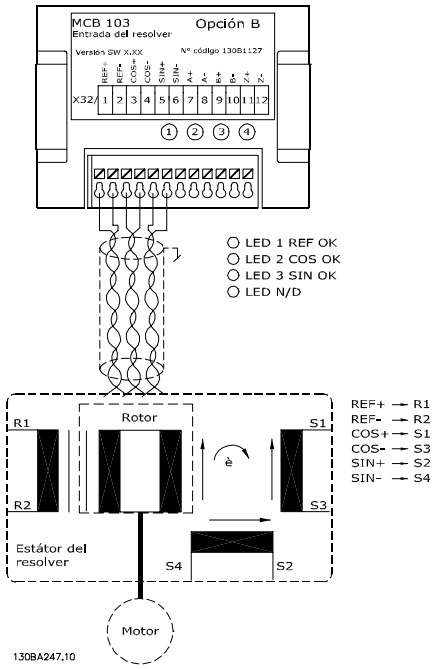


Ilustración 11.6 MCB 103 Resolver Input

Indicadores LED

El LED 1 está encendido cuando la señal de referencia es correcta hacia el resolver

El LED 2 está encendido cuando la señal Coseno es correcta desde el resolver

El LED 3 está encendido cuando la señal Seno es correcta desde el resolver.

Los LED están activos cuando *17-61 Control de señal de realimentación* está ajustado en *[1] Advertencia* o *[2] Desconexión*.

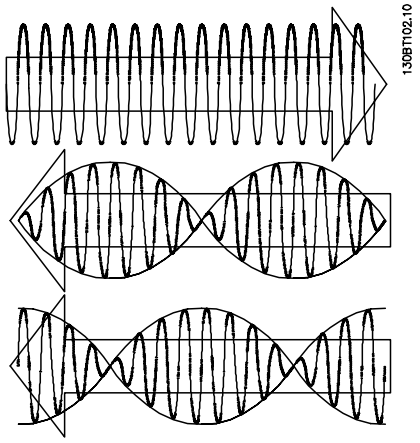


Ilustración 11.7 Motor de magnetización permanente (PM) con un resolver como realimentación de velocidad

Ejemplo de ajuste

En este ejemplo, un motor de magnetización permanente (PM) se utiliza con un resolver como realimentación de velocidad. Un motor PM debería funcionar en modo de flujo.

Cableado

La máxima longitud del cable es 150 m cuando se utiliza un tipo de cable de par trenzado.

AVISO!

Los cables del resolver deben estar apantallados y separados de los del motor.

AVISO!

La pantalla del cable del resolver debe conectarse correctamente a la placa de desacoplamiento y al chasis (tierra) del lado del motor.

AVISO!

Utilice únicamente cables apantallados para el motor y el chopper de frenado.

1-00 Modo Configuración	[1] Veloc. lazo cerrado
1-01 Principio control motor	[3] Lazo Cerrado Flux
1-10 Construcción del motor	[1] PM no saliente SPM
1-24 Intensidad motor	Placa de características
1-25 Veloc. nominal motor	Placa de características
1-26 Par nominal continuo	Placa de características
AMA no es posible en motores PM	
1-30 Resistencia estator (Rs)	Hoja de datos técnicos del motor
30-80 Inductancia eje d (Ld)	Hoja de datos técnicos del motor (mH)
1-39 Polos motor	Hoja de datos técnicos del motor
1-40 fcem a 1000 RPM	Hoja de datos técnicos del motor
1-41 Ángulo despalzamiento motor (Offset)	Hoja de datos técnicos del motor (normalmente cero)
17-50 Polos	Hoja de datos del resolver
17-51 Tensión de entrada	Hoja de datos del resolver
17-52 Frecuencia de entrada:	Hoja de datos del resolver
17-53 Proporción de transformación	Hoja de datos del resolver
17-59 Interfaz de resolver	[1] Activado

Tabla 11.3 Parámetros para ajustar

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

11.2.4 VLT® Relay Card MCB 105

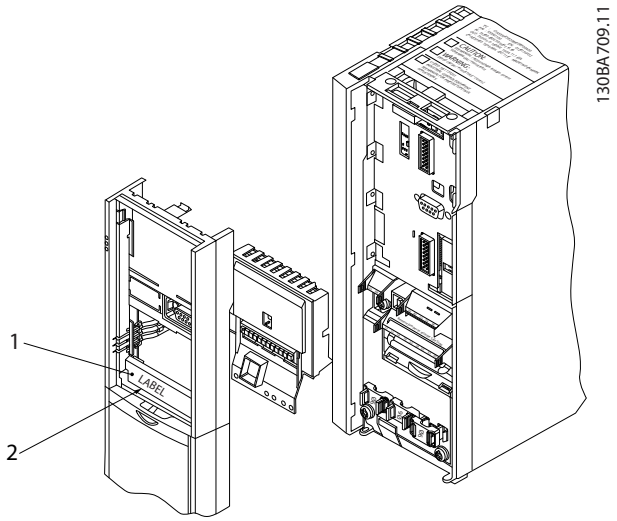
La opción de relé MCB 105 incluye tres piezas de contactos SPDT y debe colocarse en la ranura de opción B.

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

[1] CEI 947 partes 4 y 5

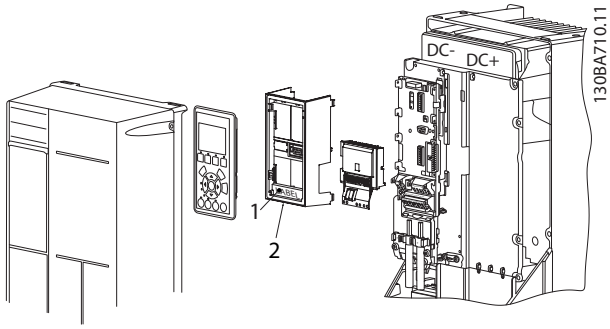
El kit opcional de relé, cuando se encarga por separado, incluye:

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



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

Ilustración 11.8 Tipos de protección A2-A3-B3



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

Ilustración 11.9 Tipos de protección A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

⚠ADVERTENCIA

Advertencia sobre la alimentación doble

Cómo añadir la opción de Relay Card MCB 105:

1. Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia.
2. Desconecte la alimentación de las conexiones con corriente de los terminales de relé.
3. Retire del convertidor de frecuencia el LCP, la tapa de terminal y el montaje de sujeción de LCP.
4. Ajuste la opción MCB 105 en la ranura B.
5. Conecte los cables de control y sujételos mediante las cintas de cable suministradas.
6. Asegúrese de que la longitud del cable pelado sea correcta (consulte la *Ilustración 11.11*).
7. No mezcle partes con corriente (tensión alta) con señales de control (PELV).
8. Ajuste el montaje de sujeción de LCP ampliado y la tapa de terminal ampliada.
9. Sustituya el LCP.
10. Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.
11. Seleccione las funciones de relé en *5-40 Relé de función* [6-8], *5-41 Retardo conex, relé* [6-8] y *5-42 Retardo desconex, relé* [6-8].

AVISO!

(Matriz [6] es el relé 7, matriz [7] es el relé 8 y matriz [8] es el relé 9).

AVISO!

Para acceder al interruptor de terminación S801 de RS-485 o a los interruptores de intensidad / tensión S201 / S202, desmonte la tarjeta de relé (consulte la *Ilustración 11.8* y la *Ilustración 11.9*, posición 2).

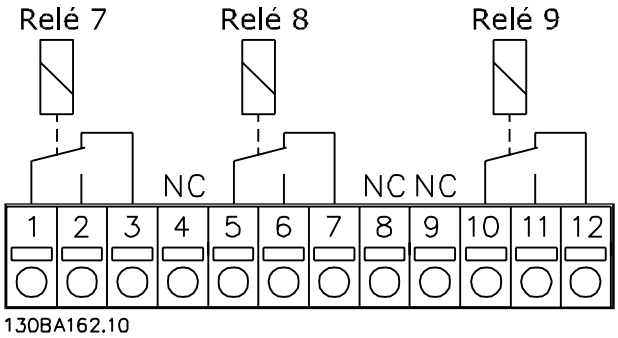


Ilustración 11.10 Relés

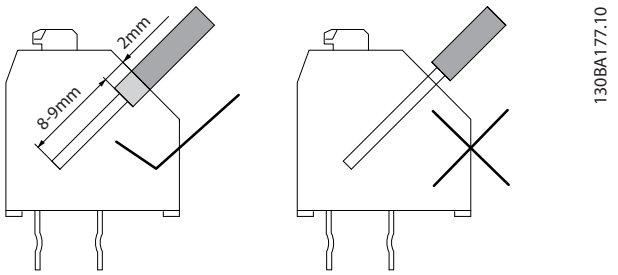
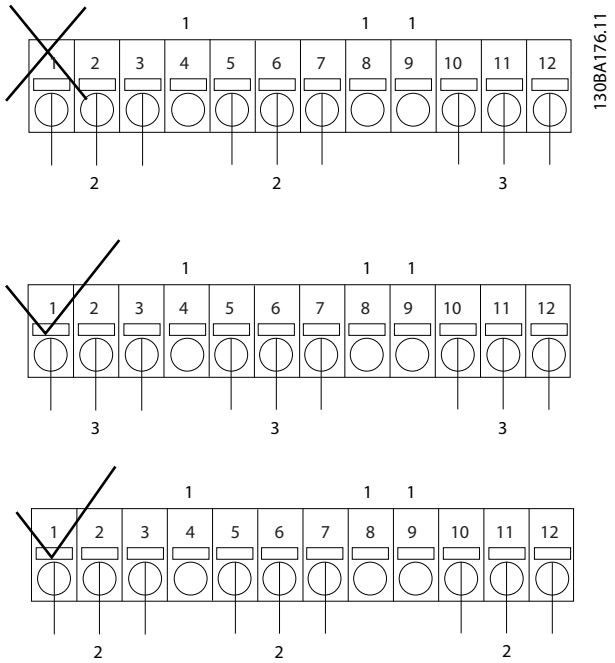


Ilustración 11.11 Inserción correcta de los cables

11



1	NC
2	Corriente
3	PELV

Ilustración 11.12 Cableado correcto del relé

AVISO!

No combine sistemas de 24/48 V con sistemas de tensión alta.

11.2.5 Opción VLT® Safe PLC Interface MCB 108

La opción Safe PLC Interface MCB 108 está diseñada para integrarse entre el polo doble de seguridad (más / menos) del PLC de seguridad y la entrada de parada de seguridad en FC 302. La interfaz PLC de seguridad permite que la salida de seguridad del PLC de seguridad mantenga los impulsos de prueba de la salida positiva y negativa sin afectar a la señal del sensor para la parada de seguridad T37.
Se puede utilizar en combinación con los dispositivos de seguridad para cumplir los requisitos de las normas CEI 61800-5-2 SIL 2, ISO13849-1 cat. 3 para la desconexión segura de par (STO).

El módulo de opción MCB 108 está galvánicamente aislado mediante un convertidor CC / CC interno y puede colocarse en la ranura de opción B.

Tensión de entrada (CC)	18-28 V CC
Entrada de intensidad típica (CC)	60 mA
Entrada de intensidad máx. (CC)	110 mA CC
Entrada de intensidad máx. (CC)	500 mA CC
Tensión de salida (CC)	20 V CC a V en = 24 V
Activar retardo	1 ms
Desactivar retardo	3 ms

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Tome las siguientes precauciones:

- El FC 302 con MCB 108 (incluyendo las conexiones entre X31/9 y el terminal 37) debe colocarse dentro de la protección IP54.
- La activación de la parada de seguridad (es decir, la retirada del suministro de tensión de 24 V CC al terminal 37 retirando la tensión a la entrada de polo doble del MCB 108) no proporciona seguridad eléctrica.
- El dispositivo de seguridad conectado a la entrada de polo dual del MCB 108 debe cumplir los requisitos de la cat. 3 / PL d, de acuerdo con ISO 13849-1, para interrumpir la tensión / intensidad al MCB 108. Esto también es aplicable a las conexiones entre el MCB 108 y el dispositivo de seguridad.
- Lea y siga las instrucciones del dispositivo de seguridad para conectarlo correctamente al MCB 108.

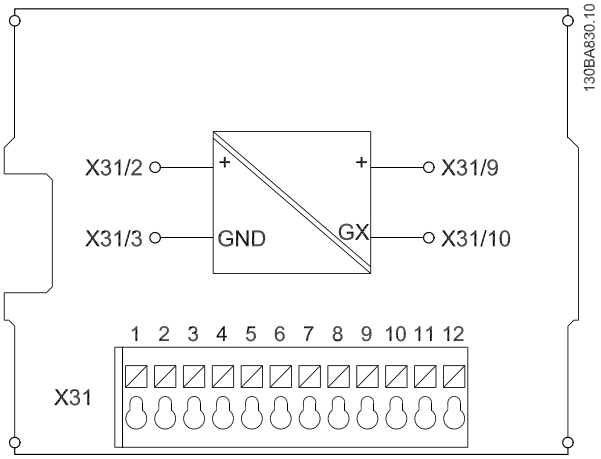


Ilustración 11.13 Módulo de opción Safe PLC Interface MCB 108

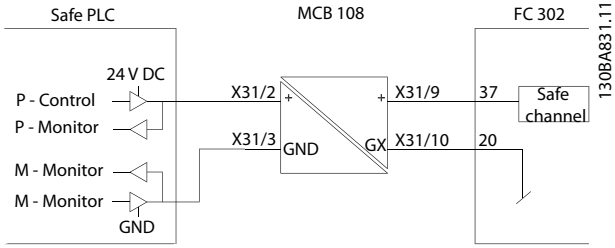


Ilustración 11.14 Conexión de Safe PLC Interface MCB 108

11.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

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

Para ver distintas posibilidades de aplicación, consulte el *capétulo 10 Ejemplos de aplicaciones*.

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

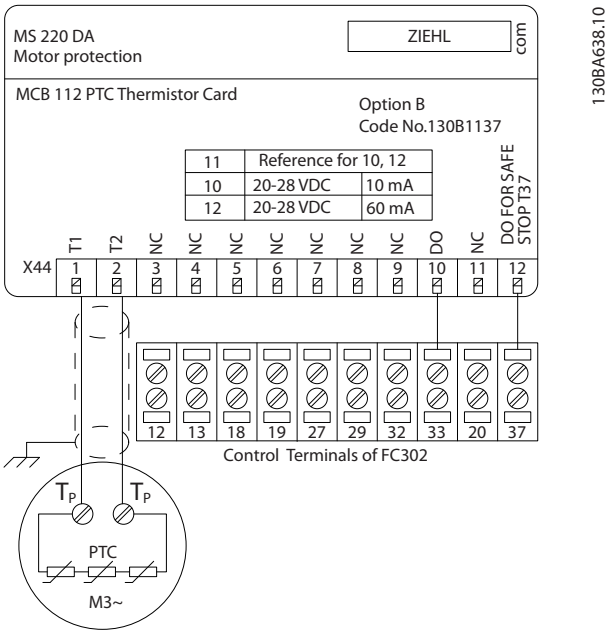


Ilustración 11.15 Instalación del MCB 112

Certificación ATEX con FC 102, FC 202 y FC 302

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

Ilustración 11.16 Atmósfera explosiva (ATEX)

Datos eléctricos

Conexión de resistencia	
PTC conforme con las normas DIN 44081 y DIN 44082	
Número	1-6 resistencias en serie
Valor de desconexión	3,3 Ω-3,65 Ω-3,85 Ω
Valor de reinicio	1,7 Ω-1,8 Ω-1,95 Ω
Tolerancia de disparo	±6 °C
Resistencia total del lazo sensor	< 1,65 Ω
Tensión del terminal	≤2,5 V para R≤3,65 Ω, ≤9 V para R = ∞
Intensidad de sensor	≤1 mA
Cortocircuito	20 Ω ≤ R ≤ 40 Ω
Consumo de energía	60 mA

Condiciones de prueba	
EN 60 947-8	
Medida de resistencia a los transitorios de sobretensión	6000 V
Categoría de sobretensión	III
Grado de polución	2
Medida de tensión de aislamiento Vbis	690 V
Aislamiento galvánico fiable hasta Vi	500 V
Temperatura ambiente de func.	De –20 °C a +60 °C
	Calor seco EN 60068-2-1
Humedad	5-95 %, no se permite condensación
Resistencia a la vibración	De 10 a 1000 Hz 1,14 g
Resistencia al impacto	50 g

Valores sistema de seguridad	
EN 61508 para Tu = 75 °C continuados	
SIL	2 para ciclo de mantenimiento de 2 años
	1 para ciclo de mantenimiento de 3 años
HFT	0
PDF (para test funcional anual)	$4{,}10 * 10^{-3}$
SFF	78%
$\lambda_s + \lambda_{DD}$	8494 FIT
λ_{DU}	934 FIT
Número de pedido 130B1137	

11.2.7 VLT® Extended Relay Card MCB 113

El MCB 113 añade 7 entradas digitales, 2 salidas analógicas y 4 relés SPDT a la E/S estándar del convertidor de frecuencia para una mayor flexibilidad y para cumplir con las recomendaciones alemanas NAMUR NE37.
El MCB 113 es una opción C1 estándar para el VLT® AutomationDrive y se detecta automáticamente después del montaje.

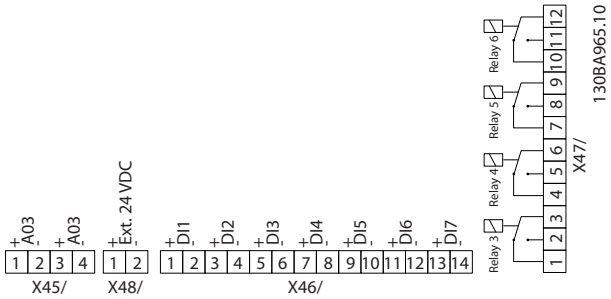


Ilustración 11.17 Conexiones eléctricas del MCB 113

El MCB 113 puede conectarse a una alimentación externa de 24 V en X58/ a fin de asegurar el aislamiento galvánico entre el VLT® AutomationDrive y la tarjeta de opción. Si no se necesita aislamiento galvánico, la tarjeta de opción puede alimentarse mediante los 24 V internos del convertidor de frecuencia.

AVISO!

Es correcto combinar señales de 24 V con señales de alta tensión en los relés, siempre y cuando exista un relé no utilizado entre medias.

Para configurar el MCB 113, use los grupos de parámetros *5-1* Entradas digitales*, *6-7* Salida analógica 3*, *6-8* Salida analógica 4*, *14-8* Opciones*, *5-4* Relés* y *16-6* Entradas y salidas*.

AVISO!

En el grupo de parámetros *5-4* Relés*, la matriz [2] es el relé 3, la matriz [3] es el relé 4, la matriz [4] es el relé 5 y la matriz [5] es el relé 6.

Datos eléctricos

Relés	
Números	4 SPDT
Carga a 250 V CA / 30 V CC	8 A
Carga a 250 V CA / 30 V CC con cos = 0,4	3,5 A
Categoría de sobretensión (contacto-tierra)	III
Categoría de sobretensión (contacto-contacto)	II
Combinación de señales de 250 V y 24 V	Posible con un relé intermedio no utilizado
Máximo retardo de respuesta	10 ms
Aislado del suelo/chasis para uso en sistemas de redes informáticas.	

Entradas digitales	
Números	7
Rango	0/24 V
Modo	PNP/ NPN
Impedancia de entrada	4 kW
Nivel bajo disparo	6,4 V
Nivel alto disparo	17 V
Máximo retardo de respuesta	10 ms

Salidas analógicas	
Números	2
Rango	0/4-20 mA
Resolución	11 bits
Linealidad	<0,2 %

11.2.8 Opción VLT® Sensor Input MCB 114

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

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

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

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

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

11.2.8.1 Especificaciones mecánicas y eléctricas

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

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

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

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

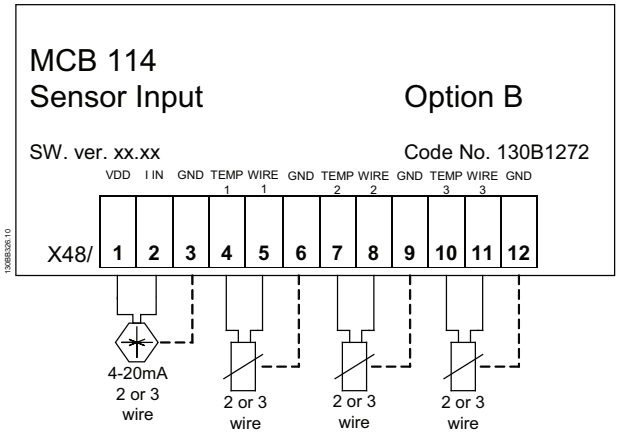
Aislamiento galvánico

Los sensores que se van a conectar deben estar galvánicamente aislados del nivel de tensión de red.	CEI 61800-5-1 y UL508C

Cableado

Longitud máxima de cable de señal	500 m

11.2.8.2 Cableado eléctrico



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

Ilustración 11.18 MCB 114

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x

AVISO!

Para obtener más información sobre MCB 15x, consulte el *Manual de funcionamiento de MCB 15x Safe Option*.

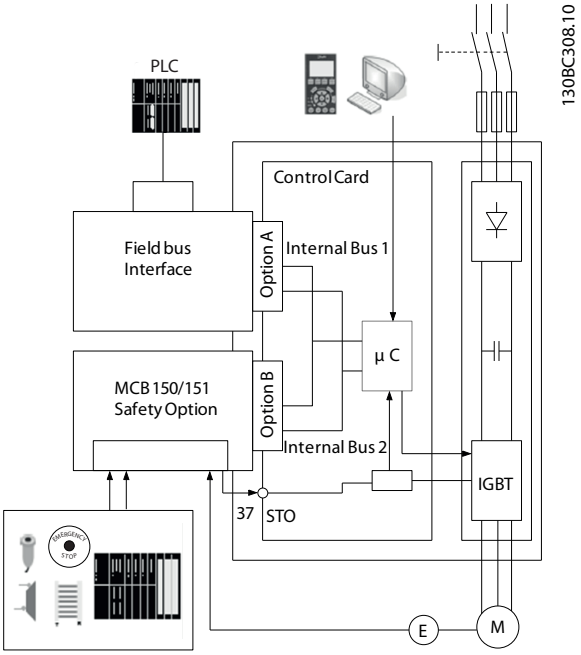


Ilustración 11.19 Sistema de convertidor de frecuencia seguro

El MCB 15x realiza funciones de seguridad de acuerdo con EN CEI 61800-5-2. Controla las secuencias de movimientos de seguridad en los convertidores de frecuencia, que se detienen y desconectan de forma segura en caso de error. El MCB 15x está integrado en VLT® AutomationDrive FC 302 y requiere una señal de una unidad de sensor. Un sistema de convertidor de frecuencia seguro de (Danfoss) consiste en lo siguiente:

- Convertidor de frecuencia, VLT® AutomationDrive FC 302
- MCB 15x integrado en el convertidor de frecuencia

El MCB 15x

- activa las funciones de seguridad
- controla las secuencias de movimientos seguros
- señala el estado de las funciones de seguridad al sistema de control de seguridad mediante el bus de campo Profibus que esté conectado
- activa la reacción de fallo seleccionada Desconexión segura de par o Parada de seguridad 1, en caso de error

Hay dos variantes del MCB 15x, una con interfaz de encoder HTL (MCB 151) y una con interfaz de encoder TTL (MCB 150).

El MCB 15x Safe Option se construye como opción estándar para el VLT® AutomationDrive FC 302 y se detecta automáticamente después del montaje.

El MCB 15x puede utilizarse para controlar la parada, arranque o velocidad de un dispositivo giratorio o de movimiento lateral. Como control de velocidad, la opción a menudo se utiliza junto con una protección rígida, puertas de acceso y puertas de seguridad con interruptores de seguridad con bloqueo y desbloqueo solenoides. Cuando la velocidad del dispositivo controlado cae por debajo del punto de conmutación ajustado (cuando su velocidad ya no se considera peligrosa), el MCB 15x establece la salida S37 baja. Esto permite al operador abrir la puerta de seguridad. En aplicaciones de control de velocidad, la salida de seguridad S37 es alta para el funcionamiento (cuando la velocidad del motor del dispositivo controlado es inferior al punto de conmutación ajustado). Cuando la velocidad supera el valor establecido, lo que indica una velocidad demasiado alta (peligrosa), la salida de seguridad es baja.

El convertidor de frecuencia

- retira la alimentación al motor,
- cambia el motor a sin par si se ha activado la Desconexión segura de par

El sistema de control de seguridad

- activa las funciones de seguridad mediante entradas del MCB 15x
- evalúa señales de los dispositivos de seguridad, como
    - pulsadores de parada de emergencia
    - interruptor magnético sin contacto
    - interruptor de parada
    - Dispositivos de cortina de luz
- procesa la función de estado del MCB 15x
- proporciona una conexión segura entre el MCB 15x y el sistema de control de seguridad
- ofrece una detección de fallos al activar las funciones de seguridad (derivaciones, cortocircuitos) en señales entre el sistema de control de seguridad y el MCB 15x

Vista frontal

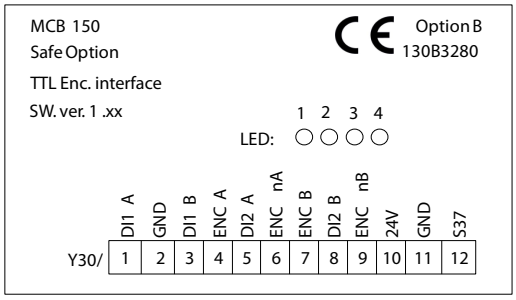


Ilustración 11.20 MCB 150

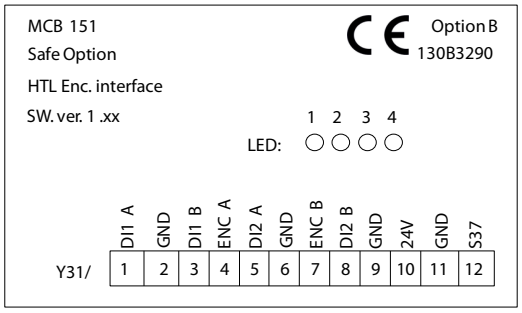


Ilustración 11.21 MCB 151

Especificaciones técnicas

MCB 150 / MCB 151	
Consumo de energía	2 W (consumo de energía equivalente relacionado con VDD)
Consumo de corriente VCC (5 V)	<200 mA
Consumo de corriente VDD (24 V)	<30 mA (<25 mA para MCB 150)

Entradas digitales	
Número de entradas digitales	4 (2 × 2 canales de entrada de seguridad digital)
Intervalo de tensión de entrada	De 0 a 24 V CC
Tensión de entrada, lógica «0»	<5 V CC
Tensión de entrada, lógica «1»	>12 V CC
Tensión de entrada (máx.)	28 V CC
Intensidad de entrada (mín.)	6 mA a V en = 24 V (intensidad de entrada 12 mA pico)
Resistencia de entrada	aprox. 4 kΩ
Aislamiento galvánico	No
Protección contra cortocircuitos	Sí
Tiempo de reconocimiento de impulsos de entrada (min)	3 ms
Tiempo de discrepancia (min)	9 ms
	<30 m (cable apantallado o no apantallado)
Longitud del cable	>30 m (cable apantallado)

Salida digital (salida segura)	
Número de salidas	1
Tensión de salida baja	<2 V CC
Tensión de salida alta	>19,5 V CC
Tensión de salida (máx.)	24,5 V CC
Intensidad de salida nominal (a 24 V)	<100 mA
Intensidad de salida nominal (a 0 V)	<0,5 mA
Aislamiento galvánico	No
Impulso de prueba de diagnóstico	300 us
Protección contra cortocircuitos	Sí
Longitud del cable	<30 m (cable apantallado)

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Entrada de encoder TTL (MCB 150)	
Número de entradas de encoder	4 (2 entradas diferenciales A/A, B/B)
Tipos de encoder	TTL, RS-422 / RS-485 encoders incrementales
Intervalo de tensión diferencial de entrada	De –7 a +12 V CC
Tensión de modo común de entrada	De –12 a +12 V CC
Tensión de entrada, lógica «0» (dif.)	<–200 mV CC
Tensión de entrada, lógica «1» (dif.)	>+200 mV CC
Resistencia de entrada	aprox. 120 Ω
Frecuencia máxima	410 KHz
Protección contra cortocircuitos	Sí
Longitud del cable	<150 m (probado con cable apantallado, Heidenhain AWM estilo 20963, 80 °C, 30 V, E63216, 100 m cable de motor apantallado, sin carga en el motor)

Entrada de encoder HTL (MCB 151)	
Número de entradas de encoder	2 (2 entradas de un solo extremo A; B)
Tipos de encoder	Encoders incrementales HTL; sensor de proximidad HTL
Entrada lógica	PNP
Intervalo de tensión de entrada	De 0 a 24 V CC
Tensión de entrada, lógica «0»	<5 V CC
Tensión de entrada, lógica «1»	>12 V CC
Tensión de entrada (máx.)	28 V CC
Resistencia de entrada	aprox. 4 Ω
Frecuencia máxima	110 kHz
Protección contra cortocircuitos	Sí
Longitud del cable	<100 m (probado con cable apantallado, Heidenhain AWM estilo 20963, 80 °C, 30 V, E63216, 100 m cable de motor apantallado, sin carga en el motor)

Alimentación de salida de 24 V	
Tensión de alimentación	24 V CC (tolerancia de tensión: de +0,5 V CC a –4,5 V CC)
Intensidad de salida máxima	150 mA
Protección contra cortocircuitos	Sí
Longitud del cable	<30 m (cable apantallado o no apantallado) >30 m (cable apantallado)

Sección E/S a tierra	
Longitud del cable	<30 m (cable apantallado o no apantallado) >30 m (cable apantallado)

Secciones transversales del cable	
Tensión de alimentación de entradas / salidas digitales	0,75 mm^2 / AWG 18, AEH sin reborde de plástico de acuerdo con DIN 46228/1

Características de reinicio	
Tiempo de reinicio manual	≤5 ms (MCB 15x) ≤5 ms (convertidor de frecuencia) ≤10 ms (bus de campo)
Tiempo de impulsos de reinicio manual	10 µs (MCB 15x y convertidor de frecuencia)
Tiempo de reinicio automático	≤4 ms
Tiempo de reinicio de arranque	≤5 s (*42-90 Restart Safe Option*)

Tiempo de respuesta	
Tiempo de respuesta de entrada a salida	≤2 ms
Parada de emergencia hasta el inicio de SS1 / SLS	≤7 ms
Tiempo de detección de fallo cruzado	≤3 ms (con la salida activada)

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

11.2.10 Adaptador VLT® de opciones C MCF 106

El Adaptador de opciones C MCF 106 hace posible añadir una opción adicional B al convertidor de frecuencia. Puede instalarse una opción A y una opción B en las ranuras A y B estándar de la tarjeta de control y pueden instalarse hasta dos opciones B en el Adaptador de opciones C.

Para obtener más información, consulte las *Instrucciones de instalación del VLT® AutomationDrive FC 300, Adaptador de opciones C MCF 106.*

11.3 Opciones de control de movimiento

Pedidos

Las Opciones de control de movimiento (MCO) se suministran como tarjetas de opción para la instalación de campo o como opciones integradas. Para la actualización, compre un kit de montaje. Toda protección tiene su propio kit de montaje. El MCO 3xx se debe utilizar en la ranura C0, pero se puede combinar con otra opción en la ranura C1.

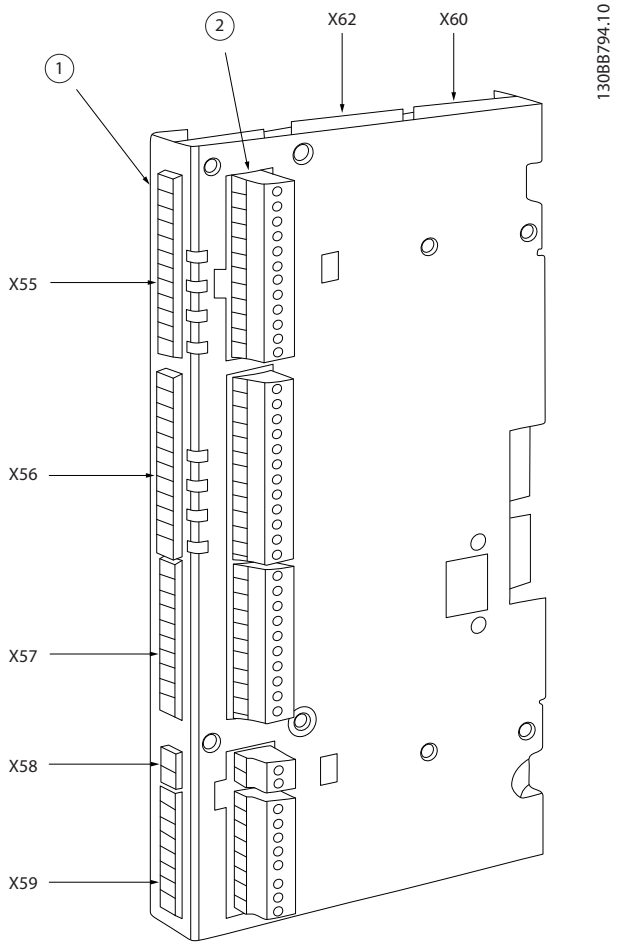
Kit de montaje según el tipo de protección	N.º de pedido
Bookstyle	
A2 y A3 (40 mm para una opción C)	130B7530
A2 y A3 (60 mm para la opción C0 + C1)	130B7531
B3 (40 mm para una opción C)	130B1413
B3 (60 mm para una opción C0 + C1)	130B1414
Compacto	
A5	130B7532
B, C, D, E y F (excepto B3)	130B7533

Tabla 11.4 Números de pedido de kit de montaje

Especificaciones técnicas

Para protecciones A5, B1 y B2 todos los terminales de MCO 3xx están ubicados cerca de la tarjeta de control. Retire la cubierta frontal para obtener acceso.

Los terminales de control de MCO son conectores de alimentación con terminales con tornillo. Los terminales X55, X56, X57, X58 y X59 están duplicados para utilizarse tanto para estilo libro como para protecciones compactas.



1	Bloque de terminales para estilo libro
2	Bloque de terminales para compactas
X55	Encoder 2
X56	Encoder 1
X57	Entradas digitales
X58	Alimentación de 24 V CC
X59	Salidas digitales
X62	Bus CAN MCO
X60	Conexiones de depuración (RS-485)

Ilustración 11.22 Ubicación de los bloques de terminales

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Descripción de terminales

Número de terminal	Nombre descriptivo del encoder 2 (realimentación)
1	Fuente de alimentación de +24 V
2	Fuente de alimentación de +8 V
3	Fuente de alimentación de +5 V
4	GND (tierra)
5	A
6	A no
7	B
8	B no
9	Z / reloj
10	Z no / reloj no
11	DATOS
12	DATOS no

Tabla 11.5 Bloque de terminales X55

Número de terminal	Nombre descriptivo del encoder 1 (maestro)
1	Fuente de alimentación de +24 V
2	N/A
3	Fuente de alimentación de +5 V
4	GND (tierra)
5	A
6	A no
7	B
8	B no
9	Z / reloj
10	Z no / reloj no
11	DATOS
12	DATOS no

Tabla 11.6 Bloque de terminales X56

Número de terminal	Nombre descriptivo de entradas digitales
1	Entrada digital
2	Entrada digital
3	Entrada digital
4	Entrada digital
5	Entrada digital
6	Entrada digital
7	Entrada digital
8	Entrada digital
9	Entrada digital
10	Entrada digital

Tabla 11.7 Bloque de terminales X57

Número de terminal	Nombre descriptivo de la fuente de alimentación
1	Fuente de alimentación de +24 V
2	GND (tierra)

Tabla 11.8 Bloque de terminales X58

Número de terminal	Nombre descriptivo de salidas digitales
1	Salida / entrada digital
2	Salida / entrada digital
3	Salida digital
4	Salida digital
5	Salida digital
6	Salida digital
7	Salida digital
8	Salida digital

Tabla 11.9 Bloque de terminales X59

Número de terminal	Depuración MCO (RS-485)
[1]CS	Selección de control
62	RxD / TxD - N
63	RxD / TxD - N
66	0 V
67	+5 V

Tabla 11.10 Bloque de terminales X60

Número de terminal	Bus CAN MCO
1	N/A
2	CAN - L
3	DRENAJE
4	CAN - H
5	N/A

Tabla 11.11 Bloque de terminales X62

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

11.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

El MCO 305 es un controlador de movimientos libremente programable e integrado para los modelos FC 301 y FC 302, consulte el *capétulo 11.3.1 Opciones de control de movimiento* para obtener más información.

11.3.2 VLT® Synchronising Controller MCO 350

AVISO!

El bloque de terminales X59 ha fijado una función para el MCO 350.

AVISO!

El bloque de terminales X62 no es compatible con el MCO 350.

AVISO!

El bloque de terminales X60 no se utiliza para el MCO 350.

Para obtener más información, consulte *capétulo 11.3.1 Opciones de control de movimiento*.

11.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

AVISO!

El bloque de terminales X59 ha fijado una función para el MCO 351.

AVISO!

El bloque de terminales X62 no es compatible con el MCO 351.

AVISO!

El bloque de terminales X60 no se utiliza para el MCO 351.

Para obtener más información, consulte *capétulo 11.3.1 Opciones de control de movimiento*.

11.4 Accesorios

11.4.1 Resistencias de freno

En aplicaciones en las que el motor se utiliza como freno, se genera energía en el motor y se devuelve al convertidor de frecuencia. Si la energía no puede ser transportada de nuevo al motor, se incrementará la tensión en la línea de CC del convertidor de frecuencia. En aplicaciones con frenados frecuentes y / o cargas de inercia elevada, este aumento puede producir una desconexión por sobretensión en el convertidor de frecuencia y, finalmente, una parada del sistema. Se utilizan resistencias de freno para disipar el exceso de energía resultante del frenado regenerativo. La resistencia se selecciona conforme a su valor en ohmios, su velocidad de disipación de potencia y su tamaño físico. (Danfoss) ofrece una amplia variedad de resistencias diferentes especialmente diseñadas para nuestros convertidores de frecuencia. Consulte el *capétulo 5.5.3 Control con Función de freno* para seleccionar las dimensiones de las resistencias de freno. Los números de códigos pueden encontrarse en el *capétulo 7 Procedimiento para realizar pedidos*.

11.4.2 Filtros sinusoidales

Cuando un convertidor de frecuencia controla un motor, se oyen ruidos de resonancias procedentes del motor. Este ruido, resultado del diseño del motor, aparece cada vez que se activa uno de los interruptores del inversor en el convertidor de frecuencia. La frecuencia del ruido de resonancia corresponde a la frecuencia de conmutación del convertidor de frecuencia.

Para el FC 300, (Danfoss) suministra un filtro sinusoidal para amortiguar el ruido acústico del motor.

El filtro reduce el tiempo de rampa de aceleración de la tensión, la tensión pico de carga U_{PICO} y la corriente de rizado ΔI al motor, lo que significa que la corriente y la tensión se vuelven casi sinusoidales. En consecuencia, el ruido acústico del motor se reduce al mínimo.

La corriente de rizado en las bobinas del filtro sinusoidal también produce algo de ruido. Resuelva este problema integrando el filtro en un alojamiento o similar.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

11.4.3 Filtros dU/dt

Los filtros dU/dt son filtros de paso bajo de modo diferencial que reducen las tensiones pico entre fases en el terminal del motor y reducen el tiempo de subida a un nivel que reduce el esfuerzo del aislamiento de los bobinados del motor. Esto es un problema, especialmente en cables de motor cortos.

En comparación con los filtros sinusoidales (consulte el *capétulo 11.4.2 Filtros sinusoidales*), los filtros dU/dt tienen una frecuencia de corte superior a la frecuencia de conmutación.

11.4.4 Filtros de modo común

Los núcleos de modo común de alta frecuencia reducen la interferencia electromagnética y eliminan el daño a los cojinetes por las descargas eléctricas. Son núcleos magnéticos nanocristalinos especiales que tienen un rendimiento de filtrado superior en comparación con los núcleos de ferrita habituales. Actúan como un inductor de modo común (entre fases y tierra).

Instalados alrededor de las tres fases del motor (U, V, W), los filtros de modo común reducen las intensidades de modo común de alta frecuencia. Como resultado, se reduce la interferencia electromagnética de alta frecuencia del cable de motor.

11.4.5 Filtros armónicos

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

Conectando los filtros armónicos Danfoss AHF 005 o AHF 010 delante de un convertidor de frecuencia Danfoss, la distorsión de corriente armónica total devuelta a la red eléctrica se reduce al 5 % y 10 %, respectivamente.

11.4.6 Kit de protección IP21 / Tipo 1

IP20 / IP4X parte superior / TIPO 1 es una protección opcional disponible para las unidades IP20 compactas. Si se utiliza el kit de protección, una unidad IP20 sube a la categoría de protección IP21 / 4X parte superior / TIPO 1.

La IP4X parte superior puede aplicarse a todas las variantes estándar IP20 de FC 30X.

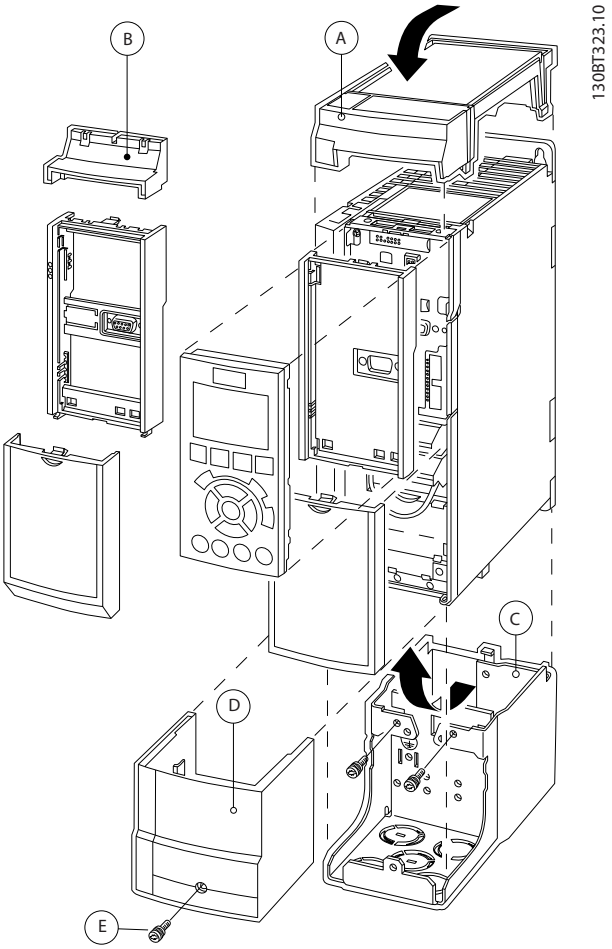


Ilustración 11.23 Tipo de protección A2

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

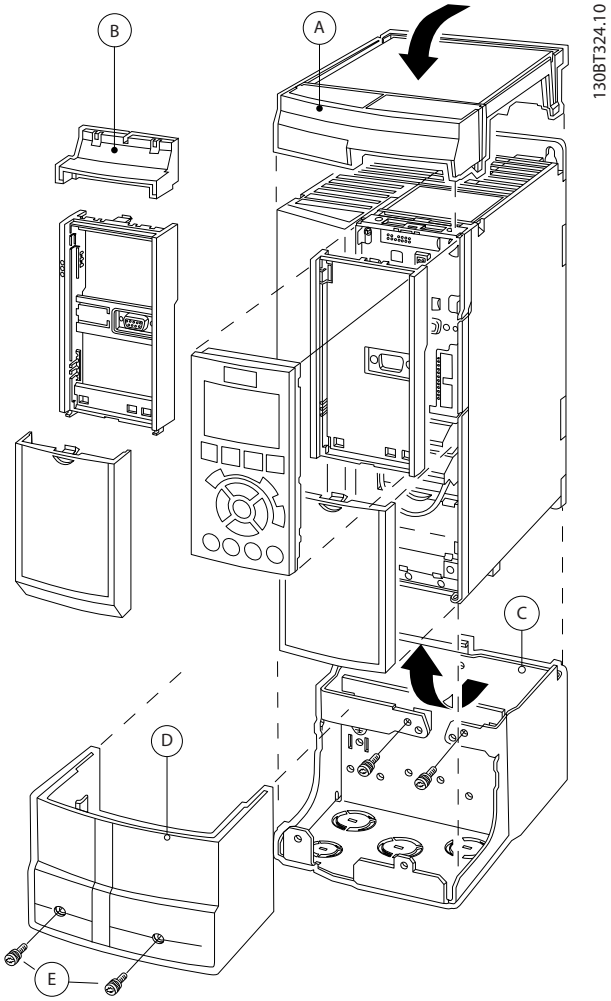


Ilustración 11.24 Tipo de protección A3

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

Tabla 11.12 Leyenda para *Ilustración 11.23* y *Ilustración 11.24*

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

Orificios para prensacables:

- Tamaño A2: 2xM25 y 3xM32
- Tamaño A3: 3xM25 y 3xM32

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

Tabla 11.13 Dimensiones del

** Si se utiliza la opción A / B, aumenta la profundidad (consulte capétulo 8.2.1 Dimensiones mecánicas para obtener más información).*

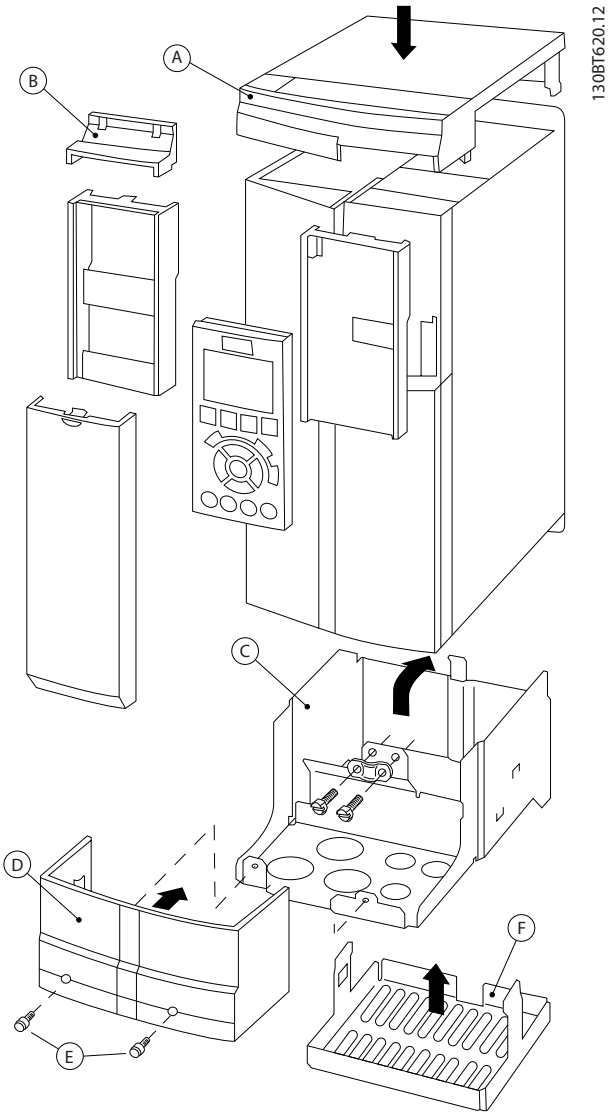


Ilustración 11.25 Tipo de protección B3

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

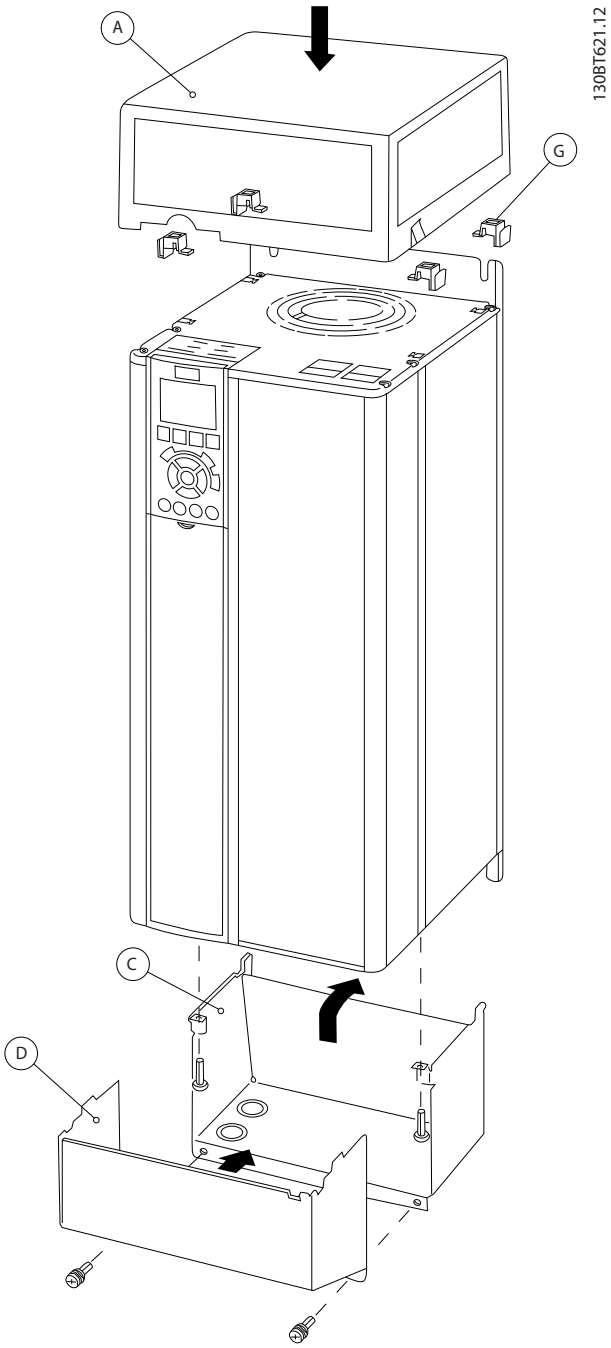


Ilustración 11.26 Tipos de protección B4-C3-C4

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

Tabla 11.14 Leyenda para *Ilustración 11.25* y *Ilustración 11.25*

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

AVISO!

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

11.4.7 Kit de montaje remoto para LCP

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

La protección del LCP tiene la clasificación IP66

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

Tabla 11.15 Datos técnicos

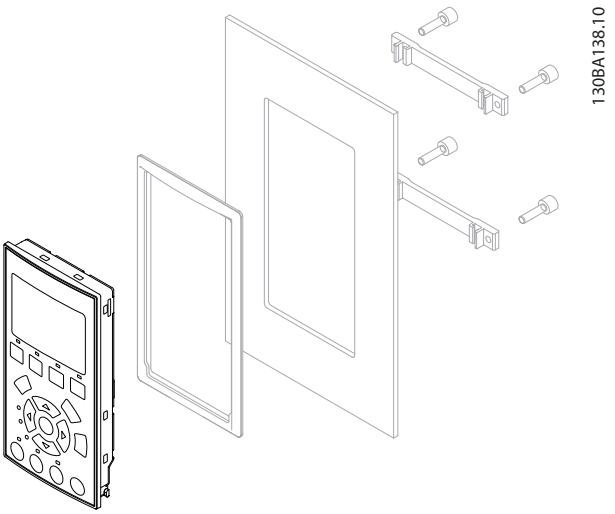


Ilustración 11.27 Kit LCP con LCP gráfico, sujeciones, cable de 3 m y junta.
Referencia 130B1113

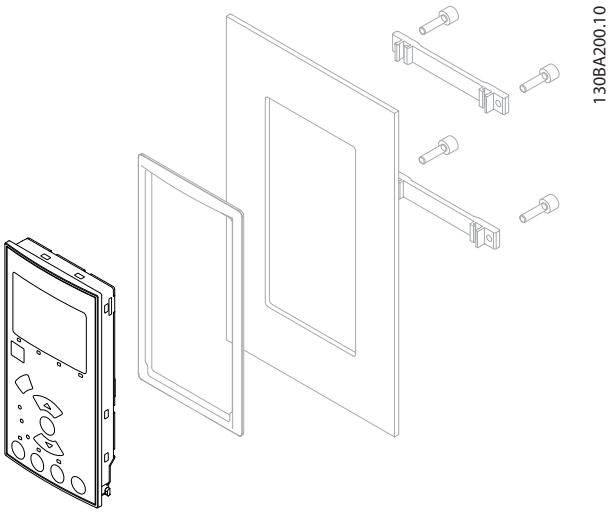


Ilustración 11.28 Kit LCP con LCP numérico, sujeciones y junta. N.º de pedido 130B1114

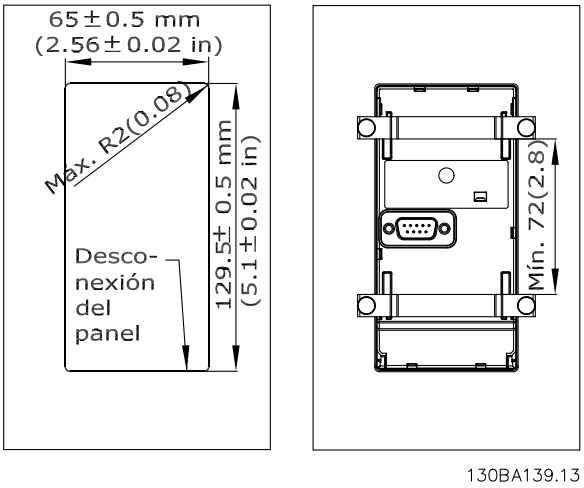


Ilustración 11.29 Dimensiones del

11.4.8 Soporte de montaje para tipos de protección A5, B1, B2, C1 y C2

Paso 1

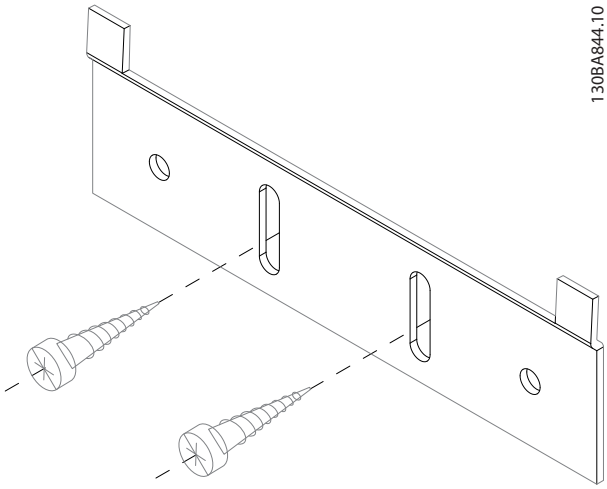


Ilustración 11.30 Soporte inferior

Coloque el soporte inferior y fíjelo con tornillos. No apriete los tornillos al máximo, ya que esto dificultaría el montaje del convertidor de frecuencia.

Paso 2

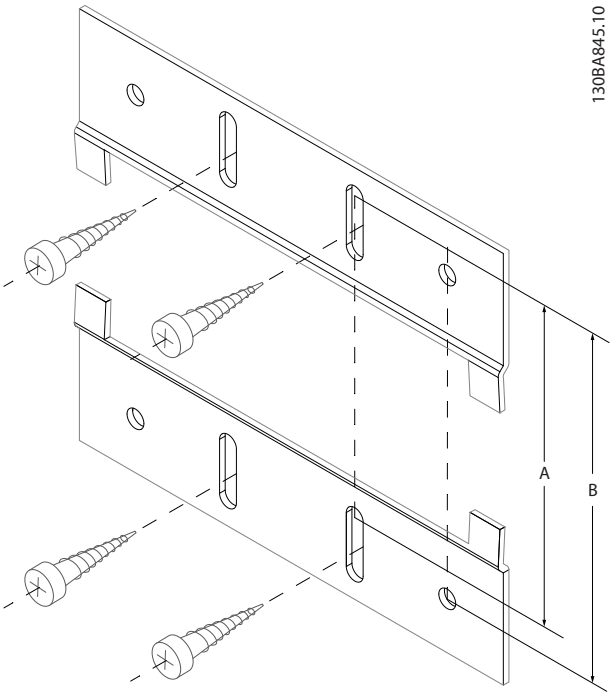


Ilustración 11.31 Soporte superior

Mida la distancia A o B y coloque el soporte superior, pero sin apretarlo. Consulte las dimensiones en la *Tabla 11.16*.

Protección	IP	A [mm]	B [mm]	Número de pedido
A5	55/66	480	495	130B1080
B1	21/55/66	535	550	130B1081
B2	21/55/66	705	720	130B1082
B3	21/55/66	730	745	130B1083
B4	21/55/66	820	835	130B1084

Tabla 11.16 Detalles

Paso 3

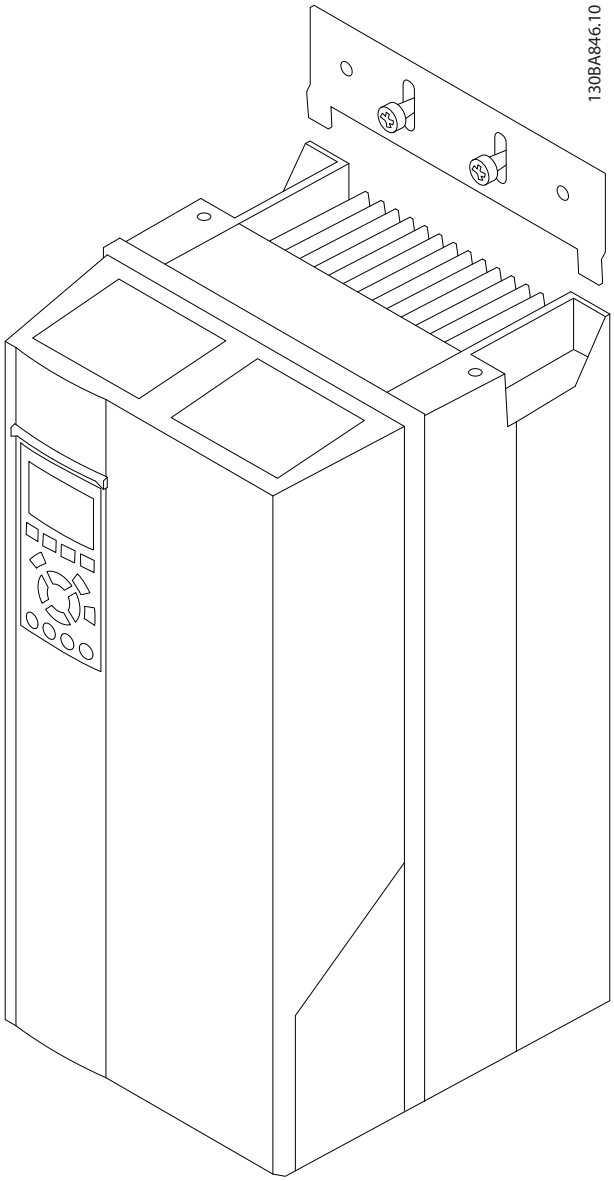


Ilustración 11.32 Colocación

Coloque el convertidor de frecuencia en el soporte inferior, levante el soporte superior. Cuando el convertidor de frecuencia se encuentra en su posición, baje el soporte superior.

Paso 4

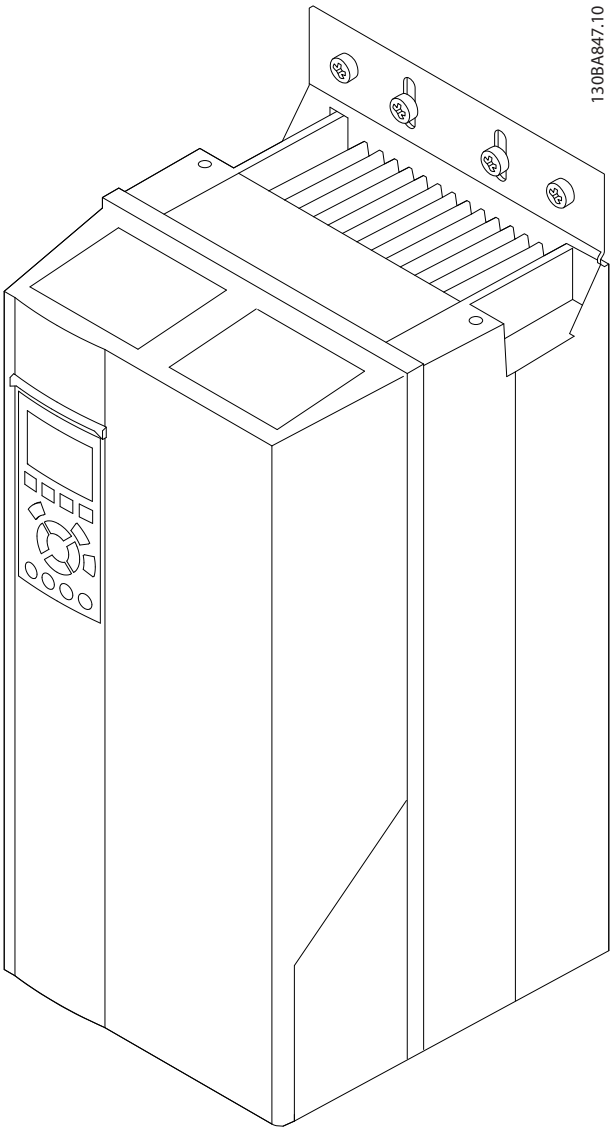


Ilustración 11.33 Apretado de los tornillos

Ahora, apriete los tornillos. Para obtener una mayor seguridad, perfore y coloque tornillos en todos los orificios.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

12 Instalación y ajuste RS-485

12.1 Instalación y configuración de

12.1.1 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, consulte la *Ilustración 12.1*.

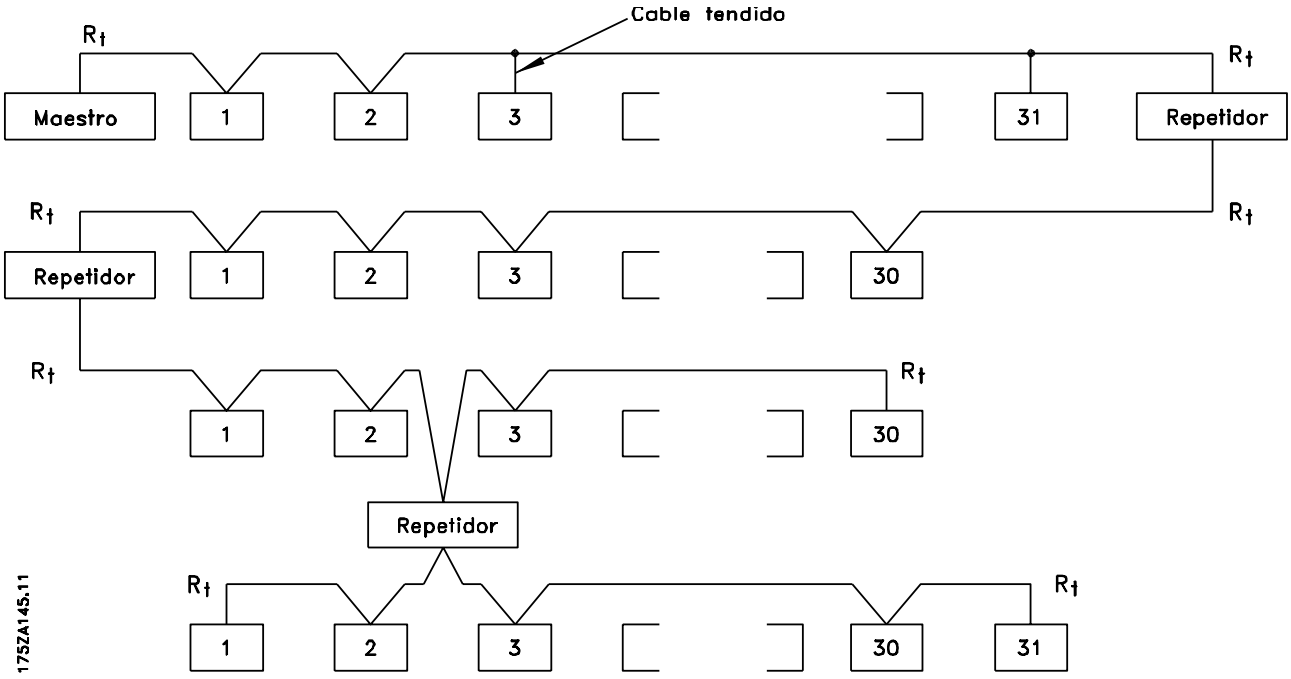


Ilustración 12.1 Interfaz de bus RS-485

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 unas buenas prácticas de instalación.

Es importante disponer de una conexión a tierra de baja impedancia para el apantallamiento de cada nodo, incluso a frecuencias altas. Conecte una gran superficie del apantallamiento a la toma de tierra, por ejemplo, mediante una abrazadera o un prensacables conductor. Puede ser necesario utilizar cables ecualizadores de potencial para mantener el mismo potencial de tierra en toda la red, especialmente en instalaciones con grandes longitudes de cable.
Para evitar diferencias de impedancia, utilice siempre el mismo tipo de cable en toda la red. Cuando conecte un motor al convertidor de frecuencia, utilice siempre cable de motor apantallado.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

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

Tabla 12.1 Especificaciones del cable

12.2 Conexión de red

Puede haber uno o varios convertidores de frecuencia conectados a un controlador (o maestro) mediante la interfaz normalizada RS-485. El terminal 68 está conectado a la señal P (TX+, RX+), mientras que el terminal 69 esta conectado a la señal N (TX–, RX–). Consulte las imágenes en *capétulo 3.5 Esquema del cableado*.

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

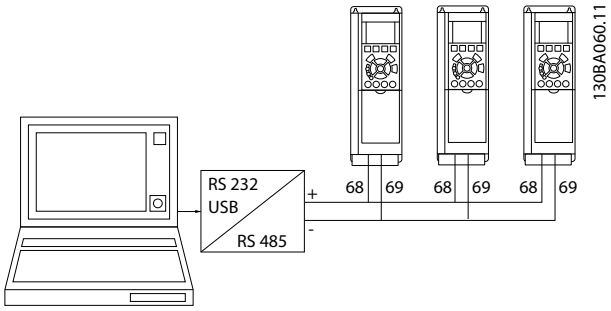


Ilustración 12.2 Conexiones en paralelo

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

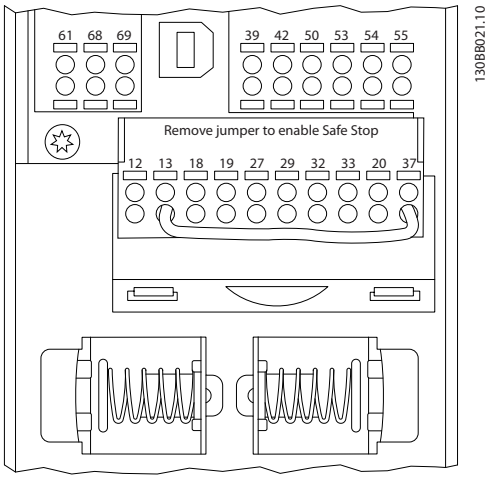


Ilustración 12.3 Terminales de la tarjeta de control

12.3 Terminación de bus

El bus RS-485 debe terminarse con una resistencia de red en ambos extremos. Para ello, ajuste el interruptor S801 de la tarjeta de control en «ON».

El protocolo de comunicación debe ajustarse a *8-30 Protocolo*.

12.4 Instalación y ajuste RS-485

12.4.1 Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC)

Se recomienda adoptar las siguientes precauciones de EMC para que la red RS-485 funcione sin interferencias.

Cumpla las disposiciones nacionales y locales pertinentes, por ejemplo, las relativas a la conexión a tierra de protección. Mantenga alejado el cable de comunicación RS-485 de los cables del motor y de la resistencia de freno para evitar el acoplamiento del ruido de alta frecuencia de un cable con otro. Normalmente, es suficiente con una distancia de 200 mm (8 in), pero se recomienda guardar la mayor distancia posible entre los cables, especialmente cuando estos se instalen en paralelo y cubran distancias largas. Si el cruce es inevitable, el cable RS-485 debe cruzar los cables de motor y de resistencia de freno en un ángulo de 90º.

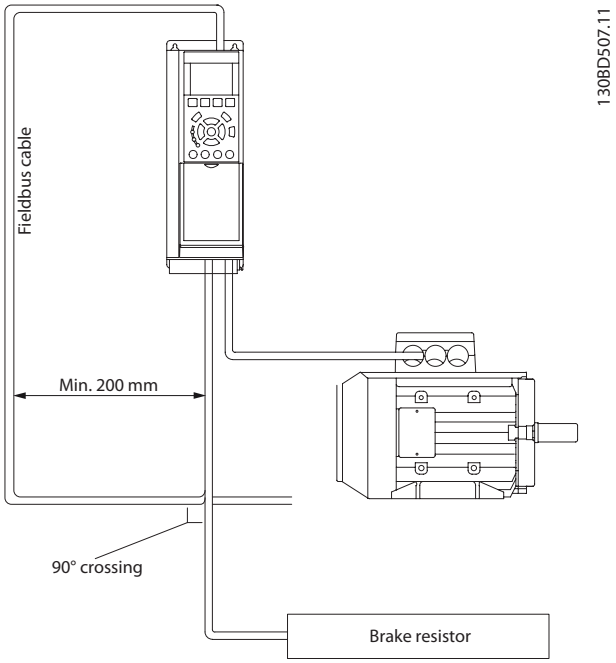


Ilustración 12.4 Enrutado de los cables

12.5 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.

12.6 Configuración de red

12.6.1 Ajuste del convertidor de frecuencia

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

Número de parámetro	Ajuste
8-30 Protocolo	FC
8-31 Dirección	1-126
8-32 Veloc. baudios port FC	2400-115200
8-33 Paridad / Bits de parada	Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado)

Tabla 12.2 Parámetros de protocolo FC

12.7 Estructura de formato de mensajes del protocolo FC

12.7.1 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.

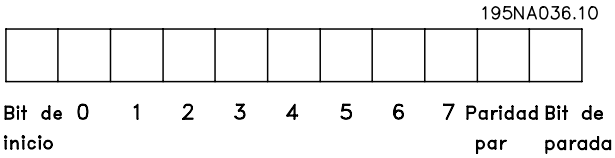


Ilustración 12.5 Contenido de un carácter

12.7.2 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.

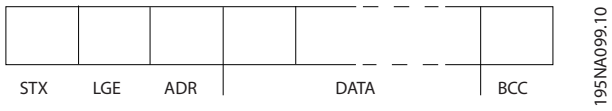


Ilustración 12.6 Estructura de telegramas

12

12.7.3 Longitud del telegrama (LGE)

La longitud de un telegrama es el número de bytes de datos, más el byte de dirección ADR y el byte de control de datos BCC.

4 bytes de datos	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 bytes
12 bytes de datos	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 bytes
Textos que contienen telegramas	10[1)]+n bytes

Tabla 12.3 Longitud de los telegramas

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

12.7.4 Dirección del convertidor de frecuencia (ADR)

Se utilizan dos formatos diferentes para la dirección.
El intervalo de direcciones del convertidor de frecuencia es de 1 a 31 o de 1 a 126.

1. Formato de dirección 1-31:

   Bit 7 = 0 (formato de dirección 1-31 activado)

   Bit 6 no se utiliza

   Bit 5 = 1: transmisión, los bits de dirección (0-4) no se utilizan

   Bit 5 = 0: sin transmisión

   Bit 0-4 = dirección del convertidor de frecuencia 1-31

2. Formato de dirección 1-126:

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

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

   Bit 0-6 = 0 transmisión

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

12.7.5 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

12.7.6 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)

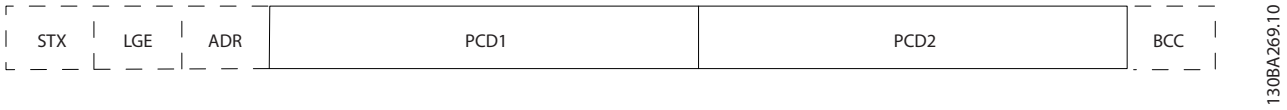


Ilustración 12.7 Bloque de proceso

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

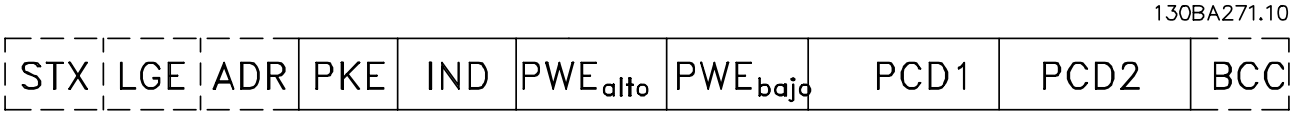


Ilustración 12.8 Bloque de parámetros

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

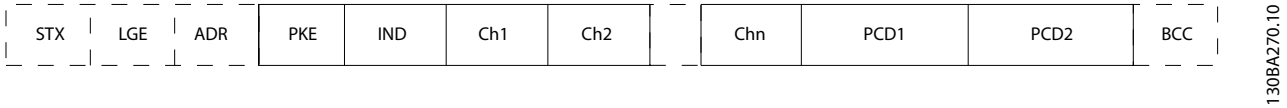


Ilustración 12.9 Bloque de texto

12

12.7.7 El campo PKE

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

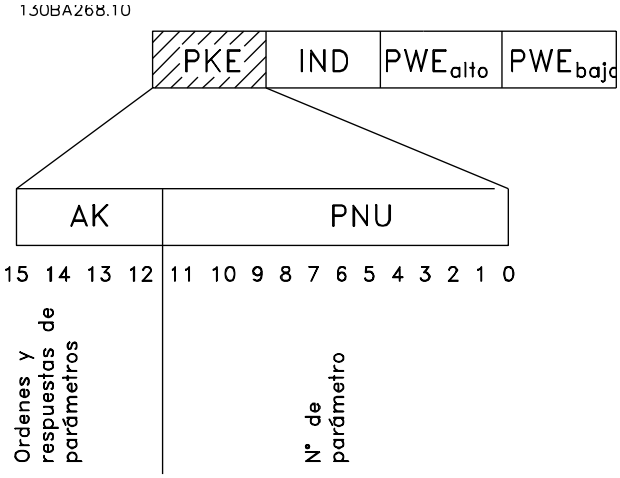


Ilustración 12.10 Campo PKE

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

N.º de bit				Comando de parámetro
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sin comando
0	0	0	1	Leer valor de parámetro
0	0	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM (código)
0	0	1	1	Escribir valor de parámetro en RAM (doble código)
1	1	0	1	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (doble código)
1	1	1	0	Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (código)
1	1	1	1	Leer / escribir texto

Tabla 12.4 Comandos de parámetro maestro ⇒ auxiliar

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

Tabla 12.5 Respuesta auxiliar⇒ maestro

Si el comando no se puede realizar, el auxiliar envía esta respuesta:
0111 Comando no ejecutable
– y devuelve el siguiente informe de fallo en el valor del parámetro (PWE):

PWE bajo (hex)	Informe de fallo
0	El número de parámetro utilizado no existe.
1	No hay acceso de escritura para el parámetro definido.
2	El valor de dato supera los límites del parámetro.
3	El subíndice utilizado no existe.
4	El parámetro no es de tipo matriz.
5	El tipo de dato no coincide con el parámetro definido.
11	No es posible cambiar los datos del parámetro definido en el modo actual del convertidor de frecuencia. Algunos parámetros solo se pueden cambiar cuando el motor está parado.
82	No hay acceso de bus al parámetro definido.
83	No es posible modificar datos por estar seleccionado el ajuste de fábrica

Tabla 12.6 Informe de fallo en el valor del parámetro

12.7.8 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 la *Guía de programación*.

12.7.9 Índice (IND)

El índice se utiliza junto con el número de parámetro para el acceso de lectura / escritura a los parámetros con un índice, por ejemplo, *15-30 Reg. alarma: código de fallo*. El índice consta de 2 bytes, un byte bajo y un byte alto.

Solo el byte bajo se utiliza como índice.

12.7.10 Valor de parámetro (PWE)

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

Si el auxiliar responde a una solicitud de parámetro (comando de lectura), el valor de parámetro actual en el bloque PWE se transfiere y devuelve al maestro. Si un parámetro no contiene un valor numérico, sino varias opciones de datos, p. ej., *0-01 Idioma* donde [0] es Inglés y [4] es Danés, seleccione el valor de dato introduciéndolo en el bloque PWE. Consulte el ejemplo: selección de un valor de dato. La comunicación serie solo es capaz de leer parámetros que tienen el tipo de dato 9 (cadena de texto). De *15-40 Tipo FC* a *15-53 Número serie tarjeta potencia* contienen el tipo de dato 9.
Por ejemplo, se puede leer el tamaño del convertidor de frecuencia y el intervalo de tensión de red en *15-40 Tipo FC*. Cuando se transfiere una cadena de texto (lectura), la longitud del telegrama varía, y los textos pueden tener distinta longitud. La longitud del telegrama se define en el segundo byte, denominado LGE. Cuando se utiliza la transferencia de texto, el carácter de índice indica si se trata de un comando de lectura o de escritura.
Para leer un texto a través del bloque PWE, ajuste el comando del parámetro (AK) a «F» hex. El carácter de índice de byte alto debe ser «4».
Algunos parámetros contienen texto que se puede escribir mediante el bus serie. Para escribir un texto mediante el bloque PWE, ajuste el comando de parámetro (AK) a «F» hex. El carácter de índice de byte alto debe ser «5».

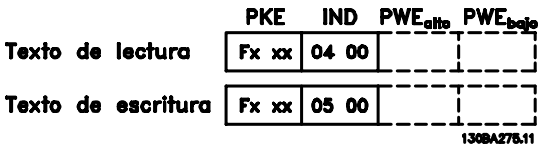


Ilustración 12.11 Texto a través del bloque PWE

12.7.11 Tipos de datos admitidos

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

Tipos de datos	Descripción
3	Entero 16
4	Entero 32
5	Sin signo 8
6	Sin signo 16
7	Sin signo 32
9	Cadena de texto
10	Cadena de bytes
13	Diferencia de tiempo
33	Reservado
35	Secuencia de bits

Tabla 12.7 Tipos de datos admitidos

12.7.12 Conversión

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

4-12 Límite bajo veloc. motor [Hz] tiene un factor de conversión de 0,1. Para preajustar la frecuencia mínima a 10 Hz, transfiera el valor 100. Un factor de conversión de 0,1 significa que el valor transferido se multiplica por 0,1. Por lo tanto, el valor 100 se lee como 10,0.

Ejemplos:
0 s ⇒ índice de conversión 0
0,00 s ⇒ índice de conversión –2
0 ms ⇒ índice de conversión –3
0,00 ms ⇒ índice de conversión –5

Índice de conversión	Factor de conversión
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabla 12.8 Tabla de conversión

12.7.13 Códigos de proceso (PCD)

El bloque de códigos de proceso se divide en dos bloques de 16 bits, que siempre se suceden en la secuencia definida.

PCD 1	PCD 2
Telegrama de control (maestro ⇒ código de control del auxiliar)	Valor de referencia
Telegrama de control (auxiliar ⇒ maestro) Código de estado	Frecuencia de salida actual

Tabla 12.9 Códigos de proceso (PCD)

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

12.8 Ejemplos

12.8.1 Escritura del valor de un parámetro.

Cambie *4-14 Límite alto veloc. motor [Hz]* a 100 Hz.
Escriba los datos en EEPROM.

PKE = E19E Hex - Escribir un único código en *4-14 Límite alto veloc. motor [Hz]*
IND = 0000 Hex
PWEHIGH = 0000 Hex
PWELOW = 03E8 Hex - Valor de dato, 1000, correspondiente a 100 Hz, consulte *capétulo 12.7.12 Conversión*.

El telegrama tendrá este aspecto:

E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA092.10

Ilustración 12.12 Escriba los datos en EEPROM

AVISO!

***4-14 Límite alto veloc. motor [Hz]* es un único código, y el comando de parámetro que se debe grabar en la EEPROM es «E». El número de parámetro 4-14 es 19E en hexadecimal.**

La respuesta del auxiliar al maestro es:

119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA093.10

Ilustración 12.13 Respuesta del auxiliar

12.8.2 Lectura del valor de un parámetro

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

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

1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA094.10

Ilustración 12.14 Valor del parámetro

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

130BA267.10

1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

Ilustración 12.15 Respuesta del auxiliar

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

12.9 Visión general de Modbus RTU

12.9.1 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.

12.9.2 Conocimientos previos necesarios

El Modbus RTU (Remote Terminal Unit) integrado 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.

12.9.3 Visión general de Modbus RTU

Independientemente de los tipos de redes de comunicación física, en Visión general de Modbus RTU se describe el proceso que un controlador utiliza para solicitar acceso a otro dispositivo. Esto incluye cómo el Modbus RTU responde a las solicitudes de otro dispositivo y cómo se detectarán y se informará de los errores que se produzcan. También se establece un formato común para el diseño y los contenidos de los campos de mensajes.
Durante las comunicaciones en una red Modbus RTU, el protocolo determina:

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

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

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

12.9.4 Convertidor de frecuencia con Modbus RTU

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 normal (rampa)
- 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 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.

12.10 Configuración de red

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

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

Tabla 12.10 Parámetros de Modbus RTU

12.11 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU

12.11.1 Convertidor de frecuencia con Modbus RTU

Los controladores están configurados para comunicarse en la red Modbus utilizando el modo RTU (Remote Terminal Unit), con cada byte de un mensaje conteniendo dos caracteres hexadecimales de 4 bits. El formato de cada byte se muestra en *Tabla 12.11*.

Bit de inicio	Byte de datos								Parada / paridad	Parada

Tabla 12.11 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)

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

12.11.2 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 mensaje 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 12.12*, se muestra un formato típico de mensaje.

Arranque	Dirección	Función	Datos	Compro-bación CRC	final decel.
T1-T2-T3--T4	8 bits	8 bits	N × 8 bits	16 bits	T1-T2-T3--T4

Tabla 12.12 Estructura típica de mensaje Modbus RTU

12.11.3 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 mensaje combinados.

12.11.4 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.

12.11.5 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 *capétulo 12.11.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU* y *capétulo 12.11.11 Códigos de excepción Modbus*

12.11.6 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

12.11.7 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.

12.11.8 Direccionamiento de registros de bobinas

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

Número de bobina	Descripción	Dirección de la señal
1-16	Código de control del convertidor de frecuencia	Maestro a auxiliar
17-32	Velocidad del convertidor de frecuencia o referencia de consigna Rango 0x0-0xFFFF (de –200 % a ~200 %)	Maestro a auxiliar
33-48	Código de estado del convertidor de frecuencia (consulte *Tabla 12.15*)	Auxiliar a maestro
49-64	Modo lazo abierto: frecuencia de salida del convertidor de frecuencia Modo lazo cerrado: señal de realimentación del convertidor de frecuencia	Auxiliar a maestro
65	Control de escritura de parámetro (maestro a auxiliar)	Maestro a auxiliar
	0 = Los cambios en los parámetros se escriben en la RAM del convertidor de frecuencia	
	1 = Los cambios de los parámetros se escriben en la RAM y en la EEPROM del convertidor de frecuencia.	
66-65536	Reservado	

Tabla 12.13 Descripciones de bobinas

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

Tabla 12.14 Código de control del convertidor de frecuencia (perfil FC)

12

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

Tabla 12.15 Código de estado del convertidor de frecuencia (perfil FC)

Número de registro	Descripción
00001-00006	Reservado
00007	Último código de error desde una interfaz de objeto de datos de FC
00008	Reservado
00009	Índice de parámetro*
00010-00990	Grupo de parámetros 000 (parámetros de 001 a 099)
01000-01990	Grupo de parámetros 100 (parámetros de 100 a 199)
02000-02990	Grupo de parámetros 200 (parámetros de 200 a 299)
03000-03990	Grupo de parámetros 300 (parámetros de 300 a 399)
04000-04990	Grupo de parámetros 400 (parámetros de 400 a 499)
...	...
49000-49990	Grupo de parámetros 4900 (parámetros de 4900 a 4999)
50000	Datos de entrada: registro de código de control de convertidor de frecuencia (CTW)
50010	Datos de entrada: registro de referencia de bus (REF)
...	...
50200	Datos de salida: registro de código de estado de convertidor de frecuencia (STW).
50210	Datos de salida: registro de valor real principal de convertidor de frecuencia (MAV).

Tabla 12.16 Registros de retención

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

12.11.9 Cómo controlar el convertidor de frecuencia

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

12.11.10 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 (hex)
Leer bobinas	1
Leer registros de retención	3
Escribir una sola bobina	5
Escribir un solo registro	6
Escribir múltiples bobinas	F
Escribir múltiples registros	10
Coger contador de eventos de com.	B
Informar sobre la identificación del auxiliar	11

Tabla 12.17 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 auxiliar
		14	Devolver recuento de mensajes de auxiliar

Tabla 12.18 Códigos de función

12.11.11 Códigos de excepción Modbus

Para obtener una explicación completa sobre la estructura de una excepción, consulte *capétulo 12.11.5 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. NO significa, específicamente, que un conjunto de datos enviado para su almacenamiento en un registro tenga un valor que se encuentra fuera de la expectativa del programa de la aplicación, ya que el protocolo Modbus no conoce el significado de cualquier valor determinado de cualquier registro en particular.
4	Fallo del dispositivo auxiliar	Un error irrecuperable se produjo mientras el servidor (o auxiliar) intentaba ejecutar la acción solicitada.

Tabla 12.19 Códigos de excepción Modbus

12.12 Cómo acceder a los parámetros

12.12.1 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 × el número de parámetro) DECIMAL. Ejemplo: Lectura *3-12 Valor de enganche/arriba-abajo* (16 bit): el registro de retención 3120 almacena el valor de los parámetros. Un valor de 1352 (decimal) significa que el parámetro está ajustado en 12,52%

Lectura *3-14 Referencia interna relativa* (32 bit): los registros de retención 3410 y 3411 almacenan el valor de los parámetros. Un valor de 11300 (decimal) significa que el parámetro está ajustado en 1113,00.

Para obtener más información sobre los parámetros, el tamaño y el índice de conversión, consulte la Guía de programación del producto correspondiente.

12.12.2 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).

12.12.3 IND (índice)

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

12.12.4 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.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

12.12.5 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.

12.12.6 Valores de parámetros

Tipos de datos estándar
Los tipos de datos estándar son int 16, int 32, uint 8, uint 16 y uint 32. Se guardan como registros 4x (40001-4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03hex «Lectura de registros de retención». Los parámetros se escriben utilizando la función 6hex «Preajustar registro» para 1 registro (16 bits) y la función 10 hex «Preajustar múltiples registros» para 2 registros (32 bits). Los tamaños legibles van desde 1 registro (16 bits) hasta 10 registros (20 caracteres).

Tipos de datos no estándar
Los tipos de datos no estándar son cadenas de texto y se almacenan como registros 4x (40001-4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03hex «Lectura de registros de retención» y se escriben utilizando la función 10hex «Preajustar múltiples registros». Los tamaños legibles van desde 1 registro (2 caracteres) hasta 10 registros (20 caracteres).

12.13 (Danfoss) Perfil de control FC

12.13.1 Código de control según el perfil FC (*8-10 Trama control* = perfil FC)

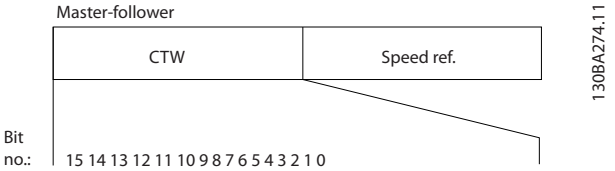


Ilustración 12.16 Código de control

Bit	Valor de bit = 0	Valor de bit = 1
00	Valor de referencia	Selección externa, bit menos significativo
01	Valor de referencia	Selección externa, bit más significativo
02	Freno de CC	Rampa
03	Funcionamiento por inercia	Sin funcionamiento por inercia
04	Parada rápida	Rampa
05	Mantener frecuencia de salida	Usar rampa
06	Parada de rampa	Arranque
07	Sin función	Reinicio
08	Sin función	Velocidad fija
09	Rampa 1	Rampa 2
10	Datos no válidos	Datos válidos
11	Sin función	Relé 01 activo
12	Sin función	Relé 02 activo
13	Ajuste de parámetros	Selección bit menos significativo
14	Ajuste de parámetros	Selección bit más significativo
15	Sin función	Cambio de sentido

Tabla 12.20 Bits del código de control

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Explicación de los bits de control

Bits 00/01
Los bits 00 y 01 se utilizan para seleccionar entre los cuatro valores de referencia, que están preprogramados en *3-10 Referencia interna*, según la *Tabla 12.21*.

Valor de referencia programada	Parámetro	Bit 01	Bit 00
1	*3-10 Referencia interna* [0]	0	0
2	*3-10 Referencia interna* [1]	0	1
3	*3-10 Referencia interna* [2]	1	0
4	*3-10 Referencia interna* [3]	1	1

Tabla 12.21 Valores de referencia

AVISO!

Haga una selección en *8-56 Selec. referencia interna* para definir cómo se direccionan los bits 00/01 con la función correspondiente en las entradas digitales.

Bit 02, Freno de CC
El bit 02 = «0» provoca el frenado de CC y la parada. Ajuste la intensidad y duración de frenado en *2-01 Intens. freno CC* y en *2-02 Tiempo de frenado CC*.
El bit 02 = «1» lleva a rampa.

Bit 03, Inercia
Bit 03 = 0: El convertidor de frecuencia «deja ir» inmediatamente al motor, (los transistores de salida se «desactivan») y se produce inercia hasta la parada.
Bit 03 = «1»: El convertidor de frecuencia arranca el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

Hacer una selección en *8-50 Selección inercia* para definir cómo se direcciona el Bit 03 con la correspondiente función en una entrada digital.

Bit 04, Parada rápida
Bit 04 = «0»: hace decelerar el motor hasta pararse (se ajusta en *3-81 Tiempo rampa parada rápida*).

Bit 05, Mantener la frecuencia de salida
Bit 05 = «0»: la frecuencia de salida actual (en Hz) se mantiene. Cambiar la frecuencia de salida mantenida únicamente mediante las entradas digitales (*5-10 Terminal 18 Entrada digital* a *5-15 Terminal 33 entrada digital*) programadas en *Aceleración* y *Enganche abajo*.

AVISO!

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

- **Bit 03, Paro por inercia**
- **Bit 02, Frenado de CC**
- **Entrada digital (de *5-10 Terminal 18 Entrada digital* a *5-15 Terminal 33 entrada digital*) programada en *Frenado de CC*, *Paro por inercia* o *Reinicio* y *Paro por inercia*.**

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

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

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

Bit 08, Velocidad fija
Bit 08 = «1»: la frecuencia de salida está determinada por *3-19 Velocidad fija [RPM]*.

Bit 09, Selección de rampa 1/2
Bit 09 = «0»: la rampa 1 está activa (de *3-41 Rampa 1 tiempo acel. rampa* a *3-42 Rampa 1 tiempo desacel. rampa*).
Bit 09 = «1»: la rampa 2 está activa (de *3-51 Rampa 2 tiempo acel. rampa* a *3-52 Rampa 2 tiempo desacel. rampa*).

Bit 10, Datos no válidos / Datos válidos
Indica al convertidor de frecuencia si debe utilizar o ignorar el código de control.
Bit 10 = «0»: el código de control se ignora. Bit 10 = «1»: el código de control se utiliza. Esta función es relevante porque el telegrama contiene siempre el código de control, independientemente del tipo de telegrama. Desactive el código de control si no se debe utilizar al actualizar o leer parámetros.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Bit 11, Relé 01
Bit 11 = «0»: relé no activado.
Bit 11 = «1»: relé 01 activado, siempre que se haya elegido *Bit código de control 11* en *5-40 Relé de función*.

Bit 12, Relé 04
Bit 12 = «0»: el relé 04 no está activado.
Bit 12 = «1»: relé 04 activado, siempre que se haya elegido *Bit código de control 12* en *5-40 Relé de función*.

Bit 13/14, Selección de Ajuste
Utilice los bits 13 y 14 para elegir entre los cuatro ajustes de menú, según la *Tabla 12.22*.

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

Tabla 12.22 4 ajustes de menú

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

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

Bit 15, Cambio del sentido
Bit 15 = «0»: sin cambio de sentido.
Bit 15 = «1»: Cambio de sentido En los ajustes predeterminados, el cambio de sentido se ajusta a digital en *8-54 Selec. sentido inverso*. El bit 15 solo causa el cambio de sentido cuando se ha seleccionado Comunicación serie, O lógico o Y lógico.

12.13.2 Código de estado según el perfil FC (STW) (*8-10 Trama control* = perfil FC)

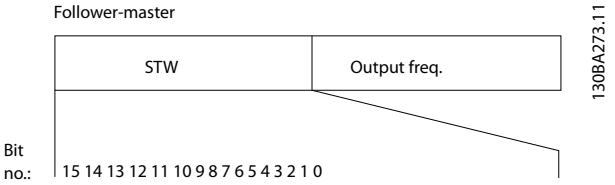


Ilustración 12.17 Código de estado

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

Tabla 12.23 Bits del código de estado

Explicación de los bits de estado

Bit 00, Control no listo / listo
Bit 00 = «0»: el convertidor de frecuencia se desconecta.
Bit 00 = «1»: los controles del convertidor de frecuencia están preparados, pero el componente de potencia podría no estar recibiendo suministro eléctrico (en el caso de suministro externo de 24 V a los controles).

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

Bit 02, Paro por inercia
Bit 02 = «0»: el convertidor de frecuencia libera el motor.
Bit 02 = «1»: el convertidor de frecuencia arranca el motor con una orden de arranque.

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

Bit 04, Sin error / error (sin desconexión)
Bit 04 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 04 = «1»: el convertidor de frecuencia muestra un error pero no se desconecta.

Bit 05, Sin uso
El bit 05 no se utiliza en el código de estado.

Bit 06, Sin error / bloqueo por alarma
Bit 06 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 06 = 1: el convertidor de frecuencia se ha desconectado y bloqueado.

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

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

Bit 09, Funcionamiento local / control de bus
Bit 09 = «0»: [STOP/RESET] está activo en la unidad de control o si *Control local* está seleccionado en *3-13 Lugar de referencia*. No es posible el control mediante la comunicación serie.
Bit 09 = «1» Es posible controlar el convertidor de frecuencia a través de la comunicación serie / el bus de campo.

Bit 10, Fuera de límite de frecuencia
Bit 10 = «0»: la frecuencia de salida ha alcanzado el valor ajustado en *4-11 Límite bajo veloc. motor [RPM]* o *4-13 Límite alto veloc. motor [RPM]*.
Bit 10 = «1»: la frecuencia de salida está dentro de los límites definidos.

Bit 11, Sin función / en funcionamiento
Bit 11 = «0»: el motor no está en marcha.
Bit 11 = «1»: el convertidor de frecuencia tiene una señal de arranque o la frecuencia de salida es superior a 0 Hz.

Bit 12, Convertidor de frecuencia OK / parado, autoarranque
Bit 12 = «0»: no hay una sobretemperatura temporal en el inversor.
Bit 12 = «1»: el inversor se ha parado debido a una temperatura excesiva, pero la unidad no se ha desconectado y terminará su funcionamiento cuando la temperatura disminuya.

Bit 13, Tensión OK / límite excedido
Bit 13 = «0»: no hay advertencias de tensión.
Bit 13 = «1»: la tensión de CC del circuito intermedio del convertidor de frecuencia es demasiado baja o demasiado alta.

Bit 14, Par OK / límite excedido
Bit 14 = «0»: la intensidad del motor es inferior al límite de par seleccionado en *4-18 Límite intensidad*.
Bit 14 = «1»: se ha sobrepasado el límite de par en *4-18 Límite intensidad*.

Bit 15, Temporizador OK / límite excedido
Bit 15 = «0»: los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica no han sobrepasado el 100 %.
Bit 15 = «1»: uno de los temporizadores ha sobrepasado el 100 %.

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

12.13.3 Valor de referencia de velocidad de 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.

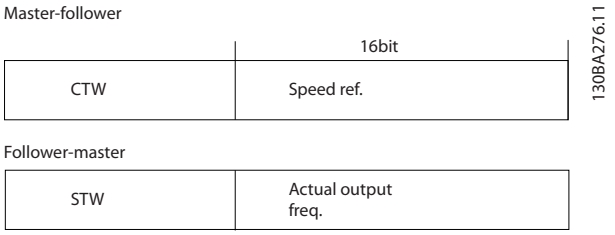


Ilustración 12.18 Frecuencia de salida real (MAV)

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

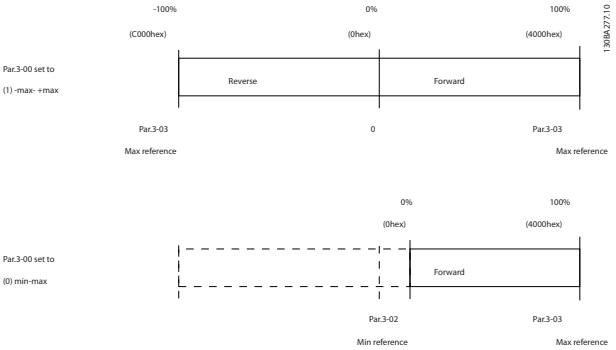


Ilustración 12.19 Referencia y MAV

12.13.4 Código de control de acuerdo con el perfil de PROFIdrive (CTW)

El código de control se utiliza para enviar comandos de un maestro (p. ej., un PC) a un auxiliar.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	DESACTIVADO 1	Sí 1
01	DESACTIVADO 2	Sí 2
02	DESACTIVADO 3	Sí 3
03	Funcionamiento por inercia	Sin funcionamiento por inercia
04	Parada rápida	Ramp
05	Mantener la salida de frecuencia	Utilizar rampa
06	Detener rampa	Arranque
07	Sin función	Reinicio
08	Velocidad fija 1 DESACTIVADO	Velocidad fija 1 ENCENDIDO
09	Velocidad fija 2 DESACTIVADO	Velocidad fija 2 ENCENDIDO
10	Datos no válidos	Datos válidos
11	Sin función	Enganche abajo
12	Sin función	Enganche arriba
13	Ajuste de parámetros	Selección bit menos significativo
14	Ajuste de parámetros	Selección bit más significativo
15	Sin función	Cambio de sentido

Tabla 12.24 Bits del código de control

12

Explicación de los bits de control

Bit 00, APAGADO 1 / ENCENDIDO 1
Las paradas de rampa normal utilizan los tiempos de rampa de la rampa actualmente seleccionada.
Bit 00 = «0»: se produce una parada y la activación del relé de salida 1 o 2 si la frecuencia de salida es 0 Hz y si se ha seleccionado [Relé 123] en *5-40 Relé de función*.
Cuando bit 0 = «1», el convertidor de frecuencia está en el estado 1: «Encendido inhibido».

Bit 01, APAGADO 2 / ENCENDIDO 2
Paro por inercia
Cuando el bit 01 = «0», se produce un paro por inercia y la activación del relé de salida 1 o 2 si la frecuencia de salida es 0 Hz y si se ha seleccionado [Relé 123] en *5-40 Relé de función*.

Bit 02, APAGADO 3 / ENCENDIDO 3
Parada rápida utilizando el tiempo de rampa del par. *3-81 Tiempo rampa parada rápida*. Cuando el bit 02 = «0», se produce una parada rápida y la activación del relé de salida 1 o 2 si la frecuencia de salida es 0 Hz y si se ha seleccionado [Relé 123] en *5-40 Relé de función*.
Cuando bit 02 = «1», el convertidor de frecuencia está en el estado 1: «Encendido inhibido».

Bit 03, inercia / sin inercia
El bit 03 = «0» de paro por inercia lleva a una parada.
Cuando el bit 03 = «1», el convertidor de frecuencia arranca si se cumplen las demás condiciones de arranque.

AVISO!

La selección en *8-50 Selección inercia* determina el enlace del bit 03 con la correspondiente función de las entradas digitales.

Bit 04, Parada rápida / rampa
Parada rápida utilizando el tiempo de rampa del par. *3-81 Tiempo rampa parada rápida*.
Cuando el bit 04 = «0», se produce una parada rápida.
Cuando el bit 04 = «1», el convertidor de frecuencia arranca si se cumplen las demás condiciones de arranque.

AVISO!

La selección en *8-51 Selección parada rápida* determina cómo el bit 04 enlaza con la correspondiente función de las entradas digitales.

Bit 05, mantener la salida de frecuencia / utilizar rampa
Cuando el bit 05 = «0», mantiene la frecuencia de salida aunque se cambie el valor de referencia.
Cuando bit 05 = «1», el convertidor de frecuencia realiza su función reguladora de nuevo; el funcionamiento se produce de acuerdo con el respectivo valor de referencia.

Bit 06, Parada / arranque de rampa
La parada de rampa normal utiliza los tiempos de rampa de la rampa actualmente seleccionada. Además, se activa el relé de salida 01 o 04 si la frecuencia de salida es 0 Hz o si se selecciona Relé 123 en *5-40 Relé de función*. Bit 06 = «0» lleva a una parada. Cuando el bit 06 = «1», el convertidor de frecuencia puede arrancar si se cumplen las demás condiciones de arranque.

AVISO!

La selección en *8-53 Selec. arranque* determina cómo el bit 06 enlaza con la correspondiente función de las entradas digitales.

Bit 07, sin función / reinicio
Reinicio después de la desconexión.
Reconoce el evento en el buffer en fallo.
Cuando el bit 07 = «0», no se produce reinicio.
Cuando hay un cambio de inclinación del bit 07 a «1», se produce un reinicio después de la desconexión.

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Bit 08, Velocidad fija 1 DESACTIVADO / ACTIVADO
Activación de la velocidad preprogramada en *8-90 Veloc Bus Jog 1*. VELOCIDAD FIJA 1 solo es posible si el bit 04 = «0» y el bit 00-03 = «1».

Bit 09, Velocidad fija 2 DESACTIVADO / ACTIVADO
Activación de la velocidad preprogramada en *8-91 Veloc Bus Jog 2*. VELOCIDAD FIJA 2 solo es posible si el bit 04 = «0» y el bit 00-03 = «1».

Bit 10, datos no válidos / válidos
Se utiliza para comunicar al convertidor de frecuencia si debe utilizar o ignorar el código de control.
El Bit 10 = «0» causa que se ignore el código de control.
El bit 10 = «1» provoca el uso del código de control. Esta función es importante, ya que el código de control siempre está contenido en el telegrama, con independencia del tipo de telegrama utilizado, es decir, es posible desactivarlo si no debe utilizarse para la actualización o lectura de parámetros.

Bit 11, sin función / enganche abajo
Se utiliza para reducir el valor de referencia de velocidad en la cantidad señalada en el valor de *3-12 Valor de enganche/arriba-abajo*. Cuando el bit 11 = «0», no se producirá ninguna modificación del valor de referencia.
Cuando el bit 11 = «1», el valor de referencia se reduce.

Bit 12, sin función / enganche arriba
Se utiliza para aumentar el valor de referencia de velocidad en la cantidad señalada en *3-12 Valor de enganche/arriba--abajo*.
Cuando el bit 12 = «0», no se producirá ninguna modificación del valor de referencia.
Cuando el bit 12 = «1», el valor de referencia se incrementa.
Si ambos (deceleración y aceleración) están activados (bits 11 y 12 = «1»), la deceleración tiene prioridad, es decir, el valor de referencia de velocidad se reducirá.

Bits 13 / 14, selección de ajustes
Los bits 13 y 14 se utilizan para seleccionar entre los cuatro ajustes de parámetros de acuerdo con la *Tabla 12.25*:

La función solo es posible cuando se selecciona *[9] Ajuste múltiple* en *0-10 Ajuste activo*. La selección en *8-55 Selec. ajuste* determina cómo los bits 13 y 14 enlazan con la función correspondiente de las entradas digitales. Solo es posible modificar el ajuste durante el funcionamiento si los ajustes se han enlazado en *0-12 Ajuste actual enlazado a*.

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

Tabla 12.25 selección de ajustes

Bit 15, sin función / cambio de sentido
Bit 15 = «0» hace que no haya cambio de sentido.
El bit 15 = «1» hace que haya cambio de sentido.
Nota: en los ajustes de fábrica, el cambio de sentido se ajusta a *digital* en *8-54 Selec. sentido inverso*.

AVISO!

El bit 15 solo causa el cambio de sentido cuando se ha seleccionado *Comunicación serie*, *O lógico* o *Y lógico*.

12.13.5 Código de estado según el perfil de PROFIdrive (STW)

El código de estado se utiliza para comunicar al maestro (por ejemplo, un PC) el estado de un auxiliar.

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	DESACTIVADO 2	Sí 2
05	DESACTIVADO 3	Sí 3
06	Arranque posible	Arranque imposible
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	Parado, autoarranque
13	Tensión OK	Tensión excedida
14	Par OK	Par excedido
15	Temporizador OK	Temporizador excedido

Tabla 12.26 Bits del código de estado

Explicación de los bits de estado

Bit 00, Control no listo / listo
Cuando el bit 00 = «0», bit 00, 01 o 02 del código de control es «0» (APAGADO 1, APAGADO 2 o APAGADO 3) o el convertidor de frecuencia se apaga (desconexión).
Cuando el bit 00 = «1», el control del convertidor de frecuencia está preparado, pero no hay necesariamente una fuente de alimentación (en el caso de un suministro externo de 24 V del sistema de control).

Bit 01, VLT no preparado / preparado
Misma importancia que el bit 00, no obstante, hay suministro desde la unidad de alimentación. El convertidor de frecuencia está preparado cuando recibe las señales de arranque necesarias.

Bit 02, inercia / activar
Cuando el bit 02 = «0», bit 00, 01 o 02 del código de control es «0» (APAGADO 1, APAGADO 2 o APAGADO 3 o inercia) o el convertidor de frecuencia se apaga (desconexión).
Cuando bit 02 = «1», bit 00, 01 o 02 del código de control es «1»; el convertidor de frecuencia no se ha desconectado.

Bit 03, sin error / desconexión
Cuando el bit 03 = «0», hay un estado sin error del convertidor de frecuencia.
Cuando el bit 03 = «1», significa que el convertidor de frecuencia se ha desconectado y necesita una señal de reinicio para que se restablezca el funcionamiento.

Bit 04, ENCENDIDO 2 / APAGADO 2
Cuando el bit 01 del código de control es «0», el bit 04 = «0».
Cuando el bit 01 del código de control es «1», el bit 04 = «1».

Bit 05, ENCENDIDO 3 / APAGADO 3
Cuando el bit 02 del código de control es «0», el bit 05 = «0».
Cuando el bit 02 del código de control es «1», el bit 05 = «1».

Bit 06, arranque posible / arranque imposible
Si se selecciona PROFIdrive en el parámetro *8-10 Trama Cód. Control*, el bit 06 es «1» tras el reconocimiento de desconexión, tras la activación de APAGADO 2 o APAGADO 3 y tras la conexión de la tensión de red. Un arranque imposible se reinicia, con el bit 00 del código de control ajustado como «0» y los bits 01, 02 y 10 ajustados como «1».

Bit 07, sin advertencia / advertencia
El bit 07 = «0» significa que no hay advertencias.
Bit 07 = «1» significa que se ha producido una advertencia.

Bit 08, Velocidad ≠ referencia / velocidad = referencia
Cuando el bit 08 = «0», la velocidad actual del motor se desvía del valor de referencia de velocidad ajustado. Esto podría suceder, por ejemplo, cuando la velocidad cambia durante el arranque / la parada mediante una rampa de aceleración / deceleración.
Cuando el bit 08 = «1», la velocidad del motor se corresponde con el valor de referencia de velocidad ajustado.

Bit 09, funcionamiento local / control de bus
Bit 09 = «0» indica que el convertidor de frecuencia se ha detenido mediante el botón [Stop] del LCP o que se ha seleccionado el valor [Conex. a manual] o [Local] en *3-13 Lugar de referencia*.
Cuando el bit 09 = «1», el convertidor de frecuencia se puede controlar mediante la interfaz serie.

Bit 10, fuera del límite de frecuencia / límite de frecuencia OK
Cuando el bit 10 = «0», la frecuencia de salida está fuera de los límites ajustados en *4-52 Advert. Veloc. baja* y en *4-53 Advert. Veloc. alta*.
Cuando el bit 10 = «1», la frecuencia de salida se encuentra dentro de los límites indicados.

Bit 11, sin función / en funcionamiento
Cuando el bit 11 = «0», el motor no está en funcionamiento.
Cuando el bit 11 = «1», el convertidor de frecuencia tiene una señal de arranque o la frecuencia de salida es mayor que 0 Hz.

Bit 12, Convertidor de frecuencia OK / parado, autoarranque
Cuando el bit 12 = «0», no hay sobrecarga temporal del inversor.
Cuando el bit 12 = «1», el inversor se para debido a sobrecarga. No obstante, el convertidor de frecuencia no está apagado (desconectado) y arranca de nuevo cuando finaliza la sobrecarga.

Bit 13, tensión OK / tensión excedida
Cuando el bit 13 = «0», significa que no se han excedido los límites de tensión del convertidor de frecuencia.
Cuando el bit 13 = «1», la tensión de CC en el circuito intermedio del convertidor de frecuencia es demasiado baja o demasiado alta.

Bit 14, par OK / par excedido
Cuando el bit 14 = «0», el par del motor es inferior al límite seleccionado en *4-16 Modo motor límite de par* y en *4-17 Modo generador límite de par*.
Cuando el bit 14 = «1», se ha sobrepasado el límite seleccionado en *4-16 Modo motor límite de par* o *4-17 Modo generador límite de par*.

Bit 15, temporizador OK / temporizador excedido
Cuando el bit 15 = «0», los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica del convertidor de frecuencia, respectivamente, no han sobrepasado el 100 %.
Cuando el bit 15 = «1», uno de los temporizadores ha sobrepasado el 100 %.

Índice

A

Abreviaturas 9
Aislamiento galvánico 171
Alimentación de red 11, 59, 71, 72, 73, 77
Alta tensión 14
AMA con T27 conectado 150
AMA sin T27 conectado 150
Ambiente 78
Apantallado / blindado 138
Aplicaciones de par constante (modo CT) 51
Aplicaciones de par variable (cuadrático) (VT) 51
Arranque accidental 14
Arranque de impulsos / parada inversa 151
Arranque / parada de impulsos 151
Aspectos generales del protocolo 185
Autorrotación 15

B

Banda muerta 36
Bolsas de accesorios 97

C

Cable apantallado 20
Cable de conexión a tierra 119
Cable, apantallado / blindado 138
Cable, especificaciones 78
Cable, longitudes y secciones transversales 78
Cable, motor 146
Cableado de control 20, 119
Cableado de la resistencia de freno 64
Cableado del motor 20
Calefactor de armario 50
Cambio de sentido 152
Características de control 81
Características de par 77
Carga compartida 17
Circuito intermedio 16, 40, 88
Código de control 196, 200
Código de estado 198, 201
Código de excepción Modbus 195
Código de función 194
Comando de arranque / parada 151
Comunicación serie 81
Comunicación serie RS-485 81
Comunicación serie USB 81
Condensación 50
Condiciones ambientales 78
Condiciones de funcionamiento extremas 40
Condiciones de refrigeración 117
Conexión de bus de CC 144
Conexión de red 184
Conexión del motor 138
Conexión del relé 142
Conmutación en la salida 41
Control de freno mecánico 155
Control de par 20
Control de PID de procesos 28
Convenciones 9
Corriente de fuga 15, 119, 141
Corte de red 44
Cortocircuito (fase del motor-fase) 40

D

Definiciones 10
Del motor 119, 138, 146
Desconector de red 143
Desconexión segura de par 151, 172
DeviceNet 96
Dimensiones mecánicas 0 , 115
Directiva de baja tensión 11
Directiva de máquinas 11
Directiva EMC 11

E

Ecualización de potencial 119
Ejemplos de aplicación 150
Emisión conducida 56
Emisión irradiada 56
Emisiones con EMC 54
Encoder HTL 172
Encoder TTL 172
Enganche arriba / abajo 34
Enlace de CC 21, 61
Entrada del sensor 50
Entradas analógicas 79, 159
Entradas de impulsos / encoder 80
Entradas digitales 78, 159
Equipo opcional 9
Escalado 35
Esquema del cableado 18

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

F

Fases del motor 40
Filtro 53
Filtro RFI 52, 91
Filtro sinusoidal 16, 110, 138, 177
Filtros 53
Filtros armónicos 108
Flujo 23, 24
Flujo de aire 53
Freno de CC 197
Freno electromecánico 155
Freno mecánico 46
Función de freno 64
Fusible 129

G

Golpe 52

H

HCS 145
Humedad 50

I

IGBT del freno 16
Inercia 10, 197, 198
Instalación lado a lado 117
Instalación y ajuste RS-485 183
Instrucciones de eliminación 13
Interferencia EMC 20
Interferencias eléctricas 119
Inversor 16

K

Kit de protección IP21 / Tipo 1 178

L

LCP 30, 180
Límites de referencia 34
Lógica de control 16
Longitud del telegrama (LGE) 186

M

Magnetotérmico 125, 129
Mantener referencia 34
Mantenimiento 53
Marca CE 11
MCT 10 145
MCT 31 145
Modbus RTU 191
Modulación de la anchura de impulsos 16
Momento de inercia 40
Montaje mecánico 117

N

Nivel de tensión 78
Números de pedido 92, 97, 112
Números de pedido, filtros armónicos 108
Números de pedido, filtros sinusoidales 110

O

Opciones y accesorios 97

P

Par de apriete de la cubierta frontal 115, 116
Par, apriete de la cubierta frontal 115, 116
Parada de seguridad 1 172
Pedido con código descriptivo 92
PELV 150
Personal cualificado 14
PID 20, 22, 25, 170
PID de velocidad 20, 22, 25
Placa de desacoplamiento 139
Polvo 53
Potencia de entrada 20, 119
Potencia de frenado 10, 64
Potencia del motor 119
Potenciómetro 152
Precauciones de EMC 184
Precauciones generales 13
Profibus 96
Programación de límite de par y parada 155
Proporción de cortocircuito 60
Protección 61
Protección de circuito derivado 129
Protección térmica 12
Protección térmica del motor 199
Prueba de alta tensión 149
Punto de acoplamiento común 60

R

Realimentación del motor 24

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

Rectificador.... 16
Reducción de potencia automática.... 41
Reducción de potencia, funcionamiento a velocidad lenta.... 51
Reducción de potencia, manual.... 51
Reducción de potencia, presión atmosférica baja.... 51
Referencia.... 150
Referencia analógica de velocidad.... 151
Referencia de velocidad.... 150, 152
Refrigeración.... 51, 53
Reinicio de alarma externa.... 152
Rendimiento.... 81
Rendimiento de salida (U, V, W).... 77
Rendimiento energético.... 91
Requisitos de inmunidad.... 57
Requisitos de seguridad.... 114
Requisitos en materia de emisiones.... 57
Resistencia de freno.... 16, 62, 177
Resultados de las pruebas de EMC.... 56
RS-485.... 153, 183
Ruido acústico.... 52, 91

S

Salida analógica.... 80, 159
Salida de 10 V CC.... 80
Salida del motor.... 77
Salida digital.... 80, 159
Salida, 24 V CC.... 80
Salidas de relé.... 81
Señal.... 172
Sensor.... 170, 172
Sensor de intensidad.... 16
Sensor de temperatura.... 170
Sensor térmico.... 16
Sistema de control de seguridad.... 172
Sobretensión generada por el motor.... 40
Software de cálculo de armónicos (HCS).... 145

T

Tarjeta de control.... 80, 81
Temperatura ambiente.... 50
Temperatura máxima.... 50
Tensión del motor.... 88
Terminal X30/11, 12.... 159
Terminal X30/1-4.... 159
Terminal X30/6, 7.... 159
Terminal X30/8.... 159
Termistor.... 11, 150
Termistor del motor.... 153
Tiempo de descarga.... 15
Tiempo de frenado.... 63
Tiempo de subida.... 88
Troqueles.... 121

U

U/f.... 21, 91

V

Velocidad fija.... 197
Velocidades predeterminadas.... 152
Versiones de software.... 97
Vibración.... 52
Visión general de Modbus RTU.... 190
VVC+.... 10, 16, 22

 Danfoss A/S © Rev. 04-04-2014 Reservados todos los derechos.

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.

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
www.danfoss.com/drives