ENGINEERING TOMORROW

Guía de diseño

VLT® HVAC Drive FC 102

355-1400 kW

vlt-drives.danfoss.com

Índice

1 Introducción 5

1.1 Propósito de la Guía de diseño 5

1.2 Recursos adicionales 5

1.3 Versión del documento y del software 5

1.4 Convenciones 5

2 Seguridad 6

2.1 Símbolos de seguridad 6

2.2 Personal cualificado 6

2.3 Medidas de seguridad 6

3 Homologaciones y certificados 8

3.1 Homologaciones normativas / de cumplimiento 8

3.2 Clasificaciones de protección de las envolventes 10

4 Vista general de producto 12

4.1 Convertidores VLT® de alta potencia 12

4.2 Dimensión de las envolventes por potencia de salida 12

4.3 Vista general de las envolventes, 380-480 V 13

4.4 Vista general de las envolventes, 525-690 V 16

4.5 Disponibilidad de los kits 19

5 Funciones del producto 20

5.1 Funciones de funcionamiento automatizadas 20

5.2 Funciones de aplicación personalizadas 23

5.3 Funciones específicas del convertidor VLT® HVAC Drive 28

5.4 Controlador de cascada básico 42

5.5 Vista general del freno dinámico 44

5.6 Vista general de la función de carga compartida 44

5.7 Vista general de la regeneración 46

6 Vista general de opciones y accesorios 47

6.1 Dispositivos de fieldbus 47

6.2 Extensiones funcionales 48

6.3 Control de movimientos y tarjetas de relé 49

6.4 Resistencias de frenado 49

6.5 Filtros senoidales 50

6.6 Filtros dU/dt 50

6.7 Filtros de modo común 50

6.8 Filtros armónicos 50

6.9 Opciones integradas del alojamiento 50

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

6.10 Kits de alta potencia 53

7 Especificaciones 54

7.1 Datos eléctricos, 380-480 V 54

7.2 Datos eléctricos, 525-690 V 60

7.3 Fuente de alimentación de red 66

7.4 Salida del motor y datos del motor 66

7.5 Condiciones ambientales 66

7.6 Especificaciones del cable 67

7.7 Entrada/salida de control y datos de control 67

7.8 Pesos de los alojamientos 70

7.9 Caudal de aire para los alojamientos E1-E2 y F1-F13 71

8 Dimensiones exteriores y de los terminales 73

8.1 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento E1 73

8.2 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento E2 81

8.3 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F1 89

8.4 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F2 96

8.5 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F3 103

8.6 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F4 115

8.7 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F8 126

8.8 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F9 130

8.9 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F10 136

8.10 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F11 142

8.11 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F12 150

8.12 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F13 156

9 Consideraciones de instalación mecánica 164

9.1 Almacenamiento 164

9.2 Elevación de la unidad 164

9.3 Entorno de funcionamiento 165

9.4 Configuraciones de montaje 166

9.5 Refrigeración 167

9.6 Reducción de potencia 168

10 Consideraciones de instalación eléctrica 171

10.1 Instrucciones de seguridad 171

10.2 Esquema de cableado 172

10.3 Conexiones 173

10.4 Terminales y cableado de control 177

10.5 Fusibles y magnetotérmicos 184

10.6 Sistemas de desconexión y contactores 189

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.7 Motor 190
10.8 Frenado 193
10.9 Dispositivos de corriente diferencial (RCD) y monitor de resistencia de aislamiento (IRM) 195
10.10 Corriente de fuga 195
10.11 Red IT 197
10.12 Rendimiento 197
10.13 Ruido acústico 198
10.14 Condiciones dU/dt 198
10.15 Vista general de compatibilidad electromagnética (CEM) 199
10.16 Instalación conforme a CEM 203
10.17 Resumen de armónicos 206

11 Principios básicos de funcionamiento de un convertidor 210
11.1 Descripción del funcionamiento 210
11.2 Controles de la unidad 210

12 Ejemplos de aplicaciones 218
12.1 Configuraciones de cableado para adaptación automática del motor (AMA) 218
12.2 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad 218
12.3 Configuraciones de cableado de arranque/parada 219
12.4 Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa 220
12.5 Configuración de cableado para velocidad de referencia mediante un potenciómetro manual 221
12.6 Configuración de cableado para aceleración/desaceleración 221
12.7 Configuración de cableado para la conexión de red RS485 222
12.8 Configuración de cableado de un termistor del motor 222
12.9 Configuración de cableado para controlador de cascada 223
12.10 Configuración de cableado para un ajuste de relé con Smart Logic Control 224
12.11 Configuración de cableado para una bomba de velocidad fija variable 224
12.12 Configuración de cableado para alternancia de bomba principal 225

13 Cómo encargar un convertidor de frecuencia 226
13.1 Configurador de convertidores de frecuencia 226
13.2 Números de pedido de los kits de opción 230
13.3 Números de pedido para filtros y resistencias de frenado 233
13.4 Repuestos 233

14 Anexo 234
14.1 Abreviaturas y símbolos 234
14.2 Definiciones 235
14.3 Instalación y ajuste de RS485 236

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.4 RS485: Aspectos generales del protocolo FC 237
14.5 RS485: estructura de telegrama del protocolo FC 238
14.6 RS485: ejemplos de parámetros del protocolo FC 242
14.7 RS485: Visión general de Modbus RTU 242
14.8 RS485: Estructura de telegrama Modbus RTU 244
14.9 RS485: códigos de función de los mensajes de Modbus RTU 246
14.10 RS485: Parámetros de Modbus RTU 247
14.11 RS485: Perfil de control FC de 248

Índice 255

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

1 Introducción

1.1 Propósito de la Guía de diseño

Esta guía de diseño está dirigida a:

- Ingenieros de proyectos y sistemas.
- Asesores de diseño.
- Especialistas de productos y aplicaciones.

La guía de diseño proporciona información técnica para entender la capacidad de integración del convertidor en los sistemas de control y seguimiento del motor.

VLT® es una marca registrada.

1.2 Recursos adicionales

Tiene a su disposición otros recursos para comprender el funcionamiento avanzado del convertidor, su programación y su conformidad con las directivas.

- Este *manual de funcionamiento* ofrece información detallada acerca de la instalación y el arranque del convertidor.
- La *guía de programación* proporciona información detallada sobre cómo trabajar con parámetros e incluye muchos ejemplos de aplicación.
- El *Manual de funcionamiento de Safe Torque Off para convertidores VLT® de la serie FC* describe cómo utilizar los convertidores de frecuencia de Danfoss en aplicaciones de seguridad funcional. Este manual se suministra junto al convertidor de frecuencia cuando se incluye la opción de Safe Torque Off.
- La *Guía de diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101* describe cómo seleccionar la resistencia de frenado óptima.
- La *Guía de diseño de los filtros armónicos avanzados VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010* describe los armónicos, varios métodos de mitigación y el principio de funcionamiento del filtro armónico avanzado. Asimismo, esta guía describe cómo seleccionar el filtro armónico avanzado correcto para una aplicación concreta.
- La *Guía de diseño de filtros de salida* explica por qué es necesario usar filtros de salida en determinadas aplicaciones, y cómo seleccionar el filtro senoidal o dU/dt óptimo.
- Hay equipos opcionales disponibles cuyos datos pueden variar respecto a lo descrito en estas publicaciones. Para los requisitos específicos, lea las instrucciones suministradas con las opciones.

Danfoss proporciona publicaciones y manuales complementarios. Consulte *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/* para ver un listado.

1.3 Versión del documento y del software

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

Edición	Comentarios	Versión de software
MG16C3xx	Eliminado el contenido sobre los bastidores D1h-D8h y aplicada nueva estructura.	5.11

Tabla 1.1 Versión del documento y del software

1.4 Convenciones

- Las listas numeradas indican procedimientos.
- Las listas de viñetas indican otra información y descripción de ilustraciones.
- El texto en cursiva indica:
  - Referencia cruzada.
  - Vínculo.
  - Nota al pie.
  - Nombre del parámetro, nombre del grupo de parámetros y opción del parámetro.
- Todas las dimensiones de las figuras se indican en mm (in).
- Un asterisco (*) indica el ajuste predeterminado de un parámetro.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

2 Seguridad

2

2.1 Símbolos de seguridad

En esta guía se han utilizado 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 no seguras.

AVISO!

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

2.2 Personal cualificado

Este equipo únicamente puede ser manejado o instalado por personal cualificado.

El personal cualificado es aquel personal formado que está autorizado para realizar la instalación, la puesta en marcha y el mantenimiento de equipos, sistemas y circuitos conforme a la legislación y la regulación vigentes. Asimismo, el personal debe estar familiarizado con las instrucciones y medidas de seguridad descritas en este manual.

2.3 Medidas de seguridad

⚠ADVERTENCIA

TENSIÓN ALTA

Los convertidores de frecuencia contienen tensión alta cuando están conectados a una entrada de red de CA, a un suministro de CC, a una carga compartida o a motores permanentes. Si la instalación, la puesta en marcha y el mantenimiento del convertidor de frecuencia son realizados por personal no cualificado, pueden causarse lesiones graves o incluso la muerte.

- **La instalación, la puesta en marcha y el mantenimiento del convertidor de frecuencia deberán estar a cargo exclusivamente de personal cualificado.**

⚠ADVERTENCIA

PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. No realizar la conexión toma a tierra adecuada del convertidor de frecuencia puede ser causa de lesiones graves e incluso de muerte.

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

⚠ADVERTENCIA

TIEMPO DE DESCARGA

El convertidor contiene condensadores de enlace de CC que podrán seguir cargados aunque el convertidor esté apagado. Puede haber tensión alta presente aunque las luces del indicador LED de advertencia estén apagadas. Si, después de desconectar la alimentación, no espera 40 minutos antes de realizar cualquier trabajo de reparación o tarea de mantenimiento, pueden producirse lesiones graves e incluso mortales.

1. **Pare el motor.**
2. **Desconecte la red de CA y las fuentes de alimentación de enlace de CC remotas, incluidas las baterías de emergencia, los SAI y las conexiones de enlace de CC a otros convertidores de frecuencia.**
3. **Desconecte o bloquee el motor.**
4. **Espere 40 minutos para que los condensadores se descarguen por completo.**
5. **Antes de realizar cualquier trabajo de reparación o mantenimiento, utilice un dispositivo de medición de tensión adecuado para asegurarse de que los condensadores se han descargado por completo.**

⚠ADVERTENCIA

RIESGO DE INCENDIO

Las resistencias de frenado se calientan durante y después del frenado. Debe colocarse la resistencia de frenado en un entorno seguro para evitar el riesgo de daños materiales o lesiones graves.

- **Asegúrese de que la resistencia de frenado se coloque en un entorno seguro para evitar el riesgo de incendio.**
- **No toque nunca la resistencia de frenado, ni durante ni después del frenado, para evitar quemaduras graves.**

AVISO!

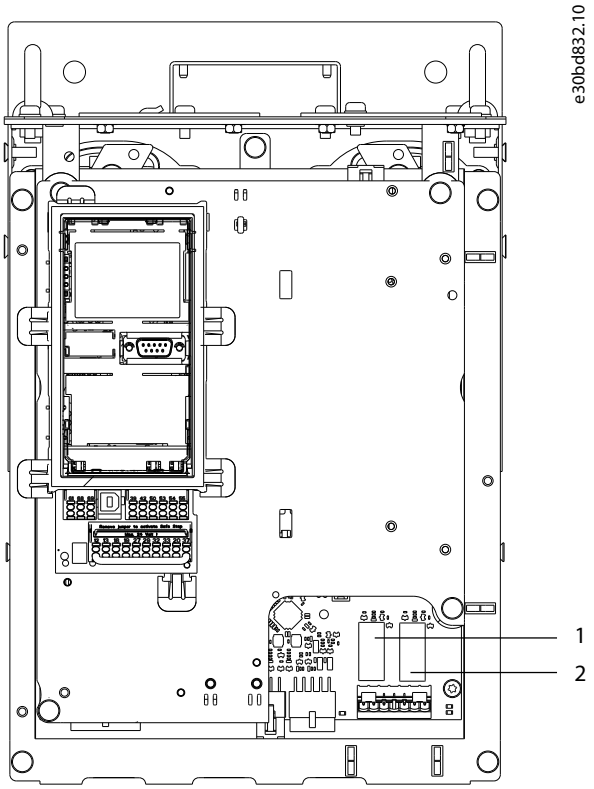
OPCIÓN DE SEGURIDAD DE LA PANTALLA DE LA ALIMENTACIÓN

Existe una opción de pantalla de alimentación disponible para los alojamientos con clasificación de protección IP21/IP54 (tipo 1 / tipo 12). La pantalla de la alimentación es una cubierta instalada en el interior del alojamiento para protección contra contactos accidentales con los terminales de potencia, conforme a las normas BGV A2 y VBG-4.

2.3.1 Instalación conforme a ADN

Para evitar la formación de chispas conforme al Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables (ADN), deben tomarse precauciones con los convertidores de frecuencia que tengan una clasificación de protección IP00 (chasis), IP20 (chasis), IP21 (tipo 1) o IP54 (tipo 12).

- No instale un conmutador de alimentación.
- Asegúrese de que *parámetro 14-50 RFI Filter* está ajustado en *[1] Sí*.
- Retire todos los conectores de relé marcados como *RELAY*. Consulte *Ilustración 2.1*.
- Compruebe qué opciones de relé están instaladas, si es que las hay. La única opción de relé permitida es VLT® Extended Relay Card MCB 113.



1, 2	Conectores de relé

Ilustración 2.1 Ubicación de los conectores de relé

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

3 Homologaciones y certificados

En esta sección se incluye una breve descripción de las distintas homologaciones y certificaciones que se pueden encontrar en los convertidores Danfoss. No todas las homologaciones corresponden a todos los convertidores.

3.1 Homologaciones normativas / de cumplimiento

AVISO!

LIMITACIONES IMPUESTAS A LA FRECUENCIA DE SALIDA

A partir de la versión 3.92 del software, la frecuencia de salida del convertidor de frecuencia está limitada a 590 Hz, debido a las normativas de control de exportaciones.

3.1.1.1 Marca CE

La marca CE (Comunidad Europea) indica que el fabricante del producto cumple todas las directivas aplicables de la UE. Las directivas europeas aplicables al diseño y a la fabricación de convertidores de frecuencia se enumeran en la *Tabla 3.1*.

AVISO!

La marca CE no regula la calidad del producto. Las especificaciones técnicas no pueden deducirse de la marca CE.

Directiva de la UE	Versión
Directiva de tensión baja	2014/35/EU
Directiva CEM	2014/30/EU
Directiva de máquinas[1)]	2014/32/EU
Directiva ErP	2009/125/EC
Directiva ATEX	2014/34/EU
Directiva RoHS	2002/95/EC

Tabla 3.1 Directivas de la UE aplicables a los convertidores de frecuencia

1) La conformidad con la Directiva de máquinas solo se exige en los convertidores de frecuencia dotados de una función de seguridad integrada.

AVISO!

Los convertidores con una función de seguridad integrada, como Safe Torque Off (STO), deben cumplir la Directiva de máquinas.

Las declaraciones de conformidad están disponibles previa solicitud.

Directiva de tensión baja

Los convertidores deben incluir la marca CE de conformidad con la Directiva de baja tensión, vigente desde el 1 de enero de 2014. La Directiva de baja tensión se aplica a todos los equipos eléctricos situados en los intervalos de tensión 50-1000 V CA y 75-1500 V CC.

La finalidad de esta directiva es garantizar la seguridad personal y evitar los daños materiales cuando se manejen, para su aplicación prevista, equipos eléctricos correctamente instalados y mantenidos.

Directiva CEM

El propósito de la Directiva CEM (compatibilidad electromagnética) es reducir las interferencias electromagnéticas y mejorar la inmunidad de los equipos e instalaciones eléctricos. Los requisitos de protección básicos de la Directiva CEM exigen que aquellos dispositivos que generan interferencias electromagnéticas (EMI), o los dispositivos cuyo funcionamiento pueda verse afectado por las EMI, se diseñen para limitar la generación de interferencias electromagnéticas. Estos dispositivos deben tener un grado adecuado de inmunidad a las EMI cuando se instalan correctamente, se mantienen y se usan conforme a lo previsto.

Los dispositivos eléctricos que se utilizan independientemente o como parte de un sistema deben disponer de la marca CE. Los sistemas no necesitan la marca CE pero deben cumplir con los requisitos básicos de protección de la Directiva CEM.

Directiva de máquinas

La finalidad de la Directiva de máquinas es garantizar la seguridad personal y evitar daños materiales en los equipos mecánicos utilizados para su aplicación prevista. La Directiva de máquinas es aplicable a una máquina que conste de un conjunto de componentes o dispositivos interconectados de los cuales al menos uno sea capaz de realizar un movimiento mecánico.

Aquellos convertidores que poseen una función de seguridad integrada deben cumplir la Directiva de máquinas. Los convertidores sin función de seguridad no se ven afectados por la Directiva de máquinas. Si un convertidor está integrado en un sistema de maquinaria, Danfoss puede proporcionar información sobre los aspectos de seguridad relativos al convertidor.

Cuando los convertidores se utilizan en máquinas con al menos una parte móvil, el fabricante de la máquina debe proporcionar una declaración de cumplimiento de todas las normas y medidas de seguridad pertinentes.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

3.1.1.2 Directiva ErP

La directiva ErP es la Directiva europea de diseño ecológico de productos relacionados con la energía, incluidos los convertidores de frecuencia. El objetivo de la directiva es incrementar el rendimiento energético y el nivel de protección del medio ambiente, mientras se aumenta la seguridad del suministro energético. El impacto medioambiental de los productos relacionados con la energía incluye el consumo de energía en todo el ciclo de vida útil del producto.

3.1.1.3 Certificado UL

El sello del Underwriters Laboratory (UL) certifica la seguridad de los productos y sus declaraciones ambientales a partir de pruebas estandarizadas. Los convertidores con tensión T7 (525-690 V) tienen certificación UL únicamente para el intervalo 525-600 V.

3.1.1.4 CSA/cUL

La homologación CSA/cUL corresponde a convertidores de frecuencia con una tensión nominal de 600 V o menos. La norma garantiza que, cuando el convertidor se instale conforme al manual de instalación/funcionamiento suministrado, el equipo cumplirá los requisitos UL de seguridad térmica y eléctrica. Este sello certifica que el producto ha superado todas las pruebas y especificaciones de ingeniería requeridas. Podrá emitirse un certificado de conformidad si así se solicita.

3.1.1.5 EAC

El sello de conformidad EAC (EurAsian Conformity) indica que el producto cumple todos los requisitos y normas técnicas aplicables al producto por parte de la Unión Aduanera Euroasiática, que está compuesta por los estados miembros de la Unión Económica Euroasiática.

El logotipo de la EAC debe constar tanto en la etiqueta del producto como en la del embalaje. Todos los productos utilizados dentro del área de la EAC deberán comprarse a Danfoss dentro del área de la EAC.

3.1.1.6 UKrSEPRO

El certificado UKrSEPRO garantiza la calidad y seguridad tanto de los productos como de los servicios, así como la estabilidad del proceso de fabricación conforme a la normativa ucraniana. El certificado UkrSepro es necesario para el despacho de aduana de cualquier producto que entre o salga del territorio de Ucrania.

3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD es una organización europea de seguridad que certifica la seguridad funcional de los convertidores conforme a la norma EN/CEI 61800-5-2. TÜV SÜD somete los productos a pruebas y hace un seguimiento de su producción para garantizar que las empresas sigan cumpliendo las normativas.

3.1.1.8 RCM

La marca de conformidad reglamentaria australiana (*Regulatory Compliance Mark*, RCM) indica la conformidad de los equipos de telecomunicaciones y radiocomunicaciones/CEM con las normas de etiquetado CEM de la Agencia Australiana de Telecomunicaciones (Australian Communications and Media Authority, ACMA). En la actualidad, el sello RCM constituye una marca única que agrupa las marcas de conformidad A-Tick y C-Tick. Su uso es obligatorio para poder comercializar dispositivos eléctricos y electrónicos en Australia y Nueva Zelanda.

3.1.1.9 Marítima

Para que los barcos y las plataformas de extracción de hidrocarburos reciban la correspondiente licencia y puedan contratar un seguro, estas aplicaciones deberán estar certificadas por una o varias sociedades de certificación naval. Los convertidores de Danfoss han sido certificados por hasta doce sociedades de clasificación naval diferentes.

Para consultar o imprimir las homologaciones y certificados, diríjase a la zona de descargas en *drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine--type-approvals/#/*.

3.1.2 Normativa de control de exportación

Los convertidores pueden estar sujetos a normativas regionales y/o nacionales de control de exportaciones.

Aquellos convertidores sujetos a normativas de control de exportaciones se clasificarán con un código ECCN. El código ECCN se incluye en los documentos adjuntos al convertidor.

En caso de reexportación, recaerá en el exportador la responsabilidad de garantizar la conformidad con las normativas pertinentes de control de exportaciones.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

3

3.2 Clasificaciones de protección de las envolventes

Los convertidores de la serie VLT® están disponibles con varios tipos de protección para adaptarse a las necesidades de cada aplicación. Las clasificaciones de protección se basan en dos normas internacionales:

- El tipo UL confirma que las protecciones cumplan las normas NEMA (de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de EE. UU.) Los requisitos de construcción y prueba para protecciones se estipulan en la Publicación de normas NEMA 250-2003 y UL 50, decimoprimera edición.
- Clasificaciones IP (Ingress Protection) redactadas por la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) en el resto del mundo.

Los convertidores de frecuencia estándar de la serie VLT® de Danfoss están disponibles con varios tipos de alojamiento para adaptarse a los requisitos de IP00 (chasis) IP20 (chasis protegido), IP21 (tipo UL 1) o IP54 (tipo UL 12). En el presente manual, el tipo UL se identifica como «Tipo». Por ejemplo, IP21/Tipo 1.

Norma UL

Tipo 1: protecciones construidas para su uso en interiores que ofrecen un grado de protección al personal frente a contactos imprevistos con las unidades protegidas y un grado de protección frente a la caída de suciedad.

Tipo 12: los alojamientos de uso general están previstos para uso en interiores a fin de proteger las unidades frente a:

- fibras
- pelusa
- polvo y suciedad
- salpicaduras leves
- pérdidas
- goteo y condensación externa de líquidos no corrosivos

No puede haber orificios a través de la protección, ni tampoco troqueles o aberturas de conducto, excepto cuando se utilizan con juntas resistentes al aceite para montar mecanismos herméticos al aceite y al polvo. Las puertas también disponen de juntas resistentes al aceite. Además, las protecciones para controladores de combinación tienen puertas con bisagras, que se balancean horizontalmente y necesitan una herramienta para abrirse.

Estándar IP

La *Tabla 3.2* muestra una referencia cruzada entre las dos normas. La *Tabla 3.3* explica cómo leer el número IP y define los niveles de protección. Los convertidores de frecuencia cumplen los requisitos de ambas.

NEMA y UL	IP
Chasis	IP00
Chasis protegido	IP20
Tipo 1	IP21
Tipo 12	IP54

Tabla 3.2 Referencia cruzada de los números NEMA e IP

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Primer dígito	Segundo dígito	Nivel de protección
0	–	Sin protección.
1	–	Protegido a 50 mm (2,0 in). No es posible que una mano acceda al alojamiento.
2	–	Protegido a 12,5 mm (0,5 in). No es posible que ningún dedo acceda al alojamiento.
3	–	Protegido a 2,5 mm (0,1 in). No es posible que ninguna herramienta acceda al alojamiento.
4	–	Protegido a 1,0 mm (0,04 in). No es posible que ningún cable acceda al alojamiento.
5	–	Protegido contra polvo, entrada limitada.
6	–	Protegido totalmente contra polvo.
–	0	Sin protección.
–	1	Protegido frente al goteo vertical de agua.
–	2	Protegido frente al goteo de agua en un ángulo de 15°.
–	3	Protegido frente al agua en un ángulo de 60°.
–	4	Protegido frente a salpicaduras de agua.
–	5	Protegido frente a chorros de agua.
–	6	Protegido frente a chorros de agua potentes.
–	7	Protegido frente a inmersiones temporales.
–	8	Protegido frente a inmersión permanente.

Tabla 3.3 Desglose del número IP

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

4 Vista general de producto

4.1 Convertidores VLT® de alta potencia

Los convertidores DanfossVLT® descritos en este manual están disponibles como unidades independientes, de montaje en pared o de montaje en armario. Todos los convertidores VLT® se pueden configurar, son compatibles y tienen una eficiencia optimizada para todos los tipos de motores estándar, lo cual evita las restricciones a ofertas combinadas de motor y convertidor. Estos convertidores se presentan en dos configuraciones de entrada: de seis pulsos y de doce.

Ventajas de los convertidores VLT® de seis pulsos.

- Disponibles con varios tamaños de alojamiento y distintas clasificaciones de protección.
- Una eficacia del 98 % reduce los costes operativos.
- El exclusivo diseño de refrigeración a través de canal posterior reduce la necesidad de equipamiento de refrigeración adicional, lo que se traduce en menores costes recurrentes y de instalación.
- Menor consumo de energía del equipo de refrigeración de la sala de control.
- Menores costes de propiedad.
- Interfaz de usuario constante en toda la gama de convertidores de Danfoss.
- Asistentes de inicio orientados a las aplicaciones.
- Interfaz de usuario multilingüe.

Ventajas de los convertidores VLT® de doce pulsos.
El VLT® de doce pulsos es un convertidor de frecuencia de alto rendimiento que proporciona reducción de armónicos sin añadir componentes capacitivos ni inductivos, que a menudo requieren un análisis de la red para evitar posibles problemas de resonancia en el sistema. El convertidor de doce pulsos está montado con el mismo diseño modular que el popular convertidor VLT® de seis pulsos. Para obtener más métodos de reducción de armónicos, consulte la *Guía de diseño del filtro armónico VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010*.

Los convertidores de doce pulsos ofrecen las mismas prestaciones que los de seis pulsos, además de:

- Ser robustos y muy estables en todas las condiciones de red y de funcionamiento.
- Resultar ideales para aplicaciones en las que haya que reducir gradualmente la tensión media o sea necesario un aislamiento de la red.
- Poseer una excelente inmunidad transitoria de entrada.

4.2 Dimensión de las envolventes por potencia de salida

kW[1)]	CV[1)]	Envolventes disponibles	
		Seis pulsos	Doce pulsos
315	450	–	F8-F9
355	500	E1-E2	F8-F9
400	550	E1-E2	F8-F9
450	600	E1-E2	F8-F9
500	650	F1-F3	F10-F11
560	750	F1-F3	F10-F11
630	900	F1-F3	F10-F11
710	1000	F1-F3	F10-F11
800	1200	F2-F4	F12-F13
1000	1350	F2-F4	F12-F13

Tabla 4.1 Potencias de salida de las envolventes, 380-480 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga normal.
La salida se mide a 400 V (kW) y 460 V (CV).

kW[1)]	CV[1)]	Envolventes disponibles	
		Seis pulsos	Doce pulsos
450	450	E1-E2	F8-F9
500	500	E1-E2	F8-F9
560	600	E1-E2	F8-F9
630	650	E1-E2	F8-F9
710	750	F1-F3	F10-F11
800	950	F1-F3	F10-F11
900	1050	F1-F3	F10-F11
1000	1150	F2-F4	F12-F13
1200	1350	F2-F4	F12-F13
1400	1550	F2-F4	F12-F13

Tabla 4.2 Potencias de salida de las envolventes, 525-690 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga normal.
La salida se mide a 690 V (kW) y 575 V (CV).

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

4.3 Vista general de las envolventes, 380-480 V

Tamaño del alojamiento	E1	E2
Potencia de salida[1)]		
Salida a 400 V (kW)	355–450	355–450
Salida a 460 V (CV)	500–600	500–600
Configuración de entrada		
Seis pulsos	S	S
Doce pulsos	–	–
Clasificación de protección		
IP	IP21/54	IP00
Tipo UL	Tipo 1/12	Chasis
Opciones de hardware[2)]		
Canal posterior de acero inoxidable	–	O
Apantallamiento de red	O	–
Resistencia calefactora y termostato	–	–
Luz de alojamiento con enchufe de alimentación	–	–
Filtro RFI (clase A1)	O	O
Terminales NAMUR	–	–
Monitor de resistencia de aislamiento (IRM)	–	–
Relé diferencial de corriente de fuga a tierra (RCM)	–	–
Chopper de frenado (IGBT)	O	O
Safe Torque Off	O	O
Terminales regenerativos	O	O
Terminales de motor comunes	–	–
Parada de emergencia con relé de seguridad Pilz	–	–
Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz	–	–
Sin LCP	–	–
LCP gráfico	S	S
LCP numérico	O	O
Fusibles	O	O
Terminales de carga compartida	O	O
Fusibles y terminales de carga compartida	O	O
Desconexión	O	O
Magnetotérmicos	–	–
Contactores	–	–
Arrancadores manuales del motor	–	–
30 A, terminales protegidos con fusible	–	–
Suministro externo de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O
Supervisión de temperatura externa	–	–
Dimensiones		
Altura, mm (in)	2000 (78,8)	1547 (60,9)
Anchura, mm (in)	600 (23,6)	585 (23,0)
Profundidad, mm (in)	494 (19,4)	498 (19,5)
Peso, kg (lb)	270–313 (595–690)	234–277 (516–611)

Tabla 4.3 Convertidores E1-E2, 380-480 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga normal. La salida se mide a 400 V (kW) y 460 V (CV).

2) S = estándar, O = opcional, y una raya indica que la opción no está disponible.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

4

Tamaño del alojamiento	F1	F2	F3	F4
Potencia de salida[1]				
Salida a 400 V (kW)	500–710	800–1000	500–710	800–1000
Salida a 460 V (CV)	650–1000	1200–1350	650–1000	1200–1350
Configuración de entrada				
Seis pulsos	S	S	S	S
Doce pulsos	–	–	–	–
Clasificación de protección				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opciones de hardware[2]				
Canal posterior de acero inoxidable	O	O	O	O
Apantallamiento de red	–	–	–	–
Resistencia calefactora y termostato	O	O	O	O
Luz de alojamiento con enchufe de alimentación	O	O	O	O
Filtro RFI (clase A1)	–	–	–	–
Terminales NAMUR	–	–	–	–
Monitor de resistencia de aislamiento (IRM)	–	–	O	O
Relé diferencial de corriente de fuga a tierra (RCM)	–	–	O	O
Chopper de frenado (IGBT)	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O
Terminales regenerativos	O	O	O	O
Terminales de motor comunes	O	O	O	O
Parada de emergencia con relé de seguridad Pilz	–	–	O	O
Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz	O	O	O	O
Sin LCP	–	–	–	–
LCP gráfico	S	S	S	S
LCP numérico	–	–	–	–
Fusibles	O	O	O	O
Terminales de carga compartida	O	O	O	O
Fusibles y terminales de carga compartida	O	O	O	O
Desconexión	–	–	O	O
Magnetotérmicos	–	–	O	O
Contactores	–	–	O	O
Arrancadores manuales del motor	O	O	O	O
30 A, terminales protegidos con fusible	O	O	O	O
Suministro externo de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Supervisión de temperatura externa	O	O	O	O
Dimensiones				
Altura, mm (in)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Anchura, mm (in)	1400 (55,1)	1800 (70,9)	2000 (78,7)	2400 (94,5)
Profundidad, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso, kg (lb)	1017 (2242,1)	1260 (2777,9)	1318 (2905,7)	1561 (3441,5)

Tabla 4.4 Convertidores F1-F4, 380-500 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga normal. La salida se mide a 400 V (kW) y 460 V (CV).

2) S = estándar, O = opcional, y una raya indica que la opción no está disponible.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Tamaño del alojamiento	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Potencia de salida[1)]						
Salida a 400 V (kW)	315–450	315–450	500–710	500–710	800–1000	800–1000
Salida a 460 V (CV)	450–600	450–600	650–1000	650–1000	1200–1350	1200–1350
Configuración de entrada						
Seis pulsos	–	–	–	–	–	–
Doce pulsos	S	S	S	S	S	S
Clasificación de protección						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opciones de hardware[2)]						
Canal posterior de acero inoxidable	–	–	–	–	–	–
Apantallamiento de red	–	–	–	–	–	–
Resistencia calefactora y termostato	–	–	O	O	O	O
Luz de alojamiento con enchufe de alimentación	–	–	O	O	O	O
Filtro RFI (clase A1)	–	O	–	–	O	O
Terminales NAMUR	–	–	–	–	–	–
Monitor de resistencia de aislamiento (IRM)	–	O	–	–	O	O
Relé diferencial de corriente de fuga a tierra (RCM)	–	O	–	–	O	O
Chopper de frenado (IGBT)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O	O	O
Terminales regenerativos	–	–	–	–	–	–
Terminales de motor comunes	–	–	O	O	O	O
Parada de emergencia con relé de seguridad Pilz	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz	O	O	O	O	O	O
Sin LCP	–	–	–	–	–	–
LCP gráfico	S	S	S	S	S	S
LCP numérico	–	–	–	–	–	–
Fusibles	O	O	O	O	O	O
Terminales de carga compartida	–	–	–	–	–	–
Fusibles y terminales de carga compartida	–	–	–	–	–	–
Desconexión	–	O	O	O	O	O
Magnetotérmicos	–	–	–	–	–	–
Contactores	–	–	–	–	–	–
Arrancadores manuales del motor	–	–	O	O	O	O
30 A, terminales protegidos con fusible	–	–	O	O	O	O
Suministro externo de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Supervisión de temperatura externa	–	–	O	O	O	O
Dimensiones						
Altura, mm (in)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Anchura, mm (in)	800 (31,5)	1400 (55,2)	1600 (63,0)	2400 (94,5)	2000 (78,7)	2800 (110,2)
Profundidad, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso, kg (lb)	447 (985,5)	669 (1474,9)	893 (1968,8)	1116 (2460,4)	1037 (2286,4)	1259 (2775,7)

Tabla 4.5 Convertidores F8-F13, 380-480 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga normal. La salida se mide a 400 V (kW) y 460 V (CV).

2) S = estándar, O = opcional, y una raya indica que la opción no está disponible.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

4.4 Vista general de las envolventes, 525-690 V

Tamaño del alojamiento	E1	E2
Potencia de salida[1]		
Salida a 690 V (kW)	450–630	450–630
Salida a 575 V (CV)	450–650	450–650
Configuración de entrada		
Seis pulsos	S	S
Doce pulsos	–	–
Clasificación de protección		
IP	IP21/54	IP00
Tipo UL	Tipo 1/12	Chasis
Opciones de hardware[2]		
Canal posterior de acero inoxidable	–	O
Apantallamiento de red	O	–
Resistencia calefactora y termostato	–	–
Luz de alojamiento con enchufe de alimentación	–	–
Filtro RFI (clase A1)	O	O
Terminales NAMUR	–	–
Monitor de resistencia de aislamiento (IRM)	–	–
Relé diferencial de corriente de fuga a tierra (RCM)	–	–
Chopper de frenado (IGBT)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Terminales regenerativos	O	O
Terminales de motor comunes	–	–
Parada de emergencia con relé de seguridad Pilz	–	–
Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz	–	–
Sin LCP	–	–
LCP gráfico	S	S
LCP numérico	O	O
Fusibles	O	O
Terminales de carga compartida	O	O
Fusibles y terminales de carga compartida	O	O
Desconexión	O	O
Magnetotérmicos	–	–
Contactores	–	–
Arrancadores manuales del motor	–	–
30 A, terminales protegidos con fusible	–	–
Suministro externo de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O
Supervisión de temperatura externa	–	–
Dimensiones		
Altura, mm (in)	2000 (78,8)	1547 (60,9)
Anchura, mm (in)	600 (23,6)	585 (23,0)
Profundidad, mm (in)	494 (19,4)	498 (19,5)
Peso, kg (lb)	263–313 (580–690)	221–277 (487–611)

Tabla 4.6 Convertidores E1-E2, 525-690 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga normal. La salida se mide a 690 V (kW) y 575 V (CV).

2) S = estándar, O = opcional, y una raya indica que la opción no está disponible.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Tamaño del alojamiento	F1	F2	F3	F4
Potencia de salida[1]				
Salida a 690 V (kW)	710–900	1000–1400	710–900	1000–1400
Salida a 575 V (CV)	750–1050	1150–1550	750–1050	1150–1550
Configuración de entrada				
Seis pulsos	S	S	S	S
Doce pulsos	–	–	–	–
Clasificación de protección				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opciones de hardware[2]				
Canal posterior de acero inoxidable	O	O	O	O
Apantallamiento de red	–	–	–	–
Resistencia calefactora y termostato	O	O	O	O
Luz de alojamiento con enchufe de alimentación	O	O	O	O
Filtro RFI (clase A1)	–	–	O	O
Terminales NAMUR	–	–	–	–
Monitor de resistencia de aislamiento (IRM)	–	–	O	O
Relé diferencial de corriente de fuga a tierra (RCM)	–	–	O	O
Chopper de frenado (IGBT)	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O
Terminales regenerativos	O	O	O	O
Terminales de motor comunes	O	O	O	O
Parada de emergencia con relé de seguridad Pilz	–	–	O	O
Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz	O	O	O	O
Sin LCP	–	–	–	–
LCP gráfico	S	S	S	S
LCP numérico	–	–	–	–
Fusibles	O	O	O	O
Terminales de carga compartida	O	O	O	O
Fusibles y terminales de carga compartida	O	O	O	O
Desconexión	–	–	O	O
Magnetotérmicos	–	–	O	O
Contactores	–	–	O	O
Arrancadores manuales del motor	O	O	O	O
30 A, terminales protegidos con fusible	O	O	O	O
Suministro externo de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O
Supervisión de temperatura externa	O	O	O	O
Dimensiones				
Altura, mm (in)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Anchura, mm (in)	1400 (55,1)	1800 (70,9)	2000 (78,7)	2400 (94,5)
Profundidad, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso, kg (lb)	1017 (2242,1)	1260 (2777,9)	1318 (2905,7)	1561 (3441,5)

Tabla 4.7 Convertidores F1-F4, 525-690 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga normal. La salida se mide a 690 V (kW) y 575 V (CV).

2) S = estándar, O = opcional, y una raya indica que la opción no está disponible.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

4

Tamaño del alojamiento	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Potencia de salida[1]						
Salida a 690 V (kW)	450–630	450–630	710–900	710–900	1000–1400	1000–1400
Salida a 575 V (CV)	450–650	450–650	750–1050	750–1050	1150–1550	1150–1550
Configuración de entrada						
Seis pulsos	–	–	–	–	–	–
Doce pulsos	S	S	S	S	S	S
Clasificación de protección						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opciones de hardware[2]						
Canal posterior de acero inoxidable	–	–	–	–	–	–
Apantallamiento de red	–	–	–	–	–	–
Resistencia calefactora y termostato	–	–	O	O	O	O
Luz de alojamiento con enchufe de alimentación	–	–	O	O	O	O
Filtro RFI (clase A1)	–	O	–	–	O	O
Terminales NAMUR	–	–	–	–	–	–
Monitor de resistencia de aislamiento (IRM)	–	O	–	–	O	O
Relé diferencial de corriente de fuga a tierra (RCM)	–	O	–	–	O	O
Chopper de frenado (IGBT)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	O	O	O	O	O	O
Terminales regenerativos	–	–	–	–	–	–
Terminales de motor comunes	–	–	O	O	O	O
Parada de emergencia con relé de seguridad Pilz	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz	O	O	O	O	O	O
Sin LCP	–	–	–	–	–	–
LCP gráfico	S	S	S	S	S	S
LCP numérico	–	–	–	–	–	–
Fusibles	O	O	O	O	O	O
Terminales de carga compartida	–	–	–	–	–	–
Fusibles y terminales de carga compartida	–	–	–	–	–	–
Desconexión	–	O	O	O	O	O
Magnetotérmicos	–	–	–	–	–	–
Contactores	–	–	–	–	–	–
Arrancadores manuales del motor	–	–	O	O	O	O
30 A, terminales protegidos con fusible	–	–	O	O	O	O
Suministro externo de 24 V CC (SMPS, 5 A)	O	O	O	O	O	O
Supervisión de temperatura externa	–	–	O	O	O	O
Dimensiones						
Altura, mm (in)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Anchura, mm (in)	800 (31,5)	1400 (55,1)	1600 (63,0)	2400 (94,5)	2000 (78,7)	2800 (110,2)
Profundidad, mm (in)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Peso, kg (lb)	447 (985,5)	669 (1474,9)	893 (1968,8)	1116 (2460,4)	1037 (2286,4)	1259 (2775,7)

Tabla 4.8 Convertidores F8-F13, 525-690 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga normal. La salida se mide a 690 V (kW) y 575 V (CV).

2) S = estándar, O = opcional, y una raya indica que la opción no está disponible.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

4.5 Disponibilidad de los kits

Descripción del kit[1)]	E1	E2	F1	F2	F3	F4	F8	F9	F10	F11	F12	F13
USB en la puerta	O	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP numérico	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP gráfico[2)]	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Cable del LCP, 3 m (9 ft)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montaje del LCP numérico (LCP, sujeciones, junta y cable)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montaje del LCP gráfico (LCP, sujeciones, junta y cable)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montaje para todos los LCP (sujeciones, junta y cable)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Entrada superior para los cables del motor	–	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Entrada superior para cables de red	–	–	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Entrada superior para cables de red con desconexión	–	–	–	–	O	O	–	–	–	–	–	–
Entrada superior para cables de fieldbus	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Terminales de motor comunes	–	–	O	O	O	O	–	–	–	–	–	–
Alojamiento NEMA 3R	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pedestal	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Placa de opciones de entrada	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Conversión a IP20	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Refrigeración de salida superior (exclusivamente)	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Refrigeración de canal posterior (entrada posterior / salida posterior)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Refrigeración de canal posterior (entrada inferior / salida superior)	–	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabla 4.9 Kits disponibles para los alojamientos E1-E2, F1-F4 y F8-F13

1) S = estándar, O = opcional, y una raya indica que el kit no está disponible para el alojamiento en cuestión. Para obtener las referencias y las descripciones de los kits, consulte el capétulo 13.2 Números de pedido de los kits de opción.

2) El LCP gráfico incorpora de serie los alojamientos E1-E2, F1-F4 y F8-F13. Si se requiere más de un LCP gráfico, el kit está disponible para su compra.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5 Funciones del producto

5.1 Funciones de funcionamiento automatizadas

Las funciones operativas automatizadas estarán activas mientras el convertidor de frecuencia esté en funcionamiento. La mayoría no necesitan programación ni configuración. El convertidor tiene todo un abanico de funciones de protección integradas para protegerse a sí mismo y al motor cuando está en funcionamiento.

Para obtener más detalles sobre cualquier configuración requerida y, en especial, sobre los parámetros del motor, consulte la *Guía de programación*.

5.1.1 Protección ante cortocircuitos

Motor (entre fases)
El convertidor está protegido contra cortocircuitos en el lado del motor con la medición de la corriente en cada una de las tres fases del motor. Un cortocircuito entre dos fases de salida provoca una sobreintensidad en el inversor. El inversor se apaga cuando la corriente de cortocircuito excede el valor permitido (*Alarma 16, Trip Lock (Bloqueo por alarma)*).

Lado de alimentación
Un convertidor que funciona correctamente limita la corriente que puede consumir de la fuente de alimentación. En cualquier caso, 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 (primer fallo). Los fusibles del lado de alimentación son obligatorios para la conformidad con UL.

AVISO!

Para garantizar la conformidad con las normas CEI 60364 (CE) o NEC 2009 (UL), es obligatorio utilizar fusibles y/o magnetotérmicos.

Resistencia de frenado
El convertidor está protegido contra cortocircuitos en la resistencia de frenado.

Carga compartida
Para proteger el bus de CC contra cortocircuitos y los convertidores contra sobrecargas, instale los fusibles de CC en serie con los terminales de carga compartida de todas las unidades conectadas.

5.1.2 Protección contra sobretensión

Sobretensión generada por el motor
La tensión del enlace de CC aumenta cuando el motor actúa como generador. Esto ocurre en los siguientes casos:

- La carga hace rotar el motor a una frecuencia de salida constante del convertidor de frecuencia, es decir, la carga genera energía.
- Durante la desaceleración (rampa de deceleración), si el momento de inercia es alto, la fricción es baja y el tiempo de deceleración es demasiado corto para que la energía sea disipada como una pérdida en el sistema de convertidores.
- Un ajuste incorrecto de la compensación de deslizamiento produce una tensión más alta en el enlace de CC.
- 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 y provocar daños. Para evitar esta situación, el valor del *parámetro 4-19 Max Output Frequency* se limita automáticamente de acuerdo con un cálculo interno basado en el valor del *parámetro 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, el *parámetro 1-25 Motor Nominal Speed* y el *parámetro 1-39 Motor Poles*.

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 frenado.

La sobretensión se puede controlar o bien con una función de freno (*parámetro 2-10 Brake Function*) o con un control de sobretensión (*parámetro 2-17 Over-voltage Control*).

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

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

AVISO!

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

Control de sobretensión (OVC)
Al prolongar automáticamente el tiempo de deceleración, el OVC reduce el riesgo de desconexión del convertidor debido a una sobretensión en el enlace de CC.

AVISO!

El OVC se puede activar para un motor PM con núcleo de control, PM VVC+, flujo OL y flujo CL para motores PM.

5.1.3 Detección de que falta una fase del motor

La función Falta una fase del motor (*parámetro 4-58 Missing Motor Phase Function*) está activada de manera predeterminada para evitar daños en el motor en caso de caída de fase. El ajuste predeterminado es 1000 ms, pero se puede ajustar para una detección más rápida.

5.1.4 Detección de desequilibrios en la tensión de alimentación

El funcionamiento en condiciones graves de desequilibrio de la tensión de alimentación reduce la vida útil del motor y el convertidor. Si el motor se utiliza continuamente cerca del valor nominal de carga, las condiciones se consideran duras. El ajuste predeterminado desconecta el convertidor de frecuencia en caso de desequilibrio de la tensión de alimentación (*parámetro 14-12 Response to Mains Imbalance*).

5.1.5 Conmutación en la salida

Está permitido añadir un conmutador a la salida entre el motor y el convertidor, pero pueden aparecer mensajes de fallo. Danfoss no recomienda utilizar esta función con convertidores de 525-690 V conectados a una red de alimentación IT.

5.1.6 Protección de sobrecarga

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 *parámetro 4-16 Torque Limit Motor Mode* y *parámetro 4-17 Torque Limit Generator Mode*. El intervalo de tiempo anterior a que la advertencia de límite de par realice la desconexión se controla en el *parámetro 14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

Límite de intensidad
El límite de intensidad se controla en el *parámetro 4-18 Current Limit* y el intervalo de tiempo anterior a la desconexión del convertidor se controla en el *parámetro 14-24 Trip Delay at Current Limit*.

Límite de velocidad
Límite mínimo de velocidad: el *Parámetro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* o el *parámetro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* limitan el intervalo de velocidad operativa mínima del convertidor.
Límite máximo de velocidad: el *Parámetro 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]* o el *parámetro 4-19 Max Output Frequency* limitan la velocidad máxima de salida que puede proporcionar el convertidor.

Relé termoelectrónico (ETR)
El ETR es un dispositivo electrónico que simula un relé bimetal basado en mediciones internas. Las características se muestran en la *Ilustración 5.1*.

Límite tensión
El inversor se apaga para proteger los transistores y los condensadores del enlace de CC cuando se alcanza un determinado nivel de tensión de codificación fija.

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

5.1.7 Protecc. rotor bloqueado

Puede haber situaciones en las que el rotor se bloquee debido a una carga excesiva o a otros factores. El rotor bloqueado no puede producir una refrigeración suficiente, lo que a su vez puede sobrecalentar el bobinado del motor. 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+ (*parámetro 30-22 Locked Rotor Detection*).

5.1.8 Reducción de potencia automática

El convertidor de frecuencia comprueba constantemente los siguientes niveles críticos:

- Alta temperatura en la tarjeta de control o el disipador.
- Carga del motor alta.
- Tensión del 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 y velocidades de motor bajas, el convertidor de frecuencia también puede forzar el patrón de PWM a SFAVM.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

AVISO!

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

5.1.9 Optimización automática de la energía

La optimización automática de energía (AEO) dirige el convertidor de frecuencia para que controle continuamente la carga del motor y ajuste la tensión de salida para aumentar al máximo la eficacia. Con una carga ligera, la tensión disminuye y la intensidad del motor se reduce al mínimo. El motor obtiene:

- Mayor rendimiento.
- Calentamiento reducido.
- Funcionamiento más silencioso.

No es necesario seleccionar una curva de V/Hz porque el convertidor de frecuencia ajusta automáticamente la tensión del motor.

5.1.10 Modulación automática de frecuencia de conmutación

El convertidor de frecuencia genera pulsos eléctricos cortos para formar un patrón de onda de CA. La frecuencia de conmutación es el ritmo de estos pulsos. Una frecuencia de conmutación baja (ritmo de pulsos lento) causa ruido audible en el motor, de modo que es preferible una frecuencia de conmutación más elevada. Una frecuencia de conmutación alta, sin embargo, genera calor en el convertidor de frecuencia, lo que puede limitar la cantidad de corriente disponible en el motor.
La modulación automática de frecuencia de conmutación regula estas condiciones automáticamente para ofrecer la frecuencia de conmutación más elevada sin sobrecalentar el convertidor de frecuencia. Al ofrecer una frecuencia de conmutación alta regulada, se silencia el ruido de funcionamiento del motor a velocidades bajas, cuando el control del ruido audible es crítico, y se produce una plena potencia de salida al motor cuando la demanda lo requiere.

5.1.11 Reducción automática de potencia por alta frecuencia de conmutación

El convertidor de frecuencia está diseñado para un funcionamiento continuo a plena carga a frecuencias de conmutación comprendidas entre 1,5 y 2 kHz para 380-480 V, y entre 1 y 1,5 kHz para 525-690 V. El rango de frecuencia depende del nivel de potencia y de la tensión nominal. Una frecuencia de conmutación que supere el rango máximo permitido 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 de conmutación depende de la carga. Esta característica permite al motor obtener la máxima frecuencia de conmutación permitida por la carga.

5.1.12 Rendimiento de fluctuación de potencia

El convertidor de frecuencia soporta fluctuaciones de la alimentación como:

- Transitorios.
- Cortes momentáneos.
- Caídas cortas de tensión.
- Sobretensiones.

El convertidor de frecuencia compensa automáticamente las tensiones de entrada de ±10 % del valor nominal para ofrecer un par y una tensión nominal del motor completos. Con el reinicio automático seleccionado, el convertidor de frecuencia se enciende automáticamente tras una desconexión de tensión. Con la función de motor en giro, el convertidor de frecuencia se sincroniza con el giro del motor antes del arranque.

5.1.13 Amortiguación de resonancia

La amortiguación de resonancia elimina el ruido de resonancia del motor a alta frecuencia. Está disponible la amortiguación de frecuencia automática o seleccionada manualmente.

5.1.14 Ventiladores controlados por temperatura

El funcionamiento de los ventiladores de refrigeración interna se regula mediante sensores ubicados en el convertidor de frecuencia. Los ventiladores de refrigeración suelen no funcionar durante el funcionamiento a baja carga, así como en el modo reposo y en espera. Estos sensores reducen el ruido, aumentan el rendimiento y alargan la vida útil del ventilador.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.1.15 Conformidad con CEM

Las interferencias electromagnéticas (EMI) y las interferencias de radiofrecuencia (RFI) 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 CEM para convertidores de frecuencia CEI 61800-3 y la norma europea EN 55011. Los cables del motor deben estar apantallados y correctamente acabados para cumplir con los niveles de emisión de la norma EN 55011. Para obtener más información sobre el rendimiento de CEM, consulte el *capétulo 10.15.1 Resultados de las pruebas de CEM*.

5.1.16 Aislamiento galvánico de los terminales de control

Todos los terminales de control y los terminales de relé de salida están galvánicamente aislados de la alimentación, lo cual protege completamente los circuitos de control 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 los optoacopladores.
- Los transductores de efecto Hall de intensidad de salida.

5.2 Funciones de aplicación personalizadas

Las funciones de aplicación personalizadas son las funciones más comunes programadas en el convertidor de frecuencia para un rendimiento mejorado del sistema. Requieren una programación o configuración mínimas. Consulte la *guía de programación* para obtener instrucciones sobre la activación de estas funciones.

5.2.1 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 y permite al convertidor de frecuencia calcular el rendimiento y la eficacia óptimos. 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.

5.2.2 Controlador PID integrado

El controlador proporcional, integral y derivativo (PID) integrado 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 utilizar dos señales de realimentación de dos dispositivos diferentes, lo cual permite regular el sistema con requisitos de realimentación diferentes. El convertidor de frecuencia toma decisiones de control comparando las dos señales para optimizar el rendimiento del sistema.

5.2.3 Protección térmica motor

La protección térmica del motor se puede proporcionar mediante:

- Medición directa de la temperatura mediante un
  - sensor KTY o PTC en los bobinados del motor, con conexión a una entrada analógica o digital estándar.
  - PT100 o PT1000 en los bobinados y cojinetes del motor, conectado a VLT® Sensor Input Card MCB 114.
  - Entrada de termistor PTC en la tarjeta VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (con certificación ATEX).
- Mediante un conmutador termomecánico (tipo Klixon) en una entrada digital.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

- 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 llega a un valor de consigna de sobrecarga programable.
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 de clase 20.

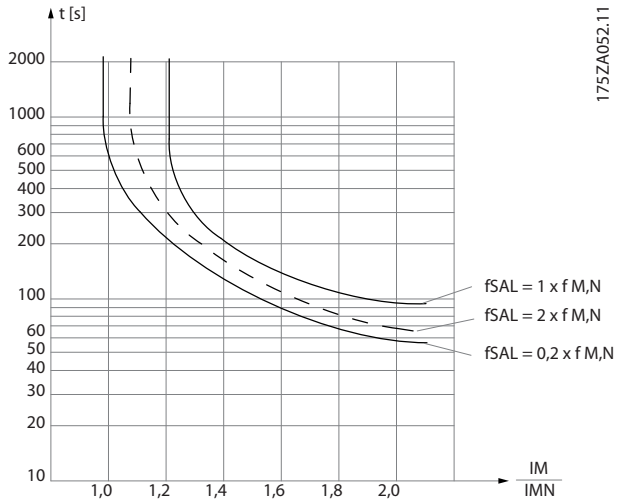


Ilustración 5.1 Características ETR

el eje X muestra la relación entre los valores I_{motor} e I_{motor} nominal. El eje Y muestra el intervalo en segundos antes de que el ETR se corte y desconecte el convertidor de frecuencia. Las curvas muestran la velocidad nominal característica, al doble de la velocidad nominal y al 0,2 x 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 puede verse como un parámetro de lectura de datos en el *parámetro 16-18 Motor Thermal*.
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. Consulte las instrucciones de configuración en la *guía de programación*.

5.2.4 Protección térmica del motor para motores Ex-e

El convertidor está equipado con una función de control térmico ETR ATEX para el funcionamiento de motores Ex-e conforme a la norma EN-60079-7. Cuando se combina con un dispositivo de control PTC homologado para ATEX, como la opción de la tarjeta del termistor VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 o un dispositivo externo, la instalación no requiere la aprobación individual por parte de una organización homologada.

La función de control térmico ATEX ETR permite el uso de un motor Ex-e en lugar de un motor Ex-d, que resulta más caro, pesado y voluminoso. Esta función garantiza que el convertidor limite la intensidad del motor para evitar un sobrecalentamiento.

Requisitos relativos al motor Ex-e

- Asegúrese de que el motor Ex-e esté homologado para su uso en áreas peligrosas (zona ATEX 1/21, zona ATEX 2/22) con convertidores de frecuencia. El motor debe estar certificado para la zona de riesgo específica.
- Instale el motor Ex-e en la zona 1/21 o 2/22 del área de riesgo, conforme a su homologación.

AVISO!

Instale el convertidor fuera del área peligrosa.

- Asegúrese de que el motor Ex-e cuente con un dispositivo de protección de sobrecarga homologado por ATEX. Dicho dispositivo controlará la temperatura de los bobinados del motor. En caso de alcanzarse un nivel de temperatura crítico o de producirse una avería, el dispositivo desconectará el motor.
    - La opción VLT® PTC Thermistor MCB 112 ofrece un control de la temperatura del motor homologado para ATEX. Un requisito previo es que el convertidor cuente con 3-6 termistores PTC en serie, de conformidad con las normas DIN 44081 o 44082.
    - De forma alternativa, también puede usarse un dispositivo externo de protección PTC con certificación ATEX.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

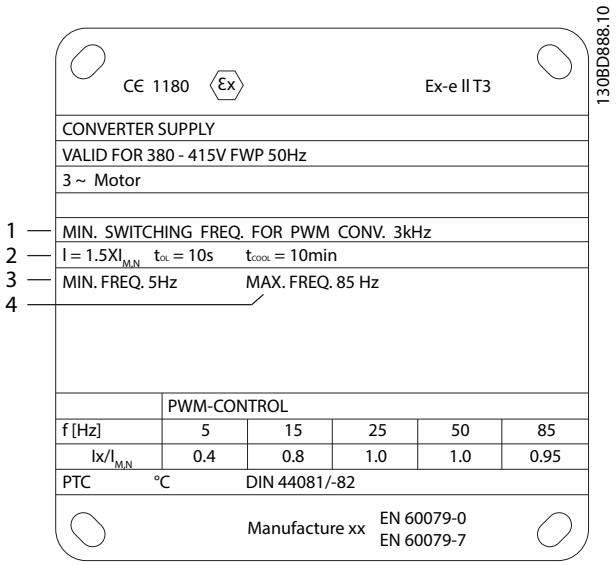
- Se requiere un filtro senoidal cuando se dan las siguientes circunstancias:
  - Los cables largos (picos de tensión) o un aumento de la tensión de red producen tensiones que exceden la tensión máxima permitida en los terminales del motor.
  - La frecuencia de conmutación mínima del convertidor no cumple los requisitos indicados por el fabricante del motor. La frecuencia de conmutación mínima del convertidor se muestra como valor predeterminado en el *parámetro 14-01 Switching Frequency*.

Compatibilidad del motor y el convertidor

En el caso de motores certificados conforme a la norma EN-60079-7, el fabricante del motor facilita una serie de límites y normas en la hoja de datos o en la placa de características del motor. Durante la planificación, instalación, puesta en servicio, funcionamiento y mantenimiento, respete los límites y reglas indicados por el fabricante en lo referente a:

- Frecuencia de conmutación mínima.
- Corriente máxima.
- Frecuencia mínima del motor.
- Frecuencia máxima del motor.

En la *Ilustración 5.2* se indica la ubicación de estos requisitos en la placa de características del motor.



1	Frecuencia de conmutación mínima
2	Corriente máxima
3	Frecuencia mínima del motor
4	Frecuencia máxima del motor

Ilustración 5.2 Placa de características del motor con los requisitos del convertidor

A la hora de acoplar el convertidor y el motor, Danfoss especifica los siguientes requisitos adicionales para garantizar la adecuada protección térmica del motor:

- No supere la proporción máxima permitida entre el tamaño del convertidor y el del motor. El valor normal es $I_{VLT,\,n} \leq 2 x I_{m,n}$
- Tenga en cuenta todas las caídas de tensión del convertidor al motor. Si el motor funciona con una tensión más baja de la indicada en las características u/f, puede aumentar la corriente, lo cual activará una alarma.

Para obtener más información, consulte el ejemplo de aplicación disponible en el *capétulo 12 Ejemplos de aplicaciones*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.2.5 Corte de red

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

El convertidor de frecuencia se puede configurar (*parámetro 14-10 Mains Failure*) para diferentes tipos de comportamientos durante un corte de red:

- Bloqueo por alarma cuando el enlace de CC se agote.
- Inercia con función de motor en giro cuando vuelva la alimentación (*parámetro 1-73 Flying Start*).
- 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 importante para centrífugas y ventiladores.

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

Configure el comportamiento del convertidor de frecuencia en caso de corte de red en el *parámetro 14-10 Mains Failure* y el *parámetro 1-73 Flying Start*.

5.2.6 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 reinicio manual y mejorar el funcionamiento automatizado para sistemas controlados remotamente. Se pueden limitar tanto la cantidad de intentos de reinicio como la duración entre intentos.

5.2.7 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. Este convertidor actúa de forma diferente a los convertidores de par variable y a los convertidores de par constante. Los convertidores de frecuencia de par variable ofrecen un par motor reducido a baja velocidad. Los convertidores de frecuencia de par constante proporcionan un exceso de tensión, calor y ruido del motor a una velocidad inferior a la máxima.

5.2.8 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, que permiten al motor evitar velocidades que generen resonancia en el sistema.

5.2.9 Precalentador del motor

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

5.2.10 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 una orden 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. En el LCP se muestra el ajuste activo.

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.2.11 Smart Logic Control (SLC)

El Smart Logic Control (SLC) es una secuencia de acciones definidas por el usuario (consulte el *parámetro 13-52 SL Controller Action* [x]) y ejecutadas por el SLC cuando este evalúa como VERDADERO el evento asociado definido por el usuario (consulte el *parámetro 13-51 SL Controller Event* [x]).
La condición para que se produzca un evento puede ser un estado determinado o que la salida de una regla lógica o un operando comparador pase a ser VERDADERO. Esta condición da lugar a una acción asociada, como se muestra en la *Ilustración 5.3*.

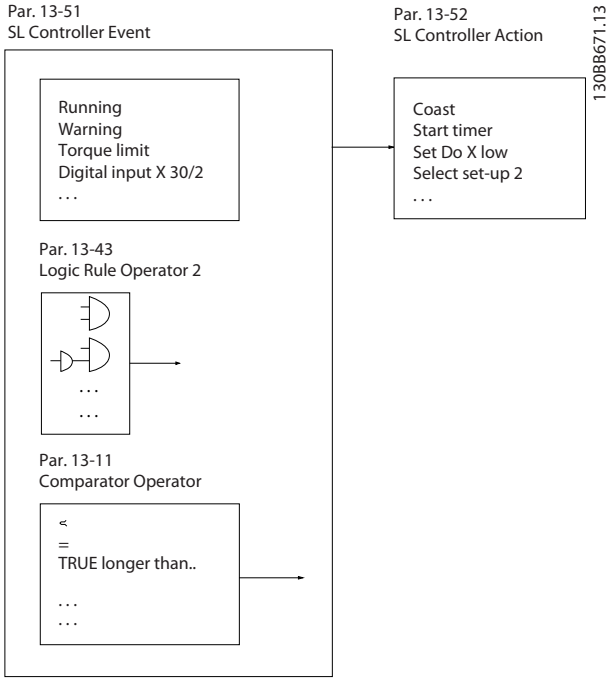


Ilustración 5.3 Evento y acción SLC

Los eventos y acciones están numerados y enlazados en parejas (estados), lo que significa que cuando el evento [0] se cumple (cuando alcanza el valor VERDADERO), se ejecuta la acción [0]. Después de ejecutarse la primera acción, se evalúan las condiciones del siguiente evento. Si dicho evento se evalúa como verdadero, entonces se ejecutará la acción correspondiente. 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 evaluarán otros eventos. Cuando se inicia el SLC, solo evalúa el evento [0] en cada intervalo de exploración. El SLC ejecuta una acción [0] e inicia la evaluación del siguiente evento solo si el evento [0] se considera verdadero. Se pueden programar de 1 a 20 eventos y acciones.

Cuando se haya ejecutado el último evento o acción, la secuencia volverá a comenzar desde el evento o acción [0]. En la *Ilustración 5.4* se muestra un ejemplo con cuatro eventos/acciones:

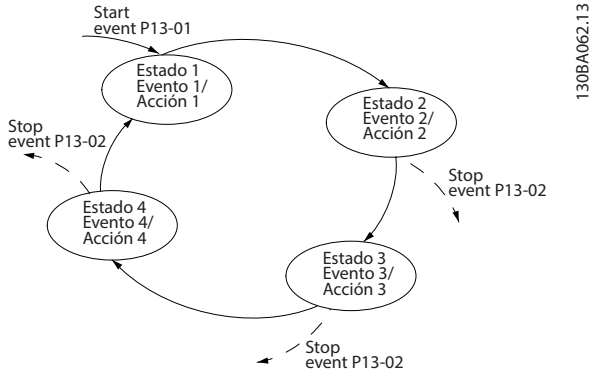


Ilustración 5.4 Orden de ejecución cuando están programados 4 eventos/acciones

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

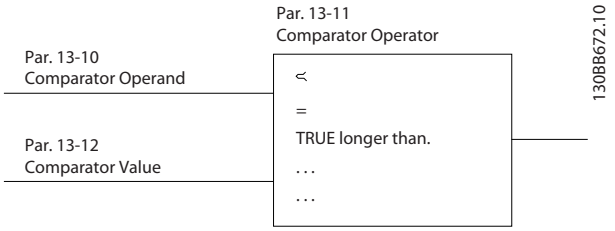


Ilustración 5.5 Comparadores

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

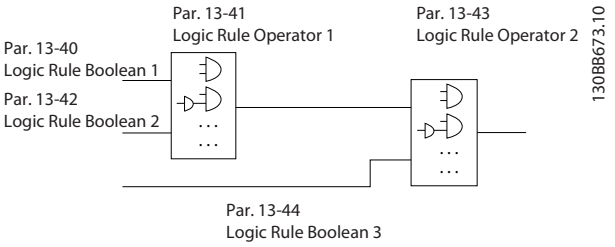


Ilustración 5.6 Reglas lógicas

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.2.12 Safe Torque Off

La función de Safe Torque Off (STO) se utiliza para detener el convertidor de frecuencia en situaciones de parada de emergencia. El convertidor puede utilizar la función STO con motores síncronos, asíncronos y de magnetización permanente.

Para obtener más información acerca de la función Safe Torque Off, incluidas su instalación y puesta en servicio, consulte el *Manual de funcionamiento de Safe Torque Off para convertidores VLT® de la serie FC.*

5

Responsabilidad

El cliente debe garantizar que el personal sabe cómo instalar y hacer funcionar la función de Safe Torque Off porque:

- Ha leído y comprendido las normas de seguridad relativas a la salud, la seguridad y la prevención de accidentes.
- Ha entendido las indicaciones generales y de seguridad incluidas en el *Manual de funcionamiento de Safe Torque Off para convertidores VLT® de la serie FC*.
- Conoce a la perfección las normas generales y de seguridad de la aplicación específica.

5.3 Funciones específicas del convertidor VLT® HVAC Drive

Un convertidor de frecuencia saca partido de que las bombas y los ventiladores centrífugos sigan las leyes de proporcionalidad de dichas aplicaciones. Para obtener más información, consulte el *capétulo 5.3.1 Uso de un convertidor para ahorrar energía*.

5.3.1 Uso de un convertidor para ahorrar energía

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

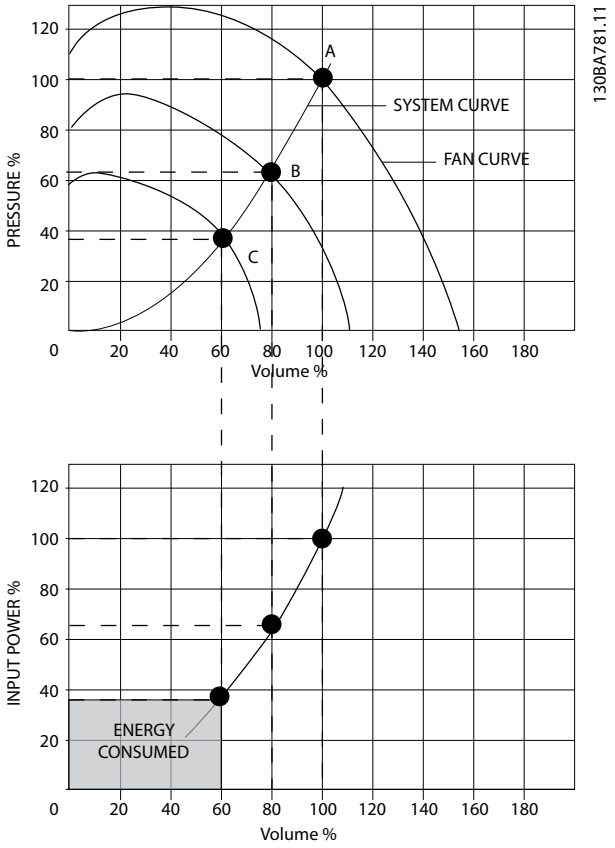


Ilustración 5.7 Ahorro de energía con una capacidad de ventilador reducida

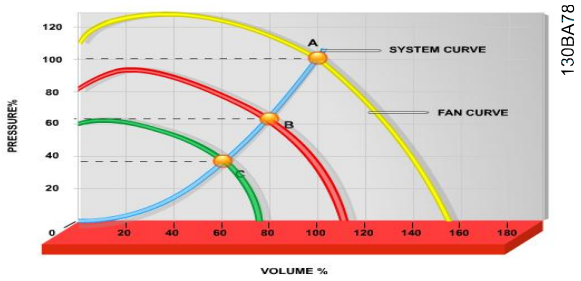


Ilustración 5.8 Curvas de ventilador para bajos volúmenes de ventilación

Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Ejemplo de ahorro de energía

La *Ilustración 5.9* describe la dependencia del caudal, la presión y el consumo de energía de las r/min. Como se muestra en la *Ilustración 5.9*, el caudal se controla cambiando las r/min. Al reducir la velocidad solo un 20 % respecto a la velocidad nominal, el caudal también se reduce en un 20 %. El caudal es directamente proporcional a las r/min. El consumo eléctrico, sin embargo, se reduce en un 50 %.

Si el sistema únicamente funciona con un caudal del 100 % durante unos días al año, mientras que el promedio es inferior al 80 % del caudal nominal, el ahorro de energía es incluso superior al 50 %.

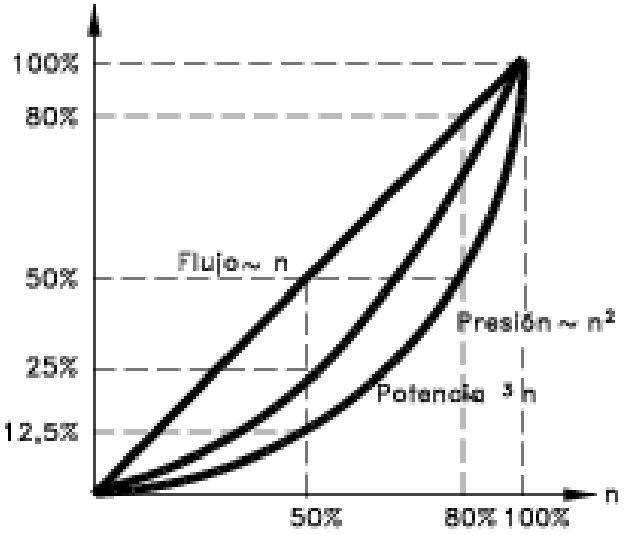
$$Caudal: \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

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

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

Q	Caudal	P	Potencia
Q_1	Caudal nominal	P_1	Potencia nominal
Q_2	Caudal reducido	P_2	Potencia reducida
H	Presión	n	Control de velocidad
H_1	Presión nominal	n_1	Velocidad nominal
H_2	Presión reducida	n_2	Velocidad reducida

Tabla 5.1 Definiciones de las leyes de proporcionalidad



175HA208.10

Ilustración 5.9 Leyes de proporcionalidad

Comparación de ahorro de energía

El convertidor de Danfoss ofrece un gran ahorro en comparación con los productos tradicionales de ahorro de energía. El convertidor de frecuencia regula la velocidad del ventilador en función de la carga térmica del sistema y funciona como un sistema de gestión de edificios (BMS).

El gráfico (*Ilustración 5.10*) muestra el ahorro de energía típico que puede obtenerse con 3 productos conocidos cuando el volumen del ventilador se reduce hasta un 60 %. Como muestra el gráfico, puede conseguirse en equipos convencionales más del 50 % del ahorro energético.

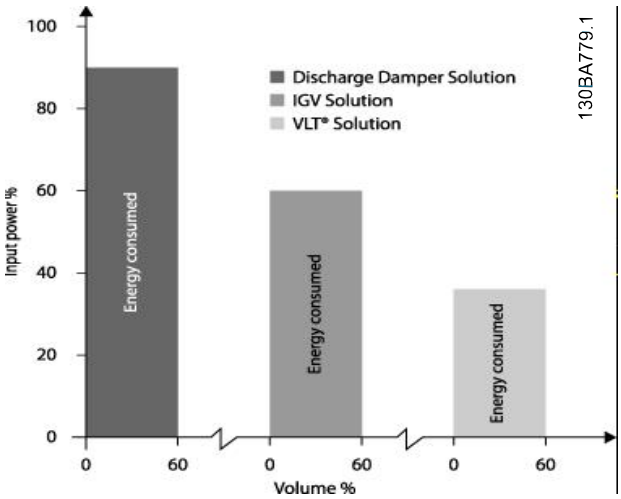


Ilustración 5.10 Los tres sistemas de ahorro de energía convencionales

Los amortiguadores de descarga reducen el consumo de energía. Las aletas guiadoras variables de entrada ofrecen un 40 % de reducción pero su instalación es costosa. El convertidor de Danfoss reduce el consumo de energía en más de un 50 % y es fácil de instalar.

Ejemplo con caudal variable durante 1 año

La *Ilustración 5.11* se basa en las características de una bomba según la hoja de datos de una bomba. El resultado obtenido muestra un ahorro de energía superior al 50 % para el caudal dado, durante un año. El periodo de amortización depende del precio del kWh y del precio del convertidor de frecuencia. En este ejemplo, es inferior a un año comparado con las válvulas y la velocidad constante.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

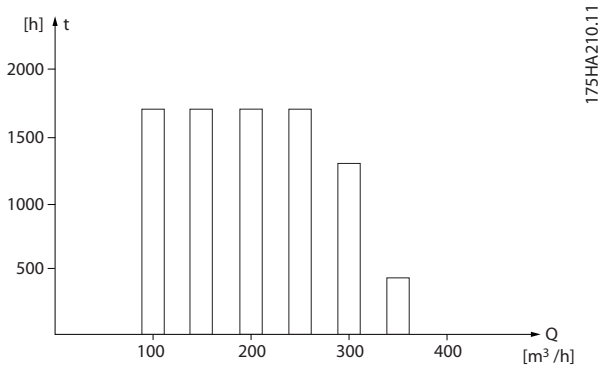


Ilustración 5.11 Distribución del caudal durante 1 año

5

m³/h	Distribución		Regulación por válvula		Control de la unidad	
	%	Horas	Potencia	Consumo	Potencia	Consumo
			A_1-B_1	kWh	A_1-C_1	kWh
350	5	438	42,5	18615	42,5	18615
300	15	1314	38,5	50589	29,0	38106
250	20	1752	35,0	61320	18,5	32412
200	20	1752	31,5	55188	11,5	20148
150	20	1752	28,0	49056	6,5	11388
100	20	1752	23,0	40296	3,5	6132
Σ	100	8760	–	275064	–	26801

Tabla 5.2 Cálculo del ahorro energético

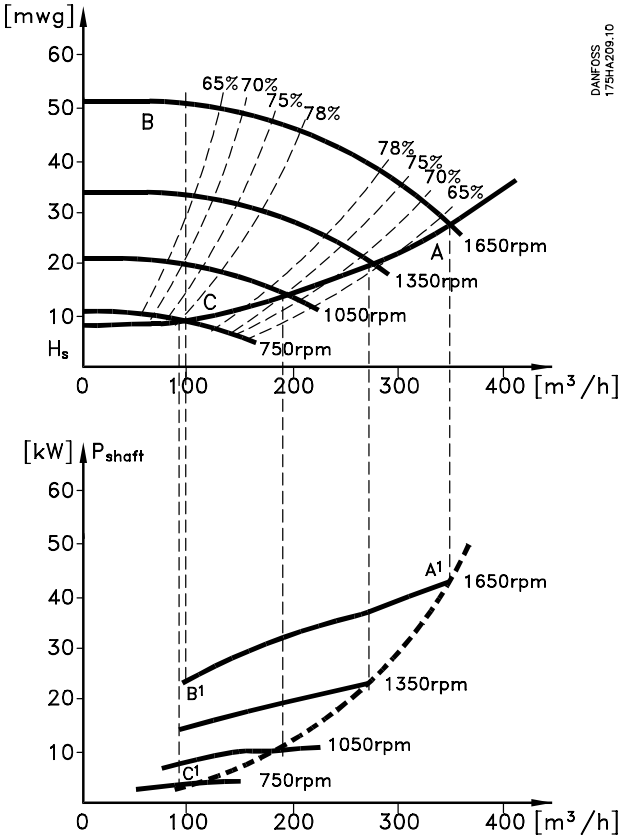


Ilustración 5.12 Ahorro energético en una aplicación de bomba

5.3.2 Uso de un convertidor para obtener un mejor control

Si se utiliza un convertidor para controlar el caudal o la presión de un sistema, se obtiene un control mejorado. Un convertidor de frecuencia puede variar la velocidad de un ventilador o una bomba, de forma que puede obtenerse un control variable del caudal y la presión gracias al control de PID integrado. Además, un convertidor puede adaptar rápidamente la velocidad de un ventilador o de una bomba a las nuevas condiciones de caudal o presión del sistema.

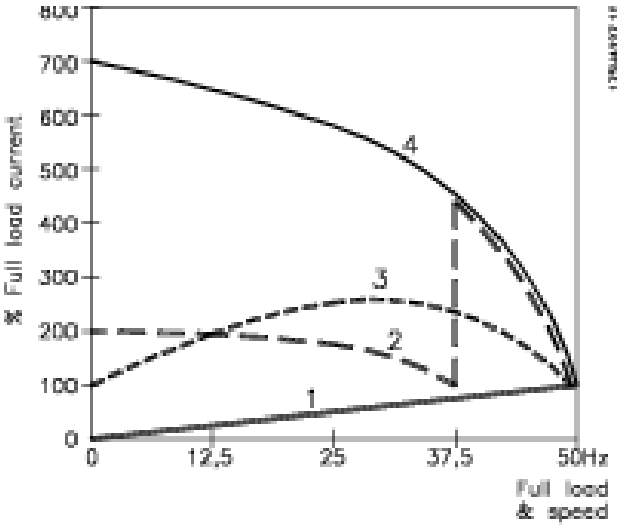
Compensación de cos φ

Normalmente, el VLT® HVAC Drive FC 102 tiene un cos φ igual a 1 y proporciona una corrección del factor de potencia para el cos φ del motor, lo que significa que no es necesario tener en cuenta el cos φ del motor cuando se dimensiona la unidad de corrección del factor de potencia.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

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

Cuando se necesita arrancar motores relativamente grandes, en muchos países es necesario usar equipos que limitan la tensión de arranque. En sistemas más tradicionales, se suele utilizar un arrancador en estrella/triángulo o un arrancador suave se utiliza habitualmente. Estos arrancadores de motor no se necesitan si se usa un convertidor. Como se muestra en la *Ilustración 5.13*, un convertidor no consume más corriente que la nominal.



1	VLT® HVAC Drive FC 102
2	Arrancador en estrella/triángulo
3	Arrancador suave
4	Arranque directamente con la alimentación de red

Ilustración 5.13 Consumo de corriente con un convertidor de frecuencia.

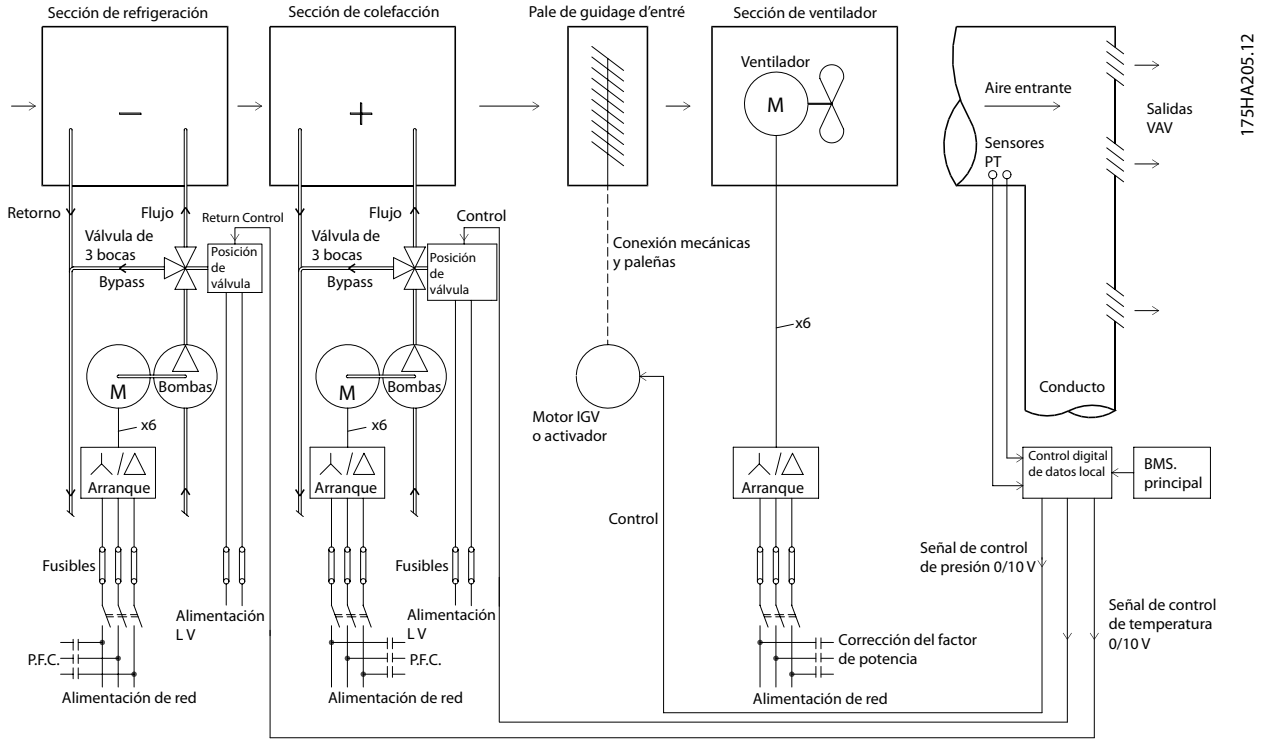
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5

5.3.3 Uso de un convertidor para ahorrar dinero

El convertidor de frecuencia elimina la necesidad de algunos equipos que se usarían normalmente. Los dos sistemas mostrados en la *Ilustración 5.14* y la *Ilustración 5.15* tienen aproximadamente el mismo precio.

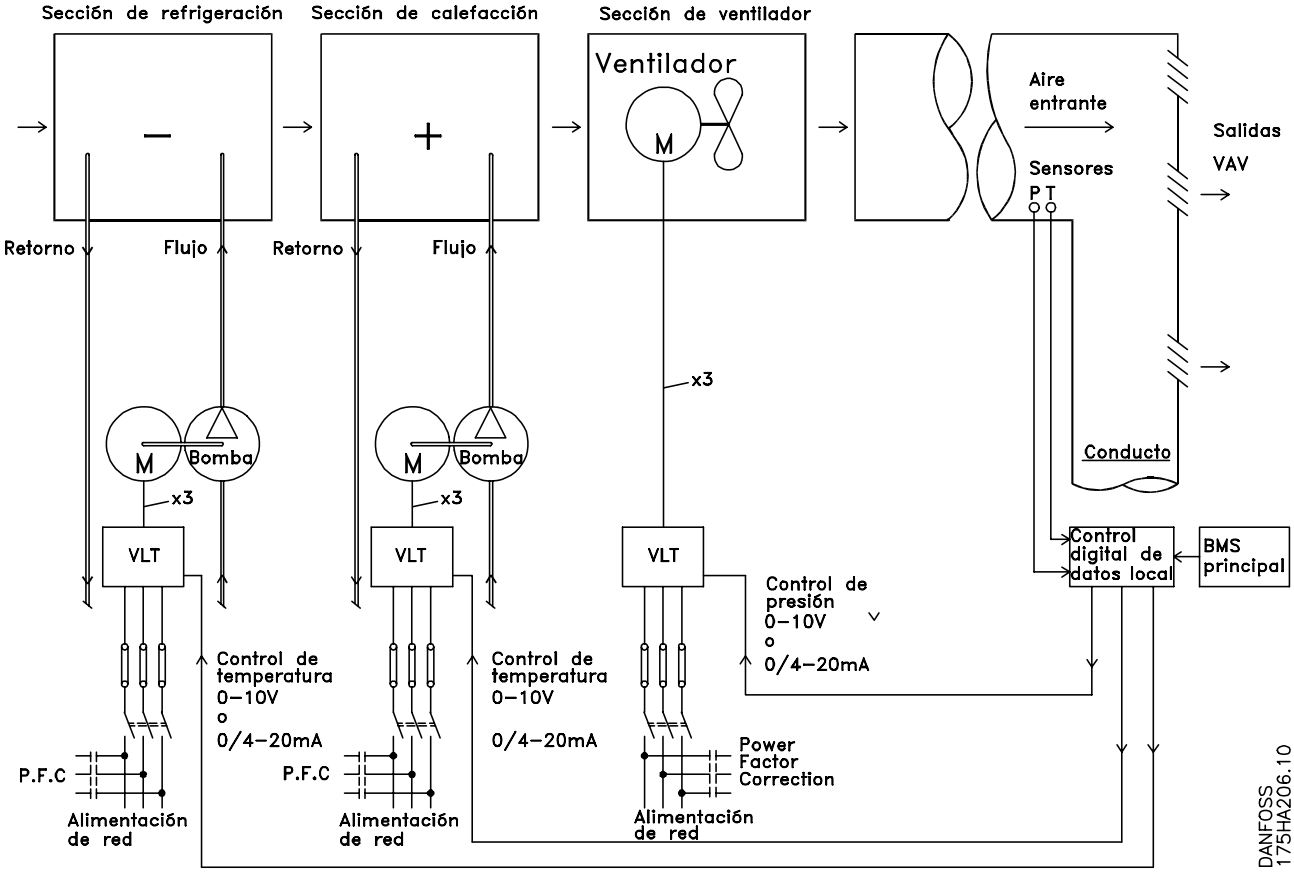
Coste sin convertidor



DDC	Control digital directo
VAV	Volumen de aire variable
Sensor P	Presión
EMS	Sistema de gestión de energía
Sensor T	Temperatura

Ilustración 5.14 Sistema de ventilador tradicional

Coste con un convertidor



DDC	Control digital directo
VAV	Volumen de aire variable
BMS	Sistema de gestión de edificios

Ilustración 5.15 Sistema de ventilador controlado por convertidores

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.3.4 Soluciones de convertidor HVAC VLT® HVAC Drive FC 102

5.3.4.1 Volumen de aire variable

Los sistemas de volumen de aire variable (VAV) sirven para controlar la ventilación y la temperatura de un edificio en función de sus necesidades específicas. Se considera que los sistemas centrales VAV constituyen el método de mayor rendimiento energético para el acondicionamiento de aire en edificios. Los sistemas centrales son más eficaces que los sistemas distribuidos.
Este rendimiento se deriva del uso de ventiladores y enfriadores de mayor tamaño, cuyo rendimiento es muy superior al de los enfriadores de aire distribuidos y motores pequeños. También se produce un ahorro como consecuencia de la disminución de los requisitos de mantenimiento.

Solución VLT®
Mientras que los amortiguadores y los IGV sirven para mantener una presión constante en los conductos, una solución de convertidor ahorra más energía y reduce la complejidad de la instalación. En lugar de crear un descenso de presión artificial o provocar una reducción en el rendimiento del ventilador, el convertidor reduce la velocidad del ventilador para proporcionar el caudal y la presión que precisa el sistema.
Los dispositivos centrífugos, como los ventiladores, reducen la presión y el caudal que producen a medida que disminuye su velocidad. Por lo tanto, el consumo de energía se reduce.
Normalmente se controla el ventilador de retorno para mantener una diferencia fija entre el caudal de aire de alimentación y el de retorno. Para eliminar la necesidad de controladores adicionales, puede utilizarse el controlador PID avanzado del convertidor HVAC.

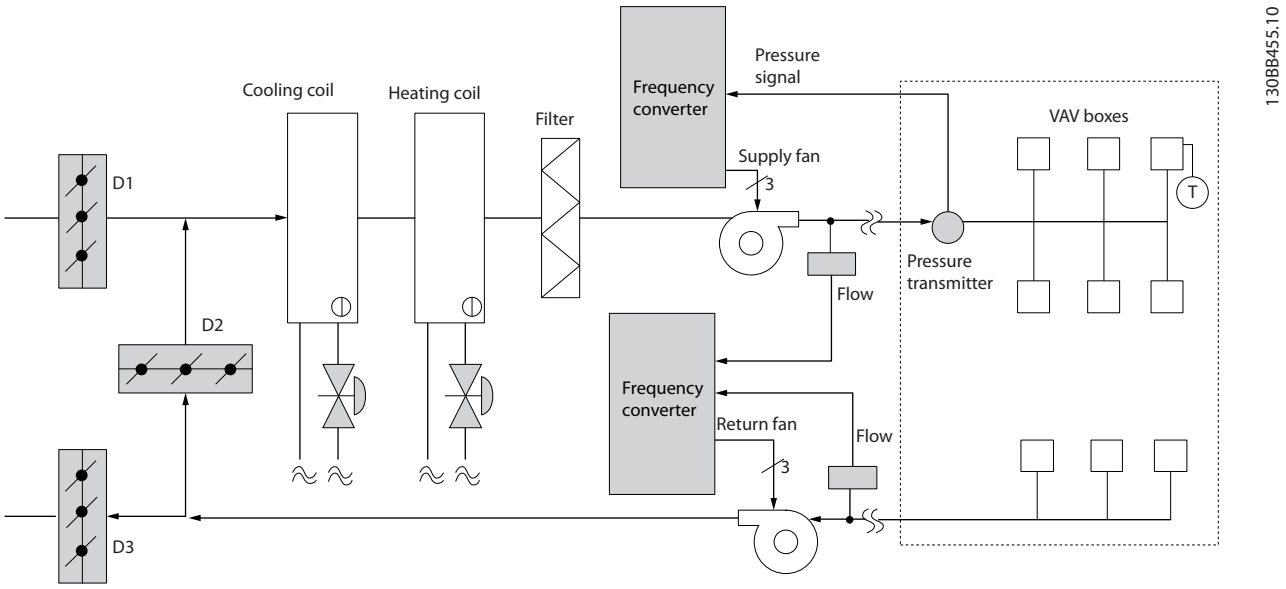


Ilustración 5.16 Convertidores utilizados en un sistema de volumen de aire variable

Si desea obtener más información, solicite al distribuidor de Danfoss la nota sobre la aplicación *Volumen de aire variable: mejora de los sistemas de ventilación VAV*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.3.4.2 Volumen de aire constante

Los sistemas de volumen de aire constante (CAV) son sistemas centralizados de ventilación que se utilizan para abastecer grandes zonas comunes con la mínima cantidad de aire acondicionado. Estos sistemas son anteriores a los sistemas VAV y también pueden encontrarse en edificios comerciales antiguos divididos en varias zonas. Estos sistemas precalientan el aire fresco con unidades de tratamiento del aire (AHU) que tienen bobinas de calefacción. Muchos se utilizan también para edificios con aire acondicionado y disponen de bobinas de refrigeración. Los ventiloconvectores suelen emplearse para satisfacer los requisitos de calefacción y refrigeración de zonas individuales.

Solución VLT®

Un convertidor permite obtener importantes ahorros energéticos y, al mismo tiempo, mantener un control adecuado del edificio. Los sensores de temperatura y de CO_2 pueden utilizarse como señales de realimentación para los convertidores. Tanto si se utiliza para controlar la temperatura como la calidad del aire, o ambas cosas, un sistema CAV puede controlarse para funcionar de acuerdo con las condiciones reales del edificio. A medida que disminuye el número de personas en el área controlada, disminuye la necesidad de aire nuevo. El sensor de CO_2 detecta niveles inferiores y reduce la velocidad de los ventiladores de alimentación. El ventilador de retorno se modula para mantener un valor de consigna de presión estática o una diferencia fija entre los caudales de aire de alimentación y de retorno.

Las necesidades de control de la temperatura varían en función de la temperatura externa y del número de personas de la zona controlada. Cuando la temperatura desciende por debajo del valor de consigna, el ventilador de alimentación puede disminuir su velocidad. El ventilador de retorno se modula para mantener un valor de consigna de presión estática. Si se reduce el caudal de aire, también se reduce la energía utilizada para calentar o enfriar el aire nuevo, lo que supone un ahorro adicional.

Varias características del convertidor de frecuencia HVAC especializado de Danfoss pueden emplearse para mejorar el rendimiento de un sistema CAV. Uno de los aspectos que hay que tener en cuenta para controlar un sistema de ventilación es la mala calidad del aire. Es posible ajustar la frecuencia mínima programable para mantener un mínimo de alimentación de aire, al margen de la señal de realimentación o de referencia. El convertidor también incluye un controlador PID de tres zonas y tres valores de consigna que permite controlar tanto la temperatura como la calidad del aire. Aunque se alcance una temperatura adecuada, el convertidor mantiene una alimentación de aire suficiente como para ajustarse a los requisitos del sensor de calidad de aire. El controlador puede verificar y comparar dos señales de realimentación para controlar el ventilador de retorno manteniendo un diferencial de caudal de aire fijo entre los conductos de alimentación y de retorno.

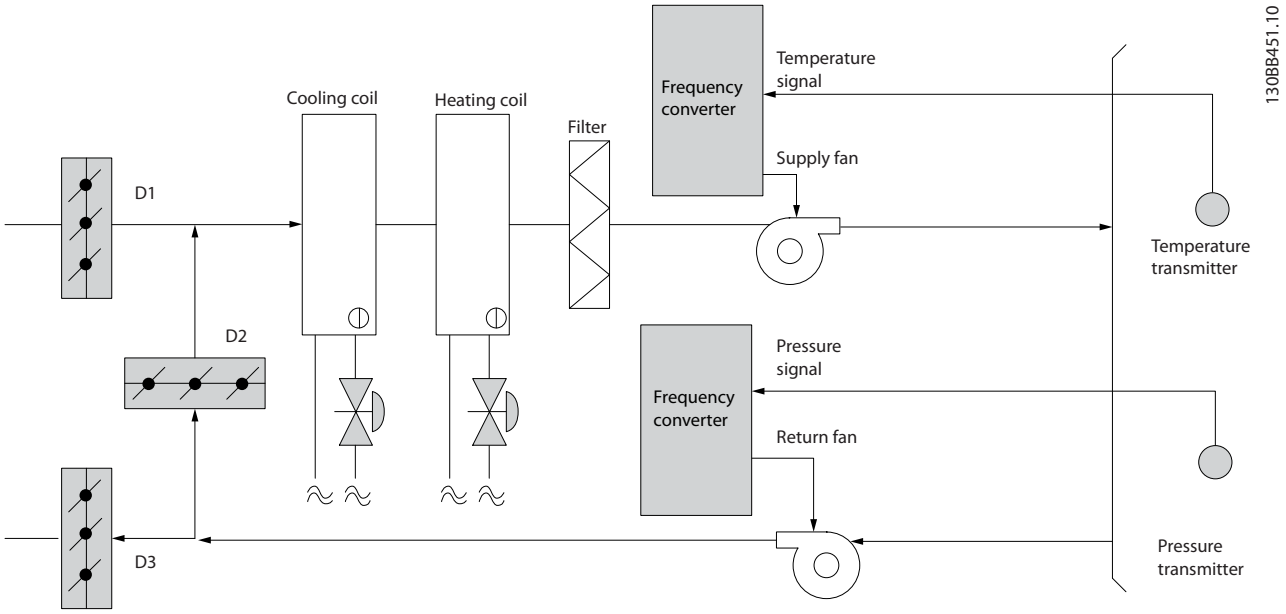


Ilustración 5.17 Convertidor utilizado en un sistema de volumen de aire constante

Si desea obtener más información, solicite al distribuidor de Danfoss la nota sobre la aplicación *Volumen de aire constante: mejora de los sistemas de ventilación CAV*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.3.4.3 Ventilador de torre de refrigeración

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

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

Solución VLT®

Con un convertidor de frecuencia, es posible controlar la velocidad de los ventiladores de las torres de refrigeración para mantener la temperatura del agua del condensador. También pueden utilizarse convertidores de frecuencia para encender y apagar el ventilador cuando sea necesario. Con el convertidor de frecuencia Danfoss VLT® HVAC Drive, cuando la velocidad de los ventiladores de torre de refrigeración desciende por debajo de un valor determinado, el efecto de refrigeración disminuye. Cuando se utiliza una caja de engranajes para controlar la frecuencia del ventilador de torre, puede ser necesaria una velocidad mínima del 40-50 %. El ajuste de frecuencia mínima programable por el usuario está disponible para mantener esta frecuencia mínima, incluso si la realimentación o la referencia de velocidad solicita una velocidad inferior.

El convertidor de frecuencia se puede programar para entrar en modo reposo y detener el ventilador hasta que se requiera una velocidad mayor. Por otro lado, en algunas torres de refrigeración hay ventiladores con frecuencias no deseadas que pueden provocar vibraciones. Estas frecuencias pueden suprimirse fácilmente programando los rangos de frecuencias de bypass en el convertidor de frecuencia.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

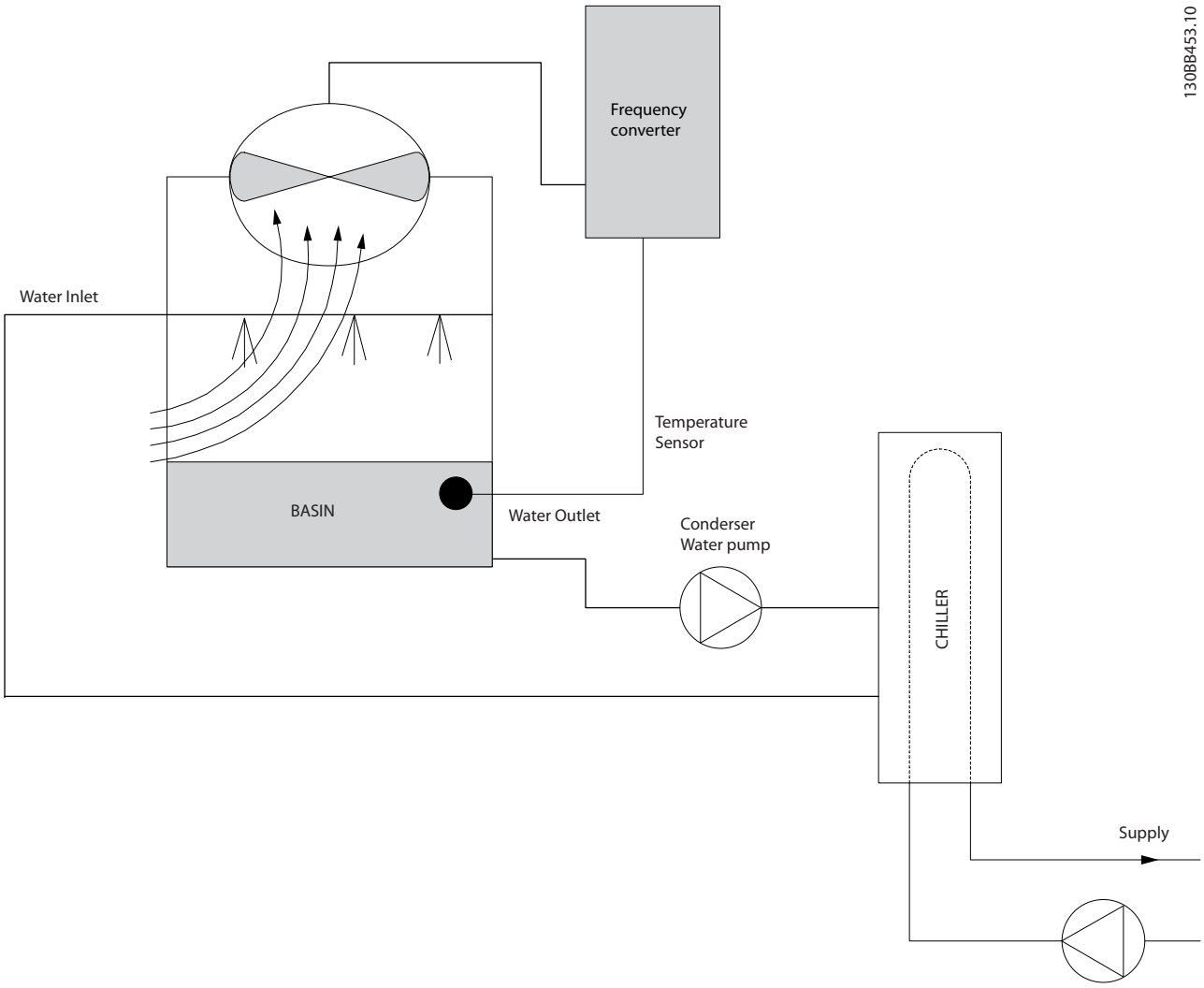


Ilustración 5.18 Convertidores de frecuencia utilizados con un ventilador de torre de refrigeración

Si desea obtener más información, solicite al distribuidor de Danfoss la nota sobre la aplicación *Ventilador de torre de refrigeración: mejora del control del ventilador en torres de refrigeración*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.3.4.4 Bombas del condensador

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

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

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

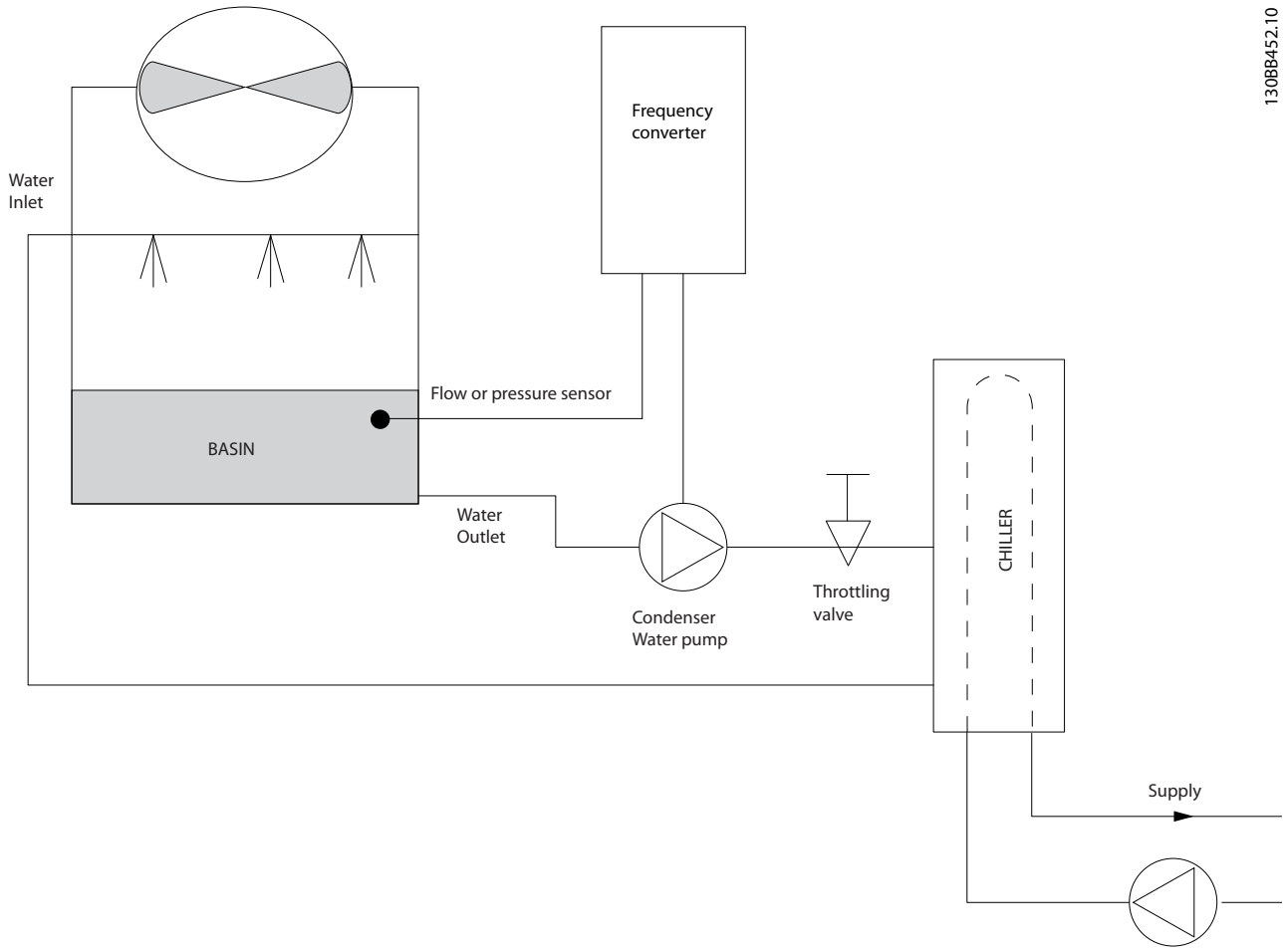


Ilustración 5.19 Convertidor de frecuencia utilizado con una bomba de condensador

Si desea obtener más información, solicite al distribuidor de Danfoss la nota sobre la aplicación *Bombas de condensador: mejora de los sistemas de bombeo de agua del condensador*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.3.4.5 Bombas primarias

Las bombas primarias de un sistema de bombeo primario / secundario pueden mantener un caudal constante a través de dispositivos que presentan dificultades de funcionamiento o control cuando se exponen a un caudal variable. La técnica de bombeo primario/secundario desacopla el lazo de producción primario del lazo de distribución secundario. El desacoplamiento permite que algunos dispositivos, como los enfriadores, puedan mantener un caudal de diseño uniforme y funcionar correctamente aunque el caudal varíe en el resto del sistema. A medida que disminuye el caudal del evaporador de un enfriador, el agua comienza a enfriarse en exceso. Cuando esto ocurre, el enfriador intenta reducir su capacidad de refrigeración. Si el caudal disminuye demasiado o con demasiada rapidez, el enfriador no podrá esparcir suficientemente la carga y el dispositivo de seguridad de baja temperatura del evaporador desconectará el enfriador, lo que hará necesario un reinicio manual. Esta situación es habitual en grandes instalaciones, especialmente cuando se instalan dos o varios enfriadores en paralelo y no se utiliza bombeo primario ni secundario.

Solución VLT®

Para reducir los gastos de funcionamiento, puede incorporarse un convertidor al sistema primario que sustituya la válvula de estrangulamiento y/o la calibración de los rodetes. Existen dos métodos de control comunes:

- Puede utilizarse un medidor de caudal en la descarga de cada enfriador para controlar la bomba directamente, dado que se conoce el caudal deseado y este es uniforme. Mediante el uso del controlador PID, el convertidor de frecuencia mantiene siempre el caudal adecuado e incluso compensa la resistencia cambiante del lazo de tuberías primario cuando se activan y desactivan los enfriadores y sus bombas.
- El operador puede recurrir a la determinación de la velocidad local disminuyendo la frecuencia de salida hasta que se alcance el caudal de diseño. Utilizar un convertidor de frecuencia para reducir la velocidad de las bombas es parecido a equilibrar los rodetes de las bombas, salvo que es más eficaz. El compensador de contracción simplemente disminuye la velocidad de la bomba hasta que se alcanza el caudal correcto y, entonces, fija la velocidad. La bomba funciona a esta velocidad siempre que el enfriador entre en funcionamiento. Dado que el lazo primario no tiene válvulas de control ni otros dispositivos que puedan cambiar la curva del sistema y que la variación procedente de la conexión y desconexión por etapas de bombas y enfriadores es pequeña, dicha velocidad fija sigue siendo correcta. En caso de que más adelante haya que aumentar el caudal del sistema, bastará con que el convertidor de frecuencia aumente la velocidad de la bomba en lugar de tener que cambiar el rodete.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

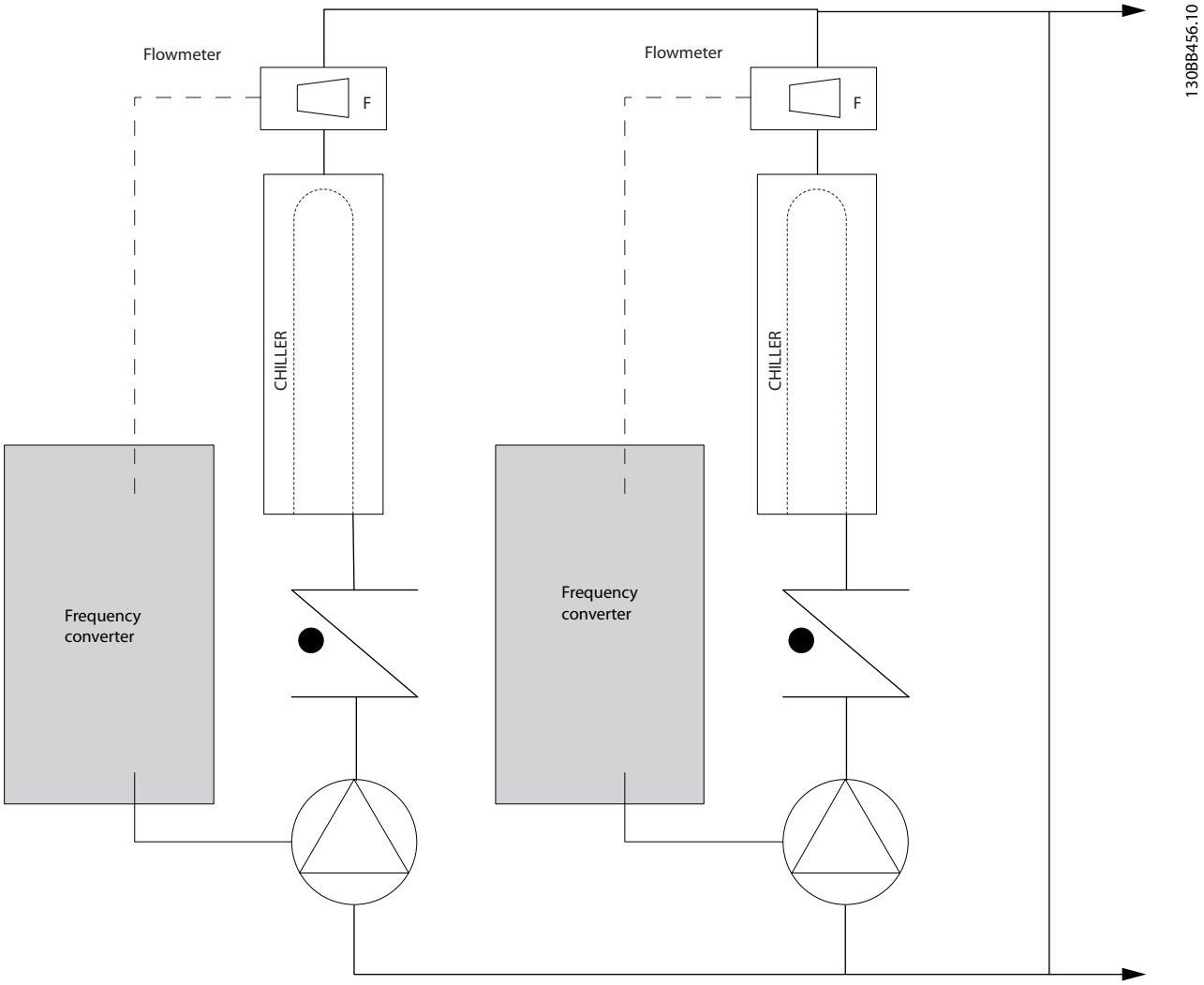


Ilustración 5.20 Convertidores utilizados con bombas primarias en un sistema de bombeo primario/secundario

Si desea obtener más información, solicite al distribuidor de Danfoss la nota sobre la aplicación *Bombas primarias: mejora del bombeo primario en sistemas Pri/Sec*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.3.4.6 Bombas secundarias

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

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

Solución VLT®
Mientras el sistema primario/secundario con válvulas bidireccionales mejora el control de energía y del sistema, el uso de convertidores de frecuencia aumenta aún más el ahorro energético y el potencial de control. Con la incorporación de convertidores de frecuencia, y colocando el sensor adecuado en el lugar adecuado, las bombas pueden adaptar su velocidad a la curva del sistema en lugar de a la curva de la bomba. De este modo, se malgasta menos energía y se elimina la mayor parte de la sobrepresurización a la que en ocasiones se ven sometidas las válvulas bidireccionales.

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

AVISO!

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

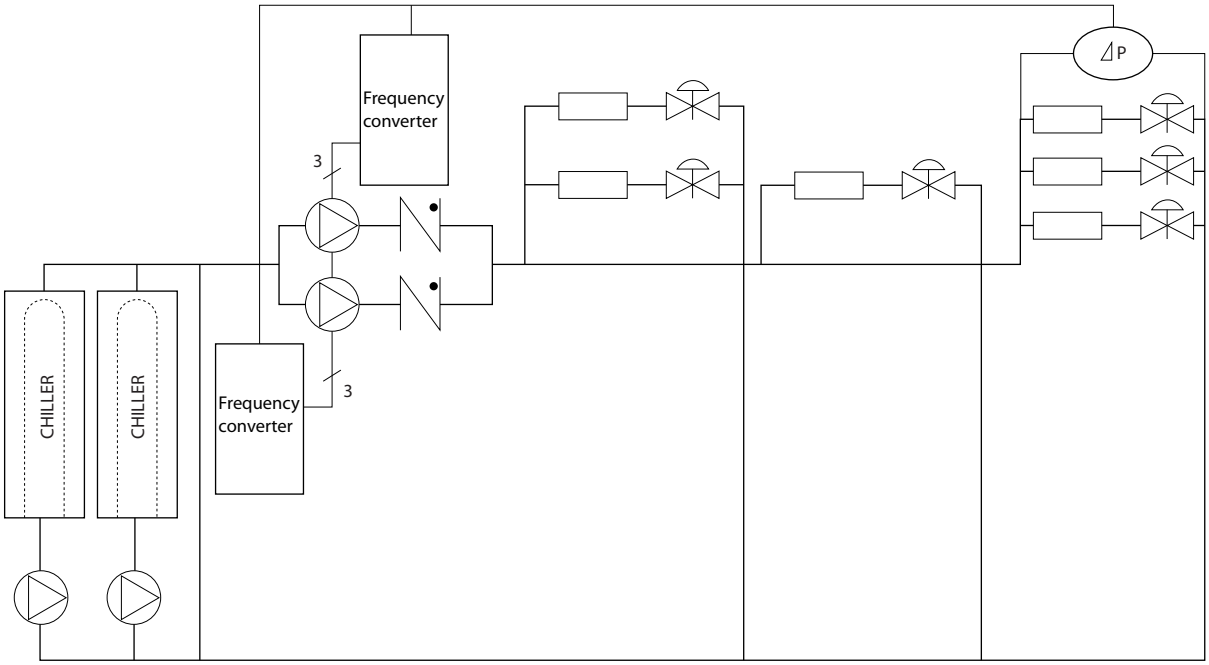


Ilustración 5.21 Convertidores utilizados con bombas secundarias en un sistema de bombeo primario/secundario

Si desea obtener más información, solicite al distribuidor de Danfoss la nota sobre la aplicación *Bombas secundarias: mejora del bombeo secundario en sistemas Pri/Sec*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.4 Controlador de cascada básico

El controlador de cascada básico se utiliza en aplicaciones de bombeo en las que es necesario mantener una cierta presión (altura) o nivel en un amplio rango dinámico. Hacer funcionar una bomba grande a velocidad variable y en un amplio rango no es una solución ideal debido al bajo rendimiento de las bombas a baja velocidad. En la práctica, el límite es el 25 % de la velocidad nominal de la bomba a plena carga.

En el controlador de cascada básico, el convertidor de frecuencia controla un motor de velocidad variable (guía) como bomba de velocidad variable, y puede activar y desactivar hasta dos bombas de velocidad constante adicionales. Conecte las bombas de velocidad constante adicionales directamente a la alimentación o mediante arrancadores suaves. Variando la velocidad de la bomba inicial, se consigue el control de velocidad variable de todo el sistema. La velocidad variable mantiene la presión constante, lo que se traduce en una menor fatiga del sistema y en un funcionamiento más silencioso en los sistemas de bombeo.

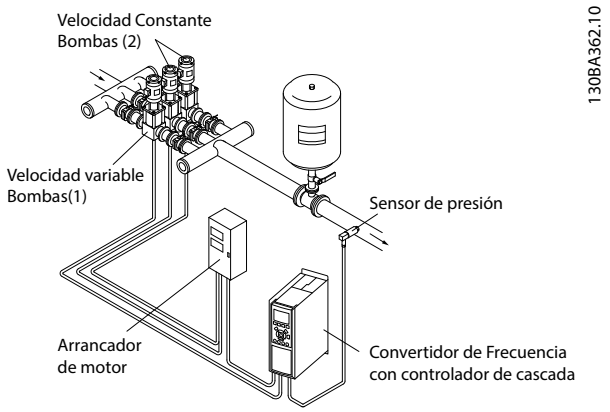


Ilustración 5.22 Controlador de cascada básico

Bomba principal fija

Los motores deben tener el mismo tamaño. El controlador de cascada básico permite que el convertidor de frecuencia controle hasta tres bombas de igual tamaño utilizando sus dos relés internos. Cuando la bomba variable (principal) está conectada directamente al convertidor de frecuencia, los dos relés internos controlan las otras dos bombas. Cuando está activada la alternancia de la bomba principal, las bombas se conectan a los relés internos y el convertidor de frecuencia es capaz de hacer funcionar dos bombas.

Alternancia de bomba principal

Los motores deben tener el mismo tamaño. Esta función permite alternar el convertidor de frecuencia entre las bombas del sistema (máximo 2 bombas). En este modo, el tiempo de funcionamiento entre bombas se iguala, de manera que se reduce la necesidad de mantenimiento de las bombas y se incrementa la fiabilidad y el tiempo de vida útil del sistema. La alternancia de la bomba principal puede tener lugar por una orden o conexión por etapas (añadiendo otra bomba).

La orden puede ser una alternancia manual o una señal de evento de alternancia. Si se selecciona el evento de alternancia, la alternancia de bomba principal se produce cada vez que se produzca el evento. Entre las selecciones se incluyen:

- Cuando concluye un temporizador de alternancia.
- A una hora determinada del día.
- Cuando la bomba principal pasa al modo de reposo.

La carga actual del sistema determina la conexión por etapas.

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

Gestión del ancho de banda

En los sistemas de control en cascada, para evitar el cambio frecuente de bombas de velocidad fija, la presión deseada del sistema se mantiene normalmente dentro de un ancho de banda en lugar de mantenerse a un nivel constante. El ancho de banda de conexión por etapas proporciona el ancho de banda requerido para el funcionamiento. Cuando se produce un cambio grande y rápido en la presión del sistema, la anulación de ancho de banda anula el ancho de banda de conexión por etapas para evitar una respuesta inmediata a un cambio en la presión de corta duración. Se puede programar un temporizador de anulación de ancho de banda para evitar la conexión por etapas hasta que la presión del sistema se haya estabilizado y se haya establecido el control normal.

Cuando el controlador de cascada está activado y el convertidor de frecuencia emite una alarma de desconexión, la altura del sistema se mantiene activando y desactivando por etapas las bombas de velocidad fija. Para evitar una frecuente conexión y desconexión por etapas y minimizar las fluctuaciones de la presión, se utiliza un ancho de banda de velocidad fija más amplio, en lugar del ancho de banda por etapas.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.4.1.1 Conexión por etapas de bombas con alternancia de bomba principal

Con la alternancia de bomba principal activada, se controlan un máximo de dos bombas. En una orden de alternancia, el PID se detiene, la bomba principal realiza una rampa hasta la frecuencia mínima ($f_{mín.}$) y, después de un retardo, realiza una rampa hasta la frecuencia máxima ($f_{máx.}$). Cuando la velocidad de la bomba principal alcanza la frecuencia de desactivación por etapas, se excluye la bomba de velocidad fija (se desactiva por etapas). La bomba principal continúa en rampa de aceleración y después realiza una rampa de deceleración hasta la parada y los dos relés son desconectados.

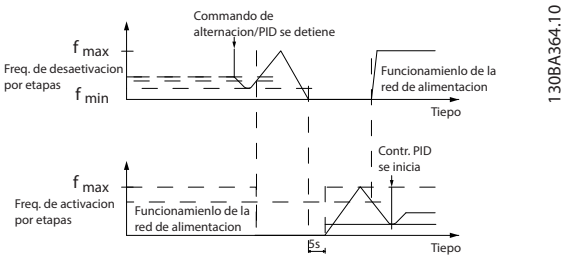


Ilustración 5.23 Alternancia bomba principal

Tras un retardo de tiempo, el relé de la bomba de velocidad fija se conecta (por etapas) y esta bomba se convierte en la nueva bomba principal. La nueva bomba principal realiza una rampa de aceleración hasta la velocidad máxima y después decelera hasta la velocidad mínima. Cuando la rampa de deceleración alcanza la frecuencia de conexión por etapas, se conecta a la alimentación (por etapas) la antigua bomba principal como nueva bomba de velocidad fija.

Si la bomba principal ha estado funcionando a la frecuencia mínima ($f_{mín.}$) durante un lapso de tiempo programado, con una bomba de velocidad fija funcionando, la bomba principal contribuye poco al sistema. Cuando expira el lapso de tiempo programado, se elimina la bomba principal para evitar problemas de calentamiento de agua.

5.4.1.2 Estado y funcionamiento del sistema

Si la bomba principal pasa a modo reposo, la función se muestra en el LCP. Es posible alternar la bomba principal estando en modo reposo.

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

- El estado de las bombas es una lectura de datos de estado de los relés asignados a cada bomba. La pantalla muestra las bombas que están desactivadas, apagadas, funcionando en el convertidor y funcionando con la alimentación de red o el arrancador del motor.
- El estado de cascada es una lectura de datos del estado del controlador de cascada. La pantalla muestra lo siguiente:
  - El controlador de cascada está desactivado.
  - Todas las bombas están desactivadas.
  - Una emergencia ha detenido todas las bombas.
  - Todas las bombas están en funcionamiento.
  - Las bombas de velocidad fija se están conectando/desconectando por etapas.
  - Alternancia de bomba principal.
- La desconexión por etapas cuando no hay caudal asegura que todas las bombas de velocidad fija sean detenidas individualmente hasta que desaparezca el estado de falta de caudal.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

5.5 Vista general del freno dinámico

El frenado dinámico desacelera el motor mediante uno de los siguientes métodos:

- Freno de CA
  La energía del freno se distribuye en el motor mediante la modificación de las condiciones de pérdida del motor (*parámetro 2-10 Brake Function* = [2]). La función de freno de CA no puede utilizarse en aplicaciones con alta frecuencia de reseteo, ya que esta situación sobrecalienta el motor.
- Freno CC
  Una intensidad de CC sobremodulada añadida a la intensidad de CA funciona como un freno de corriente parásita (*parámetro 2-02 DC Braking Time* ≠ 0 s).

- Resistor brake (Freno con resistencia)
  Un IGBT del freno mantiene una sobretensión bajo un umbral determinado dirigiendo la energía del freno desde el motor a la resistencia de frenado conectada (*parámetro 2-10 Brake Function* = [1]) Para obtener más información sobre la selección de la resistencia de frenado, consulte la *Guía de diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101*.

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

La función del IGBT del freno consiste en limitar la tensión del enlace de CC cuando se exceda el límite máximo de tensión. Para limitar la tensión, conmuta la resistencia montada externamente a través del bus de CC para eliminar el exceso de tensión de CC presente en los condensadores del bus.

Colocar externamente la resistencia de frenado tiene las ventajas de seleccionar la resistencia en función de las necesidades de la aplicación, disipar la energía fuera del panel de control y proteger al convertidor de frecuencia del sobrecalentamiento si la resistencia de frenado 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. Asimismo, las tarjetas de potencia y control vigilan el IGBT del freno por si se produjesen cortocircuitos. La tarjeta de potencia también controla la posibilidad de sobrecargas en la resistencia de frenado.

5.6 Vista general de la función de carga compartida

La carga compartida es una función que permite la conexión de los circuitos CC de varios convertidores, de forma que se crea un sistema de varios convertidores para hacer funcionar una carga mecánica. La función de carga compartida tiene los siguientes beneficios:

Ahorro de energía
Un motor que funciona en modo regenerativo puede dar suministro a convertidores que funcionan en modo motor.

Menores necesidades de repuestos
Normalmente, solo se necesitará una resistencia de frenado para todo el sistema de convertidores, en lugar de una resistencia de frenado por cada convertidor.

Fuente de alimentación de seguridad
En caso de fallo de red, todos los convertidores vinculados pueden recibir alimentación a través del enlace de CC desde una fuente de alimentación de seguridad. La aplicación puede seguir en funcionamiento o someterse a un proceso de desconexión controlada.

Requisitos previos

Deben reunirse los siguientes requisitos previos para poder valorarse la posibilidad de la carga compartida:

- El convertidor deberá contar con terminales de carga compartida.
- Los productos deben ser de la misma serie. Utilice exclusivamente convertidores de frecuencia VLT® HVAC Drive FC 102 con otros convertidores VLT® HVAC Drive FC 102.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

- Los convertidores deberán colocarse físicamente cerca entre ellos para permitir que la longitud del cableado entre unos y otros no supere los 25 m (82 ft).
- Los convertidores deben tener la misma tensión nominal.
- Al añadir una resistencia de frenado en una configuración de carga compartida, todos los convertidores deberán contar con chopper de frenado.
- Deben añadirse fusibles a los terminales de carga compartida.

En la *Ilustración 5.24*, puede consultar el diagrama de una aplicación de carga compartida en la que se aplican las mejores prácticas.

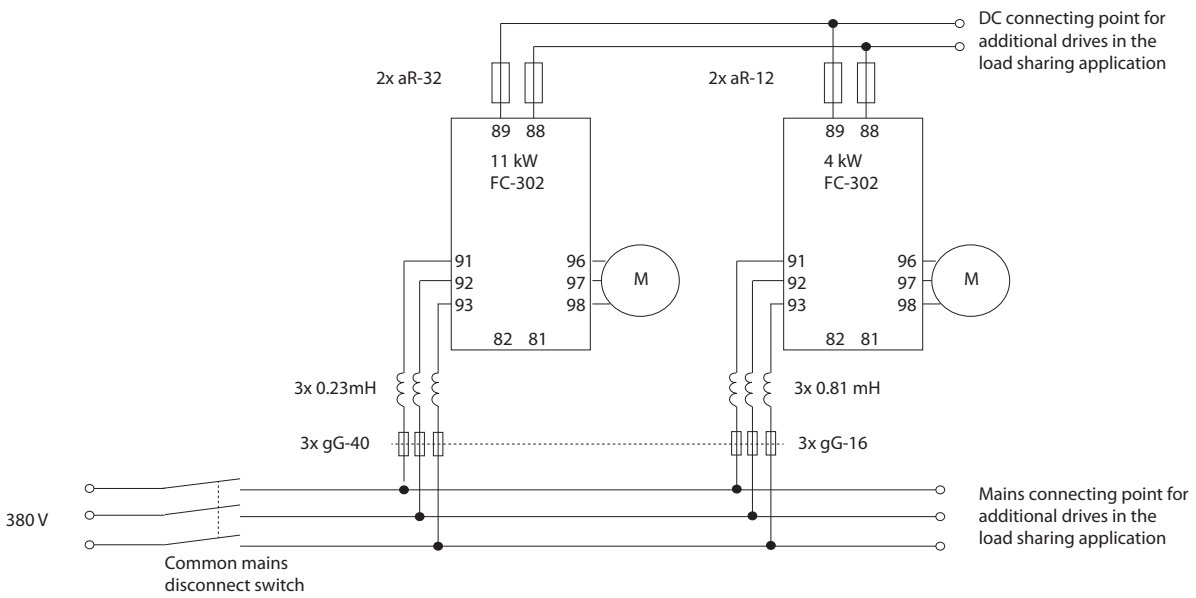


Ilustración 5.24 Diagrama de una aplicación de carga compartida en la que se aplican las mejores prácticas.

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 frente al reactor del enlace de CC y los condensadores del bus.

Los terminales de carga compartida pueden conectarse en dos configuraciones diferentes.

- Los terminales enlazan los circuitos de bus de CC de múltiples convertidores de frecuencia. Esta configuración 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 frenado dinámicas externas, al tiempo que se ahorra energía. El número de unidades que se pueden conectar de este modo es infinito, siempre que todas las unidades tengan 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 alimentación. Intentar dicha configuración requiere un estudio específico.
- El convertidor recibe la alimentación exclusivamente a partir de una fuente de CC. Esta configuración requiere:
  - Una fuente de CC.
  - Un medio para realizar una carga suave del bus de CC en el encendido.

5.7 Vista general de la regeneración

La regeneración suele darse en aplicaciones con frenado continuo, como grúas o elevadores, transportadoras descendentes y centrífugas en las que la energía se extrae de un motor desacelerado.

El exceso de energía se elimina del convertidor mediante una de las siguientes opciones:

- El chopper de frenado permite que el exceso de energía se disipe en forma de calor dentro de las bobinas de la resistencia de frenado.
- Los terminales de regeneración permiten que se conecte al convertidor una unidad de regeneración de otro fabricante, de forma que la energía sobrante pueda devolverse a la red eléctrica.

La devolución de la energía sobrante a la red eléctrica constituye el uso más eficaz de la energía regenerada en las aplicaciones de frenado continuo.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

6 Vista general de opciones y accesorios

6.1 Dispositivos de fieldbus

En este apartado se describen los dispositivos de fieldbus disponibles para la serie VLT® HVAC Drive FC 102. Mediante un dispositivo de fieldbus se reduce el coste del sistema, se consigue una comunicación más rápida y eficaz, y se ofrece una interfaz de usuario más sencilla. Para obtener los números de pedido, consulte el *capétulo 13.2 Números de pedido de los kits de opción*.

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

La opción VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101 proporciona:

- Un gran nivel de compatibilidad y disponibilidad, servicio técnico para los principales proveedores de PLC y compatibilidad con futuras versiones.
- Comunicación rápida y eficaz, fácil instalación, diagnóstico avanzado y parametrización y autoconfiguración de los datos de proceso mediante un archivo GSD.
- Parametrización acíclica mediante equipos de configuración PROFIBUS DP V1, PROFIdrive o las máquinas de estado de perfil FC de Danfoss.

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

La opción VLT® DeviceNet MCA 104 proporciona:

- La validez del perfil de convertidor de frecuencia de ODVA mediante el uso de las instancias de I/O 20/70 y 21/71 garantiza la compatibilidad con los sistemas existentes.
- Cuenta con las rígidas políticas de comprobación de conformidad de ODVA, que garantizan la interoperabilidad de los productos.

6.1.3 VLT® LonWorks MCA 108

LonWorks es un sistema de fieldbus desarrollado para la automatización de edificios. Permite la comunicación entre unidades individuales del mismo sistema (punto a punto), así como la descentralización del control.

- No es necesaria una gran estación principal (maestro/esclavo).
- Las unidades reciben las señales directamente.
- Permite el uso de la interfaz de topología libre Echelon (cableado e instalación flexibles).
- Admite I/O incrustadas y opciones de I/O (fácil implementación de I/O descentralizadas).
- Las señales de los sensores pueden pasar rápidamente a otro controlador a través de los cables de bus.
- Certificado como conforme con las especificaciones de la versión 3.4 de LonMark.

6.1.4 VLT® BACnet MCA 109

El protocolo abierto de comunicación para su uso en sistemas automatizados de edificios en todo el mundo. El protocolo BACnet es un protocolo internacional que integra de forma eficaz todas las partes de los equipos de automatización de edificios, desde el accionamiento de sistemas hasta el sistema de control de edificios.

- BACnet es el estándar mundial en automatización de edificios.
- Norma Internacional ISO 16484-5.
- Sin necesidad de pagar licencias, el protocolo puede utilizarse en sistemas de automatización de edificios de cualquier tamaño.
- La opción BACnet permite que el convertidor de frecuencia se comunique con los sistemas de control de edificios que utilizan el protocolo BACnet.
- BACnet se suele utilizar para calefacción, ventilación, refrigeración y control de sistemas de climatización.
- El protocolo BACnet se integra fácilmente en las redes de equipos de control existentes.

6.1.5 VLT® PROFINET MCA 120

La opción VLT® PROFINET MCA 120 combina de forma única el rendimiento más elevado con el mayor grado de transparencia. Esta opción se ha diseñado de manera que se puedan reutilizar muchas de las características de la opción VLT® PROFIBUS MCA 101, lo que reduce al mínimo el esfuerzo del usuario para migrar PROFINET y garantiza la inversión en el programa PLC.

- Tipos de PPO iguales a los del VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 para una sencilla migración a PROFINET.
- Servidor web incorporado para diagnóstico remoto y lectura de parámetros básicos del convertidor de frecuencia.
- Admite MRP.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

- Admite DP-V1. Este diagnóstico permite un manejo sencillo, rápido y estandarizado de la información de errores y avisos en el PLC, lo que mejora el ancho de banda del sistema.
- Compatible con PROFISAFE cuando se combina con la opción de seguridad VLT® Safety Option MCB 152.
- Aplicación de acuerdo con la clase de conformidad B.

6.1.6 VLT® EtherNet/IP MCA 121

EtherNet es el futuro estándar para las comunicaciones de las fábricas. La opción VLT® EtherNet/IP MCA 121 se basa en la tecnología más avanzada disponible para uso industrial y satisface incluso las necesidades más exigentes. EtherNet/IP™ amplía la opción comercial estándar de Ethernet al Protocolo Industrial Común (CIP™), el mismo protocolo de capa superior y modelo de objetos de DeviceNet.

Esta opción ofrece funciones avanzadas, como:

- Conmutador de alto rendimiento integrado, que permite la topología en línea y elimina la necesidad de conmutadores externos.
- Anillo DLR (desde octubre de 2015).
- Funciones avanzadas de conmutación y diagnóstico.
- Servidor web integrado.
- Cliente de correo electrónico para notificación de servicio.
- Comunicación unicast y multicast.

6.1.7 VLT® Modbus TCP MCA 122

El VLT® Modbus TCP MCA 122 establece una conexión con redes basadas en Modbus TCP. Puede manejar intervalos de conexión mínimos de hasta 5 ms en ambas direcciones, posicionándolo entre los dispositivos Modbus TCP de comportamiento más rápido del mercado. Para la redundancia del maestro, incluye intercambio en caliente entre dos maestros.

Asimismo, la unidad presenta las siguientes funciones:

- Servidor web incorporado para diagnóstico remoto y lectura de parámetros básicos del convertidor de frecuencia.
- Notificación de correo electrónico que puede configurarse para enviar un mensaje a uno o varios receptores en el caso de que se produzcan determinadas advertencias o alarmas, o cuando estas se hayan solucionado.
- Conexión dual maestro PLC para redundancia.

6.1.8 VLT® BACnet/IP MCA 125

La opción VLT® BACnet/IP MCA 125 permite una integración rápida y sencilla del convertidor en los sistemas de gestión de edificios (BMS), mediante el protocolo BACnet/IP o ejecutando BACnet en Ethernet. Puede leer y compartir puntos de datos y transferir los valores reales y solicitados a los sistemas o desde estos.

La opción MCA 125 tiene dos terminales Ethernet, lo que hace posible una configuración en cadena sin necesidad de conmutadores externos. El conmutador integrado administrado con tres puertos de la opción VLT® BACnet/IP MCA 125 incluye dos puertos Ethernet externos y uno interno. Este conmutador permite utilizar una estructura de línea para el cableado de Ethernet. Esta opción hace posible controlar en paralelo varios motores de magnetización permanente de alto rendimiento y controlar los puntos necesarios en las aplicaciones HVAC habituales. Además de las funciones estándar, la opción MCA 125 incluye:

- COV (cambio de valor).
- Múltiple lectura/escritura de propiedades.
- Notificaciones de alarmas/advertencias.
- Posibilidad de cambiar los nombres de los objetos BACnet para una mayor facilidad de uso.
- Objeto BACnet Loop.
- Transferencia de datos segmentada.
- Tendencias, en función del tiempo o de los eventos.

6.2 Extensiones funcionales

En este apartado se describen las opciones de extensión funcional disponibles para la serie VLT® HVAC Drive FC 102. Para obtener los números de pedido, consulte el *capétulo 13.2 Números de pedido de los kits de opción*.

6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

El VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 ofrece un número ampliado de entradas y salidas de control:

- Tres entradas digitales de 0-24 V: 0 lógico <5 V; 1 lógico >10 V.
- Dos entradas analógicas de 0-10 V: resolución de 10 bits más signo.
- Dos salidas digitales NPN/PNP en contrafase.
- Una salida analógica de 0/4-20 mA.
- Conexión con resorte.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

6.2.2 VLT® Relay Card MCB 105

La VLT® Relay Card MCB 105 amplía las opciones de relé con tres salidas de relé adicionales.

- Protección de la conexión del cable de control.
- Conexión del cable de control con resorte.

Frecuencia máxima de conmutación (carga nominal / carga mínima)
6 minutos^{-1}/20 s^{-1}.

Carga máxima del terminal
Carga resistiva CA-1: 240 V CA, 2 A

6.2.3 Opción VLT® Analog I/O Option MCB 109

La opción de entrada/salida analógica VLT® Analog I/O Option MCB 109 se instala fácilmente en el convertidor para mejorar el rendimiento y el control mediante entradas/salidas adicionales. Esta opción también actualiza el convertidor con un sistema de alimentación auxiliar mediante batería de emergencia para su reloj interno. Esta batería de emergencia permite un uso estable de todas las acciones temporizadas ejecutadas por el convertidor.

- Tres entradas analógicas, cada una de ellas configurable como entrada de tensión y de temperatura.
- Conexión de señales analógicas de 0 a 10 V, así como de entradas de temperatura PT1000 y NI1000.
- Tres salidas analógicas, cada una de ellas configurable como salida de 0-10 V.

6.2.4 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

La tarjeta del termistor PTC VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 ofrece un control adicional del estado del motor en comparación con la función ETR integrada y el terminal del termistor.

- Protege el motor contra el sobrecalentamiento.
- Autorizado según la directiva ATEX para su uso con motores EX d.
- Utiliza la función de Safe Torque Off, homologada conforme a la norma SIL 2 CEI 61508.

6.2.5 Opción VLT® Sensor Input MCB 114

La opción VLT® Sensor Input MCB 114 evita el sobrecalentamiento del motor controlando la temperatura de sus cojinetes y bobinados.

- Tres entradas de sensor de detección automática para sensores PT100/PT1000 de 2 o 3 cables.
- Una entrada analógica adicional de 4-20 mA.

6.3 Control de movimientos y tarjetas de relé

En este apartado se describen las opciones de tarjeta de relé y control de movimientos disponibles para la serie VLT® AutomationDrive FC 302. Para obtener los números de pedido, consulte el *capétulo 13.2 Números de pedido de los kits de opción*.

6.3.1 VLT® Extended Relay Card MCB 113

La VLT® Extended Relay Card MCB 113 añade entradas/salidas para conseguir una mayor flexibilidad.

- Siete entradas digitales.
- Dos salidas analógicas.
- Cuatro relés SPDT.
- Cumple con las recomendaciones de NAMUR.
- Posibilidad de aislamiento galvánico.

6.4 Resistencias de frenado

En aplicaciones en las que el motor se utiliza como freno, se genera energía en el motor y se devuelve al convertidor de frecuencia. Si la energía no puede ser transportada de nuevo al motor, se incrementará la tensión en la línea de CC del convertidor. En aplicaciones con frenados frecuentes y/o cargas de inercia elevada, este aumento puede producir una desconexión por sobretensión en el convertidor de frecuencia y, finalmente, una parada del sistema. Se utilizan resistencias de frenado 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 los convertidores de frecuencia de Danfoss. Para conocer los números de pedido y obtener más información sobre la selección de la resistencia de frenado, consulte la *Guía de diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

6.5 Filtros senoidales

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 conmutadores del inversor en el convertidor de frecuencia. La frecuencia del ruido de resonancia corresponde a la frecuencia de conmutación del convertidor de frecuencia.

Danfoss suministra un filtro senoidal para amortiguar el ruido acústico del motor. El filtro reduce el tiempo 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 senoidales. Así se reduce al mínimo el ruido acústico del motor.

La corriente de rizado en las bobinas del filtro senoidal también produce algo de ruido. Resuelva este problema integrando el filtro en un armario o alojamiento.

Para conocer los números de pedido y obtener más información sobre filtros senoidales, consulte la *Guía de diseño de los filtros de salida.*

6.6 Filtros dU/dt

Danfoss suministra filtros dU/dt, que 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 rebaja la presión sobre el aislamiento de los bobinados del motor. Este es un problema habitual en configuraciones con cables de motor cortos.

En comparación con los filtros senoidales, la frecuencia de corte de los filtros dU/dt es mayor a la de conmutación.

Para conocer los números de pedido y obtener más información sobre filtros dU/dt, consulte la *Guía de diseño de los filtros de salida.*

6.7 Filtros de modo común

Los núcleos de modo común de alta frecuencia (núcleos HF-CM) reducen la interferencia electromagnética y eliminan el daño generado 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. El núcleo HF-CM actúa como un inductor de modo común entre fases y tierra.

Instalados alrededor de las tres fases del motor (U, V y 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.

Para conocer los números de pedido, consulte la *Guía de diseño de los filtros de salida.*

6.8 Filtros armónicos

Los filtros armónicos *VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005 y AHF 010* no deben compararse con filtros de trampa armónica tradicionales. Los filtros armónicos de Danfoss han sido especialmente diseñados para adaptarse a los convertidores de frecuencia de Danfoss.

Conectando los filtros armónicos AHF 005 o AHF 010 delante de un convertidor de frecuencia de Danfoss, la distorsión de corriente armónica total devuelta a la alimentación se reduce al 5 y 10 %, respectivamente.

Para conocer los números de pedido y obtener más información sobre la selección de la resistencia de frenado, consulte la *Guía de diseño de los filtros armónicos VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010.*

6.9 Opciones integradas del alojamiento

Las siguientes opciones integradas se especifican en el código descriptivo al encargar el convertidor de frecuencia.

Alojamiento con canal posterior resistente a la corrosión
Para una protección adicional frente a la corrosión en entornos agresivos, pueden solicitarse unidades con un alojamiento que incluya canal posterior de acero inoxidable, disipadores térmicos con chapas más pesadas y un ventilador mejorado. Esta opción se recomienda en entornos salinos, como por ejemplo, cerca del mar.

Apantallamiento de red
El apantallamiento Lexan® se puede montar frente a los terminales de potencia de entrada y la placa de entrada para protección contra contactos físicos cuando la puerta del alojamiento esté abierta.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Calefactores y termostato
Se montan dentro del armario de los convertidores de frecuencia con alojamientos de tamaño F y se controlan mediante un termostato automático. Los calefactores controlados mediante termostato automático evitan la formación de condensación en el interior del alojamiento.

Con los ajustes predeterminados, el termostato enciende los calefactores a 10 °C (50 °F) y los apaga a 15,6 °C (60 °F).

Luz de alojamiento con enchufe de alimentación
Para aumentar la visibilidad durante las operaciones de servicio y mantenimiento, puede instalarse una luz dentro del armario de los convertidores con alojamientos de tamaño F. El alojamiento de dicha luz incluye una toma eléctrica para conectar temporalmente el ordenador portátil u otros dispositivos. Disponible en dos tipos de tensión:

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

Filtros RFI
La versión estándar de los convertidores de la serie VLT® incluye filtros integrados RFI de clase A2. Si se requieren niveles adicionales de protección RFI/CEM, pueden obtenerse utilizando filtros RFI opcionales de clase A1 para la supresión de interferencias de radiofrecuencia y radiación electromagnética de conformidad con la norma EN 55011. También hay disponibles filtros RFI de uso marítimo.

En los convertidores de frecuencia con alojamiento de tamaño F, el filtro RFI de clase A1 requiere el uso del armario de opciones.

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

- Integrado en el circuito de parada segura.
- Pantalla LCD de la resistencia de aislamiento.
- Memoria de fallos.
- Teclas de información, de prueba y de reinicio.

Dispositivo de corriente diferencial (RCD)
Utiliza el método de equilibrado central para supervisar las corrientes de fallo a tierra en sistemas conectados a tierra y en sistemas conectados a tierra de alta resistencia (sistemas TN y TT en la terminología CEI). Hay una advertencia previa (50 % del valor de consigna de alarma principal) y un valor de consigna de alarma principal. Para cada valor de consigna hay asociado un relé de alarma SPDT para uso externo. Requiere un transformador de intensidad externo de tipo ventana (suministrado e instalado por el cliente).

- Integrado en el circuito de parada segura.
- El dispositivo CEI 60755 de tipo B supervisa las intensidades de fallo a tierra CC con pulsos y CC pura.
- Indicador LED de gráfico de barras para el nivel de corriente de fallo a tierra desde el 10 hasta el 100 % del valor de consigna.
- Memoria de fallos.
- Teclas de prueba y reinicio.

Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz
Disponible para convertidores con alojamiento de tamaño F. Permite el ajuste del relé Pilz en el alojamiento sin necesidad de utilizar un armario de opciones. El relé se usa en la opción de monitorización externa de la temperatura. Si se requiere control de PTC, deberá encargarse la opción de tarjeta del termistor PTC VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

Parada de emergencia con relé de seguridad Pilz
Incluye un pulsador de parada de emergencia redundante de 4 hilos instalado en el panel frontal de la protección y un relé Pilz que lo vigila junto con el circuito de parada segura y la posición del contactor. Requiere un contactor y el armario de opciones para convertidores con un alojamiento de tamaño F.

Chopper de frenado (IGBT)
Los terminales de freno con un circuito de chopper de frenado de IGBT permiten la conexión de resistencias de frenado externas. Para obtener más datos sobre las resistencias de frenado, consulte la *Guía de Diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101*, que está disponible en *drives.danfoss.com/downloads/portal/#/*.

Terminales regenerativos
Permite la conexión de las unidades regenerativas al bus de CC en el lado del banco del condensador de las bobinas de enlace de CC para frenado regenerativo. Los terminales de regeneración con alojamiento de tamaño F están dimensionados para aproximadamente la mitad de la potencia de salida del convertidor. Consulte a la fábrica para obtener los límites de potencia de regeneración en función del tamaño y de la tensión específicos del convertidor.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Terminales de carga compartida
Estos terminales se conectan al bus de CC en el lado de rectificador del reactor de enlace de CC y permiten compartir la potencia del bus de CC entre varios convertidores de frecuencia. Para convertidores con alojamiento de tamaño F, los terminales de carga compartida están dimensionados para aproximadamente un tercio de la potencia de salida del convertidor. Consulte a la fábrica los límites de carga compartida en función del tamaño y tensión específicos del convertidor de frecuencia.

Desconexión
Un mango montado en la puerta permite el funcionamiento manual de un interruptor de desconexión de potencia para activar y desactivar la potencia al convertidor de frecuencia, aumentando la seguridad durante el mantenimiento. La desconexión se bloquea con las puertas del armario para evitar que se abran mientras se está aplicando potencia.

Magnetotérmicos
Un magnetotérmico puede dispararse por control remoto, aunque su reposición debe realizarse manualmente. Los magnetotérmicos están bloqueados con las puertas del armario para evitar que se abran mientras se aplica potencia. Cuando se realiza un pedido de un magnetotérmico como elemento opcional, también se incluyen fusibles para contar con una protección rápida frente a sobreintensidad en el convertidor de frecuencia.

Contactores
Un conmutador contactor controlado eléctricamente permite la activación y desactivación remota de la alimentación al convertidor de frecuencia. Si se solicita la opción de parada de emergencia CEI, el relé Pilz supervisará el contacto auxiliar con el contactor.

Arrancadores manuales del motor
Ofrecen una alimentación eléctrica trifásica para ventiladores externos, que a menudo son necesarios para motores grandes. La alimentación de los arrancadores proviene del lado de carga de cualquier contactor, magnetotérmico o interruptor de desconexión suministrado. Si se solicita una opción de filtro RFI de clase 1, el lado de entrada de RFI proporciona la alimentación al arrancador. La alimentación se activa antes de cada arrancador del motor, y se desactiva cuando la alimentación de entrada a la unidad está desconectada. Se permite el uso de hasta dos arrancadores. Si se ha solicitado un circuito de 30 A protegido con fusible, solo se podrá utilizar un arrancador. Los arrancadores están integrados en el circuito de parada segura. Características:

- Conmutador de funcionamiento (activado/desactivado).
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas con función de prueba.
- Función de reset manual.

30 A, terminales protegidos con fusible

- Potencia trifásica ajustada a la tensión de red entrante para alimentar equipos auxiliares del cliente.
- No disponible si se seleccionan dos arrancadores manuales del motor.
- Los terminales permanecen desactivados mientras la alimentación de entrada al convertidor de frecuencia está desconectada.
- La alimentación de los terminales proviene del lado de carga de cualquier contactor, magnetotérmico o interruptor de desconexión suministrado. Si se solicita una opción de filtro RFI de clase 1, el lado de entrada de RFI proporciona la alimentación al arrancador.

Terminales de motor comunes
La opción habitual de terminal del motor ofrece las barras de bus y el hardware necesario para conectar los terminales del motor desde los inversores paralelos a un terminal único (por fase) para adaptar la instalación al kit de entrada superior del lado del motor.

Esta opción también se recomienda para conectar la salida de un convertidor de frecuencia a un filtro de salida o a un contactor de salida. Los terminales comunes del motor eliminan la necesidad de que haya una misma longitud de cable desde cada inversor hasta el punto común del filtro de salida (o motor).

Suministro externo de 24 V CC

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

Supervisión de temperatura externa
Diseñada para supervisar la temperatura de componentes de sistema externos, como las bobinas y/o los cojinetes del motor. Incluye ocho módulos de entrada universal más dos módulos exclusivos de entrada de termistor. Los diez módulos están integrados en el circuito de parada segura y pueden vigilarse a través de una red de fieldbus, que requiere la compra de un módulo/acoplador de bus independiente. Se debe solicitar una opción de freno de Safe Torque Off al seleccionar la supervisión de la temperatura externa.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Tipos de señales

- Entradas RTD (incluida la Pt100), de 3 o 4 cables.
- Termopar.
- Corriente analógica o tensión analógica.

Más funciones

- Una salida universal, configurable para tensión analógica o corriente analógica.
- Dos relés de salida (NO).
- Pantalla de cristal líquido de dos líneas y LED de diagnóstico.
- Detección de interrupciones en el cableado del sensor, cortocircuitos y polaridad incorrecta.
- Detección de interrupciones en el cableado del sensor, cortocircuitos y polaridad incorrecta.
- Software de configuración de la interfaz.
- Si se requieren 3 PTC, deberá añadirse la opción de tarjeta del termistor PTC VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

Para obtener los números de pedido de las opciones integradas en el alojamiento, consulte el *capétulo 13.1 Configurador de convertidores de frecuencia*.

6.10 Kits de alta potencia

Existen kits de alta potencia disponibles, como los de refrigeración de pared posterior, los de calefactor y los de pantalla de alimentación. Consulte el *capétulo 13.2 Números de pedido de los kits de opción* para obtener una breve descripción y conocer los números de pedido de todos los kits disponibles.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

7 Especificaciones

7.1 Datos eléctricos, 380-480 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	355	400	450
Eje de salida típico a 460 V [CV]	500	600	600
Eje de salida típico a 480 V [kW]	400	500	530
Tamaño del alojamiento	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**
Intensidad de salida (trifásica)			
Continua (a 400 V) [A]	658	745	800
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	724	820	880
Continua (a 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s, a 460/480 V) [A]	649	746	803
kVA continua (a 400 V) [kVA]	456	516	554
kVA continua (a 460 V) [kVA]	470	540	582
kVa continua (a 480 V) [kVa]	511	587	632
Intensidad de entrada máxima			
Continua (a 400 V) [A]	634	718	771
Continua (a 460/480 V) [A]	569	653	704
Tamaño y número máximo de cables por fase			
Alimentación y motor [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
Freno [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)
Carga compartida [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	900	900	900
Pérdida de potencia estimada en 400 V [W][2) y 3)]	7532	8677	9473
Pérdida de potencia estimada en 460 V [W][2) y 3)]	6724	7819	8527
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–590	0–590	0–590
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.1 Datos eléctricos de los alojamientos E1/E2, alimentación de red 3 × 380-480 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	500	560	630	710
Eje de salida típico a 460 V [CV]	650	750	900	1000
Eje de salida típico a 480 V [kW]	560	630	710	800
Tamaño del alojamiento	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	968	1089	1680	1890
Continua (a 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
kVA continua (a 400 V) [kVA]	610	686	776	873
kVA continua (a 460 V) [kVA]	621	709	837	924
kVa continua (a 480 V) [kVa]	675	771	909	1005
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Continua (a 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
Tamaño y número máximo de cables por fase				
- Motor [mm^2 (AWG)]	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F1)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F3)	8 × 456 (8 × 900 mcm)	8 × 456 (8 × 900 mcm)	8 × 456 (8 × 900 mcm)	8 × 456 (8 × 900 mcm)
- Carga compartida [mm^2 (AWG)]	8 × 120 (8 × 250 mcm)	8 × 120 (8 × 250 mcm)	8 × 120 (8 × 250 mcm)	8 × 120 (8 × 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	8 × 185 (8 × 350 mcm)	8 × 185 (8 × 350 mcm)	8 × 185 (8 × 350 mcm)	8 × 185 (8 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	1600	1600	2000	2000
Pérdida de potencia estimada en 400 V [W][2) y 3)]	10162	11822	12512	14674
Pérdida de potencia estimada en 460 V [W][2) y 3)]	8876	10424	11595	13213
Pérdidas máximas agregadas del filtro RFI de clase A1, el magnetotérmico o disyuntor y el contactor [W], (solo F3)	963	1054	1093	1230
Pérdidas máximas de opciones de panel [W]	400	400	400	400
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.2 Datos eléctricos de los alojamientos F1/F3, alimentación de red 3 × 380-480 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	800	1000
Eje de salida típico a 460 V [CV]	1200	1350
Eje de salida típico a 480 V [kW]	1000	1100
Tamaño del alojamiento	**F2/F4**	**F2/F4**
Intensidad de salida (trifásica)		
Continua (a 400 V) [A]	1460	1720
Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 400 V) [A]	1606	1892
Continua (a 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermitente (60 s de sobrecarga)(a 460/480 V) [A]	1518	1683
kVA continua (a 400 V) [kVA]	1012	1192
kVA continua (a 460 V) [kVA]	1100	1219
kVa continua (a 480 V) [kVa]	1195	1325
Intensidad de entrada máxima		
Continua (a 400 V) [A]	1407	1658
Continua (a 460/480 V) [A]	1330	1474
Tamaño y número máximo de cables por fase		
- Motor [mm^2 (AWG)]	12 × 150 (12 × 300 mcm)	12 × 150 (12 × 300 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F2)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F4)	8 × 456 (8 × 900 mcm)	8 × 456 (8 × 900 mcm)
- Carga compartida [mm^2 (AWG)]	4 × 120 (4 × 250 mcm)	4 × 120 (4 × 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	6× 185 (6 × 350 mcm)	6× 185 (6 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	2500	2500
Pérdida de potencia estimada en 400 V [W][2) y 3)]	17293	19278
Pérdida de potencia estimada en 460 V [W][2) y 3)]	16229	16624
Pérdidas máximas agregadas del filtro RFI de clase A1, el magnetotérmico o disyuntor y el contactor [W], (solo F4)	2280	2541
Pérdidas máximas de opciones de panel [W]	400	400
Rendimiento[3)]	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–590	0–590
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.3 Datos eléctricos de los alojamientos F2/F4, alimentación de red 3 × 380-480 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P355	P400	P450
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	355	400	450
Eje de salida típico a 460 V [CV]	500	600	600
Eje de salida típico a 480 V [kW]	400	500	530
Tamaño del alojamiento	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**
Intensidad de salida (trifásica)			
Continua (a 400 V) [A]	658	745	800
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	724	820	880
Continua (a 460/480 V) [A]	590	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s, a 460/480 V) [A]	649	746	803
kVA continua (a 400 V) [kVA]	456	516	554
kVA continua (a 460 V) [kVA]	470	540	582
kVa continua (a 480 V) [kVa]	511	587	632
Intensidad de entrada máxima			
Continua (a 400 V) [A]	634	718	771
Continua (a 460/480 V) [A]	569	653	704
Tamaño y número máximo de cables por fase			
- Motor [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)]	4 × 90 (4 × 3/0 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	700	700	700
Pérdida de potencia estimada en 400 V [W][2) y 3)]	7701	8879	9670
Pérdida de potencia estimada en 460 V [W][2) y 3)]	6953	8089	8803
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–590	0–590	0–590
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.4 Datos eléctricos de los alojamientos F8/F9, alimentación de red 6 × 380-480 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P500	P560	P630	P710
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	500	560	630	710
Eje de salida típico a 460 V [CV]	650	750	900	1000
Eje de salida típico a 480 V [kW]	560	630	710	800
Tamaño del alojamiento	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 400 V) [A]	880	990	1120	1260
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	968	1089	1232	1386
Continua (a 460/480 V) [A]	780	890	1050	1160
Intermitente (sobrecarga de 60 s, a 460/480 V) [A]	858	979	1155	1276
kVA continua (a 400 V) [kVA]	610	686	776	873
kVA continua (a 460 V) [kVA]	621	709	837	924
kVa continua (a 480 V) [kVa]	675	771	909	1005
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 400 V) [A]	848	954	1079	1214
Continua (a 460/480 V) [A]	752	858	1012	1118
Tamaño y número máximo de cables por fase				
- Motor [mm^2 (AWG)]	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)]	6 × 120 (6 × 250 mcm)	6 × 120 (6 × 250 mcm)	6 × 120 (6 × 250 mcm)	6 × 120 (6 × 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	4 × 185 (4 × 350 mcm)	4 × 185 (4 × 350 mcm)	4 × 185 (4 × 350 mcm)	4 × 185 (4 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	900	900	900	1500
Pérdida de potencia estimada en 400 V [W][2) y 3)]	10647	12338	13201	15436
Pérdida de potencia estimada en 460 V [W][2) y 3)]	9414	11006	12353	14041
Pérdidas máximas agregadas del filtro RFI de clase A1, el magneto-térmico o disyuntor y el contactor [W], (solo F11)	963	1054	1093	1230
Pérdidas máximas de opciones de panel [W]	400	400	400	400
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–590	0–590	0–590	0–590
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.5 Datos eléctricos de los alojamientos F10/F11, alimentación de red 6 × 380-480 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P800	P1000
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	800	1000
Eje de salida típico a 460 V [CV]	1200	1350
Eje de salida típico a 480 V [kW]	1000	1100
Tamaño del alojamiento	**F12/F13**	**F12/F13**
Intensidad de salida (trifásica)		
Continua (a 400 V) [A]	1460	1720
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	1606	1892
Continua (a 460/480 V) [A]	1380	1530
Intermitente (60 s de sobrecarga)(a 460/480 V) [A]	1518	1683
kVA continua (a 400 V) [kVA]	1012	1192
kVA continua (a 460 V) [kVA]	1100	1219
kVa continua (a 480 V) [kVa]	1195	1325
Intensidad de entrada máxima		
Continua (a 400 V) [A]	1407	1658
Continua (a 460/480 V) [A]	1330	1474
Tamaño y número máximo de cables por fase		
- Motor [mm^2 (AWG)]	12 × 150 (12 × 300 mcm)	12 × 150 (12 × 300 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)]	6 × 120 (6 × 250 mcm)	6 × 120 (6 × 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	6× 185 (6 × 350 mcm)	6× 185 (6 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	1500	1500
Pérdida de potencia estimada en 400 V [W][2) y 3)]	18084	20358
Pérdida de potencia estimada en 460 V [W][2) y 3)]	17137	17752
Pérdidas máximas agregadas del filtro RFI de clase A1, el magnetotérmico o disyuntor y el contactor [W], (solo F4)	2280	2541
Pérdidas máximas de opciones de panel [W]	400	400
Rendimiento[3)]	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–590	0–590
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.6 Datos eléctricos de los alojamientos F12/F13, alimentación de red 6 × 380-480 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

7.2 Datos eléctricos, 525-690 V

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 550 V [kW]	355	400	450	500
Eje de salida típico a 575 V [CV]	450	500	600	650
Eje de salida típico a 690 V [kW]	450	500	560	630
Tamaño del alojamiento	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**	**E1/E2**
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	517	575	656	693
Continua (a 575 / 690 V) [A]	450	500	570	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	495	550	627	693
kVA continua (a 550 V) [kVA]	448	498	568	600
kVA continua (a 575 V) [KVA]	448	498	568	627
kVA continua (a 690 V) [KVA]	538	598	681	753
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 550 V) [A]	453	504	574	607
Continua (a 575 V) [A]	434	482	549	607
Continua (a 690 V)	434	482	549	607
Tamaño y número máximo de cables por fase				
- Alimentación, motor y carga compartida [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	700	700	900	900
Pérdida de potencia estimada en 600 V [W][2) y 3)]	5323	6010	7395	8209
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3]	5529	6239	7653	8495
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.7 Datos eléctricos de los alojamientos E1/E2, alimentación de red 3 × 525-690 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 550 V [kW]	560	670	750
Eje de salida típico a 575 V [CV]	750	950	1050
Eje de salida típico a 690 V [kW]	710	800	900
Tamaño del alojamiento	**F1/F3**	**F1/F3**	**F1/F3**
Intensidad de salida (trifásica)			
Continua (a 550 V) [A]	763	889	988
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	839	978	1087
Continua (a 575 / 690 V) [A]	730	850	945
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	803	935	1040
kVA continua (a 550 V) [kVA]	727	847	941
kVA continua (a 575 V) [KVA]	727	847	941
kVA continua (a 690 V) [KVA]	872	1016	1129
Intensidad de entrada máxima			
Continua (a 550 V) [A]	735	857	952
Continua (a 575 V) [A]	704	819	911
Continua (a 690 V) [A]	704	819	911
Tamaño y número máximo de cables por fase			
- Motor [mm^2 (AWG)]	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F1)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F3)	8 × 456 (4 × 900 mcm)	8 × 456 (4 × 900 mcm)	8 × 456 (4 × 900 mcm)
- Carga compartida [mm^2 (AWG)]	4 × 120 (4 × 250 mcm)	4 × 120 (4 × 250 mcm)	4 × 120 (4 × 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	4 × 185 (4 × 350 mcm)	4 × 185 (4 × 350 mcm)	4 × 185 (4 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	1600	1600	1600
Pérdida de potencia estimada en 600 V [W][2) y 3)]	9500	10872	12316
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3]	9863	11304	12798
Pérdidas máximas agregadas del magnetotérmico o disyuntor y el contactor [W], (solo F3)	427	532	615
Pérdidas máximas de opciones de panel [W]	400	400	400
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–500	0–500	0–500
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.8 Datos eléctricos de los alojamientos F1/F3, alimentación de red 3 × 525-690 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 550 V [kW]	850	1000	1100
Eje de salida típico a 575 V [CV]	1150	1350	1550
Eje de salida típico a 690 V [kW]	1000	1200	1400
Tamaño del alojamiento	**F2/F4**	**F2/F4**	**F2/F4**
Intensidad de salida (trifásica)			
Continua (a 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	1219	1449	1627
Continua (a 575 / 690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
kVA continua (a 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
kVA continua (a 575 V) [KVA]	1056	1255	1409
kVA continua (a 690 V) [KVA]	1267	1506	1691
Intensidad de entrada máxima			
Continua (a 550 V) [A]	1068	1269	1425
Continua (a 575 V) [A]	1022	1214	1364
Continua (a 690 V) [A]	1022	1214	1364
Tamaño y número máximo de cables por fase			
- Motor [mm^2 (AWG)]	12 × 150 (12 × 300 mcm)	12 × 150 (12 × 300 mcm)	12 × 150 (12 × 300 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F2)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F4)	8 × 456 (8 × 900 mcm)	8 × 456 (8 × 900 mcm)	8 × 456 (8 × 900 mcm)
- Carga compartida [mm^2 (AWG)]	4 × 120 (4 × 250 mcm)	4 × 120 (4 × 250 mcm)	4 × 120 (4 × 250 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	6× 185 (6 × 350 mcm)	6× 185 (6 × 350 mcm)	6× 185 (6 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	1600	2000	2500
Pérdida de potencia estimada en 600 V [W][2) y 3)]	13731	16190	18536
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3]	14250	16821	19247
Pérdidas máximas agregadas del magnetotérmico o disyuntor y el contactor [W], (solo F4)	665	863	1044
Pérdidas máximas de opciones de panel [W]	400	400	400
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–500	0–500	0–500
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.9 Datos eléctricos de los alojamientos F2/F4, alimentación de red 3 × 525-690 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P450	P500	P560	P630
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 550 V [kW]	355	400	450	500
Eje de salida típico a 575 V [CV]	450	500	600	650
Eje de salida típico a 690 V [kW]	450	500	560	630
Tamaño del alojamiento	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**	**F8/F9**
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 550 V) [A]	470	523	596	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	517	575	656	693
Continua (a 575 / 690 V) [A]	450	500	570	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	495	550	627	693
kVA continua (a 550 V) [kVA]	448	498	568	600
kVA continua (a 575 V) [KVA]	448	498	568	627
kVA continua (a 690 V) [KVA]	538	598	681	753
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 550 V) [A]	453	504	574	607
Continua (a 575 V) [A]	434	482	549	607
Continua (a 690 V)	434	482	549	607
Tamaño y número máximo de cables por fase				
- Motor [mm^2 (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)	4x240 (4x500 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)]	4 × 85 (4 × 3/0 mcm)	4 × 85 (4 × 3/0 mcm)	4 × 85 (4 × 3/0 mcm)	4 × 85 (4 × 3/0 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)	2 × 185 (2 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	630	630	630	630
Pérdida de potencia estimada en 600 V [W][2) y 3)]	5323	6010	7395	8209
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3]	5529	6239	7653	8495
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–500	0–500	0–500	0–500
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.10 Datos eléctricos de los alojamientos F8/F9, alimentación de red 6 × 525-690 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P710	P800	P900
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 550 V [kW]	560	670	750
Eje de salida típico a 575 V [CV]	750	950	1050
Eje de salida típico a 690 V [kW]	710	800	900
Tamaño del alojamiento	**F10/F11**	**F10/F11**	**F10/F11**
Intensidad de salida (trifásica)			
Continua (a 550 V) [A]	763	889	988
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	839	978	1087
Continua (a 575 / 690 V) [A]	730	850	945
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	803	935	1040
kVA continua (a 550 V) [kVA]	727	847	941
kVA continua (a 575 V) [KVA]	727	847	941
kVA continua (a 690 V) [KVA]	872	1016	1129
Intensidad de entrada máxima			
Continua (a 550 V) [A]	735	857	952
Continua (a 575 V) [A]	704	819	911
Continua (a 690 V) [A]	704	819	911
Tamaño y número máximo de cables por fase			
- Motor [mm^2 (AWG)]	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)	8 × 150 (8 × 300 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)]	6 × 120 (4 × 900 mcm)	6 × 120 (4 × 900 mcm)	6 × 120 (4 × 900 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	4 × 185 (4 × 350 mcm)	4 × 185 (4 × 350 mcm)	4 × 185 (4 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	900	900	900
Pérdida de potencia estimada en 600 V [W][2) y 3)]	9500	10872	12316
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3]	9863	11304	12798
Pérdidas máximas agregadas del magnetotérmico o disyuntor y el contactor [W], (solo F11)	427	532	615
Pérdidas máximas de opciones de panel [W]	400	400	400
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–500	0–500	0–500
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.11 Datos eléctricos de los alojamientos F10/F11, alimentación de red 6 × 525-690 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® HVAC Drive FC 102	P1M0	P1M2	P1M4
Sobrecarga normal (Sobrecarga normal = 110 % corriente en 60 s)	**NO**	**NO**	**NO**
Eje de salida típico a 550 V [kW]	850	1000	1100
Eje de salida típico a 575 V [CV]	1150	1350	1550
Eje de salida típico a 690 V [kW]	1000	1200	1400
Tamaño del alojamiento	**F12/F13**	**F12/F13**	**F12/F13**
Intensidad de salida (trifásica)			
Continua (a 550 V) [A]	1108	1317	1479
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 550 V) [A]	1219	1449	1627
Continua (a 575 / 690 V) [A]	1060	1260	1415
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	1166	1386	1557
kVA continua (a 550 V) [kVA]	1056	1255	1409
kVA continua (a 575 V) [KVA]	1056	1255	1409
kVA continua (a 690 V) [KVA]	1267	1506	1691
Intensidad de entrada máxima			
Continua (a 550 V) [A]	1068	1269	1425
Continua (a 575 V) [A]	1022	1214	1364
Continua (a 690 V) [A]	1022	1214	1364
Tamaño y número máximo de cables por fase			
- Motor [mm^2 (AWG)]	12 × 150 (12 × 300 mcm)	12 × 150 (12 × 300 mcm)	12 × 150 (12 × 300 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F12)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)	8 × 240 (8 × 500 mcm)
- Alimentación [mm^2 (AWG)] (F13)	8 × 456 (8 × 900 mcm)	8 × 456 (8 × 900 mcm)	8 × 456 (8 × 900 mcm)
- Freno [mm^2 (AWG)]	6× 185 (6 × 350 mcm)	6× 185 (6 × 350 mcm)	6× 185 (6 × 350 mcm)
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	1600	2000	2500
Pérdida de potencia estimada en 600 V [W][2) y 3)]	13731	16190	18536
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3]	14250	16821	19247
Pérdidas máximas agregadas del magnetotérmico o disyuntor y el contactor [W], (solo F13)	665	863	1044
Pérdidas máximas de opciones de panel [W]	400	400	400
Rendimiento[3)]	0,98	0,98	0,98
Frecuencia de salida [Hz]	0–500	0–500	0–500
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	85 (185)	85 (185)	85 (185)

Tabla 7.12 Datos eléctricos de los alojamientos F12/F13, alimentación de red 6 × 525-690 V CA

1) Consulte la clasificación de los fusibles en capítulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos.

2) La pérdida de potencia típica se calcula en condiciones normales y se espera que esté comprendida en un margen del ±15 % (la tolerancia está relacionada con las distintas condiciones de cable y tensión). Estos valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de IE/IE3). Los motores que tienen un rendimiento inferior contribuyen a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia. Esto es aplicable al dimensionamiento de la refrigeración del convertidor de frecuencia. Si la frecuencia de conmutación es superior a los ajustes predeterminados, las pérdidas de potencia pueden aumentar. Se incluyen los consumos de energía habituales del LCP y de la tarjeta de control. Para conocer los datos de pérdida de potencia conforme a la norma EN 50598-2, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Las opciones y carga del cliente pueden sumar hasta 30 W a las pérdidas, aunque normalmente una tarjeta de control a plena carga y las opciones para las ranuras A o B solo añaden 4 W cada una.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,5 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capítulo 10.12 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

7.3 Fuente de alimentación de red

Fuente de alimentación de red	
Terminales de alimentación (6 pulsos)	L1, L2, L3
Terminales de alimentación (doce pulsos)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2 y L3-2
Tensión de alimentación	380-480 V ±10 %, 525-690 V ±10 %

Tensión de red baja / corte de tensión 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 enlace de CC 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.

Frecuencia de alimentación	50/60 Hz ±5 %
Máximo desequilibrio transitorio entre fases de red	3,0 % de la tensión de alimentación nominal[1)]
Factor de potencia real (λ)	≥0,9 nominal con carga nominal
Factor de potencia de desplazamiento (cos Φ) cercano a la unidad	(>0,98)
Conmutación en la alimentación de entrada L1, L2 y L3 (arranques)	Una vez cada dos minutos, como máximo
Entorno según la norma EN 60664-1	Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2

El convertidor es adecuado para utilizarse en un circuito capaz de proporcionar una intensidad nominal de cortocircuito (SCCR) máxima de 100 kA a 480/600 V.
1) Cálculos basados en las normas UL / CEI 61800-3.

7.4 Salida del motor y datos del motor

Salida del motor (U, V y W)	
Tensión de salida	0-100 % de la tensión de alimentación
Frecuencia de salida	0-590 Hz[1)]
Conmutación en la salida	Ilimitada
Tiempos de rampa	0,01-3600 s

1) Dependiente de la potencia y de la tensión.

Características de par	
Par de arranque (par constante)	Máximo del 150 % durante 60 s[1) y 2)]
Par de sobrecarga (par constante)	Máximo del 150 % durante 60 s[1) y 2)]

1) Porcentaje relativo a la corriente nominal del convertidor de frecuencia.
2) Una vez cada 10 minutos.

7.5 Condiciones ambientales

Entorno	
Alojamientos E1/F1/F2/F3/F4/F8/F9/F10/F11/F12/F13	IP21 / Tipo 1 e IP54 / Tipo 12
Alojamiento E2	IP00/Chasis
Prueba de vibración	1,0 g
Humedad relativa	5-95 % (CEI 721-3-3; clase 3K3 [sin condensación] durante el funcionamiento)
Entorno agresivo (CEI 60068-2-43) prueba H_2S	Clase Kd
Gases agresivos (CEI 60721-3-3)	Clase 3C3
Método de prueba conforme a CEI 60068-2-43	H2S (10 días)
Temperatura ambiente (con modo de conmutación SFAVM)	
- con reducción de potencia	Máximo 55 °C (131 °F)[1)]
- con potencia de salida completa de motores EFF2 típicos (hasta un 90 % de la intensidad de salida)	Máximo 50 °C (122 °F)[1)]
- a plena intensidad de salida continua del convertidor de frecuencia	Máximo 45 °C (113 °F)[1)]
Temperatura ambiente mínima durante el funcionamiento a escala completa	0 °C (32 °F)
Temperatura ambiente mínima con rendimiento reducido	–10 °C (14 °F)
Temperatura durante el almacenamiento/transporte	De –25 a 65/70 °C (de –13 a 149/158 °F)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Altitud máxima sobre el nivel del mar sin reducción de potencia	1000 m (3281 ft)
Altitud máxima sobre el nivel del mar con reducción de potencia	3000 m (9842 ft)

1) Para obtener más información sobre la reducción de potencia, consulte el capítulo 9.6 Reducción de potencia.

Normas CEM, emisión	EN 61800-3
Normas CEM, inmunidad	EN 61800-3
Clase de rendimiento energético[1)]	IE2

1) Determinada conforme a la norma EN 50598-2 en:

- *Carga nominal.*
- *90 % de la frecuencia nominal.*
- *Ajustes de fábrica de la frecuencia de conmutación.*
- *Ajustes de fábrica del patrón de conmutación.*

7.6 Especificaciones del cable

Longitudes de cable y secciones transversales para cables de control	
Longitud máxima del cable de motor, apantallado	150 m (492 ft)
Longitud máxima del cable de motor, sin apantallar	300 m (984 ft)
Sección transversal máxima al motor, la alimentación, la carga compartida y el freno	Consulte el *capítulo 7 Especificaciones*[1)]
Sección transversal máxima para los terminales de control (cable rígido)	1,5 mm^2 / 16 AWG (2 × 0,75 mm^2)
Sección transversal máxima para los terminales de control (cable flexible)	1 mm^2 / 18 AWG
Sección transversal máxima para los terminales de control (cable con núcleo recubierto)	0,5 mm^2/20 AWG
Sección transversal mínima para los terminales de control	0,25 mm^2 / 23 AWG

1) Para obtener detalles sobre los cables de alimentación, consulte los datos eléctricos del capítulo 7.1 Datos eléctricos, 380-480 V y el capítulo 7.2 Datos eléctricos, 525-690 V.

7.7 Entrada/salida de control y datos de control

Entradas digitales	
Entradas digitales programables	4 (6)
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	>19 V CC
Nivel de tensión, 1 lógico NPN	<14 V CC
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R_i	Aproximadamente 4 kΩ

Todas las entradas digitales están galvánicamente aisladas de la tensión de alimentación (PELV) y de otros terminales de tensión alta.
1) Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como salidas.

Entradas analógicas	
N.º de entradas analógicas	2
Número de terminal	53, 54
Modos	Tensión o intensidad
Selección de modo	Conmutadores A53 y A54
Modo tensión	Conmutador A53 / A54 = (U)
Nivel de tensión	De −10 V a +10 V (escalable)
Resistencia de entrada, R_i	Aproximadamente 10 kΩ
Tensión máxima	±20 V
Modo de intensidad	Conmutador A53 / A54 = (I)
Nivel de intensidad	De 0/4 a 20 mA (escalable)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Resistencia de entrada, R_i	Aproximadamente 200 Ω
Corriente máxima	30 mA
Resolución de entradas analógicas	10 bit (signo +)
Precisión de las entradas analógicas	Error máximo del 0,5 % de la 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 tensión alta.

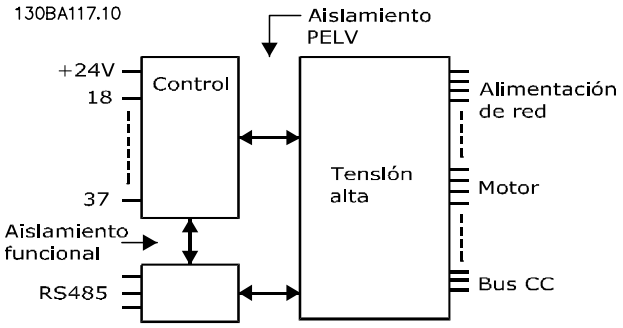


Ilustración 7.1 Aislamiento PELV

7

Entradas de pulsos	
Entradas de pulsos programables	2
Número de terminal de pulso	29, 33
Frecuencia máxima en el terminal 29 y 33 (en contrafase)	110 kHz
Frecuencia máxima en el terminal 29 y 33 (colector abierto)	5 kHz
Frecuencia mínima en los terminales 29 y 33	4 Hz
Nivel de tensión	Consulte las *Entradas digitales* en el *capétulo 7.7 Entrada/salida de control y datos de control*
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R_i	Aproximadamente 4 kΩ
Precisión de la entrada de pulsos (0,1-1 kHz)	Error máximo: un 0,1 % de la escala completa

Salida analógica	
Número de salidas analógicas programables	1
Número de terminal	42
Rango de intensidad en la salida analógica	0/4-20 mA
Carga de resistencia máxima a común en la salida analógica	500 Ω
Precisión en la salida analógica	Error máximo: 0,8 % de escala completa
Resolución en la salida analógica	8 bit

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

Tarjeta de control, comunicación serie RS485	
Número de terminal	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
N.º de terminal 61	Común para los terminales 68 y 69

El circuito de comunicación serie RS485 se encuentra separado funcionalmente de otros circuitos centrales y galvánicamente aislado de la tensión de alimentación (PELV).

Salida digital	
Salidas digitales / de pulsos programables	2
Número de terminal	27, 29[1)]
Nivel de tensión en la salida digital / salida de frecuencia	0–24 V
Intensidad de salida máxima (disipador o fuente)	40 mA
Carga máxima en salida de frecuencia	1 kΩ
Carga capacitiva máxima en salida de frecuencia	10 nF
Frecuencia de salida mín. en salida de frecuencia	0 Hz
Frecuencia de salida máxima en salida de frecuencia	32 kHz
Precisión de salida de frecuencia	Error máximo: un 0,1 % de la escala completa

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

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 tensión alta.

Tarjeta de control, salida de 24 V CC

Número de terminal	12, 13
Carga máxima	200 mA

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

Salidas de relé

Salidas de relé programables	2
Sección transversal máxima para terminales de relé	2,5 mm^2 (12 AWG)
Sección transversal mínima para terminales de relé	0,2 mm^2 (30 AWG)
Longitud del cable pelado	8 mm (0,3 in)
N.º de terminal del relé 01	1-3 (desconexión), 1-2 (conexión)
Carga máxima del terminal (CA-1)[1] en 1-2 (NO) (carga resistiva)[2] y [3]	400 V CA, 2 A
Máxima carga del terminal (CA-15)[1] en 1-2 (NO) (Carga inductiva a cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Máxima carga del terminal (CC-1)[1] en 1-2 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Máxima carga del terminal (CC-13)[1] en 1-2 (NO) (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Máxima carga del terminal (CA-1)[1] en 1-3 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Máxima carga del terminal (CA-15)[1] en 1-3 (NC) (Carga inductiva a cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Máxima carga del terminal (CC-1)[1] en 1-3 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Máxima carga del terminal (CC-13)[1] en 1-3 (NC) (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga mínima del terminal en 1-3 (NC), 1-2 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Ambiente conforme a la norma EN 60664-1	Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2
N.º de terminal del relé 02	4-6 (desconexión), 4-5 (conexión)
Carga máxima del terminal (CA-1)[1] en 4-5 (NO) (carga resistiva)[2] y [3]	400 V CA, 2 A
Máxima carga del terminal (CA-15)[1] en 4-5 (NO) (Carga inductiva a cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Máxima carga del terminal (CC-1)[1] en 4-5 (NO) (Carga resistiva)	80 V CC, 2 A
Máxima carga del terminal (CC-13)[1] en 4-5 (NO) (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Máxima carga del terminal (CA-1)[1] en 4-6 (NC) (Carga resistiva)	240 V CA, 2 A
Máxima carga del terminal (CA-15)[1] en 4-6 (NC) (Carga inductiva a cosφ 0,4)	240 V CA, 0,2 A
Máxima carga del terminal (CC-1)[1] en 4-6 (NC) (Carga resistiva)	50 V CC, 2 A
Máxima carga del terminal (CC-13)[1] en 4-6 (NC) (Carga inductiva)	24 V CC, 0,1 A
Carga mínima del terminal en 4-6 (NC), 4-5 (NO)	24 V CC 10 mA, 24 V CA 2 mA
Ambiente conforme a la norma EN 60664-1	Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2

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

Tarjeta de control, salida de +10 V CC

Número de terminal	50
Tensión de salida	10,5 V ±0,5 V
Carga máxima	25 mA

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

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Características de control	
Resolución de frecuencia de salida a 0-1000 Hz	±0,003 Hz
Tiempo de respuesta del sistema (terminales 18, 19, 27, 29, 32 y 33)	≤2 m/s
Rango de control de velocidad (lazo abierto)	1:100 de velocidad síncrona
Precisión de velocidad (lazo abierto)	30-4000 r/min: error máximo de ±8 r/min

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

Rendimiento de la tarjeta de control	
Intervalo de exploración	5 M/S

Tarjeta de control, comunicación serie USB	
USB estándar	1.1 (velocidad máxima)
Conector USB	Conector de dispositivos USB tipo B

AVISO!

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 tensión alta.
La conexión USB no está galvánicamente aislada de la conexión toma a tierra. Utilice únicamente un ordenador portátil o PC aislado como conexión al terminal USB del convertidor de frecuencia o un convertidor / cable USB aislado.

7.8 Pesos de los alojamientos

Protección	380-480/500 V	525-690 V
E1	270-313 kg (595-690 lb)	263-313 kg (580-690 lb)
E2	234-277 kg (516-611 lb)	221-277 kg (487-611 lb)

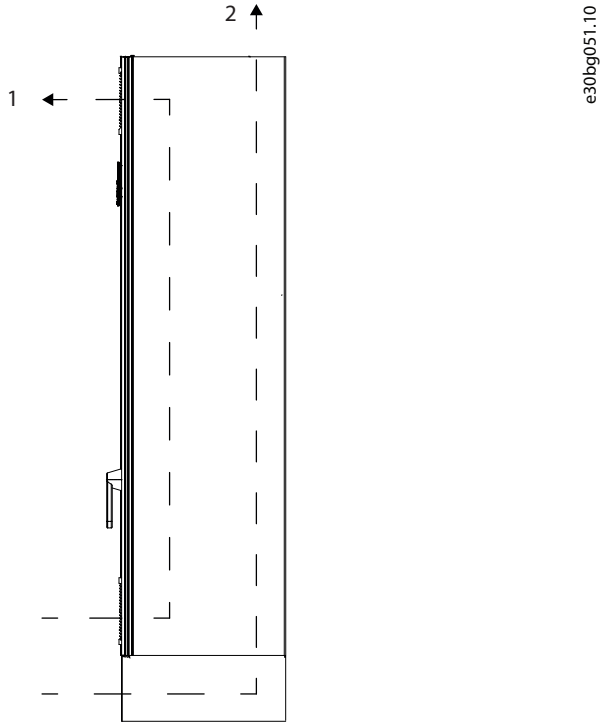
Tabla 7.13 Pesos de los alojamientos E1-E2, kg (lb)

Protección	380-480/500 V	525-690 V
F1	1017 kg (2242,1 lb)	1017 kg (2242,1 lb)
F2	1260 kg (2777,9 lb)	1260 kg (2777,9 lb)
F3	1318 kg (2905,7 lb)	1318 kg (2905,7 lb)
F4	1561 kg (3441,5 lb)	1561 kg (3441,5 lb)
F8	447 kg (985,5 lb)	447 kg (985,5 lb)
F9	669 kg (1474,9 lb)	669 kg (1474,9 lb)
F10	893 kg (1968,8 lb)	893 kg (1968,8 lb)
F11	1116 kg (2460,4 lb)	1116 kg (2460,4 lb)
F12	1037 kg (2286,4 lb)	1037 kg (2286,4 lb)
F13	1259 kg (2775,7 lb)	1259 kg (2775,7 lb)

Tabla 7.14 Pesos de los alojamientos F1-F13, kg (lb)

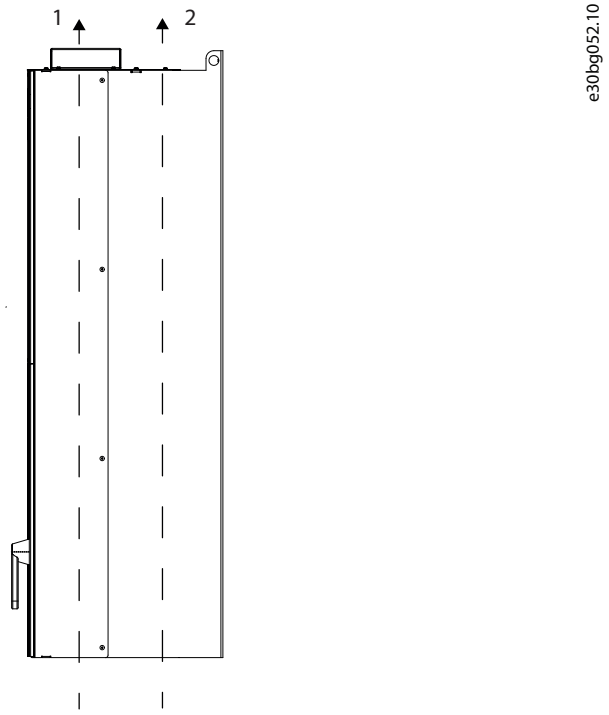
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

7.9 Caudal de aire para los alojamientos E1-E2 y F1-F13



1	Caudal de aire del canal frontal, 340 m^3/h (200 cfm)
2	Caudal de aire del canal posterior, 1105 m^3/h (650 cfm) o 1444 m^3/h (850 cfm)

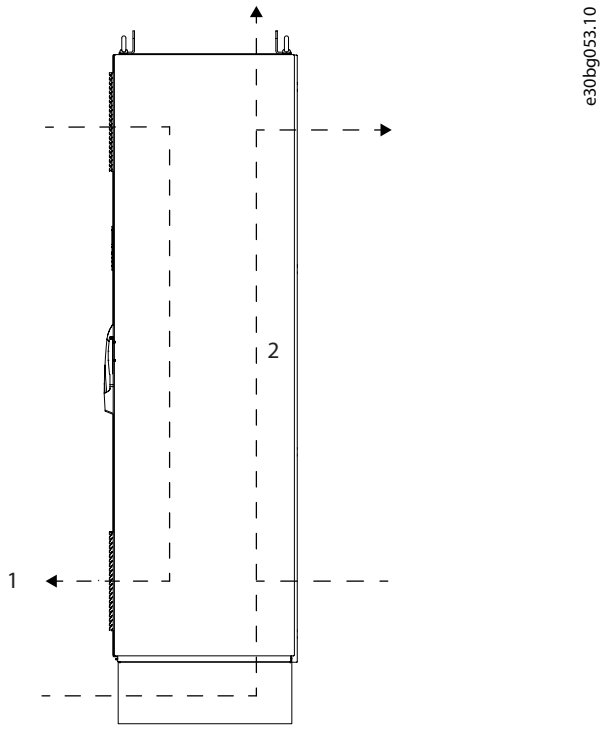
Ilustración 7.2 Caudal de aire para el alojamiento E1



1	Caudal de aire del canal frontal, 255 m^3/h (150 cfm)
2	Caudal de aire del canal posterior, 1105 m^3/h (650 cfm) o 1444 m^3/h (850 cfm)

Ilustración 7.3 Caudal de aire para el alojamiento E2

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Flujo de aire del canal frontal - IP21 / tipo 1, 700 m^3/h (412 cfm) - IP54 / tipo 12, 525 m^3/h (309 cfm)
2	Caudal de aire del canal posterior, 985 m^3/h (580 cfm)

Ilustración 7.4 Caudal de aire para los alojamientos F1-F13

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8 Dimensiones exteriores y de los terminales

8.1 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento E1

8.1.1 Dimensiones exteriores del alojamiento E1

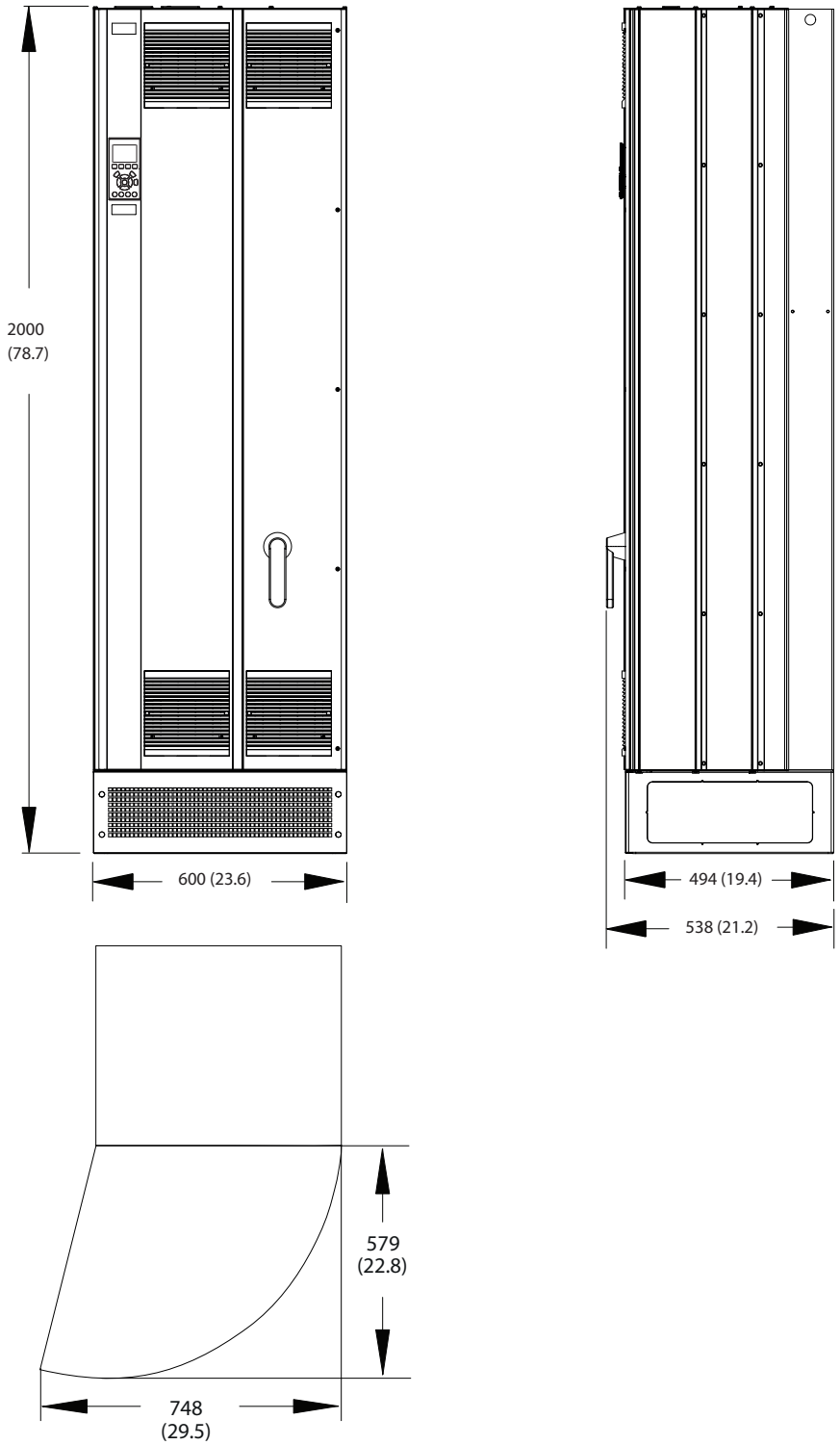
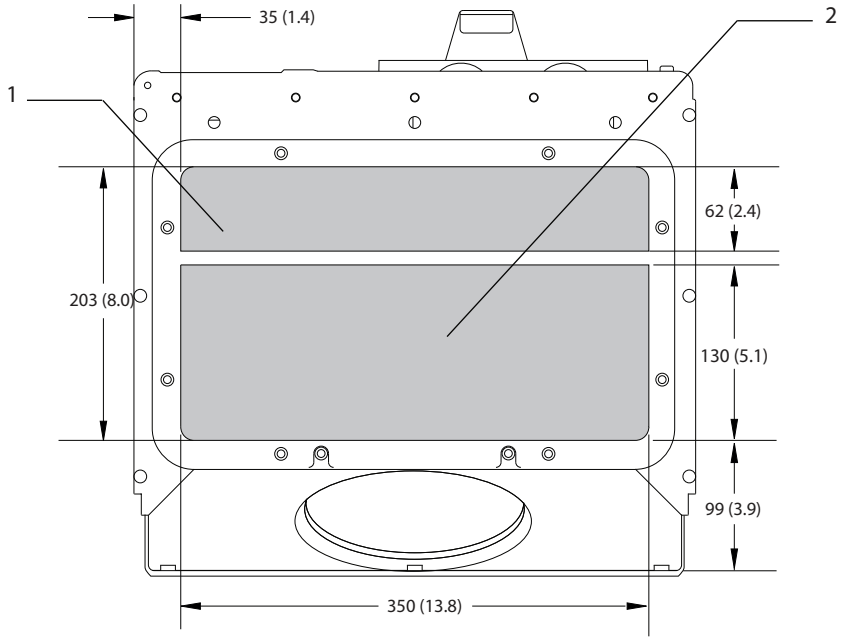


Ilustración 8.1 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento E1

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.2 Dimensiones de la placa prensacables de los alojamientos E1/E2

8.1.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento E1

Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.

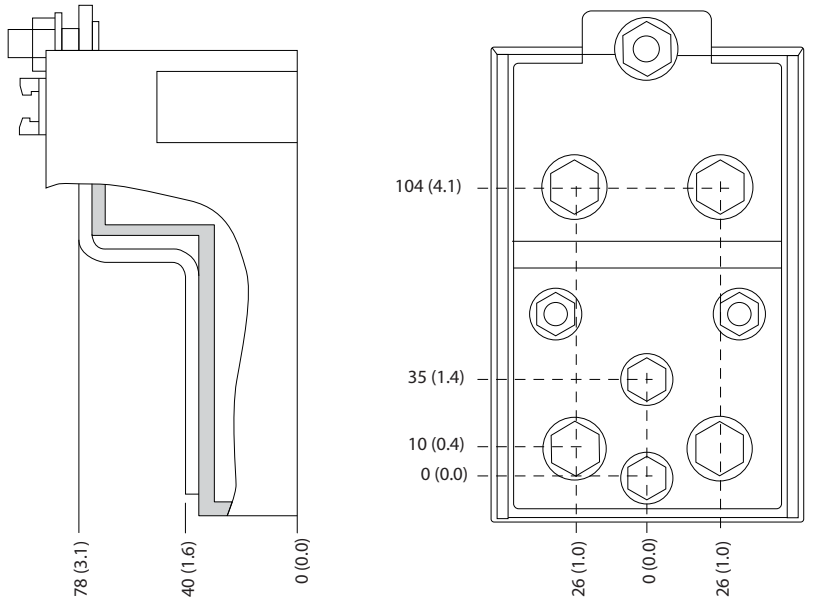
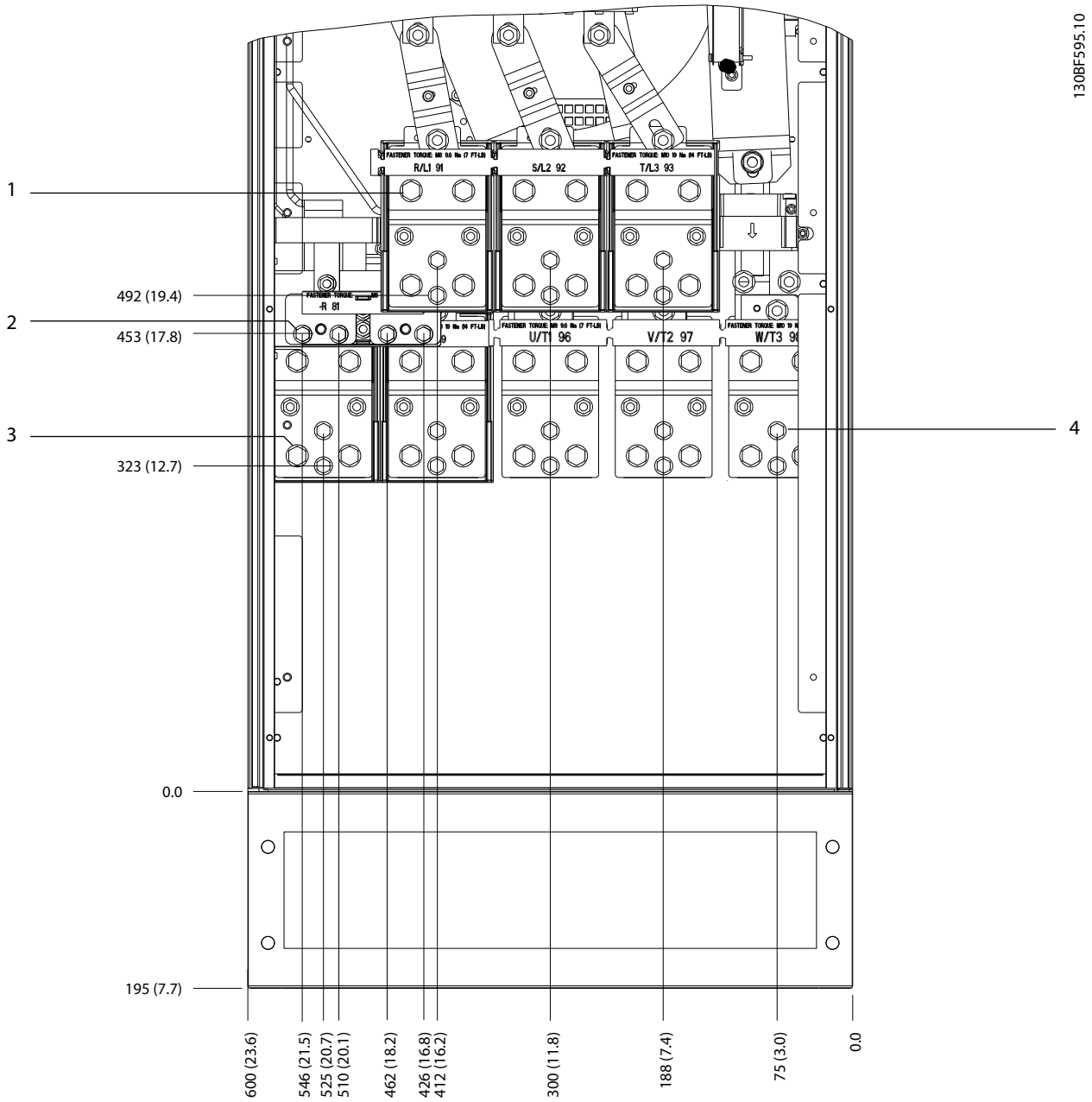


Ilustración 8.3 Detalle de las dimensiones de los terminales de los alojamientos E1/E2

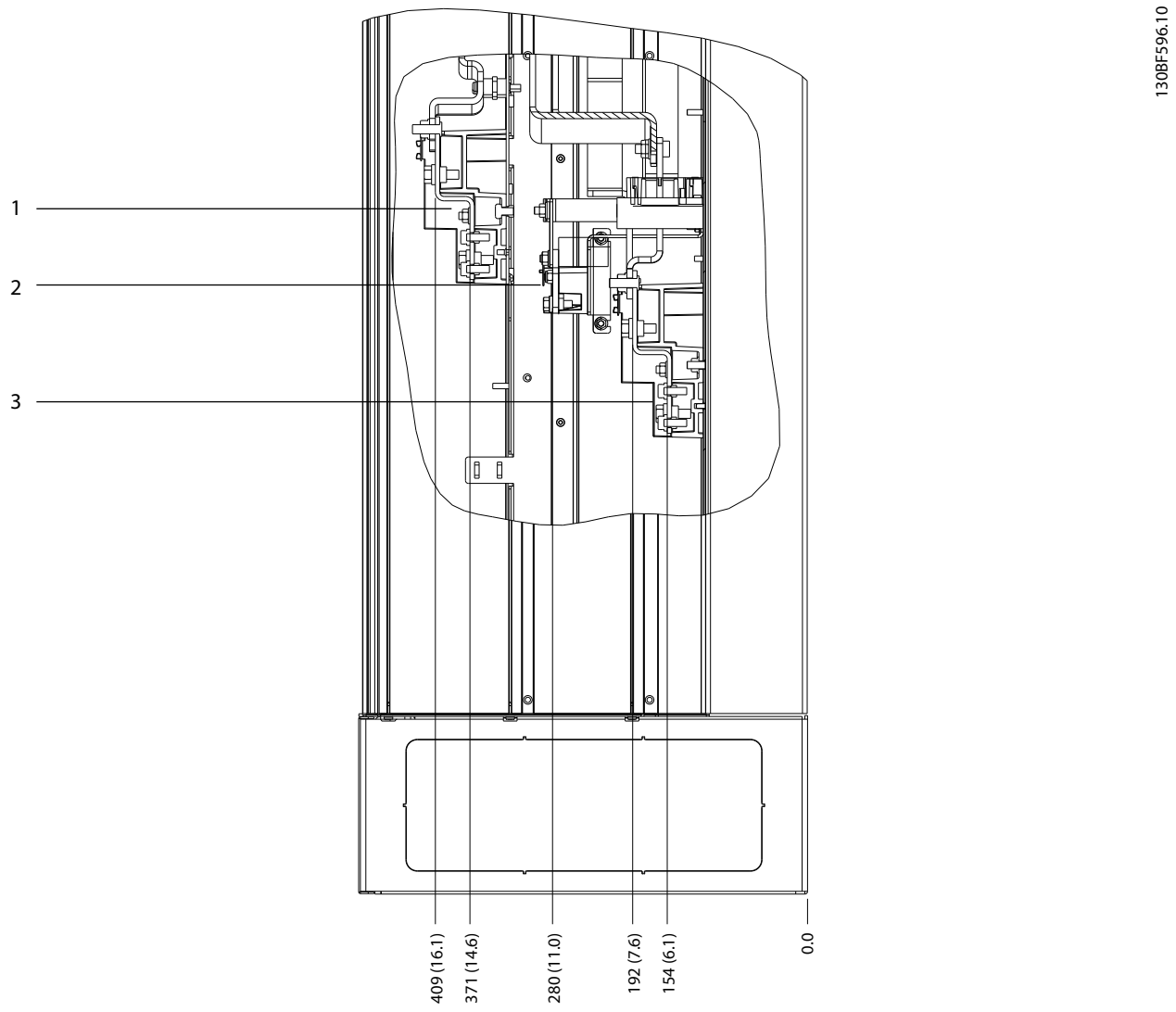
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de carga compartida / regeneración
2	Terminales de freno	4	Terminales de motor

Ilustración 8.4 Dimensiones de los terminales del alojamiento E1 (vista frontal)

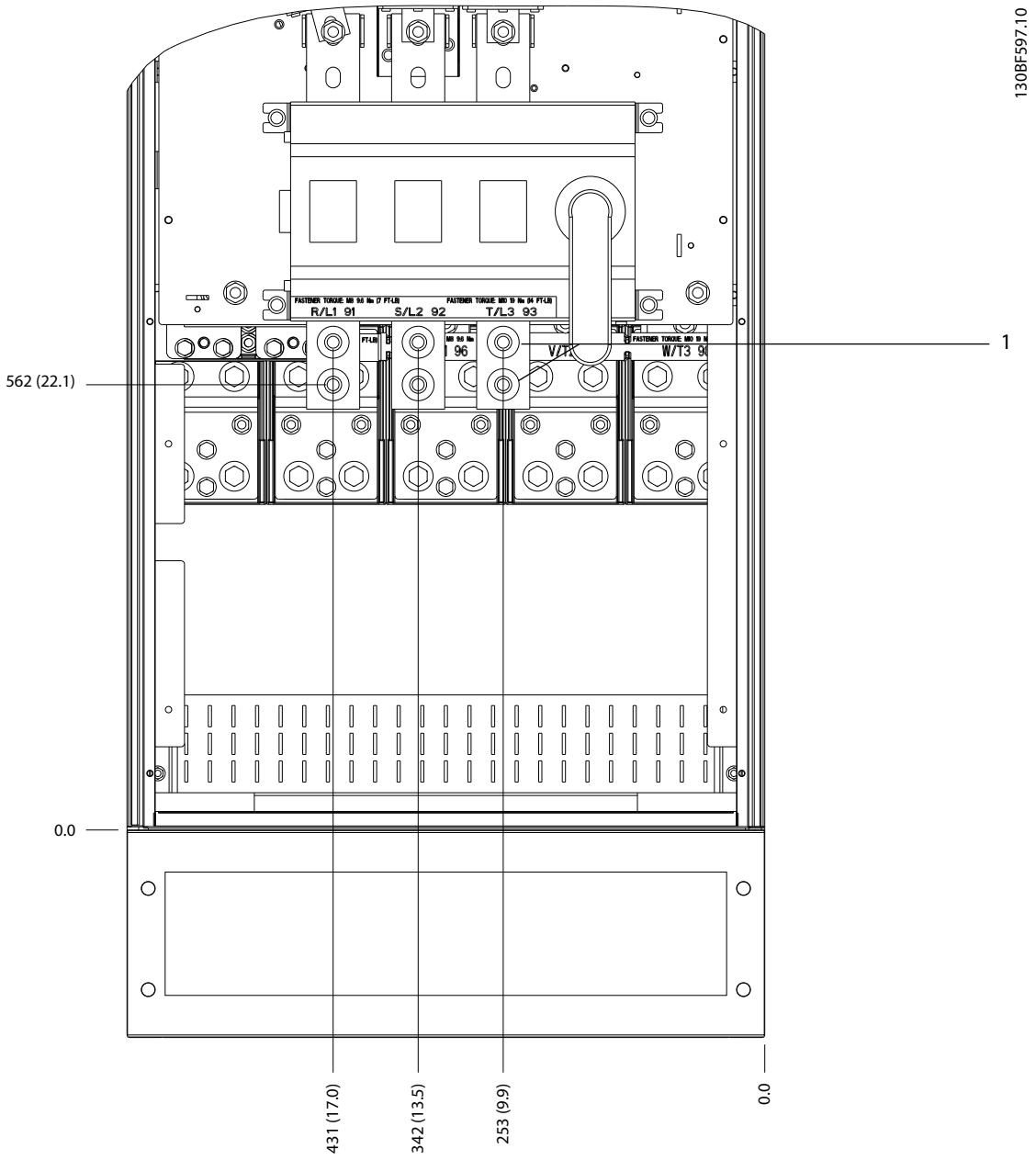
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Terminales de freno
3	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.5 Dimensiones de los terminales del alojamiento E1 (vista lateral)

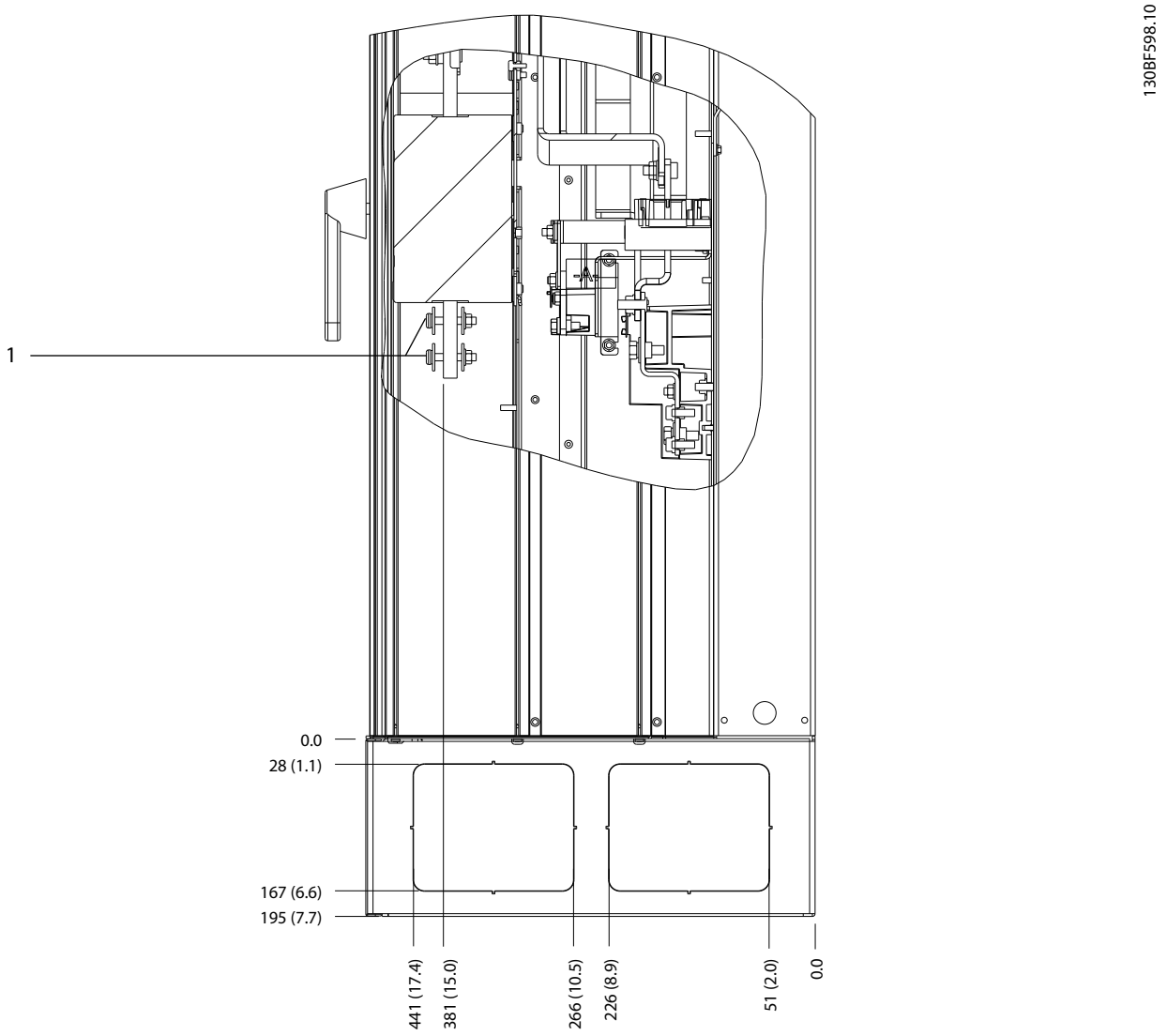
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	–	–

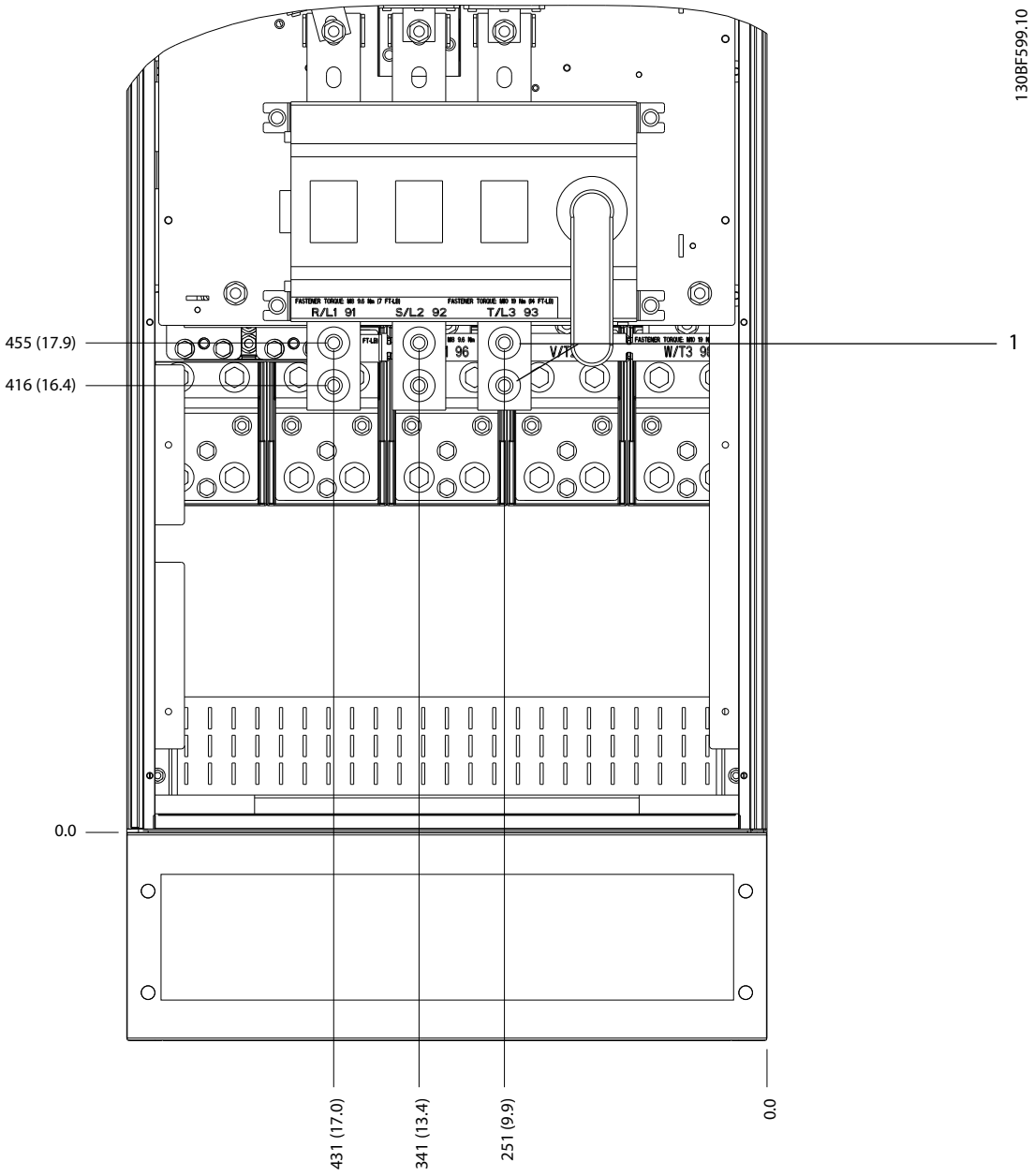
Ilustración 8.6 Dimensiones de los terminales del alojamiento E1 con desconexión (modelos de 380-480/500 V: P315; modelos de 525-690 V: P355-P560), vista frontal

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	–	–

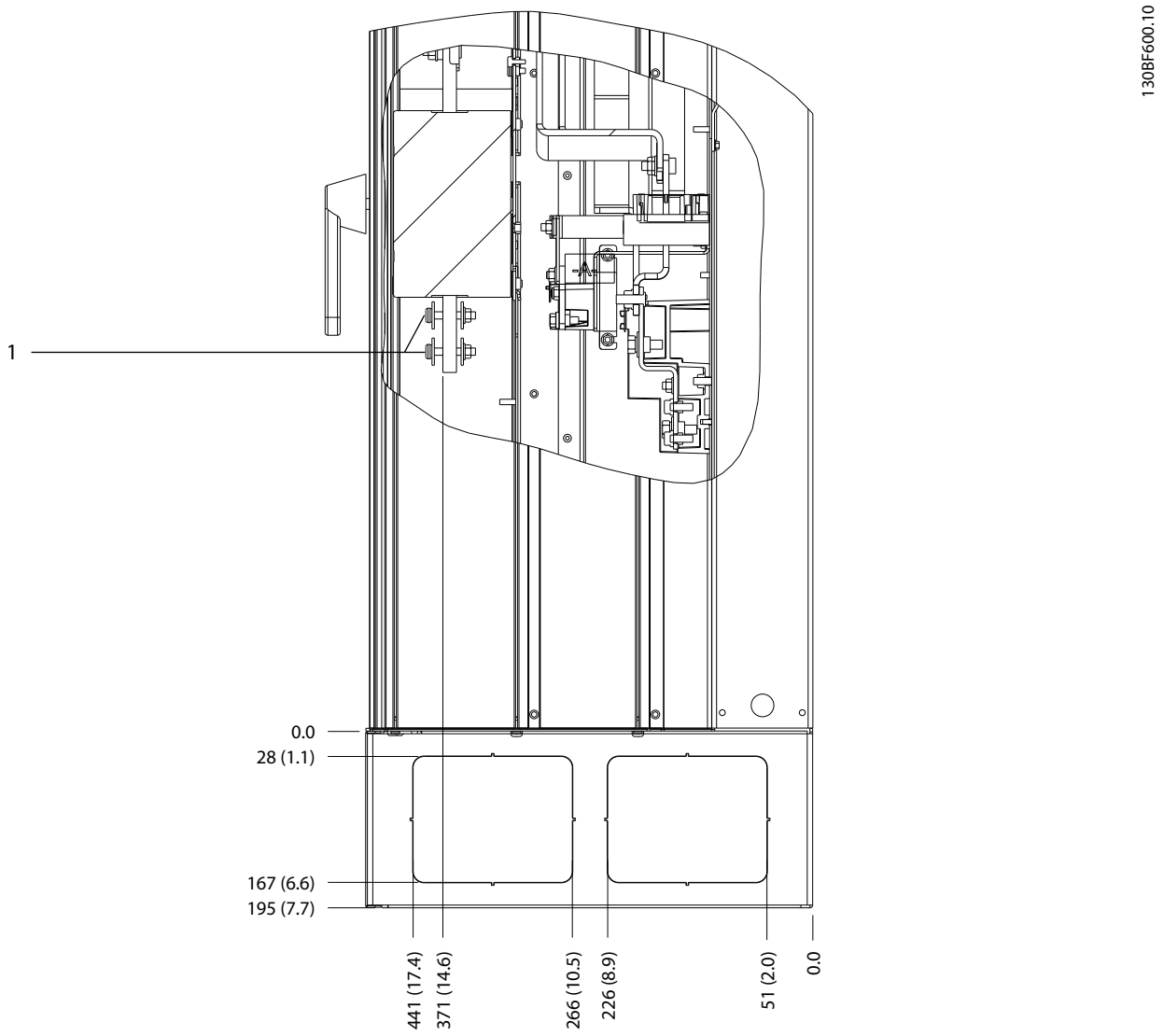
Ilustración 8.7 Dimensiones de los terminales del alojamiento E1 con desconexión (modelos de 380-480/500 V: P315; modelos de 525-690 V: P355-P560), vista lateral



1	Terminales de alimentación	–	–

Ilustración 8.8 Dimensiones de los terminales del alojamiento E1 con desconexión (modelos de 380-480/500 V: P355-P400), vista frontal

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	–	–

Ilustración 8.9 Dimensiones de los terminales del alojamiento E1 con desconexión (modelos de 380-480/500 V: P355-P400), vista lateral

8.2 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento E2

8.2.1 Dimensiones exteriores del alojamiento E2

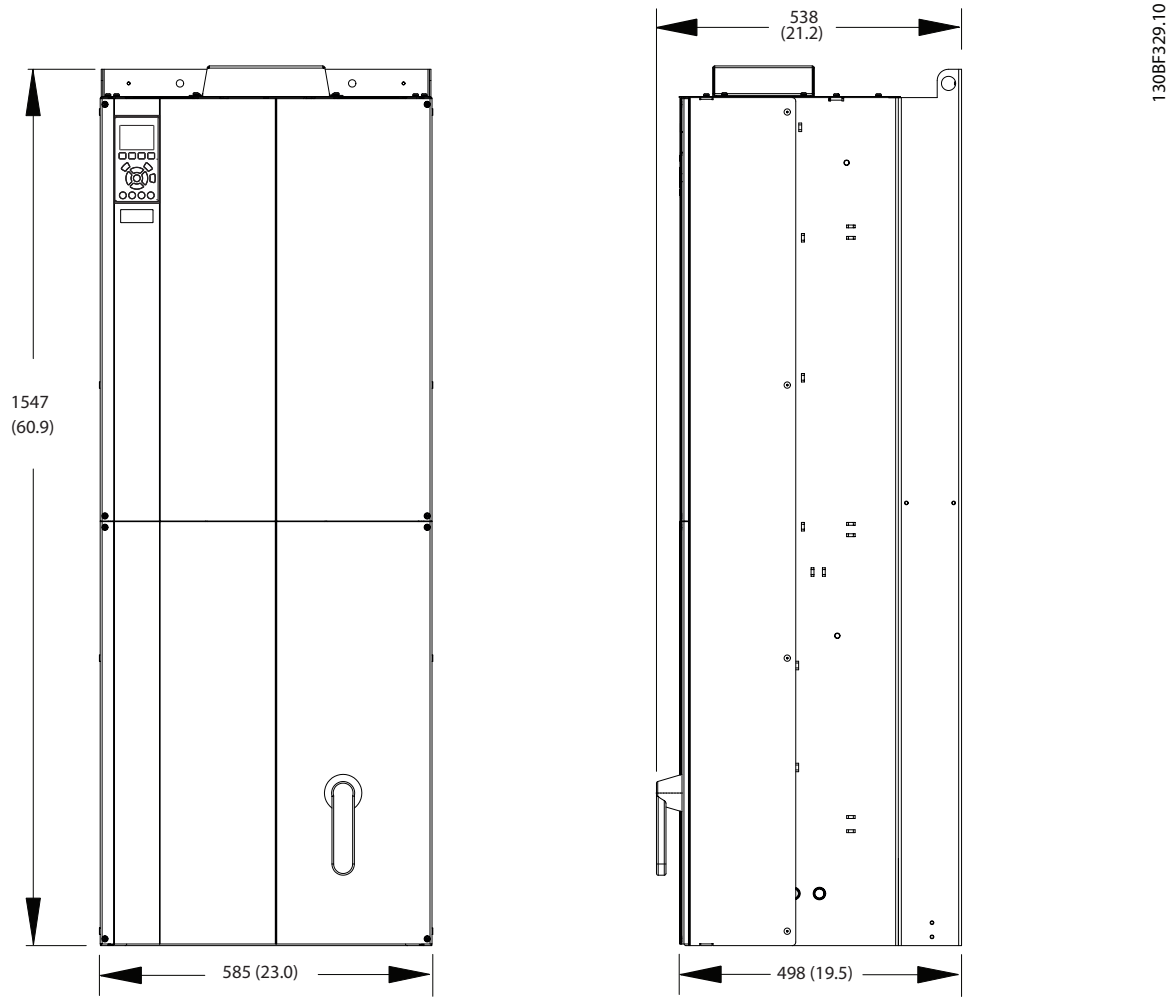
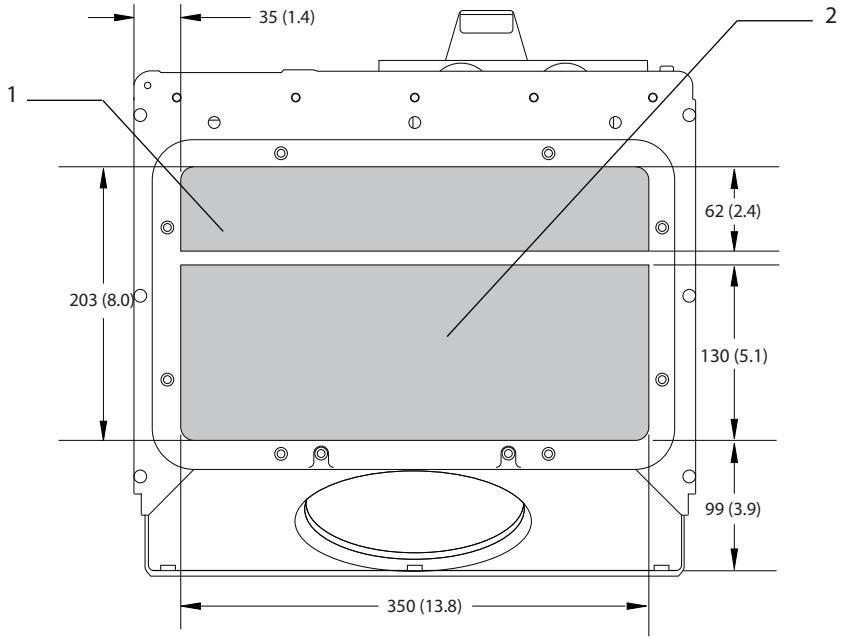


Ilustración 8.10 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento E2

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.11 Dimensiones de la placa prensacables de los alojamientos E1/E2

8.2.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento E2

Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.

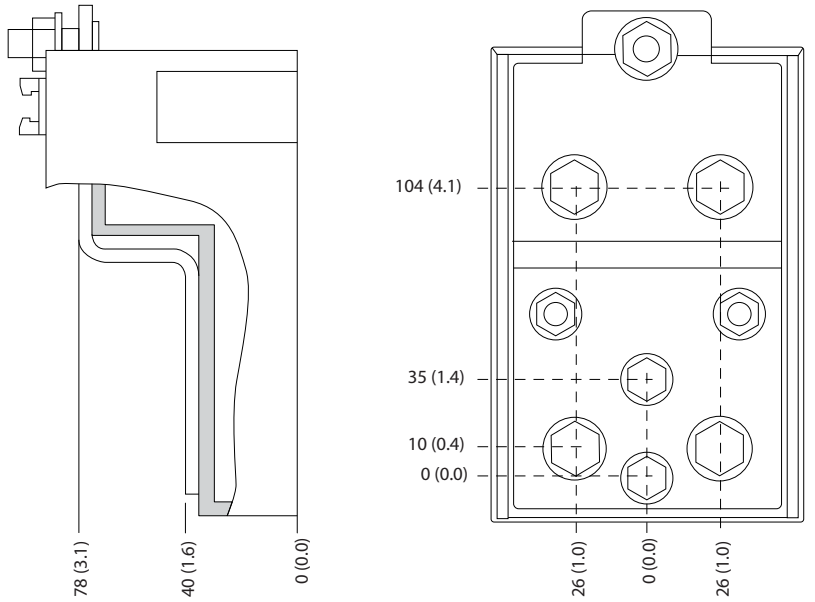
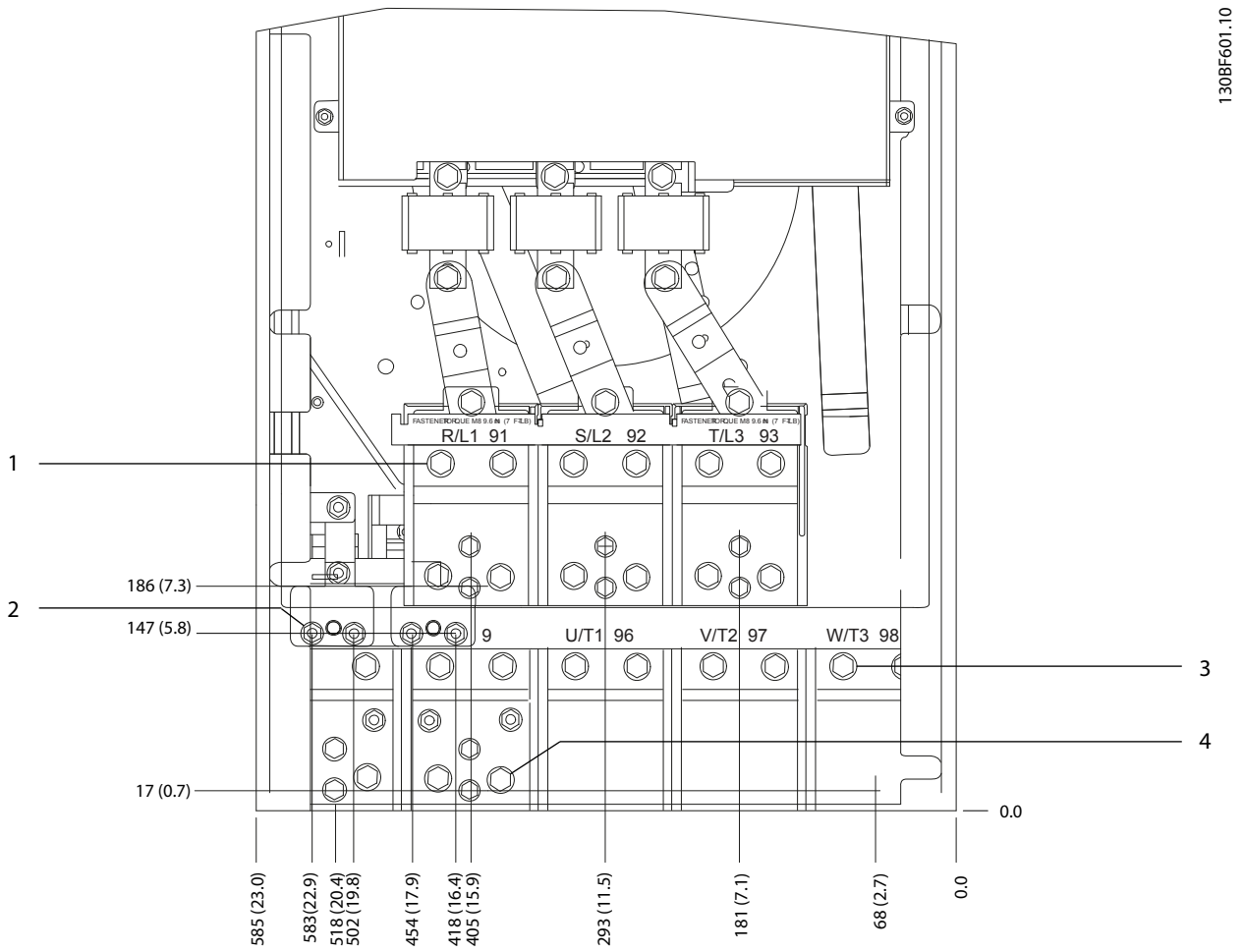


Ilustración 8.12 Detalle de las dimensiones de los terminales de los alojamientos E1/E2

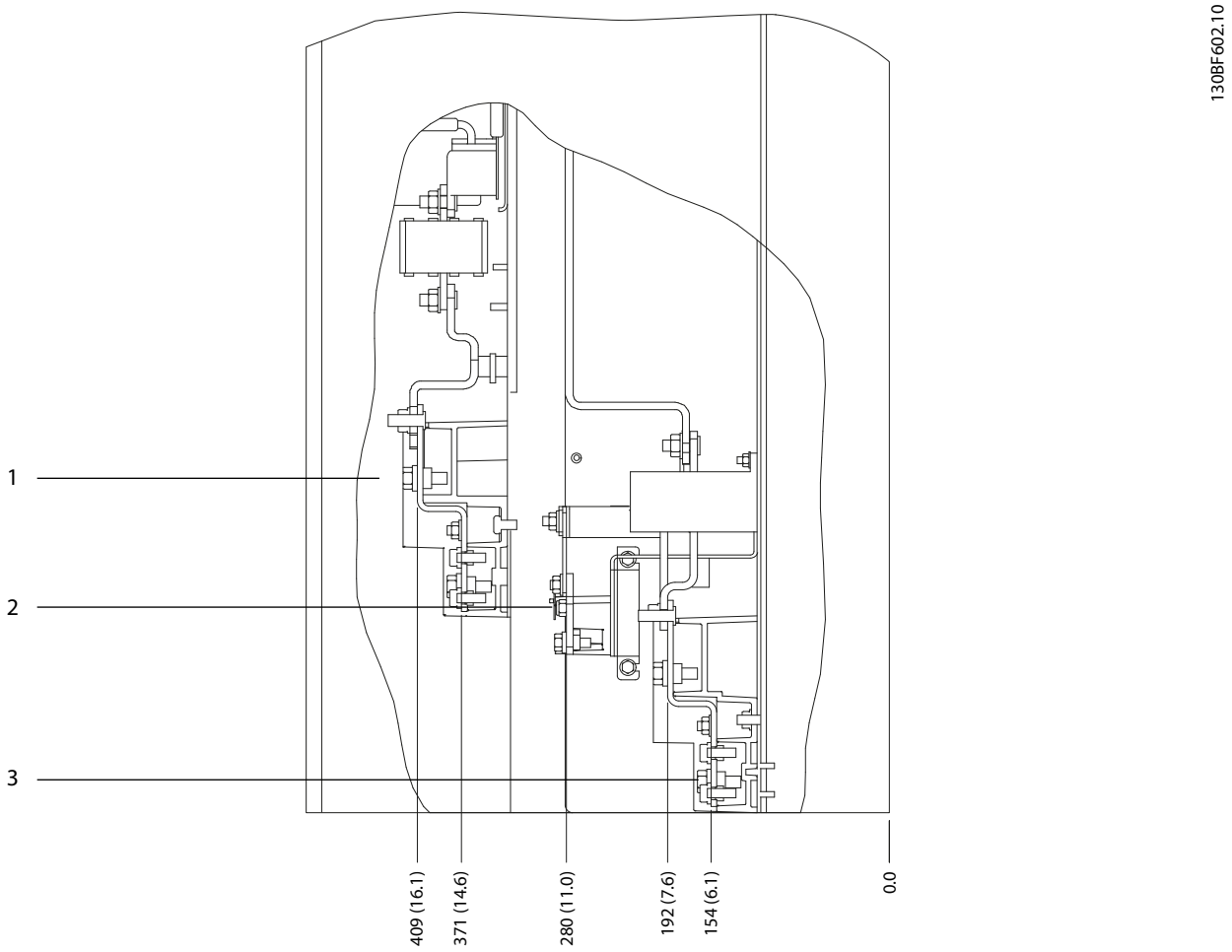
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	4	Terminales de carga compartida / regeneración

Ilustración 8.13 Dimensiones de los terminales del alojamiento E2 (vista frontal)

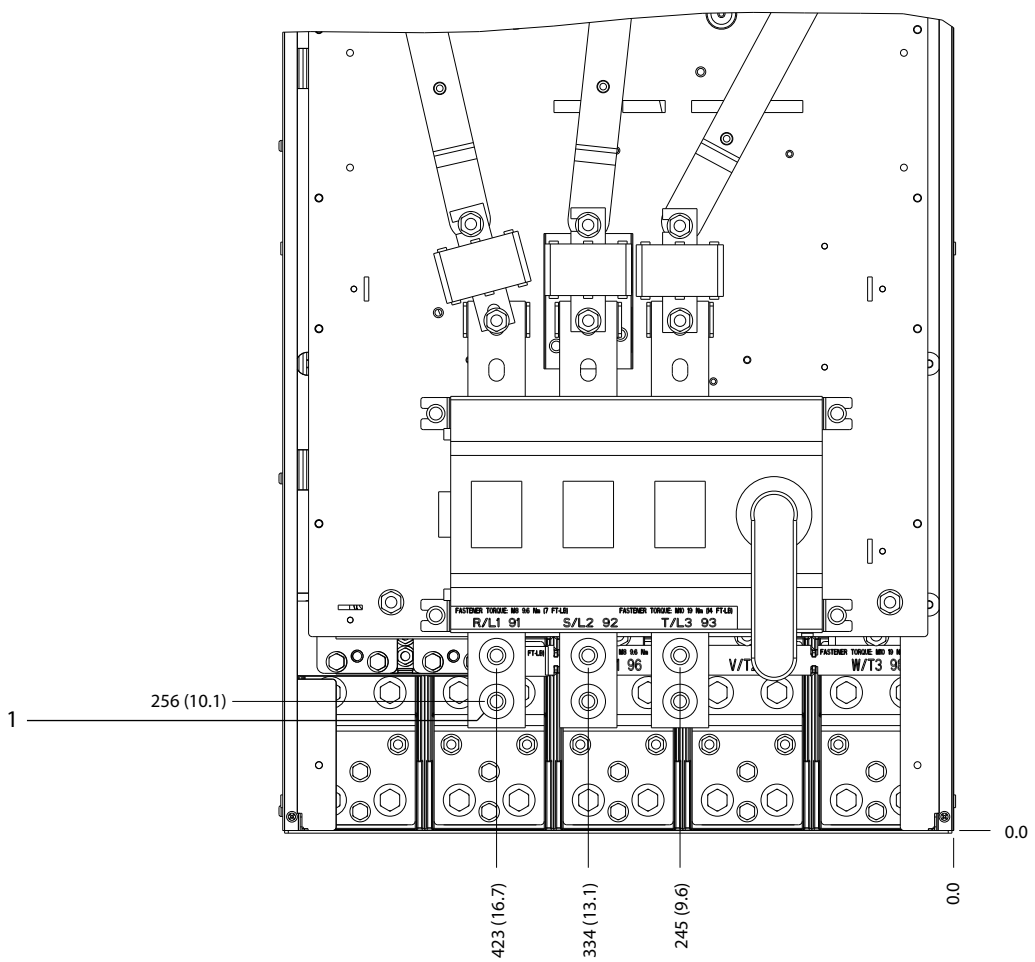
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Terminales de freno
3	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.14 Dimensiones de los terminales del alojamiento E2 (vista lateral)

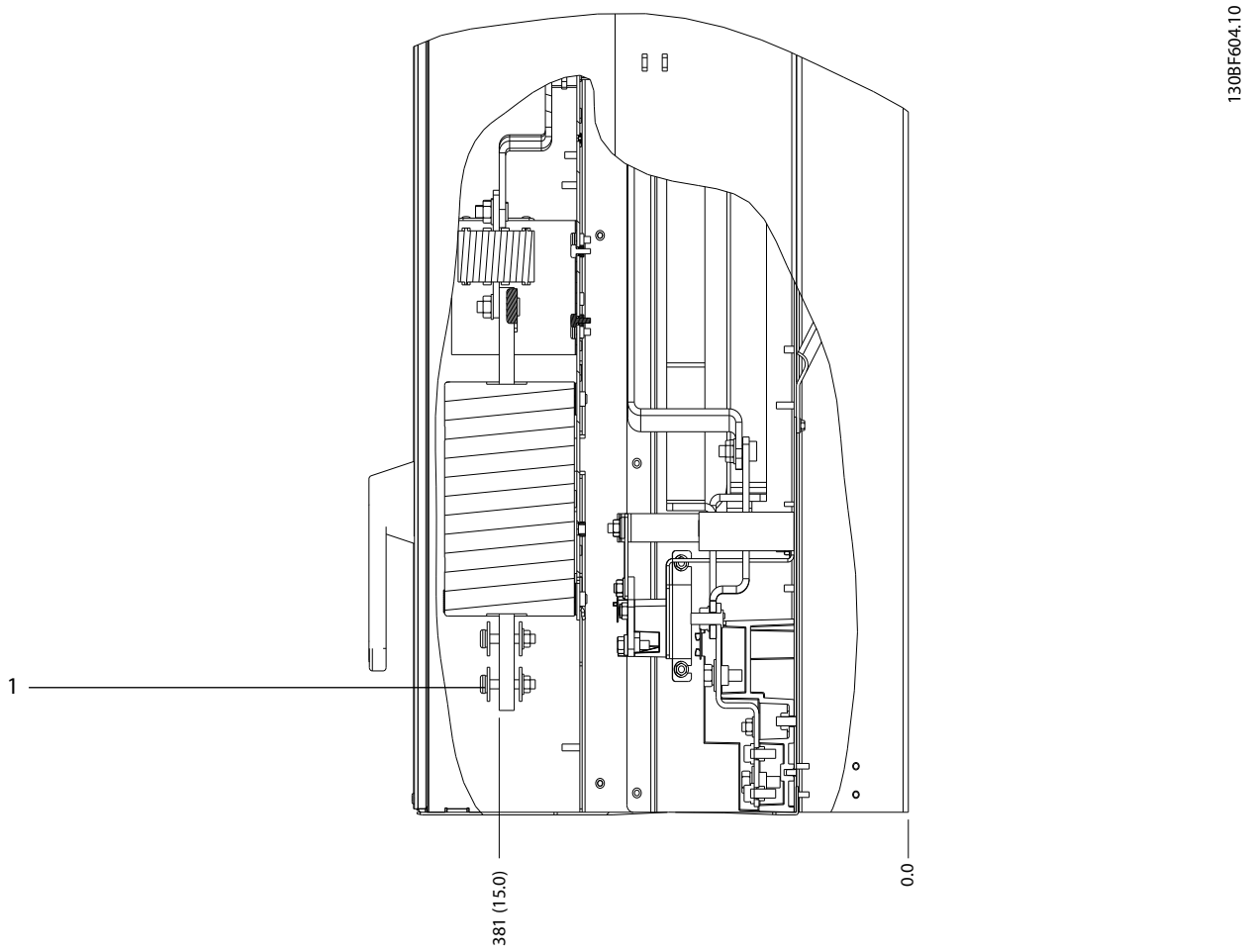
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	–	–

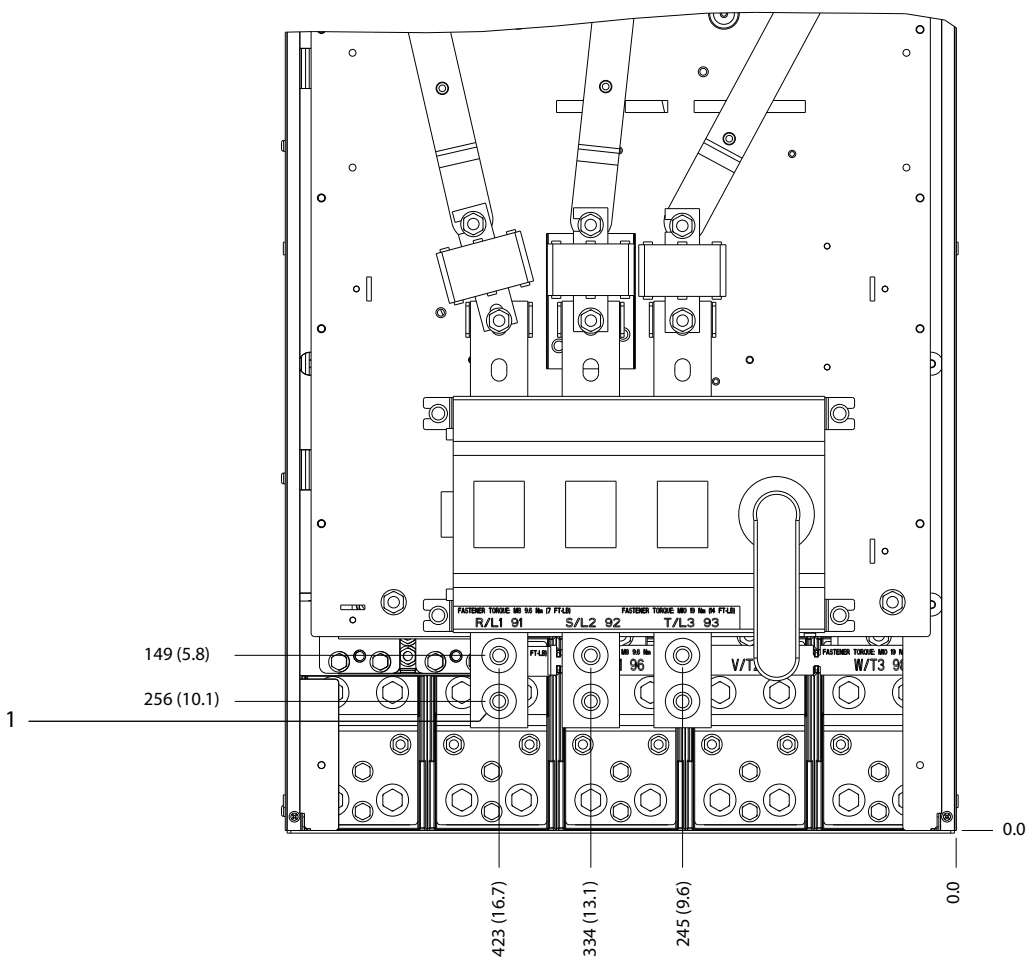
Ilustración 8.15 Dimensiones de los terminales del alojamiento E2 con desconexión (modelos de 380-480/500 V: P315; modelos de 525-690 V: P355-P560), vista frontal

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	–	–

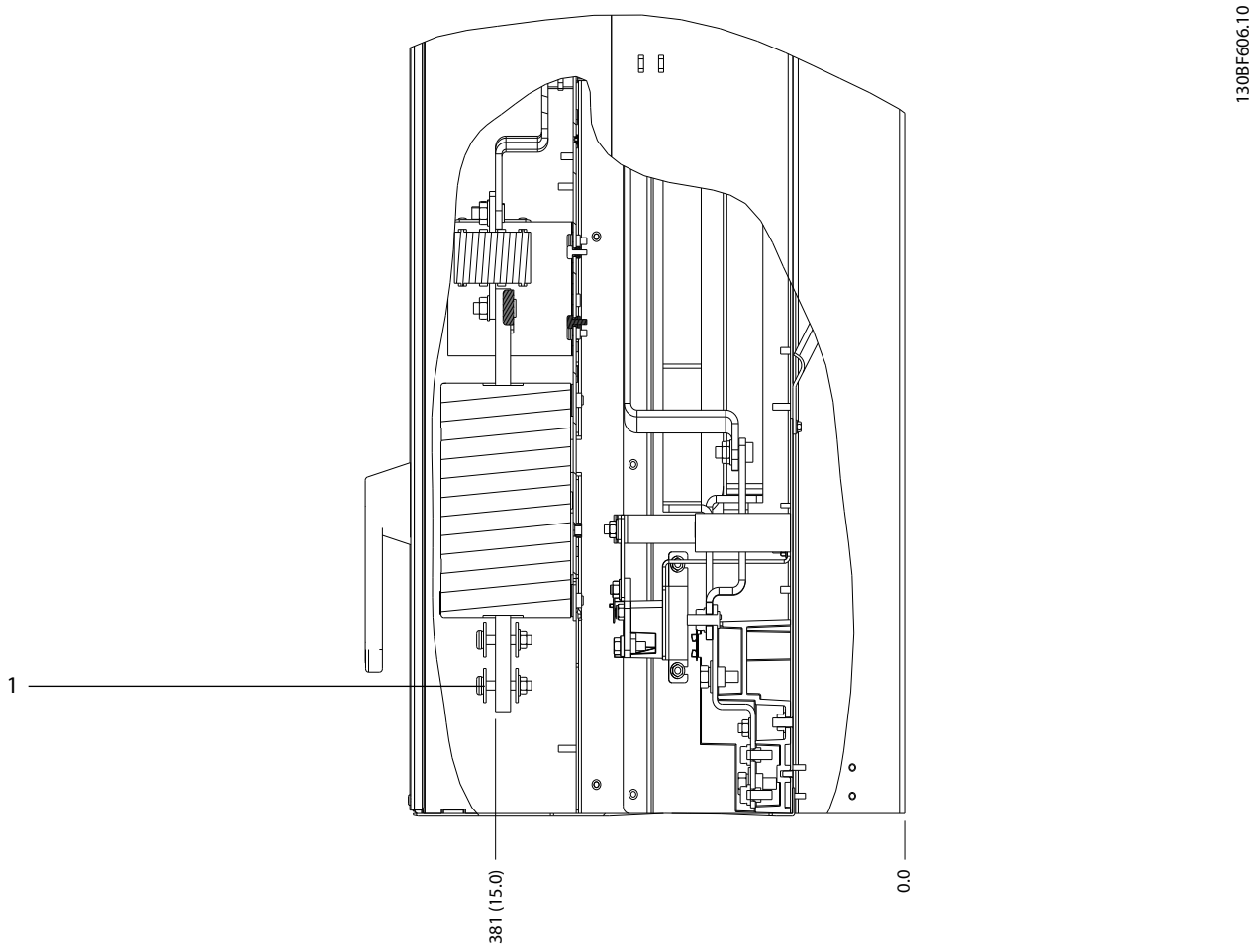
Ilustración 8.16 Dimensiones de los terminales del alojamiento E2 con desconexión (modelos de 380-480/500 V: P315; modelos de 525-690 V: P355-P560), vista lateral



1	Terminales de alimentación	–	–

Ilustración 8.17 Dimensiones de los terminales del alojamiento E2 con desconexión (modelos de 380-480/500 V: P355-P400), vista frontal

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	–	–

Ilustración 8.18 Dimensiones de los terminales del alojamiento E2 con desconexión (modelos de 380-480/500 V: P355-P400), vista lateral

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.3 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F1

8.3.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F1

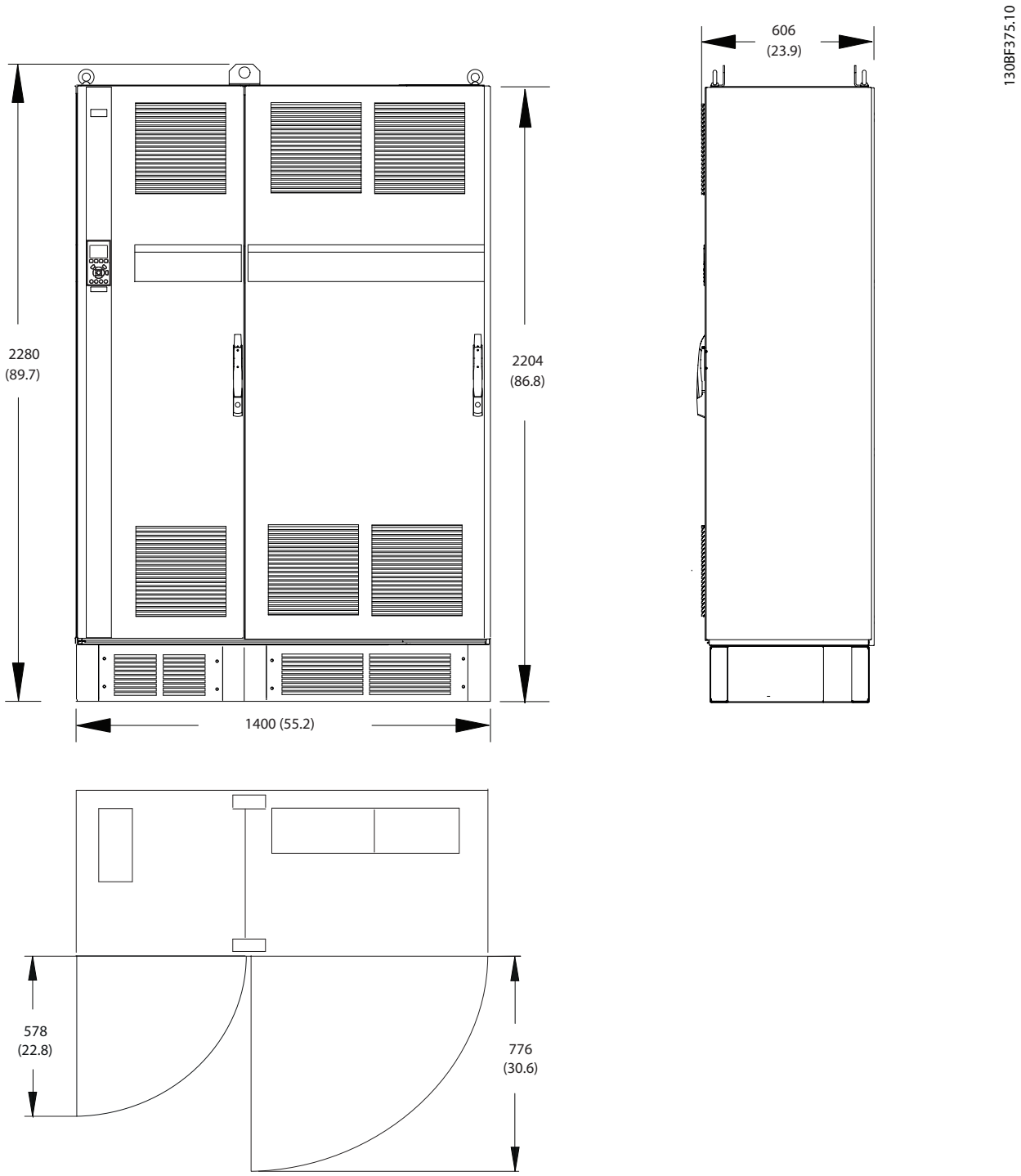
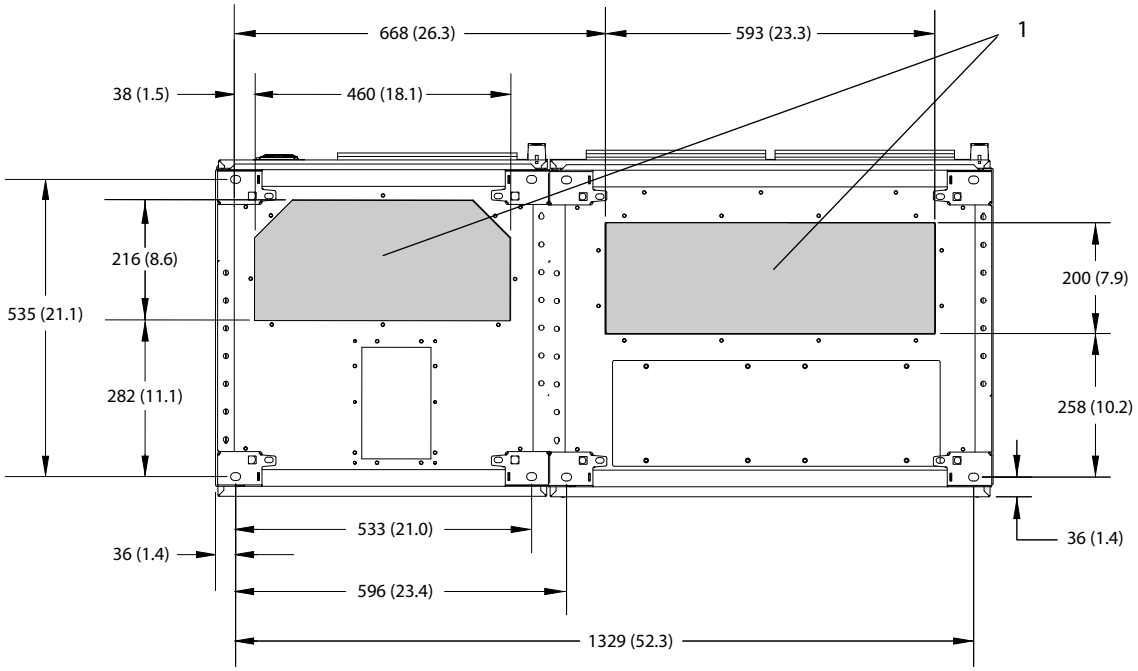


Ilustración 8.19 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F1

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

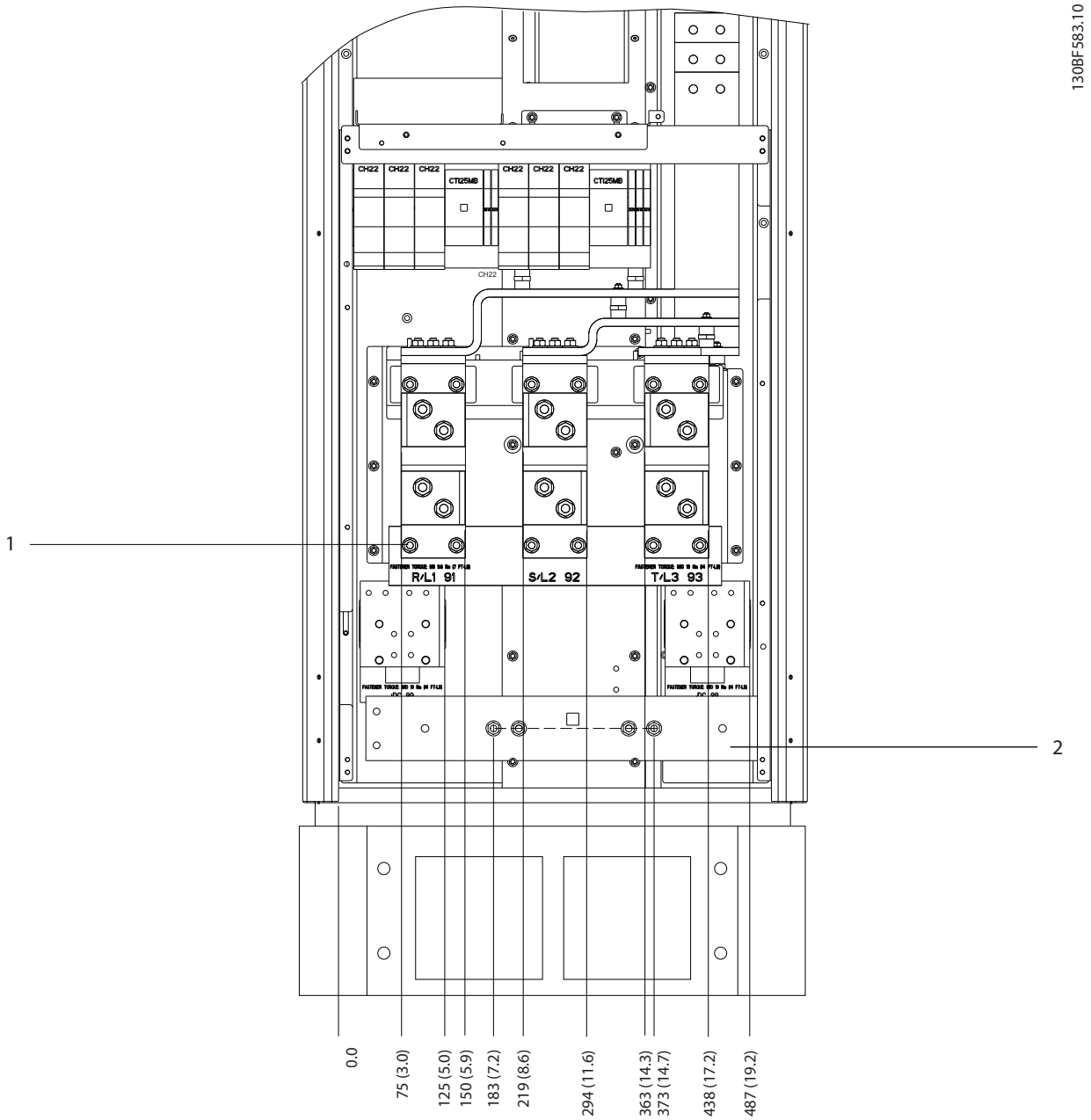


1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.20 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F1

8.3.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F1

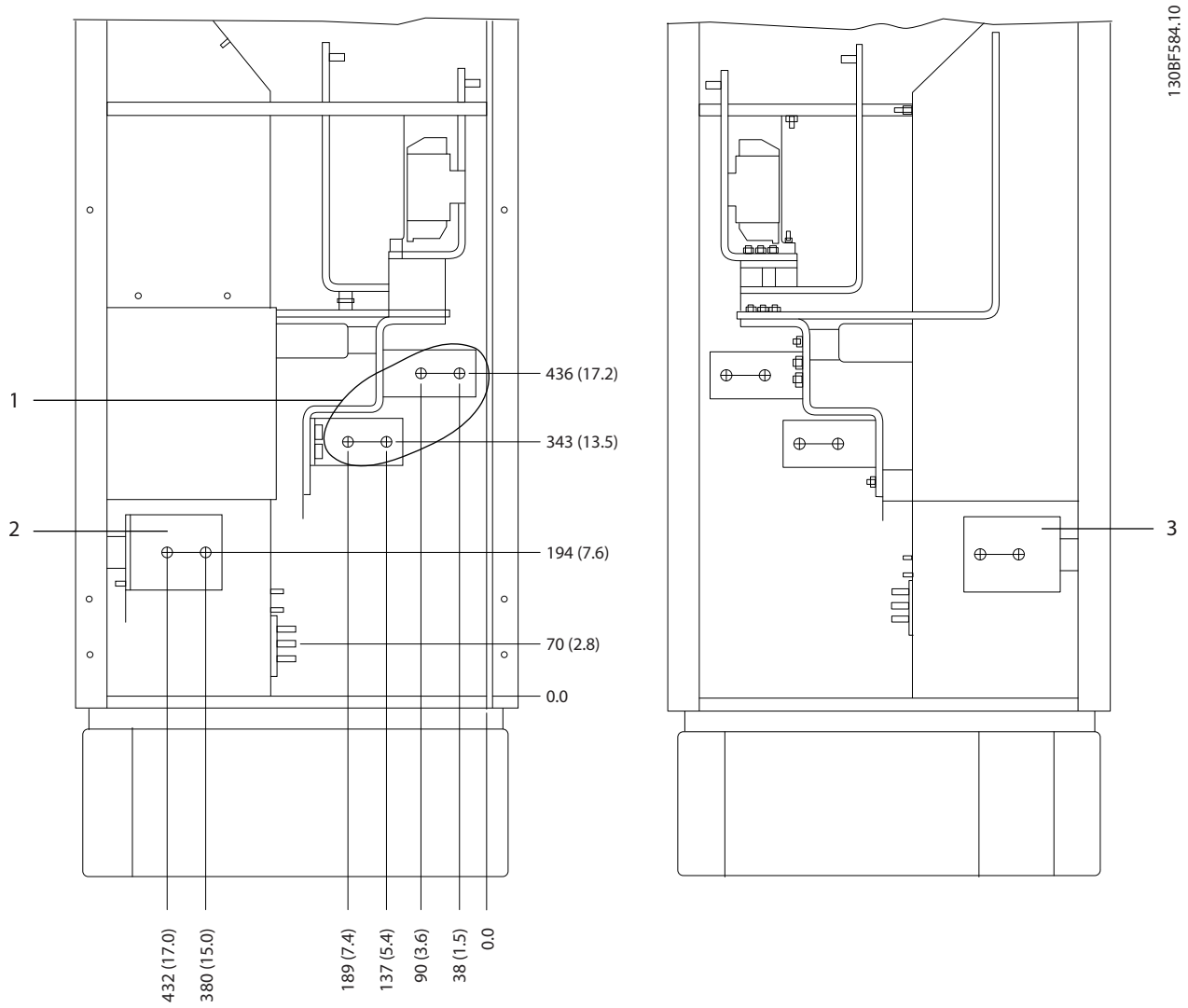
Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

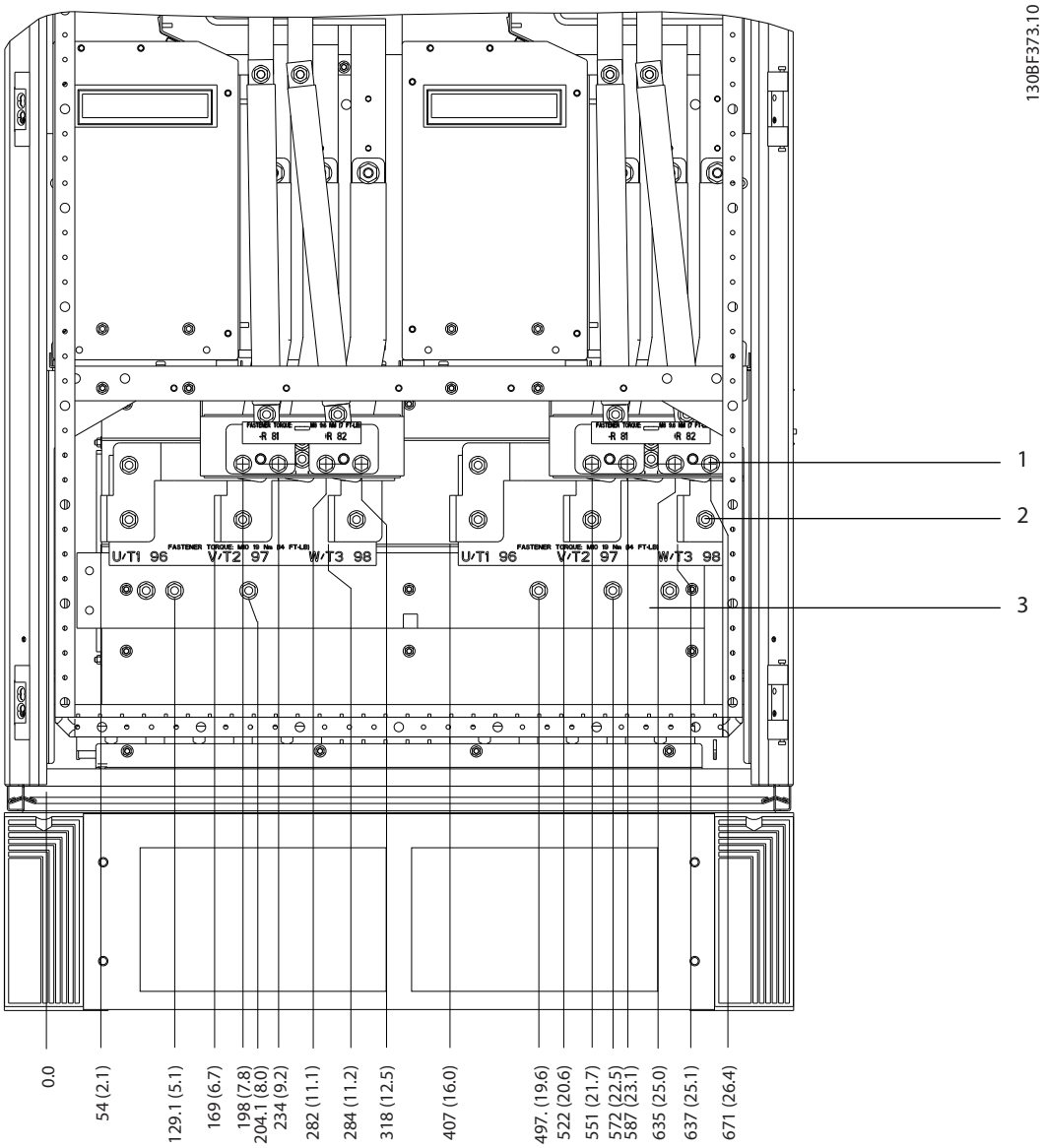
Ilustración 8.21 Dimensiones de los terminales para el armario del rectificador F1-F4 (vista frontal)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de carga compartida (–)
2	Terminales de carga compartida (+)	–	–

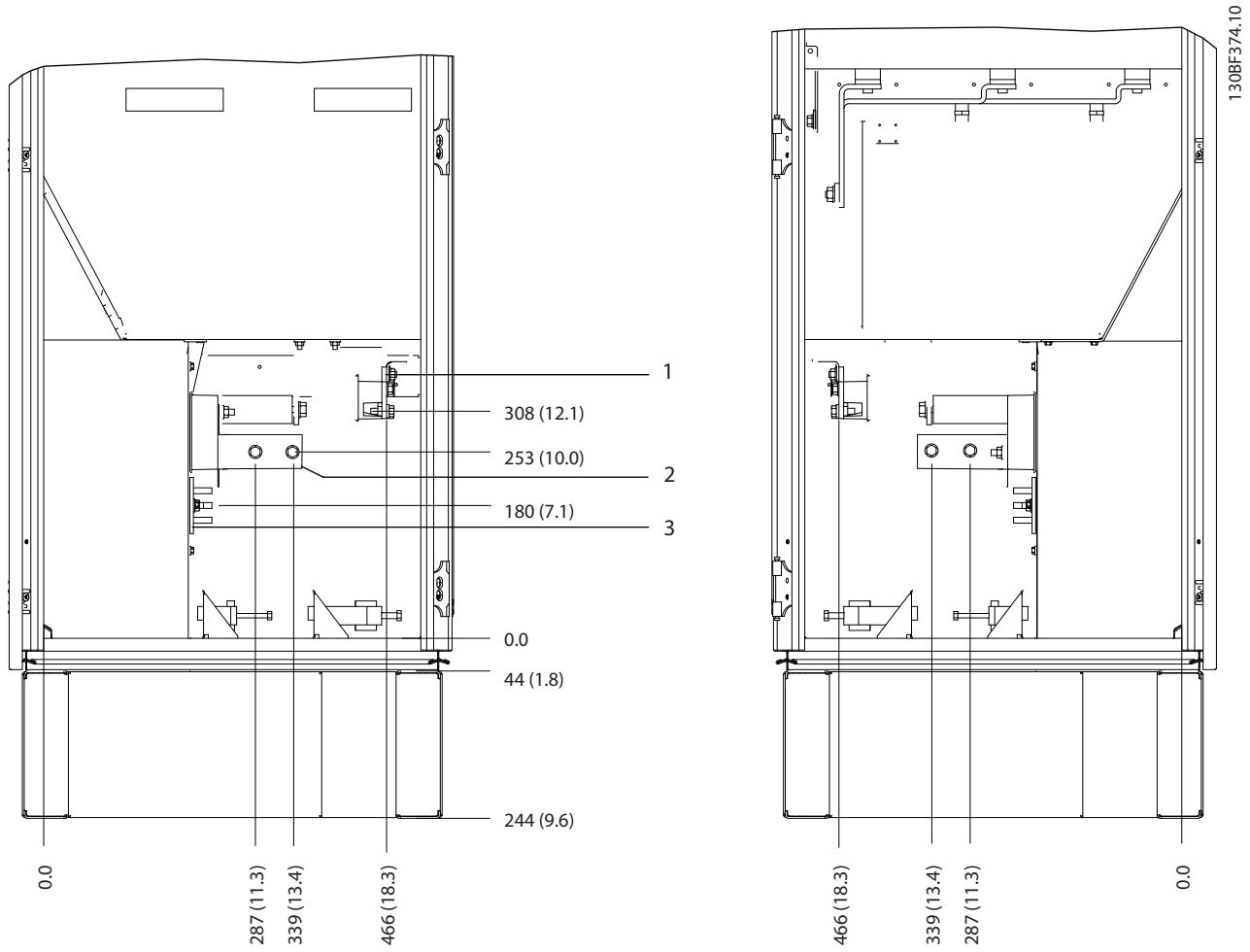
Ilustración 8.22 Dimensiones de los terminales para el armario del rectificador F1-F2 (vista lateral)



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

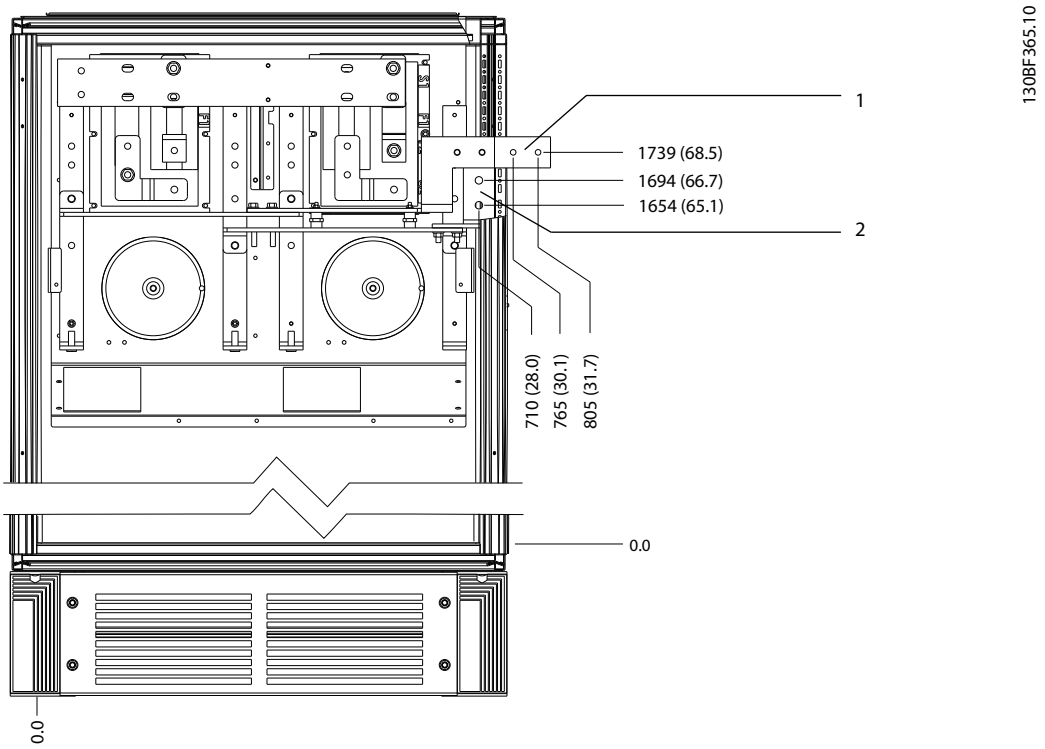
Ilustración 8.23 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F1/F3 (vista frontal)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.24 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F1/F3 (vista lateral)



1	CC –	2	CC +

Ilustración 8.25 Dimensiones de los terminales de regeneración F1/F3 (vista frontal)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.4 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F2

8.4.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F2

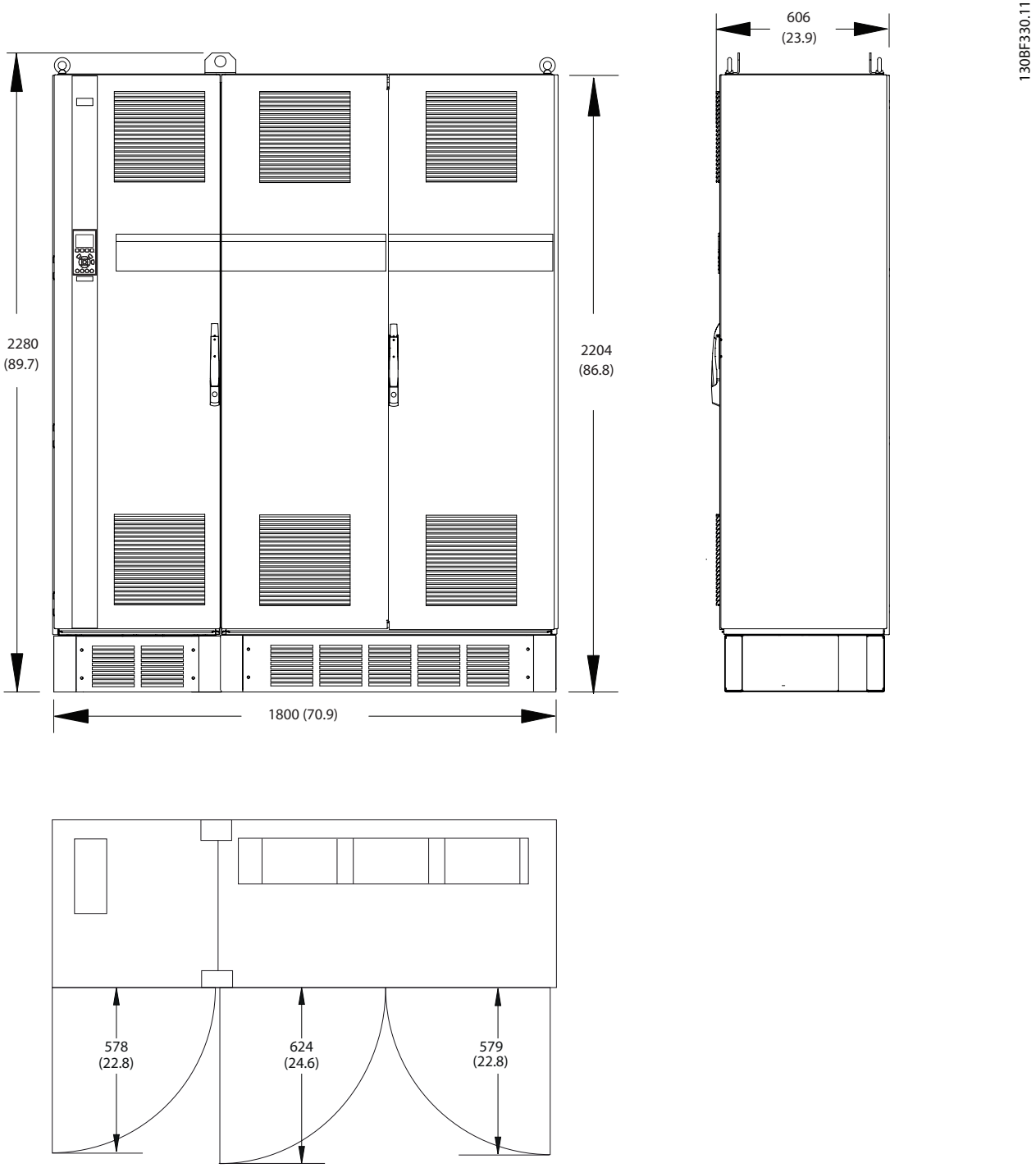
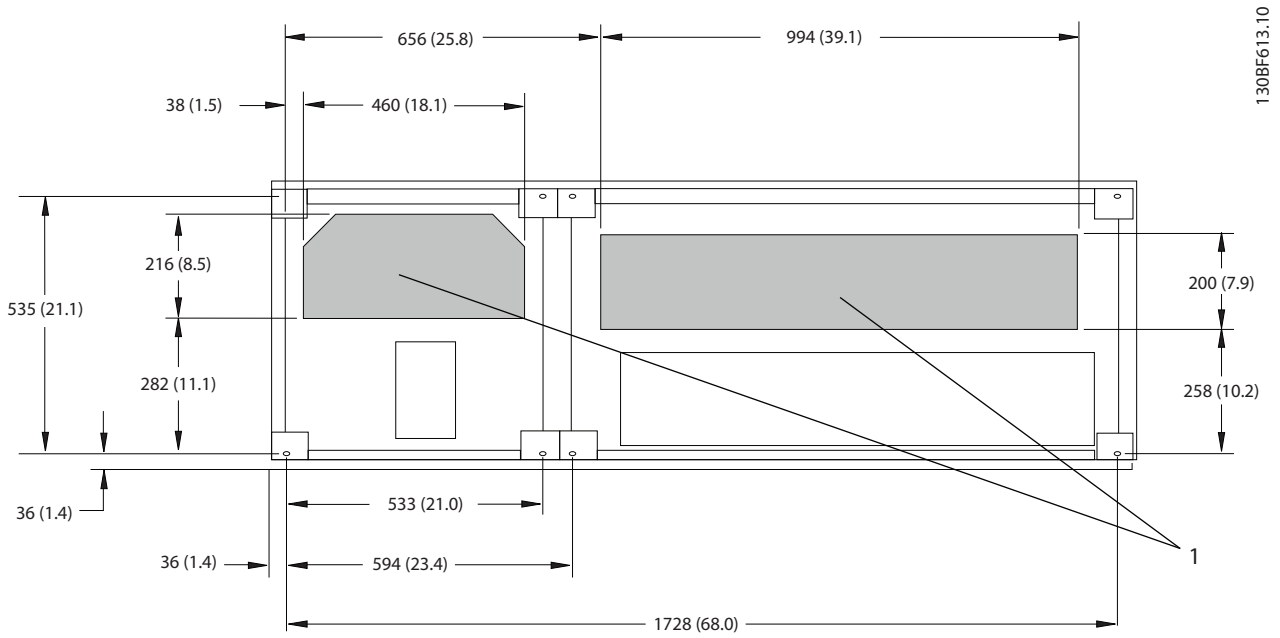


Ilustración 8.26 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F2

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



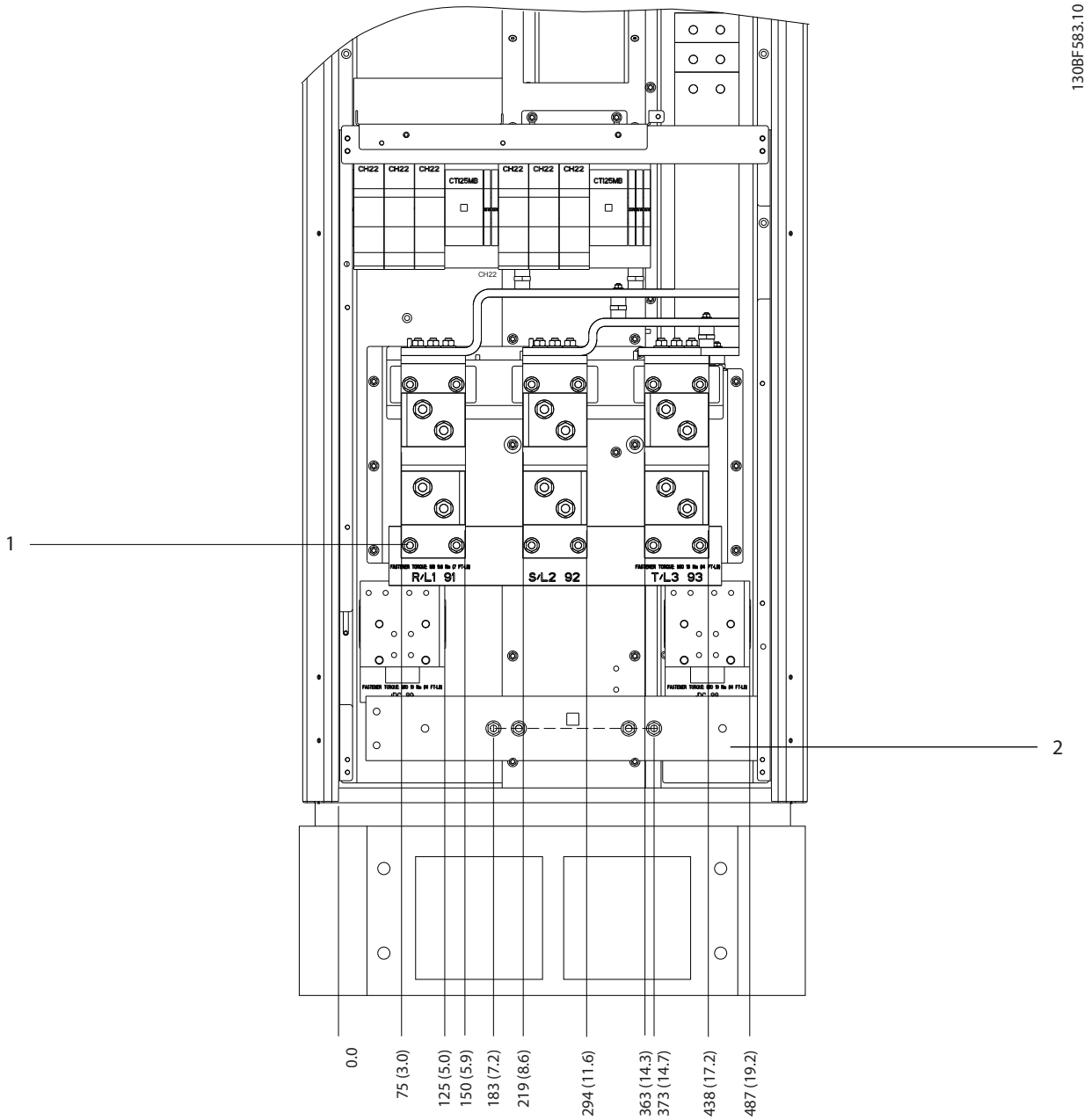
1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.27 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F2

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

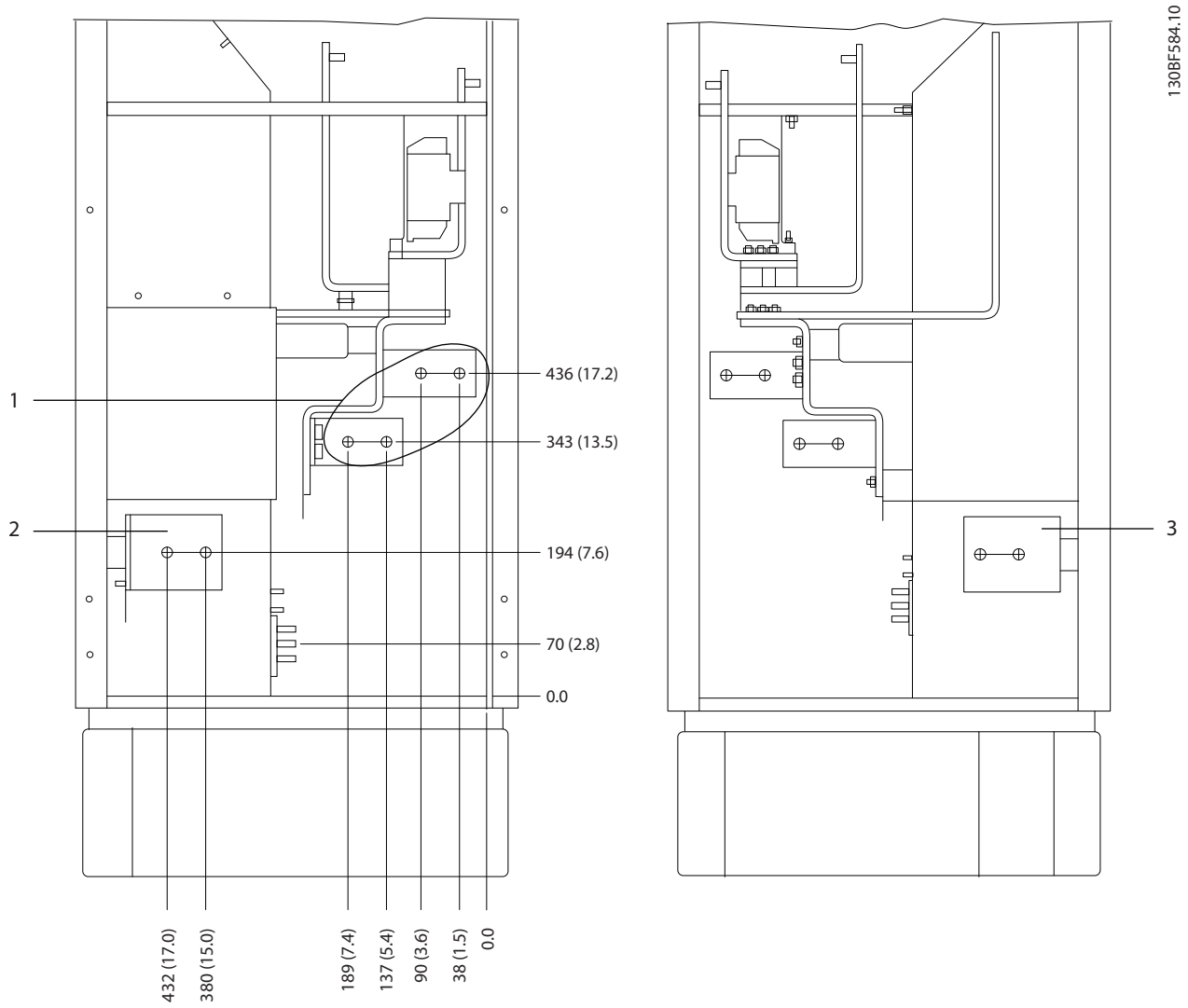
8.4.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F2

Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

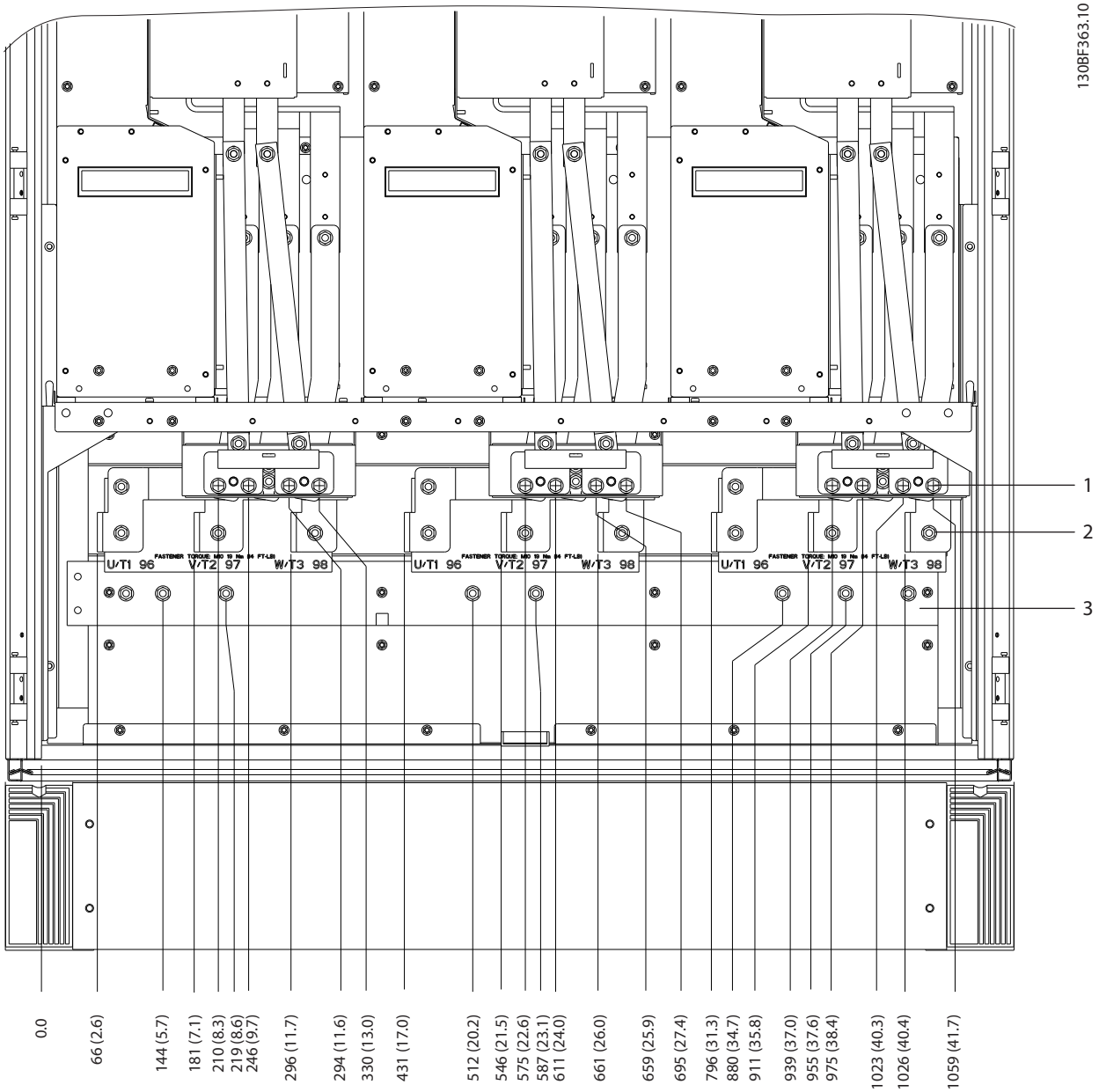
Ilustración 8.28 Dimensiones de los terminales para el armario del rectificador F1-F4 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de carga compartida (–)
2	Terminales de carga compartida (+)	–	–

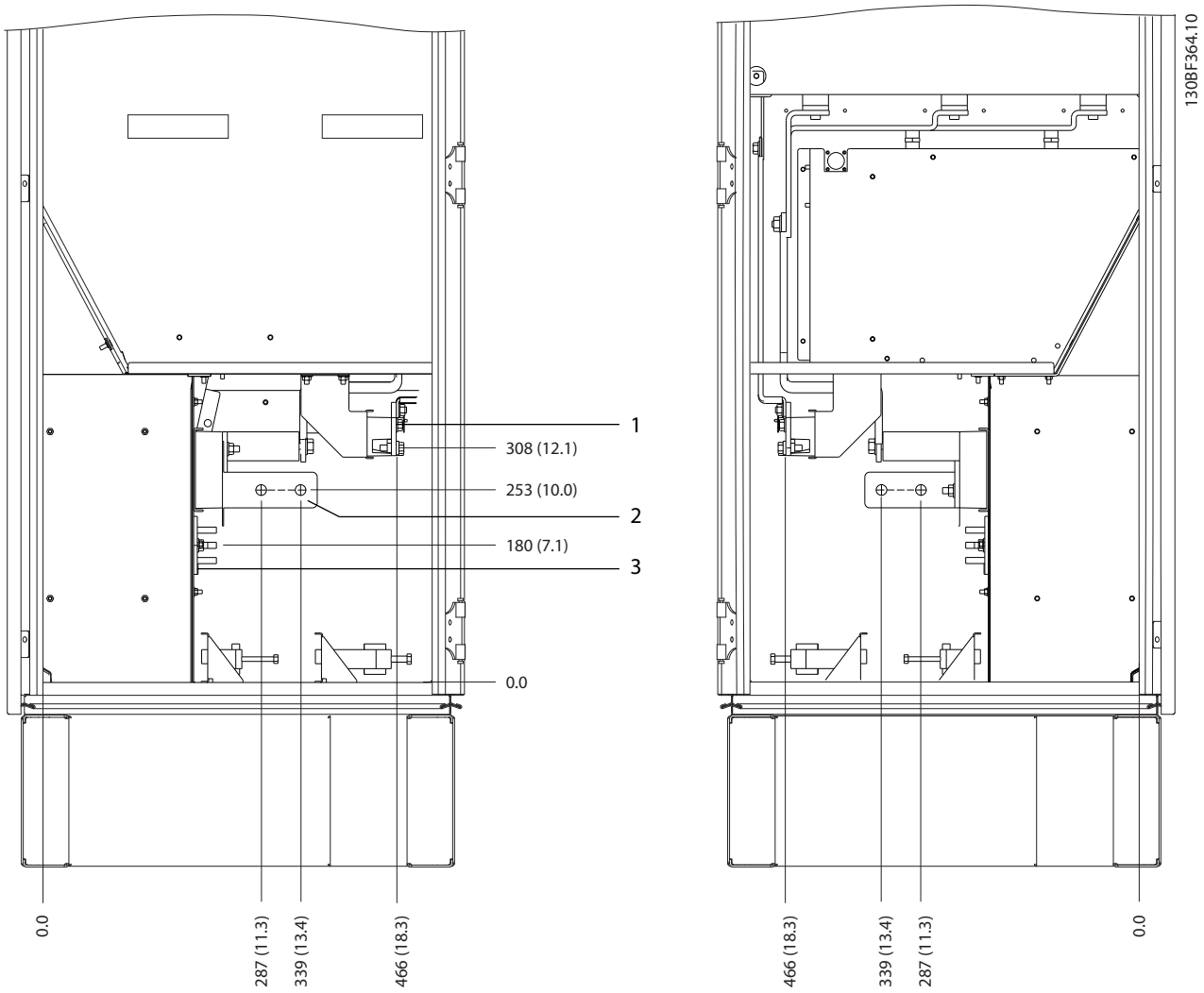
Ilustración 8.29 Dimensiones de los terminales para el armario del rectificador F1-F2 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

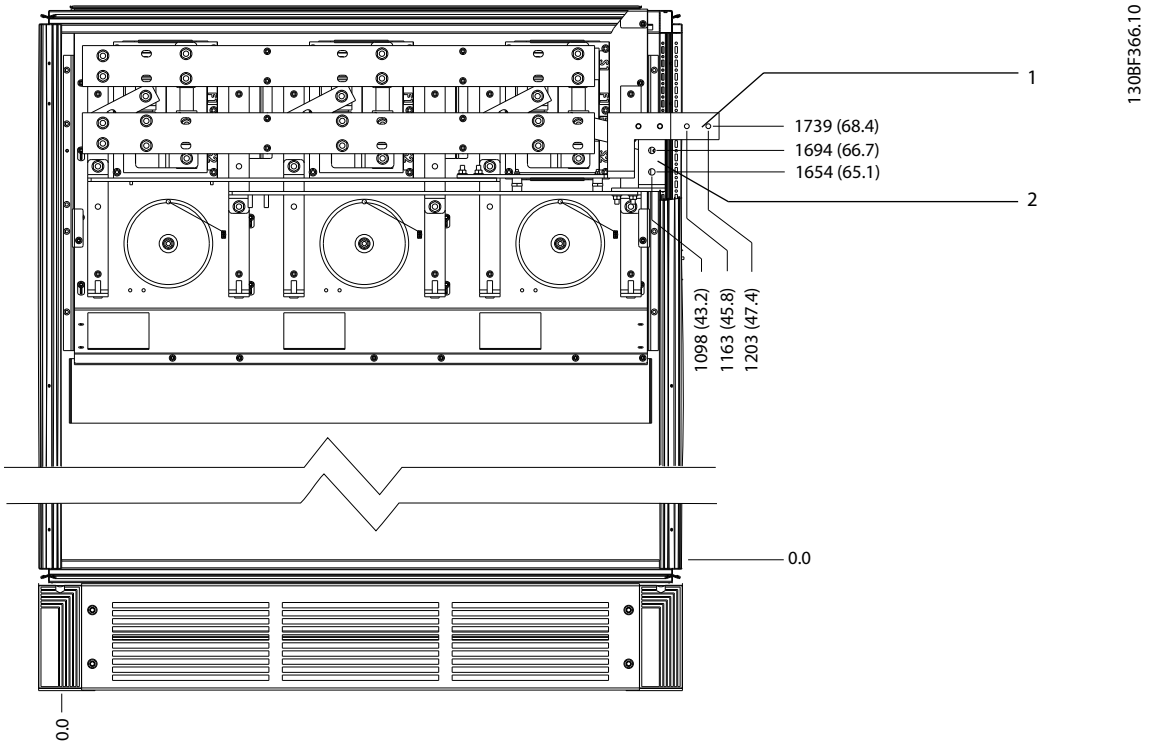
Ilustración 8.30 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F2/F4 (vista frontal)



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.31 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F2/F4 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	CC –	2	CC +

Ilustración 8.32 Dimensiones de los terminales de regeneración F2/F4 (vista frontal)

8.5 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F3

8.5.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F3

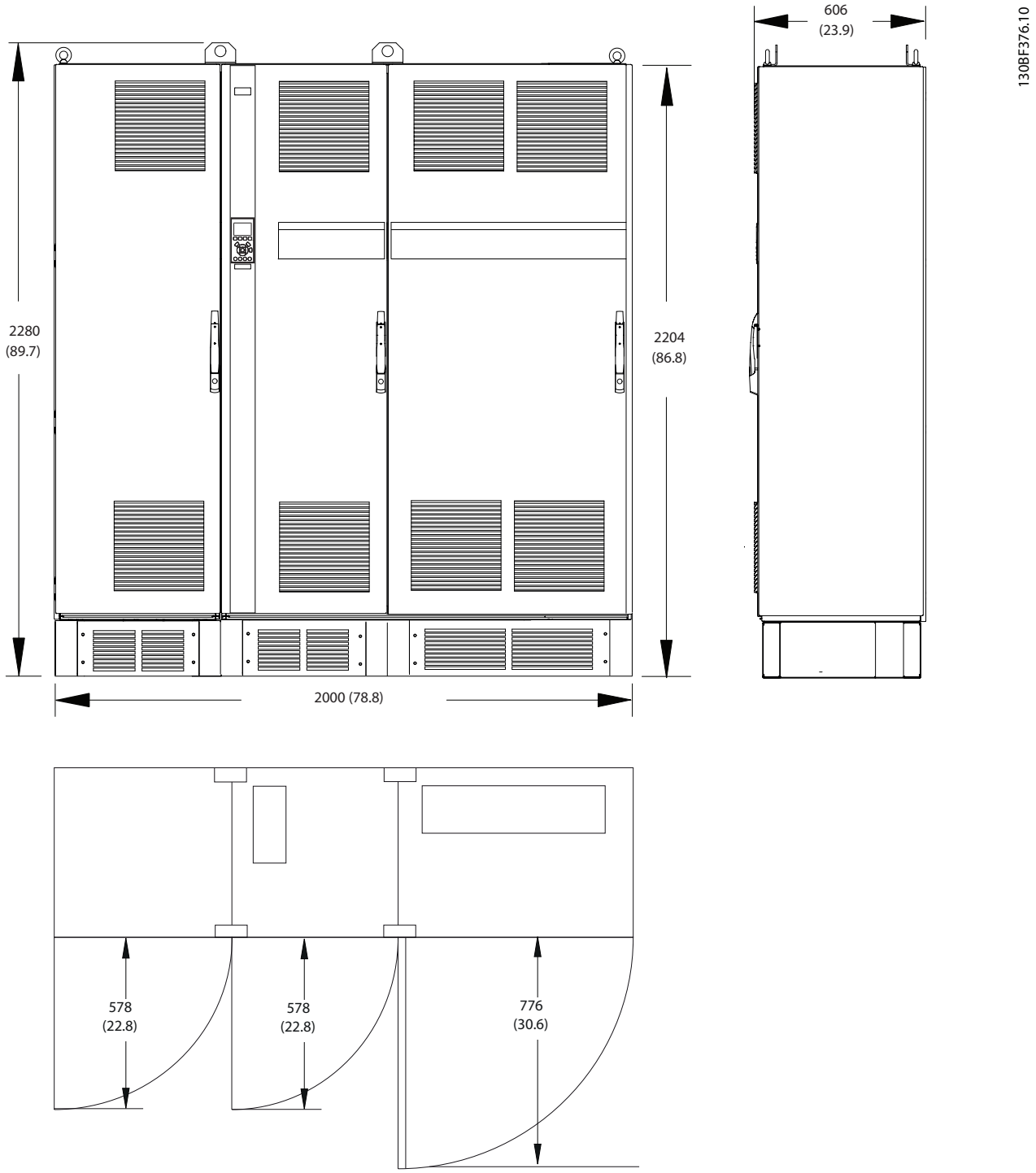
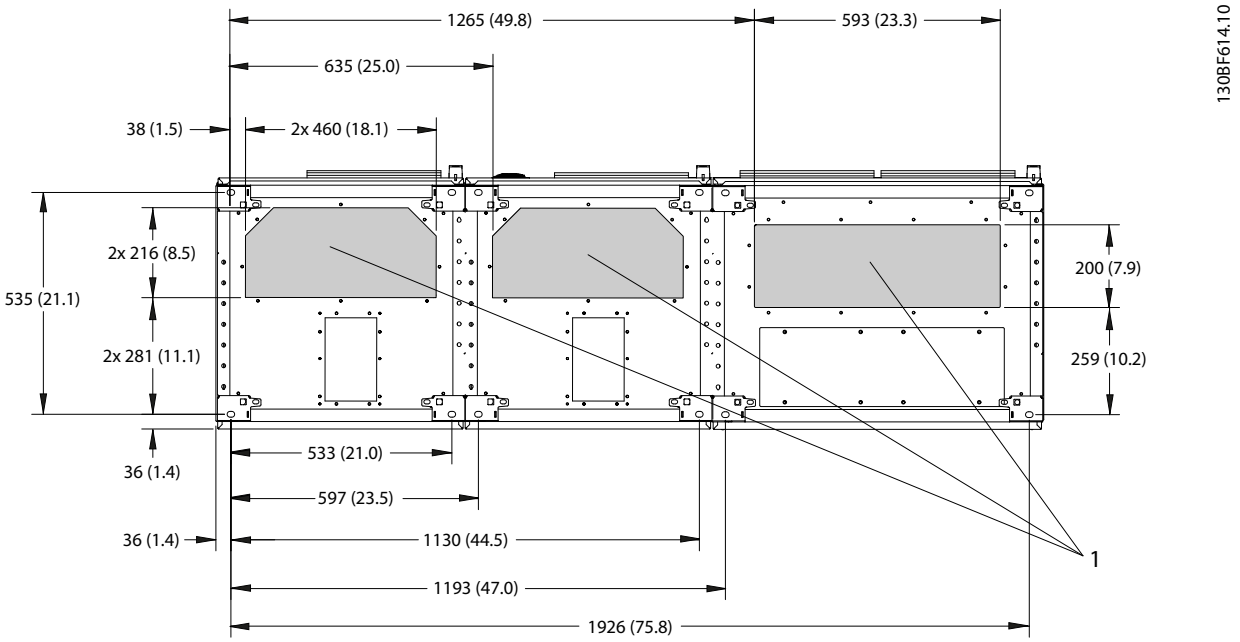


Ilustración 8.33 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F3

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

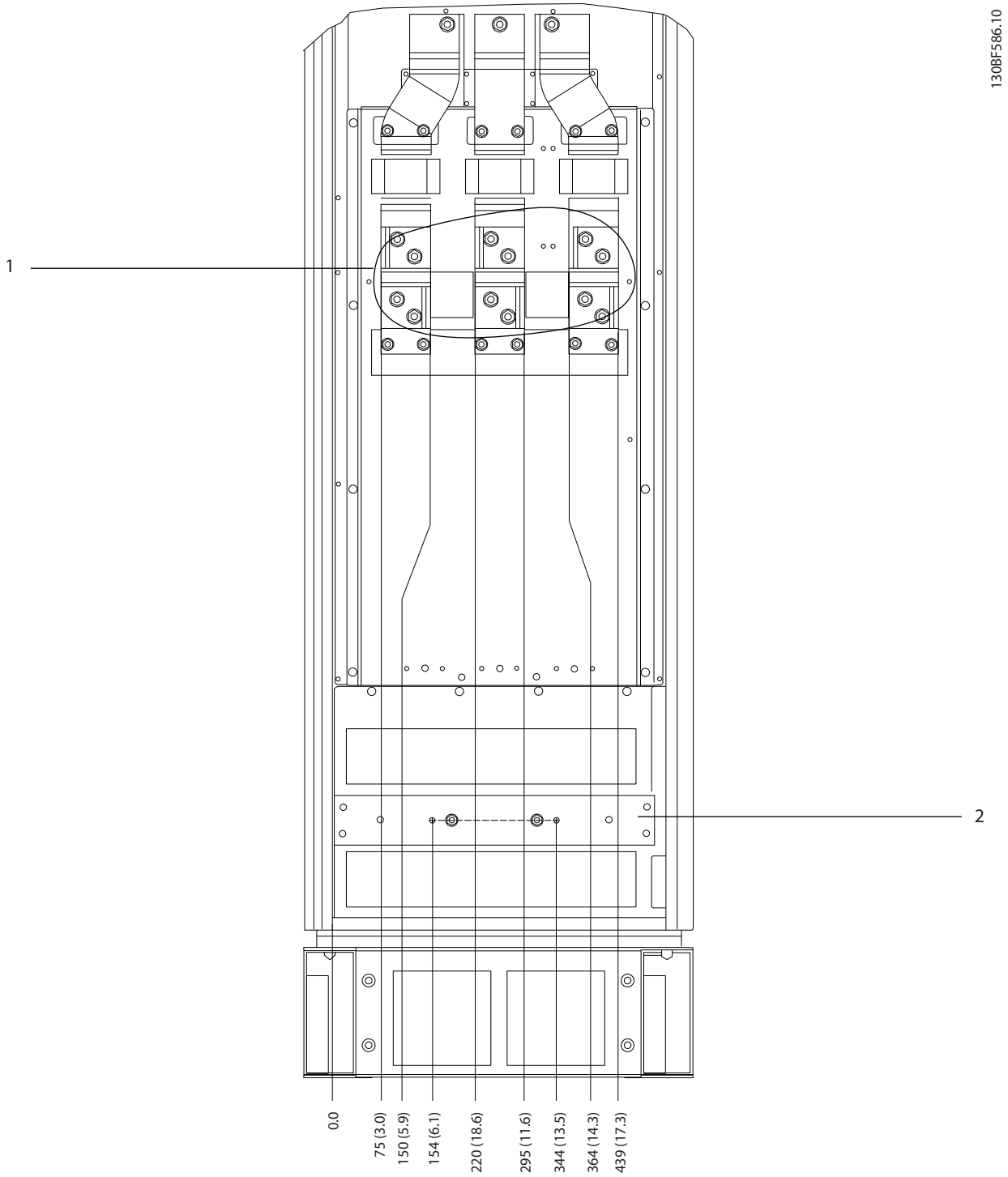


1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.34 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F3

8.5.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F3

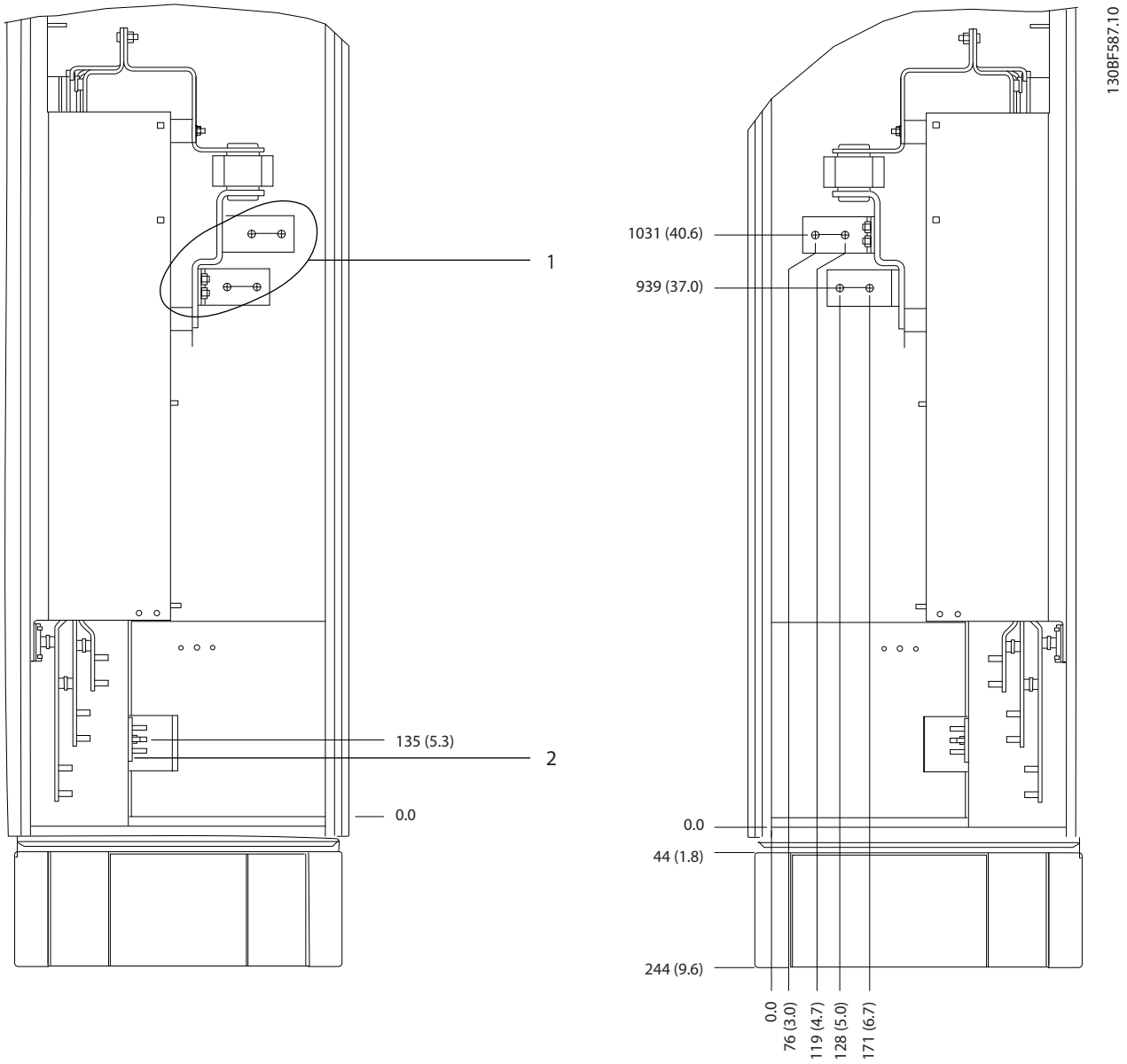
Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.35 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F3-F4 (vista frontal)

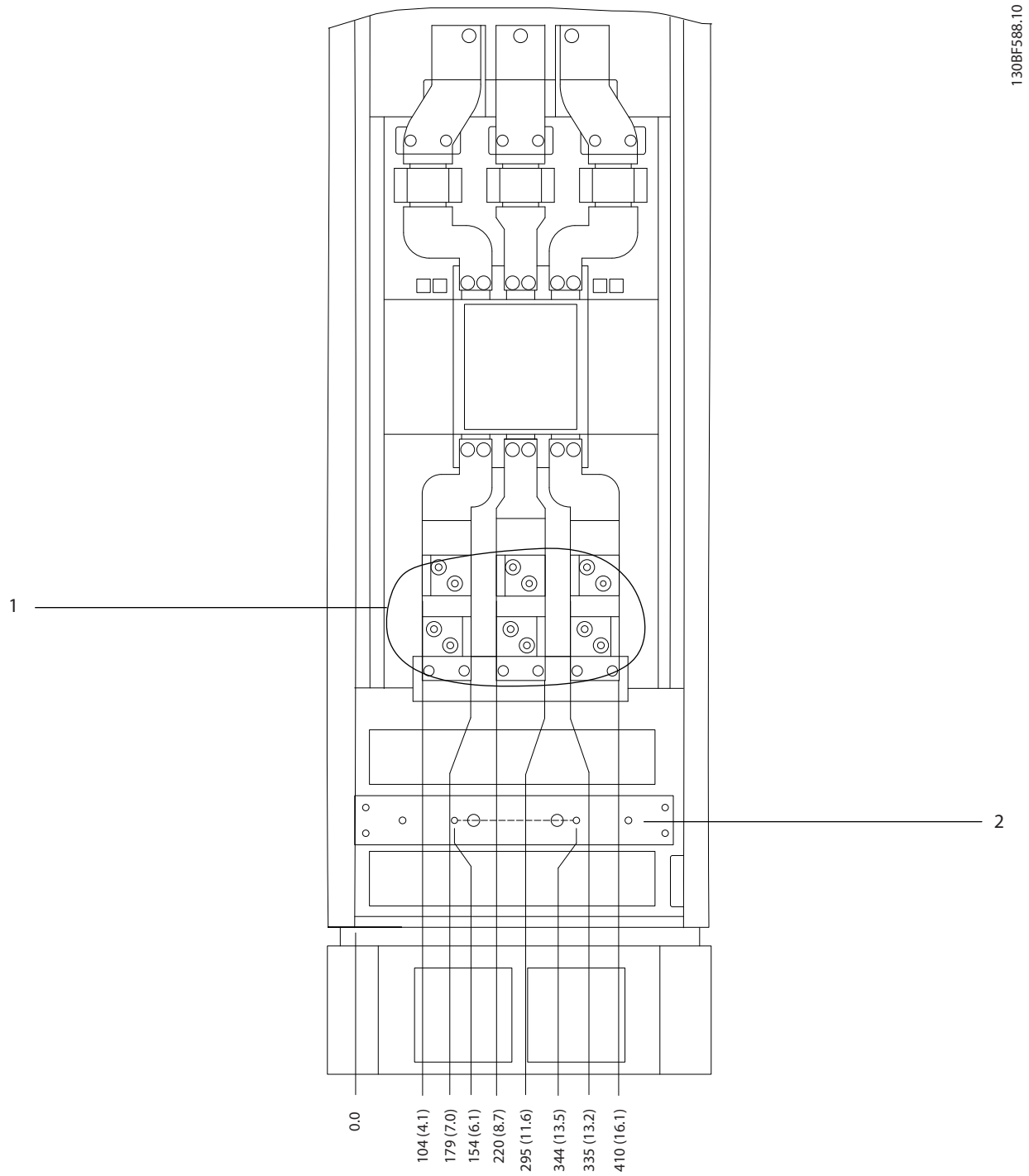
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.36 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F3-F4 (vista lateral)

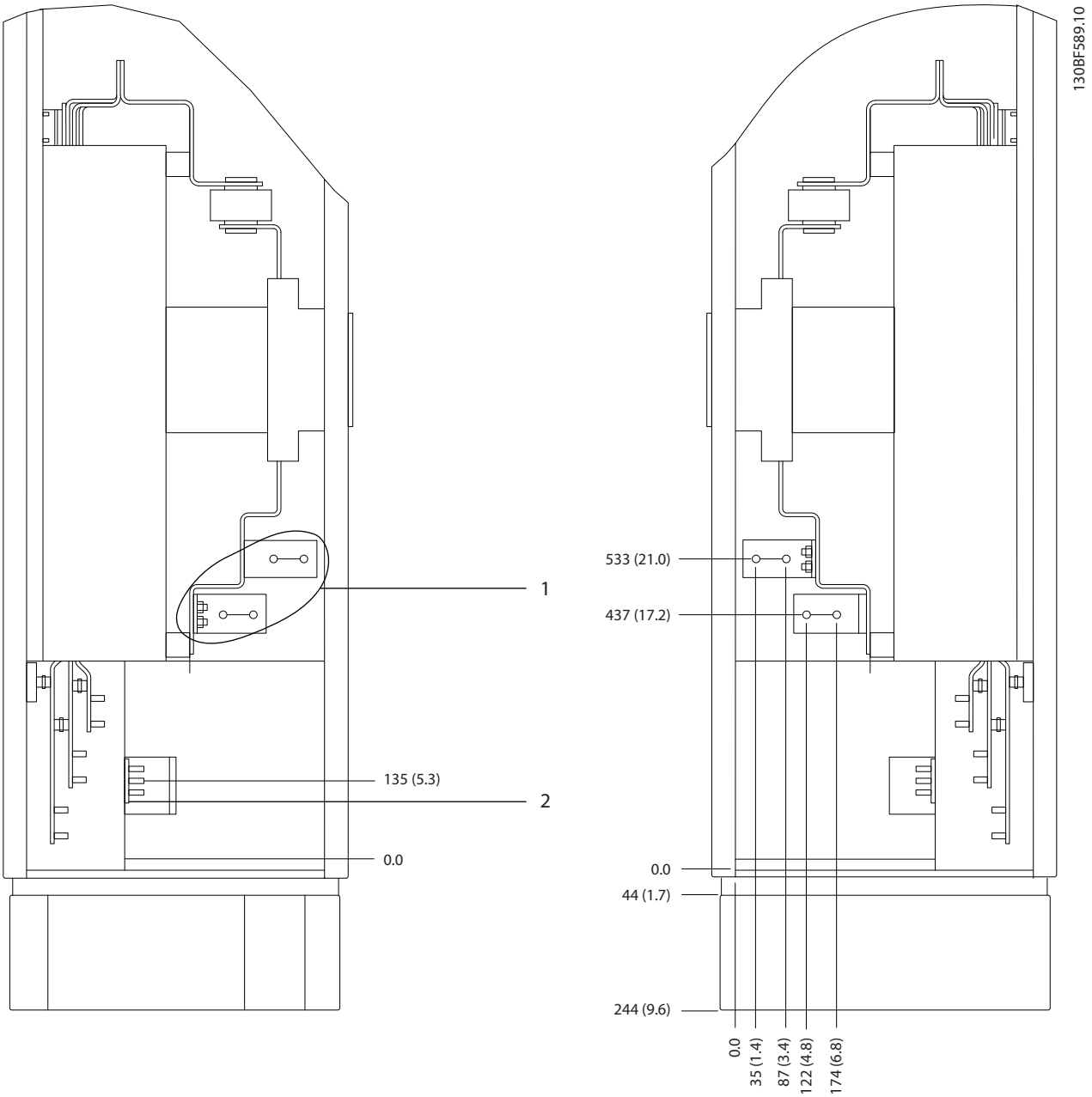
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.37 Dimensiones de los terminales del armario de opciones con magnetotérmico / conmutador de caja moldeada para alojamiento F3-F4 (vista frontal)

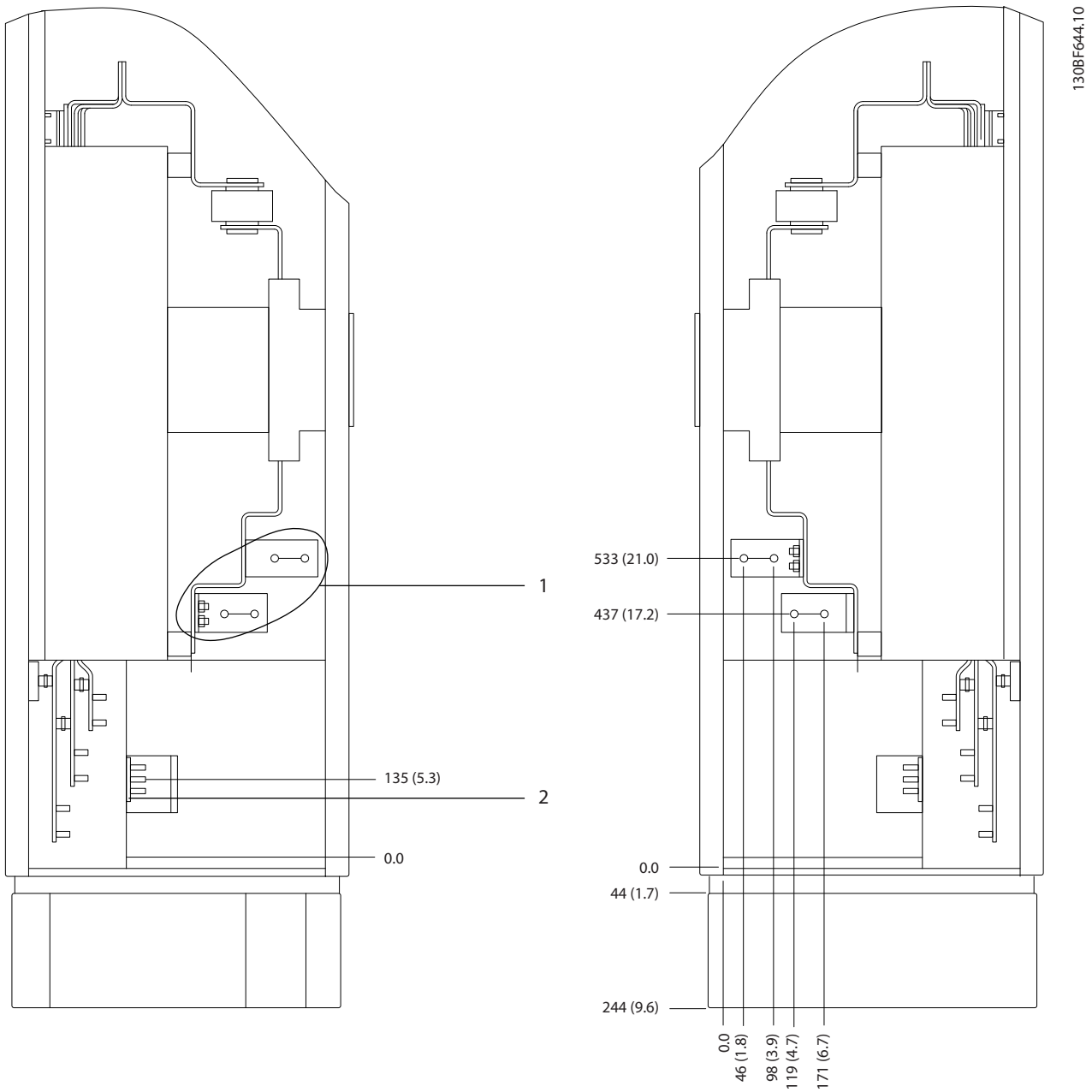
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.38 Dimensiones de los terminales del armario de opciones con magnetotérmico / conmutador de caja moldeada para alojamiento F3-F4 (modelos de 380-480/500 V: P450; modelos de 525-690 V: P630-P710), vista lateral

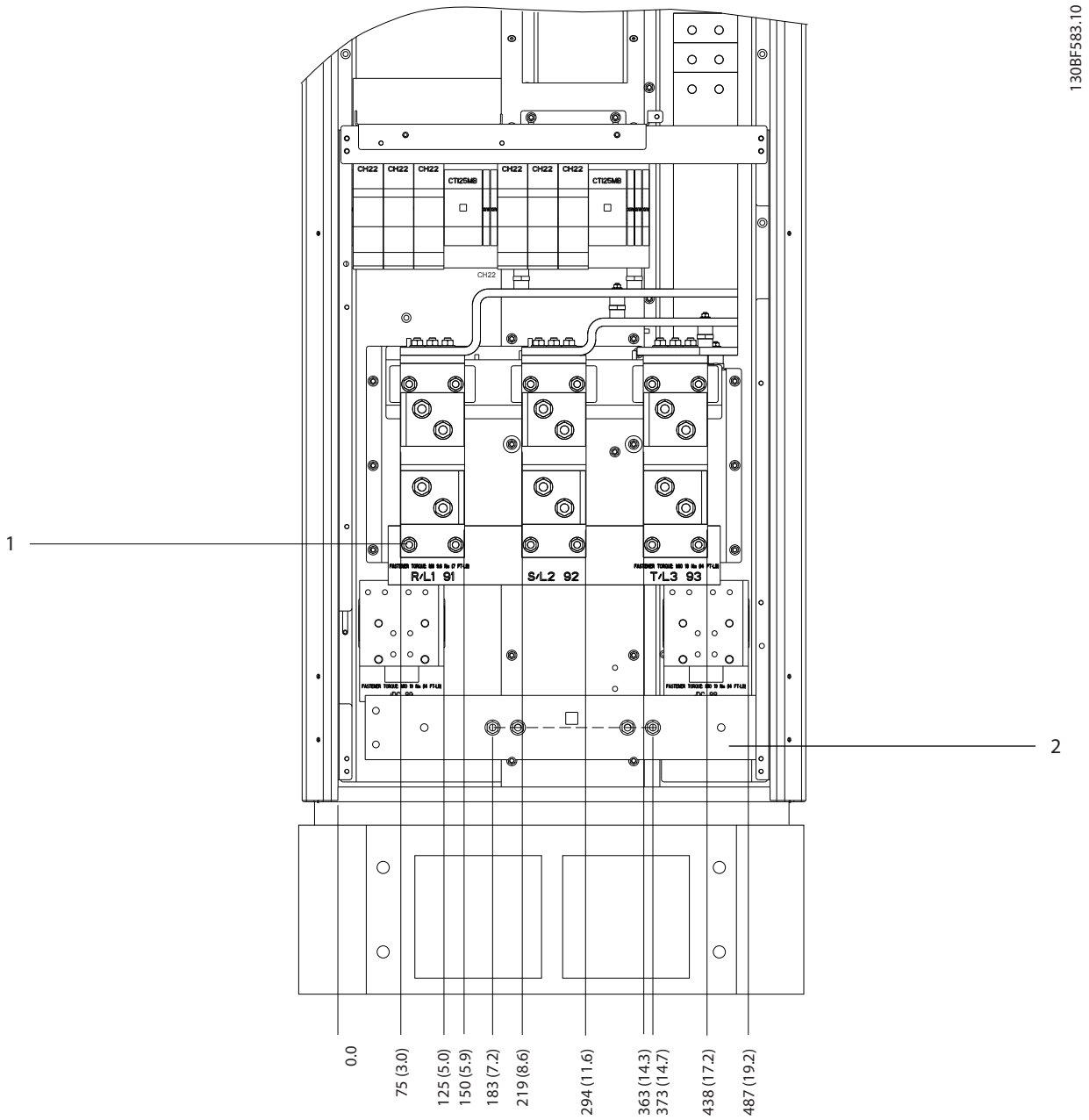
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

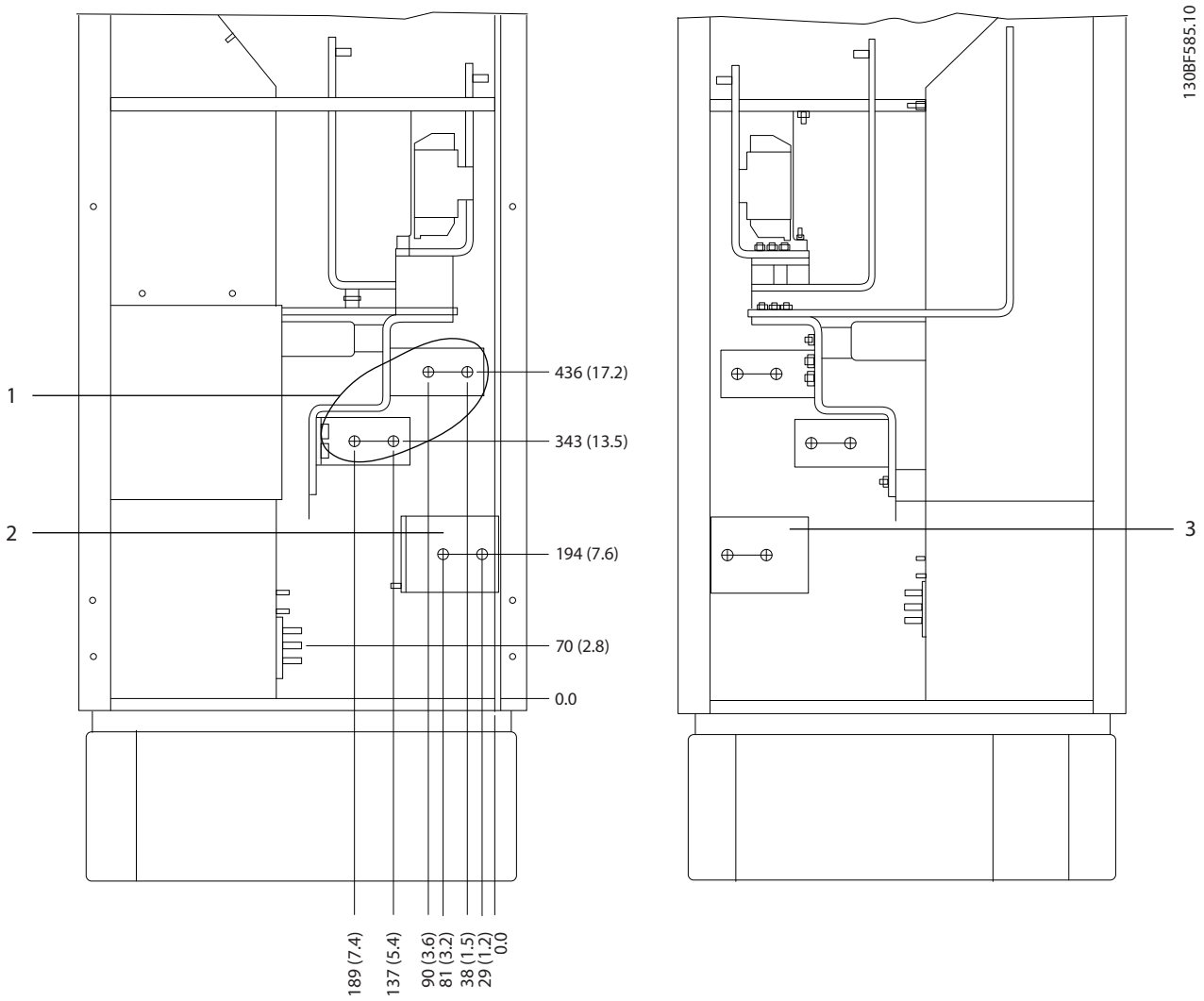
Ilustración 8.39 Dimensiones de los terminales del armario de opciones con magnetotérmico / conmutador de caja moldeada para alojamiento F3-F4 (modelos de 380-480/500 V: P500-P630; modelos de 525-690 V: P800), vista lateral

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

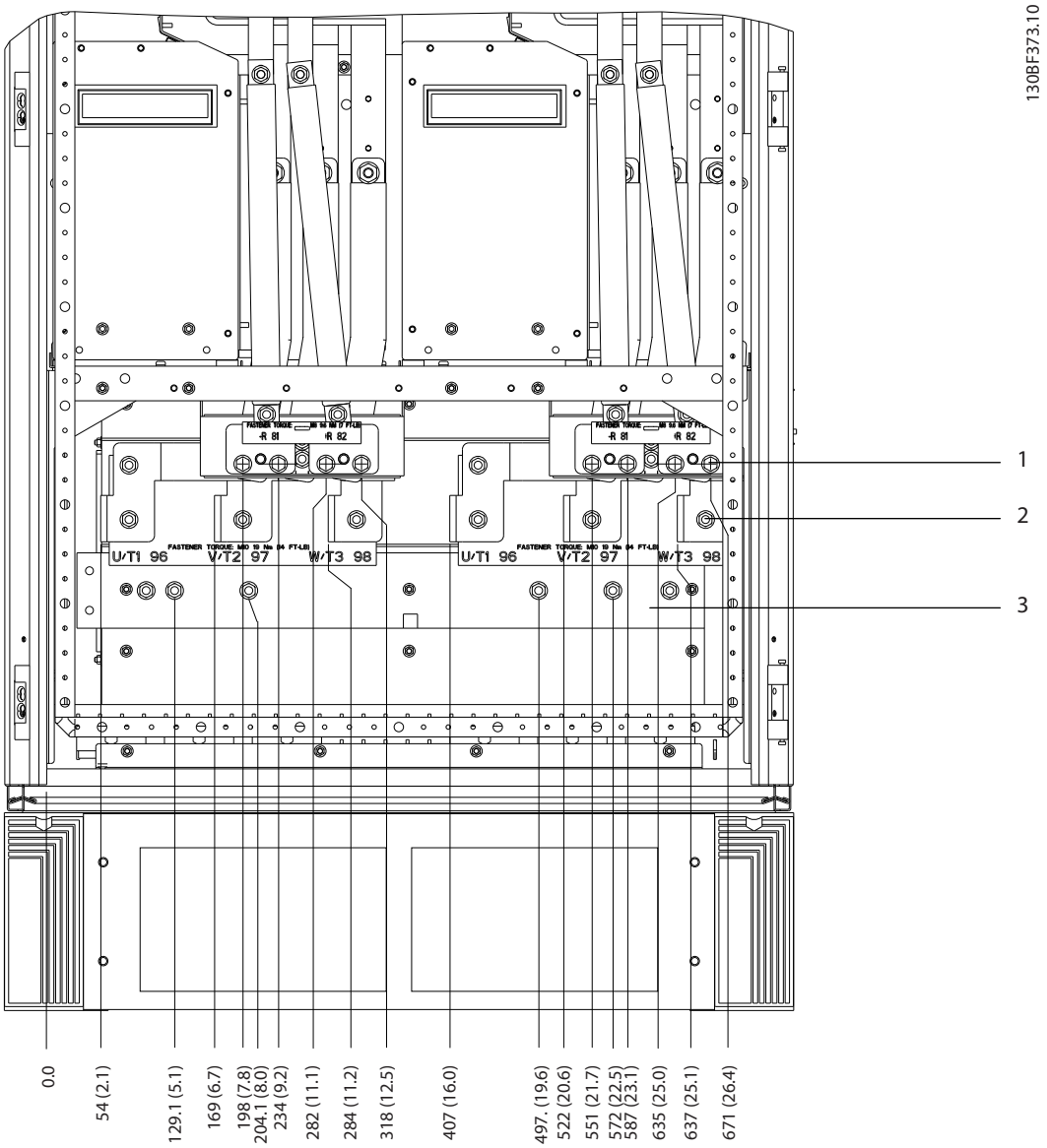
Ilustración 8.40 Dimensiones de los terminales para el armario del rectificador F1-F4 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de carga compartida (–)
2	Terminales de carga compartida (+)	–	–

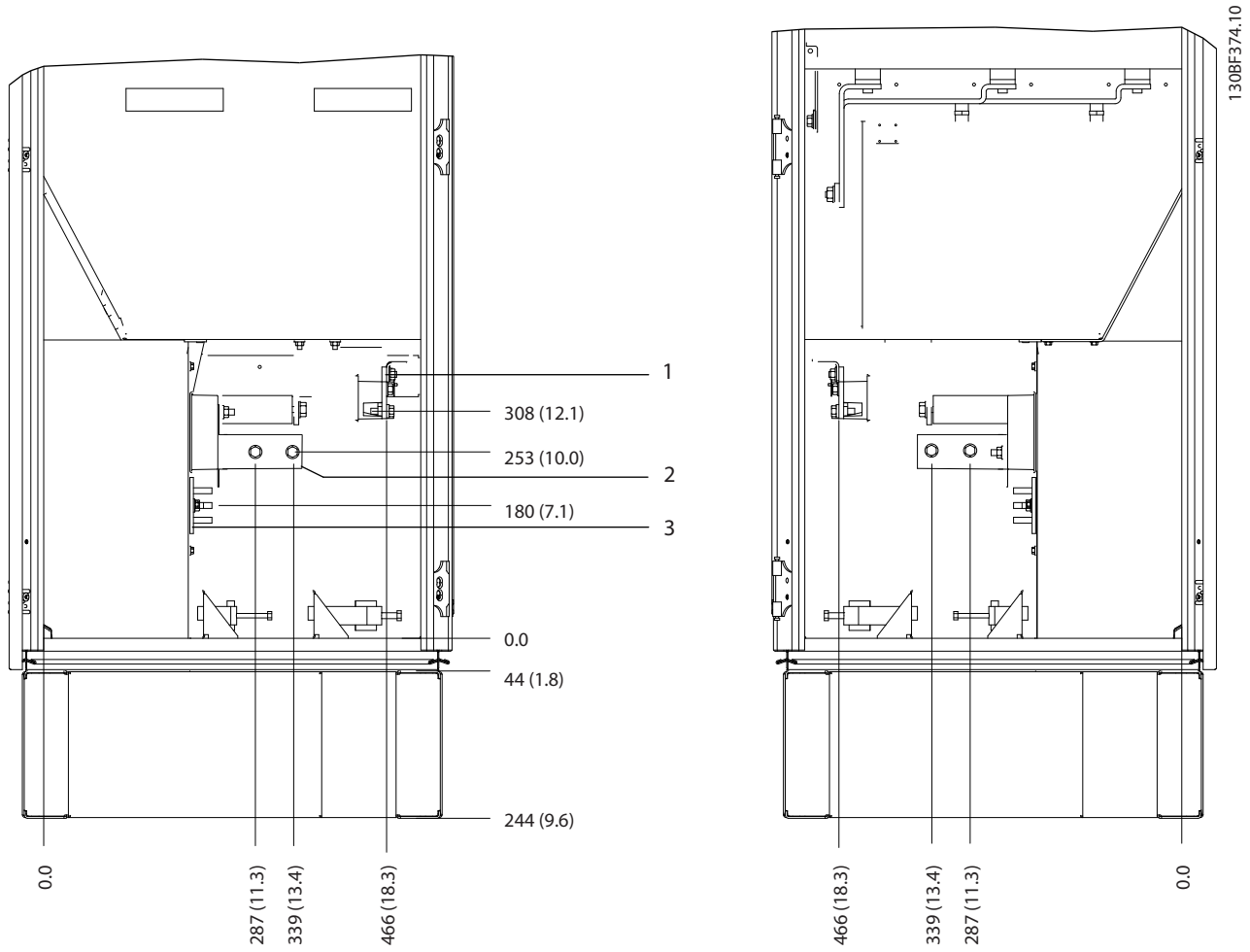
Ilustración 8.41 Dimensiones de los terminales para el armario del rectificador F3-F4 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

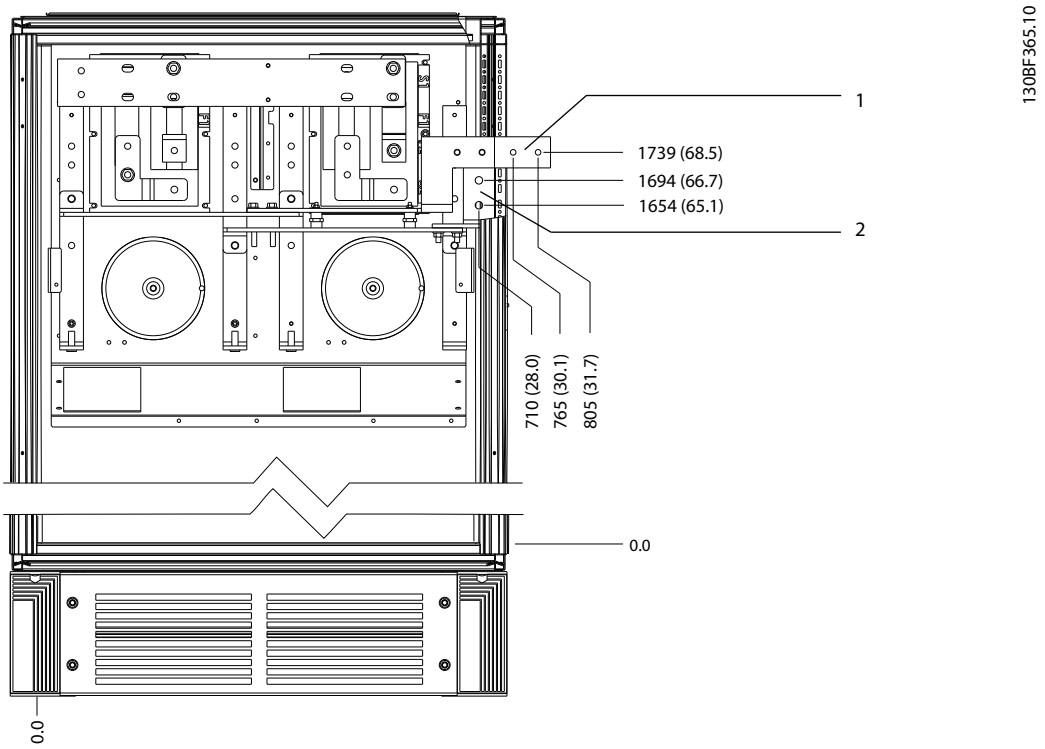
Ilustración 8.42 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F1/F3 (vista frontal)



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.43 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F1/F3 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	CC –	2	CC +

Ilustración 8.44 Dimensiones de los terminales de regeneración F1/F3 (vista frontal)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.6 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F4

8.6.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F4

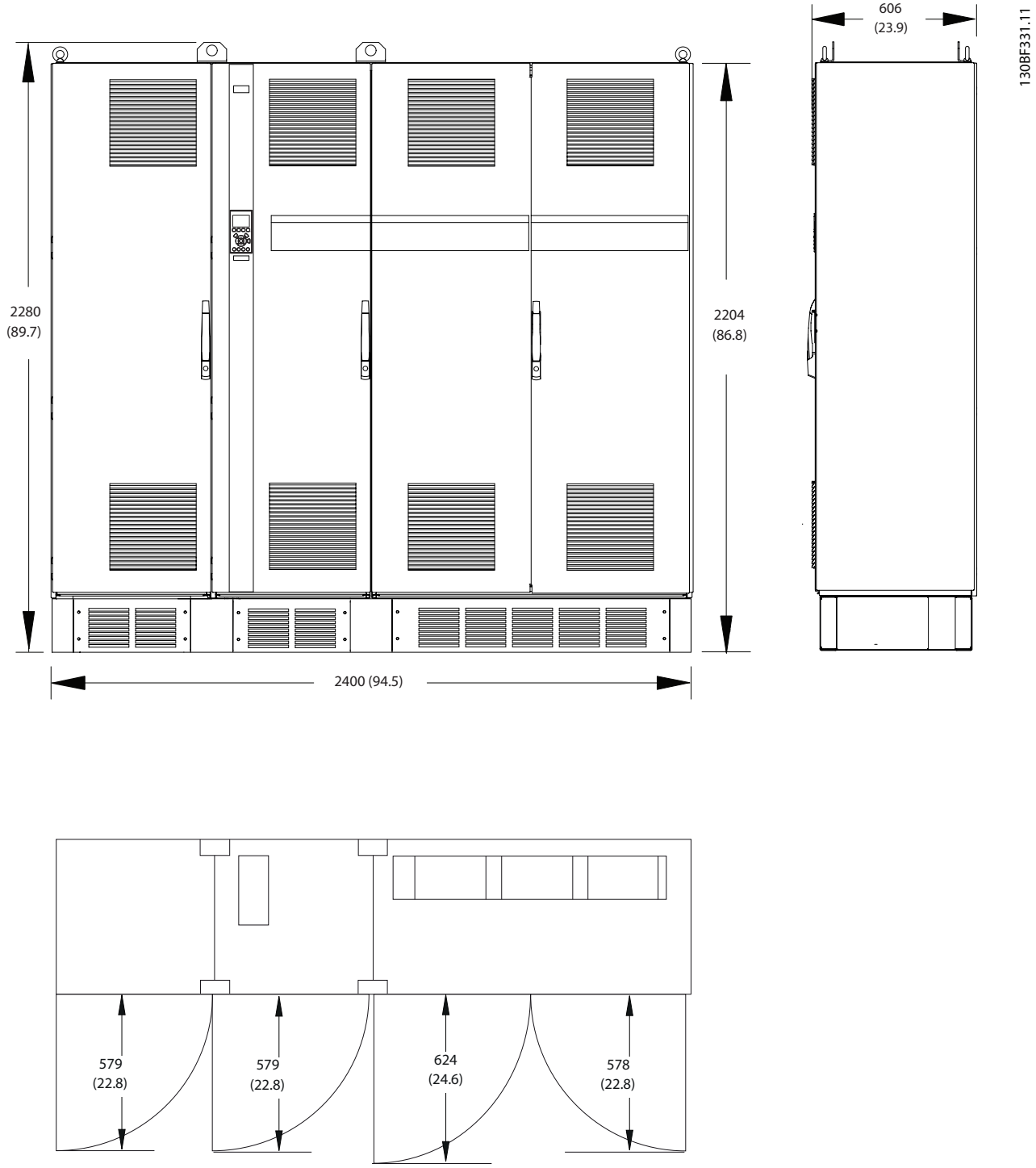
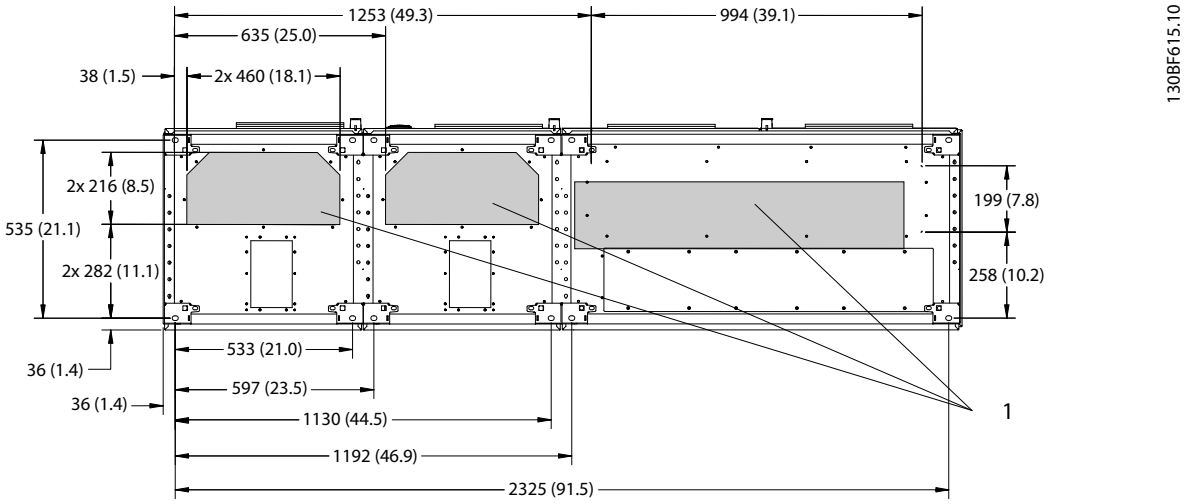


Ilustración 8.45 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F4

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



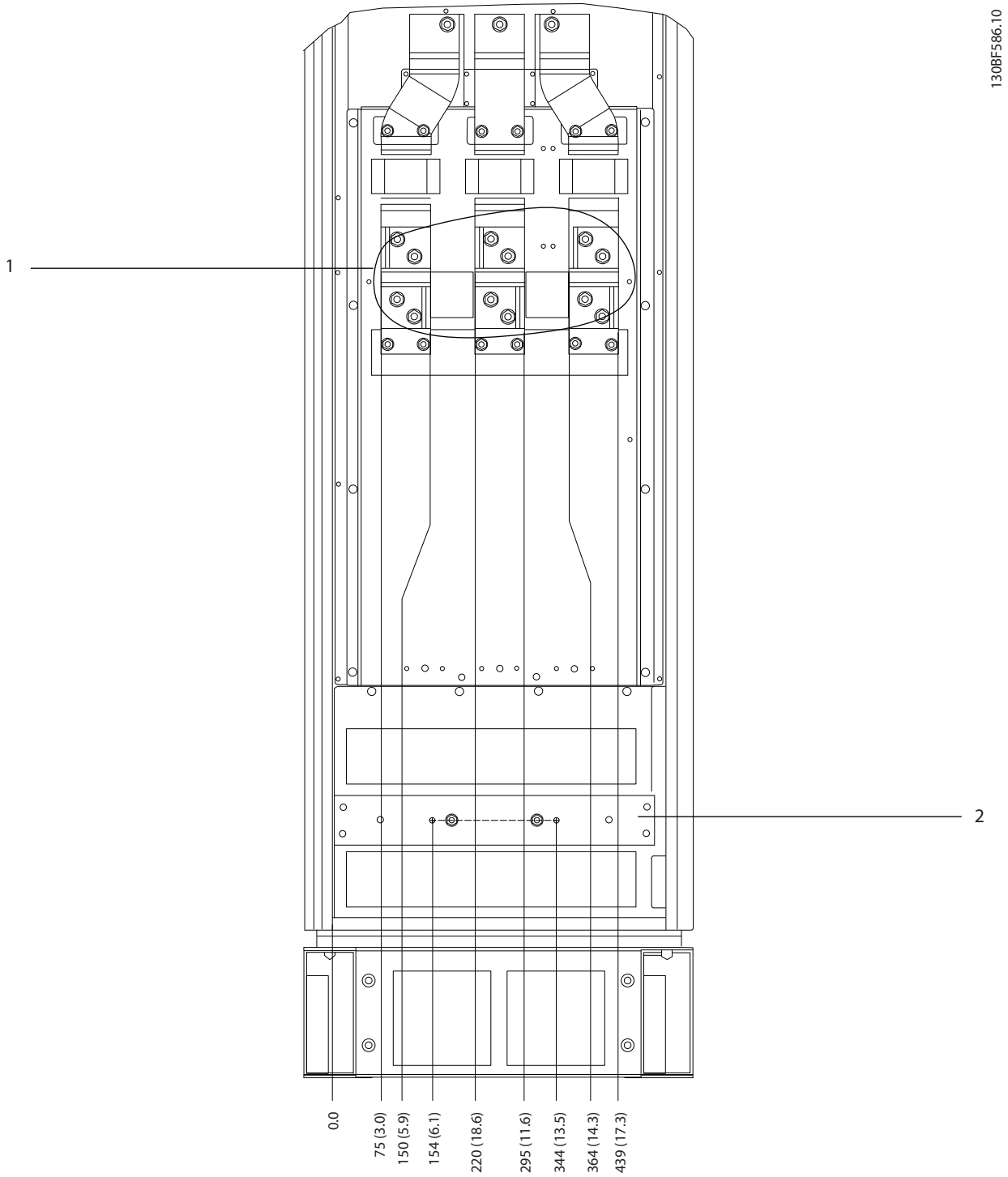
1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.46 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F4

8

8.6.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F4

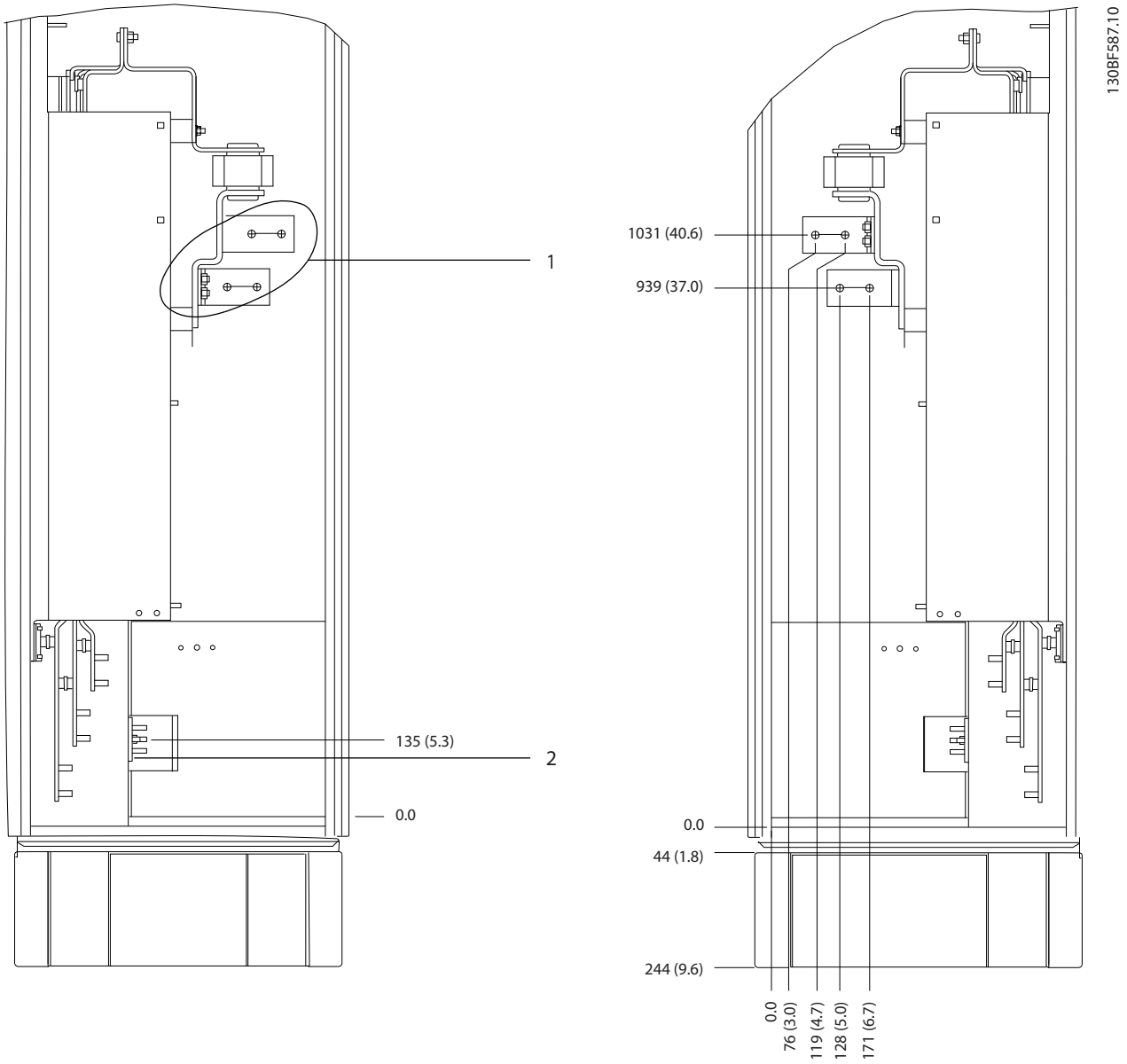
Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.47 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F3-F4 (vista frontal)

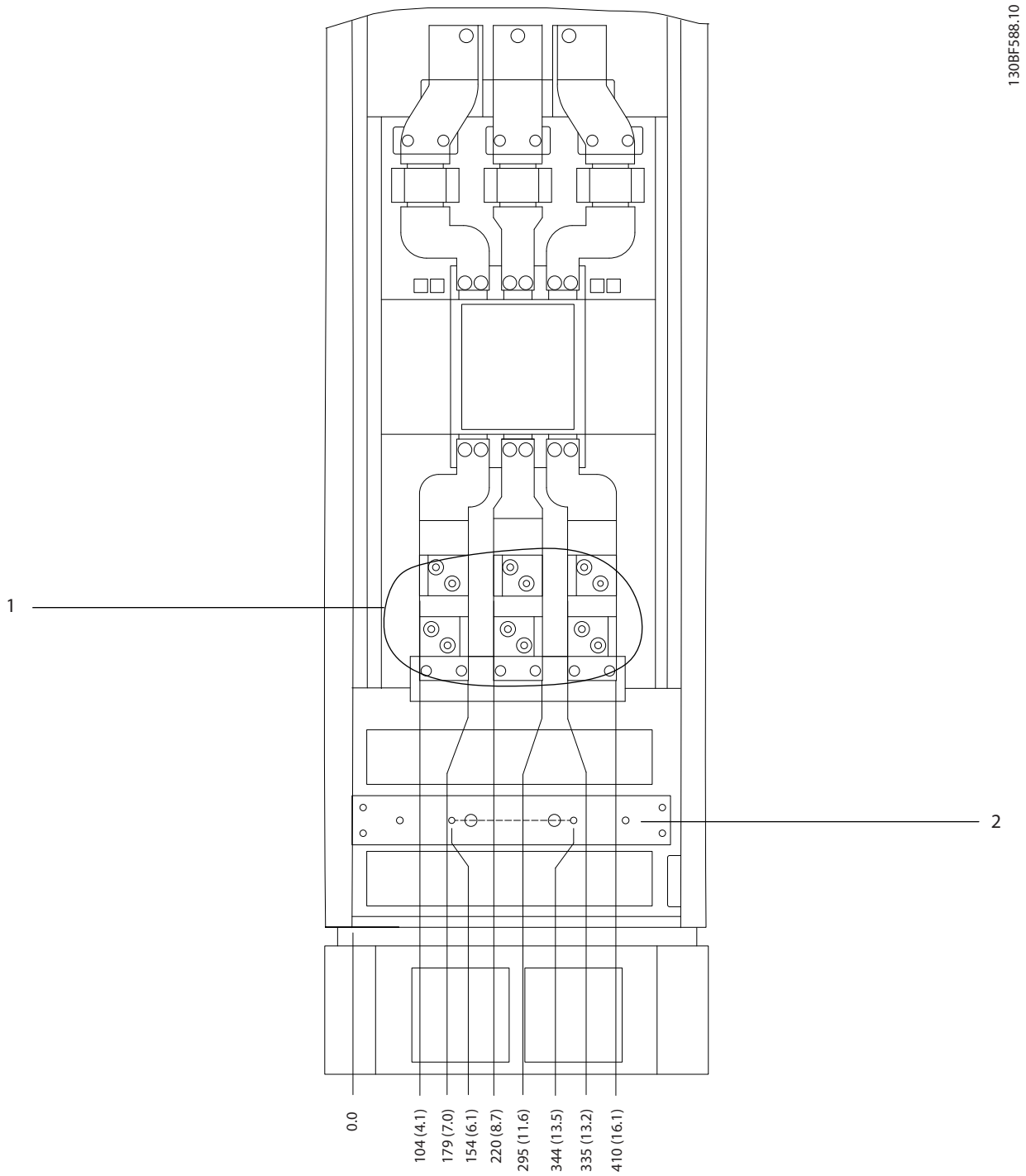
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.48 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F3-F4 (vista lateral)

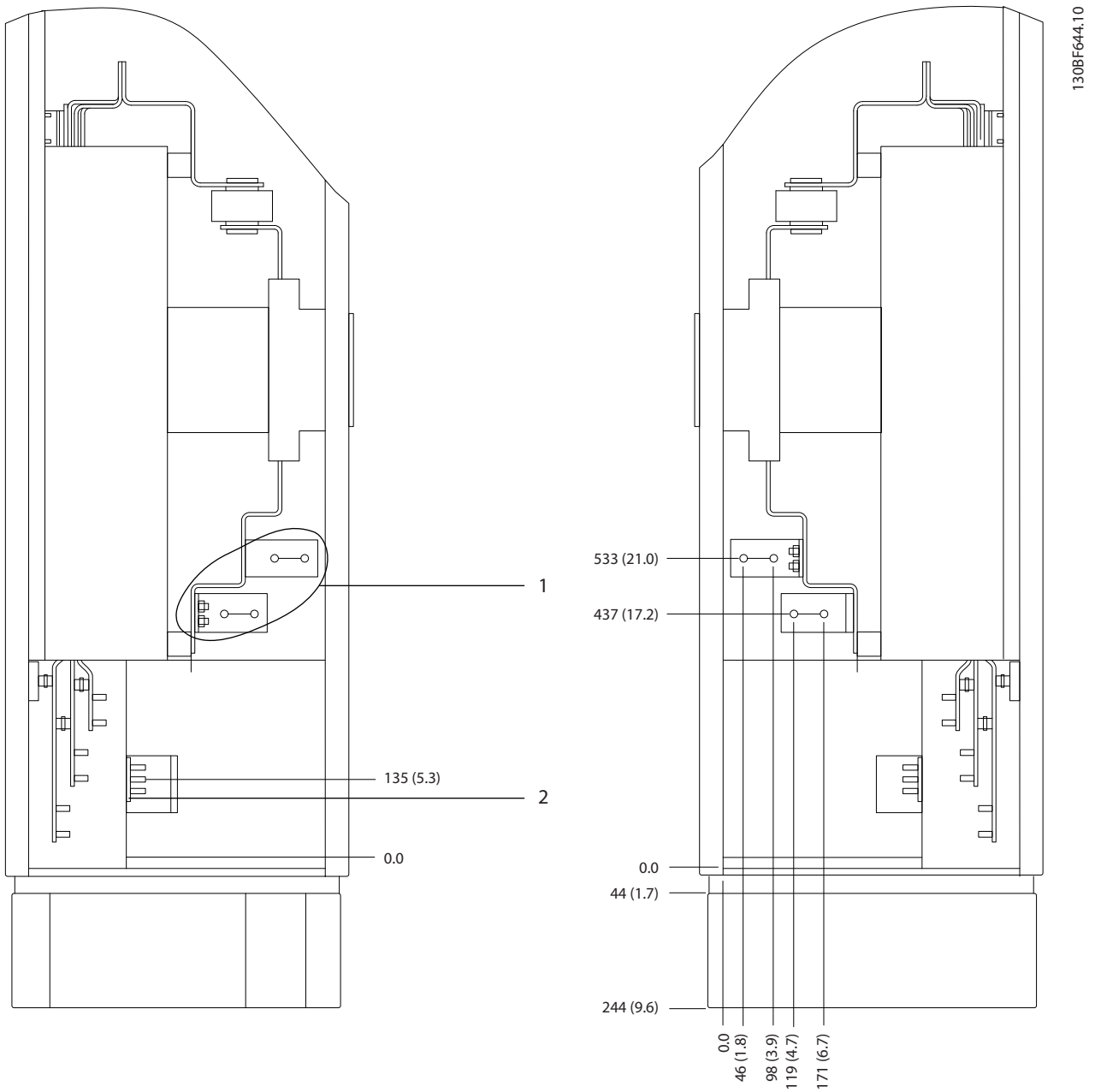
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.49 Dimensiones de los terminales del armario de opciones con magnetotérmico / conmutador de caja moldeada para alojamiento F3-F4 (vista frontal)

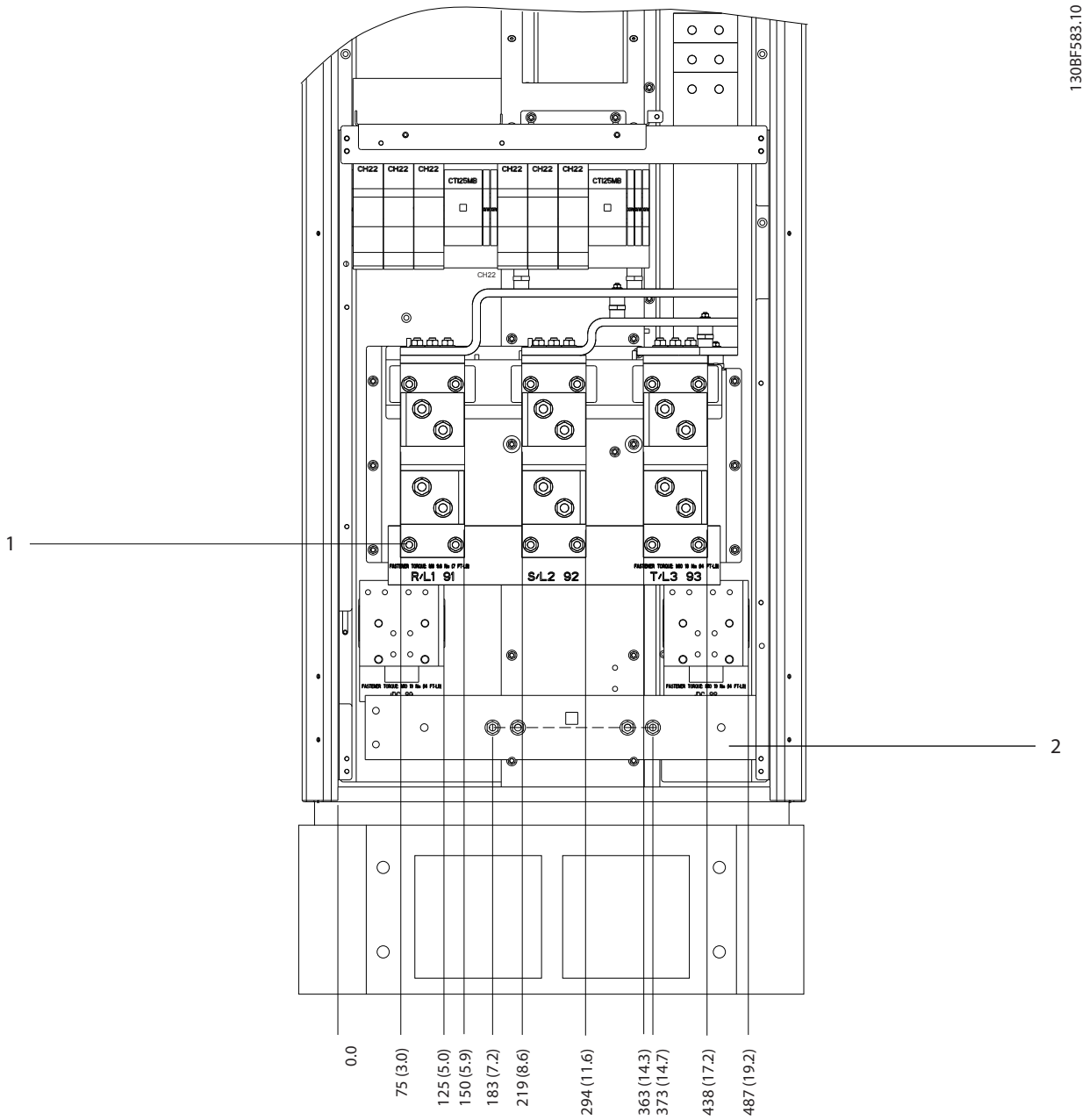
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.50 Dimensiones de los terminales del armario de opciones con magnetotérmico / conmutador de caja moldeada para alojamiento F3-F4 (vista lateral)

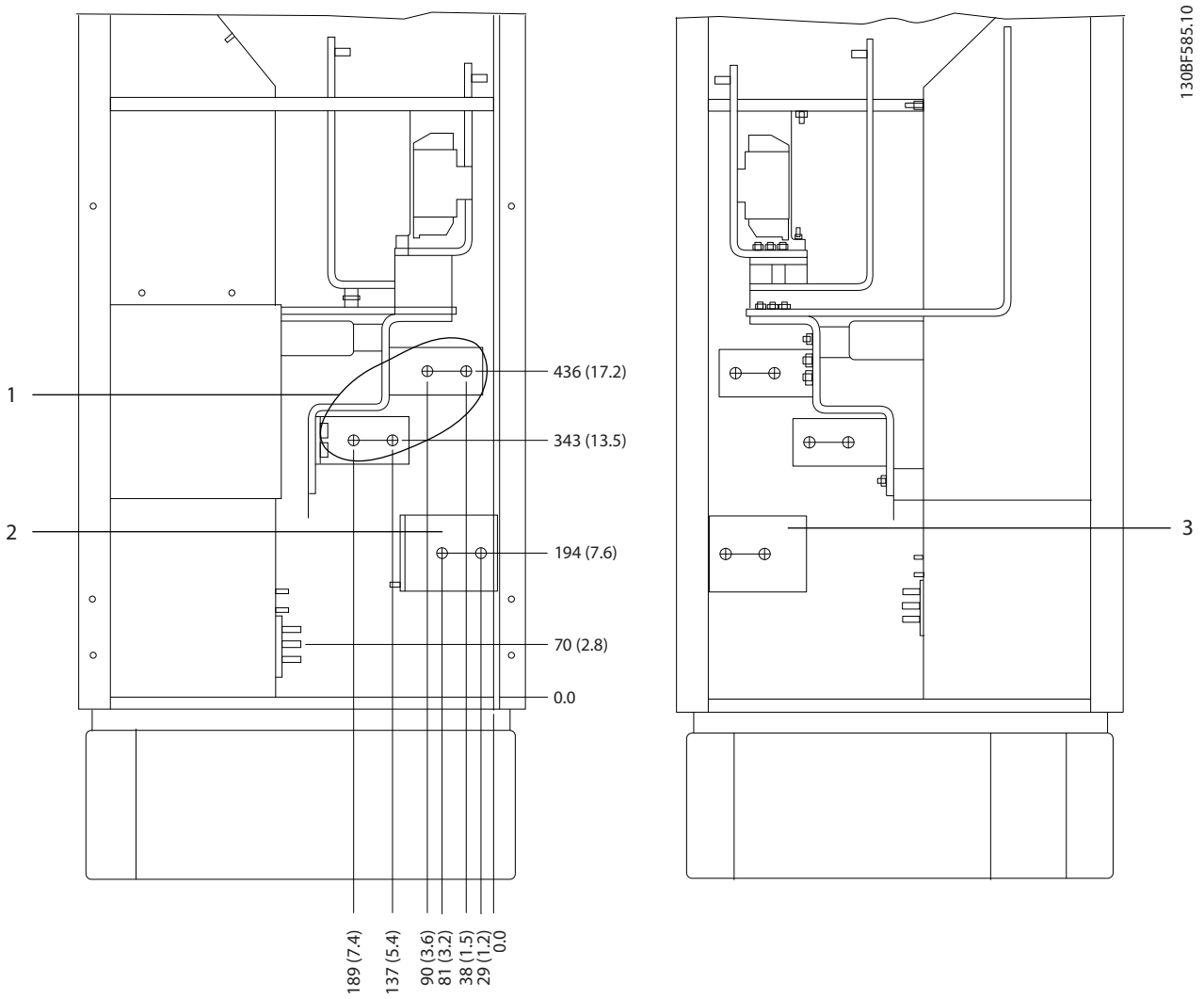
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

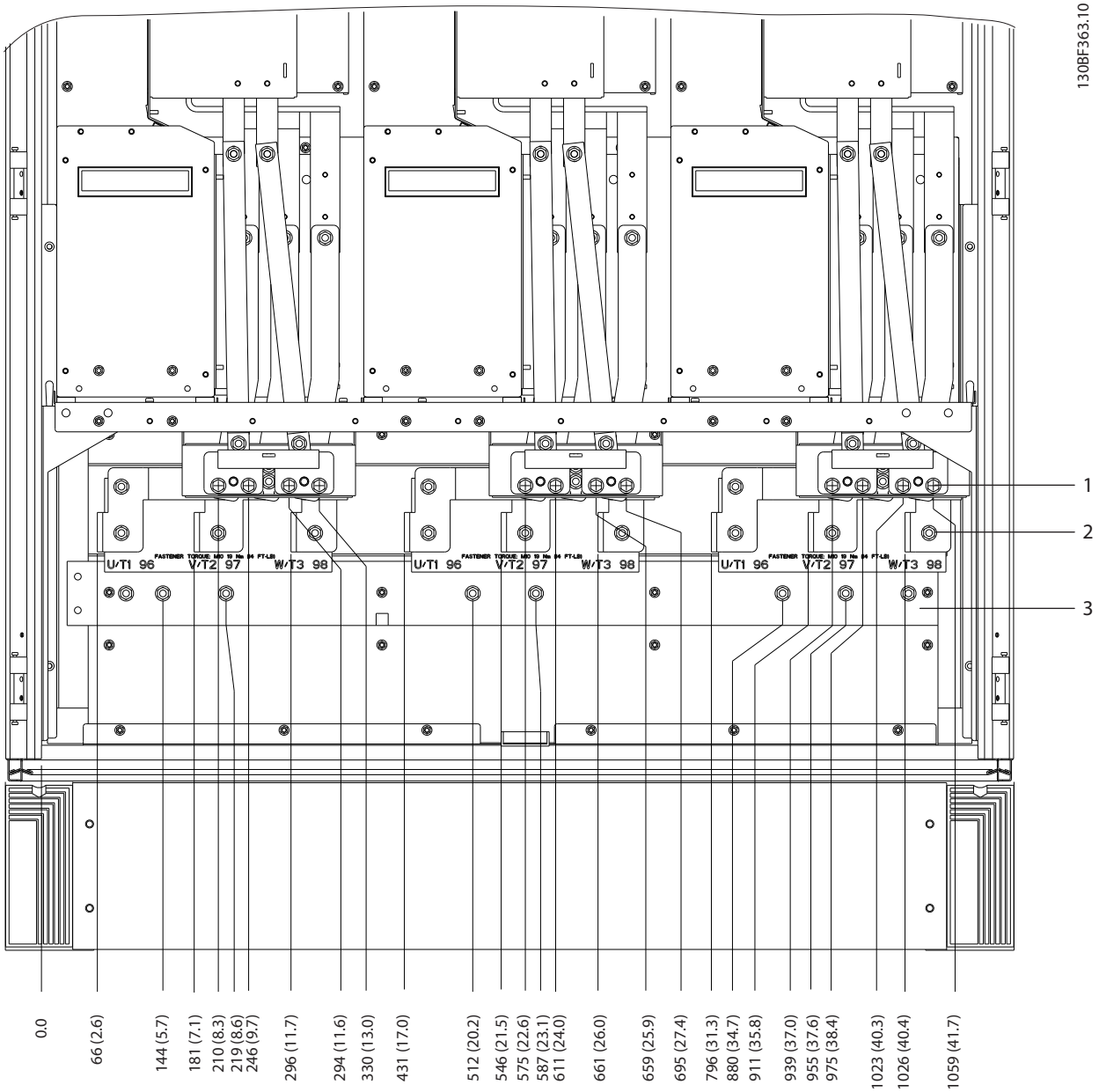
Ilustración 8.51 Dimensiones de los terminales para el armario del rectificador F1-F4 (vista frontal)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de carga compartida (–)
2	Terminales de carga compartida (+)	–	–

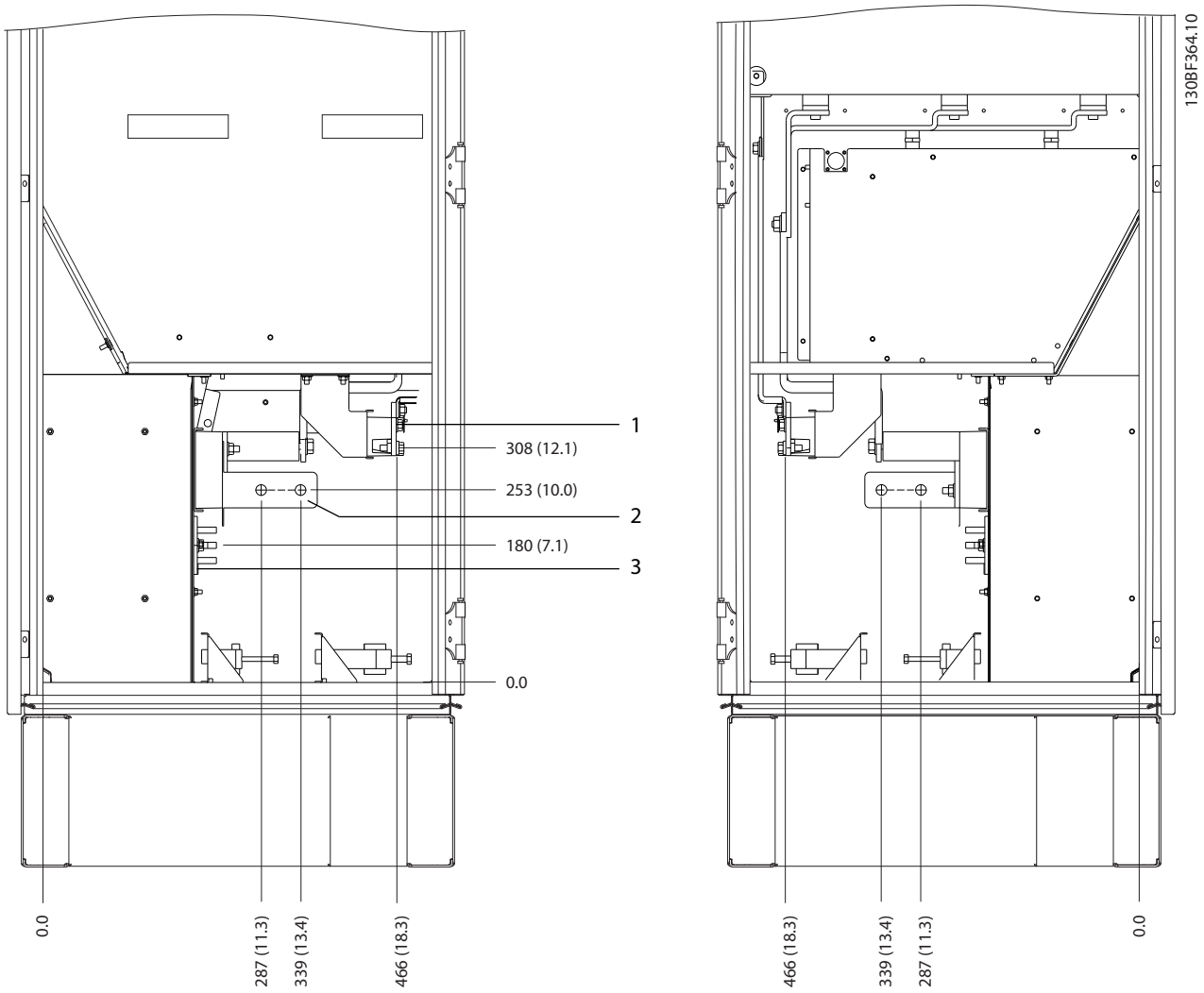
Ilustración 8.52 Dimensiones de los terminales para el armario del rectificador F3-F4 (vista lateral)



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

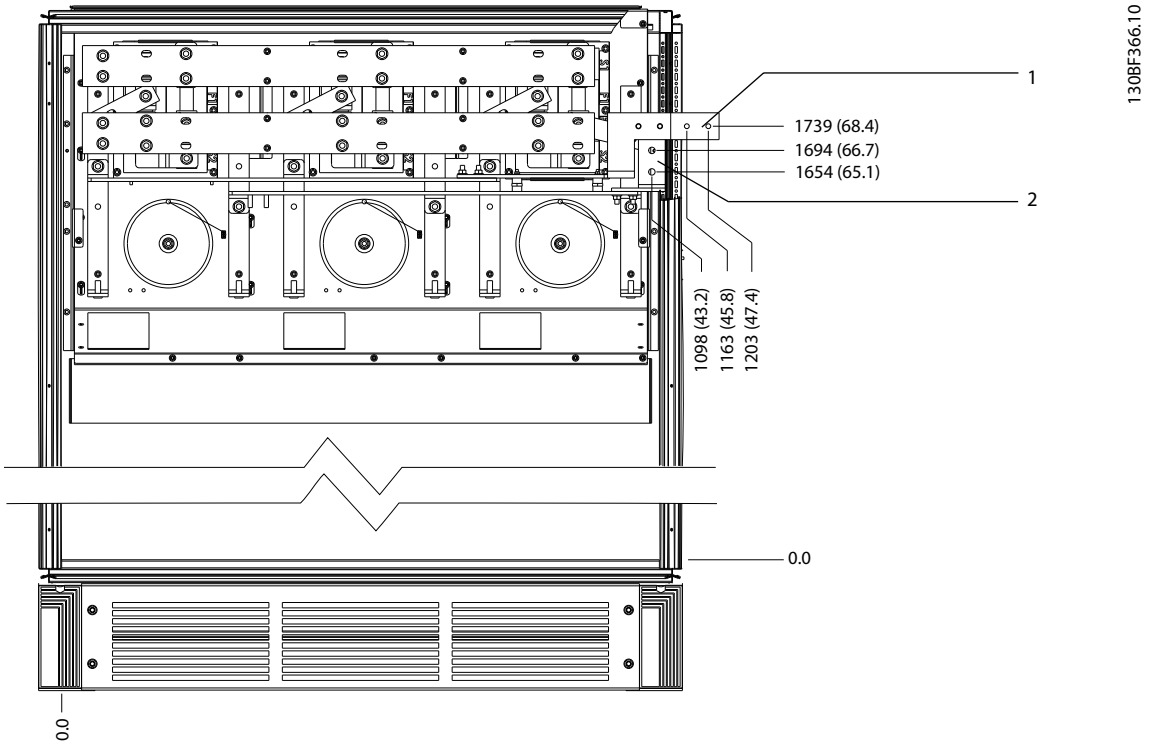
Ilustración 8.53 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F2/F4 (vista frontal)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.54 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F2/F4 (vista lateral)



1	CC –	2	CC +

Ilustración 8.55 Dimensiones de los terminales de regeneración F2/F4 (vista frontal)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.7 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F8

8.7.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F8

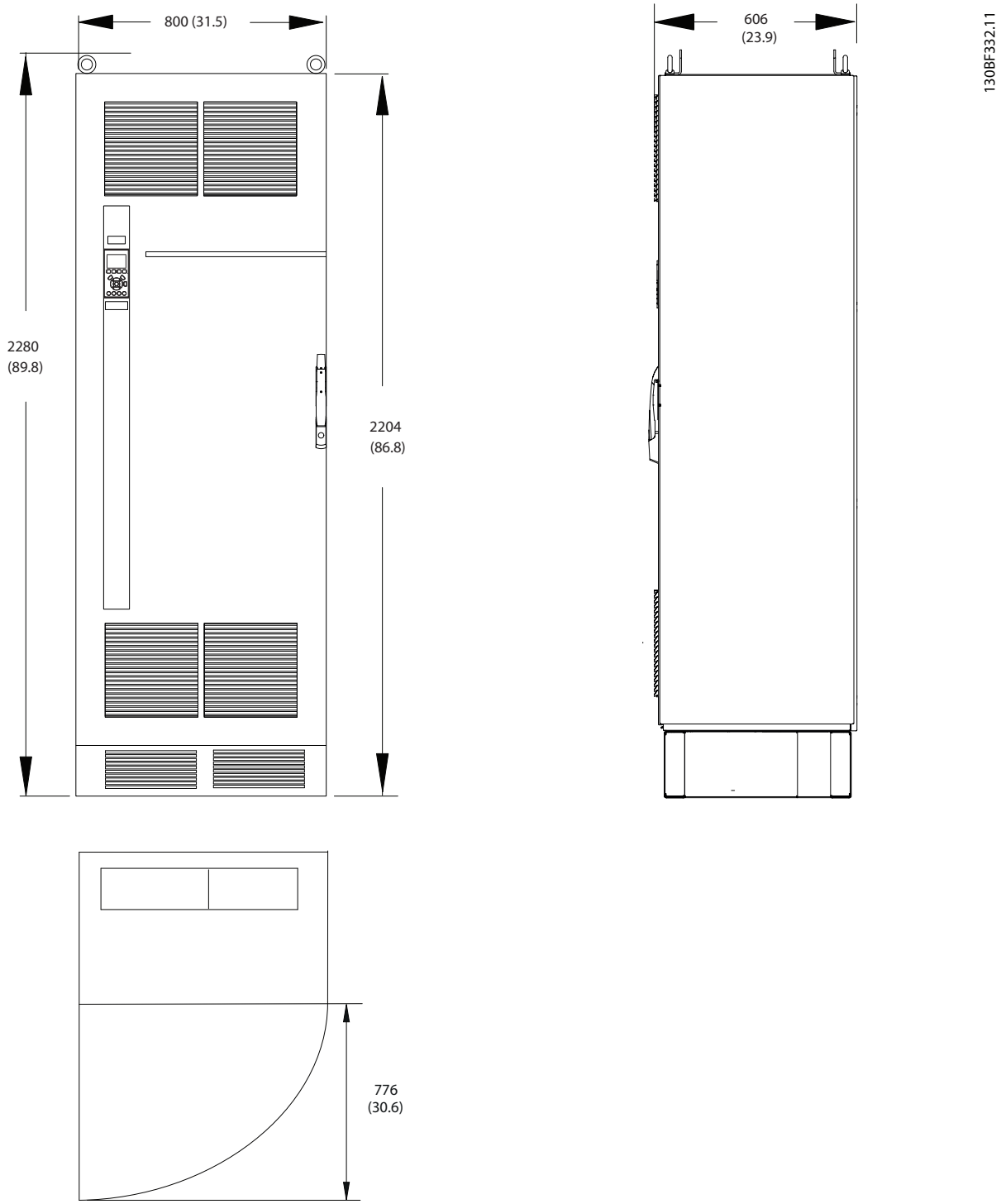
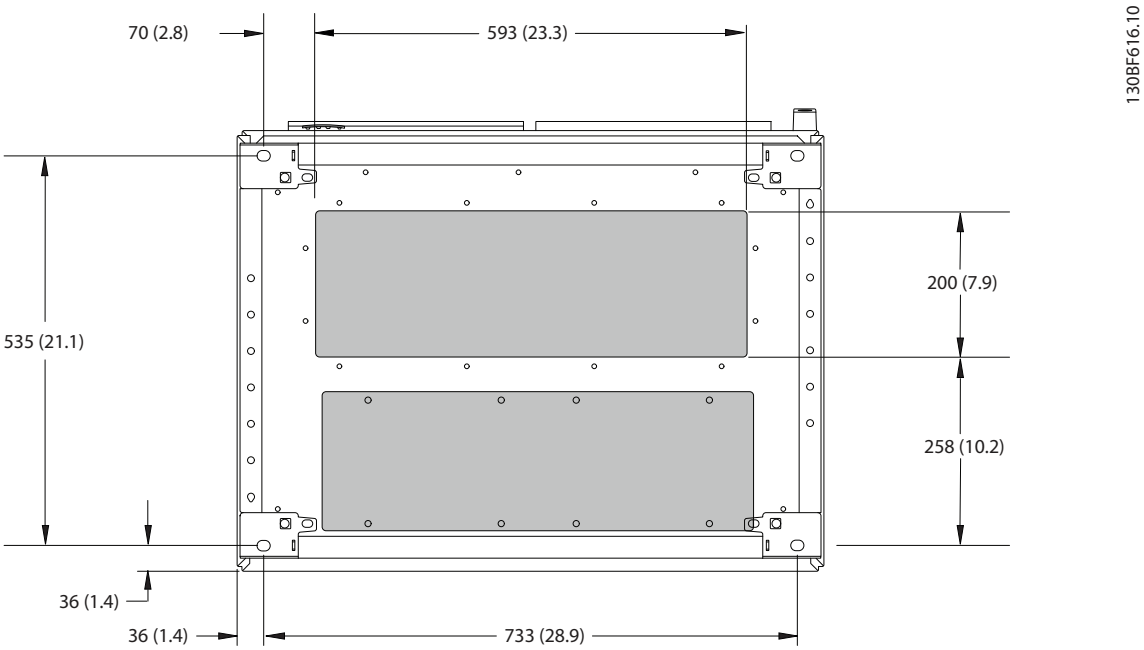


Ilustración 8.56 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F8



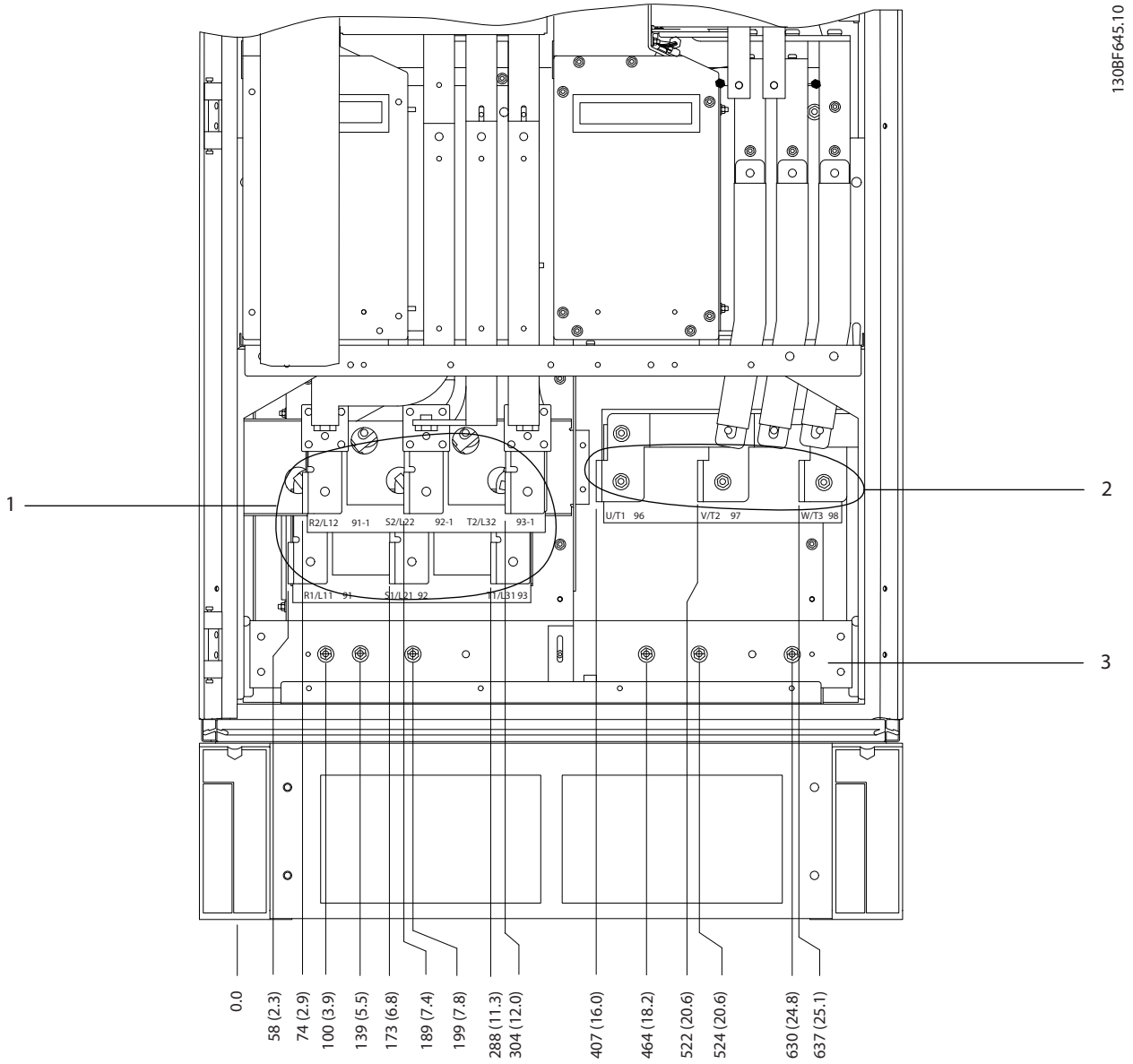
1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.57 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F8

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

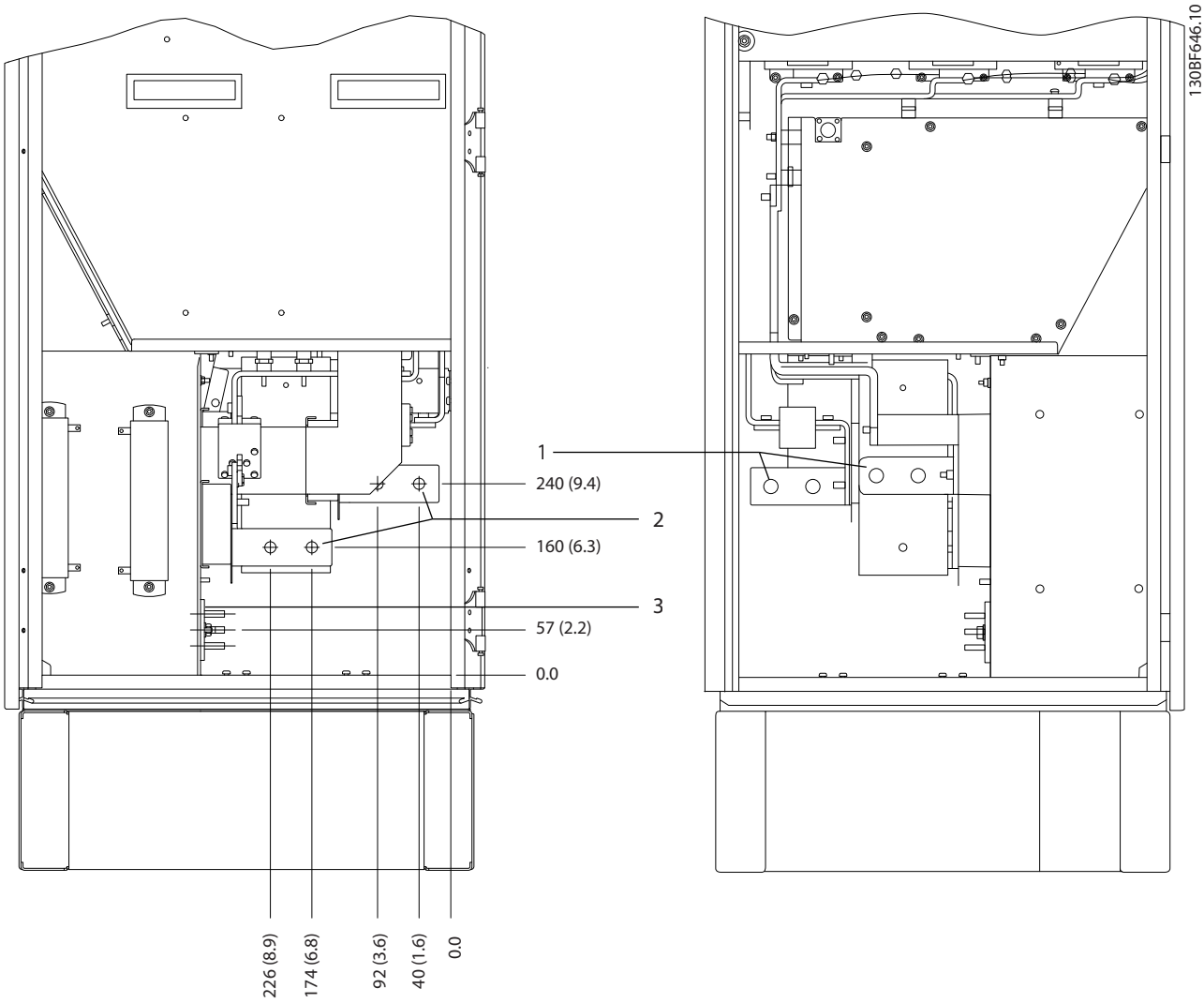
8.7.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F8

Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.58 Dimensiones de los terminales del armario del inversor/rectificador F8-F9 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.59 Dimensiones de los terminales del armario del inversor/rectificador F8-F9 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.8 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F9

8.8.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F9

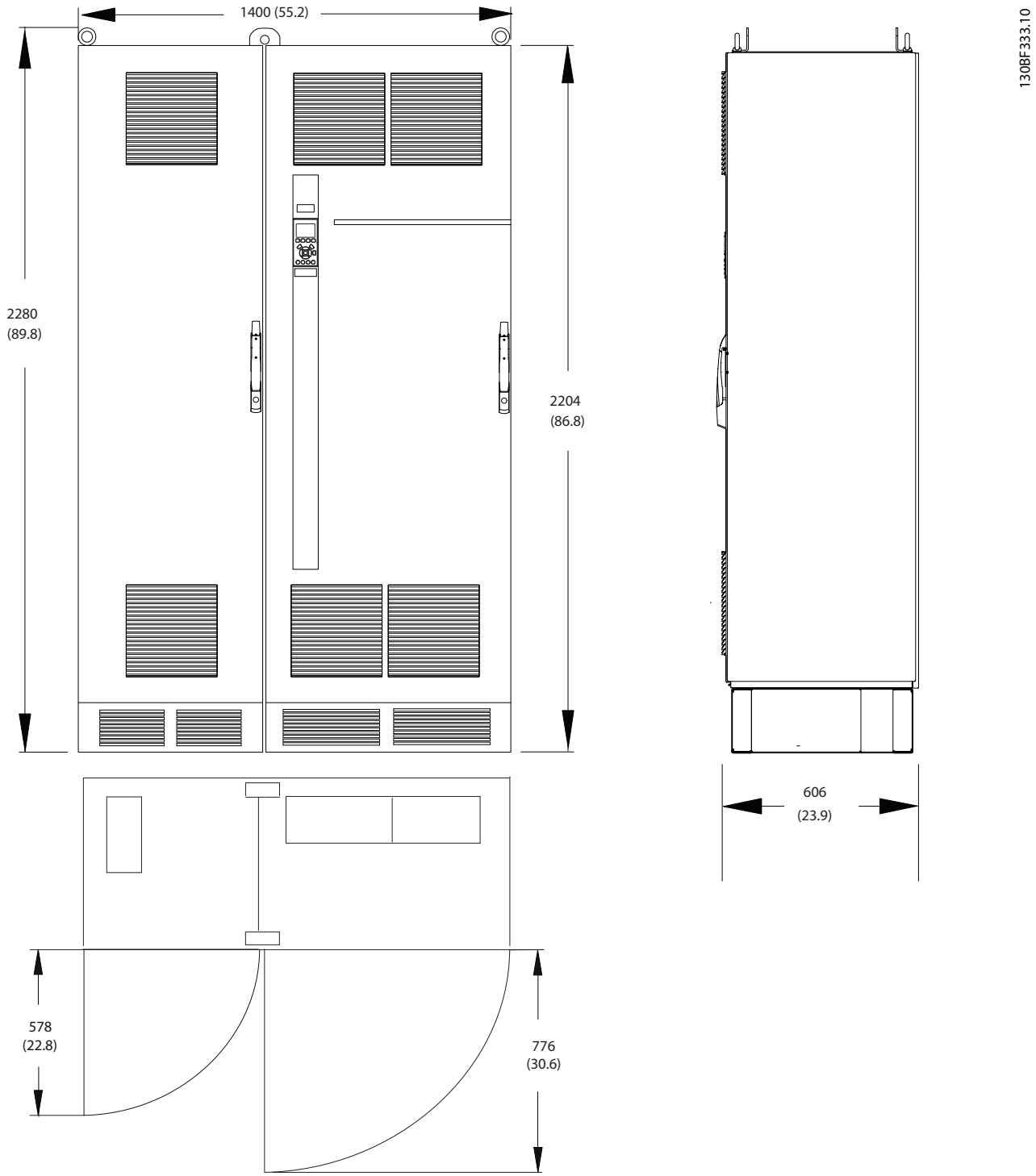
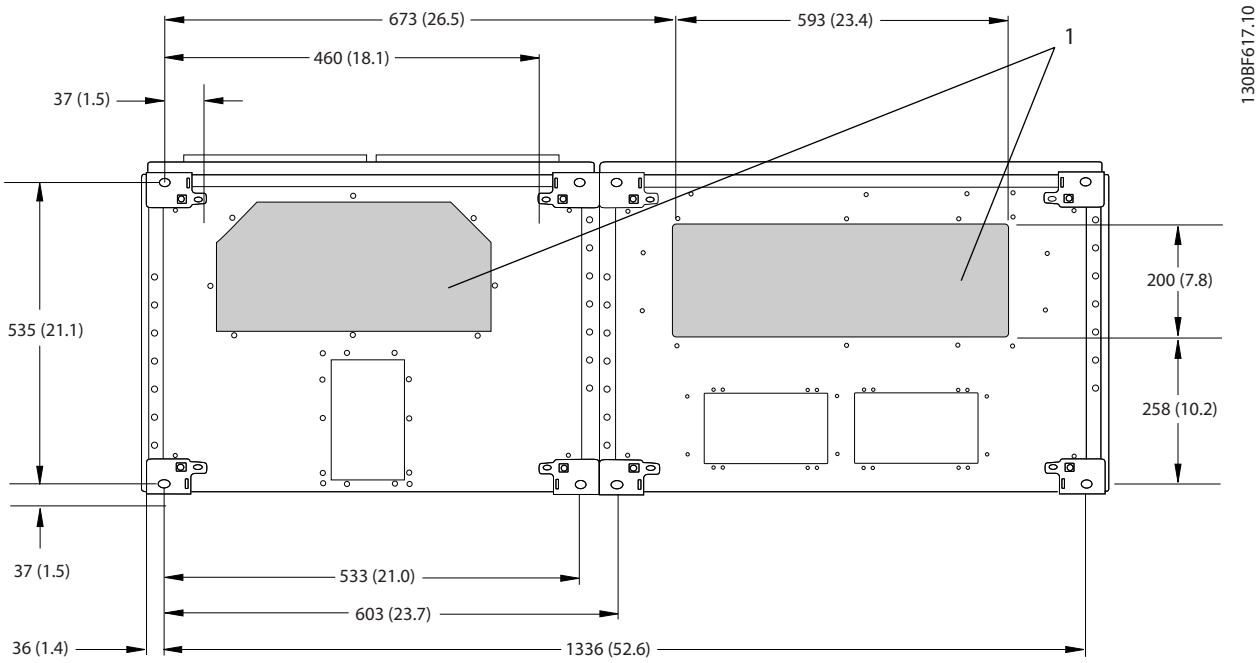


Ilustración 8.60 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F9



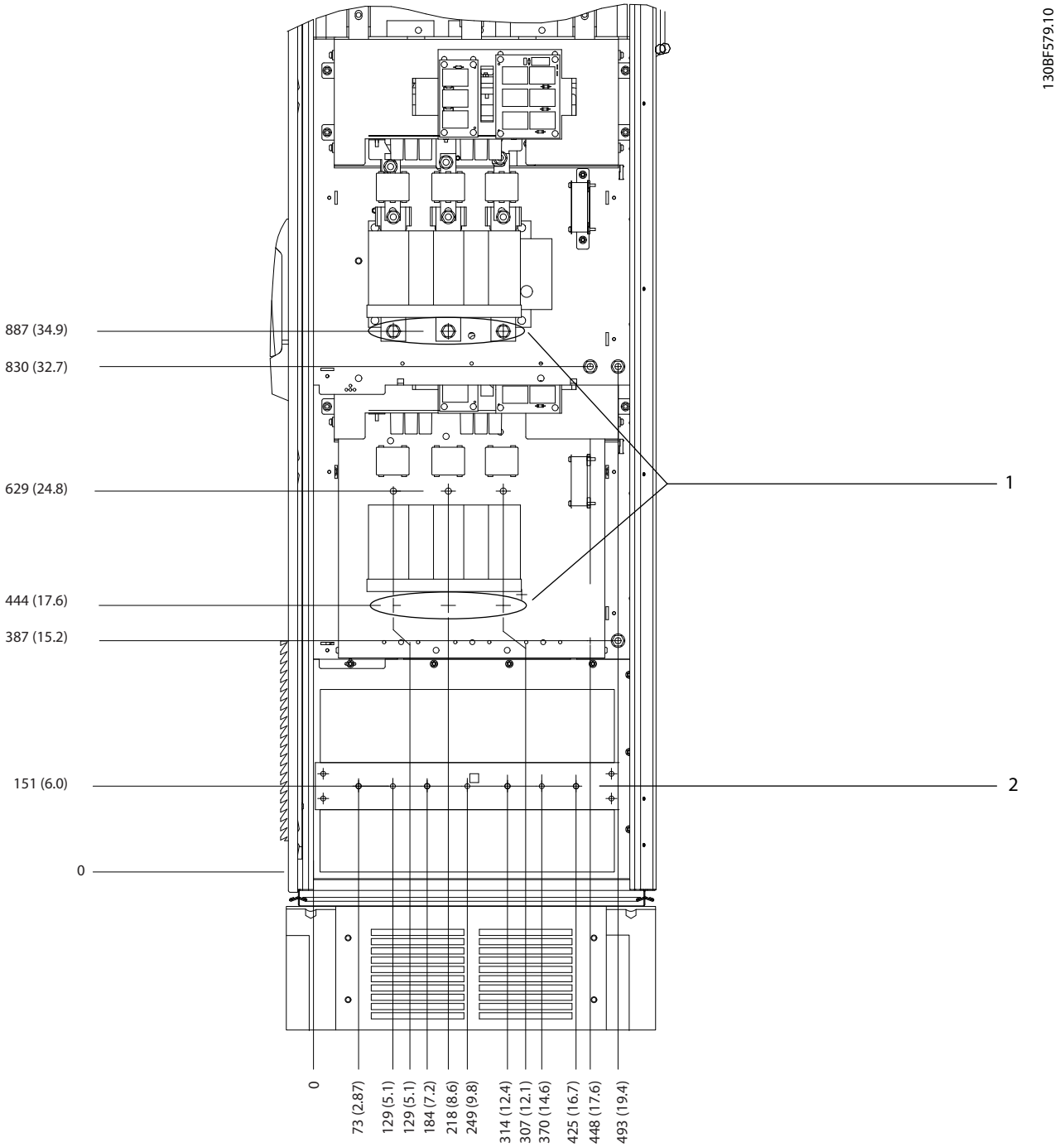
1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.61 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F9

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

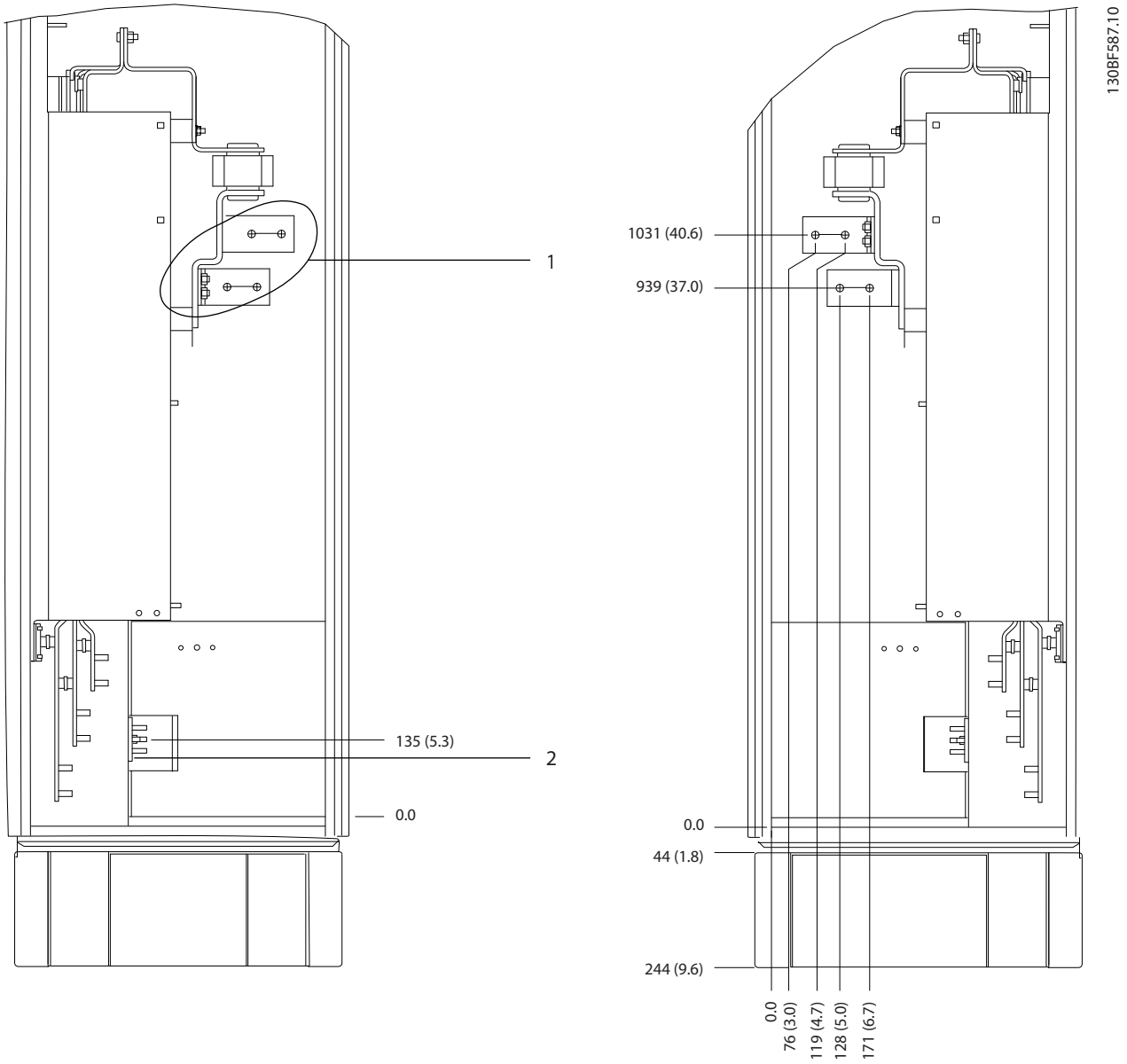
8.8.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F9

Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

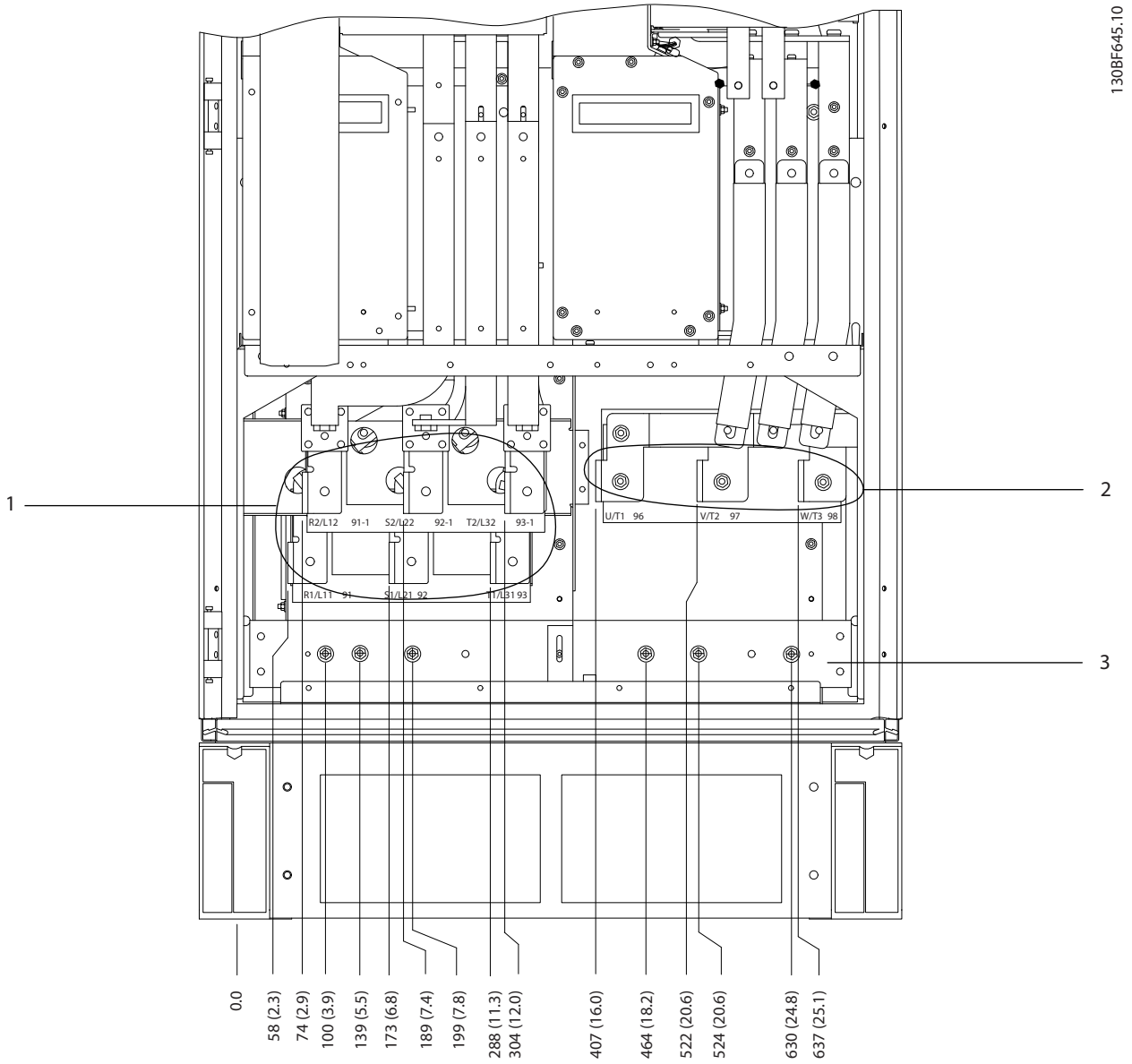
Ilustración 8.62 Dimensiones de los terminales del armario de opciones F9 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

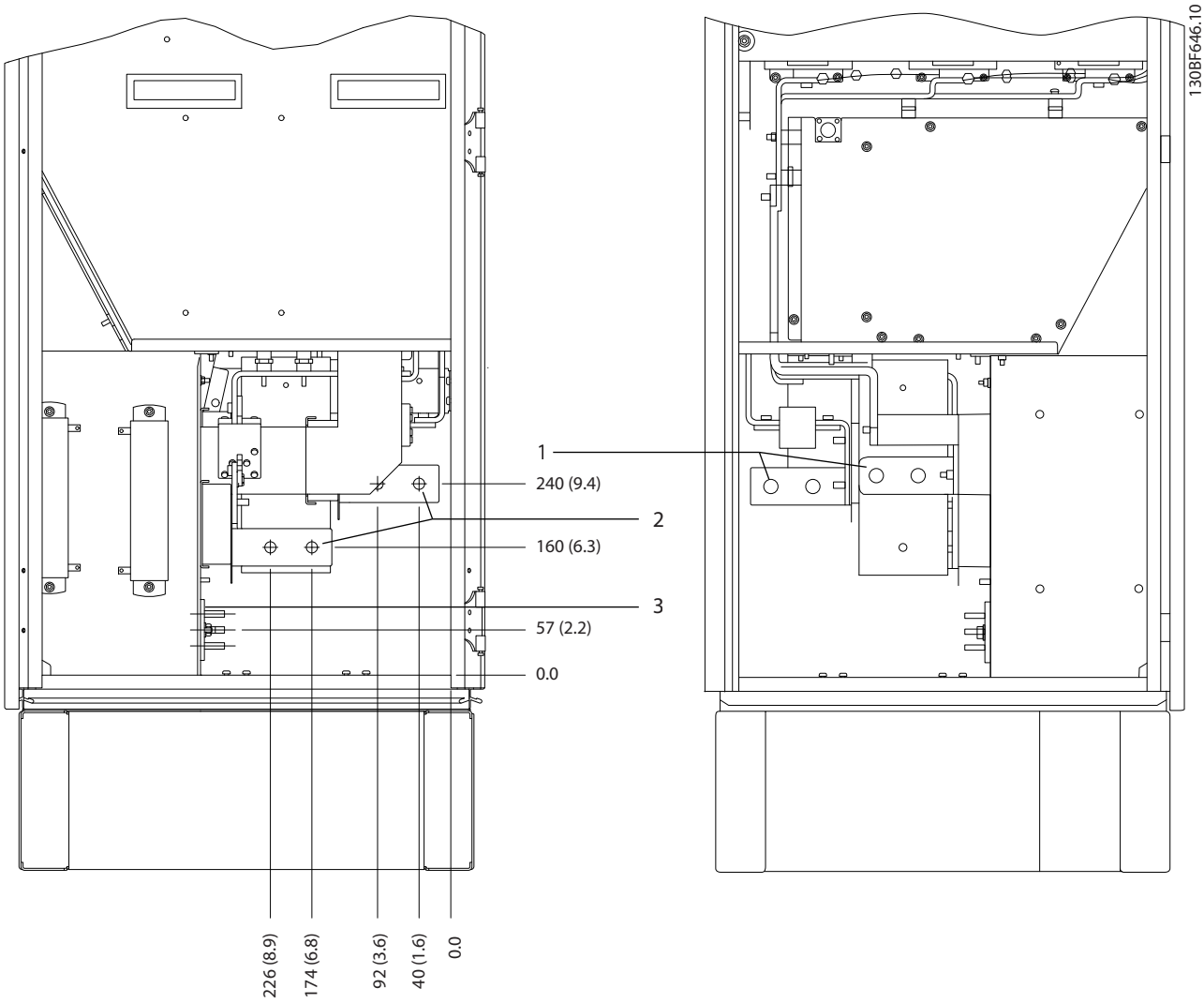
Ilustración 8.63 Dimensiones de los terminales del armario de opciones F9 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.64 Dimensiones de los terminales del armario del inversor/rectificador F8-F9 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.65 Dimensiones de los terminales del armario del inversor/rectificador F8-F9 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.9 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F10

8.9.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F10

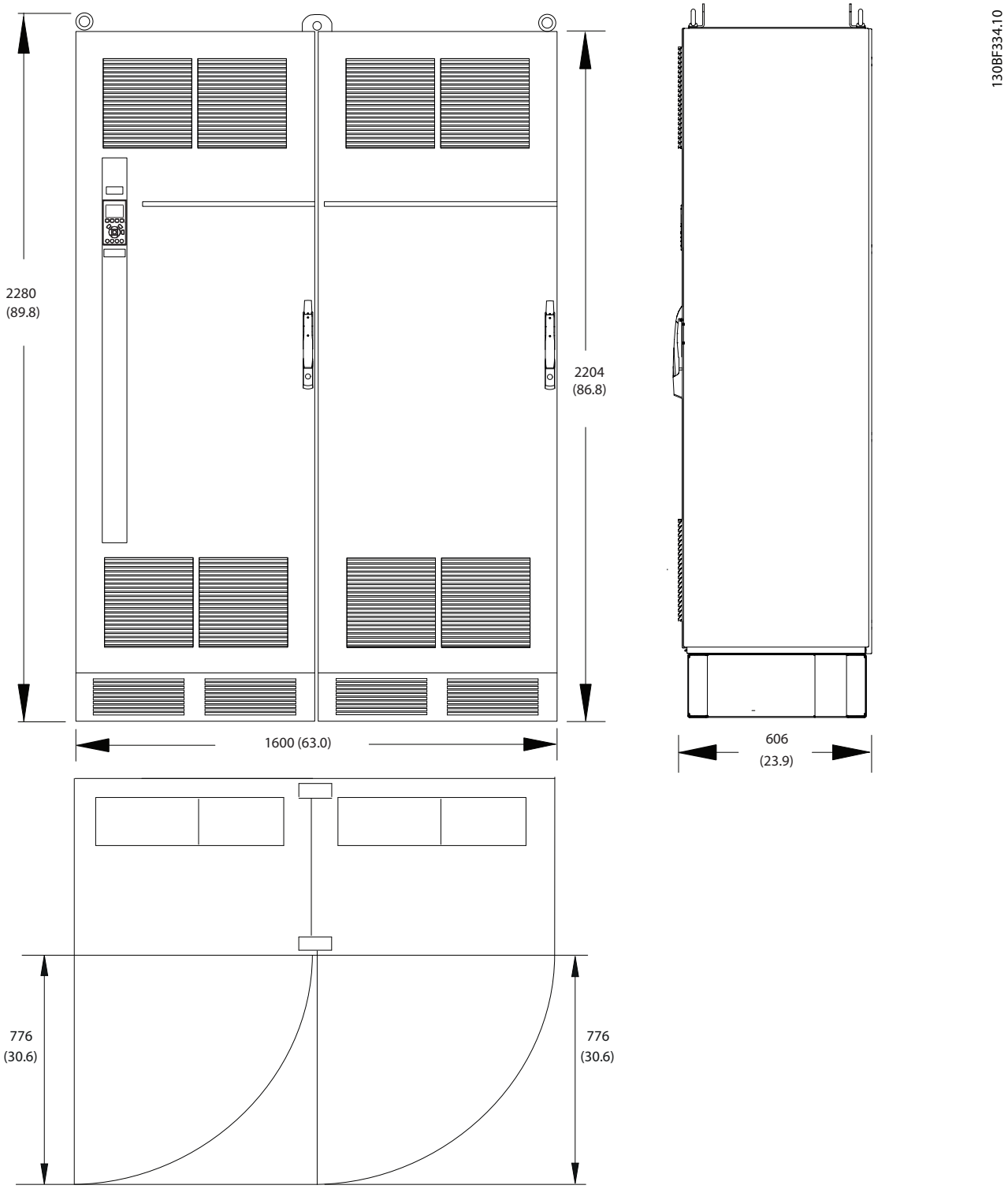
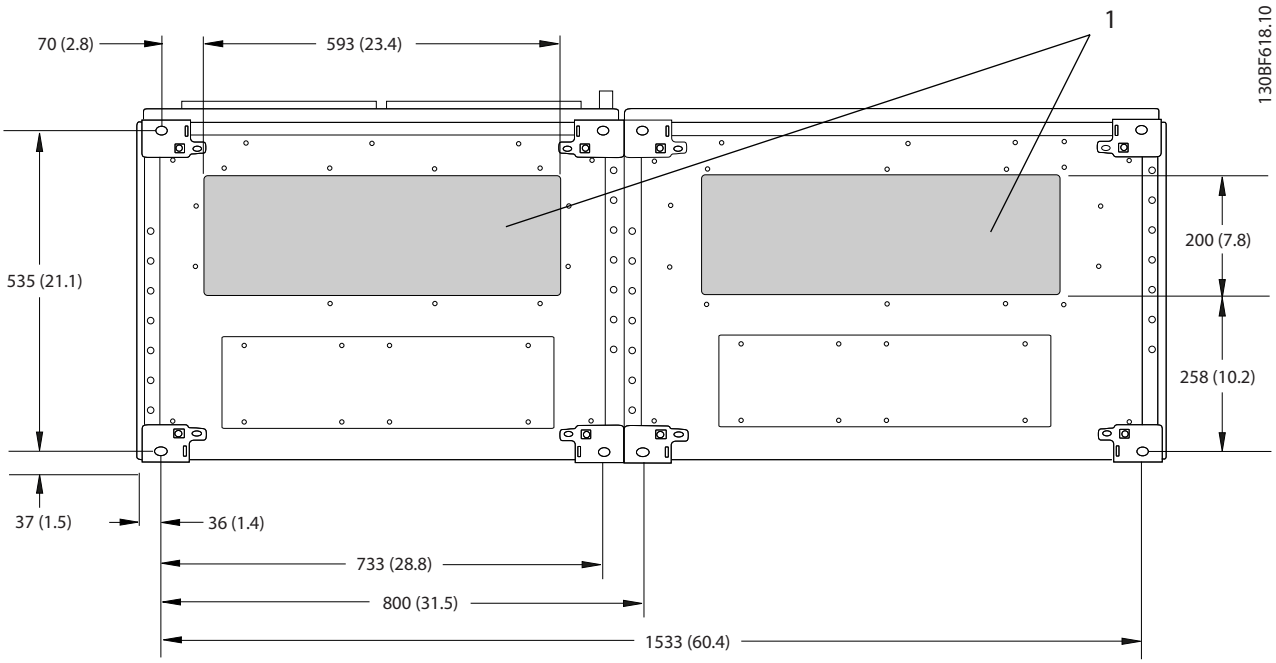


Ilustración 8.66 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F10

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



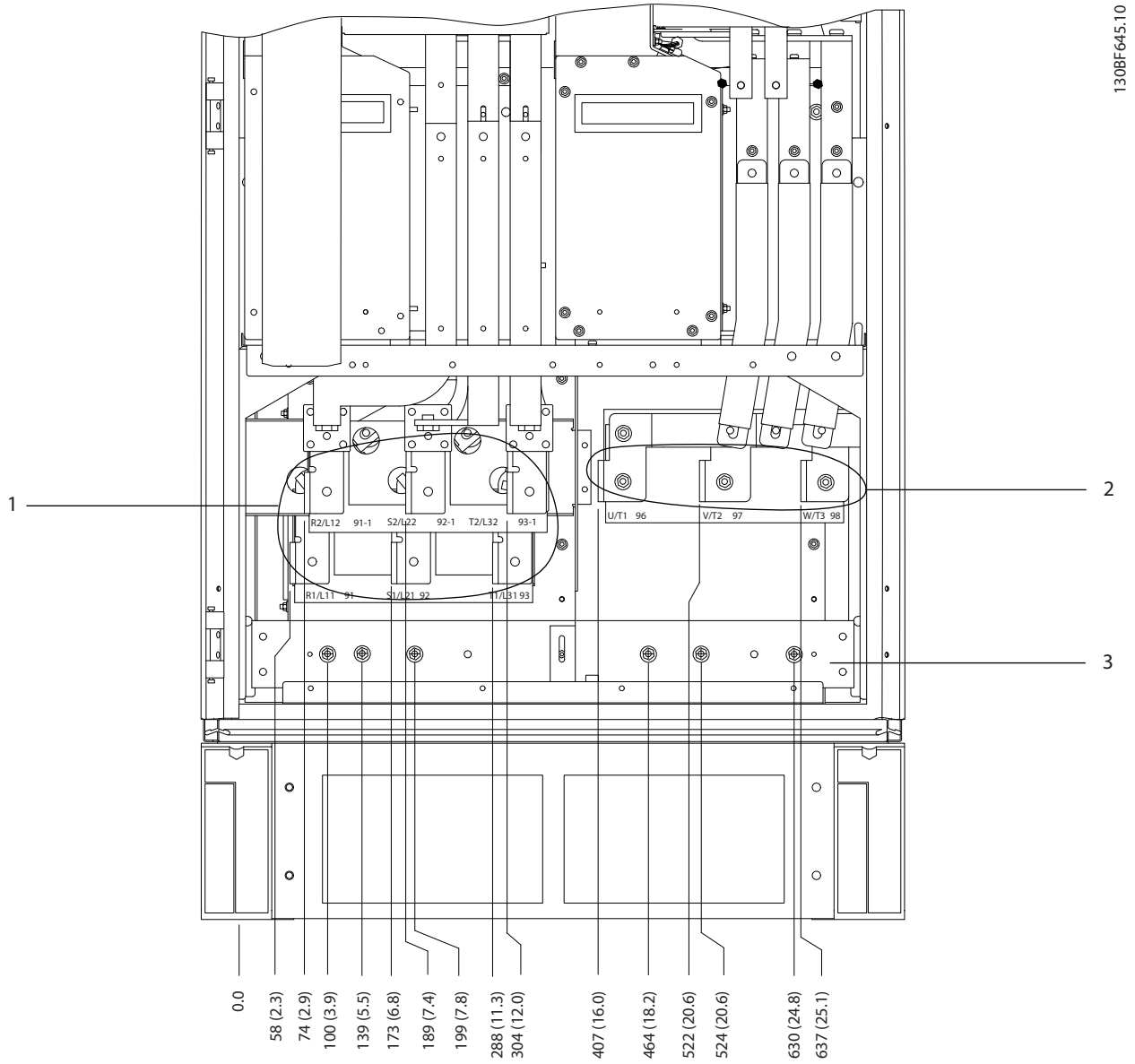
1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.67 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F10

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

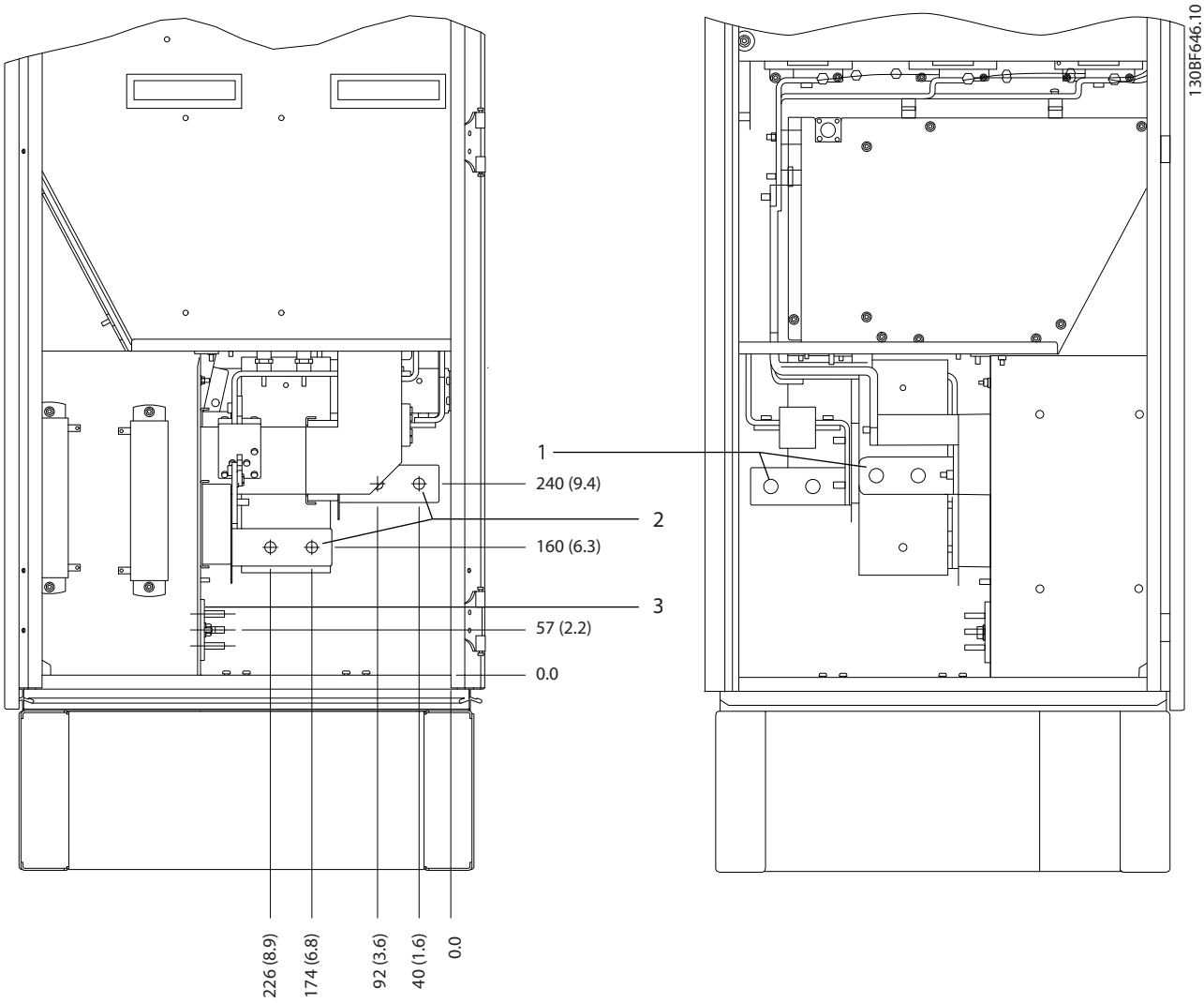
8.9.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F10

Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

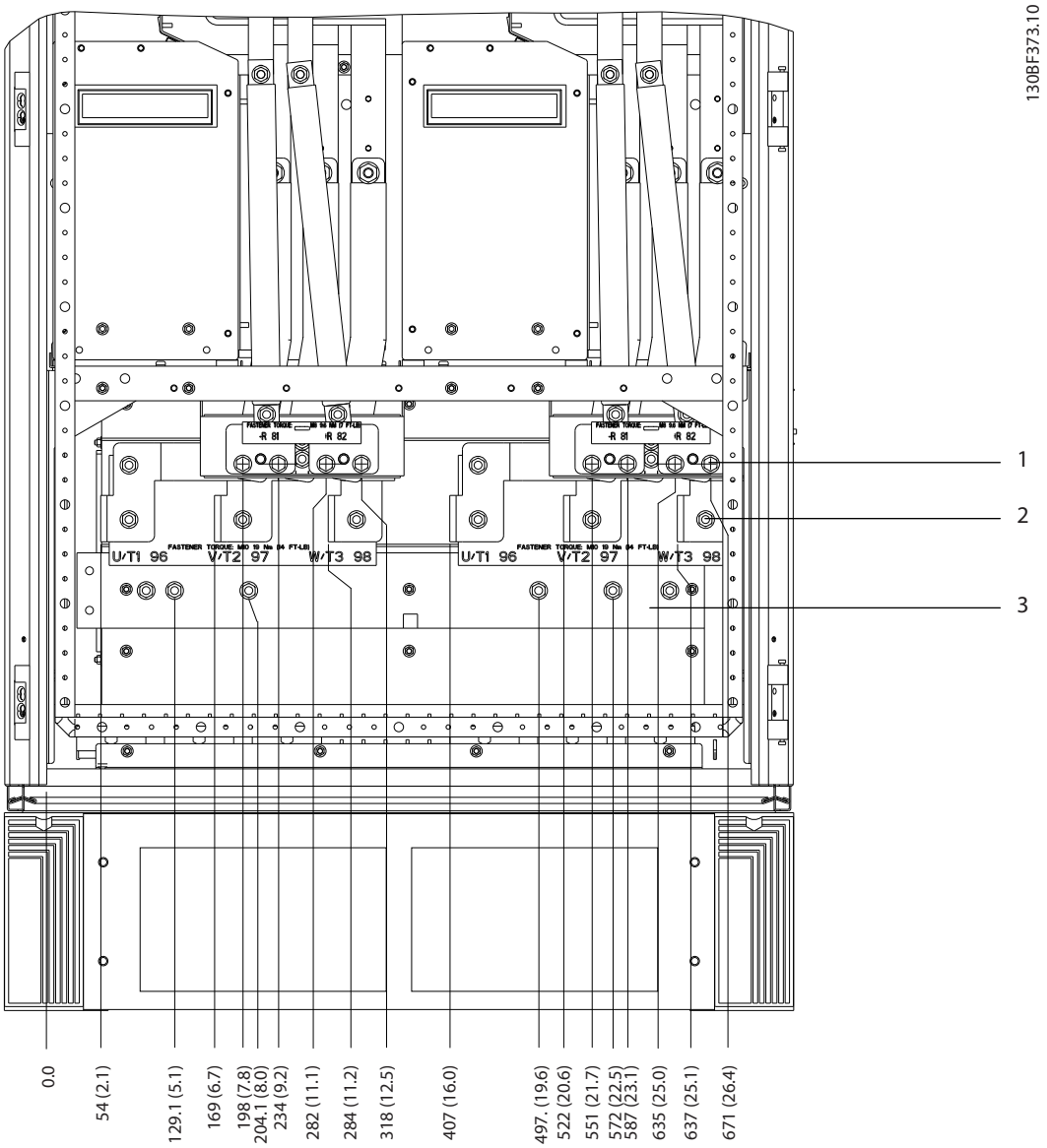
Ilustración 8.68 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F10-F13 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

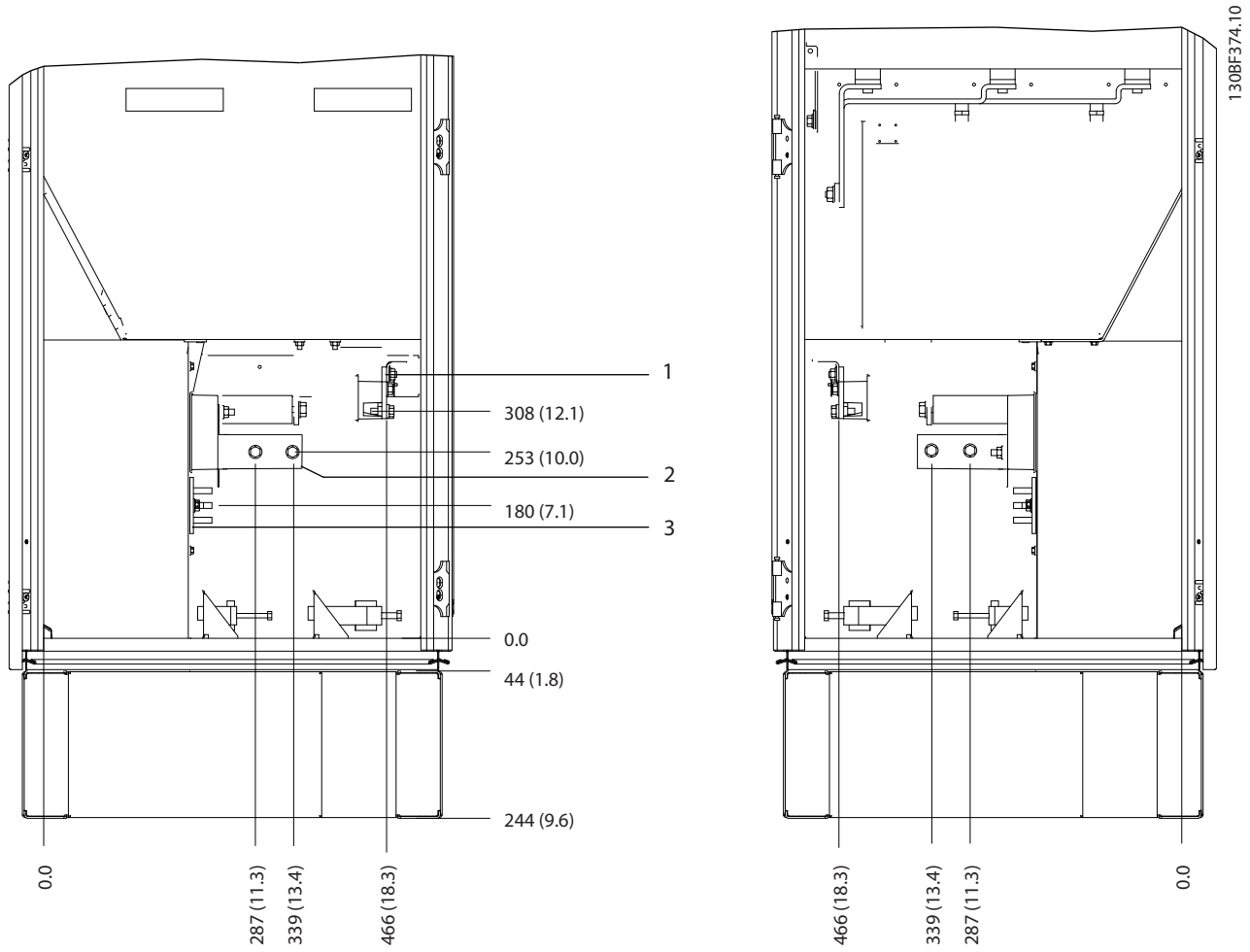
Ilustración 8.69 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F10-F13 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.70 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F10-F11 (vista frontal)



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.71 Dimensiones de los terminales del armario del inversor F10-F11 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.10 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F11

8.10.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F11

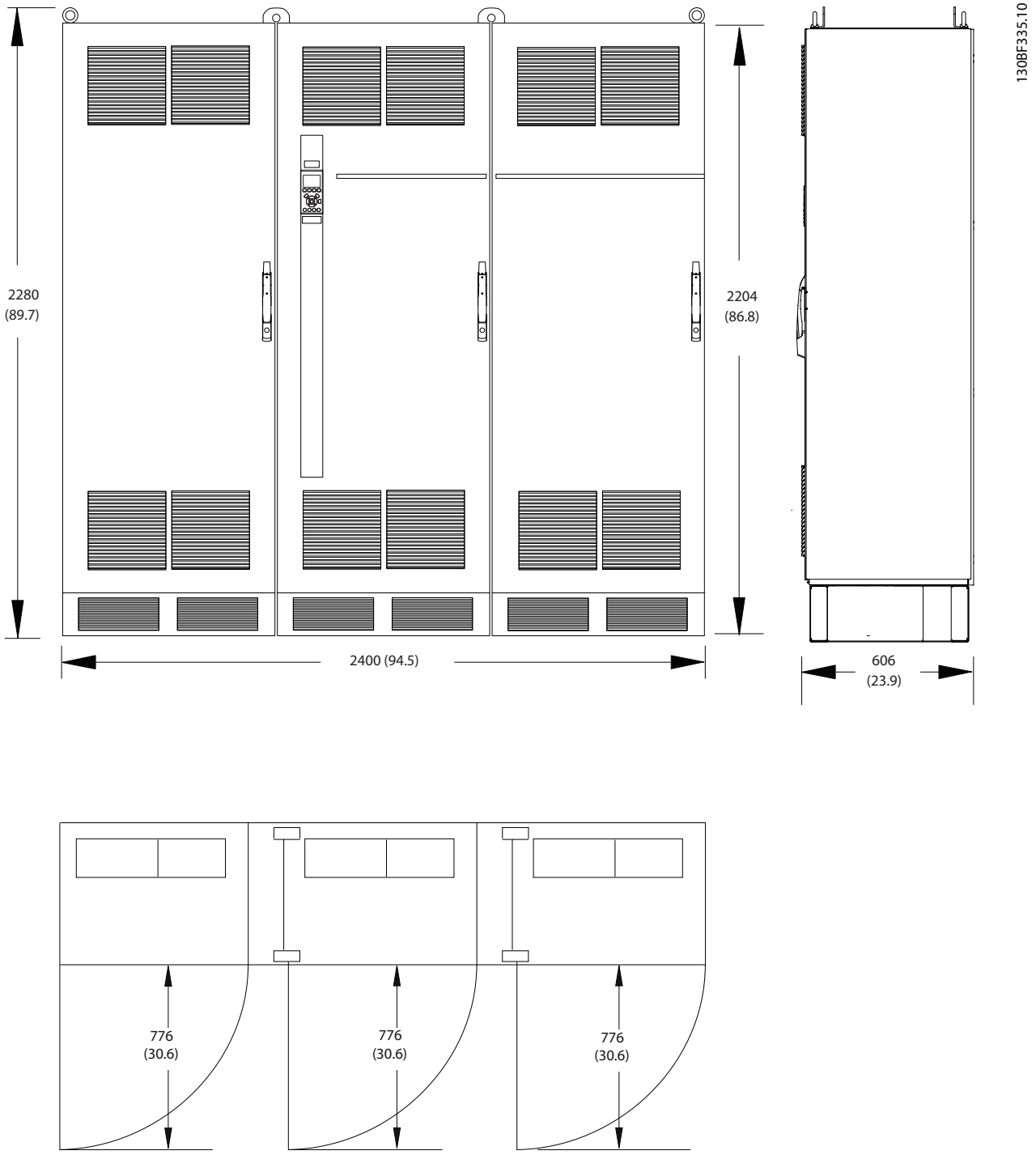
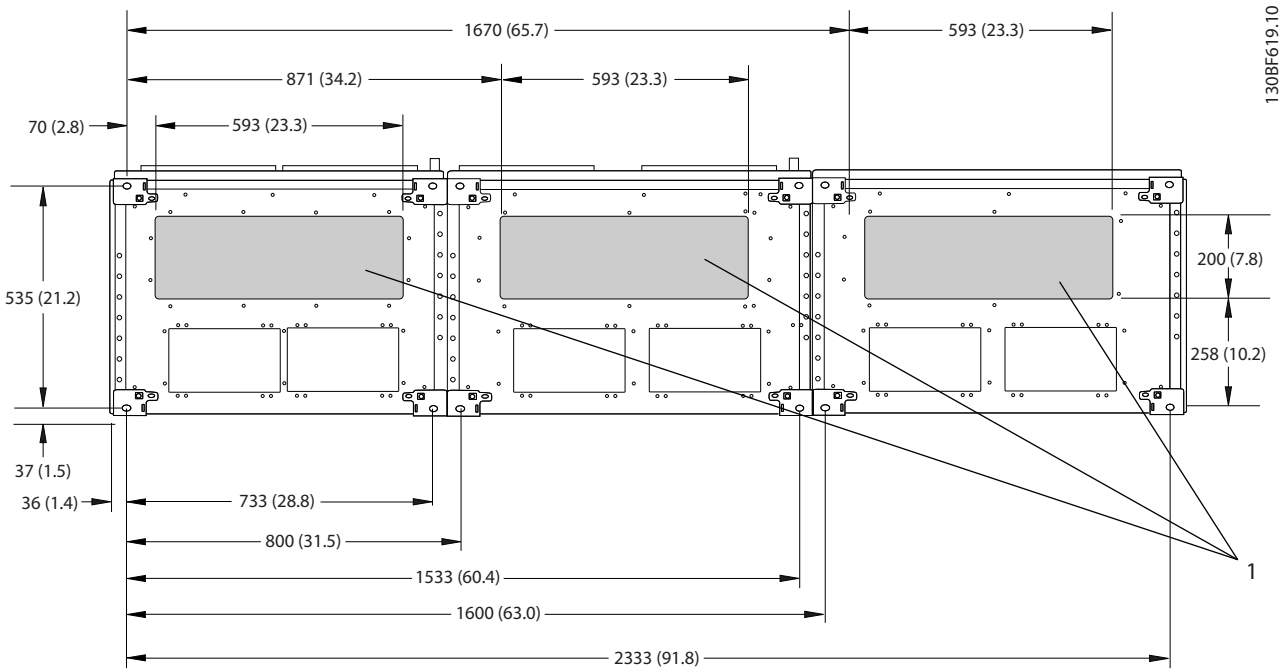


Ilustración 8.72 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F11



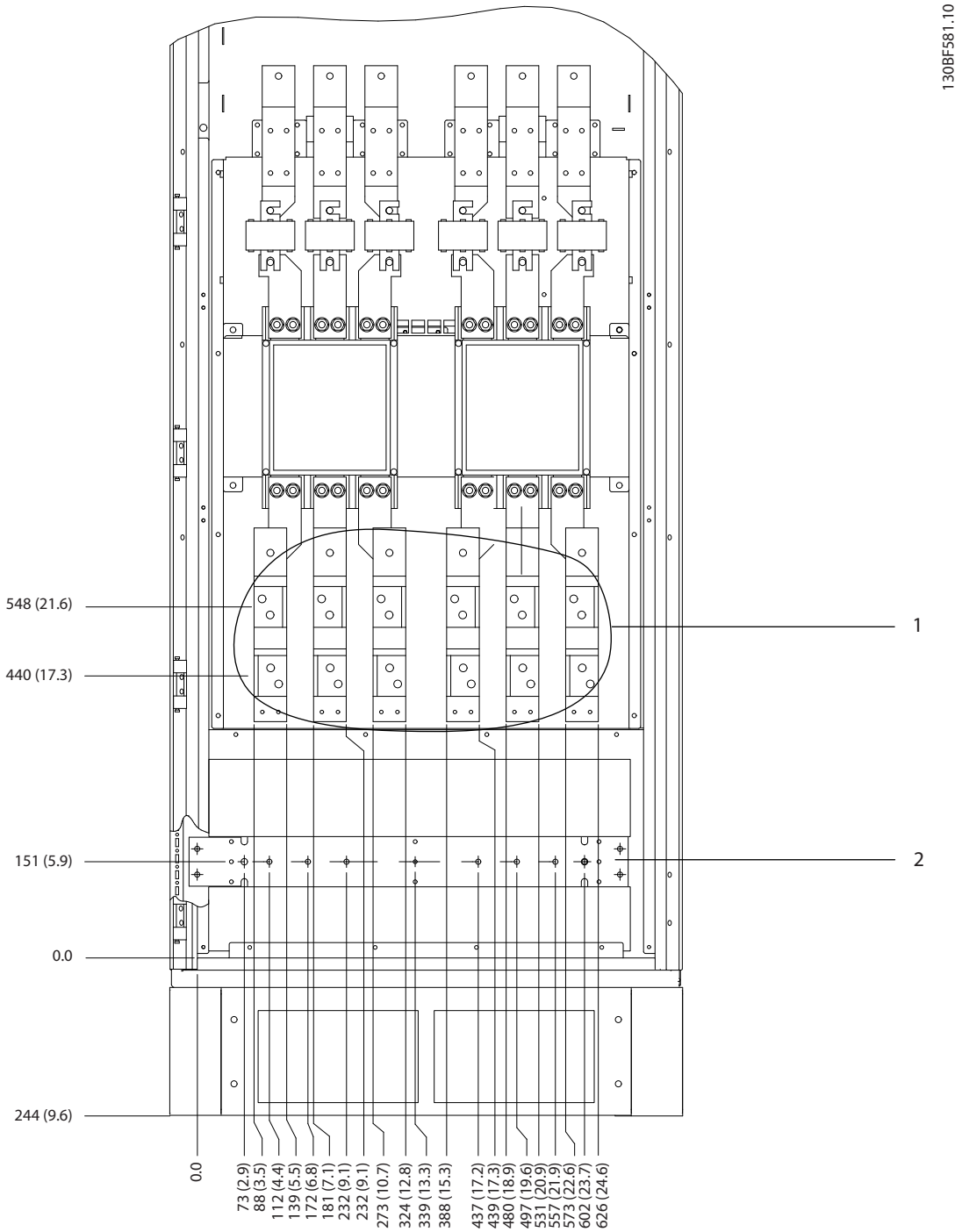
1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.73 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F11

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.10.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F11

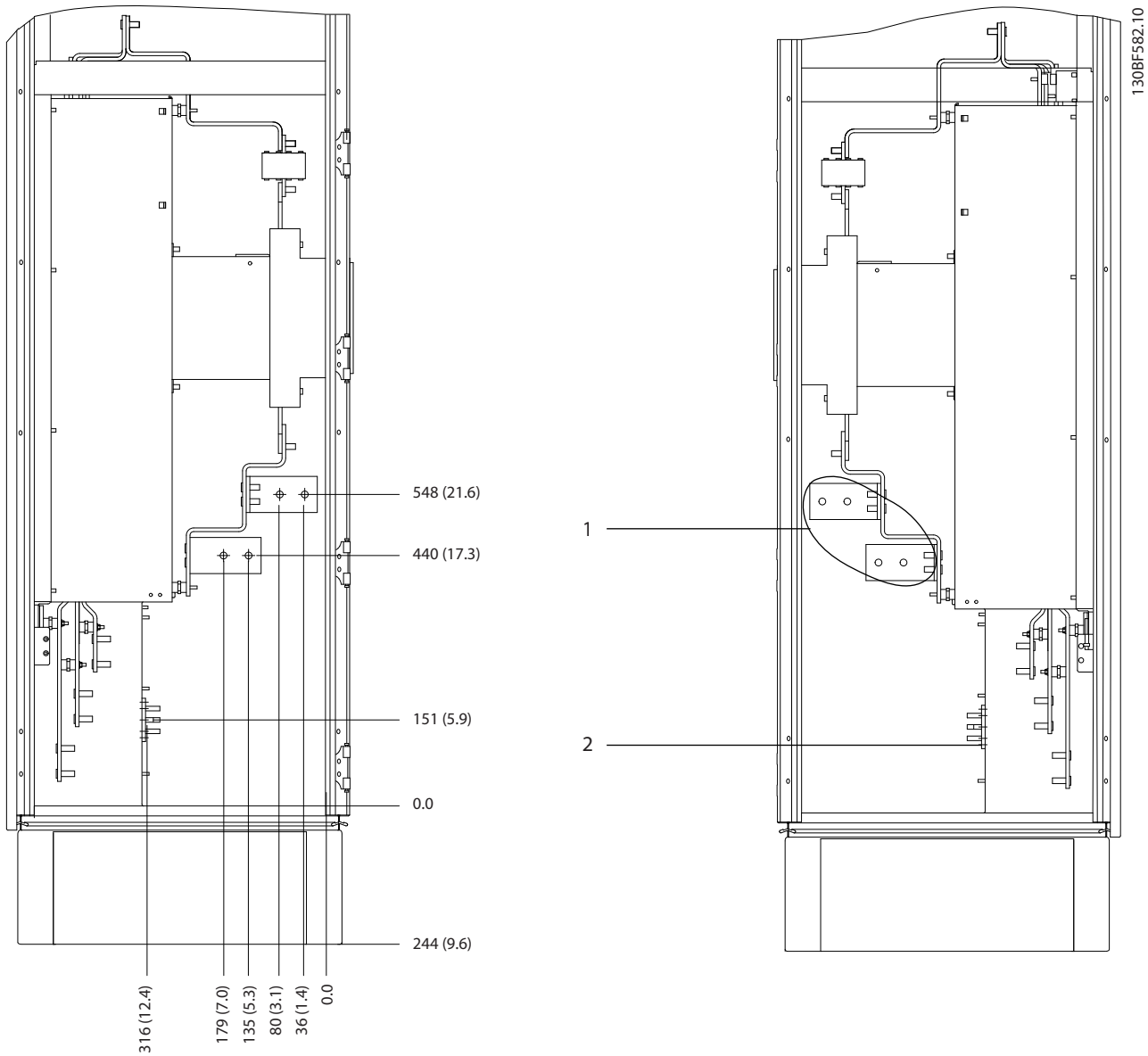
Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

Ilustración 8.74 Dimensiones de los terminales del armario de opciones F11/F13 (vista frontal)

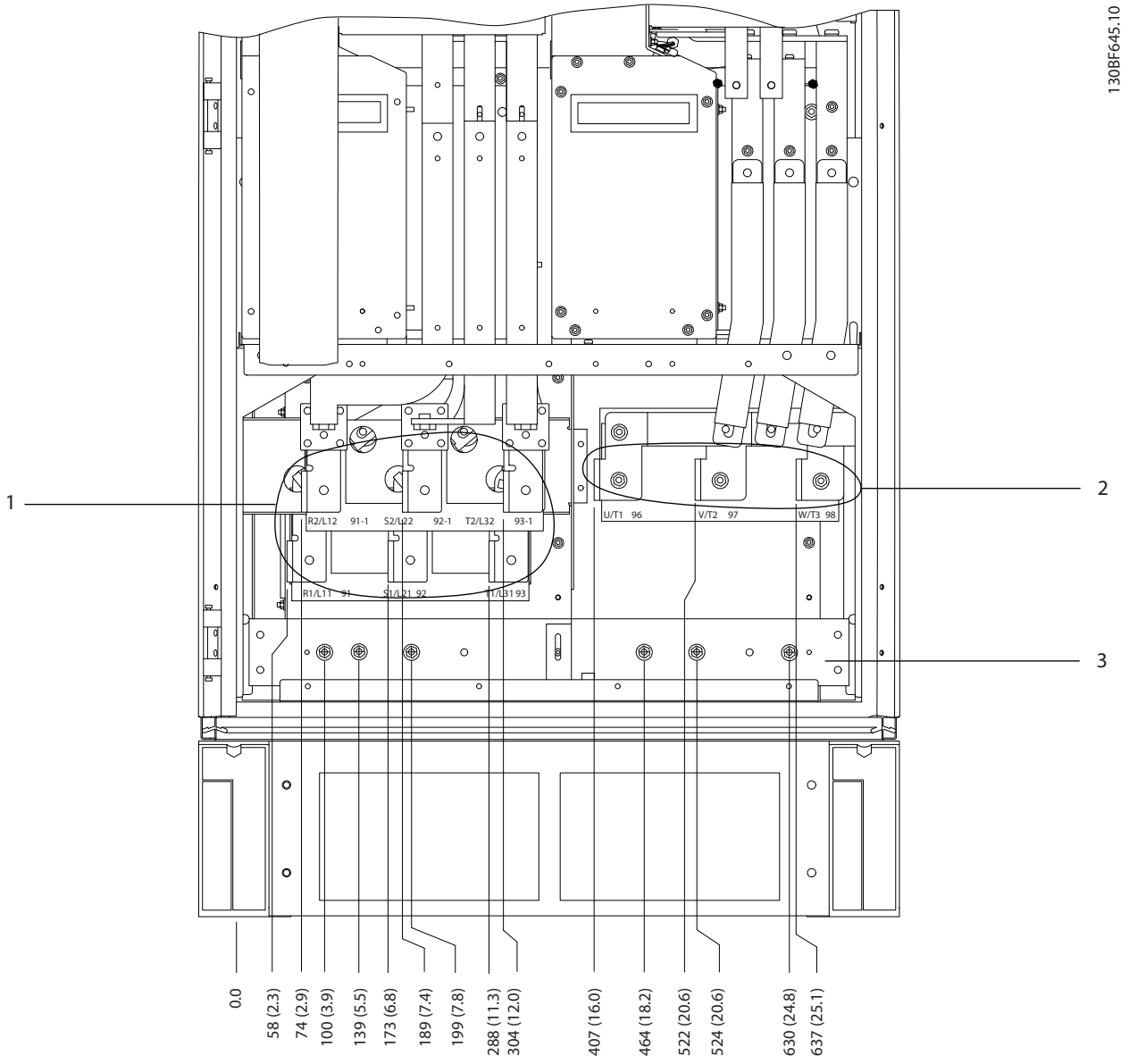
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

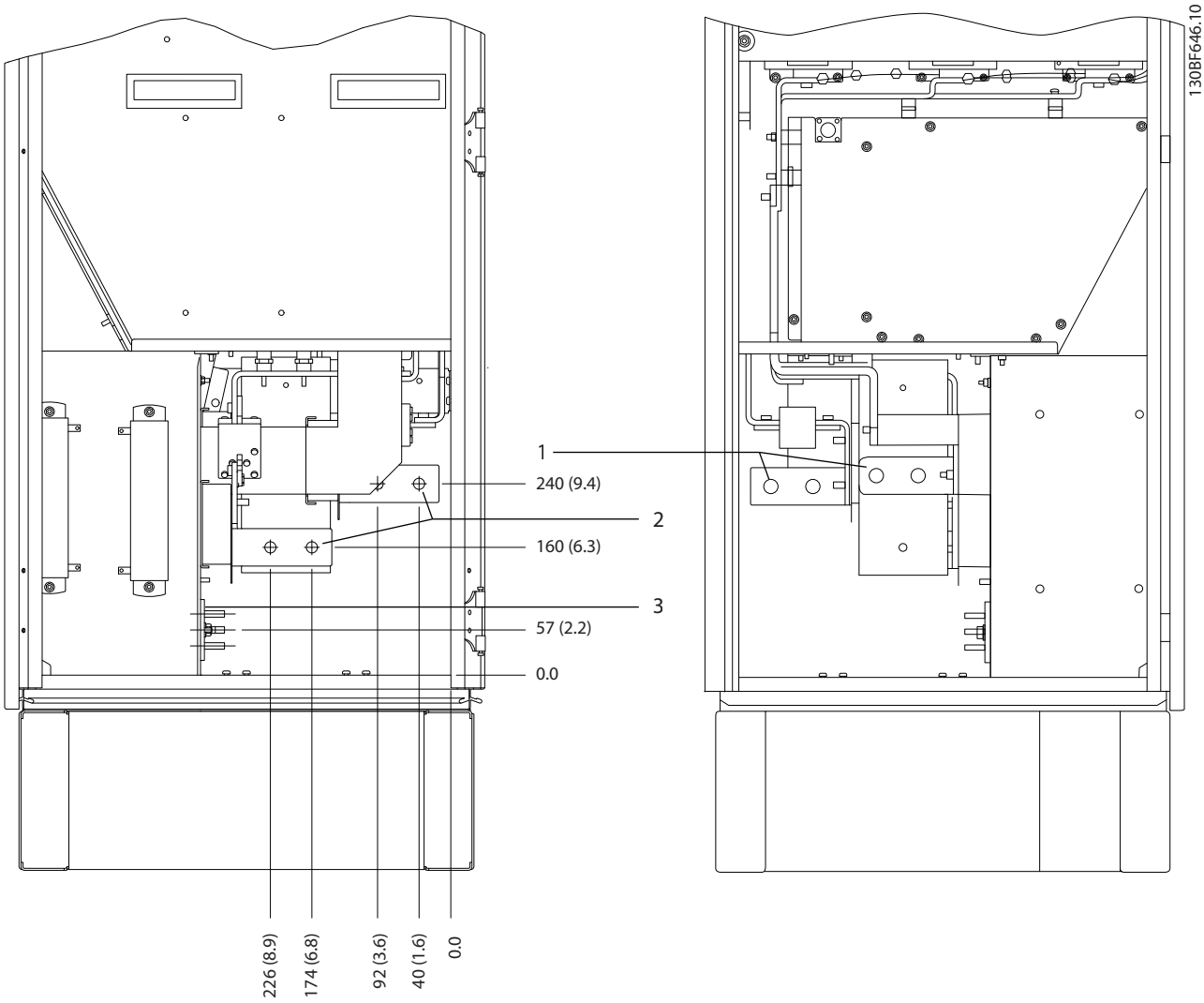
Ilustración 8.75 Dimensiones de los terminales del armario de opciones F11/F13 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

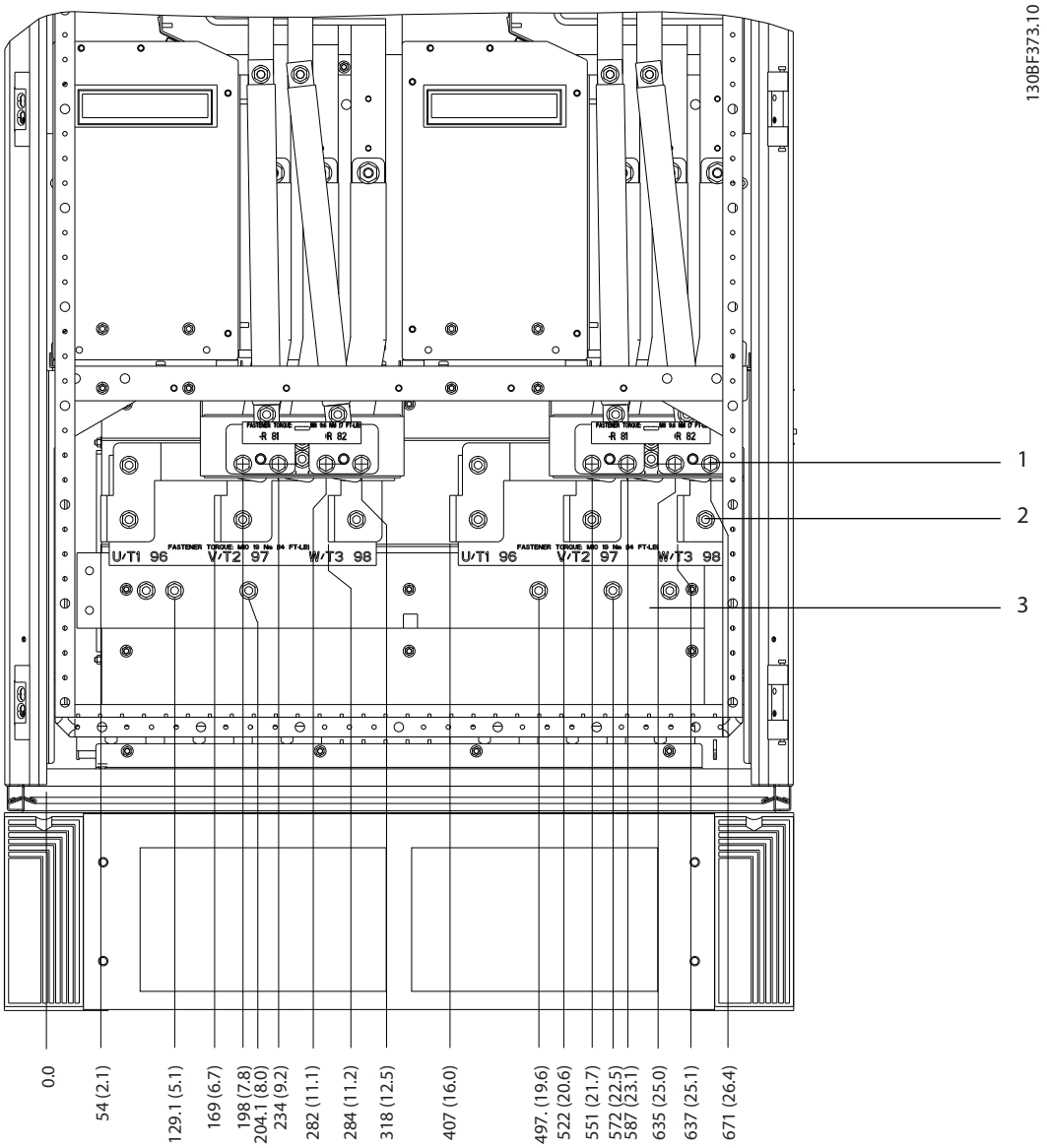
Ilustración 8.76 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F10-F13 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

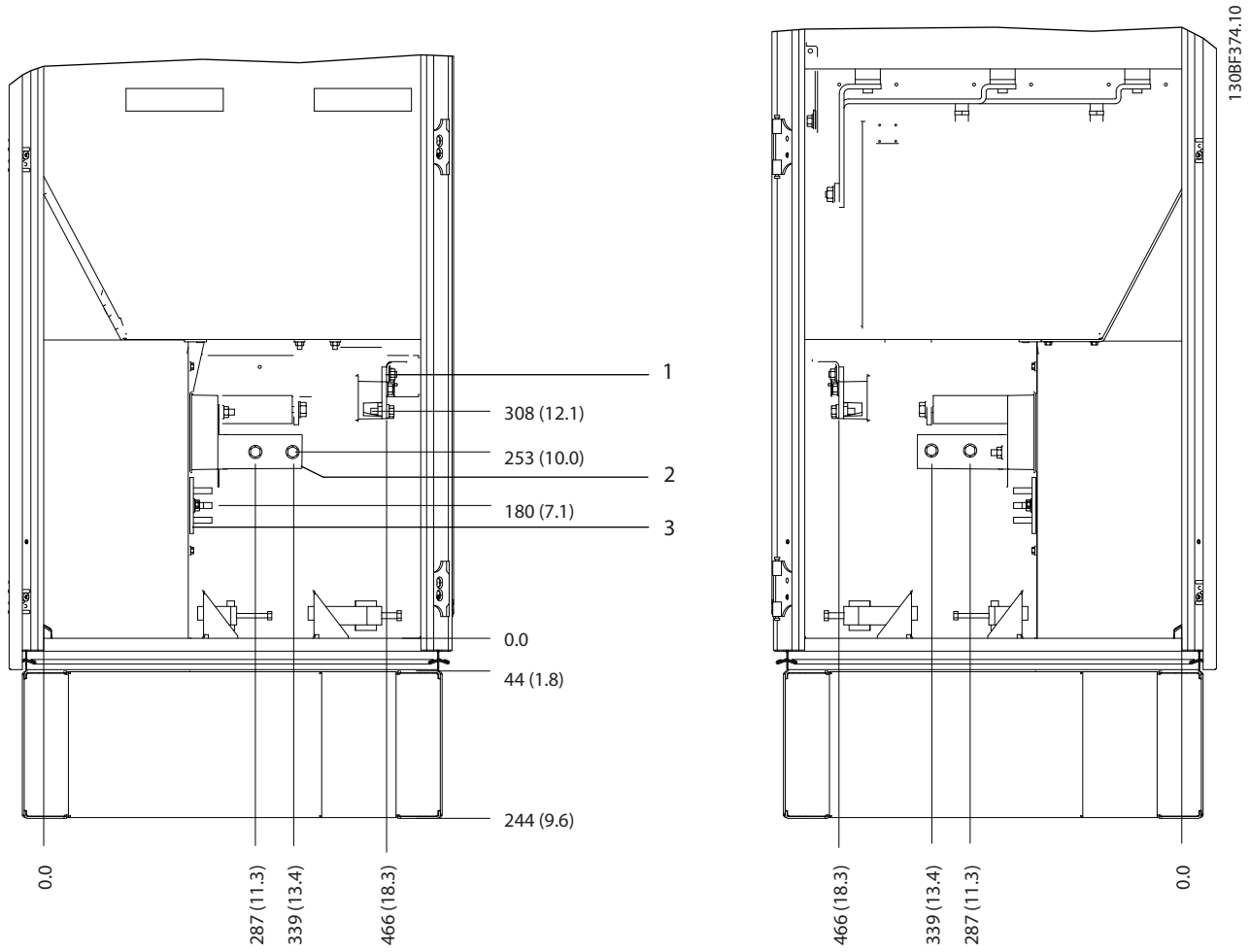
Ilustración 8.77 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F10-F13 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.78 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F10-F11 (vista frontal)



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.79 Dimensiones de los terminales del armario del inversor F10-F11 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.11 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F12

8.11.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F12

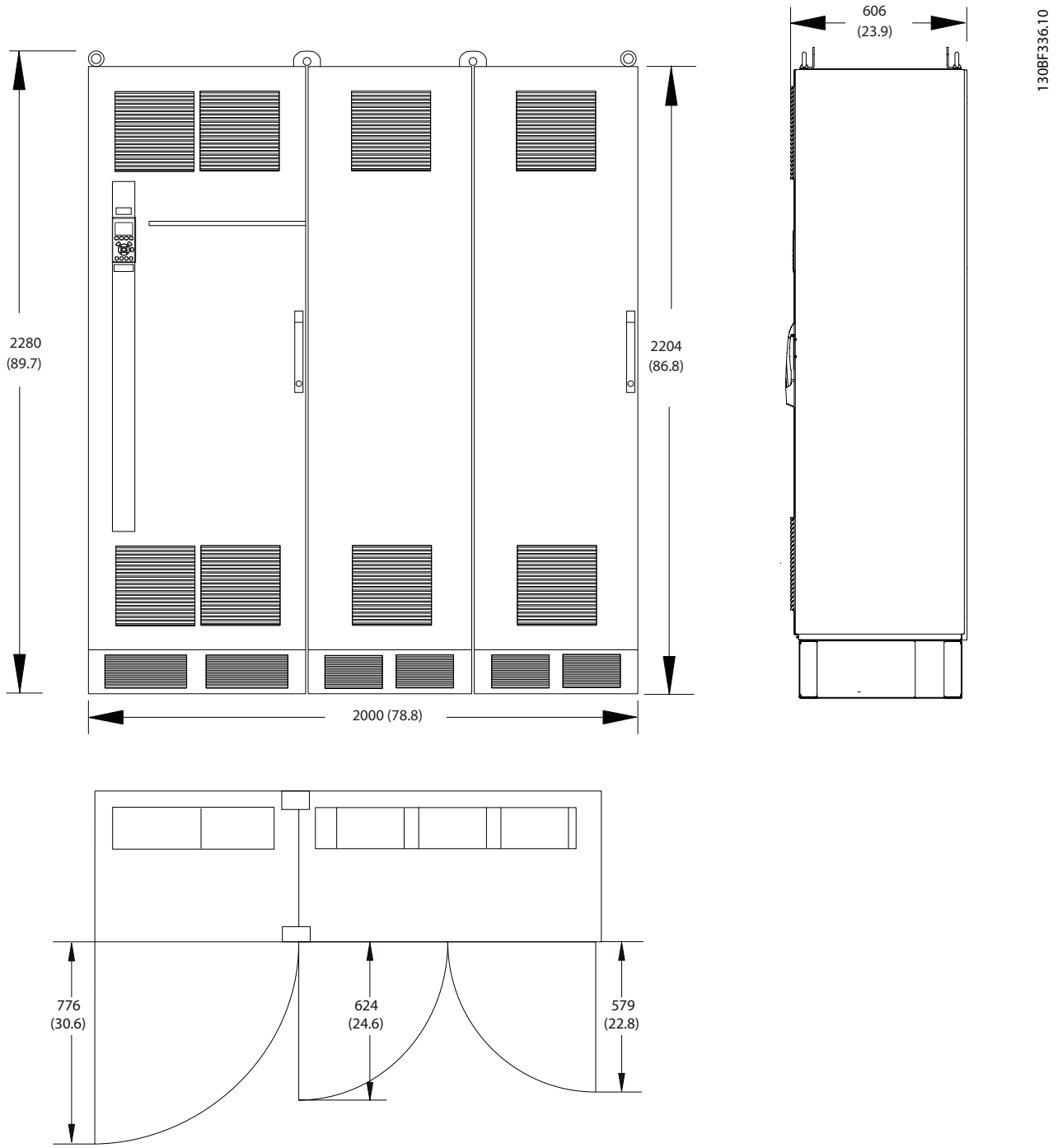
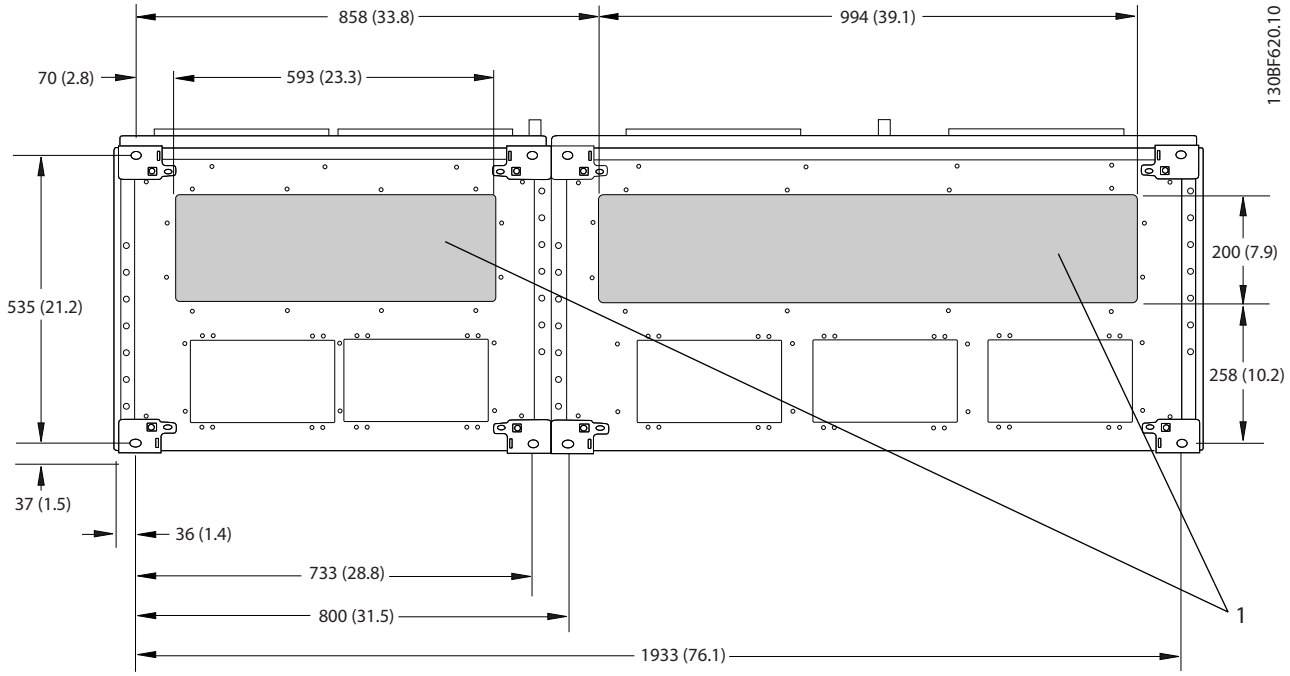


Ilustración 8.80 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F12

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



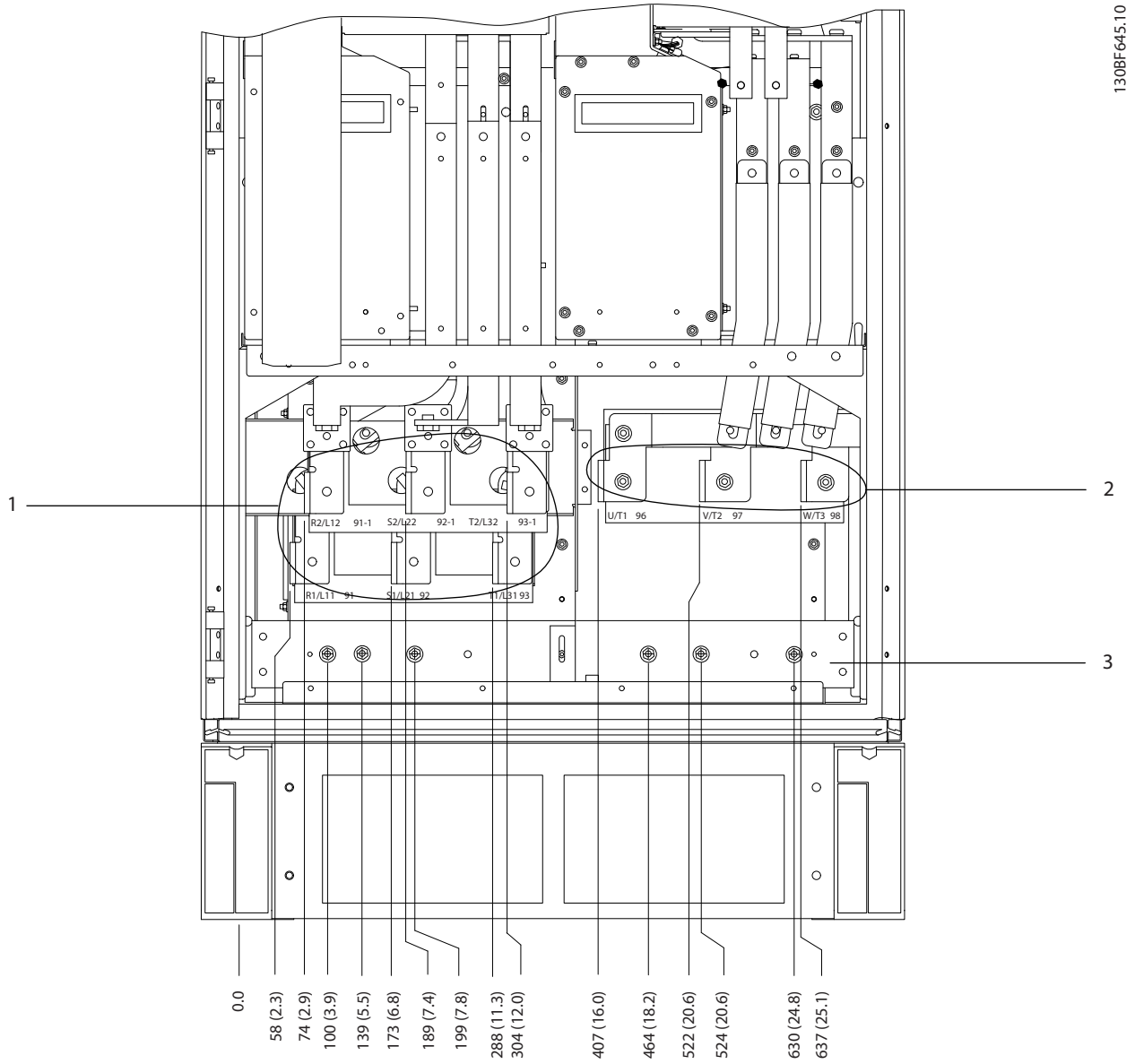
1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.81 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F12

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

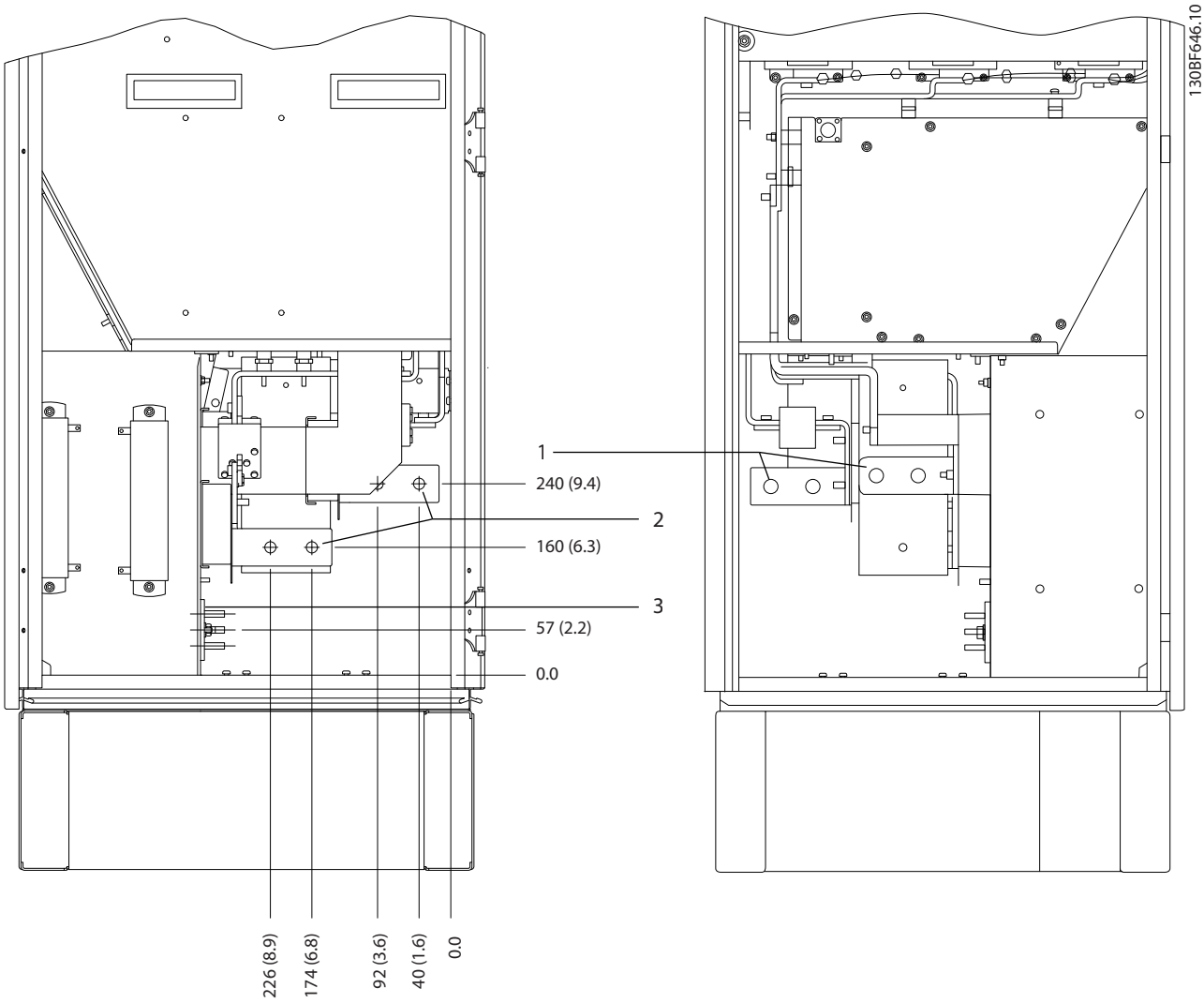
8.11.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F12

Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

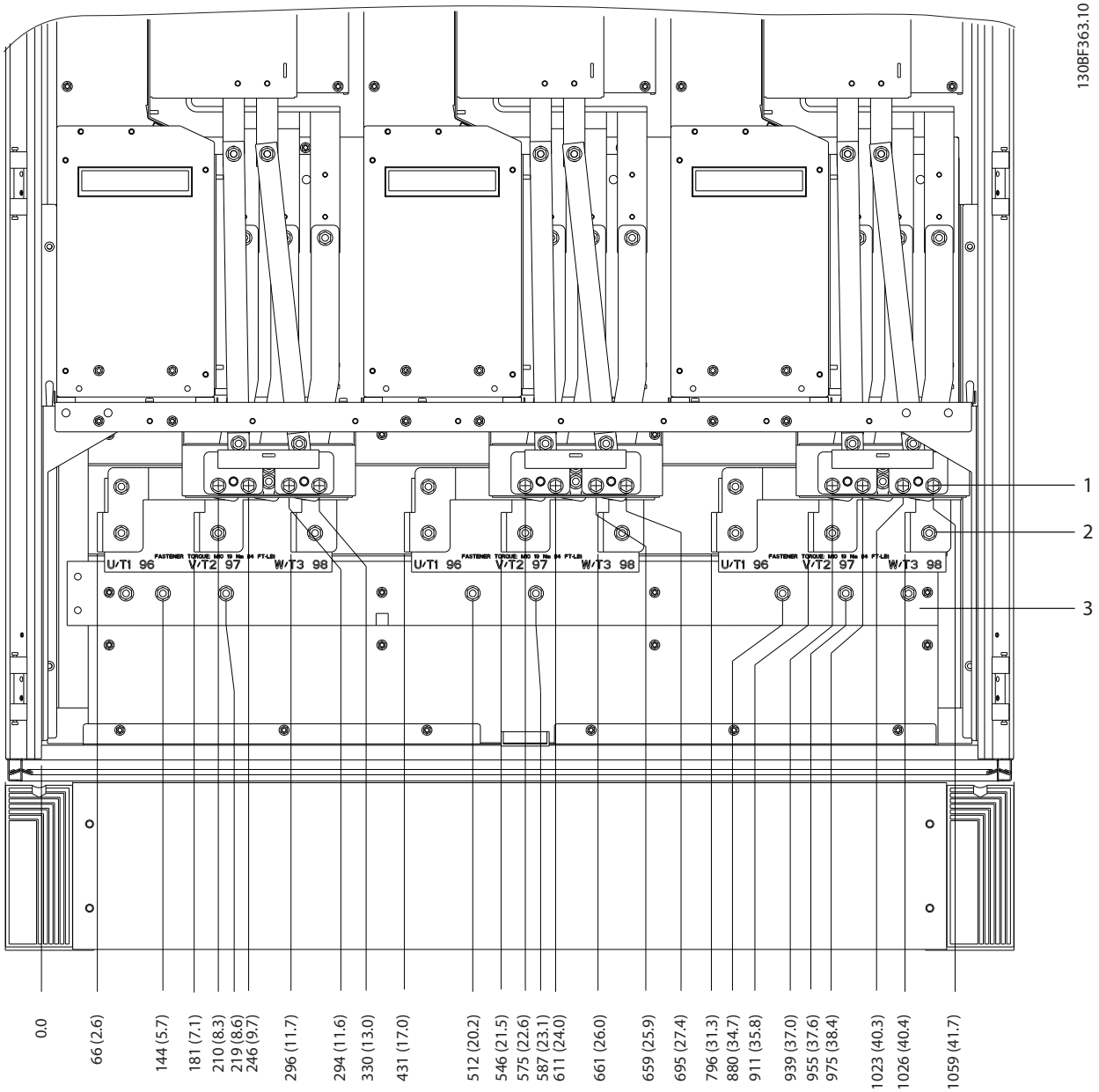
Ilustración 8.82 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F10-F13 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

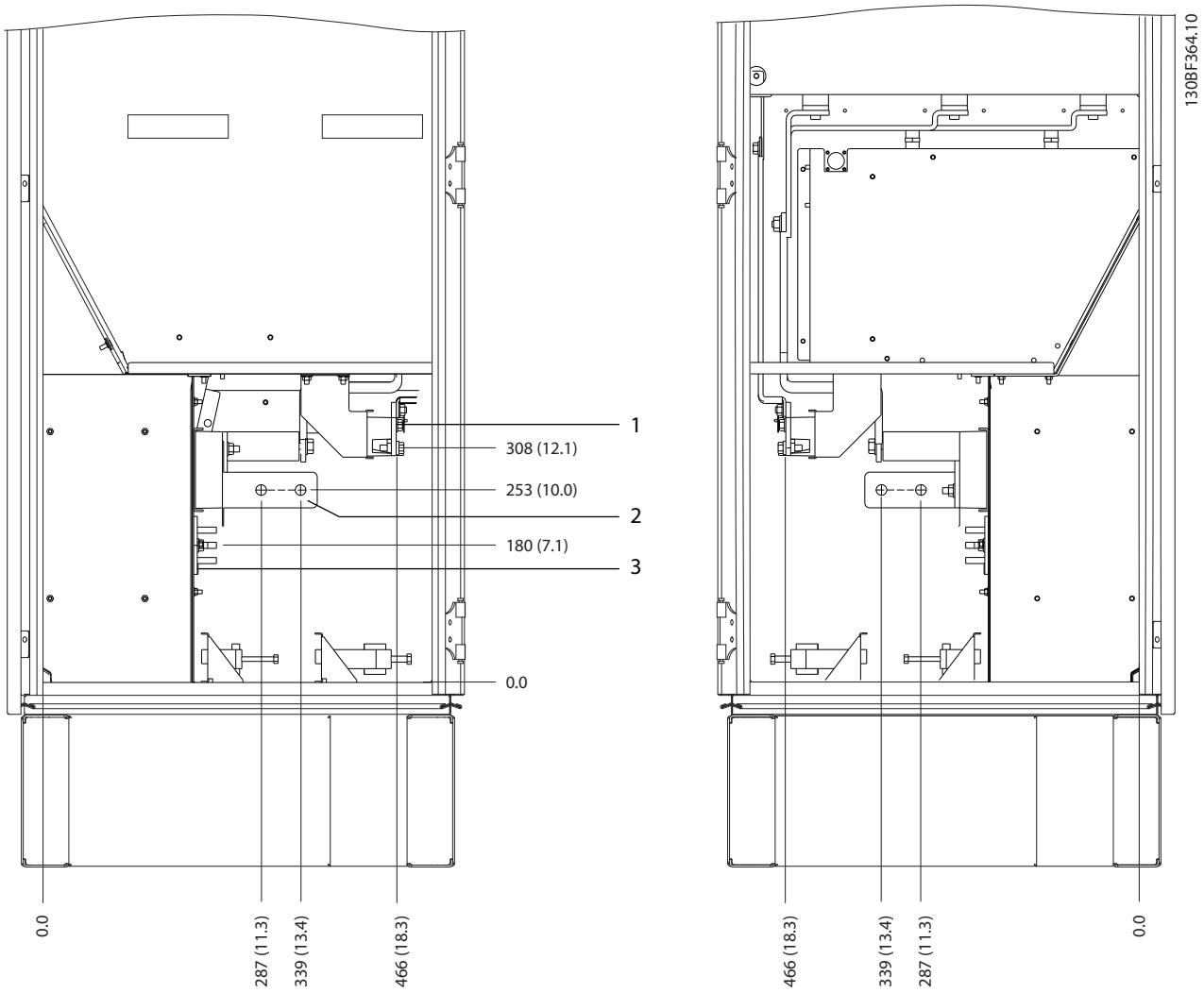
Ilustración 8.83 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F10-F13 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.84 Dimensiones de los terminales del armario del inversor F12-F13 (vista frontal)



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.85 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F12-F13 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

8.12 Dimensiones exteriores y de los terminales del alojamiento F13

8.12.1 Dimensiones exteriores del alojamiento F13

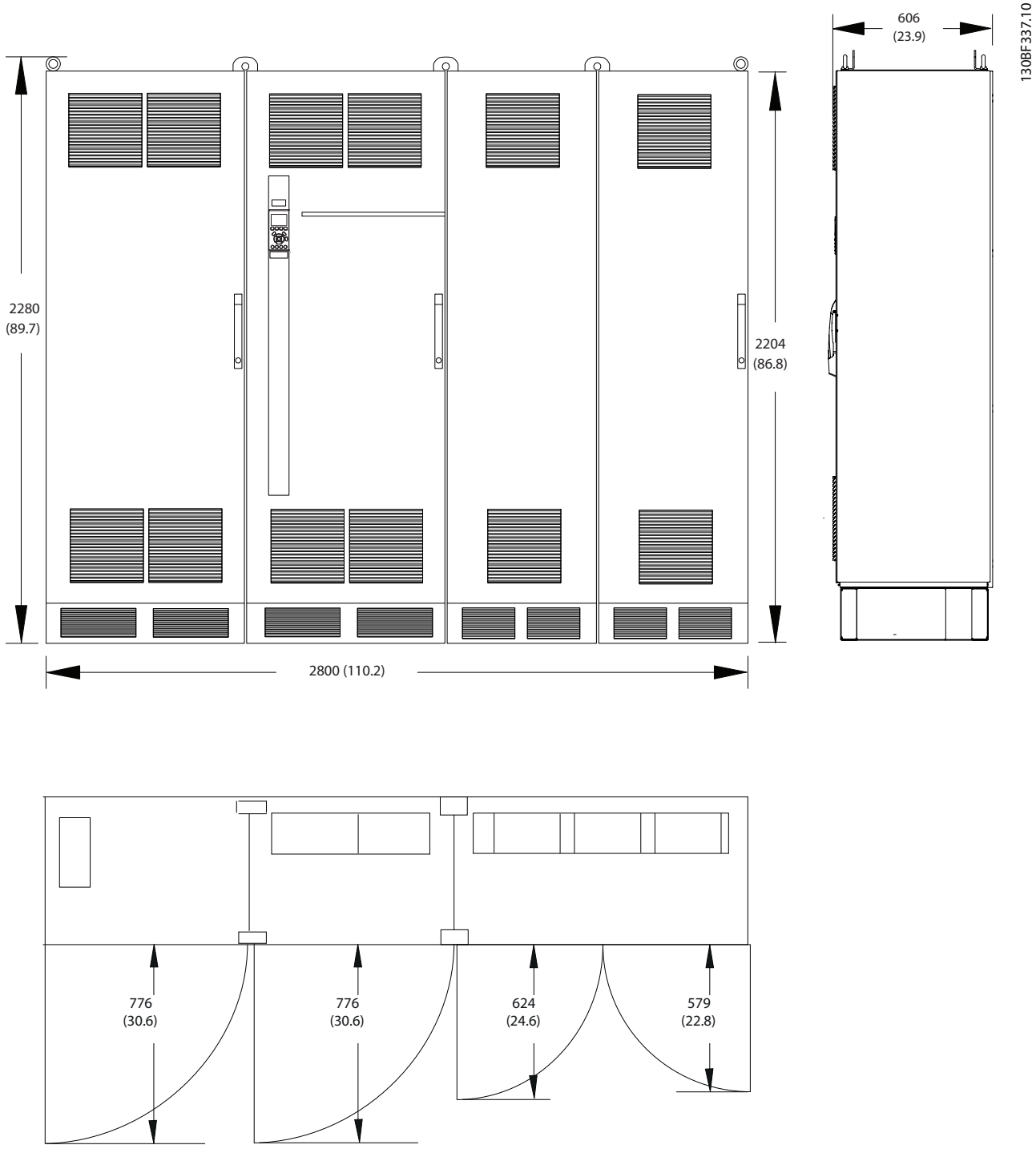
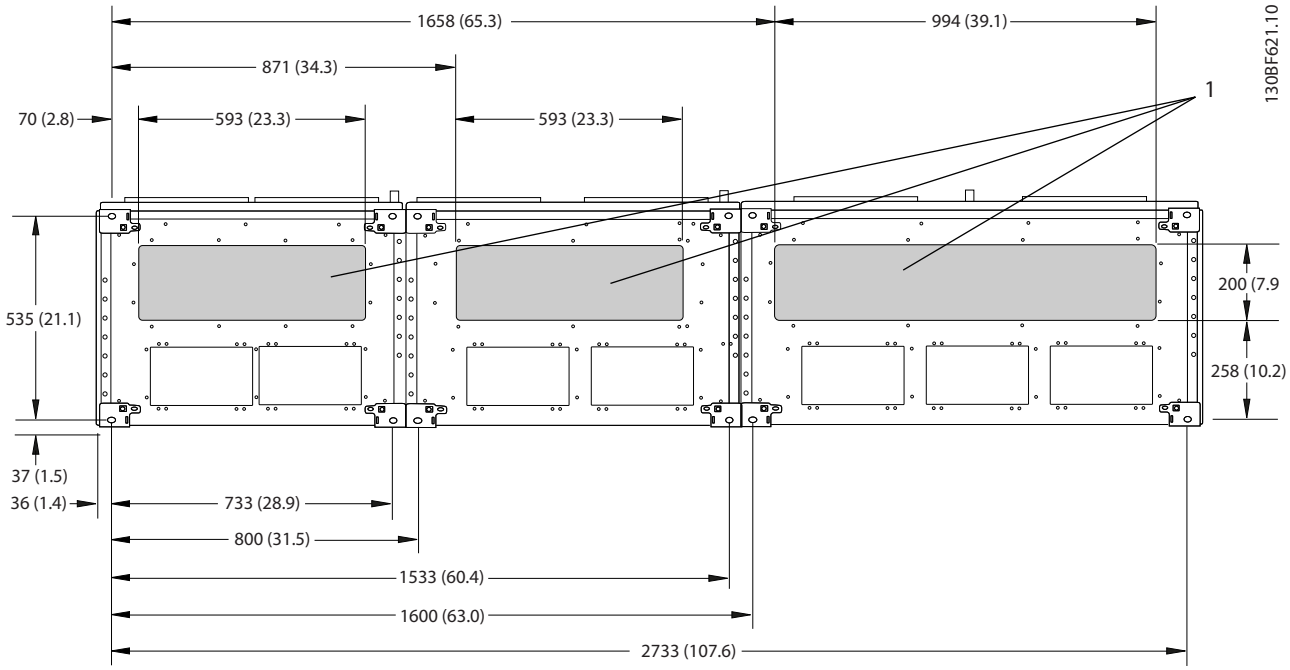


Ilustración 8.86 Dimensiones frontales, laterales y del espacio de la puerta del alojamiento F13

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

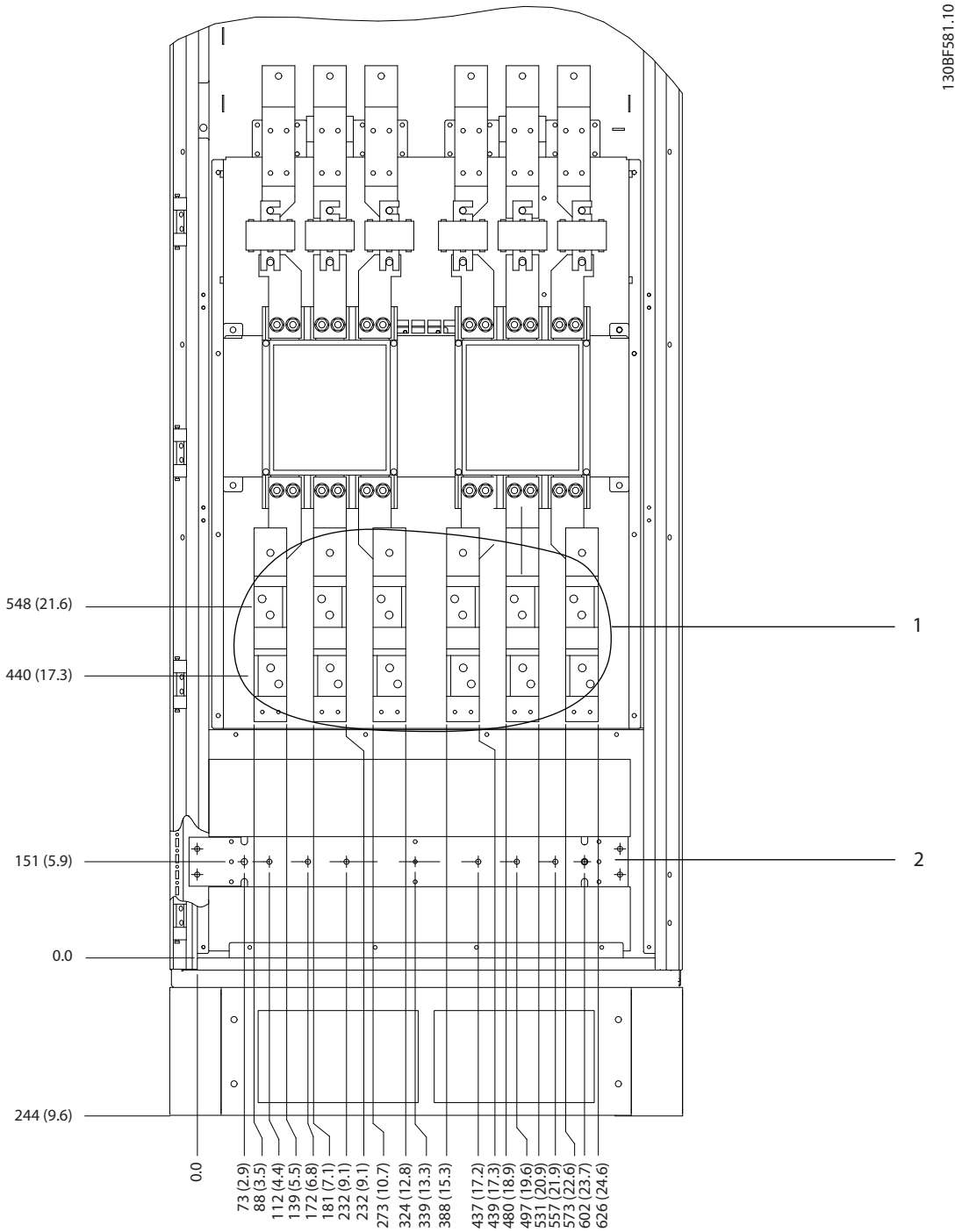
Ilustración 8.87 Dimensiones de la placa prensacables del alojamiento F13

8

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

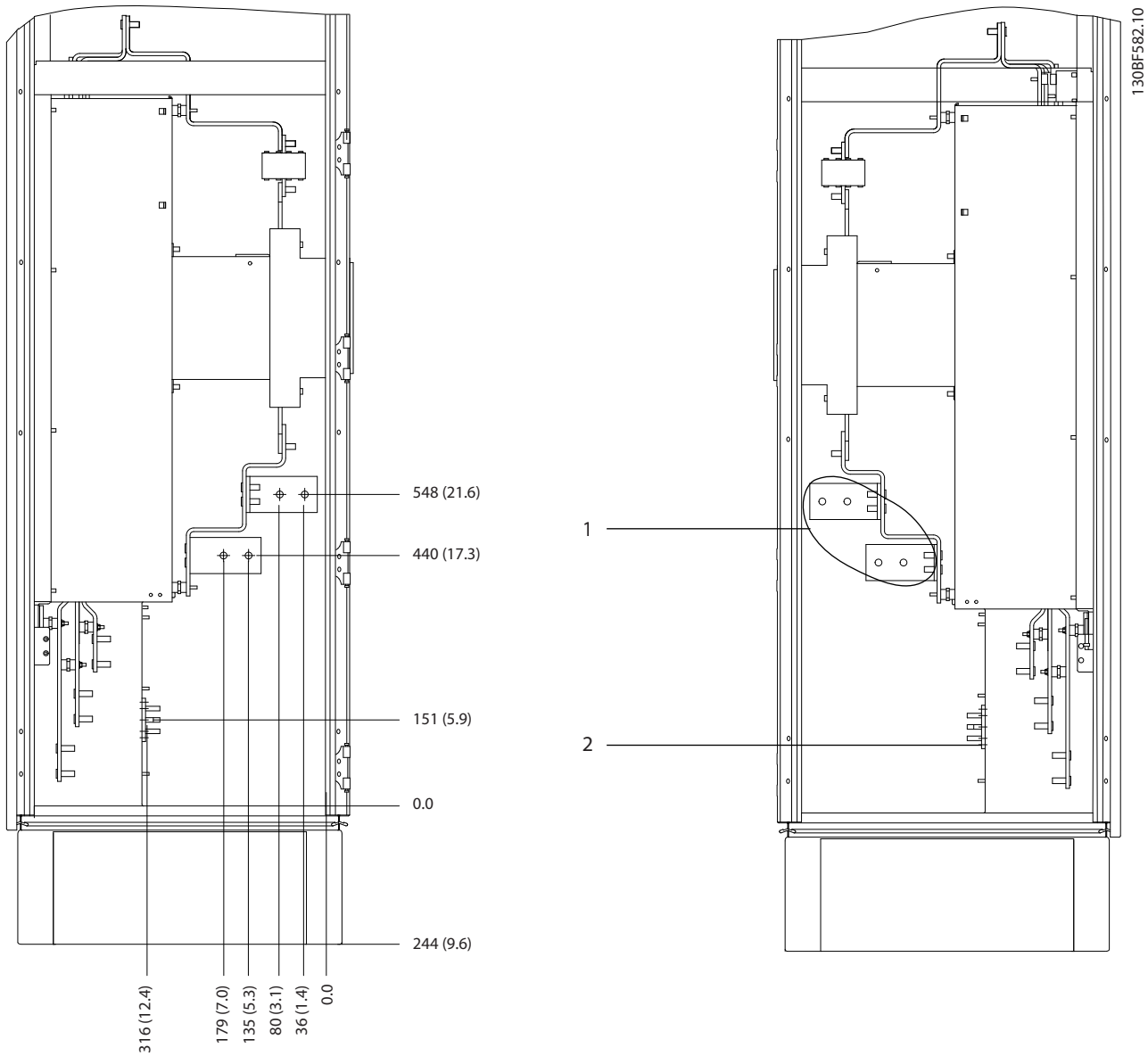
8.12.2 Dimensiones de los terminales del alojamiento F13

Los cables de alimentación son pesados y difíciles de doblar. Determine la ubicación óptima del convertidor para facilitar una sencilla instalación de los cables. Cada terminal permite utilizar hasta 4 cables con terminales de cable o una orejeta de caja estándar. La conexión a tierra se realiza en un punto de terminación adecuado de la unidad.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

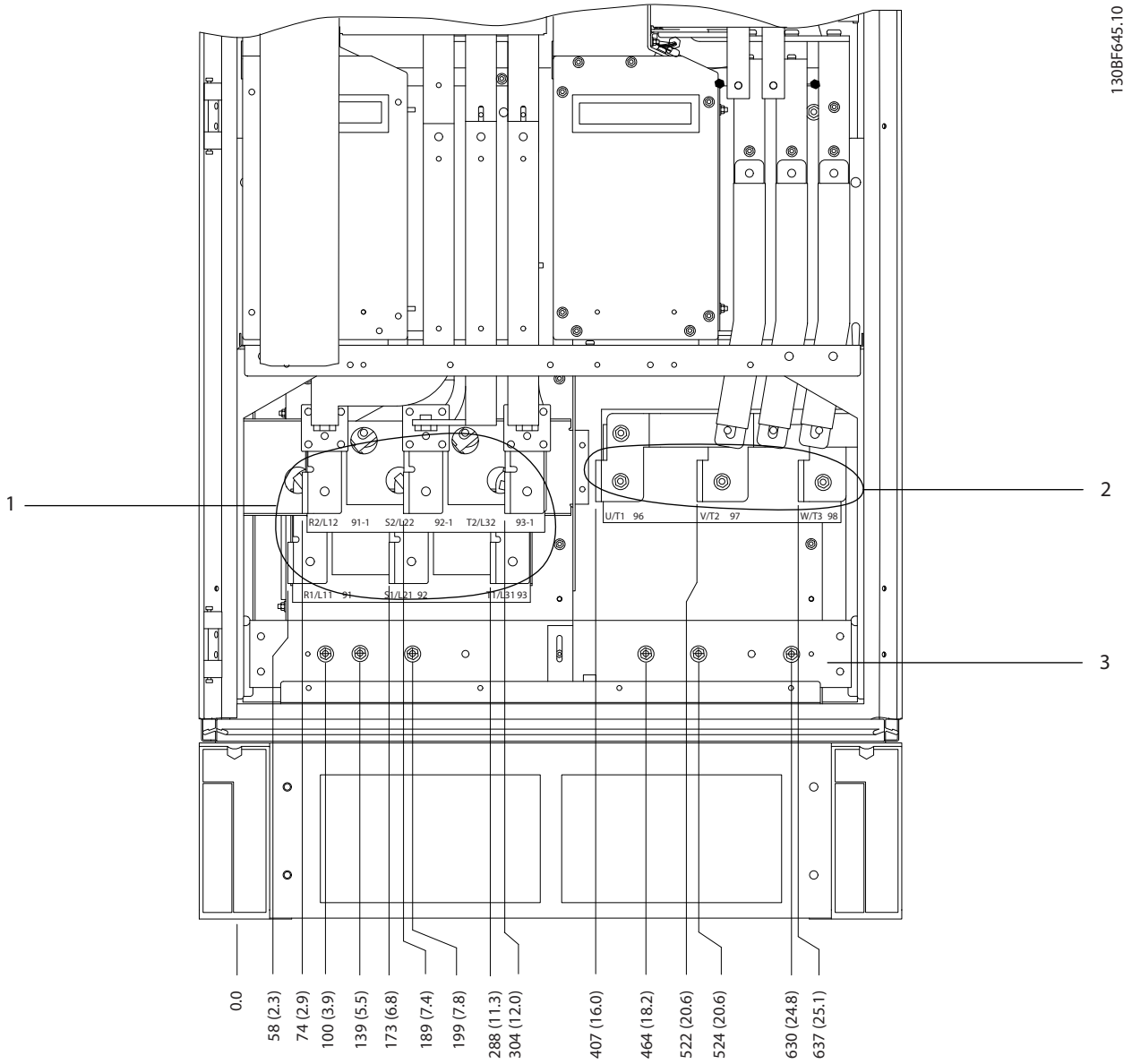
Ilustración 8.88 Dimensiones de los terminales del armario de opciones F11/F13 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

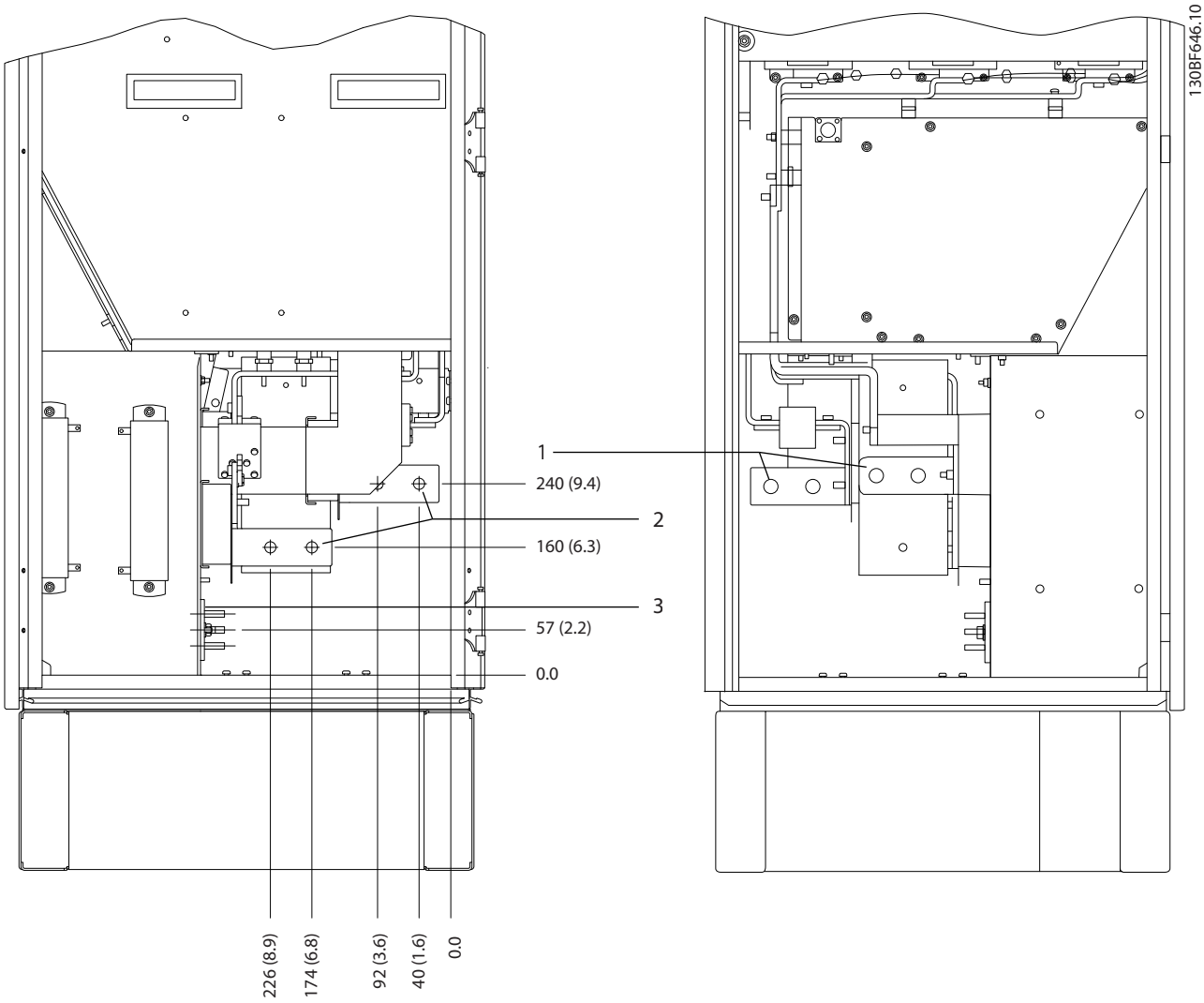
Ilustración 8.89 Dimensiones de los terminales del armario de opciones F11/F13 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

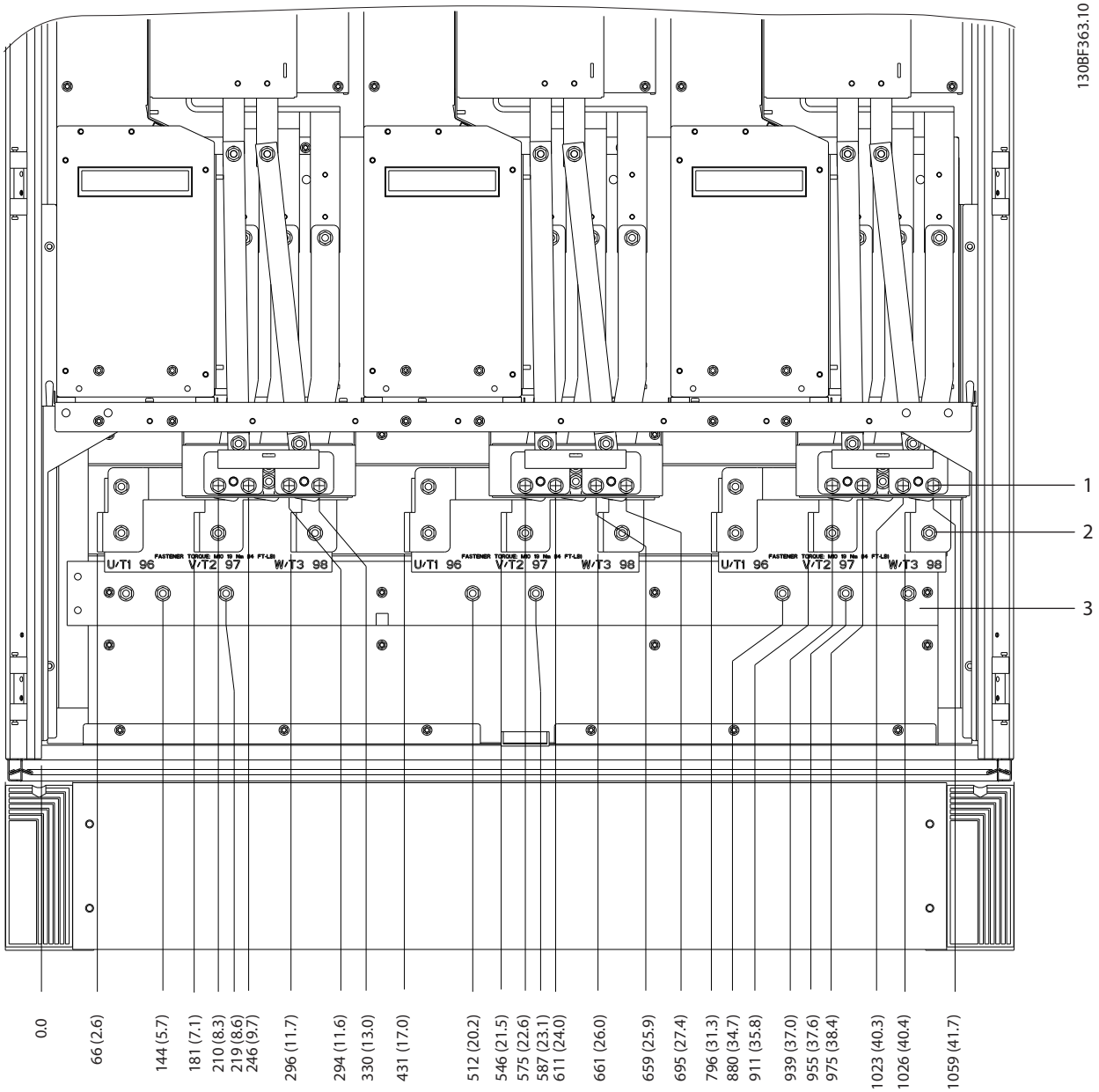
Ilustración 8.90 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F10-F13 (vista frontal)



1	Terminales de alimentación	2	Barra de conexión a toma de tierra

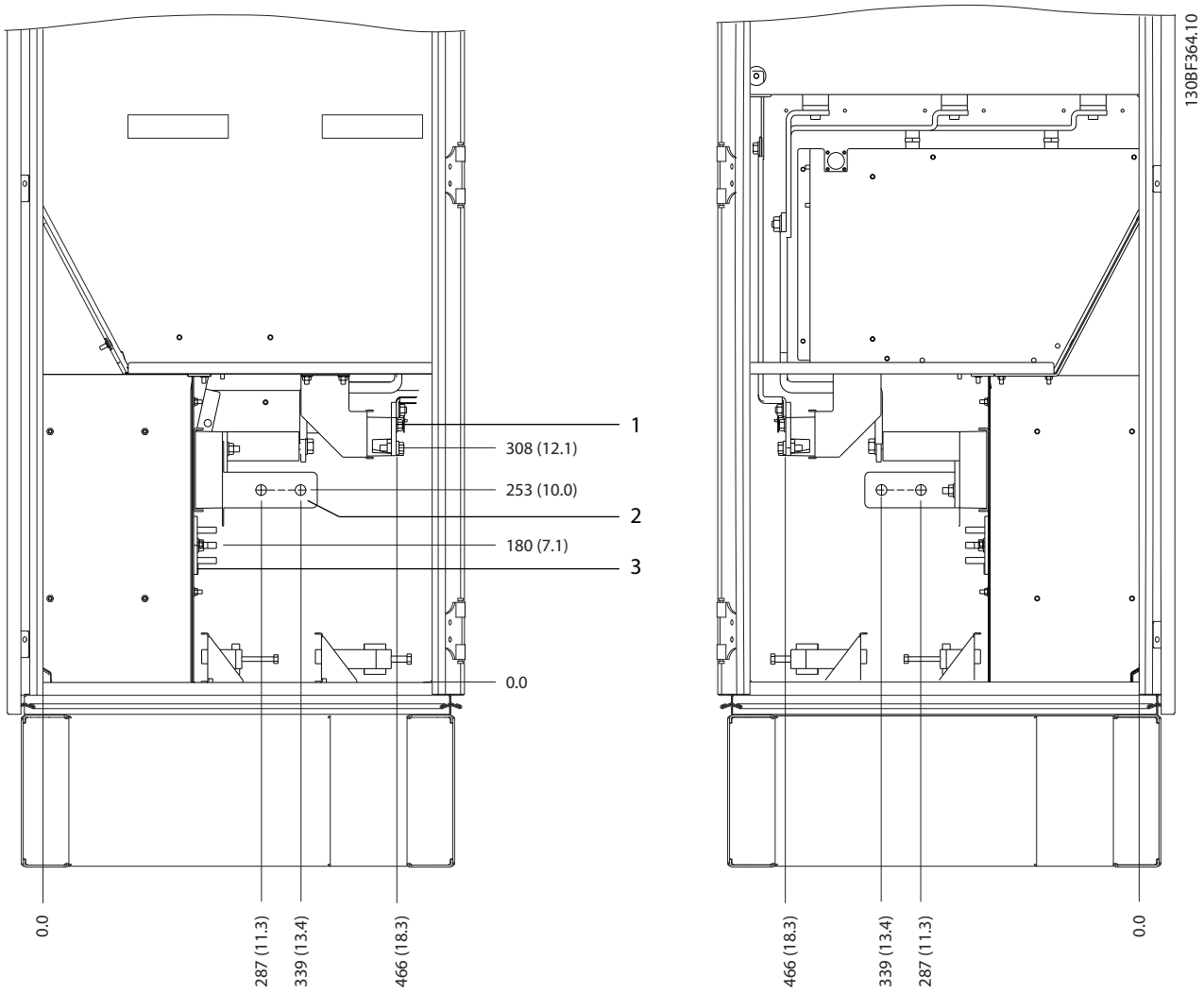
Ilustración 8.91 Dimensiones de los terminales del armario del rectificador F10-F13 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.92 Dimensiones de los terminales del armario del inversor F12-F13 (vista frontal)



1	Terminales de freno	3	Barra de conexión a toma de tierra
2	Terminales de motor	–	–

Ilustración 8.93 Dimensiones de los terminales para el armario del inversor F12-F13 (vista lateral)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

9 Consideraciones de instalación mecánica

9.1 Almacenamiento

Conserve el convertidor en un lugar seco. Mantenga el equipo sellado en su embalaje hasta la instalación. Consulte la temperatura ambiente recomendada en el *capétulo 7.5.1 Condiciones ambientales*.

El conformado periódico (carga del condensador) no será necesario durante el almacenamiento, a menos que este supere los 12 meses.

9.2 Elevación de la unidad

Eleve siempre el convertidor de frecuencia mediante las argollas de elevación dispuestas para tal fin. Utilice una barra para evitar doblar las anillas de elevación.

⚠ADVERTENCIA

RIESGO DE MUERTE O LESIONES

Respete todas las normas de seguridad locales para la elevación de cargas pesadas. Si no se siguen las recomendaciones y las normativas de seguridad locales, pueden producirse lesiones graves o incluso la muerte.

- **Asegúrese de que el equipo de elevación se encuentre en buen estado.**
- **Consulte el *capétulo 4 Vista general de producto* para conocer el peso de los diferentes tamaños de alojamientos.**
- **Diámetro máximo de la barra: 20 mm (0,8 in).**
- **Ángulo existente entre la parte superior del convertidor de frecuencia y el cable de elevación: 60° o superior.**

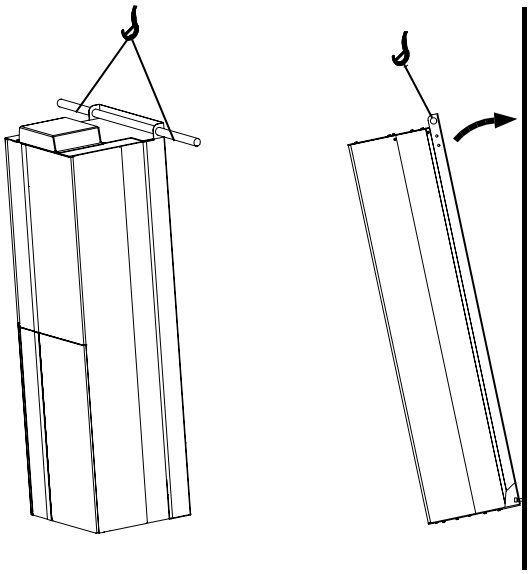


Ilustración 9.1 Método recomendado de elevación de los alojamientos E1-E2

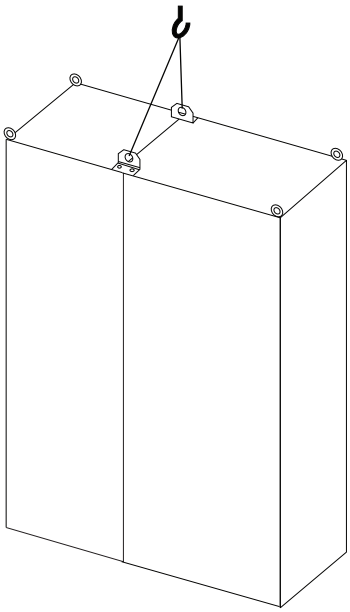


Ilustración 9.2 Método recomendado de elevación de los alojamientos F1/F2/F9/F10

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

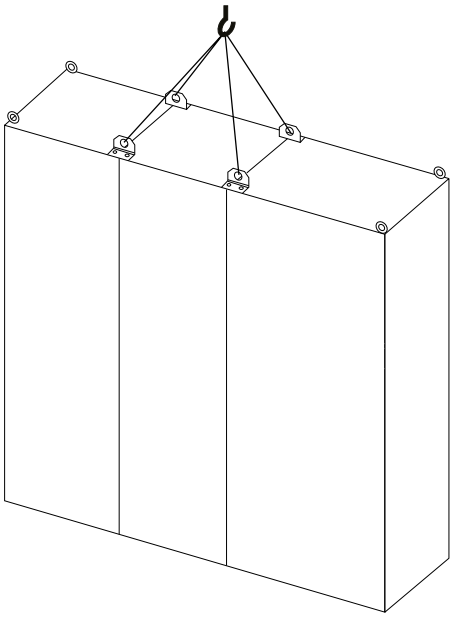


Ilustración 9.3 Método recomendado de elevación de los alojamientos F3/F4/F11/F12/F13

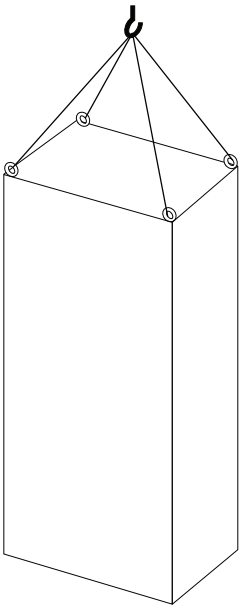


Ilustración 9.4 Método recomendado de elevación del alojamiento F8

9.3 Entorno de funcionamiento

En entornos con líquidos, partículas o gases corrosivos transmitidos por el aire, asegúrese de que la clasificación IP / de tipo del equipo se corresponde con el entorno de instalación. Para obtener especificaciones sobre las condiciones ambientales, consulte el *capétulo 7.5 Condiciones ambientales*.

AVISO!

CONDENSACIÓN

La humedad puede condensarse en los componentes electrónicos y provocar cortocircuitos. Evite la instalación en áreas con escarcha. Instale un calefactor de ambiente cuando el convertidor esté más frío que el aire ambiental. El funcionamiento en modo de espera reducirá el riesgo de condensación mientras la disipación de potencia mantenga los circuitos sin humedad.

AVISO!

CONDICIONES AMBIENTALES EXTREMAS

Las temperaturas frías o calientes ponen en riesgo el rendimiento y la longevidad de la unidad.

- **No utilice el equipo en entornos donde la temperatura ambiente sea superior a 55 °C (131 °F).**
- **El convertidor puede funcionar a bajas temperaturas hasta –10 °C (14 °F). No obstante, solo se garantiza un funcionamiento correcto con la carga nominal a temperaturas de 0 °C (32 °F) o superiores.**
- **Si la temperatura supera los límites de temperatura ambiente, será necesaria una climatización adicional del alojamiento o del lugar de instalación.**

9.3.1 Gases

Los gases agresivos, como el sulfuro de hidrógeno, el cloro o el amoníaco, pueden dañar los componentes mecánicos y eléctricos. La unidad utiliza placas de circuitos con barnizado protector para reducir los efectos de los gases agresivos. Para conocer las especificaciones y clasificaciones de los barnizados de protección, consulte el *capétulo 7.5 Condiciones ambientales*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

9.3.2 Polvo

Al instalar el convertidor en entornos con mucho polvo, tenga en cuenta lo siguiente:

Mantenimiento periódico
Cuando el polvo se acumula en los componentes electrónicos, este actúa como una capa aislante. Dicha capa reduce la capacidad de refrigeración de los componentes y su temperatura aumenta. Ese entorno más caliente reduce la vida útil de los componentes electrónicos.

Evite que se acumule polvo en el disipador y los ventiladores. Para obtener más información de servicio y mantenimiento, consulte el *manual de funcionamiento*.

Ventiladores de refrigeración
Los ventiladores proporcionan un caudal de aire para refrigerar el convertidor. En presencia de mucho polvo, este puede dañar los cojinetes del ventilador y producir una avería prematura del mismo. También puede acumularse polvo en las aspas del ventilador y generar un desequilibrio que impida la correcta refrigeración de la unidad.

9.3.3 Entornos potencialmente explosivos

⚠ADVERTENCIA

ATMÓSFERA EXPLOSIVA

No instale el convertidor de frecuencia en un entorno potencialmente explosivo. Instale la unidad en un armario situado fuera de dicha área. Si lo hace, aumentará el riesgo de muerte o de sufrir lesiones graves.

Los sistemas que funcionan en entornos potencialmente explosivos deben cumplir condiciones especiales. La directiva 94/9/CE de la UE (ATEX 95) clasifica el funcionamiento de los dispositivos electrónicos en entornos potencialmente explosivos.

- La clase «d» determina que, en caso de producirse una chispa, esta se contendrá en una zona protegida.
- La clase «e» prohíbe que se genere cualquier tipo de chispa.

Motores con protección de clase «d»
No requieren aprobación. Son necesarios un cableado y una contención especiales.

Motores con protección de clase «e»
Cuando se combina con un dispositivo de control PTC homologado para ATEX, como la VLT® PTC Thermistor Card MCB 112, la instalación no requiere la aprobación individual por parte de una organización homologada.

Motores con protección de clase «d/e»
El propio motor tiene una clase de protección de ignición «e», mientras que el cable de motor y el entorno de conexión cumplen con la clasificación «d». Para atenuar la tensión pico elevada, utilice un filtro senoidal en la salida del convertidor.

Al utilizar un convertidor de frecuencia en una atmósfera potencialmente explosiva, recurra a lo siguiente:

- Motores con protección de ignición de clase «d» o «e».
- Sensor de temperatura PTC para supervisar la temperatura del motor.
- Cables de motor cortos.
- Filtros de salida senoidales cuando no se utilicen cables de motor apantallados.

AVISO!

SUPERVISIÓN DEL SENSOR DEL TERMISTOR DEL MOTOR

Los convertidores con la opción VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 cuentan con la certificación PTB para entornos potencialmente explosivos.

9.4 Configuraciones de montaje

En la *Tabla 9.1* se enumeran las configuraciones de montaje disponibles para cada envolvente. Consulte el *manual de funcionamiento* para obtener instrucciones específicas de instalación con montaje en panel o en pared. Consulte también el *capétulo 8 Dimensiones exteriores y de los terminales*.

AVISO!

Un montaje incorrecto puede provocar un sobrecalentamiento y disminuir el rendimiento.

Protección	Montaje en pared/panel	Montaje del pedestal (independiente)
E1	–	X
E2	X	–
F1	–	X
F2	–	X
F3	–	X
F4	–	X
F8	–	X
F9	–	X
F10	–	X
F11	–	X
F12	–	X
F13	–	X

Tabla 9.1 Configuraciones de montaje

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Consideraciones de montaje:[1)]

- Coloque la unidad lo más cerca posible del motor. Consulte el *capétulo 7.6 Especificaciones del cable* para obtener la longitud máxima del cable de motor.
- Garantice la estabilidad de la unidad montándola sobre una superficie sólida.
- Asegúrese de que el lugar donde va a realizar el montaje soporte el peso de la unidad.
- Asegúrese de dejar un espacio suficiente alrededor de la unidad para permitir una adecuada refrigeración. Consulte la *capétulo 9.5 Refrigeración*.
- Asegúrese de dejar el debido acceso para abrir la puerta.
- Asegúrese de permitir la entrada de cables desde la parte inferior.

1) Para instalaciones atípicas, póngase en contacto con la fábrica.

9.5 Refrigeración

AVISO!

Un montaje incorrecto puede provocar un sobrecalentamiento y disminuir el rendimiento. Para realizar un montaje correcto, consulte el *capétulo 8 Dimensiones exteriores y de los terminales*.

- Asegúrese de que exista un espacio libre por encima y por debajo para la refrigeración por aire. Espacio libre requerido: 225 mm (9 in).
- Asegúrese de que exista un caudal de aire suficiente. Consulte *Tabla 9.2*.
- Tenga en cuenta la reducción de potencia para temperaturas entre 45 °C (113 °F) y 50 °C (122 °F) y una elevación de 1000 m (3300 ft) sobre el nivel del mar. Para obtener información detallada sobre la reducción de potencia, consulte el *capétulo 9.6 Reducción de potencia*.

9

El convertidor de frecuencia utiliza un sistema de refrigeración de canal posterior que elimina el aire de refrigeración del disipador. El aire de refrigeración del disipador extrae aproximadamente el 90 % del calor a través del canal posterior del convertidor de frecuencia. Redirija el aire del canal posterior desde el panel o la sala mediante:

- **Refrigeración de tuberías**
  Hay kits de refrigeración de canal posterior disponibles para dirigir el aire de refrigeración del disipador fuera del panel en convertidores de frecuencia IP20/chasis instalados en armarios Rittal. El uso de estos kits reduce el calor en el panel y también pueden colocarse ventiladores de puerta más pequeños.
- **Refrigeración trasera**
  La instalación en la unidad de las cubiertas inferior y superior permite extraer de la habitación el aire de refrigeración del canal posterior.

AVISO!

Se requiere un ventilador de puerta en el alojamiento para eliminar las pérdidas térmicas no contenidas en el canal posterior del convertidor de frecuencia y las pérdidas adicionales generadas en el resto de componentes montados en el alojamiento. Es necesario calcular el caudal de aire total necesario para poder seleccionar el ventilador adecuado. Algunos fabricantes de alojamientos ofrecen software para la realización de los cálculos del caudal de aire.

Asegúrese de que exista el caudal de aire necesario sobre el disipador.

Protección	Modelos		Ventilador de puerta / ventilador superior[m^3/h (cfm)]	Ventilador del disipador [m^3/h (cfm)]
	380-480 V	525-690 V		
E1	–	P450-P500	340 (200)	1105 (650)
E2			255 (150)	1105 (650)
E1	P355-P450	P560-P630	340 (200)	1445 (850)
E2			255 (150)	1445 (850)

Tabla 9.2 Caudal de aire de los alojamientos E1-E2

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Protección	Tipo de protección	Ventilador de puerta / ventilador superior[m³/h (cfm)]	Ventilador del disipador [m³/h (cfm)]
F1-F4	IP21/Tipo 1	700 (412)	985 (580)
	IP54 / Tipo 12	525 (309)	985 (580)
F8-F13	IP21/Tipo 1	700 (412)	985 (580)
	IP54 / Tipo 12	525 (309)	985 (580)

Tabla 9.3 Caudales de aire de los alojamientos F1-F4 y F8-F13

9.5.1 Tuberías externas y reducción de potencia

Si se añaden tuberías externas adicionales al armario Rittal, debe calcularse la caída de presión en las tuberías mediante los gráficos *Ilustración 9.5 - Ilustración 9.7*.

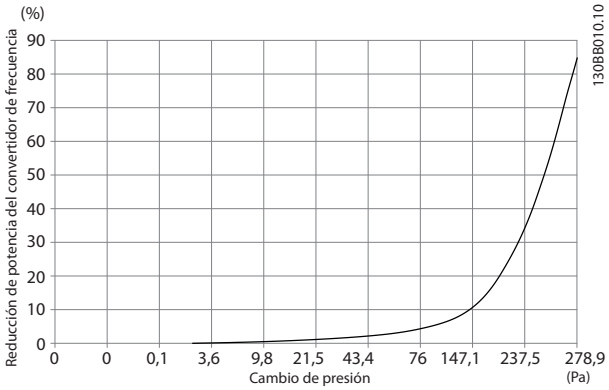


Ilustración 9.5 Reducción de potencia frente a cambio de presión para los alojamientos E1-E2, modelos de 380-480 V: P315, y modelos de 525-690 V: P450-P500. Caudal de aire 650 cfm (1105 m³/h)

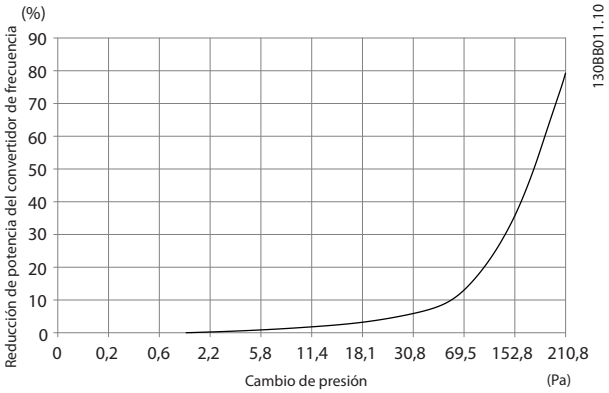


Ilustración 9.6 Reducción de potencia frente a cambio de presión para los alojamientos E1-E2, modelos de 380-480 V: P355-P450, y modelos de 525-690 V: P560-P630. Caudal de aire 850 cfm (1445 m³/h)

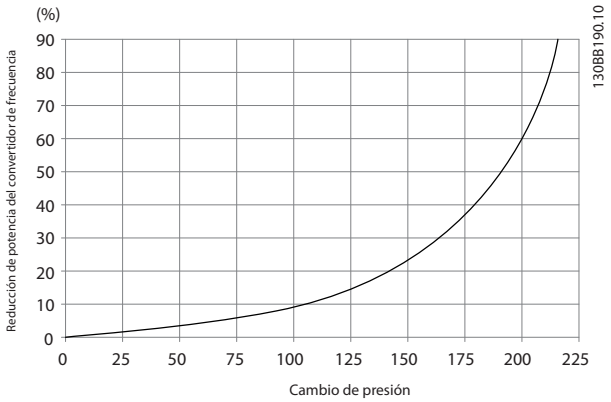


Ilustración 9.7 Reducción de potencia frente a cambio de presión para los alojamientos F1-F4. Caudal de aire 580 cfm (985 m³/h)

9.6 Reducción de potencia

La reducción de potencia es un método que se utiliza para reducir la intensidad de salida, a fin de evitar la desconexión del convertidor en caso de que la temperatura dentro del alojamiento sea alta. Si se esperan determinadas condiciones de funcionamiento extremas, para eliminar la necesidad de reducción de potencia puede seleccionarse un convertidor de mayor potencia. Esto es lo que se denomina «reducción de potencia manual». De lo contrario, el convertidor reducirá automáticamente la intensidad de salida para eliminar el calor excesivo generado por las condiciones extremas.

Reducción de potencia manual

Cuando se dan las siguientes condiciones, Danfoss recomienda seleccionar un convertidor de frecuencia con una magnitud de potencia un grado superior (por ejemplo, P710 en lugar de P630):

- Velocidad baja: en funcionamiento continuo con r/min bajas en aplicaciones de par constante.
- Presión atmosférica baja: funcionamiento en altitudes superiores a 1000 m (3281 ft).
- Temperatura ambiente alta: funcionamiento en temperaturas ambiente de 10 °C (50 °F).
- Frecuencia de conmutación alta.
- Cables de motor largos.
- Cables con una gran sección transversal.

Reducción de potencia automática
Si se dan las siguientes condiciones de funcionamiento, el convertidor cambia automáticamente la frecuencia de conmutación o el patrón de conmutación (de PWM a SFAVM) a fin de reducir el calor excesivo dentro del alojamiento:

- Alta temperatura en la tarjeta de control o el disipador.
- Carga del motor elevada o velocidad del motor baja.
- Tensión del enlace de CC alta.

AVISO!

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

9.6.1 Reducción de potencia por funcionamiento a baja velocidad

Cuando se conecta un motor a un convertidor de frecuencia, es necesario comprobar si la refrigeración del motor es la adecuada. El nivel de refrigeración requerido depende de lo siguiente:

- Carga en el motor.
- Velocidad de funcionamiento.
- Duración del tiempo de funcionamiento.

Aplicaciones de par constante
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.

Si el motor funciona continuamente a unas r/min menores que la mitad del valor nominal, es necesario suministrar más aire de enfriamiento al motor. Si no puede suministrarse aire de refrigeración adicional, puede utilizarse en su lugar un motor diseñado para aplicaciones de par constante / bajas r/min.

Aplicaciones de par variable (cuadrático)
No hay necesidad de un enfriamiento adicional ni de una reducción de potencia del motor en aplicaciones de par variable, en las que el par es proporcional a la raíz cuadrada de la velocidad y la potencia es proporcional al cubo de la velocidad. Las bombas centrífugas y los ventiladores son aplicaciones comunes de par variable.

9.6.2 Reducción de potencia por altitud

La capacidad de refrigeración del aire disminuye al disminuir la presión atmosférica. No es necesario reducir la potencia a una altitud igual o inferior a 1000 m (3281 ft). Por encima de los 1000 m (3281 ft), debe reducirse la temperatura ambiente ($T_{AMB.}$) o la intensidad de salida máxima ($I_{MÁX.}$). Consulte la *Ilustración 9.8*.

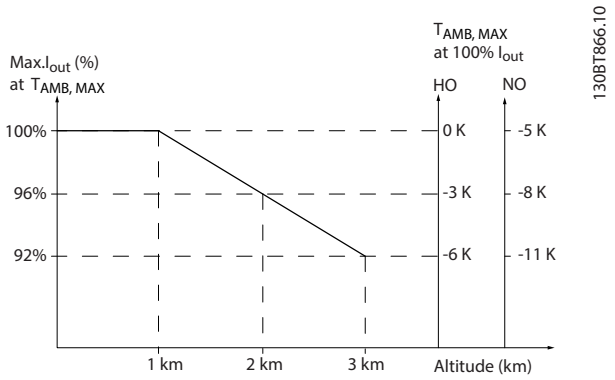


Ilustración 9.8 Reducción de potencia de la intensidad de salida en función de la altitud a $T_{AMB,\ MÁX.}$

La *Ilustración 9.8* muestra que a una temperatura de 41,7 °C (107 °F), está disponible el 100 % de la corriente nominal de salida. A una temperatura de 45 °C (113 °F) ($T_{AMB,\ MÁX.}$–3 K), está disponible el 91 % de la corriente nominal de salida.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

9.6.3 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente

Los gráficos se presentan individualmente para AVM de 60° y SFAVM. La AVM de 60° solo conmuta dos terceras partes del tiempo, mientras que la SFAVM conmuta durante todo el periodo. La frecuencia de conmutación máxima es de 16 kHZ para AVM de 60° y de 10 kHz para SFAVM. Las distintas frecuencias de conmutación se presentan en *Tabla 9.4* y *Tabla 9.5*.

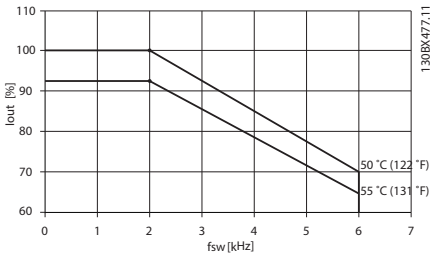
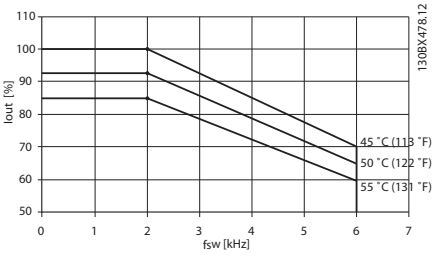
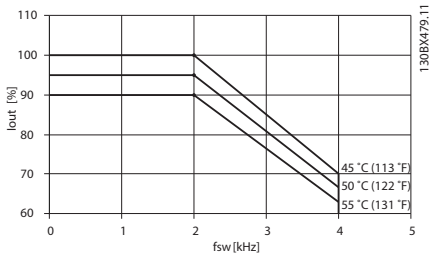
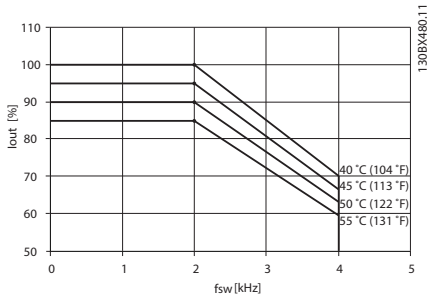
Modelo	Patrón de conmutación	Sobrecarga alta HO, 150 %	Sobrecarga normal NO, 110 %
De P355 a P1M0 380-480 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabla 9.4 Tablas de reducción de la temperatura ambiente para los alojamientos E1-E2, F1-F4 y F8-F13, de 380-480 V

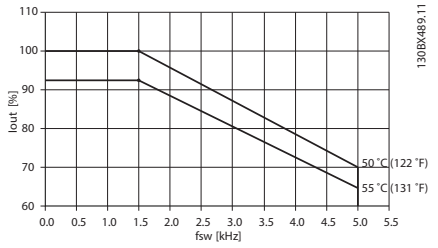
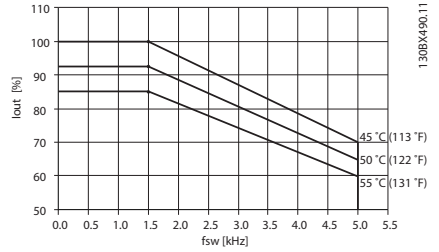
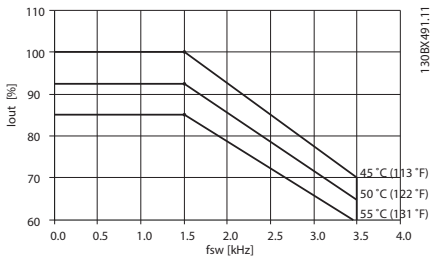
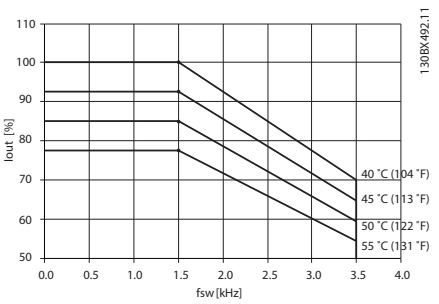
Modelo	Patrón de conmutación	Sobrecarga alta HO, 150 %	Sobrecarga normal NO, 110 %
De P450 a P1M4 525-690 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabla 9.5 Tablas de reducción de la temperatura ambiente para los alojamientos E1-E2, F1-F4 y F8-F13, de 525-690 V

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10 Consideraciones de instalación eléctrica

10.1 Instrucciones de seguridad

Consulte *capétulo 2 Seguridad* para obtener instrucciones generales de seguridad.

⚠ADVERTENCIA

TENSIÓN INDUCIDA

La tensión inducida desde los cables de motor de salida de diferentes convertidores de frecuencia que están juntos puede cargar los condensadores del equipo, incluso aunque este esté 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 de motor de salida separados o utilice cables apantallados.**
- **Bloquee todos los convertidores de frecuencia de forma simultánea.**

⚠ADVERTENCIA

RIESGO DE DESCARGA

El convertidor de frecuencia puede generar una corriente de CC en el conductor de conexión toma a tierra y producir lesiones graves o incluso la muerte.

- **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 respeta la recomendación, el RCD no proporcionará la protección prevista.

Protección de sobreintensidad

- En aplicaciones con varios motores, es necesario un equipo de protección adicional entre el convertidor de frecuencia y el motor, como protección contra cortocircuitos o protección térmica del motor.
- Es necesario un fusible de entrada para proporcionar protección de sobreintensidad y contra cortocircuitos. Si no vienen instalados de fábrica, los fusibles deben ser suministrados por el instalador. Consulte los valores nominales máximos de los fusibles en el *capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos*.

Tipo de cable y clasificaciones

- Todos los cableados deben cumplir las normas nacionales y locales sobre los requisitos de sección transversal y temperatura ambiente.
- Recomendación de conexión de cable de alimentación: cable de cobre con una temperatura nominal mínima de 75 °C (167 °F).

Consulte el *capétulo 7.6 Especificaciones del cable* para obtener información sobre los tamaños y tipos de cable recomendados.

⚠PRECAUCIÓN

DAÑOS MATERIALES

La protección contra sobrecarga del motor no está incluida en los ajustes predeterminados. Para añadir esta función, ajuste el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* como *[Descon. ETR]* o *[Advert. ETR]*. Para el mercado norteamericano, la función ETR proporciona protección de sobrecarga del motor de clase 20, conforme a las normas NEC. Si no se ajusta el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* como *[Descon. ETR]* o *[Advert. ETR]*, no se dispone de protección de sobrecarga del motor y pueden producirse daños materiales en caso de sobrecalentamiento del motor.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.2 Esquema de cableado

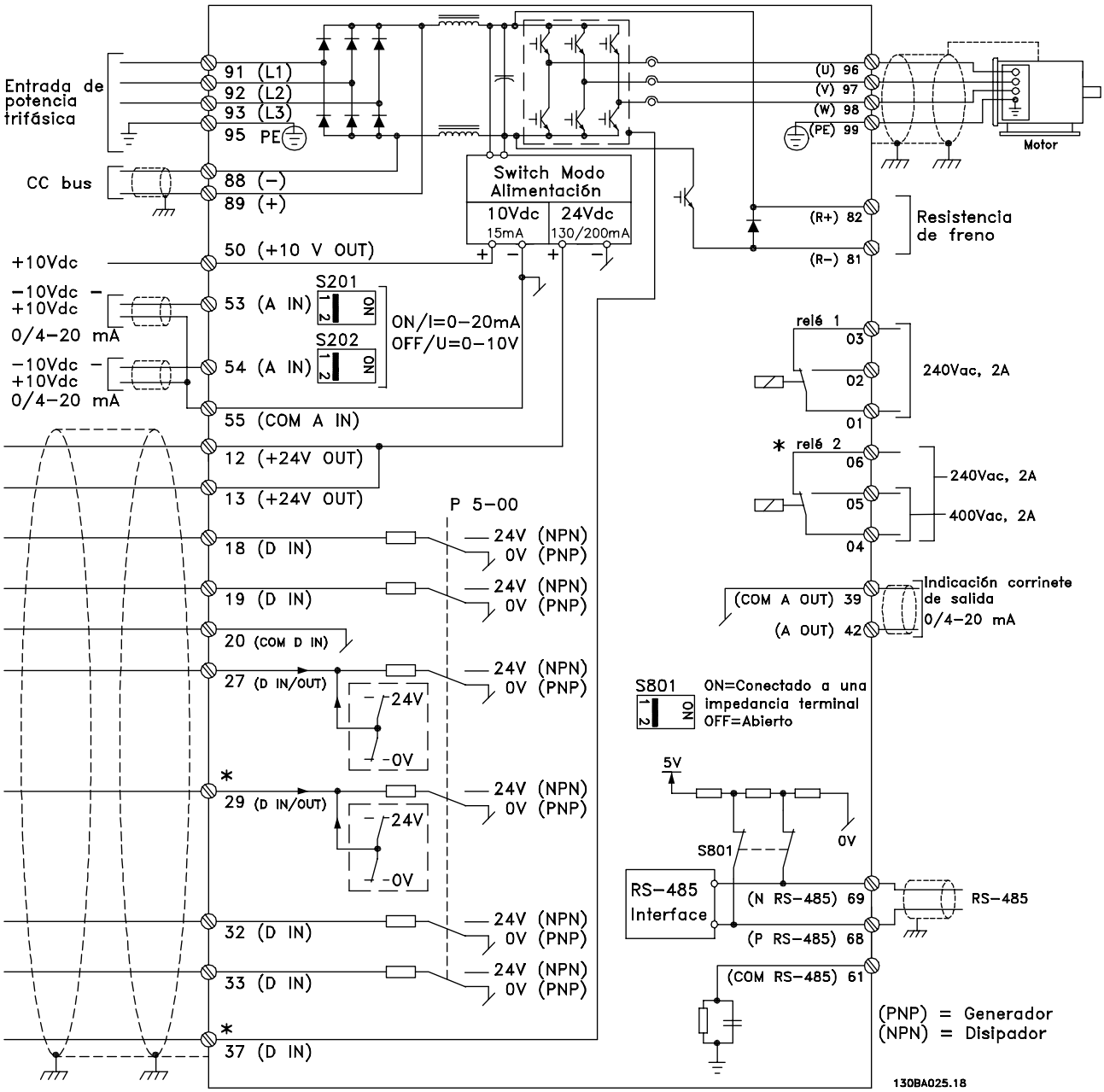


Ilustración 10.1 Esquema básico del cableado

A = analógico, D = digital

1) El terminal 37 (opcional) se utiliza para la función Safe Torque Off. Para conocer las instrucciones de instalación de la función Safe Torque Off, consulte la Guía de funcionamiento de la función Safe Torque Off.

10.3 Conexiones

10.3.1 Conexiones de potencia

AVISO!

Todos los cableados deben cumplir las normas locales y nacionales sobre secciones transversales de cables y temperatura ambiente. Para las aplicaciones UL, se requieren conductores de cobre de 75 °C (167 °F). Las aplicaciones que no son UL pueden utilizar conductores de cobre de 75 °C (167 °F) y 90 °C (194 °F).

Las conexiones para los cables de alimentación están situadas como en la *Ilustración 10.2*. Consulte las *capétulo 7.6 Especificaciones del cable* para elegir las dimensiones correctas de sección transversal y longitud del cable de motor.

Para la protección del convertidor de frecuencia, utilice los fusibles recomendados, a no ser que la unidad tenga fusibles incorporados. Los fusibles recomendados se enumeran en el *capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos*. Asegúrese de que el fusible se ajuste a las normativas locales.

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

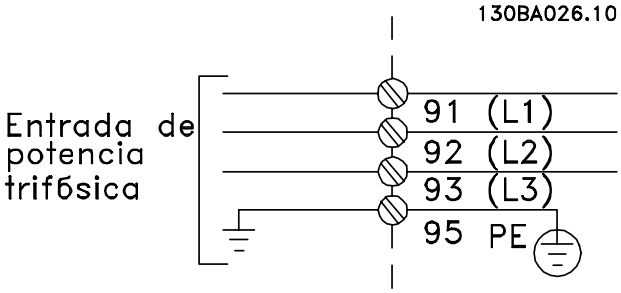


Ilustración 10.2 Conexión de la red de alimentación, alojamientos E1-E2 y F1-F4

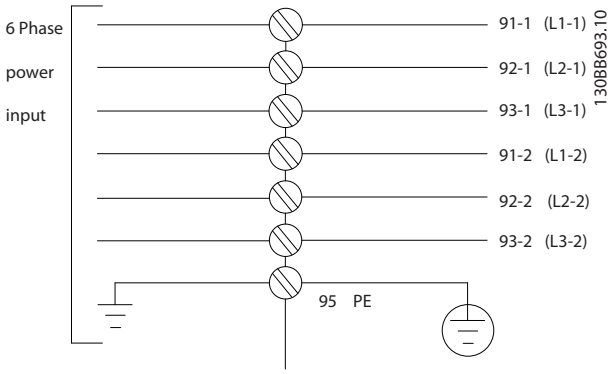
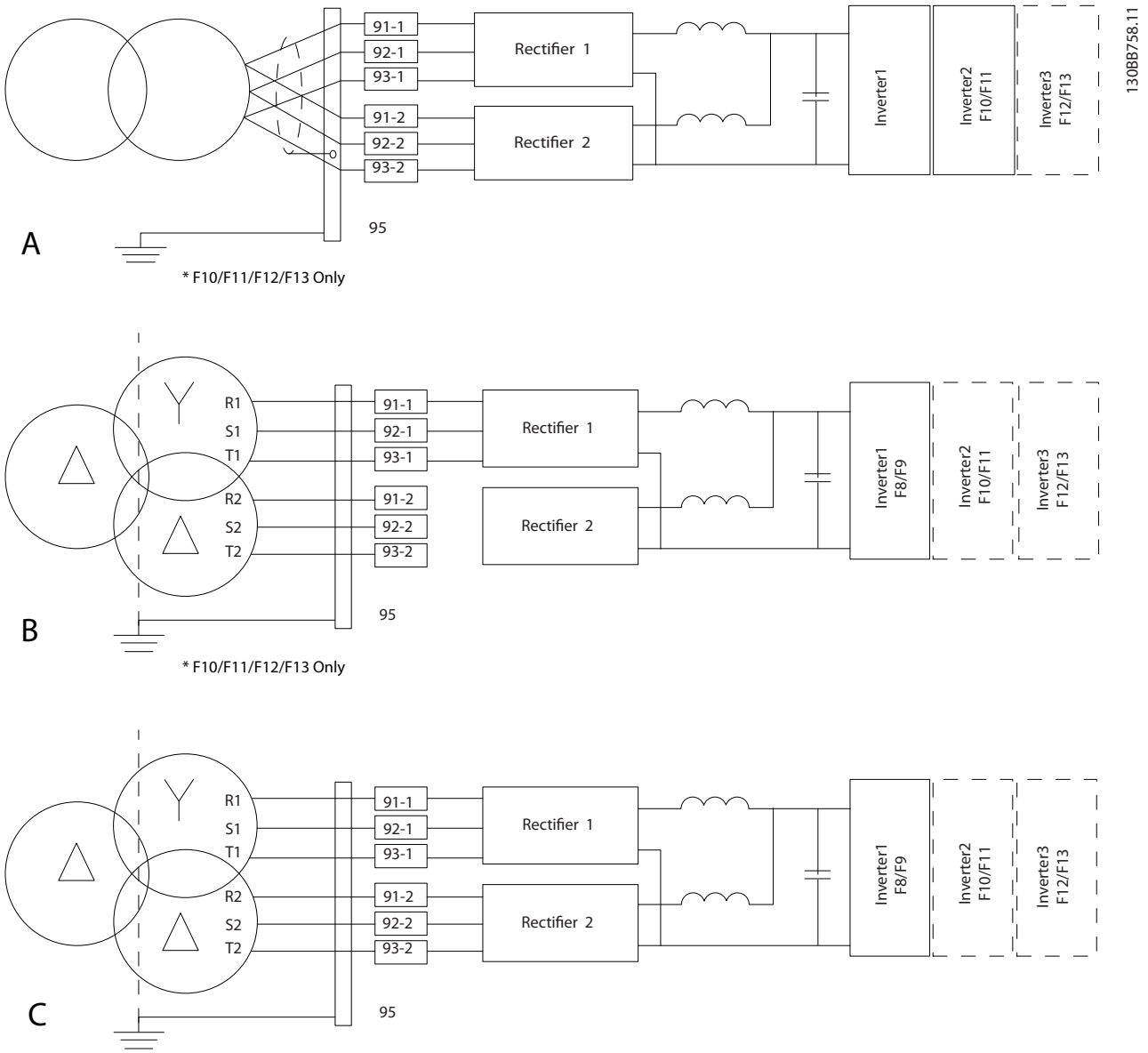


Ilustración 10.3 Conexión de la red de alimentación, alojamientos F8-F13

10

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



A	Conexión de seis pulsos[1), 2) y 3)]
B	Conexión de seis pulsos modificada[2), 3) y 4)]
C	Conexión de doce pulsos[3) y 5)]

Ilustración 10.4 Conexión de las opciones de red para convertidores de doce pulsos

1) Se muestra la conexión en paralelo. Puede utilizarse un único cable trifásico con suficiente capacidad portadora. Deben instalarse barras conectoras de cortocircuito.
2) La conexión de seis pulsos elimina las ventajas de la reducción de armónicos del rectificador de doce pulsos.
3) Adecuado para conexión de red IT y TN.
4) En caso de que uno de los rectificadores modulares de seis pulsos no funcione, el convertidor de frecuencia podrá funcionar, con una carga reducida, con un rectificador de seis pulsos. Póngase en contacto con Danfoss para conocer los detalles de reconexión.
5) Aquí no se muestra la colocación en paralelo del cableado de red. Un convertidor de frecuencia de doce pulsos utilizado como uno de seis pulsos debe tener cables de red del mismo número y longitud.

Apantallamiento de cables

AVISO!

El cable de motor debe estar apantallado. Si se utiliza un cable no apantallado, no se estarán cumpliendo algunos de los requisitos de CEM. Utilice un cable de motor apantallado para cumplir con las especificaciones de emisión CEM. Para obtener más información, consulte el *capétulo 10.16 Instalación conforme a CEM*.

Evite la instalación con extremos de pantalla retorcidos (cables de pantalla retorcidos y embornados). Eliminan el efecto de apantallamiento a frecuencias elevadas. Si necesita interrumpir el apantallamiento, continúelo con la menor impedancia de AF posible.

Conecte el apantallamiento de los cables de motor a la placa de desacoplamiento del convertidor de frecuencia y al chasis metálico del motor. Realice las conexiones de la pantalla con la mayor superficie posible (abrazadera de cables) utilizando los dispositivos de instalación suministrados con el convertidor de frecuencia.

Longitud y sección transversal del cable

Las pruebas de CEM efectuadas en el convertidor de frecuencia se han realizado con una longitud de cable determinada. 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 senoidales para reducir el ruido acústico de un motor, la frecuencia de conmutación debe ajustarse según las instrucciones del *parámetro 14-01 Switching Frequency*.

Terminales				Tipo de conexión
96	97	98	99	
U	V	W	PE[1)]	Tensión del motor un 0-100 % de la tensión de red. Tres cables que salen del motor.
U1	V1	W1	PE[1)]	Conexión en triángulo.
W2	U2	V2		Seis cables que salen del motor.
U1	V1	W1	PE[1)]	Conexión en estrella U2, V2 y W2. U2, V2 y W2 tienen que interconectarse de forma independiente.

Tabla 10.1 Conexiones de los cables de motor, alojamientos E1-E2 y F1-F4

1) Conexión a tierra protegida

Terminales				Tipo de conexión
96	97	98	99	
U	V	W	PE[1)]	Tensión del motor un 0-100 % de la tensión de red. Tres cables que salen del motor.
U1	V1	W1	PE[1)]	Conexión en triángulo.
W2	U2	V2		Seis cables que salen del motor.
U1	V1	W1	PE[1)]	Conexión en estrella U2, V2 y W2. U2, V2 y W2 tienen que interconectarse de forma independiente.

Tabla 10.2 Conexiones de los cables de motor, alojamientos F8-F13

1) Conexión a tierra de protección

AVISO!

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

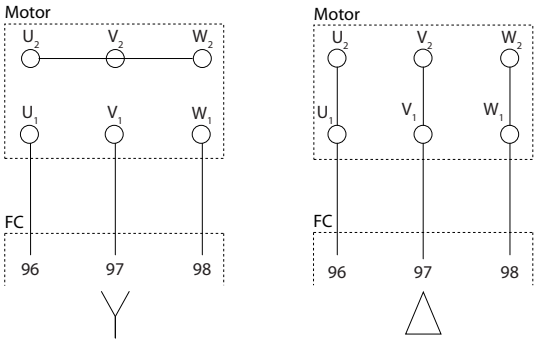


Ilustración 10.5 Conexión del cable de motor

10.3.2 Conexión de bus de CC

El terminal de bus de CC se utiliza para reserva de CC, con el enlace de CC alimentado desde una fuente externa.

Terminal	Función
88, 89	Bus de CC

Tabla 10.3 Terminales de bus de CC

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.3.3 Conexión para carga compartida

La carga compartida enlaza los circuitos intermedios de CC de varios convertidores de frecuencia. Para obtener una vista general, consulte el *capétulo 5.6 Vista general de la función de carga compartida*.

La carga compartida requiere equipos y condiciones de seguridad adicionales. Consulte con Danfoss las recomendaciones para el pedido y la instalación.

Terminal	Función
88, 89	Carga compartida

Tabla 10.4 Terminales de carga compartida

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

10.3.4 Conexión del cable de freno

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

- Utilice abrazaderas de cables para conectar el apantallamiento a la placa posterior conductora del convertidor de frecuencia y al armario metálico de la resistencia de frenado.
- Elija un cable de freno cuya sección transversal se adecue al par de frenado.

Terminal	Función
81, 82	Terminales de resistencia de frenado

Tabla 10.5 Terminales de resistencia de frenado

Para obtener más detalles, consulte la *Guía de diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101*.

AVISO!

De producirse un cortocircuito en el módulo del freno, evite una disipación de potencia excesiva en la resistencia de frenado utilizando un contactor o conmutador de red para desconectar de la alimentación el convertidor de frecuencia.

10

10.3.5 Conexión del transformador

Los transformadores utilizados junto a convertidores de frecuencia de doce pulsos (F8-F13) deben cumplir con las siguientes especificaciones.
La carga se basa en un transformador de doce pulsos con clasificación K-4, una tensión de 0,5 % y un equilibrio de impedancia entre bobinados secundarios. La longitud de los cables del transformador a los terminales de entrada del convertidor de frecuencia debe ser la misma, dentro de un margen del 10 %.

Conexión	Dy11 d0 o Dyn 11d0
Cambio de fase entre secundarios	30°
Diferencia de tensión entre secundarios	<0,5 %
Impedancia de cortocircuito de secundarios	>5%
Diferencia de impedancia de cortocircuito entre secundarios	<5 % de impedancia de cortocircuito
Otras	No está permitida la conexión a tierra de los secundarios. Se recomienda pantalla estática

10.3.6 Conexión de la fuente de alimentación del ventilador externo

En caso de que el convertidor de frecuencia se alimente con CC o de que el ventilador deba funcionar independientemente de la fuente de alimentación de red, puede conectarse una fuente de alimentación externa mediante la tarjeta de potencia.

El conector, que está situado en la tarjeta de potencia, conecta la tensión de red a los ventiladores de refrigeración. Los ventiladores se configuran de fábrica para conectarse a una línea común de CA. Utilice puentes entre los terminales 100-102 y 101-103. Si se necesita una alimentación externa, se retirarán los puentes y se conectará la alimentación a los terminales 100 y 101. Utilice un fusible de 5 A para protección. En aplicaciones UL, utilice un fusible Littelfuse KLK-5 o equivalente.

Terminal	Función
100, 101	Fuente de alimentación auxiliar S y T
102, 103	Fuente de alimentación interna S y T

Tabla 10.6 Alimentación externa

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.3.7 Conexión de ordenador personal

Para controlar el convertidor de frecuencia desde un PC, instale el software de configuración MCT 10. El PC se conecta mediante un cable USB estándar (ordenador/dispositivo), o mediante la interfaz RS485, tal y como se muestra en la sección *Conexión de bus* de la *Guía de programación*.

El USB es un bus serie que emplea cuatro cables apantallados con cuatro clavijas de toma a tierra conectadas a la pantalla del puerto USB del PC. Todos los PC estándar se fabrican sin aislamiento galvánico en el puerto USB.
Para evitar daños en el controlador host USB a través de la pantalla del cable USB, siga las recomendaciones de conexión toma a tierra que se describen en la *guía de funcionamiento*.
Al conectar el PC al convertidor de frecuencia mediante un cable USB, Danfoss recomienda utilizar un aislamiento USB con aislamiento galvánico para proteger el controlador del host USB del PC de las diferencias potenciales de conexión toma a tierra. También se recomienda no 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. Estas recomendaciones reducen la diferencia de potencial de la conexión toma a tierra, pero no eliminan todas las diferencias de potencial debidas a la toma de tierra y al apantallamiento conectado al puerto USB del PC.

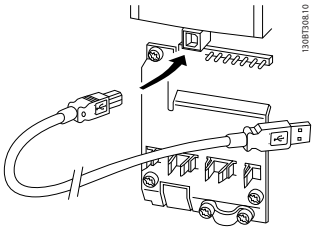
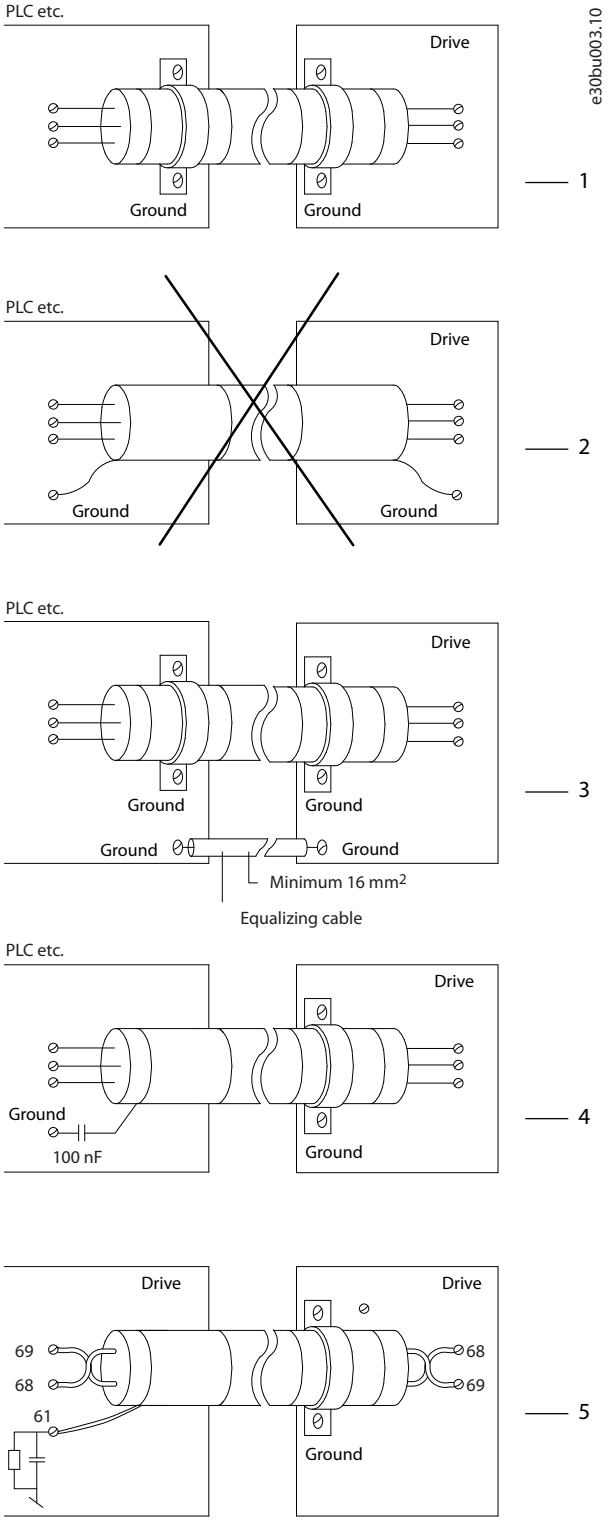


Ilustración 10.6 Conexión USB

10.4 Terminales y cableado de control

Los cables de control deben ser apantallados y la pantalla debe conectarse al armario metálico de la unidad con una abrazadera en cada extremo.

Para una conexión a tierra correcta de los cables de control, consulte la *Ilustración 10.7*.



1	Los cables de control y los cables para comunicación serie deben fijarse con abrazaderas en ambos extremos para asegurar el mejor contacto eléctrico posible.
2	No utilice extremos de cable retorcidos (cables de conexión flexibles). Incrementan la impedancia del apantallamiento a altas frecuencias.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

3	Si el potencial de conexión toma a tierra entre el convertidor de frecuencia y el PLC es distinto, puede producirse ruido eléctrico que perturbará todo el sistema. Instale un cable ecualizador junto al cable de control. Sección transversal mínima del cable: 16 mm^2 (6 AWG).
4	Si se utilizan cables de control largos, pueden producirse lazos de tierra de 50/60 Hz. Conecte un extremo del apantallamiento a tierra mediante un condensador de 100 nF (manteniendo los cables cortos).
5	Si se utilizan cables para una comunicación serie, pueden eliminarse corrientes de ruido de baja frecuencia entre dos convertidores de frecuencia si se conecta un extremo del apantallamiento al terminal 61. Este terminal se conecta a tierra mediante un enlace RC interno. Utilice cables de par trenzado a fin de reducir la interferencia de modo diferencial entre los conductores.

Ilustración 10.7 Ejemplos de puesta a tierra

10.4.1 Recorrido de los cables de control

Sujete y dirija todos los cables de control como se muestra en la *Ilustración 10.8* y la *Ilustración 10.9*. Recuerde conectar los apantallamientos de un modo correcto para asegurar una óptima inmunidad eléctrica.

- Aísle el cableado de control de los cables de alta potencia.
- Cuando el convertidor esté conectado a un termistor, asegúrese de que el cableado de control del termistor esté apantallado y reforzado o doblemente aislado. Se recomienda un suministro externo de 24 V CC.

Conexión del fieldbus

La conexiones se hacen a las opciones correspondientes de la tarjeta de control. Consulte las instrucciones del fieldbus correspondiente. El cable debe sujetarse y dirigirse junto con otros cables de control dentro de la unidad. Consulte *Ilustración 10.8* y *Ilustración 10.9*.

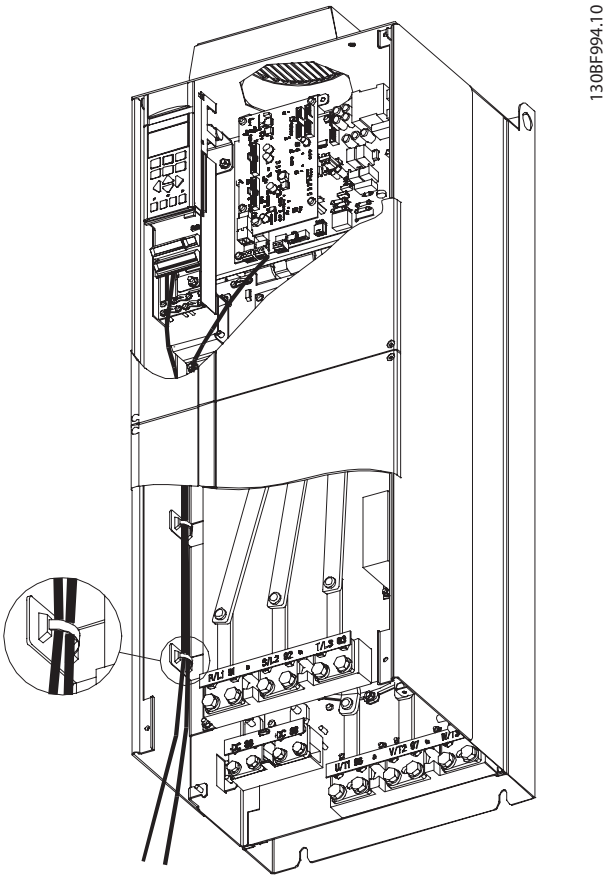
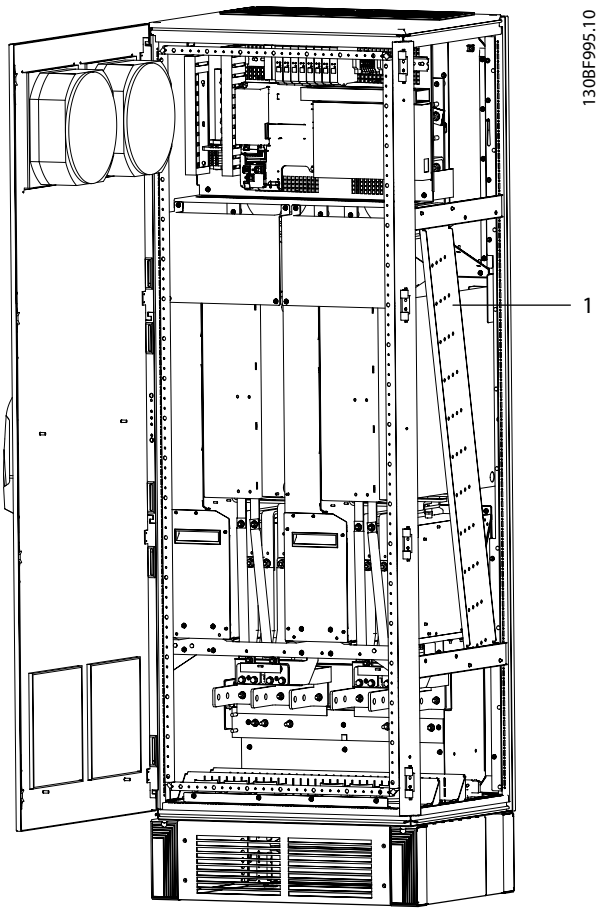


Ilustración 10.8 Ruta del cableado de la tarjeta de control para los alojamientos E1 y E2



1	Soporte de cables para tender los cables de control en los alojamientos F1-F13

Ilustración 10.9 Ruta del cableado de la tarjeta de control para los alojamientos F1/F3. El cableado de la tarjeta de control para los alojamientos F2/F4 y F8-F13 utiliza la misma ruta

En los convertidores de frecuencia con alojamiento E, es posible conectar el fieldbus desde la parte superior de la unidad, como se muestra en las siguientes ilustraciones. En la unidad IP21 / 54 (NEMA 1 / NEMA 12) debe retirarse una cubierta metálica.
El número de kit para la conexión superior de fieldbus es 176F1742.

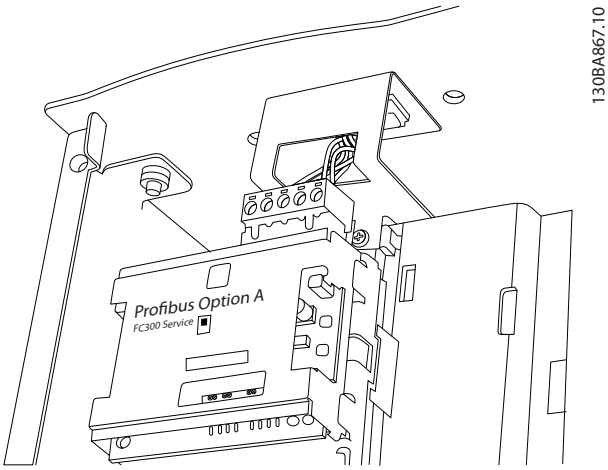


Ilustración 10.10 Conexión superior para fieldbus

10.4.2 Terminales de control

La *Ilustración 10.11* muestra los terminales extraíbles del convertidor de frecuencia. Las funciones de los terminales y los ajustes predeterminados están resumidos en las siguientes tablas: *Tabla 10.7 - Tabla 10.9*.

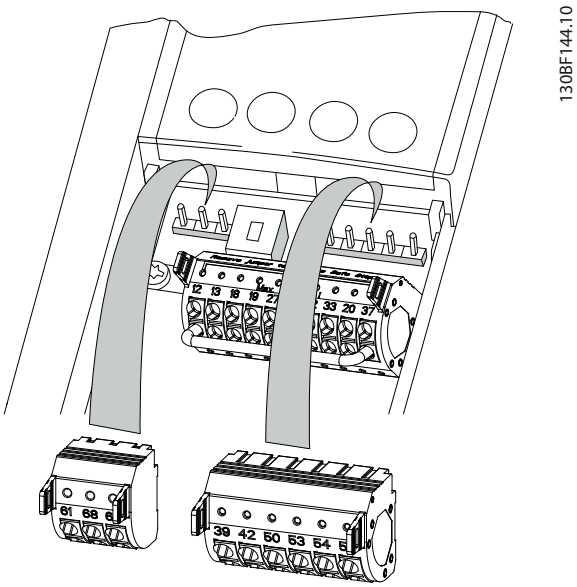
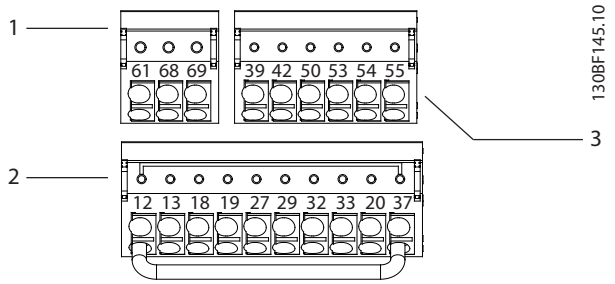


Ilustración 10.11 Ubicación de los terminales de control

10



1	Terminales de comunicación serie
2	Terminales de entrada/salida digital
3	Terminales de entrada/salida analógica

Ilustración 10.12 Números de los terminales ubicados en los conectores

Terminal	Parámetro	Ajustes predeter-minados	Descripción
61	–	–	Filtro RC integrado para conectar el apantallamiento de cables en caso de problemas de CEM.
68 (+)	*Grupo de parámetros 8-3* Ajuste puerto FC*	–	Interfaz RS485. En la tarjeta de control, se incluye un conmutador (BUS TER.) para la resistencia de terminación de bus.
69 (-)	*Grupo de parámetros 8-3* Ajuste puerto FC*	–	

Tabla 10.7 Descripciones de los terminales de comunicación serie

Terminal	Parámetro	Ajustes predeter-minados	Descripción
12, 13	–	+24 V CC	Tensión de suministro externo de 24 V CC para entradas digitales y transductores externos. La intensidad máxima de salida es de 200 mA para todas las cargas de 24 V.
18	*Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input*	*[8] Arranque*	Entradas digitales.
19	*Parámetro 5-11 Terminal 19 Digital Input*	*[10] Cambio de sentido*	
32	*Parámetro 5-14 Terminal 32 Digital Input*	*[0] Sin función*	
33	*Parámetro 5-15 Terminal 33 Digital Input*	*[0] Sin función*	
27	*Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input*	*[2] Inercia*	Para entrada o salida digital. El ajuste predeterminado es entrada.
29	*Parámetro 5-13 Terminal 29 Digital Input*	*[14] Velocidad fija*	
20	–	–	Común para entradas digitales y potencial de 0 V para una fuente de alimen-tación de 24 V.
37	–	STO	Cuando no se use la función opcional STO, será necesario un puente entre el terminal 12 (o 13) y el 37. Este ajuste permite al convertidor de frecuencia funcionar con los valores de progra-mación ajustados en fábrica.

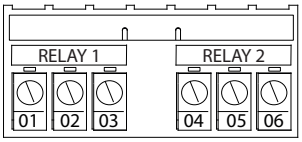
Tabla 10.8 Descripciones de los terminales de entrada/salida digital

Terminal	Parámetro	Ajustes predeter-minados	Descripción
39	–	–	Común para salida analógica.
42	*Parámetro 6-50 Terminal 42 Output*	*[0] Sin función*	Salida analógica programable. 0-20 mA o 4-20 mA a un máximo de 500 Ω.

Terminal	Parámetro	Ajustes predeter-minados	Descripción
50	–	+10 V CC	Tensión de alimen-tación analógica de 10 V CC para potenciómetro o termistor. Máximo 15 mA.
53	*Grupo de parámetros 6-1* Analog Input 1 (Entrada analógica 1)*	Referencia	Entrada analógica. Para tensión o corriente. Los conmutadores A53 y A54 seleccionan mA o V.
54	*Grupo de parámetros 6-2* Analog Input 2 (Entrada analógica 2)*	Realimen-tación	
55	–	–	Común para entradas analógicas.

Tabla 10.9 Descripciones de los terminales de entrada/salida analógica

Terminales de relé



130BF156.10

Ilustración 10.13 Terminales del relé 1 y el relé 2

- Relé 1 y relé 2. La ubicación depende de la configuración del convertidor de frecuencia. Consulte la *guía de funcionamiento*.
- Terminales ubicados en equipo opcional integrado. Consulte las instrucciones suministradas con la opción del equipo.

Terminal	Parámetro	Ajustes predeter-minados	Descripción
01, 02, 03	*Parámetro 5-40 Function Relay* [0]	*[0] Sin función*	Salida de relé en forma de C. Para tensión de CA o CC y cargas resistivas o inductivas.
04, 05, 06	*Parámetro 5-40 Function Relay* [1]	*[0] Sin función*	

Tabla 10.10 Descripciones de los terminales de relé

10.4.3 Polaridad de entrada de los cables de control

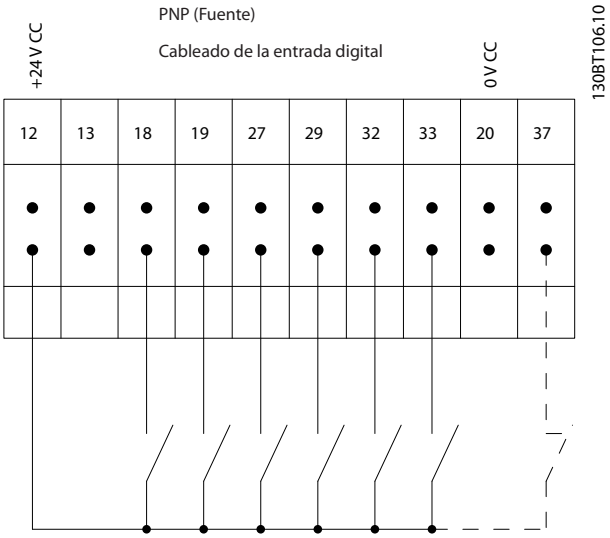


Ilustración 10.14 Polaridad de entrada de los terminales de control (fuente PNP)

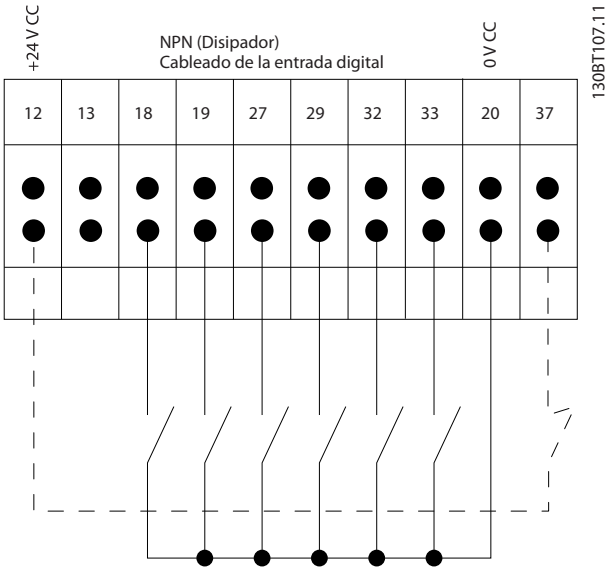


Ilustración 10.15 Polaridad de entrada de los terminales de control (disipador NPN)

AVISO!

Utilice cables apantallados para cumplir con las especificaciones de emisión CEM. Para obtener más información, consulte *capítulo 10.16 Instalación conforme a CEM*.

10

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

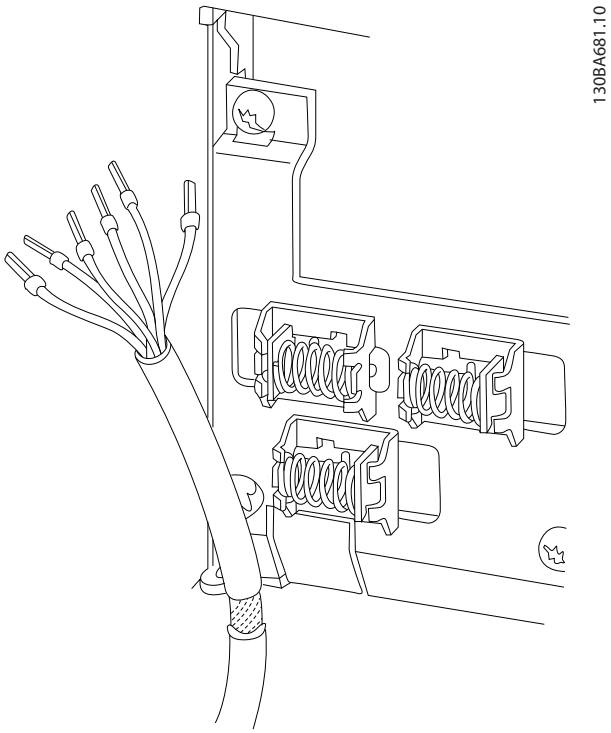


Ilustración 10.16 Terminación de pantalla y protector del cable de control

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.4.4 Terminales de control de doce pulsos

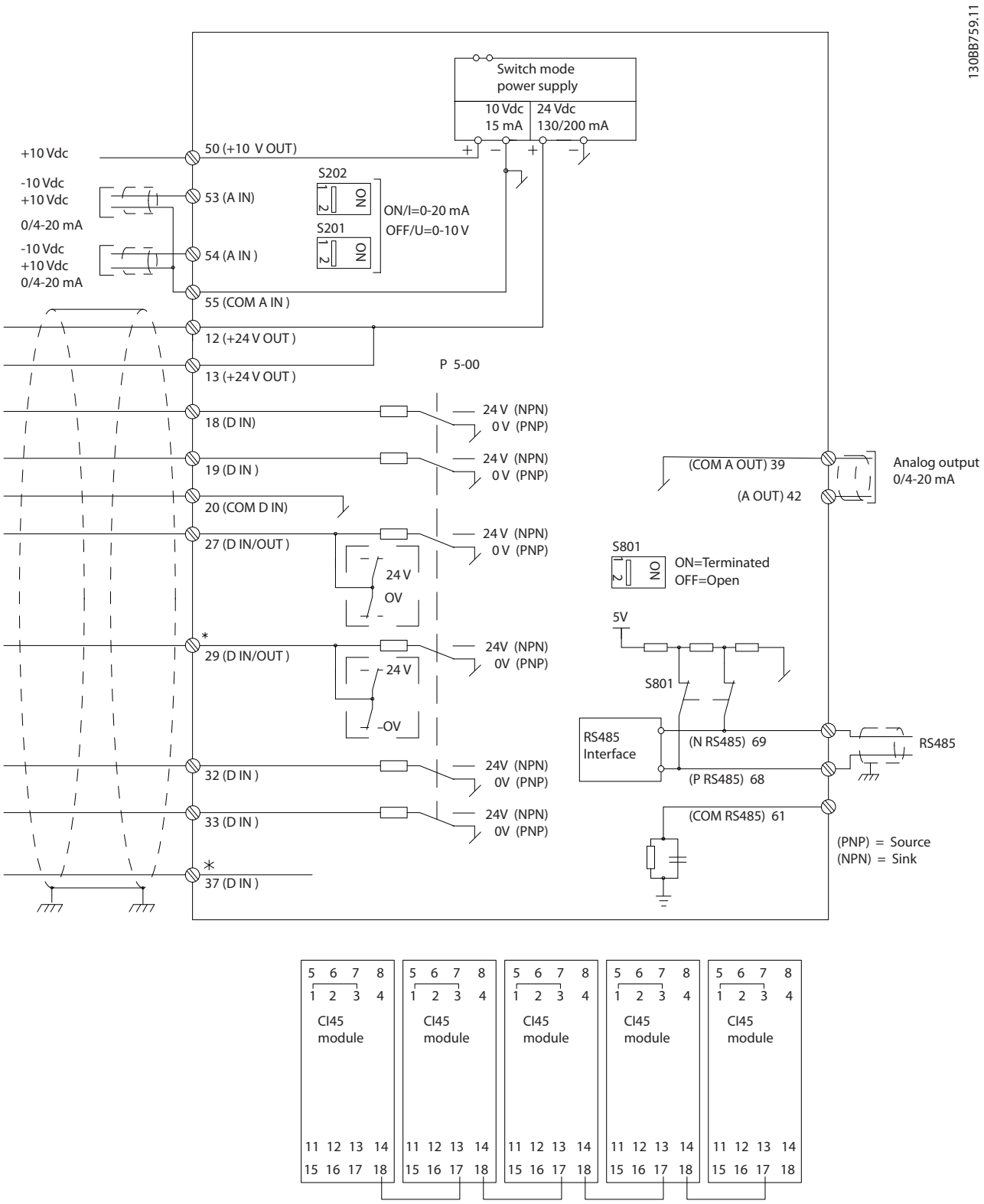


Ilustración 10.17 Terminales de control de doce pulsos

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.5 Fusibles y magnetotérmicos

Los fusibles garantizan que la posibilidad de daños en el convertidor de frecuencia se limite a daños en el interior de la unidad. Para garantizar la conformidad con la norma EN 50178, utilice los fusibles recomendados como recambios. El uso de fusibles en el lado de la fuente de alimentación es obligatorio para garantizar que las instalaciones cumplan las normas CEI 60364 (CE) y NEC 2009 (UL).

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

Los fusibles o magnetotérmicos son obligatorios para cumplir con la norma CEI 60364.

Protección	Modelo	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máximo recomendado
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
	P450	aR-900	aR-900
F	P500	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P1000	aR-2500	aR-2500

Tabla 10.11 Fusibles recomendados para el cumplimiento de la normativa CE, 380-480 V

10

Protección	Modelo	Tamaño de fusible recomendado	Fusible máximo recomendado
E	P450	aR-700	aR-700
	P500	aR-900	aR-900
	P560		
	P630		
F	P710	aR-1600	aR-1600
	P800	aR-2000	aR-2000
	P900	aR-2500	aR-2500
	P1M0		
	P1M2		
	P1M4		

Tabla 10.12 Fusibles recomendados para el cumplimiento de la normativa CE, 525-690 V

10.5.1 Opciones de fusible semiconductor / de potencia

Modelo	Fusible externo de convertidor de frecuencia recomendado Bussmann PN	Clasificación	Opción interna de convertidor de frecuencia Bussmann PN	Alternativa Externa Siba PN	Alternativa externa Ferraz Shawmut PN
P315	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P355	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P400	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabla 10.13 380-480 V, alojamiento E, opciones de fusibles de red para conformidad con UL

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Modelo	Fusible externo recomendado para el convertidor de frecuencia Bussmann PN	Clasificación	Opción interna de convertidor de frecuencia Bussmann PN	Alternativa Siba PN
P450	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P500	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P560	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P630	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P710	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500
P800	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabla 10.14 380-480 V, alojamiento F, opciones de fusibles de red para conformidad con UL

Modelo	Convertidor de frecuencia Bussmann PN interno	Clasificación	Alternativa Siba PN
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabla 10.15 380-480 V, alojamiento F, fusibles del enlace de CC del módulo del inversor

AVISO!

Para cumplir la conformidad con UL, se deben utilizar los fusibles de la serie Bussmann 170M en las unidades suministradas sin opción de solo contactor. Para las unidades con opción de solo contactor, consulte *Tabla 10.32* para la clasificación SCCR y los criterios UL.

Modelo	Fusible externo de convertidor de frecuencia recomendado Bussmann PN	Clasificación	Opción interna de convertidor de frecuencia Bussmann PN	Alternativa Externa Siba PN	Alternativa externa Ferraz Shawmut PN
P355	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P400	170M4017	700 A, 700 V	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P500	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P560	170M6013	900 A, 700 V	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Tabla 10.16 525-690 V, alojamiento E, opciones de fusibles de red para conformidad con UL

Modelo	Fusible externo recomendado para el convertidor de frecuencia Bussmann PN	Clasificación	Opción interna de convertidor de frecuencia Bussmann PN	Alternativa Siba PN
P630	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P710	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P800	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P900	170M7081	1600 A, 700 V	170M7082	20 695 32.1600
P1000	170M7082	2000 A, 700 V	170M7082	20 695 32.2000
P1200	170M7083	2500 A, 700 V	170M7083	20 695 32.2500

Tabla 10.17 525-690 V, alojamiento F, opciones de fusibles de red para conformidad con UL

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Modelo	Convertidor de frecuencia Bussmann PN interno	Clasificación	Alternativa Siba PN
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1000	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1200	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabla 10.18 525-690 V, alojamiento F, fusibles del enlace de CC del módulo del inversor

Los fusibles 170M de Bussmann indicados utilizan el indicador visual –/80. Los fusibles con indicador –TN/80 tipo T, –/110 o TN/110 tipo T del mismo tamaño y amperaje pueden sustituirse para su uso externo. Para cumplir con los requisitos de UL, puede utilizarse cualquier fusible listado como UL de al menos 500 V, con la intensidad nominal correspondiente.

10.5.2 Fusibles complementarios

Protección	Bussmann PN	Clasificación
E y F	KTK-4	4 A, 600 V

Tabla 10.19 Fusible SMPS

Tamaño/tipo	Bussmann PN	Littelfuse	Clasificación
P355-P400, 525-690 V	KTK-4	–	4 A, 600 V
P315-P800, 380-480 V	–	KLK-15	15 A, 600 V
P500-P1M2, 525-690 V	–	KLK-15	15 A, 600 V

Tabla 10.20 Fusibles de ventilador

Fusible	Tamaño/tipo	Bussmann PN	Clasificación	Fusibles alternativos
2,5-4,0 A	P450-P800, 380-480 V	LPJ-6 SP o SPI	6 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 6 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-10 SP o SPI	10 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 10 A
4,0-6,3 A	P450-P800, 380-480 V	LPJ-10 SP o SPI	10 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 10 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-15 SP o SPI	15 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 15 A
6,3-10 A	P450-P800, 380-480 V	LPJ-15 SP o SPI	15 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 15 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP o SPI	20 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 20 A
10-16 A	P450-P800, 380-480 V	LPJ-25 SP o SPI	25 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 25 A
	P630-P1M2, 525-690 V	LPJ-20 SP o SPI	20 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 20 A

Tabla 10.21 Fusibles de controlador del motor manual

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Protección	Bussmann PN	Clasificación	Fusibles alternativos
F	LPJ-30 SP o SPI	30 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 30 A

Tabla 10.22 Fusible de terminales con protección de 30 A

Protección	Bussmann PN	Clasificación	Fusibles alternativos
F	LPJ-6 SP o SPI	6 A, 600 V	Cualquier elemento dual de clase J, retardo de tiempo, 6 A

Tabla 10.23 Fusible de transformador de control

Protección	Bussmann PN	Clasificación	Fusibles alternativos
F	LP-CC-6	6 A, 600 V	Cualquier clase de CC, 6 A

Tabla 10.24 Fusible de bobina de relé de seguridad con relé Pilz

10.5.3 Fusibles de red, F8-F13

Los siguientes fusibles son adecuados para su uso en circuitos capaces de proporcionar 100 000 A_{rms} (simétricos) a 240 V, 480 V o 600 V, dependiendo de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. Con los fusibles adecuados, la intensidad nominal de cortocircuito (SCCR) del convertidor es de 100 000 A_{rms}.

Modelo	Tamaño del alojamiento	Clasificación		P/N de Bussmann	Repuesto P/N de Bussmann	Pérdida estimada de potencia de los fusibles [W]	
		[V] (UL)	[A]			400 V	460 V
P250	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400	F8-F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630	F10-F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

Tabla 10.25 Fusibles de red, 380-480 V

Modelo	Tamaño del alojamiento	Clasificación		P/N de Bussmann	Repuesto P/N de Bussmann	Pérdida estimada de potencia de los fusibles [W]	
		[V] (UL)	[A]			600 V	690 V
P355	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560	F8-F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800	F10-F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2	F12-F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

Tabla 10.26 Fusibles de red, 525-690 V

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Modelo	Bussmann PN	Clasificación	Siba
P450	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 V	20 681 32.1400

Tabla 10.27 Fusibles de enlace de CC del módulo del inversor, 380-480 V

Modelo	Bussmann PN	Clasificación	Siba
P630	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000
P1M2	170M8611	1100 A, 1000 V	20 781 32.1000

Tabla 10.28 Fusibles de enlace de CC del módulo del inversor, 525-690 V

Los fusibles 170M de Bussmann indicados utilizan el indicador visual –/80. Los fusibles con indicador –TN/80 tipo T, –/110 o TN/110 tipo T del mismo tamaño y amperaje pueden sustituirse para su uso externo. Para cumplir con los requisitos de UL, puede utilizarse cualquier fusible listado como UL de al menos 480 V, con la intensidad nominal correspondiente.

Protección	Modelos	Tipo	Ajustes de interruptor predeterminados	
			Nivel de desconexión [A]	Tiempo [s]
F3	Modelo de 380-480 V: P450 Modelo de 525-690 V: P630--P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	Modelo de 380-480 V: P500--P630 Modelo de 525-690 V: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	Modelo de 380-480 V: P710 Modelo de 525-690 V: P900--P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	Modelo de 380-480 V: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabla 10.29 Magnetotérmicos, F3-F4

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.6 Sistemas de desconexión y contactores

10.6.1 Sistemas de desconexión de red, E1-E2 y F3-F4

Tamaño del alojamiento	Modelo	Tipo
380-480 V		
E1-E2	P315-P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500-P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710-P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525-690 V		
E1-E2	P355-P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630-P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900-P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Tabla 10.30 Sistemas de desconexión de red, alojamientos E1-E2 y F3-F4

10.6.2 Sistemas de desconexión de red, F9/F11/F13

Tamaño del alojamiento	Modelo	Tipo
380-480 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525-690 V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Tabla 10.31 Sistemas de desconexión de red, alojamientos F9/F11/F13

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.6.3 Contactores de red, F3-F4

Tamaño del alojamiento	Modelo y tensión	Contactor
F3	P450-P500, 380-480 V P630-P800, 525-690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380-480 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630. 380-480 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900. 525-690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710–P800. 380–480 V P1M2, 525-690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabla 10.32 Contactores de red, alojamientos F3-F4

AVISO!

Fuente de alimentación de 230 V suministrada por el cliente necesaria para contactores de red.

10.7 Motor

Cualquier tipo de motor trifásico asíncrono estándar puede utilizarse con un convertidor.

Terminal	Función
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Tierra

Tabla 10.33 Terminales del cable del motor con rotación en sentido horario (ajuste de fábrica)

El sentido de giro puede cambiarse invirtiendo dos fases en el cable de motor o modificando el ajuste de *parámetro 4-10 Motor Speed Direction*.

La verificación de la rotación del motor puede efectuarse mediante el *parámetro 1-28 Motor Rotation Check* y siguiendo la configuración indicada en la *Ilustración 10.18*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

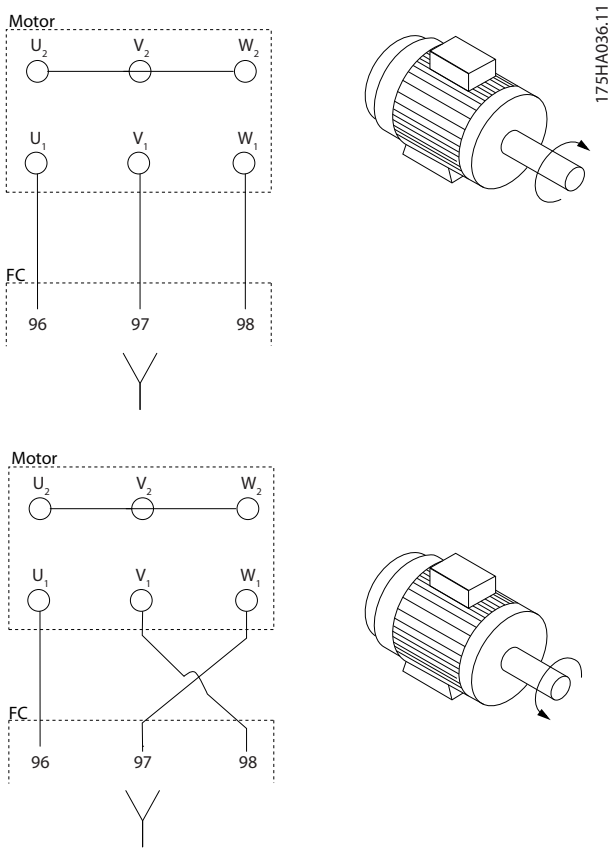


Ilustración 10.18 Cambio de giro del motor

Requisitos de los alojamientos F1/F3
Todos los terminales del módulo del inversor deben tener el mismo número de cables de fase del motor y deben ser múltiplos de 2 (por ejemplo, 2, 4, 6 o 8). No se permite un cable. Es necesario que los cables tengan la misma longitud, dentro de un margen del 10 %, entre los terminales del módulo del inversor y el primer punto común de una fase. El punto común recomendado son los terminales del motor. Por ejemplo, si el módulo del inversor A utiliza un cable de 100 m (328 ft), los siguientes módulos del inversor pueden utilizar un cable de entre 90 y 110 m (295-360 ft) de longitud.

Requisitos de los alojamientos F2/F4
Todos los módulos del inversor deben tener el mismo número de cables de fase del motor y deben ser múltiplos de 3 (por ejemplo, 3, 6, 9 o 12). No se permiten uno o dos cables. Es necesario que los cables tengan la misma longitud, dentro de un margen del 10 %, entre los terminales del módulo del inversor y el primer punto común de una fase. El punto común recomendado son los terminales del motor. Por ejemplo, si el módulo del inversor A utiliza un cable de 100 m (328 ft), los siguientes módulos del inversor pueden utilizar un cable de entre 90 y 110 m (295-360 ft) de longitud.

10.7.1 Protección térmica del motor

El relé termoelectrónico del convertidor de frecuencia ha recibido la aprobación UL para protección de sobrecarga de motor único cuando el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* se ajusta en *Descon. ETR* y el *parámetro 1-24 Motor Current* está ajustado a la corriente nominal del motor (consulte la placa de características del motor).
Para la protección térmica del motor, también se puede utilizar la opción de tarjeta del termistor PTC VLT® PTC Thermistor Card MCB 112. Esta tarjeta cuenta con la certificación ATEX para proteger motores en las zonas con peligro de explosiones: zona 1/21 y zona 2/22. Si el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* está ajustado en *[20] ATEX ETR* y se combina con el uso de MCB 112, se puede controlar un motor Ex-e en zonas con riesgo de explosión. Consulte la *guía de programación* para más detalles sobre cómo configurar el convertidor de frecuencia para un funcionamiento seguro de motores Ex--e.

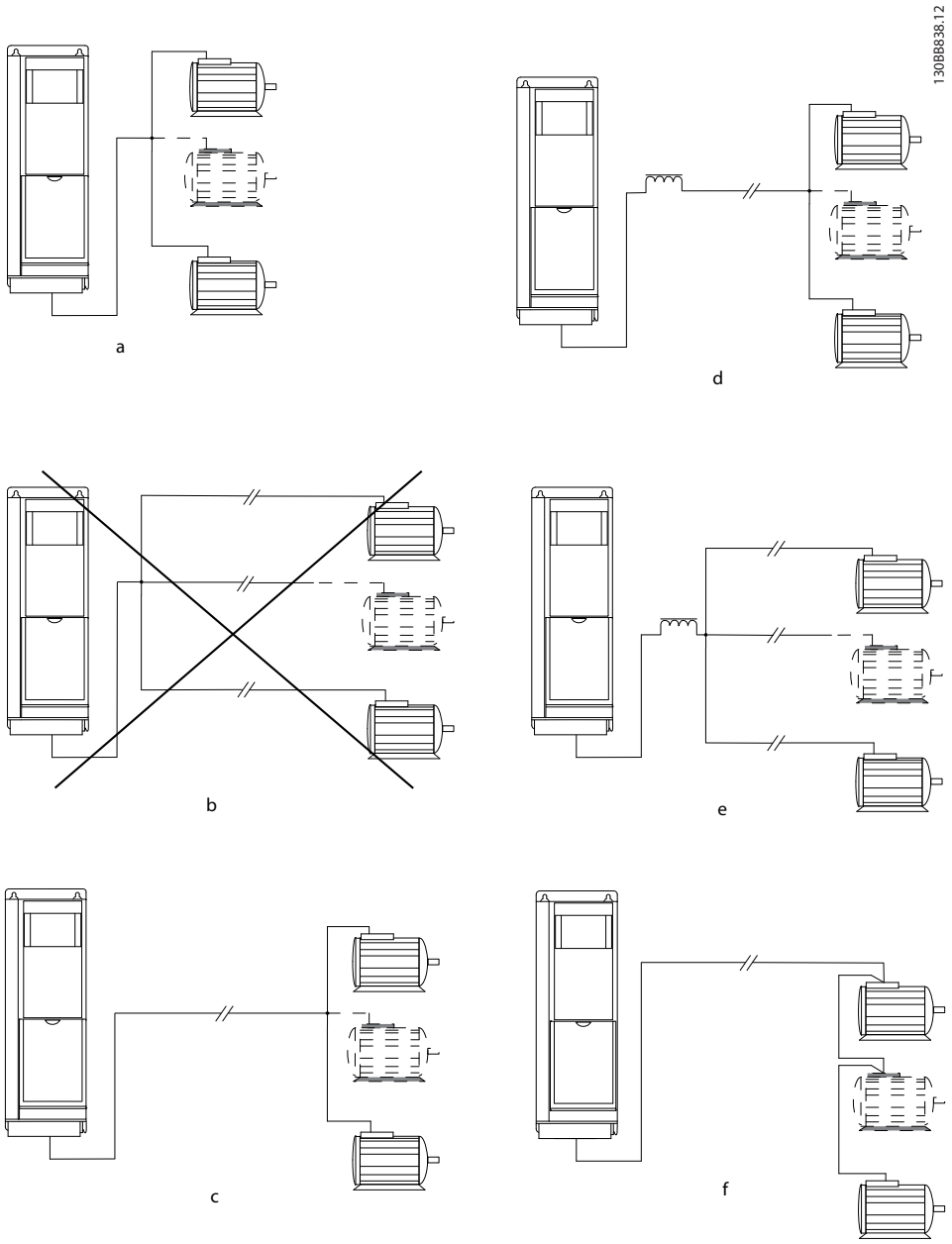
10.7.2 Conexión en paralelo de motores

El convertidor puede controlar varios motores conectados en paralelo. Para conocer diferentes configuraciones de motores conectados en paralelo, consulte la *Ilustración 10.19*.

Al utilizar la conexión del motor en paralelo, deben observarse los siguientes puntos:

- Ejecute las aplicaciones con motores paralelos en modo U/F (voltios por hercios).
- El modo VVC+ se puede utilizar en algunas aplicaciones.
- El consumo de corriente total de los motores no debe superar la corriente nominal de salida I_{INV} del convertidor.
- 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 en el arranque y a pocas revoluciones.
- El relé termoelectrónico (ETR) del convertidor de frecuencia no puede utilizarse como protección de sobrecarga del motor. Proporcione una mayor protección del motor mediante termistores en cada bobinado del motor o en los relés térmicos individuales.
- Cuando los motores se encuentran conectados en paralelo, *parámetro 1-02 Flux Motor Feedback Source* no se puede utilizar y *parámetro 1-01 Motor Control Principle* debe estar ajustado a *[0] U/f*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



A	Las instalaciones con cables conectados a un punto común, como se muestra en A y B, solo son recomendables para longitudes de cable cortas.
B	Tenga en cuenta la longitud máxima del cable del motor especificada en el *capétulo 7.6 Especificaciones del cable*.
C	La longitud total del cable de motor detallada en el *capétulo 7.6 Especificaciones del cable* es válida siempre y cuando se mantengan cortos los cables paralelos, a menos de 10 m (32 ft) cada uno.
D	Tenga en cuenta la caída de tensión en todos los cables de motor.
E	Tenga en cuenta la caída de tensión en todos los cables de motor.
F	La longitud total del cable de motor detallada en el *capétulo 7.6 Especificaciones del cable* es válida siempre y cuando los cables paralelos tengan una longitud inferior a 10 m (32 ft) cada uno.

Ilustración 10.19 Conexiones en paralelo diferentes de motores

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.7.3 Aislamiento del motor

Para longitudes del cable de motor inferiores o iguales a la longitud del cable máxima incluida en la lista del *capétulo 7.6 Especificaciones del cable*, utilice las clasificaciones de aislamiento del motor indicadas en la *Tabla 10.34*. Si un motor tiene una clasificación de aislamiento inferior, Danfoss recomienda la utilización de un filtro dU/dt o senoidal.

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

Tabla 10.34 Clasificaciones del aislamiento del motor

10.7.4 Corrientes en los cojinetes del motor

Deben instalarse cojinetes aislados NDE (no acoplados) para eliminar las corrientes circulantes en los cojinetes en todos los motores instalados con el convertidor. Para reducir al mínimo las corrientes en el eje y los rodamientos de la transmisión (DE), asegure una adecuada conexión a tierra del convertidor de frecuencia, el motor, la máquina accionada y la conexión entre el motor y la máquina.

Estrategias estándar de mitigación:

- Utilizar un cojinete aislado.
- Seguir procedimientos de instalación adecuados.
  - Comprobar que el motor y el motor de carga estén alineados.
  - Seguir las directrices de instalación EMC.
  - Reforzar la PE de modo que la impedancia de alta frecuencia sea inferior en la PE que los cables de alimentación de entrada
  - Disponer una buena conexión de alta frecuencia entre el motor y el convertidor de frecuencia. Utilizar un cable apantallado con una conexión de 360º en el motor y el convertidor de frecuencia.
  - Asegurarse de que la impedancia desde el convertidor de frecuencia hasta la tierra sea inferior a la impedancia de conexión a tierra de la máquina. Este procedimiento puede resultar difícil para las bombas.
  - Realizar una conexión a tierra directa entre el motor y el motor de carga.
- Reducir la frecuencia de conmutación de IGBT.
- Modificar la forma de onda del inversor, AVM de 60 ° frente a SFAVM.
- Instalar un sistema de conexión a tierra del eje o usar un acoplador aislante.
- Aplicar un lubricante conductor.
- Usar el ajuste mínimo de velocidad, si es posible.
- Tratar de asegurar que la tensión de red esté equilibrada con la conexión a tierra. Este procedimiento puede resultar difícil para sistemas de patilla conectados a tierra, IT, TT o TN-CS.
- Usar un filtro senoidal o dU/dt.

10.8 Frenado

10.8.1 Selección de resistencias de frenado

Para gestionar mayores demandas debidas a un frenado de resistencia, es necesaria una resistencia de frenado. La resistencia de frenado absorbe la energía en lugar del convertidor. Para obtener más información, consulte la *Guía de diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Si no se conoce la cantidad de energía cinética transferida a la resistencia en cada periodo de frenado, la potencia media puede calcularse a partir del tiempo de ciclo y del tiempo de frenado (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. En la *Ilustración 10.20* se muestra un ciclo de frenado típico.

Los proveedores de motores suelen utilizar 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)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

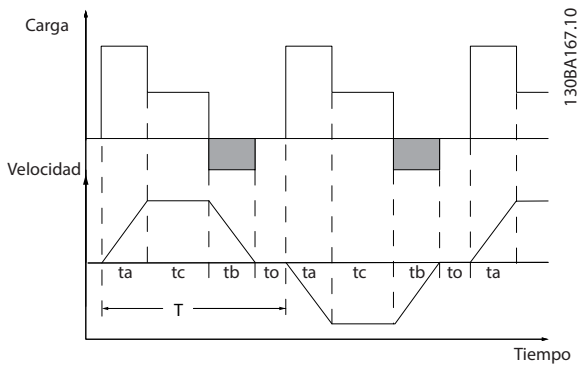


Ilustración 10.20 Ciclo de frenado típico

380-480 V Modelo	Tiempo de ciclo (s)	Ciclo de trabajo de frenado al 100 % del par	Ciclo de trabajo de frenado a par de sobrecarga (150/160 %)
P355-P1000	600	40%	10%
525–690 Modelo	**Tiempo de ciclo (s)**	**Ciclo de trabajo de frenado al 100 % del par**	**Ciclo de trabajo de frenado a par de sobrecarga (150/160 %)**
P560-P630	600	40%	10%
P710-P1M4	600	40%	10%

Tabla 10.35 Frenado en nivel alto de par de sobrecarga

Danfoss ofrece resistencias de frenado con ciclo de trabajo del 5 %, del 10 % y del 40 %. Si se aplica un ciclo de trabajo del 10 %, las resistencias de frenado 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 esté diseñada para manejar el tiempo de frenado requerido.

La carga máxima admisible en la resistencia de frenado se establece como una potencia pico en un determinado ciclo de trabajo intermitente. La resistencia de frenado se calcula de la siguiente manera:

$$R_{br}\,[\Omega] = \frac{U_{cc}^2}{P_{pico}}$$

donde

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

Como puede verse, la resistencia de frenado depende de la tensión del enlace de CC (U_{cc}).

Tamaño	Freno activo	Advertencia antes de desconexión	Corte (desconexión)
380-480 V[1)]	810 V	828 V	855 V
525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabla 10.36 Límites de freno de los convertidores FC 102/ FC 202

1) En función de la magnitud de potencia

AVISO!

Compruebe que la resistencia de frenado tolere una tensión de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V o 1130 V. Las resistencias de frenado de Danfoss son aptas para su uso en todos los convertidores de Danfoss.

Danfoss recomienda la resistencia de frenado R_{rec}. Este cálculo garantiza que el convertidor de frecuencia pueda frenar con la potencia de frenado máxima ($M_{br(\%)}$) del 150 %. La fórmula puede expresarse como:

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

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 potencia de frenado se escribe como:

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

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

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

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

AVISO!

La resistencia del circuito de freno seleccionada no debe ser superior a la recomendada por Danfoss.

AVISO!

Si se produce un cortocircuito en el transistor de freno, la disipación de potencia en la resistencia de frenado solo se puede impedir por medio de un contactor o un conmutador de alimentación que desconecte la alimentación eléctrica del convertidor, o mediante un contacto en el circuito de freno. Una disipación de potencia ininterrumpida en la resistencia de frenado puede causar sobrecalentamiento, desperfectos o un incendio.

⚠ADVERTENCIA

RIESGO DE INCENDIO

Las resistencias de frenado se calientan durante y después del frenado. Debe colocarse la resistencia de frenado en un entorno seguro para evitar el riesgo de daños materiales o lesiones graves.

- **Asegúrese de que la resistencia de frenado se coloque en un entorno seguro para evitar el riesgo de incendio.**
- **No toque nunca la resistencia de frenado, ni durante ni después del frenado, para evitar quemaduras graves.**

10.8.2 Control con Función de freno

Puede utilizarse un relé o salida digital para proteger la resistencia de frenado contra sobrecargas o sobrecalentamientos mediante la generación de un fallo en el convertidor. Si el IGBT del freno está sobrecargado o sobrecalentado, la señal digital o de relé desde el freno al convertidor desconectará el IGBT del freno. Esta señal de relé / digital no protege contra un cortocircuito en el IGBT del freno o un fallo de conexión a tierra en el módulo del freno o el cableado. Si se produce un cortocircuito en el IGBT del freno, Danfoss recomienda un medio para desconectar el freno.

Además, el freno permite leer la potencia instantánea y la potencia media de los últimos 120 segundos. El freno también puede controlar la potencia y asegurar que no se supere el límite seleccionado en el *parámetro 2-12 Brake Power Limit (kW)*. El *parámetro 2-12 Brake Power Limit (kW)* selecciona la función que se realiza cuando la potencia que se transmite a la resistencia de frenado sobrepasa el límite ajustado en el *Parámetro 2-13 Brake Power Monitoring*.

AVISO!

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

Puede seleccionarse el *Control de sobretensión (OVC)* como función de freno alternativa en *parámetro 2-17 Over-voltage Control*. Esta función está activada para todas las unidades y asegura que, si la tensión del enlace de CC aumenta, la frecuencia de salida también aumenta para limitar la tensión del enlace de CC y así evitar una desconexión.

AVISO!

OVC no puede activarse cuando está funcionando un motor PM, mientras *parámetro 1-10 Motor Construction* está ajustado en *[1] PM no saliente SPM*.

10.9 Dispositivos de corriente diferencial (RCD) y monitor de resistencia de aislamiento (IRM)

Como protección adicional, utilice relés RCD, conexiones a tierra de protección múltiple o una conexión a tierra, siempre que se cumpla la normativa local en materia de seguridad.
En caso de fuga a tierra, puede desarrollarse una corriente de CC en la corriente defectuosa. Si se utilizan relés RCD, deben cumplirse los reglamentos locales. Los relés deben ser adecuados para proteger equipos trifásicos con un puente rectificador y para una pequeña descarga en el momento de la conexión. Consulte el *capétulo 10.10 Corriente de fuga* para obtener más detalles.

10.10 Corriente de fuga

Siga las normas locales y nacionales sobre la conexión protectora a tierra del equipo con una corriente de fuga superior a 3,5 mA.
La tecnología del convertidor implica una conmutación de alta frecuencia con una elevada potencia. Esta conmutación de alta frecuencia 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, incluidos:

- Filtrado RFI.
- Longitud del cable de motor.
- Apantallamiento del cable de motor.
- Potencia del convertidor.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

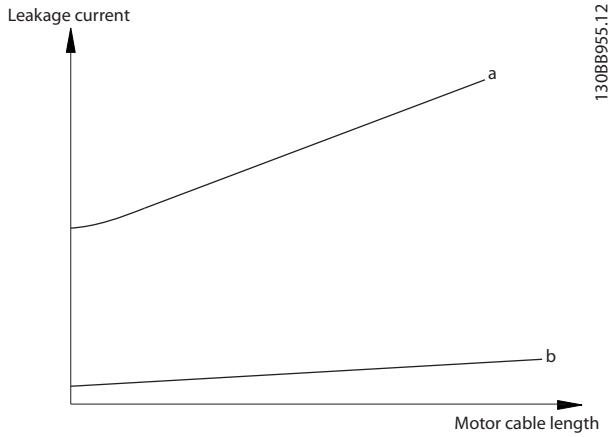


Ilustración 10.21 La longitud del cable de motor y la magnitud de potencia influyen en la corriente de fuga. Magnitud de potencia a > magnitud de potencia b.

La corriente de fuga también depende de la distorsión de la línea.

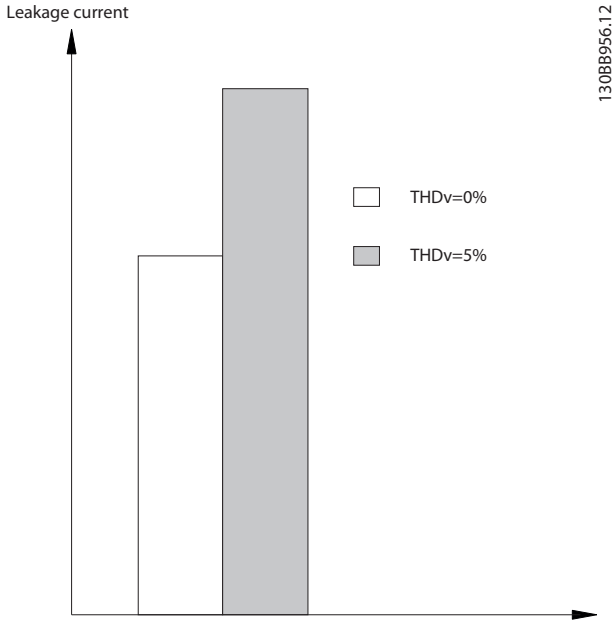


Ilustración 10.22 La distorsión de la línea influye en la corriente de fuga

Si la corriente de fuga supera los 3,5 mA, el cumplimiento de la norma EN/CEI 61800-5-1 (estándar de producto de sistemas Power Drive) requiere una atención especial.

Refuerce la conexión a tierra con los siguientes requisitos de conexión a tierra de protección:

- Cable de conexión toma a tierra (terminal 95) con sección transversal de al menos 10 mm^2 (8 AWG).
- 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, habrá que cumplir las siguientes indicaciones:

- Utilice únicamente RCD de tipo B, que son capaces de detectar intensidades de CA y CC.
- Utilice RCD con retardo para evitar fallos provocados por las intensidades a tierra transitorias.
- La dimensión de los RCD debe ser conforme a la configuración de sistema y las consideraciones medioambientales.

La corriente de fuga incluye varias frecuencias que proceden tanto de la frecuencia de alimentación como de la frecuencia de conmutación. Que la frecuencia de conmutación se detecte depende del tipo de RCD utilizado.

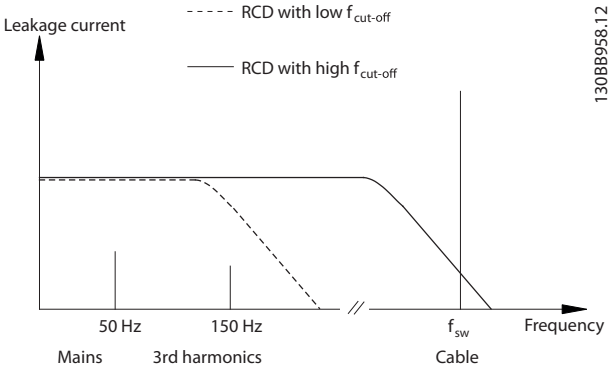


Ilustración 10.23 Contribuciones principales a la corriente de fuga

La cantidad de corriente de fuga detectada por el RCD depende de la frecuencia de corte del RCD.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

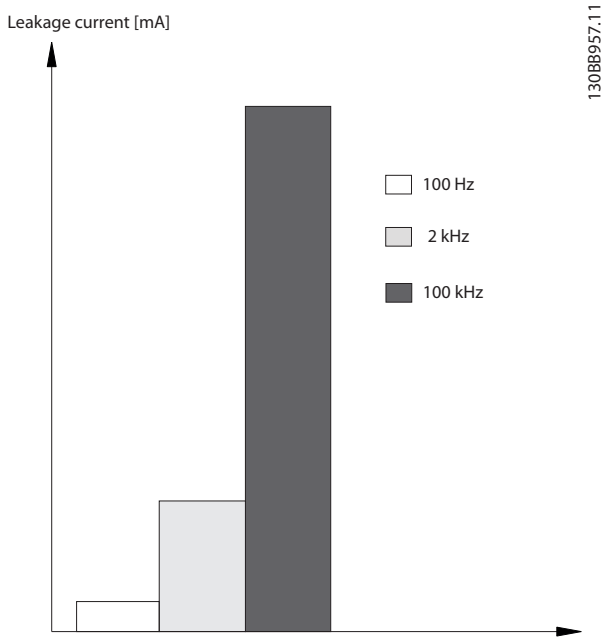


Ilustración 10.24 Influencia de la frecuencia de corte del RCD sobre la corriente de fuga

10.11 Red IT

Alimentación de red aislada de tierra
Si la alimentación del convertidor proviene de una fuente de red aislada (red IT, triángulo flotante o triángulo conectado a tierra) o de redes TT/TN-S con toma de tierra, se recomienda desconectar el interruptor RFI mediante el *parámetro 14-50 RFI Filter* en el convertidor y el *parámetro 14-50 RFI Filter* en el filtro. Para obtener más detalles, consulte CEI 364-3. En la posición OFF, se desconectan los condensadores de filtro entre el chasis y el enlace de CC para impedir que este último se dañe y reducir las corrientes de capacidad de conexión a tierra (conforme a la norma CEI 61800-3).
Si se necesita un rendimiento de CEM óptimo, se conectan motores paralelos o la longitud del cable del motor es de unos 25 m (82 ft), Danfoss recomienda ajustar el *parámetro 14-50 RFI Filter* a [Sí]. Consulte también la *Nota sobre la aplicación* «VLT on IT Mains» (VLT en alimentación IT). Es importante utilizar monitores de aislamiento diseñados para su uso con componentes electrónicos de potencia (CEI 61557-8).

Danfoss no recomienda utilizar contactor de salida para convertidores de 525-690 V conectados a una red de alimentación IT.

10.12 Rendimiento

Rendimiento del convertidor (η_{VLT})
La carga del convertidor apenas influye en su rendimiento. En general, el rendimiento será el mismo a la frecuencia nominal del motor $f_{M,N}$, tanto si este suministra el 100 % del par nominal del eje como si solo suministra el 75 % en caso de cargas parciales.

El rendimiento del convertidor no cambiará aunque se elijan otras características U/f distintas. Sin embargo, las características U/f influyen en el rendimiento del motor.

El rendimiento disminuye un poco si la frecuencia de conmutación se ajusta en un valor superior a 5 kHz. El rendimiento se reduce ligeramente si la tensión de red es de 480 V o si el cable de motor tiene más de 30 m (98 ft) de longitud.

Cálculo del rendimiento del convertidor
Calcule el rendimiento del convertidor de frecuencia para diferentes velocidades y cargas basándose en la *Ilustración 10.25*. El factor de este gráfico debe multiplicarse por el factor de rendimiento específico indicado en las tablas de especificaciones del *capétulo 7.1 Datos eléctricos, 380-480 V* y el *capétulo 7.2 Datos eléctricos, 525-690 V*.

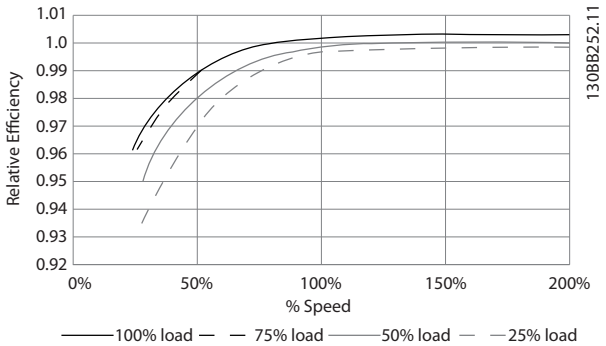


Ilustración 10.25 Curvas de rendimiento típico

Ejemplo: supongamos un convertidor de frecuencia de 160 kW, 380-480/500 V CA al 25 % de su carga y al 50 % de la velocidad. En la *Ilustración 10.25* se indica 0,97 y el rendimiento nominal para un convertidor de frecuencia de 160 kW es de 0,98. El rendimiento real es: 0,97 × 0,98 = 0,95.

Rendimiento del motor (η_{MOTOR})
El rendimiento de un motor conectado al convertidor de frecuencia depende del nivel de magnetización. En general, el rendimiento es igual de bueno que si funcionara conectado a la alimentación. 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 directamente con la alimentación de red.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

En los motores pequeños, la influencia de la característica U/f sobre el rendimiento es mínima. Sin embargo, en motores a partir de 11 kW (15 CV) se obtienen ventajas considerables.

Normalmente, la frecuencia de conmutación no afecta al rendimiento de los motores pequeños. Los motores de 11 kW (15 CV) y superiores obtienen un rendimiento mejorado (1-2 %) porque la forma senoidal de la intensidad del motor es casi perfecta a frecuencias de conmutación elevadas.

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

10.13 Ruido acústico

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

- Bobinas de enlace de CC.
- Ventiladores internos.
- La bobina de choque del filtro RFI.

La *Tabla 10.37* enumera los valores de ruido acústico habituales calculados a una distancia de 1 m (9 ft) de la unidad.

10

Tamaño del alojamiento	dBA a velocidad de ventilador máxima
E1-E2[1)]	74
E1-E2[2)]	83
F1-F4 y F8-F13	80

Tabla 10.37 Ruido acústico

1) P450-P500, solo 525-690 V.

2) Todos los demás modelos de alojamiento E.

Los resultados de las pruebas se obtuvieron conforme a la norma ISO 3744 de magnitud de ruido audible en un entorno controlado. Se ha cuantificado el tono del ruido para el registro de datos de ingeniería de rendimiento del hardware conforme al anexo D de la norma ISO 1996-2.

10.14 Condiciones dU/dt

AVISO!

Para evitar el desgaste prematuro de los motores que no están diseñados para utilizarse con convertidores de frecuencia, como los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento, Danfoss recomienda encarecidamente colocar un filtro dU/dt o un filtro senoidal en la salida del convertidor. Para obtener información más detallada sobre los filtros dU/dt o senoidales, consulte la *Guía de diseño de los filtros de salida*.

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

- El cable de motor (tipo, sección transversal, longitud apantallado / no apantallado).
- La inductancia.

La inducción natural produce una sobremodulación U_{PICO} en la tensión del motor antes de que se autoestabilice en un nivel dependiente de la tensión en el enlace de CC. Tanto el tiempo de subida como la tensión pico U_{PICO} influyen en la vida útil del motor. En particular, los motores sin aislamiento de fase en la bobina se ven afectados si la tensión pico es demasiado alta. La longitud del cable del motor afecta al tiempo de subida y a la tensión pico. Por ejemplo, si el cable de motor es corto (unos pocos metros), el tiempo de subida y la tensión pico serán más bajos. Si el cable de motor es largo (100 m [328 ft]), el tiempo de subida y la tensión pico serán mayores.

La conmutación de los dispositivos IGBT produce tensión pico en los terminales del motor. El convertidor cumple con las especificaciones de la norma CEI 60034-25 en relación con los motores diseñados para ser controlados mediante convertidores de frecuencia. El convertidor cumple también con la norma CEI 60034-17 relativa a los motores normales controlados por convertidores de frecuencia.

Gama de alta potencia
A las tensiones de red adecuadas, los tamaños de potencia indicados en las tablas *Tabla 10.38* y *Tabla 10.39* cumplen con los requisitos de la norma CEI 60034-17 relativa a motores normales controlados por convertidores de frecuencia, con la norma CEI 60034-25 relativa a motores diseñados para ser controlados por convertidores y con la norma NEMA MG 1-1998 Parte 31.4.4.2 para motores alimentados por inversores. Los tamaños de potencia de la *Tabla 10.38* y de la *Tabla 10.39* no cumplen la norma NEMA MG 1-1998, parte 30.2.2.8, para motores de propósito general.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

380-480 V

Modelo	Longitud del cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
P315-P1M0 (380-480 V)	30 (98,5)	500	0,71	1165	1389
	30 (98,5)	500[1)]	0,80	906	904
	30 (98,5)	400	0,61	942	1233
	30 (98,5)	400[1)]	0,82	760	743

Tabla 10.38 dU/dt de los alojamientos E1-E2 y F1-F13, 380-480 V

[1)] Con Danfoss filtro dU/dt.

525-690 V

Modelo	Longitud del cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
P450-P1M4 (525-690 V)	30 (98,5)	690	0,57	1611	2261
	30 (98,5)	575	0,25	–	2510
	30 (98,5)	690[1)]	1,13	1629	1150

Tabla 10.39 dU/dt de los alojamientos E1-E2 y F1-F13, 525-690 V

[1)] Con Danfoss filtro dU/dt.

10.15 Vista general de compatibilidad electromagnética (CEM)

Los dispositivos eléctricos generan interferencias y también se ven afectados por las interferencias de otras fuentes. La compatibilidad electromagnética (CEM) de estos efectos depende de la potencia y de las características armónicas de los dispositivos.

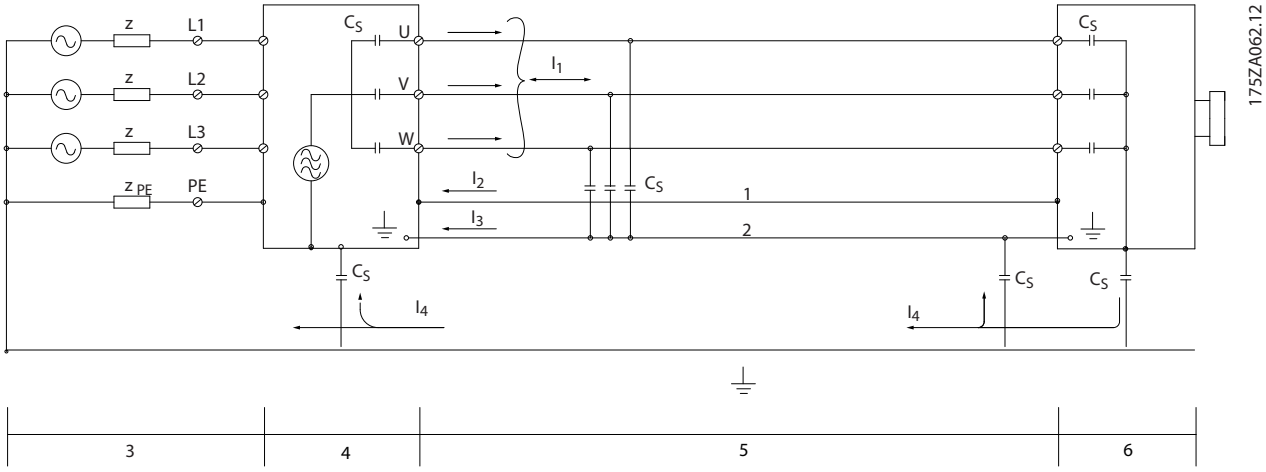
La interacción incontrolada entre dispositivos eléctricos en un sistema puede degradar la compatibilidad y perjudicar su funcionamiento fiable. Las interferencias pueden adoptar la forma de:

- Descargas electrostáticas
- Fluctuaciones rápidas de tensión
- Interferencia de alta frecuencia

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

Las corrientes capacitivas en el cable del motor, junto con una alta dU/dt de la tensión del motor, generan corrientes de fuga. Consulte *Ilustración 10.26*. Los cables de motor apantallados tienen una mayor capacitancia entre los cables de fase y la pantalla, y, a su vez, entre la pantalla y la conexión toma a tierra. Esta capacitancia del cable añadida, junto a otra capacitancia parásita y a la inductancia del motor, varía el nivel de emisiones electromagnéticas producidas por la unidad. Esta variación en el nivel de emisiones electromagnéticas se produce principalmente en emisiones inferiores a 5 MHz. La mayor parte de la corriente de fuga (I1) se reconduce a la unidad a través de la conexión a tierra de protección (I3), de manera que solo queda un pequeño campo electromagnético (I4) desde el cable apantallado del motor. El apantallamiento reduce la interferencia radiada, aunque incrementa la interferencia de baja frecuencia en la alimentación.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	Cable de conexión toma a tierra	Cs	Posibles trayectos de derivación de capacitancia parásita (varían en función de las distintas instalaciones)
2	Pantalla	I_1	Corriente de fuga de modo común
3	Fuente de alimentación de red de CA	I_2	Cable de motor apantallado
4	Convertidor	I_3	Conexión toma a tierra de seguridad (cuarto conductor en los cables de motor)
5	Cable de motor apantallado	I_4	Corriente accidental de modo común
6	Motor	–	–

Ilustración 10.26 Modelo eléctrico que muestra posibles corrientes de fuga

10

10.15.1 Resultados de las pruebas de CEM

Los siguientes resultados se han obtenido mediante un convertidor de frecuencia (con opciones, en su caso), un cable de control apantallado, un cuadro de control con potenciómetro, un motor y un cable de motor apantallado.

Tipo de filtro RFI		**Emisión conducida**			**Emisión irradiada**		
Estándares y requisitos	**EN 55011**	**Clase B** Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera	**Clase A, grupo 1** Entorno industrial	**Clase A, grupo 2** Entorno industrial	**Clase B** Entorno doméstico, establecimientos comerciales e industria ligera	**Clase A, grupo 1** Entorno industrial	**Clase A, grupo 2** Entorno industrial
	EN/CEI 61800-3	**Categoría C1** Primer ambiente Doméstico y oficina	**Categoría C2** Primer ambiente Doméstico y oficina	**Categoría C3** Segundo ambiente Industrial	**Categoría C1** Primer ambiente Doméstico y oficina	**Categoría C2** Primer ambiente Doméstico y oficina	**Categoría C3** Primer ambiente Doméstico y oficina
H2							
FC 102	355-1000 kW 380-480 V	No	No	150 m (492 ft)	No	No	Sí
	450-1400 kW 525-690 V	No	No	150 m (492 ft)	No	No	Sí

Tipo de filtro RFI		Emisión conducida			Emisión irradiada		
H4							
FC 102	355-1000 kW 380-480 V	No	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	No	Sí	Sí
	450-1400 kW 525-690 V	–	–	–	–	–	–

Tabla 10.40 Resultados de las pruebas de CEM (emisión e inmunidad)

10.15.2 Requisitos en materia de emisiones

De acuerdo con la norma de productos CEM para convertidores de frecuencia de velocidad ajustable EN/CEI 61800-3:2004, los requisitos de CEM dependen del entorno en el que está instalado el convertidor. Estos entornos junto con los requisitos de tensión de red están definidos en *Tabla 10.41*.

Los convertidores cumplen con los requisitos de CEM descritos en la norma CEI/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011), categoría C3, para equipos con más de 100 A de consumo de corriente por fase e instalados en el segundo ambiente. Las pruebas de conformidad se efectúan con un cable de motor apantallado de 150 m (492 ft).

Categoría (EN 61800-3)	Definición	Emisión conducida (EN 55011)
C1	Primer ambiente (hogar y oficina) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.	Clase B
C2	Primer ambiente (doméstico y oficina) con tensión de alimentación inferior a 1000 V, no enchufable ni desplazable, y con necesidad de un profesional para instalar o poner en marcha el sistema.	Clase A, grupo 1
C3	Segundo ambiente (industrial) con tensión de alimentación inferior a 1000 V.	Clase A, grupo 2
C4	Segundo ambiente con lo siguiente: • Tensión de alimentación igual o superior a 1000 V. • Corriente nominal igual o superior a 400 A. • Previstos para su uso en sistemas complejos.	Sin límite. Debe elaborarse un plan de CEM.

Tabla 10.41 Requisitos en materia de emisiones

Cuando se utilizan las normas de emisiones generales, los convertidores deben ser conformes con la *Tabla 10.42*.

Entorno	Estándar general	Requisito en materia de emisiones conducidas realizado conforme a los límites de la norma EN 55011.
Primer ambiente (doméstico 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 10.42 Límites de emisión estándar generales

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.15.3 Requisitos de inmunidad

Los requisitos de inmunidad de los convertidores 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 el entorno doméstico y de oficina.

Para documentar la inmunidad ante transitorios de ráfagas, se han realizado las siguientes pruebas de inmunidad con un convertidor de frecuencia (con opciones, en su caso), un cable de control apantallado y un panel de control con potenciómetro, cable de motor y motor. Las pruebas se realizaron de acuerdo con las siguientes normas básicas. Para obtener más detalles, consulte el *Tabla 10.43*.

- **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 de 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 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.

Norma básica	**Ráfaga CEI 61000-4-4**	**Sobretensión CEI 61000-4-5**	**ESD CEI 61000-4-2**	**Campo electromagnético irradiado CEI 61000-4-3**	**Tensión de RF modo común CEI 61000-4-6**
Criterios de aceptación	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
Línea	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM (modo diferencial, MD) 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 10.43 Tabla sobre inmunidad CEM, intervalo de tensión: 380-480/500 V, 525-600 V y 525-690 V

1) Inyección en apantallamiento del cable.

AD: descarga por el aire; CD: descarga por contacto; CM: modo común; DM: modo diferencial.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.15.4 Compatibilidad CEM

AVISO!

RESPONSABILIDAD DEL OPERADOR

De acuerdo con la norma EN 61800-3 para sistemas de convertidor de velocidad variable, el operador será responsable de garantizar el cumplimiento con CEM. Los fabricantes pueden ofrecer soluciones para que el funcionamiento se ajuste a la norma. Los operadores serán responsables de la aplicación de estas soluciones, así como del pago de los costes asociados.

Existen dos opciones para garantizar la compatibilidad electromagnética.

- Eliminar o minimizar la interferencia en la fuente de interferencia emitida.
- Aumentar la inmunidad a la interferencia de los dispositivos afectados por su recepción.

Filtros RFI

El objetivo es obtener sistemas que funcionen de forma estable sin interferencias de radiofrecuencia entre sus componentes. Para conseguir un alto nivel de inmunidad, use convertidores con filtros RFI de alta calidad.

AVISO!

RADIOINTERFERENCIA

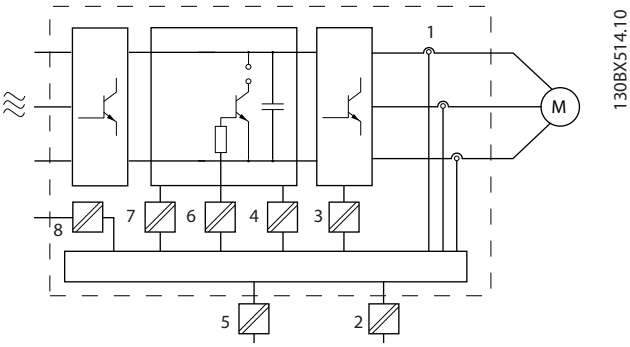
En un entorno residencial, este producto puede producir radiointerferencias, en cuyo caso puede que se tengan que tomar las medidas de mitigación pertinentes.

Conformidad PELV y de aislamiento galvánico

Todos los terminales de control y de relé de los convertidores E1h-E4h cumplen con los requisitos de 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.

El aislamiento eléctrico se proporciona tal y como se indica (consulte la *Ilustración 10.27*). Los componentes descritos cumplen con los requisitos de aislamiento galvánico y PELV.



1	Transductores de corriente
2	Aislamiento galvánico para la interfaz del bus estándar RS485.
3	Accionamiento de puerta para los IGBT
4	Fuente de alimentación (SMPS), que incluye aislamiento de la señal de V CC e indica la tensión de corriente intermedia.
5	Aislamiento galvánico para la opción de seguridad de 24 V
6	Optoacoplador, módulo de freno (opcional)
7	Circuitos de aflujo de corriente interna, RFI y medición de temperatura.
8	Relés del cliente

Ilustración 10.27 Aislamiento galvánico

10.16 Instalación conforme a CEM

Para conseguir una instalación conforme a CEM, siga las instrucciones que se proporcionan en el *manual de funcionamiento*. Para obtener un ejemplo de instalación correcta en cuanto a CEM, consulte la *Ilustración 10.28*.

AVISO!

EXTREMOS DE PANTALLA TRENZADOS (CABLES DE PANTALLA RETORCIDOS Y EMBORNADOS)

Los extremos de pantalla trenzados en espiral aumentan la impedancia de la pantalla a las frecuencias superiores, lo que reduce el efecto de pantalla y aumenta la corriente de fuga. Evite los extremos de pantalla trenzados mediante el uso de bridas de pantalla integradas.

- Para el uso con relés, cables de control, interfaz de señales, fieldbus o freno, conecte la pantalla al alojamiento por ambos lados. Si la trayectoria de conexión toma a tierra tiene una alta impedancia o si está bajo tensión, rompa la conexión de la pantalla en un extremo para evitar los lazos de corriente a tierra.
- Devuelva las corrientes a la unidad mediante una placa de montaje metálica. Asegúrese de que la placa de montaje y el chasis del convertidor de frecuencia hagan buen contacto eléctrico a través de los tornillos de montaje.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

- Utilice cables apantallados para los cables de salida del motor. Como alternativa, también puede utilizar cables de motor no apantallados dentro de un conducto metálico.

AVISO!

CABLES APANTALLADOS

Si no se utilizan cables apantallados ni conductos metálicos, la unidad y la instalación no cumplirán los límites normativos de los niveles de emisión de radiofrecuencias.

- Asegúrese de que los cables de motor y de freno sean lo más cortos posible para reducir el nivel de interferencias de todo el sistema.
- Los cables con un nivel de señal sensible no deben colocarse junto a los cables de motor y de freno.
- Para líneas de comunicación y de control/órdenes, siga los protocolos estándar de comunicación que correspondan. Por ejemplo, para USB deben utilizarse cables apantallados, pero para RS485/Ethernet pueden usarse cables UTP apantallados o sin apantallar.
- Asegúrese de que todas las conexiones de terminales de control sean PELV.

AVISO!

INTERFERENCIA DE CEM

Utilice cables apantallados para el cableado de control y del motor. Asegúrese de separar los cables de entrada de alimentación, de motor y de control los unos de los otros. Si no se aíslan estos cables se puede provocar un comportamiento inesperado o un rendimiento inferior.
Se requiere un espacio libre mínimo de 200 mm (7,9 in) entre los cables de entrada de alimentación, de motor y de control.

AVISO!

INSTALACIÓN EN ALTITUDES ELEVADAS

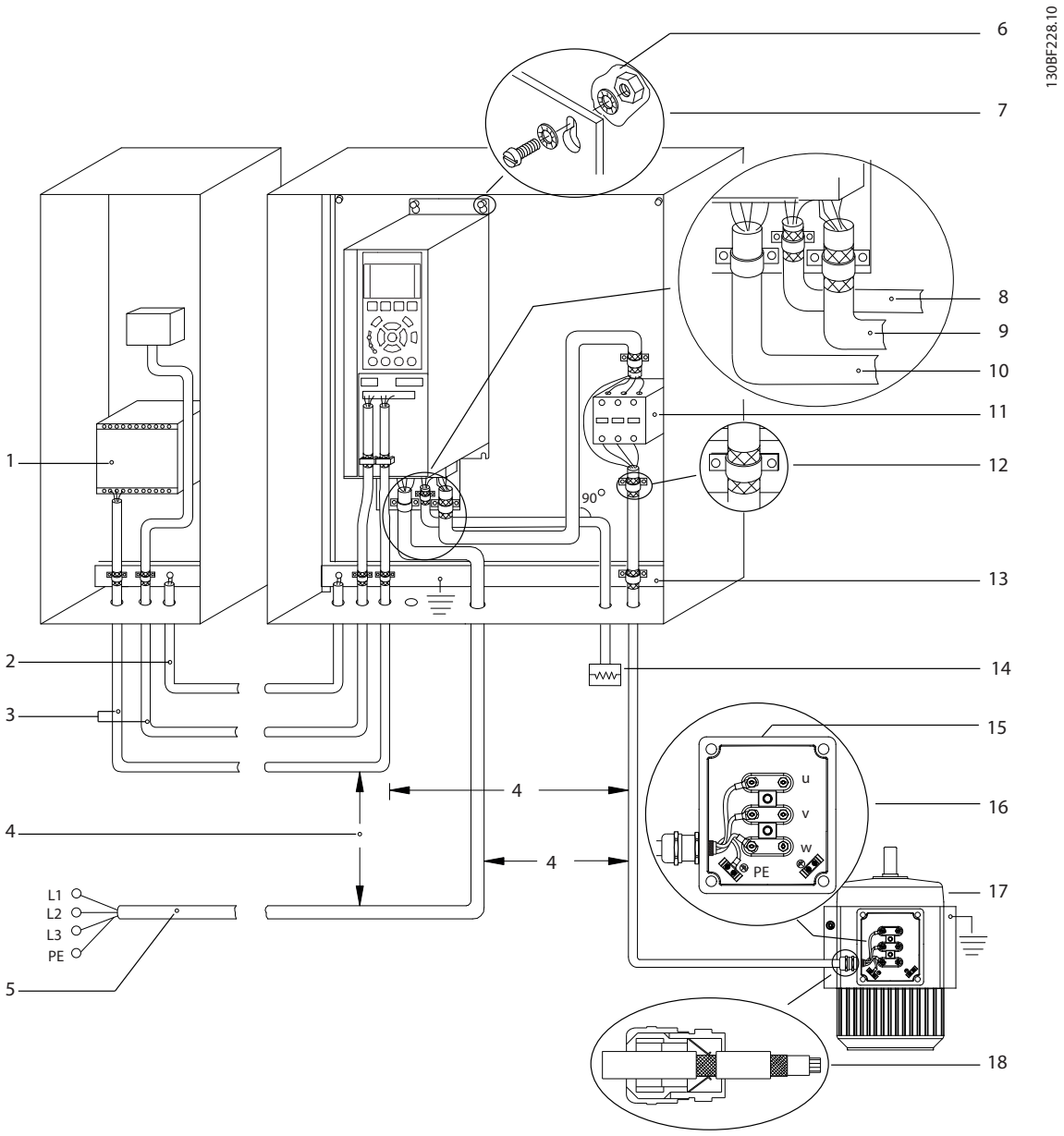
Existe un riesgo de sobretensión. El aislamiento entre los componentes y las piezas esenciales puede resultar insuficiente y no ajustarse a los requisitos de PELV. Reduzca el riesgo de sobretensión usando dispositivos de protección externa o aislamiento galvánico.
Para instalaciones situadas a más de 2000 m (6500 ft) de altitud, consulte a Danfoss sobre el cumplimiento de los requisitos de PELV.

AVISO!

CONFORMIDAD CON PELV

Evite las descargas eléctricas mediante el uso de una fuente de alimentación eléctrica con tensión de protección muy baja (PELV) y cumpliendo con las normativas locales y nacionales de PELV.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



1	PLC	10	Cable de red (no apantallado)
2	Cable de ecualizador de un mínimo de 16 mm² (6 AWG).	11	Contactor de salida
3	Los cables de control	12	Aislamiento de cable pelado
4	Espacio mínimo de 200 mm (7,9 in) entre los cables de control, de motor y de red.	13	Barra conductora de tierra a común. Siga las normativas locales y nacionales para la conexión a tierra de alojamientos.
5	Fuente de alimentación de red	14	Resistencia de frenado
6	Superficie no aislada (sin pintar)	15	Caja metálica
7	Arandelas de estrella	16	Conexión al motor
8	Cable de freno (apantallado)	17	Motor
9	Cable de motor (apantallado)	18	Prensacables CEM

Ilustración 10.28 Ejemplo de instalación correcta en cuanto a CEM

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.17 Resumen de armónicos

Las cargas no lineales, como las que se encuentran en los convertidores de frecuencia, no consumen corriente de forma uniforme de la línea de suministro. Esta corriente no senoidal tiene componentes que son múltiplos de la frecuencia de corriente fundamental. Estos componentes se conocen como armónicos. Es importante controlar la distorsión armónica total en la fuente de alimentación de red. Aunque las corriente armónicas no afectan directamente al consumo de energía eléctrica, generan calor en el cableado y los transformadores que puede afectar a otros dispositivos de la misma línea de suministro.

10.17.1 Análisis de armónicos

Dado que los armónicos aumentan las pérdidas de calor, es importante tenerlos en cuenta a la hora de diseñar los sistemas, para evitar sobrecargar el transformador, los inductores y el cableado. Cuando sea necesario, realice un análisis de los armónicos del sistema para determinar los efectos sobre el equipo.

Mediante un análisis de series de Fourier, una corriente no senoidal se transforma en corrientes de onda senoidal con diferentes frecuencias, es decir, con diferentes corrientes armónicas I_N con 50 Hz o 60 Hz como frecuencia fundamental.

Abreviatura	Descripción
f_1	Frecuencia fundamental (50 Hz o 60 Hz)
I_1	Corriente a la frecuencia básica
U_1	Tensión a la frecuencia básica
I_n	Intensidad a la enésima frecuencia armónica
U_n	Tensión a la enésima frecuencia armónica
n	Orden armónico

Tabla 10.44 Abreviaturas relativas a armónicos

	Corriente básica (I_1)	Corriente armónica (I_n)		
Intensidad	I_1	I_5	I_7	I_{11}
Frecuencia	50 Hz	250 Hz	350 Hz	550 Hz

Tabla 10.45 Corrientes básicas y corrientes armónicas

Intensidad	Corriente armónica				
	I_{RMS}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
Intensidad de entrada	1,0	0,9	0,5	0,2	<0,1

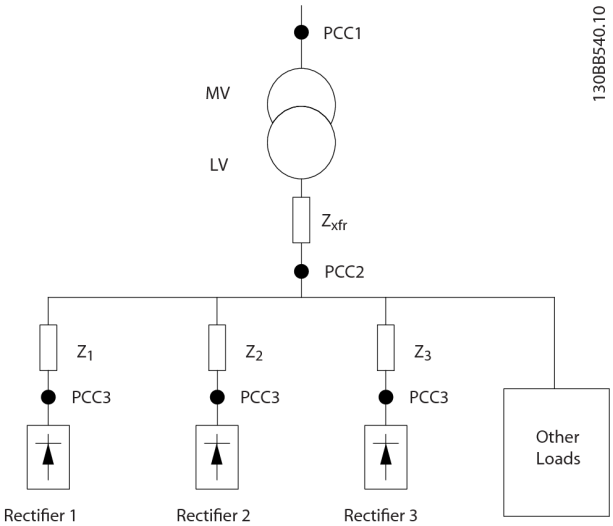
Tabla 10.46 Corrientes armónicas frente a intensidad de entrada RMS

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

$$THDi = \frac{\sqrt{U25 + U27 + ... + U2n}}{U}$$

10.17.2 Efecto de los armónicos en un sistema de distribución de potencia

En la *Ilustración 10.29*, un transformador está conectado en el lado primario a un punto de acoplamiento común PCC1, en la fuente de alimentación de media tensión. El transformador tiene una impedancia Z_{xfr} y alimenta una serie de cargas. El punto de acoplamiento común al que se conectan todas las cargas es PCC2. Cada carga está conectada a través de cables con una impedancia Z_1, Z_2 y Z_3.



PCC	Punto de acoplamiento común
MV	Media tensión
LV	Tensión baja
Z_{xfr}	Impedancia del transformador
$Z_{\#}$	Modelización de la resistencia y la inductancia en el cableado

Ilustración 10.29 Sistema de distribución pequeño

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

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 conociendo 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}).$R_{sce} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$

donde $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{fuente\ de\ alimentación}}$ y $S_{equ} = U \times I_{equ}$

Efectos negativos de los armónicos

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

10.17.3 Normas CEI sobre armónicos

En la mayor parte de Europa, la base para la evaluación objetiva de la calidad de la alimentación del sistema es la Ley sobre compatibilidad electromagnética de dispositivos (EMVG). La conformidad con esta normativa garantiza que todos los dispositivos y redes conectados a los sistemas de distribución eléctrica cumplan su objetivo sin causar problemas.

Standard	Definición
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Definen los límites de la tensión de red requeridos en las redes eléctricas públicas e industriales.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Regulan la interferencia de la red producida por los dispositivos conectados en productos de menor intensidad.
EN 50178	Controla los equipos electrónicos que se usan en las instalaciones de potencia.

Tabla 10.47 Normas de diseño EN para la calidad de la alimentación del sistema

Existen dos normas europeas que se aplican a los armónicos situados en el rango de frecuencias desde 0 Hz hasta 9 kHz:

EN 61000-2-2 (Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes de suministro público en baja tensión)
La norma EN 61000-2-2 indica los requisitos de los niveles de compatibilidad para PCC (punto de acoplamiento común) de los sistemas CA de tensión baja en redes públicas de suministro eléctrico. Solo se especifican límites para la tensión armónica y la distorsión armónica total de la tensión. La norma EN 61000-2-2 no define límites para las corrientes armónicas. En situaciones donde la distorsión armónica total THD(V)=8 %, los límites de PCC son idénticos a los límites especificados en la norma EN 61000-2-4 de clase 2.

EN 61000-2-4 (Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las instalaciones industriales)
La norma EN 61000-2-4 indica los requisitos de los niveles de compatibilidad en redes privadas e industriales. Asimismo, la norma define las siguientes tres clases de entornos electromagnéticos:

- La Clase 1 se refiere a los niveles de compatibilidad inferiores a la red pública de suministro eléctrico, que afectan a equipos sensibles a alteraciones (equipos de laboratorio, algunos equipos de automatización y ciertos dispositivos de protección).
- La Clase 2 se refiere a los niveles de compatibilidad iguales a la red pública de suministro eléctrico. Esta clase se aplica a los PCC de la red pública de suministro eléctrico y a los IPC (puntos internos de acoplamiento) de las redes de suministro industriales o de otras redes privadas. Cualquier equipo diseñado para funcionar en una red pública de suministro eléctrico está permitido en esta clase.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

- La Clase 3 se refiere a niveles de compatibilidad superiores a los de la red pública de suministro eléctrico. Esta clase solo se aplica a los IPC de entornos industriales. Utilice esta clase cuando se cuente con los siguientes equipos:
  - Convertidores grandes.
  - Máquinas de soldadura.
  - Grandes motores que arranquen con frecuencia.
  - Cargas que cambian rápidamente.

Normalmente, una clase no puede definirse por adelantado sin tener en cuenta el equipo y los procesos que se utilizarán en el entorno. Los convertidores de alta potencia VLT® cumplen los límites de la Clase 3 en condiciones normales del sistema de suministro (R_{SC}>10 o $_{Vk\ Línea}$<10 %).

Orden armónico (h)	Clase 1 (V_h %)	Clase 2 (V_h %)	Clase 3 (V_h %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17<h≤49	2,27 × (17/h) − 0,27	2,27 × (17/h) − 0,27	4,5 × (17/h) − 0,5

Tabla 10.48 Niveles de compatibilidad de los armónicos

	Clase 1	Clase 2	Clase 3
THDv	5%	8%	10%

Tabla 10.49 Niveles de compatibilidad de la distorsión de tensión armónica total, THDv

10

10.17.4 Conformidad en materia de armónicos

Los convertidores de Danfoss cumplen las siguientes normas:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

10.17.5 Mitigación de armónicos

En casos en los que es necesaria la supresión adicional de armónicos, Danfoss ofrece los siguientes equipos de mitigación:

- Convertidores de frecuencia de 12 pulsos VLT®
- Convertidores de frecuencia de bajos armónicos VLT®
- Filtros armónicos avanzados VLT®
- Filtros activos avanzados VLT®

La selección 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 (como IEEE 519, CEI o G5/4).
- Coste total de propiedad (coste inicial, eficiencia y mantenimiento).

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

10.17.6 Cálculo de armónicos

Utilice el software de cálculo gratuito MCT 31 de Danfoss para determinar el grado de contaminación de tensión de la red y las precauciones necesarias. El software *VLT® Harmonic Calculation* MCT 31 está disponible en *www.danfoss.com*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

11 Principios básicos de funcionamiento de un convertidor

Este capítulo ofrece una visión general de los principales conjuntos y circuitos de un convertidor de frecuencia Danfoss. En él se describen las funciones eléctricas internas y de procesamiento de señal. También se incluye una descripción de la estructura de control interna.

11.1 Descripción del funcionamiento

Un convertidor de frecuencia es un controlador electrónico que suministra una cantidad regulada de alimentación de CA a un motor de inducción trifásico. Al suministrar frecuencia y tensión variables al motor, el convertidor de frecuencia varía la velocidad del motor o mantiene una velocidad constante aunque cambie la carga en el motor. Asimismo, el convertidor puede detener y arrancar un motor sin la tensión mecánica asociada a los arranques directos.

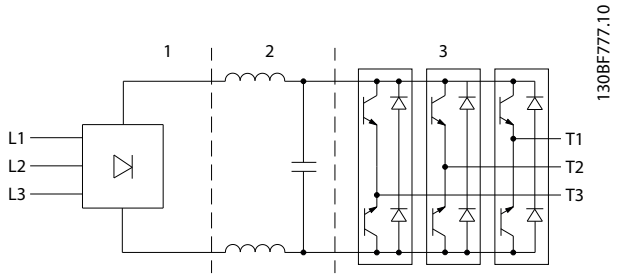
En su forma básica, el convertidor se puede dividir en las siguientes cuatro secciones principales:

Rectificador
El rectificador consiste en una serie de SCR o diodos que convierten la tensión de CA trifásica en tensión pulsatoria de CC.

Enlace de CC (bus de CC)
El enlace de CC consiste en una serie de inductores y bancos de condensadores que estabilizan la tensión pulsatoria de CC.

Inversor
El inversor utiliza los IGBT para convertir la tensión de CC en tensión variable y frecuencia variable de CA.

Control
El área de control consiste en un programa que hace funcionar el hardware para que produzca la tensión variable que controla y regula el motor de CA.



1	Rectificador (SCR/diodos)
2	Enlace de CC (bus de CC)
3	Inversor (IGBT)

Ilustración 11.1 Procesamiento interno

11.2 Controles de la unidad

Los siguientes procesos se utilizan para controlar y regular el motor:

- Referencia/entrada de usuario.
- Gestión de la realimentación.
- Estructura de control definida por el usuario.
  - Modo lazo abierto / lazo cerrado.
  - Control del motor (velocidad, par o proceso).
- Algoritmos de control (VVC+, control de flujo sin realimentación, flujo con realimentación del motor y control de corriente interna VVC+).

11.2.1 Referencias/entradas de usuario

El convertidor utiliza una fuente de entrada (también denominada referencia) para controlar y regular el motor. El convertidor recibe esta entrada de una de las siguientes maneras:

- Manualmente mediante el LCP. Este método se conoce como «local» (Hand On).
- A distancia, mediante las entradas digitales/analógicas y diferentes interfaces serie (RS485, USB o un fieldbus opcional). Este método se conoce como «remoto» (Auto On) y es el ajuste de entrada predeterminado.

Referencia activa
El término «referencia activa» hace referencia a la fuente de entrada activa. La referencia activa se configura en el *parámetro 3-13 Reference Site*. Consulte *Ilustración 11.2* y *Tabla 11.1*.

Para obtener más información, consulte la *Guía de programación*.

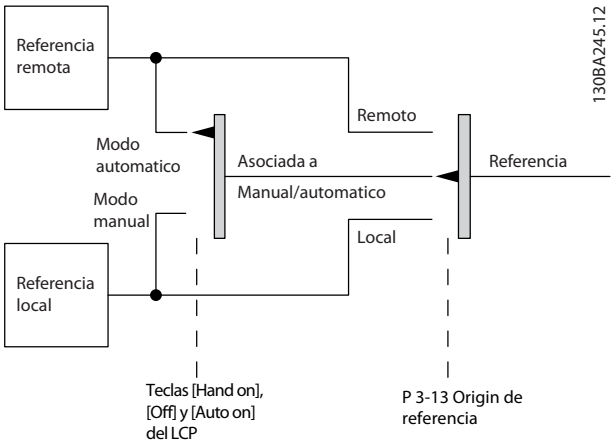


Ilustración 11.2 Selección de la referencia activa

Teclas LCP	*Parámetro 3-13 Reference Site*	Referencia activa
[Hand On]	Conex. a manual/auto	Local
[Hand On]⇒(Off)	Conex. a manual/auto	Local
[Auto On]	Conex. a manual/auto	Remoto
[Auto On]⇒(Off)	Conex. a manual/auto	Remoto
Todas las teclas	Local	Local
Todas las teclas	Remoto	Remoto

Tabla 11.1 Configuraciones de referencia remota y referencia local

11.2.2 Manejo de referencias a distancia

El manejo de referencias a distancia se aplica tanto al funcionamiento en lazo abierto como en lazo cerrado. Consulte *Ilustración 11.3*.

Es posible programar hasta 8 referencias internas distintas en el convertidor de frecuencia. La referencia interna activa puede seleccionarse de forma externa utilizando entradas de control digitales o mediante el bus de comunicación serie.

También pueden suministrarse referencias externas al convertidor, generalmente a través de una entrada de control analógico. Todas las fuentes de referencias y la referencia de bus se suman para producir la referencia externa total.

La referencia activa puede seleccionarse entre las siguientes:

- Referencia externa
- Referencia interna
- Valor de consigna
- Suma de la referencia externa, la referencia interna y el valor de consigna

La referencia activa puede escalarse. La referencia escalada se calcula de la siguiente forma:

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

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

Si Y, *parámetro 3-14 Preset Relative Reference*, se ajusta a 0 %, el escalado no afectará a la referencia.

11

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

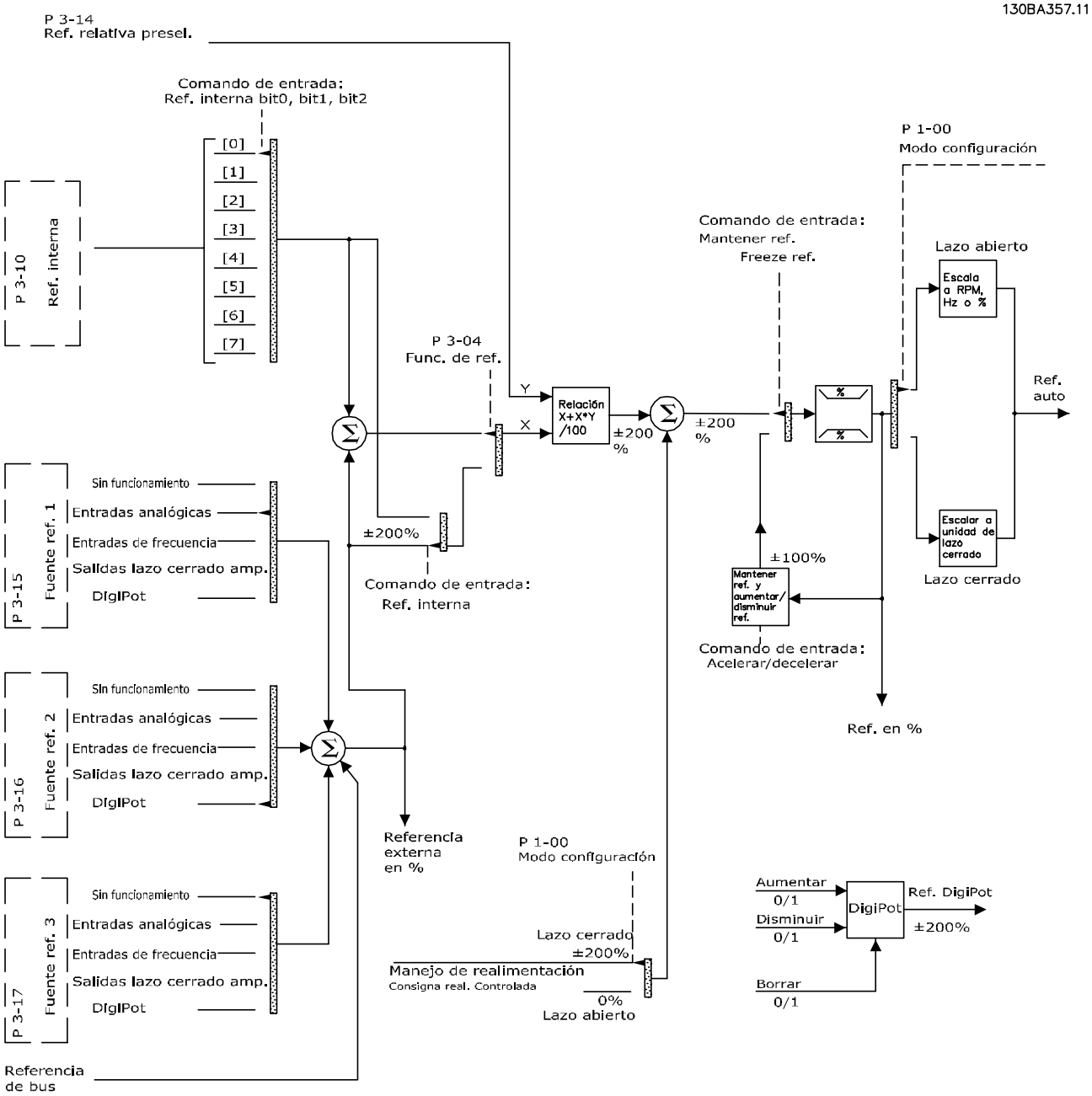


Ilustración 11.3 Manejo de referencias a distancia

11

11.2.3 Manejo de la realimentación

La gestión de la realimentación puede configurarse para trabajar con aplicaciones que requieran un control avanzado, tales como múltiples consignas y múltiples tipos de realimentaciones. Consulte *Ilustración 11.4*. Son habituales tres tipos de control:

Zona única (valor de consigna único)
Este tipo de control es una configuración de realimentación básica. El valor de consigna 1 se añade a cualquier otra referencia (si la hubiese) y se selecciona la señal de realimentación.

Multizona (valor de consigna único)
Este tipo de control utiliza dos o tres sensores de realimentación pero solo un valor de consigna. La realimentación puede sumarse, restarse o puede hallarse su promedio. Adicionalmente, puede usarse el valor máximo o el mínimo. El valor de consigna 1 se utiliza exclusivamente en esta configuración.

Multizona (realimentación / valor de consigna)
El par valor de consigna / realimentación que tenga la mayor diferencia controla la velocidad del convertidor de frecuencia. El valor máximo intenta mantener todas las zonas en sus respectivos valores de consigna o por debajo, mientras que el valor mínimo intenta mantener todas las zonas en sus respectivos valores de consigna o por encima de estos.

Ejemplo
Una aplicación de dos zonas y dos valores de consigna. El valor de consigna de la zona 1 es 15 bar y su realimentación es de 5,5 bar. El valor de consigna de la zona 2 es 4,4 bar y la realimentación es de 4,6 bar. Si se selecciona el máximo, el valor de consigna y la realimentación de la zona 2 se envían al controlador PID, puesto que este tiene la diferencia más pequeña (la realimentación es más alta que el valor de consigna, de manera que se obtiene una diferencia negativa). Si se selecciona el mínimo, el valor de consigna y la realimentación de la zona 1 se envían al controlador PID, puesto que este tiene la mayor diferencia (la realimentación es más baja que el valor de consigna, de manera que se obtiene una diferencia positiva).

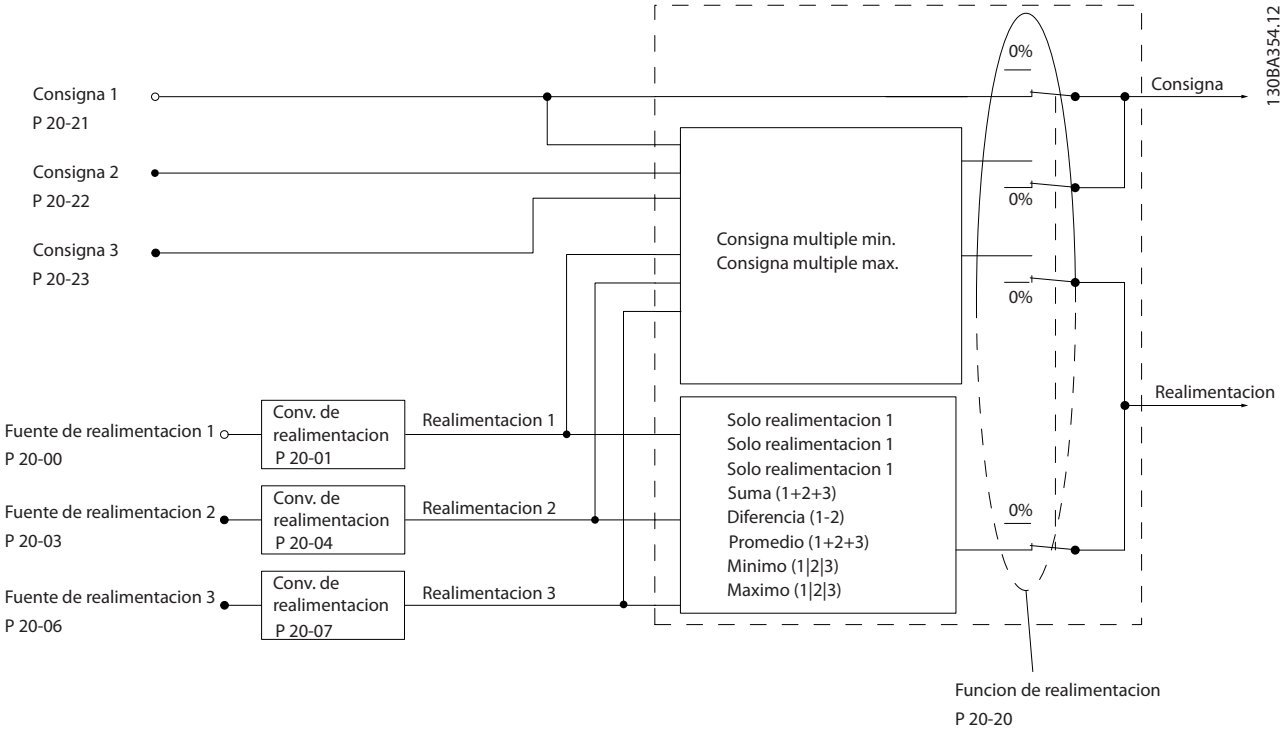


Ilustración 11.4 Diagrama de bloques de procesamiento de señal de realimentación

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Conversión de realimentación

En algunas aplicaciones, resulta útil convertir la señal de realimentación. Un ejemplo de ello es el uso de una señal de presión para proporcionar realimentación de caudal. Puesto que la raíz cuadrada de la presión es proporcional al caudal, la raíz cuadrada de la señal de presión suministra un valor proporcional al caudal. Consulte la *Ilustración 11.5*.

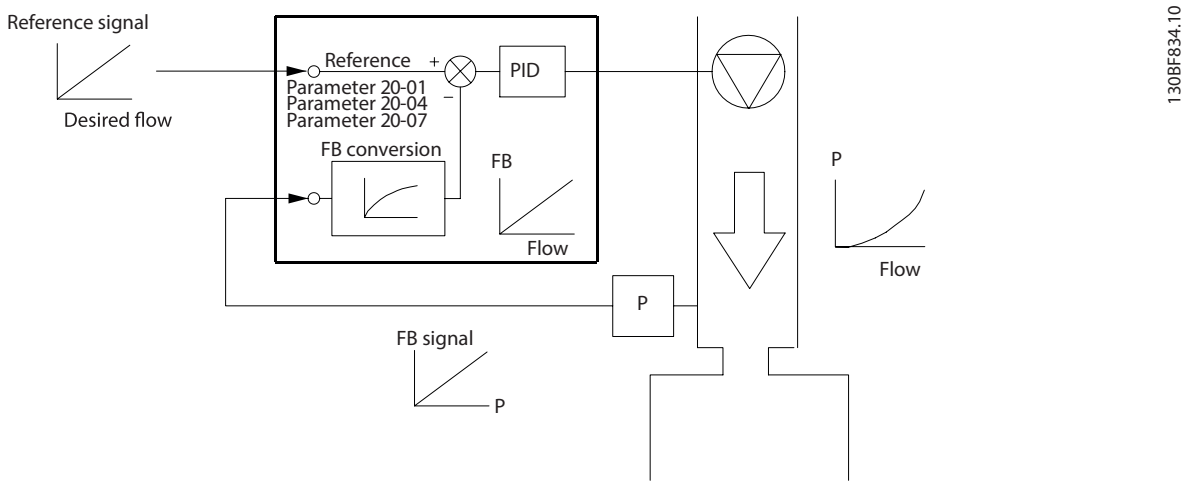


Ilustración 11.5 Conversión de realimentación

11.2.4 Aspectos generales de la estructura de control

La estructura de control es un proceso de software que controla el motor conforme a las referencias definidas por el usuario (por ejemplo, RPM) y en función de que se use realimentación o no (lazo cerrado / lazo abierto). El operador define el control en el *parámetro 1-00 Configuration Mode*.

11

Las estructuras de control son así:

Estructura de control de lazo abierto

- Velocidad (r/min)
- Par (Nm)

Estructura de control de lazo cerrado

- Velocidad (r/min)
- Par (Nm)
- Proceso (unidades definidas por el usuario; por ejemplo: pies, lpm, psi, %, bar)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

11.2.5 Estructura de control de lazo abierto

En el modo de lazo abierto, el convertidor utiliza una o más referencias (locales o remotas) para controlar la velocidad o el par del motor. Hay dos tipos de control de lazo abierto:

- Control de velocidad. Sin realimentación desde el motor.
- Control de par. Utilizado en modo VVC+. La función se utiliza en aplicaciones mecánicamente robustas, pero su precisión es limitada. La función de par de lazo abierto funciona solo en una dirección de velocidad. El par se calcula en función de la medida de corriente del convertidor de frecuencia. Consulte *capétulo 12 Ejemplos de aplicaciones*.

En la configuración que se muestra en la *Ilustración 11.6*, el convertidor de frecuencia funciona en modo de lazo abierto. Recibe datos de entrada desde el LCP (modo manual) o mediante una señal remota (modo automático).

La señal (referencia de velocidad) se recibe y condiciona conforme a lo siguiente:

- Límites de velocidad del motor máximo y mínimo programados (en RPM y Hz).
- Tiempos de deceleración y aceleración.
- Sentido de giro del motor.

A continuación, se transmite la referencia para controlar el motor.

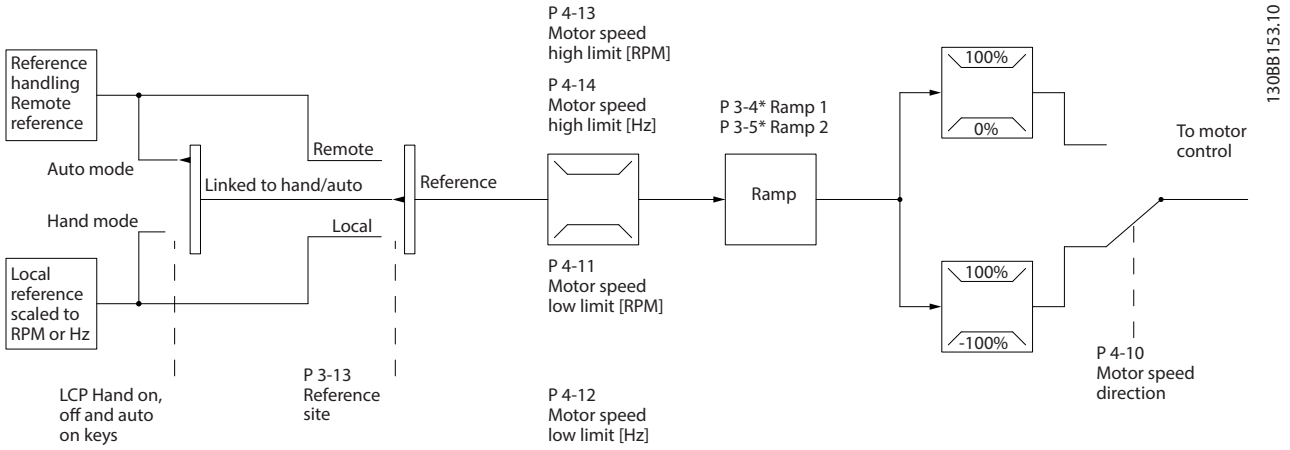


Ilustración 11.6 Diagrama de bloques de una estructura de control de lazo abierto

11.2.6 Estructura de control de lazo cerrado

En el modo de lazo cerrado, el convertidor utiliza una o más referencias (locales o remotas) y sensores de realimentación para controlar el motor. El convertidor de frecuencia recibe una señal de realimentación desde un sensor en el sistema. A continuación, compara esta señal con un valor de referencia y determina si existe alguna discrepancia entre ambas señales. Finalmente, el convertidor ajusta la velocidad del motor para corregir la discrepancia.

Por ejemplo, consideremos una aplicación de bombas en la que la velocidad de la bomba se controla para que la presión estática en una tubería sea constante (consulte la *Ilustración 11.7*). El convertidor de frecuencia recibe una señal de realimentación desde un sensor en el sistema. A continuación, compara esta señal con un valor de referencia y determina la discrepancia entre ambas señales, si la hubiese. Finalmente, ajusta la velocidad del motor para compensar dicha discrepancia.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

El valor de consigna de presión estática es la señal de referencia al convertidor de frecuencia. Un sensor de presión estática mide la presión estática real en la tubería y suministra esta información al convertidor de frecuencia en forma de señal de realimentación. Si la señal de realimentación es mayor que el valor de consigna, el convertidor de frecuencia disminuye la velocidad para reducir la presión. De forma similar, si la presión en la tubería es inferior al valor de consigna, el convertidor de frecuencia acelera para aumentar la presión suministrada por la bomba.

Hay tres tipos de control de lazo cerrado:

- Control de velocidad. Este tipo de control requiere una realimentación PID de velocidad hacia una entrada. Un control de lazo cerrado de velocidad, debidamente optimizado, tiene una precisión mayor que un control de lazo abierto. El control de velocidad solo se utiliza en el VLT® AutomationDrive FC 302.
- Control de par. Utilizado en modo de flujo con realimentación de encoder, este control ofrece un rendimiento superior en los cuatro cuadrantes y a todas las velocidades del motor. El control de par solo se utiliza en el VLT® AutomationDrive FC 302.
  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 ajuste de par se realiza mediante la configuración de una referencia analógica, digital o controlada mediante bus. Al efectuar el control de par, se recomienda llevar a cabo un procedimiento AMA completo, ya que los datos correctos del motor son esenciales para obtener un rendimiento óptimo.
- Control de proceso. Se utiliza para controlar parámetros de aplicación medidos con diferentes sensores (presión, temperatura y flujo) y que se ven afectados por el motor conectado a través de una bomba o ventilador.

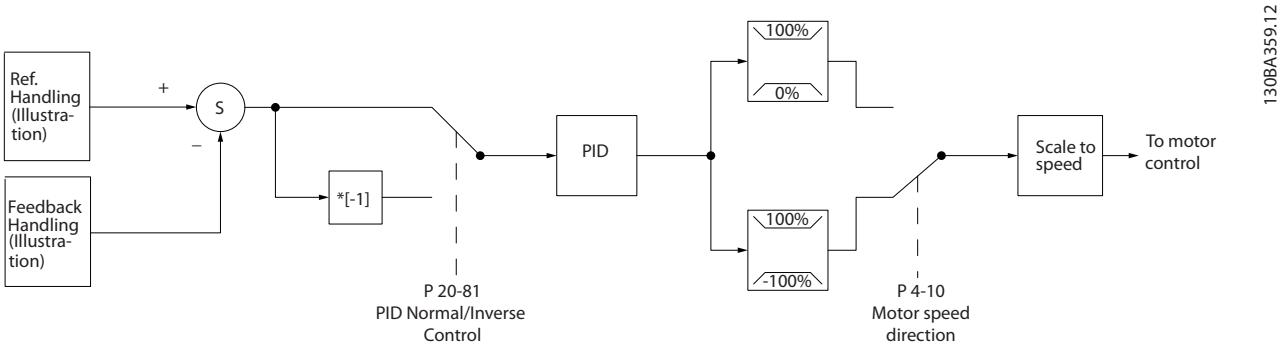


Ilustración 11.7 Diagrama de bloques del controlador de lazo cerrado

Funciones programables

Aunque los valores predeterminados del convertidor de frecuencia de lazo cerrado normalmente proporcionan un rendimiento satisfactorio, a menudo puede optimizarse el control del sistema ajustando los parámetros de PID. Para dicha optimización, se facilita el *Auto tune*.

- Regulación inversa: la velocidad del motor se incrementa cuando existe una señal de realimentación alta.
- Frecuencia de arranque: permite que el sistema alcance rápidamente el estado de funcionamiento antes de que el controlador PID tome el control.
- Filtro de paso bajo integrado: reduce el ruido de la señal de realimentación.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

11.2.7 Procesamiento de control

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.

11.2.7.1 Estructura de control en el VVC+

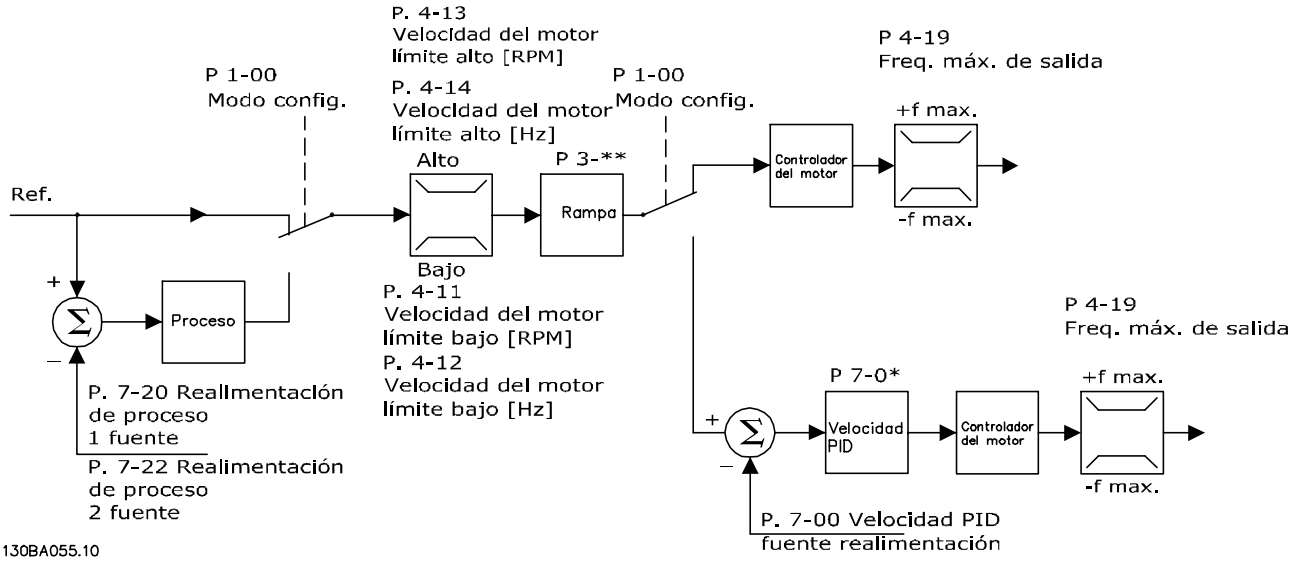


Ilustración 11.8 Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y cerrado VVC+

En la *Ilustración 11.8*, se recibe la referencia resultante del sistema de manejo de referencias y se transfiere a la limitación de rampa y de velocidad antes de enviarse al control del motor. La salida del control del motor se limita entonces según el límite de frecuencia máxima.

El *Parámetro 1-01 Motor Control Principle* se ajusta a *[1] VVC+* y el *parámetro 1-00 Configuration Mode* se ajusta a *[0] Speed open loop*. Si *parámetro 1-00 Configuration Mode* se ajusta a *[1] Speed closed loop*, 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* Speed PID Ctrl*. La referencia resultante del control de PID de velocidad se envía al control de motor limitado por el límite de frecuencia.

Seleccione *[3] Process* en el *parámetro 1-00 Configuration Mode* 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* Process Ctrl. Feedb* y *7-3* Process PID Ctrl*.

11.2.7.2 Control de corriente interna en modo VVC+

Cuando el par del motor supera los límites de par ajustados en el *parámetro 4-16 Torque Limit Motor Mode*, el *parámetro 4-17 Torque Limit Generator Mode* y el *parámetro 4-18 Current Limit*, se activa el control del límite de corriente integral.
Cuando el convertidor de frecuencia está al límite de intensidad durante el funcionamiento del motor o el funcionamiento regenerativo, intentará situarse lo más rápidamente posible por debajo de los límites de par predeterminados sin perder el control del motor.

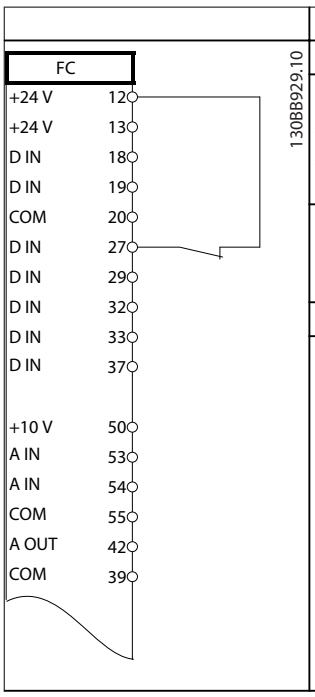
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

12 Ejemplos de aplicaciones

Los ejemplos de esta sección pretenden ser una referencia rápida para aplicaciones comunes.

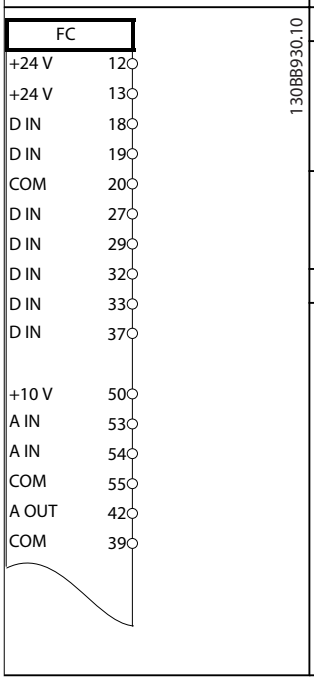
- Los ajustes de parámetros son los valores regionales predeterminados, salvo que se indique lo contrario (seleccionado en *parámetro 0-03 Regional Settings*).
- Los parámetros asociados con los terminales y sus ajustes se muestran al lado de los dibujos.
- Los ajustes de conmutador para los terminales analógicos A53 o A54 se mostrarán cuando se necesiten.
- Con la función de STO, puede ser necesario un puente entre el terminal 12 y el 37 al usar los valores de programación ajustados en fábrica.

12.1 Configuraciones de cableado para adaptación automática del motor (AMA)



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] Act. AMA completo*
Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[2]* Inercia*
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios: ajuste el *grupo de parámetros 1-2* Datos de motor* conforme a la placa de características del motor.	

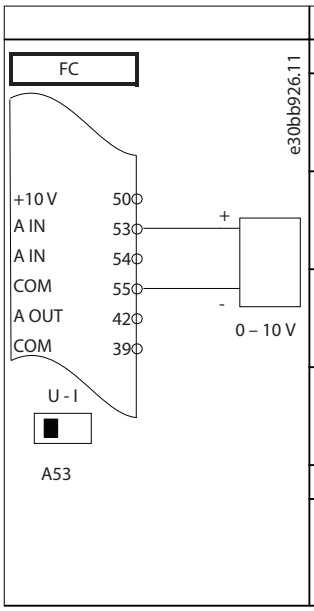
Tabla 12.1 Configuración de cableado para AMA con T27 conectado



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] Act. AMA completo*
Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Sin función*
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios: ajuste el *grupo de parámetros 1-2* Datos de motor* conforme a la placa de características del motor.	

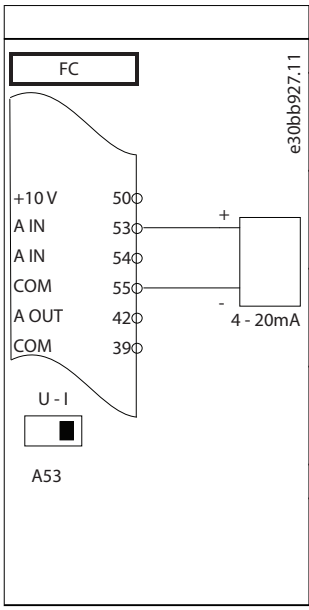
Tabla 12.2 Configuración de cableado para AMA sin T27 conectado

12.2 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
Parámetro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
Parámetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 r/min
Parámetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 r/min
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios:	

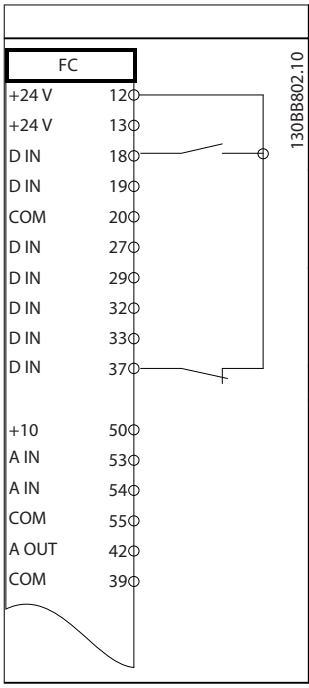
Tabla 12.3 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad (tensión)



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 6-12 Terminal 53 Low Current	4 mA*
Parámetro 6-13 Terminal 53 High Current	20 mA*
Parámetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 r/min
Parámetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 r/min
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios:	

Tabla 12.4 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad (Corriente)

12.3 Configuraciones de cableado de arranque/parada



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Arranque**
Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Sin función*
Parámetro 5-19 Terminal 37 Safe Stop	*[1] Safe Torque Off Alarm*
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios: si el *parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input* se ajusta a *[0] Sin función*, no se necesita un puente al terminal 27.	

Tabla 12.5 Configuraciones de cableado de la orden de arranque/parada con Safe Torque Off

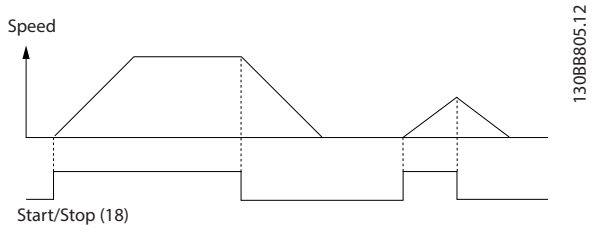
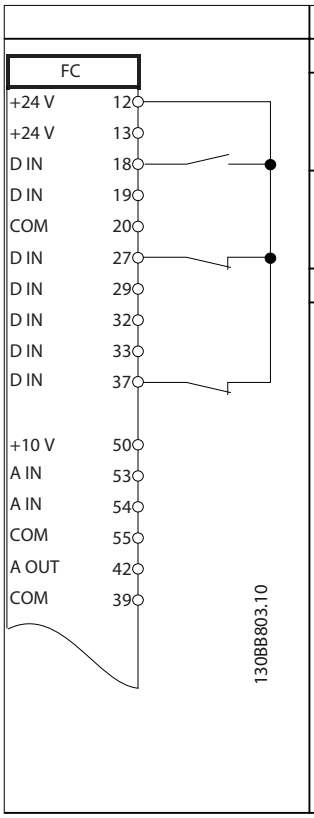


Ilustración 12.1 Arranque/parada con Safe Torque Off



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[9] Arranque por pulsos*
Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[6] Parada*
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios: si el *parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input* se ajusta a *[0] Sin función*, no se necesita un puente al terminal 27.	

Tabla 12.6 Configuración de cableado del arranque/parada por pulsos

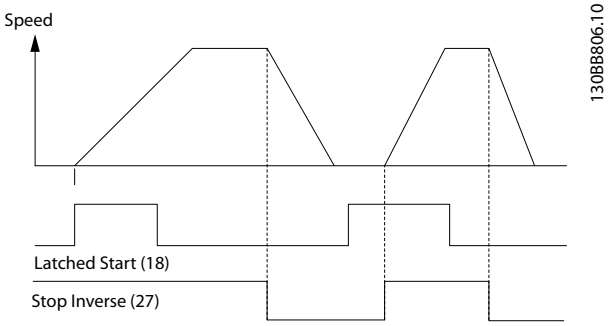
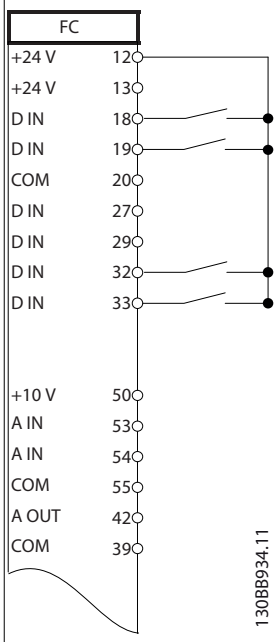


Ilustración 12.2 Arranque por pulsos / parada

12

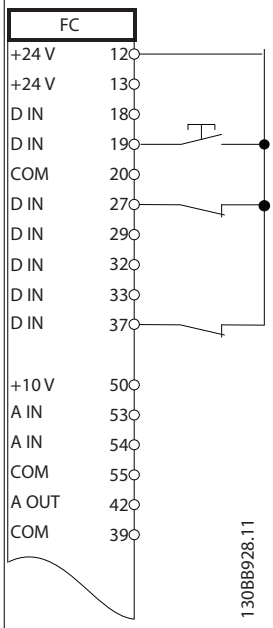
 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Arranque*
	Parámetro 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[10] Cambio de sentido**
	Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Sin función*
	Parámetro 5-14 Terminal 32 Digital Input	*[16] Ref.interna LSB*
	Parámetro 5-15 Terminal 33 Digital Input	*[17] Ref.interna MSB*
	Parámetro 3-10 Preset Reference	
	Ref. interna 0	25%
	Ref. interna 1	50%
	Ref. interna 2	75%
	Ref. interna 3	100%
	*=Valor por defecto	
	Notas / comentarios:	

Tabla 12.7 Configuración de cableado para arranque/parada con cambio de sentido y cuatro velocidades predeterminadas

12.4 Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa



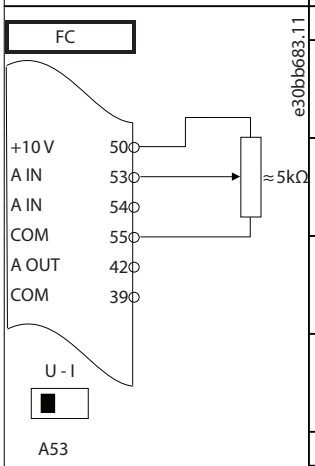
	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[1] Reinicio*
	*=Valor por defecto	
	Notas/comentarios:	

Tabla 12.8 Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa

12

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

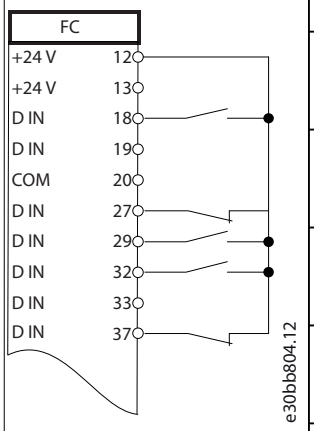
12.5 Configuración de cableado para velocidad de referencia mediante un potenciómetro manual



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
Parámetro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
Parámetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 r/min
Parámetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 r/min
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios:	

Tabla 12.9 Configuración de cableado para velocidad de referencia (Usando un potenciómetro manual)

12.6 Configuración de cableado para aceleración/desaceleración



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Arranque**
Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[19] Mantener referencia*
Parámetro 5-13 Terminal 29 Digital Input	*[21] Aceleración*
Parámetro 5-14 Terminal 32 Digital Input	*[22] Decele-ración*
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios:	

Tabla 12.10 Configuración de cableado para aceleración/desaceleración

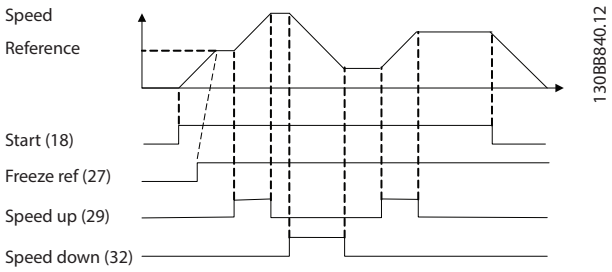
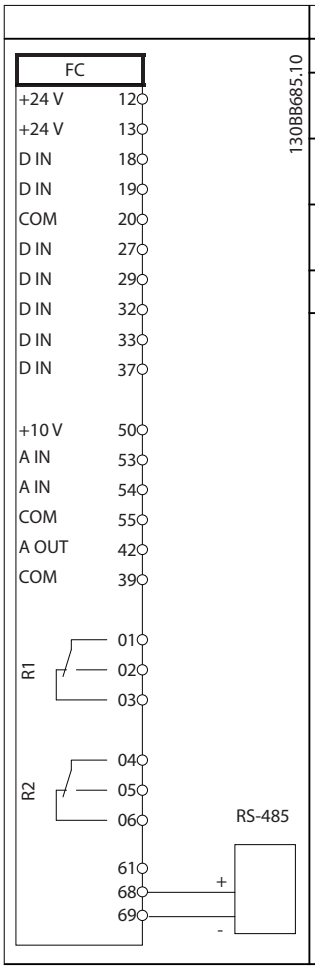


Ilustración 12.3 Aceleración/desaceleración

12

Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

12.7 Configuración de cableado para la conexión de red RS485



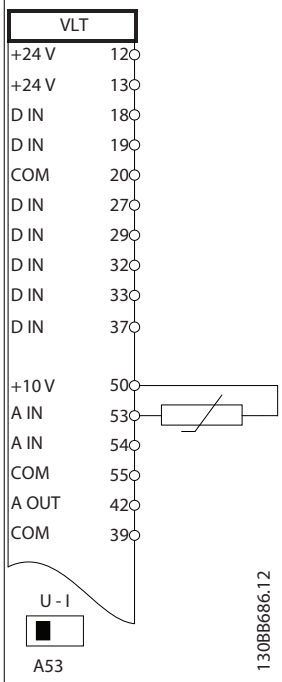
Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 8-30 Protocol	FC*
Parámetro 8-31 Address	1*
Parámetro 8-32 Baud Rate	9600*
*=Valor por defecto	
Notas/comentarios: seleccione el protocolo, la dirección y la velocidad en baudios en los parámetros.	

Tabla 12.11 Configuración de cableado para la conexión de red RS485

12.8 Configuración de cableado de un termistor del motor

AVISO!

Los termistores deben utilizar aislamiento reforzado o doble para cumplir los requisitos de aislamiento PELV.



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 1-90 Motor Thermal Protection	*[2] Descon. termistor*
Parámetro 1-93 Thermistor Source	*[1] Entrada analógica 53*
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios: si solo se necesita una advertencia, ajuste el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* en *[1] Advert. termistor*.	

Tabla 12.12 Configuración de cableado de un termistor del motor

12

12.9 Configuración de cableado para controlador de cascada

La *Ilustración 12.4* muestra un ejemplo del controlador de cascada integrado básico con una bomba de velocidad variable (principal) y dos bombas de velocidad fija, un transmisor de 4-20 mA y un enclavamiento de seguridad del sistema.

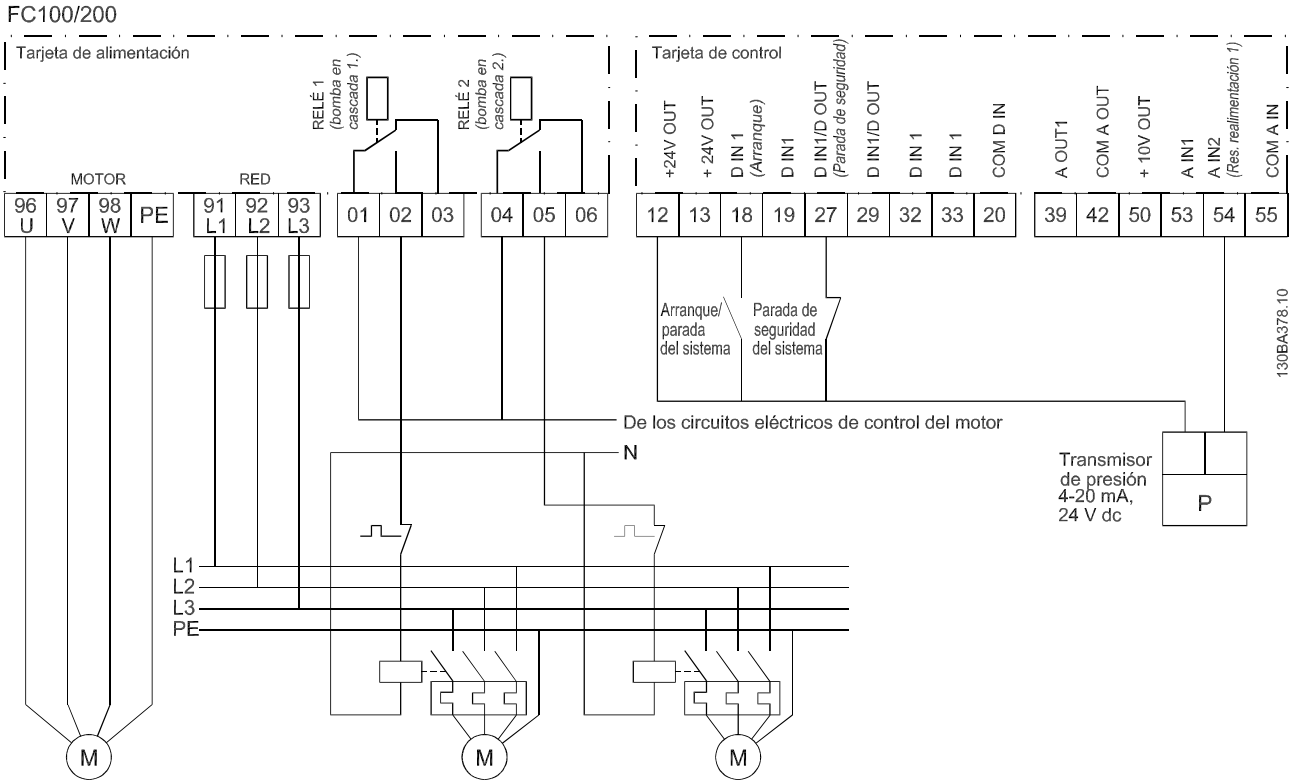
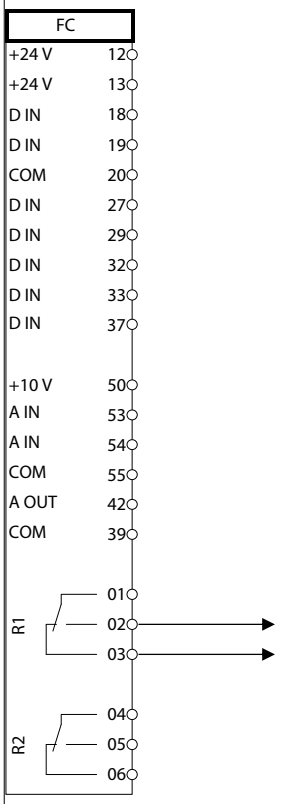


Ilustración 12.4 Diagrama de cableado del controlador de cascada

12

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

12.10 Configuración de cableado para un ajuste de relé con Smart Logic Control



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 4-30 Motor Feedback Loss Function	*[1] Warning*
Parámetro 4-31 Motor Feedback Speed Error	100 r/min
Parámetro 4-32 Motor Feedback Loss Timeout	5 s
Parámetro 7-00 Speed PID Feedback Source	*[2] MCB 102*
Parámetro 17-11 Resolution (PPR)	1024*
Parámetro 13-00 SL Controller Mode	*[1] Activado*
Parámetro 13-01 Start Event	*[19] Advertencia*
Parámetro 13-02 Stop Event	*[44] Botón Reset*
Parámetro 13-10 Comparator Operand	*[21] Número de adv.*
Parámetro 13-11 Comparator Operator	*[1] ≈ (igual)**
Parámetro 13-12 Comparator Value	90
Parámetro 13-51 SL Controller Event	*[22] Comparador 0*
Parámetro 13-52 SL Controller Action	*[32] Aj. sal.dig. A baja*
Parámetro 5-40 Function Relay	*[80] Salida digital SL A*
*=Valor por defecto	

	Parámetros
Notas / comentarios: si se supera el límite del monitor de realimentación, se emite la *advertencia 90, Control encoder*. El SLC supervisa la *advertencia 90, Control encoder* y si esta se evalúa como verdadera, se activa el relé 1. Los equipos externos pueden necesitar 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. Reinicie el relé 1 pulsando [Reset] en el LCP.	

Tabla 12.13 Configuración de cableado para un ajuste de relé con Smart Logic Control

12.11 Configuración de cableado para una bomba de velocidad fija variable

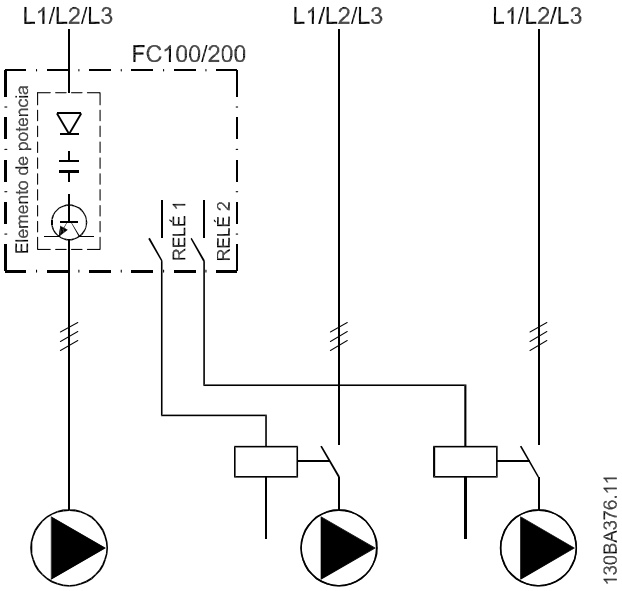


Ilustración 12.5 Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable

12.12 Configuración de cableado para alternancia de bomba principal

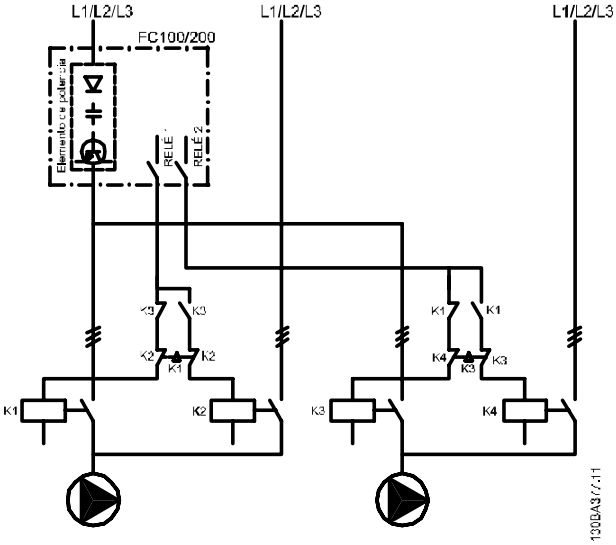


Ilustración 12.6 Diagrama de cableado de alternancia de bomba principal

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

- El relé 1 (R1) y el relé 2 (R2) son los relés integrados en el convertidor.
- Cuando todos los relés están sin alimentación, el primer relé integrado que recibe alimentación conecta el contactor correspondiente a la bomba controlada por el relé. Por ejemplo, el relé 1 conecta el contactor K1, que se convierte en la bomba principal.
- El K1 bloquea el K2 mediante el sistema de enclavamiento mecánico, evitando que se conecte la alimentación a la salida del convertidor de frecuencia (a través del K1).
- Un interruptor de corte auxiliar en el K1 evita que el K3 se conecte.
- El relé 2 controla el contactor K4 para controlar el encendido/apagado de la bomba de velocidad fija.
- En la alternancia, ambos relés dejan de recibir alimentación y, a continuación, el relé 2 recibe alimentación como primer relé.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

13 Cómo encargar un convertidor de frecuencia

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

130BC530.10

Tabla 13.1 Código descriptivo

Grupo de productos	1–6	
Modelo	7–10	
Tensión de red	11–12	
Protección	13–15	
Configuración de hardware	16–23	
Filtro RFI / convertidor de frecuencia de bajos armónicos / Doce pulsos	16–17	
Freno	18	
Pantalla (LCP)	19	
Barnizado PCB	20	
Opción de alimentación	21	
Adaptación A	22	
Adaptación B	23	
Versión de software	24–27	
Idioma del software	28	
Opciones A	29–30	
Opciones B	31–32	
Opciones C0, MCO	33–34	
Opciones C1	35	
Software de opción C	36–37	
Opciones D	38–39	

Tabla 13.2 Ejemplo de código descriptivo para pedir un convertidor

Configure el convertidor correcto para la aplicación adecuada con ayuda del configurador de convertidores de frecuencia disponible en internet. El configurador de convertidores de frecuencia puede encontrarse en el sitio de internet: *www.danfoss.com/Spain*. El configurador crea un código descriptivo y un número de ventas de ocho dígitos para su envío a la oficina local de ventas. También puede establecerse una lista de proyectos con varios productos y enviársela a un representante de ventas de Danfoss.

Un ejemplo de código descriptivo sería:

FC-102P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

El significado de los caracteres de la cadena puede encontrarse en este capítulo. En el ejemplo anterior, un convertidor F3 está configurado con las siguientes opciones:

- Filtro RFI
- Safe Torque Off con relé Pilz
- PCB barnizada
- PROFIBUS DP-V1

Los convertidores 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
Inglés, alemán, francés, danés, holandés, español, sueco, italiano y finés.

Paquete de idioma 2
Inglés, alemán, chino, coreano, japonés, tailandés, chino tradicional e indonesio.

Paquete de idioma 3
Inglés, alemán, esloveno, búlgaro, serbio, rumano, húngaro, checo y ruso.

Paquete de idioma 4
Inglés, alemán, español, inglés americano, griego, portugués brasileño, turco y polaco.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

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

13.1.1 Código descriptivo de pedido de los alojamientos E1-E2

Descripción	Pos.	Opción posible
Grupo de productos	1–6	FC-102
Modelo	8–10	P355-P630
Tensión de red	11–12	T4: 380-480 V CA T7: 525-690 V CA
Protección	13–15	E00: IP00 (chasis, para instalación en un alojamiento externo) C00: IP00 / chasis con canal trasero de acero inoxidable E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) con protección de red E5M: IP54 (NEMA 12) con protección de red
Filtro RFI	16–17	H2: filtro RFI clase A2 (estándar) H4: filtro RFI clase A1[1)] B2: convertidor de frecuencia de doce pulsos con filtro RFI, clase A2 B4: convertidor de frecuencia de doce pulsos con filtro RFI clase A1 N2: LHD con filtro RFI, clase A2 N4: LHD con filtro RFI, clase A1
Freno	18	B: IGBT del freno montado X: Sin IGBT del freno R: Terminales regenerativos S: freno + regeneración
Display	19	G: panel de control local gráfico LCP N: panel de control local numérico (LCP) X: sin panel de control local
Barnizado PCB	20	C: PCB barnizada
Opción de alimentación	21	X: sin opción de alimentación 3: desconexión de red y fusible 5: desconexión de red, fusible y carga compartida 7: Fusible A: fusible y carga compartida D: carga compartida
Adaptación	22	X: Entradas de cables estándar
Adaptación	23	X: sin adaptación
Versión de software	24–27	Software actual
Idioma del software	28	X: paquete de idioma estándar

Tabla 13.3 Código descriptivo de pedido de los alojamientos E1-E2[2)]

1) Disponible únicamente para equipos de 380-480 V.

2) Consulte a la fábrica para aplicaciones que requieran certificación marítima.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

13.1.2 Código descriptivo de pedido de los alojamientos F1-F4 y F8-F13

Descripción	Pos.	Opción posible
Grupo de productos	1–6	FC-102
Modelo	8–10	P315–P1400 kW
Tensión de red	11–12	T4: 380-480 V CA T7: 525-690 V CA
Protección	13–15	C21: IP21/NEMA Tipo 1 con canal posterior de acero inoxidable C54: IP54 / Tipo 12 con canal posterior de acero inoxidable E21: IP 21 / NEMA tipo 1 E54: IP 54 / NEMA, tipo 12 L2X: IP21 / NEMA 1 con iluminación de armario y toma de alimentación CEI 230 V L5X: IP54 / NEMA 12 con iluminación de armario y toma de alimentación CEI 230 V L2A: IP21 / NEMA 1 con iluminación de armario y toma de alimentación NAM 115 V L5A: IP54 / NEMA 12 con iluminación de armario y toma de alimentación NAM 115 V H21: IP21 con resistencia calefactora y termostato H54: IP54 con resistencia calefactora y termostato R2X: IP21 / NEMA 1 con resistencia calefactora, termostato, iluminación y toma CEI 230 V R5X: IP54 / NEMA 12 con resistencia calefactora, termostato, iluminación y toma CEI 230 V R2A: IP21 / NEMA 1 con resistencia calefactora, termostato, iluminación y toma NAM 115 V R5A: IP 54 / NEMA 12 con resistencia calefactora, termostato, iluminación y toma NAM 115 V
Filtro RFI	16–17	H2: filtro RFI clase A2 (estándar) H4: Filtro RFI, clase A1 HE: RCD con filtro RFI de clase A2 HF: RCD con filtro RFI clase A1 HG: IRM con filtro RFI de clase A2 HH: IRM con filtro RFI clase A1 HJ: Terminales NAMUR y filtro RFI clase A2 HK: Terminales NAMUR con filtro RFI clase A1 HL: RCD con terminales NAMUR y filtro RFI clase A2 HM: RCD con terminales NAMUR y filtro RFI clase A1 HN: IRM con terminales NAMUR y filtro RFI de clase A2 HP: IRM con terminales NAMUR y filtro RFI de clase A1 N2: convertidor de frecuencia de bajos armónicos con filtro RFI de clase A2 N4: convertidor de frecuencia de bajos armónicos con filtro RFI de clase A1 B2: convertidor de frecuencia de doce pulsos con filtro RFI, clase A2 B4: convertidor de frecuencia de doce pulsos con filtro RFI clase A1 BE: doce pulsos + RCD para red TN/TT + RFI de clase A2 BF: doce pulsos + RCD para red TN/TT + RFI de clase A1 BG: doce pulsos + IRM para red IT + RFI de clase A2 BH: doce pulsos + IRM para red IT + RFI de clase A1 BM: doce pulsos + RCD para red TN/TT + terminales NAMUR + clase A1 RFI[1)]
Freno	18	B: IGBT del freno montado X: Sin IGBT del freno C: Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz D: Safe Torque Off con relé de seguridad Pilz e IGBT del freno R: Terminales regenerativos M: botón de parada de emergencia CEI (con relé de seguridad Pilz) N: botón de parada de emergencia CEI con IGBT del freno y terminales de freno P: botón de parada de emergencia CEI con terminales de regeneración
Display	19	G: Panel de control local gráfico LCP
Barnizado PCB	20	C: PCB barnizada

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Descripción	Pos.	Opción posible
Opción de alimentación	21	X: sin opción de alimentación 3: desconexión de red y fusible 5: desconexión de red, fusible y carga compartida 7: Fusible A: fusible y carga compartida D: Carga compartida E: desconexión de red, contactor y fusibles F: magnetotérmico de red, contactor y fusibles G: desconexión de red, contactor, terminales de carga compartida y fusibles H: magnetotérmico de red, contactor, terminales de carga compartida y fusibles J: Magnetotérmico de red y fusibles K: magnetotérmico de red, terminales de carga compartida y fusibles
Terminales de potencia y arrancadores del motor	22	X: sin opción E: terminales de alimentación protegidos con fusible de 30 A F: terminales de alimentación protegidos con fusible de 30 A y arrancador manual del motor de 2,5-4 A G: terminales de alimentación protegidos con fusible de 30 A y arrancador manual del motor de 4-6,3 A H: terminales de alimentación protegidos con fusible de 30 A y arrancador manual del motor de 6,3-10 A J: terminales de alimentación protegidos con fusible de 30 A y arrancador manual del motor de 10-16 A K: dos arrancadores manuales del motor de 2,5 a 4 A L: dos arrancadores manuales del motor de 4 a 6,3 A M: dos arrancadores manuales del motor de 6,3 a 10 A N: dos arrancadores manuales del motor de 10 a 16 A
Fuente de alimentación auxiliar de 24 V y supervisión de la temperatura externa	23	X: sin opción H: fuente de alimentación de 24 V, 5 A (uso del cliente) J: Supervisión de temperatura externa G: fuente de alimentación de 24 V, 5 A (uso del cliente) y supervisión de la temperatura externa
Versión de software	24–27	Software actual
Idioma del software	28	X: paquete de idioma estándar

Tabla 13.4 Código descriptivo de pedido de los alojamientos F1-F4 y F8-F13[2)]

1) Se requiere tarjeta del termistor PTC VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 y tarjeta de relé ampliada VLT® Extended Relay Card MCB 113.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

13.1.3 Opciones de pedido para todos los alojamientos de convertidores VLT® HVAC Drive FC 102

Descripción	Pos.	Opción posible
Opciones A	29–30	AX: sin opción A A0: VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 AG: VLT® LonWorks MCA 108 AJ: VLT® BACnet MCA 109 AK: VLT® BACnet/IP MCA 125 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® POWERLINK MCA 122
Opciones B	31–32	BX: sin opción B0: VLT® Analog I/O Option MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input Option MCB 114 BK: VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105
Opciones C0/ E0	33–34	CX: sin opción
Opciones C1 / A/B en adaptador de opción C	35	X: sin opción R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software de opción C / opciones E1	36–37	XX: controlador estándar
Opciones D	38–39	DX: sin opción D0: suministro externo de 24 V CC VLT® MCB 107

Tabla 13.5 Código descriptivo de pedido para las opciones de FC 102

13.2 Números de pedido de los kits de opción

13.2.1 Números de pedido para la opción D: fuente de alimentación de seguridad de 24 V

Descripción	Número de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

Tabla 13.6 Números de pedido para la opción D

13.2.2 Números de pedido de las opciones de software

Descripción	Número de pedido
VLT® Software de configuración MCT 10: 1 usuario.	130B1000
VLT® Software de configuración MCT 10: 5 usuarios.	130B1001
VLT® Software de configuración MCT 10: 10 usuarios.	130B1002
VLT® Software de configuración MCT 10: 25 usuarios.	130B1003
VLT® Software de configuración MCT 10: 50 usuarios.	130B1004
VLT® Software de configuración MCT 10: 100 usuarios.	130B1005
VLT® Software de configuración MCT 10: usuarios ilimitados.	130B1006

Tabla 13.7 Números de pedido de las opciones de software

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

13.2.3 Números de pedido de los kits

Tipo	Descripción	Número de pedido
Hardware diverso		
USB en la puerta, E1 y F1-F13	Kit de cable prolongador de USB que permite acceder a los controles de la unidad a través del ordenador portátil sin necesidad de abrir el convertidor de frecuencia.	E1-E2: 130B1156 F1-F13: 176F1784
Entrada superior para los cables de motor, F1/F3	Permite la instalación de los cables de motor a través de la parte superior del armario del lado del motor. Debe utilizarse con el kit de terminales del motor común. Solo para su uso con alojamientos F1/F3.	400 mm (15,7 in), armario: 176F1838 600 mm (23,6 in), armario: 176F1839
Entrada superior de los cables de motor, F2/F4	Permite la instalación de los cables de motor a través de la parte superior del armario del lado del motor. Debe utilizarse con el kit de terminales del motor común. Solo para su uso con alojamientos F2/F4.	400 mm (15,7 in), armario: 176F1840 600 mm (23,6 in), armario: 176F1841
Entrada superior de los cables del motor, F8-F13	Permite la instalación de los cables de motor a través de la parte superior del armario del lado del motor. Debe utilizarse con el kit de terminales del motor común. Solo para su uso con alojamientos F8--F13.	Consultar en fábrica
Entrada superior de los cables de red, F1-F2	Permite la instalación de los cables de red a través de la parte superior del armario del lado de alimentación. El kit debe encargarse junto al kit de terminales del motor común. Solo para su uso con alojamientos F1-F2.	400 mm (15,7 in), armario: 176F1832 600 mm (23,6 in), armario: 176F1833
Entrada superior para cables de red, F3-F4 con sistema de desconexión	Permite la instalación de los cables de red a través de la parte superior del armario del lado de alimentación. El kit debe encargarse junto al kit de terminales del motor común. Solo para alojamientos F3-F4 con sistema de desconexión.	400 mm (15,7 in), armario: 176F1834 600 mm (23,6 in), armario: 176F1835
Entrada superior para cables de red, F3-F4	Permite la instalación de los cables de red a través de la parte superior del armario del lado de alimentación. El kit debe encargarse junto al kit de terminales del motor común. Solo para alojamientos F3-F4.	400 mm (15,7 in), armario: 176F1836 600 mm (23,6 in), armario: 176F1837
Entrada superior para cables de red, F8-F13	Permite la instalación de los cables de red a través de la parte superior del armario del lado de alimentación. El kit debe encargarse junto al kit de terminales del motor común. Solo para su uso con alojamientos F8-F13.	Consultar en fábrica
Entrada superior, cables de fieldbus, E2	Permite la instalación de los cables de fieldbus a través de la parte superior del convertidor. Al instalarlo, el kit cuenta con el nivel de protección IP20/chasis, pero puede utilizarse un terminal de unión diferente para aumentar la clasificación de protección. Solo en el caso del alojamiento E2.	176F1742
Terminales comunes del motor, F1-F4	Este kit proporciona las barras de bus y el hardware necesarios para conectar los terminales del motor desde los inversores paralelos a un terminal único (por fase) para adaptar la instalación del kit de entrada superior del lado del motor. Este kit es equivalente a la opción de terminal del motor común de un convertidor de frecuencia. No es necesario para instalar el kit de entrada superior del lado del motor si se especificó la opción de terminal del motor común cuando se solicitó el convertidor de frecuencia. También se recomienda para conectar la salida de un convertidor de frecuencia a un filtro de salida o a un contactor de salida. Los terminales comunes del motor eliminan la necesidad de que haya una misma longitud de cable desde cada inversor hasta el punto común del filtro de salida (o motor).	400 mm (15,7 in), armario: 176F1845 600 mm (23,6 in), armario: 176F1846

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Tipo	Descripción	Número de pedido
Protección NEMA 3R, para E2	Protección concebida para su uso con convertidores de frecuencia IP00/IP20/Chasis, para alcanzar un clasificación de protección de entrada NEMA 3R o NEMA 4. Estas protecciones han sido diseñadas para exteriores y proporcionar así un cierto grado de protección frente a la intemperie. Solo para su uso con alojamientos E2.	Protección soldada: 176F0298 Protección Rittal: 176F1852
Pedestal, E1-E2	Este kit está formado por un pedestal de 400 mm (15,8 in) de altura, que permite el montaje en suelo del convertidor. La parte frontal del pedestal tiene aberturas para la entrada de aire de refrigeración para los componentes de potencia. Solo para su uso con alojamientos E1--E2.	176F6739
Placa de opciones de entrada, E1-E2	Permite agregar fusibles, conmutadores de desconexión / fusibles, filtros RFI, filtros RFI / fusibles y filtros RFI / conmutadores de desconexión / fusibles. Solo para su uso con alojamientos E1-E2.	Consultar en fábrica
Conversión a IP20, E2	Suministra al convertidor clasificación de protección de entrada IP20 con protección de chasis. Solo para alojamientos E2.	176F1884
Kits de refrigeración de canal posterior		
Entrada/salida posterior, E1	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit incluye cubierta superior e inferior para alojamientos E1 con clasificación de protección IP21/54 (tipo 1/12).	176F1946
Entrada/salida posterior, E2	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit incluye cubierta superior e inferior para alojamientos E2 con clasificación de protección IP00 (chasis).	Protección soldada: 176F1861 Protección Rittal: 176F1783
Entrada/salida posterior, F1-F13	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. El convertidor ya incluye las placas. Póngase en contacto con la fábrica para obtener las instrucciones de instalación.	Consultar en fábrica
Entrada inferior / salida superior, E2	Permite que el aire de refrigeración entre por la parte inferior y salga por la parte superior del convertidor. Este kit solo se utiliza para alojamientos E2.	2000 mm (78,7 in), armario: 176F1850 2200 mm (86,6 in), armario: 176F0299
Salida superior, E2	Permite que el aire de refrigeración salga por la parte superior del convertidor. Este kit solo se utiliza para alojamientos E2.	176F1776
LCP		
LCP 101	Panel de control local numérico (NLCP)	130B1124
LCP 102	Panel de control local gráfico (GLCP)	130B1107
Cable del LCP	Cable LCP individual, 3 m (9 ft)	175Z0929
Kit LCP, IP21	Kit de montaje en panel con LCP gráfico, sujeciones, cable de 3 m (9 ft) y junta	130B1113
Kit LCP, IP21	Kit de montaje en panel con LCP numérico, sujeciones y junta incluidos	130B1114
Kit LCP, IP21	Kit de montaje en panel para todos los LCP, con sujeciones, cable de 3 m (9 ft) y junta	130B1117

Tabla 13.8 Kits disponibles para los alojamientos E1-E2 y F1-F13

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

13.2.4 Códigos de pedido de las opciones A: Buses de campo

Descripción	Número de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® LonWorks MCA 108	130B1106	130B1206
VLT® BACnet MCA 109	130B1144	130B1244
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® VACnet/IP MCA 125	–	130B1586

Tabla 13.9 Códigos de pedido de las opciones A

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

13.2.5 Códigos de pedido para las opciones B: Extensiones funcionales

Descripción	Número de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Analog I/O MCB 109	130B1143	130B1243
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272

Tabla 13.10 Códigos de pedido para las opciones B

13.2.6 Códigos de pedido para las opciones C: control de movimientos y tarjeta de relé

Descripción	Número de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Tabla 13.11 Códigos de pedido para las opciones C

13.3 Números de pedido para filtros y resistencias de frenado

Consulte las siguientes guías de diseño para obtener las especificaciones de dimensionamiento y los números de pedido de los filtros y las resistencias de frenado:

- *Guía de diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101.*
- *Guía de diseño de los filtros armónicos VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010.*
- *Guía de diseño de los filtros de salida.*

13.4 Repuestos

Consulte la tienda VLT® o el configurador de convertidores de frecuencia (*www.danfoss.com/Spain*) para obtener información sobre los repuestos disponibles para su aplicación.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14 Anexo

14.1 Abreviaturas y símbolos

60° AVM	Modulación asíncrona de vectores de 60°
A	Amperio
CA	Corriente alterna
AD	Descarga por el aire
AEO	Optimización automática de la energía
AI	Entrada analógica
AIC	Corriente interruptiva en amperios
AMA	Adaptación automática del motor
AWG	Calibre de cables estadounidense
°C	Grados Celsius
CB	Magnetotérmico
CD	Descarga constante
CDM	Módulo del convertidor de frecuencia completo: el convertidor de frecuencia, la sección de alimentación y los componentes auxiliares
CE	Conformidad europea (normas europeas de seguridad)
CM	Modo común
CT	Par constante
CC	Corriente continua
DI	Entrada digital
DM	Modo diferencial
D-TYPE	Dependiente del convertidor de frecuencia
CEM	Compatibilidad electromagnética
EMF	Fuerza contraelectromotriz
ETR	Relé termoelectrónico
°F	Grados Fahrenheit
$f_{VELOCIDAD\ FIJA}$	La frecuencia del motor cuando se activa la función de velocidad fija
f_M	Frecuencia del motor
$f_{MÁX.}$	Frecuencia de salida máxima que el convertidor de frecuencia aplica a su salida
$f_{MÍN.}$	Frecuencia mínima del motor desde el convertidor de frecuencia
$f_{M,N}$	Frecuencia nominal del motor
FC	Convertidor de frecuencia
FSP	Bomba de velocidad fija
HIPERFACE®	HIPERFACE® es una marca registrada de Stegmann
HO	Sobrecarga alta
CV	Caballos de vapor
HTL	Pulsos del encoder HTL (10-30 V), (lógica de transistor de tensión alta)
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 de salida máxima
$I_{VLT,N}$	Corriente nominal de salida suministrada por el convertidor
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 movimientos
mH	Inductancia en milihenrios
mm	Milímetro
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	Capacitancia en nanofaradios
NLCP	Panel de control local numérico
Nm	Newton metro
NO	Sobrecarga normal
n_s	Velocidad del motor síncrono
Parámetros en línea y 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 frenado (potencia media durante el frenado continuo)
PCB	Placa de circuito impreso
PCD	Datos de proceso
PDS	Sistema Power Drive: un CDM y un motor
PELV	Tensión de protección muy baja
P_m	Potencia nominal de salida del convertidor de frecuencia como sobrecarga alta
$P_{M,N}$	Potencia nominal del motor
Motor PM	Motor de magnetización permanente
PID de proceso	Controlador diferencial proporcional integrado que mantiene la velocidad, la presión, la temperatura, etc.
$R_{br,\ nom}$	Valor de resistencia nominal que garantiza una potencia de frenado en el eje del motor del 150/160 % durante 1 minuto
RCD	Dispositivo de corriente diferencial
Regeneración	Terminales regenerativos
$R_{mín.}$	Resistencia de frenado mínima permitida por el convertidor de frecuencia
RMS	Media cuadrática
RPM	Revoluciones por minuto
R_{rec}	Resistencia recomendada de la resistencia de frenado de Danfoss
s	Segundo
SCCR	Intensidad nominal de cortocircuito

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

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	Pulsos del encoder TTL (5 V), lógica de transistor
$U_{M,N}$	Tensión nominal del motor
UL	Underwriters Laboratories (organización de EE. UU. para la certificación de seguridad)
V	Voltios
VSP	Bomba de velocidad variable
VT	Par variable
VVC^+	Control vectorial de la tensión +

Tabla 14.1 Abreviaturas y símbolos

14.2 Definiciones

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

Par de arranque

$$n_s = \frac{2 \times par.\ 1-23 \times 60\ s}{par.\ 1-39}$$

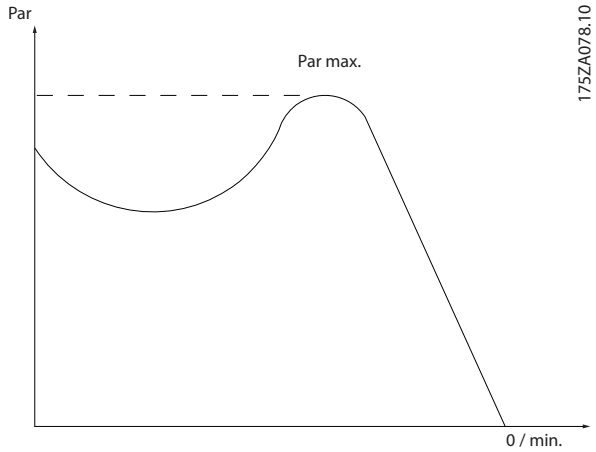


Ilustración 14.1 Gráfico de par de arranque

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

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 (*parámetro 14-22 Operation Mode*), el convertidor de frecuencia vuelve a los ajustes predeterminados.

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

Factor de potencia
El factor de potencia real (lambda) tiene en cuenta todos los armónicos y siempre es inferior al factor de potencia (cos φ), que solo tiene en cuenta el armónico fundamental de corriente y de tensión.

$$\cos\phi = \frac{P\ (\mathrm{kW})}{P\ (\mathrm{kVA})} = \frac{U\lambda\ x\ I\lambda\ x\ \cos\phi}{U\lambda\ x\ I\lambda}$$

Cos φ también se conoce como «factor de potencia de desplazamiento».

Tanto lambda como cos φ están indicados para los convertidores de frecuencia VLT® de Danfoss en el *capétulo 7.3 Fuente de alimentación de red*.

El factor de potencia indica hasta qué punto el convertidor de frecuencia impone una carga a la alimentación. 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 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 reducir el THD en la fuente de alimentación principal.

Entrada de pulsos / codificador incremental
Un sensor digital externo utilizado para proporcionar información sobre la velocidad y la dirección del motor. Los encoders se utilizan para realimentación de precisión para alta velocidad en aplicaciones altamente dinámicas.

Ajuste
Guarde ajustes de parámetros en cuatro configuraciones distintas. Cambie entre estos cuatro ajustes de parámetros y editar un ajuste mientras otro está activo.

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

Smart logic control (SLC)
SLC es una secuencia de acciones definidas por el usuario que se ejecuta cuando el SLC evalúa como verdaderos los eventos asociados definidos por el usuario. (*Grupo de parámetros 13-** Lógica inteligente*).

Bus estándar FC
Incluye el bus RS485 con el protocolo FC o el protocolo MC. Consulte *parámetro 8-30 Protocol*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Termistor
Resistencia dependiente de la temperatura que se sitúa en el punto donde ha de controlarse la temperatura (convertidor o motor).

Desconexión
Estado al que se pasa en situaciones de fallo; por ejemplo, si el convertidor de frecuencia se sobrecalienta o cuando este protege el motor, el proceso o el mecanismo. Se impide el rearranque hasta que desaparece la causa del fallo y se anula el estado de desconexión.

Bloqueo por alarma
Estado al que se pasa en situaciones de fallo cuando el convertidor de frecuencia se protege a sí mismo y requiere una intervención física. Un bloqueo por alarma solo puede cancelarse cortando la alimentación, eliminando la causa del fallo y volviendo a conectar el convertidor. Se impide el rearranque hasta anularse el estado de desconexión mediante la activación del reinicio.

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

14.3 Instalación y ajuste de RS485

RS485 es una interfaz de bus de dos cables compatible con la topología de red multipunto. Los nodos se puede conectar como bus, o mediante cables de derivación desde una línea de tronco común. Se pueden conectar un total de 32 nodos a un único segmento de red.
Los repetidores dividen los segmentos de la red. Tenga en cuenta que cada repetidor funciona como un nodo dentro del segmento en el que está instalado. Cada nodo conectado en una red determinada debe tener una dirección de nodo única en todos los segmentos.
Cada segmento debe terminarse en ambos extremos, utilizando bien el conmutador de terminación (S801) de los convertidores, o bien una red predispuesta de resistencias de terminación. Utilice siempre cable de par trenzado y apantallado (STP) para cablear el bus y siga siempre unas buenas prácticas de instalación.
Es importante disponer de una conexión a tierra de baja impedancia para el apantallamiento de cada nodo, incluso a frecuencias altas. De este modo, conecte una gran superficie del apantallamiento a la toma de tierra, por ejemplo, mediante una abrazadera o un prensacables conductor. Si es necesario, utilice cables ecualizadores de potencial para mantener el mismo potencial de masa en toda la red, especialmente en instalaciones con cables largos.
Para evitar diferencias de impedancia, utilice siempre el mismo tipo de cable en toda la red. Cuando conecte un motor al convertidor de frecuencia, utilice siempre cable de motor apantallado.

Cable	Par trenzado apantallado (STP)
Impedancia	120 Ω
Longitud de cable	Máximo 1200 m (3937 ft), incluidos los ramales conectables. Máximo 500 m (1640,5 ft) entre estaciones

Tabla 14.2 Cable de motor

Uno o más convertidores de frecuencia pueden estar conectados a un controlador (o maestro) utilizando la interfaz normalizada RS485. 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 ilustraciones en el *capétulo 10.16 Instalación conforme a CEM*.

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

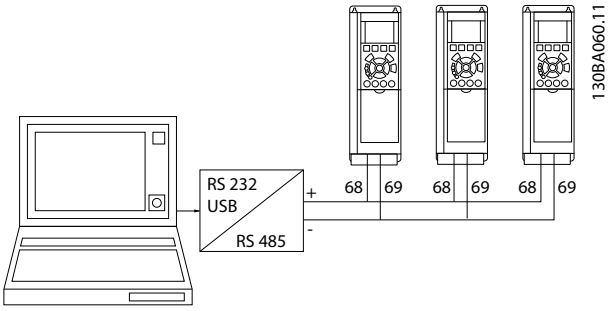


Ilustración 14.2 Conexiones en paralelo

Para evitar posibles corrientes ecualizadoras en el apantallamiento, conecte a tierra el apantallamiento de cables mediante el terminal 61, que está conectado al bastidor a través de un enlace RC.

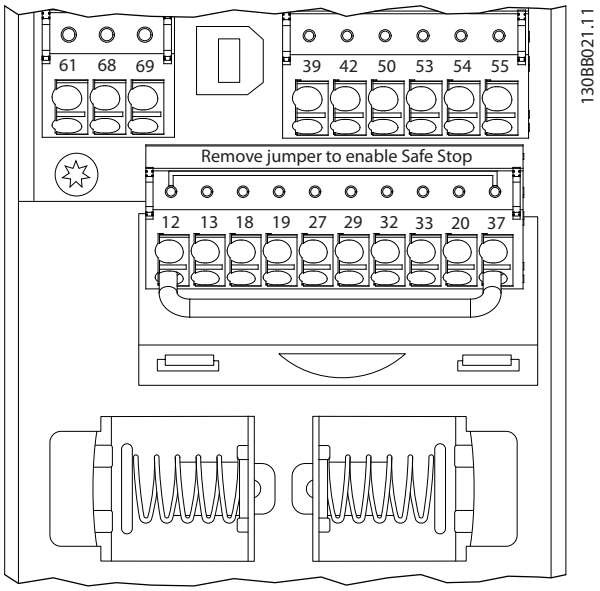


Ilustración 14.3 Terminales de la tarjeta de control

El bus RS485 debe terminarse con una resistencia de red en ambos extremos. Para este propósito, ajuste el interruptor S801 de la tarjeta de control en "ON".
Para obtener más información, consulte *capétulo 10.2 Esquema de cableado*.

El protocolo de comunicación debe ajustarse a *parámetro 8-30 Protocol*.

14.3.1 Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC)

Se recomienda adoptar las siguientes precauciones de CEM para que la red RS485 funcione sin interferencias.

Deben cumplirse las disposiciones nacionales y locales que sean pertinentes, por ejemplo, las relativas a la conexión a tierra de protección. El cable de comunicación RS485 debe mantenerse alejado de los cables del motor y de la resistencia de frenado para evitar el acoplamiento del ruido de alta frecuencia de un cable con otro.
Normalmente una distancia de 200 mm (8 in) es suficiente. Sin embargo, en situaciones en las que los cables van en paralelo durante largas distancias, se recomienda guardar la mayor distancia posible entre los cables. Si el cruce es inevitable, el cable RS485 debe cruzar los cables de motor o de resistencia de frenado en un ángulo de 90°.

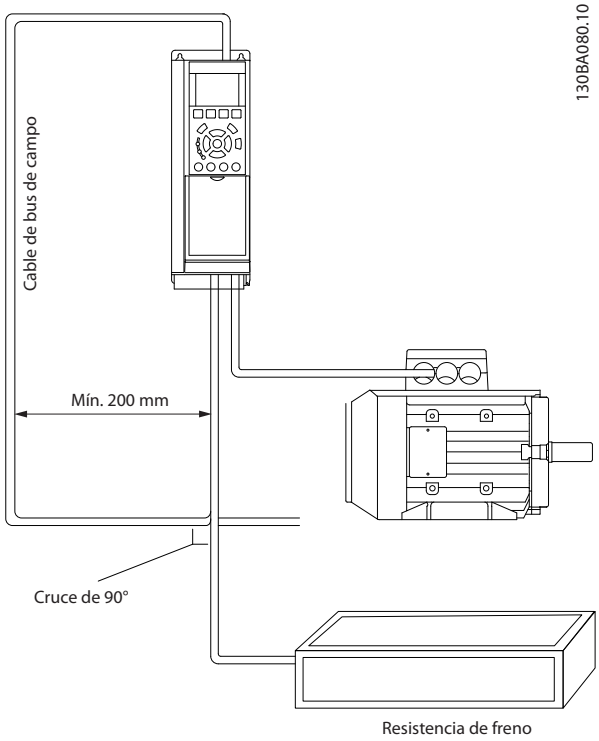


Ilustración 14.4 Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC)

14.4 RS485: Aspectos generales del protocolo FC

14.4.1 Aspectos generales del protocolo FC

El protocolo FC, también conocido como bus FC o bus estándar, es el fieldbus estándar de Danfoss. Define una técnica de acceso conforme al principio maestro/esclavo para las comunicaciones a través de un fieldbus.
Pueden conectarse al bus un maestro y un máximo de 126 esclavos. El maestro selecciona individualmente los esclavos mediante un carácter de dirección incluido en el telegrama. Un esclavo no puede transmitir por sí mismo sin recibir previamente una petición para hacerlo, y tampoco es posible la transmisión directa de mensajes entre esclavos. Las comunicaciones se producen en modo semidúplex.
La función de maestro no se puede transmitir a otro nodo (sistema de maestro único).

La capa física es RS485, de manera que se utiliza el puerto RS485 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.

14.4.2 Ajustes del convertidor

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

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

Tabla 14.3 Parámetros de protocolo FC

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.5 RS485: estructura de telegrama del protocolo FC

14.5.1 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 carácter 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.

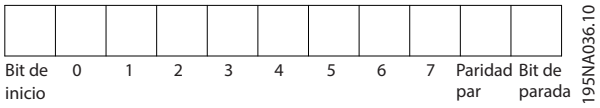


Ilustración 14.5 Carácter (byte)

14.5.2 Estructura de telegramas

Cada telegrama tiene la siguiente estructura:

- Carácter de inicio (STX) = 02 Hex
- Un byte que indica la longitud del telegrama (LGE).
- Un byte que indica la dirección del convertidor (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.

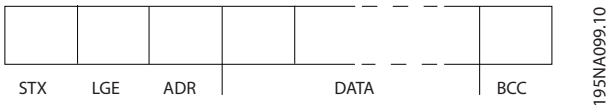


Ilustración 14.6 Estructura de telegramas

14.5.3 Longitud del telegrama (LGE)

La longitud de un telegrama es el número de bytes de datos más el byte de dirección ADR, más el byte de control de datos BCC.

- La longitud de los telegramas con 4 bytes de datos es: LGE = 4 + 1 + 1 = 6 bytes.
- La longitud de los telegramas con 12 bytes de datos es: LGE = 12 + 1 + 1 = 14 bytes.
- La longitud de los telegramas con textos es 10[1)]+n bytes.

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

14.5.4 Dirección del convertidor (ADR)

Se utilizan dos formatos diferentes para la dirección.
El intervalo de direcciones del convertidor es de 1 a 31 o de 1 a 126.

- Formato de dirección 1-31
  - Bit 7 = 0 (formato de dirección 1-31 activado).
  - El 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 1-31.
- Formato de dirección 1-126
  - Bit 7 = 1 (formato de dirección 1-126 activado).
  - Bit 0-6 = dirección del convertidor 1-126.
  - Bit 0-6 = 0 transmisión.

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

14.5.5 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 © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.5.6 Campo de datos

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

Los 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 esclavo).
- Código de estado y frecuencia de salida actual (de esclavo a maestro).

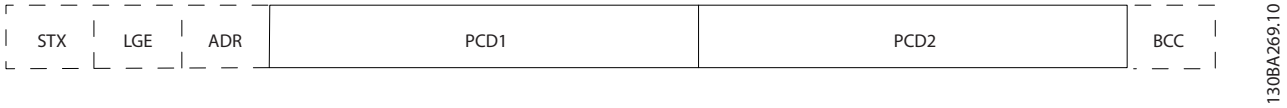


Ilustración 14.7 PCD

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

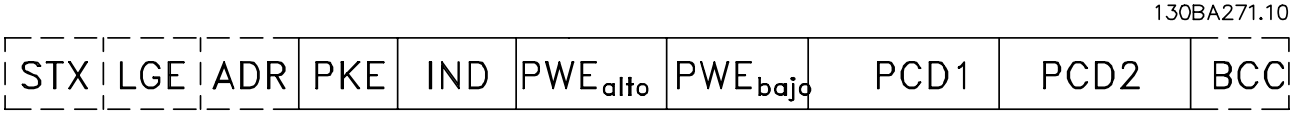


Ilustración 14.8 Bloque de parámetros

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

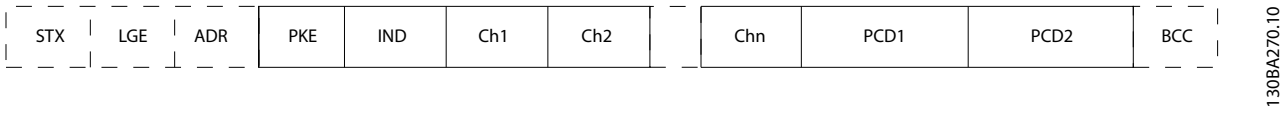


Ilustración 14.9 Bloque de texto

14

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.5.7 Campo PKE

El campo PKE contiene dos subcampos:

- Orden de parámetro y respuesta AK.
- Número de parámetro PNU.

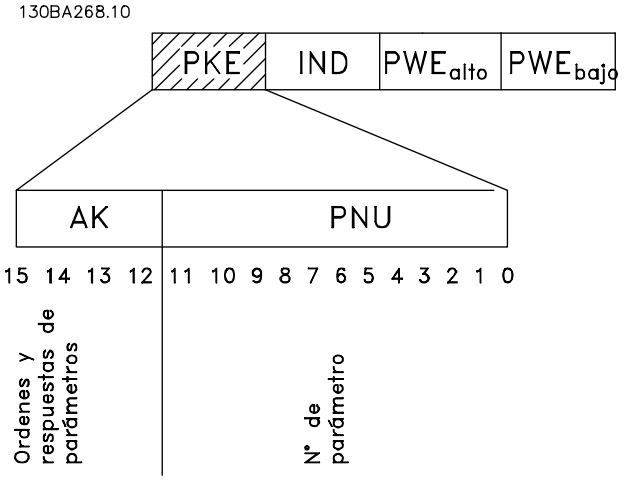


Ilustración 14.10 Campo PKE

Los números de bits del 12 al 15 transfieren órdenes de parámetros del maestro al esclavo y devuelven las respuestas procesadas del esclavo al maestro.

Número de bit				Orden de parámetro
15	14	13	12	
0	0	0	0	Sin orden.
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 14.4 Órdenes de parámetro maestro⇒esclavo

Número 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	La orden no se puede ejecutar.
1	1	1	1	Texto transferido.

Tabla 14.5 Respuesta esclavo⇒maestro

Si la orden no se puede realizar, el esclavo envía esta respuesta:
0111 Orden 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 datos no coincide con el parámetro definido.
11	No es posible cambiar los datos del parámetro definido en el modo actual del convertidor. Algunos parámetros solo se pueden cambiar con el motor parado.
82	No hay acceso de bus al parámetro definido.
83	No es posible modificar datos por estar seleccionado el ajuste de fábrica.

Tabla 14.6 Informe de fallo

14.5.8 Número de parámetro (PNU)

Los bits 0-11 transfieren los números de parámetros. La función del parámetro correspondiente se explica en la descripción del parámetro en la *Guía de programación*.

14.5.9 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, *parámetro 15-30 Alarm Log: Error Code*. El índice consta de un byte bajo y un byte alto.

Solo el byte bajo se utiliza como índice.

14.5.10 Valor de parámetro (PWE)

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

Si el esclavo responde a una solicitud de parámetro (orden de lectura), se transfiere el valor de parámetro actual del bloque PWE y es devuelto al maestro. Si un parámetro no contiene un valor numérico, sino varias opciones de datos, por ejemplo, *parámetro 0-01 Language [0] Inglés* y ** [4]*

Español, seleccione el valor de dato escribiéndolo en el bloque PWE. La comunicación serie solo es capaz de leer parámetros que tienen el tipo de dato 9 (cadena de texto).

De *Parámetro 15-40 FC Type* a *parámetro 15-53 Power Card Serial Number* 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 *parámetro 15-40 FC Type*. Cuando se transfiere una cadena de texto (lectura), la longitud del telegrama varía, y los textos pueden tener distinta longitud. La longitud del telegrama se define en su segundo byte, LGE. Cuando se utiliza la transferencia de texto, el carácter de índice indica si se trata de una orden de lectura o de escritura.

Para leer un texto a través del bloque PWE, ajuste la orden 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 fieldbus. Para escribir un texto mediante el bloque PWE, ajuste la orden de parámetro (AK) a F Hex. El carácter de índice de byte alto debe ser 5.

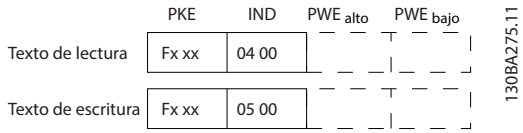


Ilustración 14.11 PWE

14.5.11 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 14.7 Tipos de datos admitidos

14.5.12 Conversión

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

El *Parámetro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* tiene un factor de conversión de 0,1.
Para preajustar la frecuencia mínima a 10 Hz, transfiera el valor 100. Un factor de conversión de 0,1 significa que el valor transferido se multiplica por 0,1. El valor 100 se considerará, por tanto, como 10,0.

Ejemplos:
0 s⇒índice de conversión 0
0,00 s⇒índice de conversión –2
0 m/s⇒índice de conversión –3
0,00 m/s⇒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 14.8 Tabla de conversión

14.5.13 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 (código de control maestro⇒esclavo)	Valor de referencia
Código de estado de telegrama de control (esclavo⇒maestro)	Frecuencia de salida actual

Tabla 14.9 Secuencia de PCD

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.6 RS485: ejemplos de parámetros del protocolo FC

14.6.1 Escritura del valor de un parámetro.

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

PKE=E19E Hex - Escriba un único código en el *parámetro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*.
IND = 0000 Hex
PWE_{ALTO} = 0000 Hex
PWE_{LOW} = 03E8 Hex - Valor de dato, 1000, correspondiente a 100 Hz, consulte el *capétulo 14.5.12 Conversión*.

E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}

130BA092.10

Ilustración 14.12 Telegrama

AVISO!

El *Parámetro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* es un código único, y la orden de parámetro que se debe grabar en la EEPROM es E. El número de parámetro *parámetro 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* es 19E en hexadecimal.

119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}

130BA093.10

Ilustración 14.13 Respuesta de maestro a esclavo

14.6.2 Lectura del valor de un parámetro

Lea el valor en *parámetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*.

PKE = 1155 Hex - Lea el valor del parámetro en *parámetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*.
IND = 0000 Hex
PWE_{ALTO} = 0000 Hex
PWE_{BAJO} = 0000 Hex

1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}

130BA094.10

Ilustración 14.14 Valor del parámetro

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

1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE_{high}	PWE_{low}

130BA267.10

Ilustración 14.15 Respuesta de esclavo a maestro

3E8 Hex corresponde a 1000 en decimal. El índice de conversión para *parámetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* es –2.
Parámetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time es del tipo *Sin signo 32*.

14.7 RS485: Visión general de Modbus RTU

14.7.1 Requisitos previos

Danfoss asume que el controlador instalado es compatible con las interfaces mencionadas en este manual y que se siguen estrictamente todos los requisitos y limitaciones estipulados tanto en el controlador como en el convertidor.

14.7.2 Conocimiento supuesto

El Modbus RTU (unidad de terminal remoto) integrado está diseñado para comunicarse con cualquier controlador compatible con las interfaces definidas en este manual. Se da por supuesto que el lector tiene pleno conocimiento de las capacidades y limitaciones del controlador.

14.7.3 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:

- De qué manera cada controlador aprende su dirección de dispositivo.
- Reconoce un mensaje dirigido a él.
- Determina qué acciones tomar.
- Extrae cualquier dato o información incluidos en el mensaje.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Si se requiere una respuesta, el controlador construirá el mensaje de respuesta y lo enviará.
Los controladores se comunican utilizando una técnica maestro-esclavo en la que solo un dispositivo (el maestro) puede iniciar transacciones (llamadas peticiones). Los otros dispositivos (esclavos) responden proporcionando al maestro los datos pedidos, o respondiendo a la petición.
El maestro puede dirigirse a un auxiliar individualmente, o puede iniciar la transmisión de un mensaje a todos los auxiliares. Los auxiliares devuelven un mensaje, llamado 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 poniendo en ella 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 esclavo también se construye utilizando el protocolo Modbus. Contiene campos que confirman la acción realizada, los datos que se tengan que devolver y un campo de comprobación de errores. Si se produce un error en la recepción del mensaje, o si el esclavo no puede realizar la acción solicitada, este genera un mensaje de error y lo envía en respuesta, o se produce un error de tiempo límite.

14.7.4 Convertidor con Modbus RTU

El convertidor se comunica en formato Modbus RTU a través de la interfaz RS485 integrada. Modbus RTU proporciona acceso al código de control y a la referencia de bus del convertidor.

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

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

La referencia de bus se utiliza normalmente para el control de la velocidad. También es posible acceder a los parámetros, leer sus valores y, en su caso, escribir valores en ellos, permitiendo así 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.

14.7.5 Convertidor con Modbus RTU

Para activar la opción Modbus RTU en el convertidor, ajuste los siguientes parámetros:

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

14.7.6 Convertidor con Modbus RTU

Los controladores están configurados para comunicarse en la red Modbus utilizando el modo RTU, con cada byte de un mensaje que contenga dos caracteres hexadecimales de 4 bits. El formato de cada byte se muestra en *Tabla 14.10*.

Bit de inicio	Byte de datos								Parada/ paridad	Parada

Tabla 14.10 Ejemplo de formato

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)

Tabla 14.11 Detalle de bit

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.8 RS485: Estructura de telegrama Modbus RTU

14.8.1 Estructura de telegrama Modbus RTU

El dispositivo emisor coloca un mensaje Modbus RTU en un formato con un comienzo y un punto final conocidos. Los dispositivos receptores pueden 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 se ha completado el mensaje. Los mensaje parciales se detectan y se determinan los errores resultantes. Los caracteres que se van a transmitir deben estar en formato hexadecimal 00-FF en cada campo. El convertidor supervisa continuamente el bus de red, también durante los intervalos silenciosos. Cuando se recibe el primer campo (el de dirección), cada convertidor 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 14.12*, se muestra un formato típico de mensaje.

Arran–que	Dirección	Función	Datos	Compro-bación CRC	Fin
T1-T2-T3--T4	8 bits	8 bits	N × 8 bits	16 bits	T1-T2-T3--T4

Tabla 14.12 Estructura de telegrama típica de Modbus RTU

14.8.2 Campo de arranque/parada

Los mensajes comienzan con un periodo de silencio de al menos 3,5 intervalos de caracteres. que se aplica como un múltiplo de intervalos de caracteres a la velocidad en baudios seleccionada (mostrada como arranque T1-T2-T3--T4). El primer campo transmitido es la dirección del dispositivo. Tras el último carácter transmitido, el final del mensaje se indica con un periodo similar de al menos 3,5 intervalos de caracteres. Después de este periodo, puede comenzar otro mensaje. El formato completo del mensaje debe transmitirse como un flujo continuo. Si produce un periodo de silencio de más de 1,5 intervalos de carácter antes de que se complete el cuadro, 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 que pasen 3,5 intervalos de carácter tras un mensaje previo, el dispositivo receptor lo considerará como la continuación del anterior mensaje, Esto dará lugar a un error de tiempo límite (sin respuesta desde el esclavo), ya que el valor del campo CRC final (comprobación de redundancia cíclica) no es válido para los mensajes combinados.

14.8.3 Campo de dirección

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

14.8.4 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 esclavo. Cuando se envía un mensaje desde un maestro a un dispositivo esclavo, el campo de código de función le indica al esclavo la clase de acción que debe realizar. Cuando el esclavo responde al maestro, utiliza el campo de código de función para indicar una respuesta normal (sin error), o que se ha producido un error de alguna clase (esta respuesta se denomina «excepción»). Para dar una respuesta normal, el esclavo simplemente devuelve el código de función original. Para responder con una excepción, el esclavo devuelve un código equivalente al de la función original, pero con su bit más significativo cambiado a 1 lógico. Además, el esclavo pone un código único en el campo de datos del mensaje de respuesta. Este código le indica al maestro el tipo de error ocurrido o la razón de la excepción. Consulte *capétulo 14.9.1 Códigos de función admitidos por Modbus RTU*.

14.8.5 Campo de datos

El campo de datos se construye utilizando grupos de dos dígitos hexadecimales, en el intervalo de 00 a FF en hexadecimal. Estas secuencias se componen de un carácter RTU. El campo de datos de los mensajes enviados desde un maestro a un dispositivo esclavo contiene información más detallada, que el esclavo 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 y el contador de los bytes de datos reales del campo.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.8.6 Campo de comprobación CRC

Los mensajes incluyen un campo de comprobación de errores, que opera según el método CRC (comprobación de redundancia cíclica). 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 dispositivo transmisor calcula el valor de CRC que añade al CRC como último campo en el 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. Tras comprobar el error, 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.

14.8.7 Direccionamiento de bobinas

En Modbus, todos los datos están organizados en bobinas y registros de retención. Las bobinas almacenan un solo bit, mientras que los registros de retención alojan una palabra de 2 bytes (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. La bobina 127 decimal se trata como bobina 007E Hex (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 006B Hex (107 decimal).

Número de bobina	Descripción	Dirección de la señal
1–16	Código de control de la unidad (véase la *Tabla 14.14*).	Maestro a esclavo
17–32	Velocidad del convertidor o intervalo de referencias de valor de consigna 0x0–0xFFFF (–200%-~200 %).	Maestro a esclavo
33–48	Código de estado del convertidor (consulte la *Tabla 14.14*).	Maestro a esclavo
49–64	Modo de lazo abierto: frecuencia de salida del convertidor. Modo de lazo cerrado: señal de realimentación del convertidor.	Esclavo a maestro
65	Control de escritura de parámetro (maestro a esclavo).	Maestro a esclavo
	0 = Los cambios en los parámetros se escriben en la RAM del convertidor.	
	1 = Los cambios de los parámetros se escriben en la RAM y en la EEPROM del convertidor.	
66–65536	Reservado.	

Tabla 14.13 Registros de retención y de bobinas

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

Tabla 14.14 Código de control de la unidad (perfil FC)

Bobina	0	1
33	Control no preparado	Ctrl prep.
34	Convertidor de frecuencia no preparado	Unidad lista
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 rango de frecuencia	En rangos de frecuencia
44	Detenido	En funcionamiento
45	Sin uso	Sin uso
46	Sin advertencia de tensión	Advertencia de tensión
47	No en límite de intensidad	Límite de intensidad
48	Sin advertencia térmica	Advertencia térmica

Tabla 14.15 Código de estado del convertidor (perfil FC)

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Número de registro	Descripción
00001–00006	Reservado.
00007	Último código de fallo desde una interfaz de objeto de datos de convertidor de frecuencia.
00008	Reservado.
00009	Índice de parámetro[1].
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 la unidad (CTW).
50010	Datos de entrada: registro de referencia de bus (REF)
...	...
50200	Datos de salida: registro de código de estado del convertidor (STW).
50210	Datos de salida: registro de valor real principal del convertidor (MAV).

Tabla 14.16 Registros de retención

1) Utilizado para especificar el número de índice que se debe usar al acceder a un parámetro indexado.

14.9 RS485: códigos de función de los mensajes de Modbus RTU

14.9.1 Códigos de función admitidos por Modbus RTU

Modbus RTU admite el uso de los siguientes códigos en *Tabla 14.17* en el campo de función de un mensaje.

Función	Código de función
Leer bobinas	1 Hex
Leer registros de retención	3 Hex
Escribir una sola bobina	5 Hex
Escribir un solo registro	6 Hex
Escribir múltiples bobinas	F Hex
Escribir múltiples registros	10 Hex
Coger contador de eventos de com.	B Hex
Informar de ID de esclavo	11 Hex

Tabla 14.17 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	Mostrar recuento de mensajes de bus.
		12	Mostrar recuento de errores de comunicación de bus.
		13	Devolver recuento de errores de excepciones de bus.
		14	Mostrar recuento de mensajes de esclavo.

Tabla 14.18 Códigos de función

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.9.2 Códigos de excepción Modbus

Para obtener una explicación completa sobre la estructura de un código de excepción, consulte el *capétulo 14.8 RS485: Estructura de telegrama Modbus RTU*.

Código	Nombre	Significado
1	Función incorrecta	El código de función recibido en la petición no es una acción permitida para el servidor (o esclavo). Este código 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 esclavo) 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 esclavo). 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 esclavo). Este código indica un fallo en la estructura de la parte restante de una petición compleja como, por ejemplo, que la longitud implícita sea incorrecta. Específicamente, NO significa que un conjunto de datos enviado para su almacenamiento en un registro cuyo valor se encuentra fuera de la expectativa del programa de la aplicación, ya que el protocolo MODBUS no conoce el significado de cualquier valor determinado de cualquier registro en particular.
4	Fallo del dispositivo auxiliar	Un error irrecuperable se produjo mientras el servidor (o esclavo) intentaba ejecutar la acción solicitada.

Tabla 14.19 Códigos de excepción Modbus

14.10 RS485: Parámetros de Modbus RTU

14.10.1 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.

14.10.2 Almacenamiento de datos

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

14.10.3 IND

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

14.10.4 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.

14.10.5 Factor de conversión

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. Consulte el *capétulo 14.6 RS485: ejemplos de parámetros del protocolo FC*.

14.10.6 Valores de parámetros

Tipos de datos estándar
Los tipos de datos estándar son int16, int32, uint8, uint16 y uint32. Se guardan como registros 4x (40001-4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03 Hex Read holding registers (Lectura de registros de retención). Los parámetros se escriben utilizando la función *6 Hex Preset single register* (Preajustar registro único) para 1 registro (16 bits) y la función *10 Hex Preset multiple registers* (Preajustar múltiples registros) para 2 registros (32 bits). Los tamaños legibles van desde 1 registro (16 bits) hasta 10 registros (20 caracteres).

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

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 *03 Hex Read holding registers* (Lectura de registros de retención) y se escriben utilizando la función *10 Hex Preset multiple registers* (Preajustar múltiples registros). Los tamaños legibles van desde 1 registro (2 caracteres) hasta 10 registros (20 caracteres).

14.11 RS485: Perfil de control FC de

14.11.1 Código de control según el perfil FC

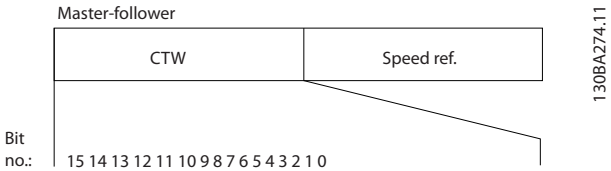


Ilustración 14.16 Código de control, maestro a esclavo

Bit	Valor de bit = 0	Valor de bit = 1
00	Valor de referencia	Selección externa, bit menos significativo (lsb)
01	Valor de referencia	Selección externa, bit más significativo (msb)
02	Freno CC	Rampa
03	Inercia	Sin funcionamiento por inercia
04	Parada rápida	Rampa
05	Mantener frecuencia de salida	Usar rampa
06	Parada de rampa	Arranque
07	Sin función	Reinicio
08	Sin función	Veloc. fija
09	Rampa 1	Rampa 2
10	Datos no válidos	Datos válidos
11	Sin función	Relé 01 activo
12	Sin función	Relé 02 activo
13	Ajuste de parámetros	Selección del bit menos significativo (lsb)
14	Ajuste de parámetros	Selección del bit más significativo (msb)
15	Sin función	Cambio sentido

Explicación de los bits de control
Bits 00/01
Los bits 00 y 01 se utilizan para seleccionar entre los cuatro valores de referencia, que están preprogramados en *parámetro 3-10 Preset Reference*, según la *Tabla 14.20*.

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

Tabla 14.20 Bits de control

AVISO!

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

Bit 02: freno de CC
El bit 02 = 0 genera el frenado de CC y la parada. Ajuste la intensidad y duración de frenado en *parámetro 2-01 DC Brake Current* y en *parámetro 2-02 DC Braking Time*.
El bit 02 = 1 provoca una rampa.

Bit 03, Inercia
Bit 03=0: el convertidor desconecta inmediatamente los transistores de salida y el motor funciona en inercia hasta pararse.
Bit 03=1: el convertidor arranca el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

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

Bit 04, Parada rápida
Bit 04=0: hace decelerar el motor hasta pararse (se ajusta en *parámetro 3-81 Quick Stop Ramp Time*).

Bit 05: mantener la frecuencia de salida
Bit 05=0: la frecuencia de salida actual (en Hz) se mantiene. La frecuencia de salida mantenida solo puede cambiarse con las entradas digitales que se encuentran en los parámetros del *parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input* al *parámetro 5-15 Terminal 33 Digital Input*.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

AVISO!

Si está activada la opción «Mantener salida», únicamente las siguientes condiciones pueden detener el convertidor de frecuencia:

- **Bit 03 paro por inercia.**
- **Bit 02 Frenado de CC.**
- **Entrada digital (*parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input – parámetro 5-15 Terminal 33 Digital Input*) programada como *Freno CC*, *Paro por inercia*, o *Reinicio* y *parada por inercia*.**

Bit 06, Parada / arranque de rampa
Bit 06=0: provoca una parada y hace que la velocidad del motor decelere hasta detenerse mediante el parámetro de deceleración seleccionado.
Bit 06=1: permite al convertidor arrancar el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

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

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

Bit 08: velocidad fija
Bit 08=1: la frecuencia de salida está determinada por el *parámetro 3-19 Jog Speed [RPM]*.

Bit 09, Selección de rampa 1/2
Bit 09=0: la rampa 1 está activa (de *parámetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* a *parámetro 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*).
Bit 09=1: la rampa 2 está activa (de *parámetro 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time* a *parámetro 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*).

Bit 10: datos no válidos / datos válidos
Indica al convertidor 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. Por ello, es posible desactivar el código de control si no desea utilizarlo al actualizar o leer parámetros.

Bit 11, Relé 01
Bit 11=0: relé no activado.
Bit 11=1: relé 01 activado, siempre que se haya seleccionado *[36] Bit código control 11* en el *parámetro 5-40 Function Relay*.

Bit 12, Relé 04
Bit 12=0: el relé 04 no está activado.
Bit 12=1: el relé 04 está activado si se ha seleccionado *[37] Bit código control 12 en el parámetro 5-40 Function Relay*.

Bit 13/14, Selección de ajuste
Los bits 13 y 14 se utilizan para seleccionar entre los cuatro ajustes de menú, según *Tabla 14.21*.

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

Tabla 14.21 Selección de ajuste

Esta función solamente es posible cuando se selecciona *[9] Ajuste múltiple* en el *parámetro 0-10 Active Set-up*.

Haga una selección en el *parámetro 8-55 Set-up Select* 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. El cambio de sentido se ajusta de fábrica como *[0] Entrada digital* en el *parámetro 8-54 Reversing Select*. El bit 15 solo produce el cambio de sentido cuando se selecciona lo siguiente:

- Comunicación serie
- «O» lógico
- «Y» lógico

14.11.2 Código de estado según el perfil FC

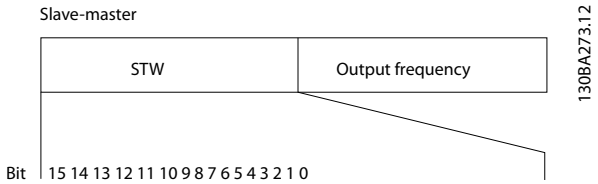


Ilustración 14.17 STW esclavo a maestro

14

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Control no preparado	Ctrl prep.
01	Convertidor de frecuencia no preparado	Unidad lista
02	Inercia	Enable (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

Bit 00: control no listo / listo
Bit 00=0: el convertidor se desconecta.
Bit 00=1: los controles del convertidor están preparados, pero el componente de potencia podría no recibir suministro eléctrico en caso de suministro externo de 24 V a los controles.

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

Bit 02, Paro por inercia
Bit 02=0: el convertidor libera el motor.
Bit 02=1: el convertidor arranca el motor con una orden de arranque.

Bit 03: sin error / desconexión
Bit 03=0: el convertidor no se halla en modo de fallo.
Bit 03=1: el convertidor se desconecta. Para restablecer el funcionamiento, pulse [Reset].

Bit 04: sin error / error (sin desconexión)
Bit 04=0: el convertidor no se halla en modo de fallo.
Bit 04=1: el convertidor 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 no se halla en modo de fallo.
Bit 06=1: el convertidor 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 o la 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 activado en la unidad de control o se ha seleccionado *[2] Local* en el *parámetro 3-13 Reference Site*. El convertidor de frecuencia no puede controlarse mediante comunicación serie.
Bit 09 = 1: es posible controlar el convertidor mediante el fieldbus o la comunicación serie.

Bit 10: fuera de límite de frecuencia
Bit 10=0: la frecuencia de salida ha alcanzado el valor ajustado en *parámetro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* o *parámetro 4-13 Motor Speed High Limit [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 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 sobrepasado
Bit 13=0: no hay advertencias de tensión.
Bit 13=1: la tensión de CC en el enlace de CC es demasiado baja o demasiado alta.

Bit 14, Par OK/límite sobrepasado
Bit 14=0: la intensidad del motor es inferior al límite de par seleccionado en *parámetro 4-18 Current Limit*.
Bit 14=1: se ha sobrepasado el límite de par en *parámetro 4-18 Current Limit*.

Bit 15: temporizador OK / límite excedido
Bit 15=0: los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica no han sobrepasado el 100 %.
Bit 15=1: uno de los temporizadores ha sobrepasado el 100 %.

Si se pierde la conexión entre la opción InterBus y el convertidor de frecuencia, o si se produce un problema de comunicación interna, todos los bits del STW se ajustan a «0».

14.11.3 Valor de referencia de la velocidad del bus

El valor de referencia de la velocidad se transmite al convertidor en forma de valor relativo en %. El valor se transmite en forma de una palabra de 16 bits; en enteros (0-32 767), el valor 16 384 (4000 Hex) corresponde al 100 %. Las cifras negativas se codifican en complemento a 2. La frecuencia real de salida (MAV) se escala de la misma forma que la referencia del bus.

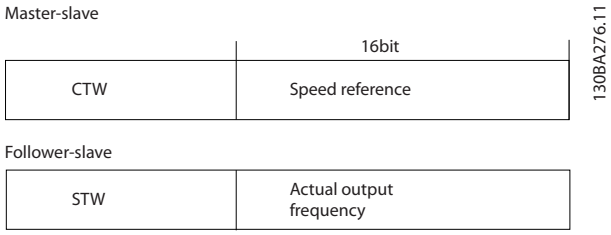


Ilustración 14.18 Valor de referencia de la velocidad del bus

La referencia y la MAV se escalan como se muestra en la *Ilustración 14.19*.

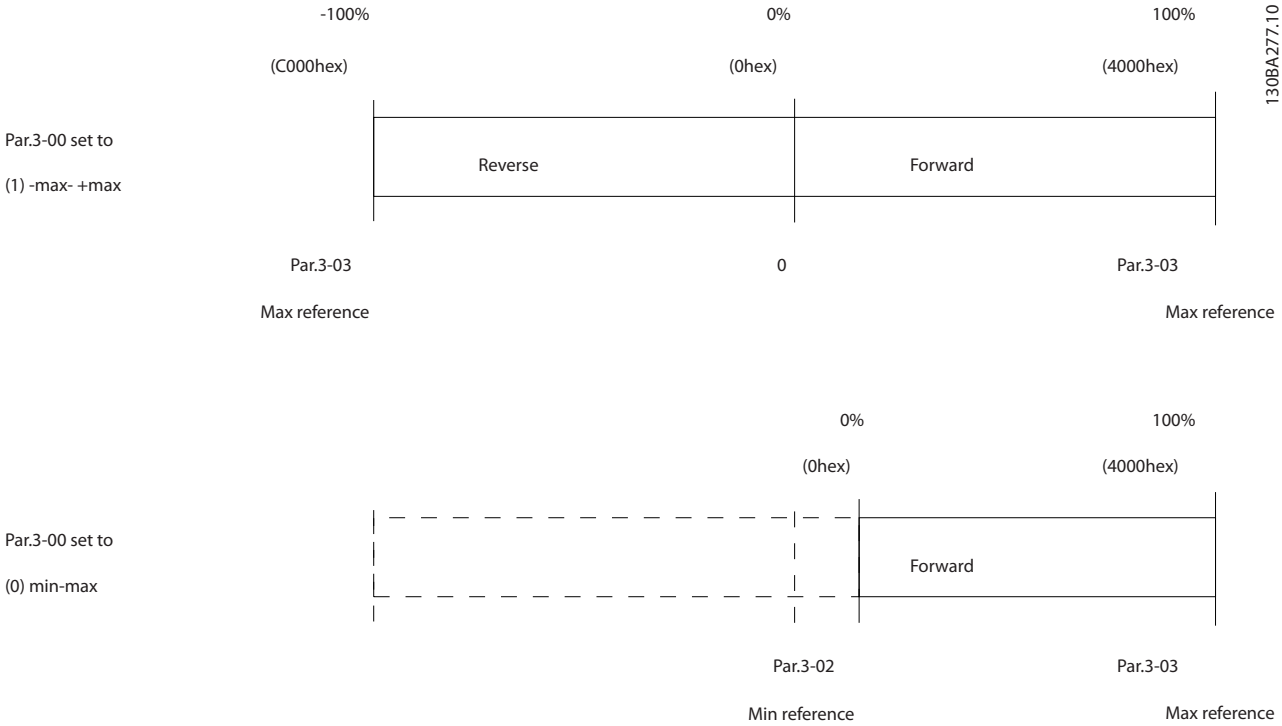


Ilustración 14.19 Referencia y MAV

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

14.11.4 Código de control según el perfil PROFIdrive (CTW)

El código de control se utiliza para enviar órdenes de un maestro a un esclavo.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Apagado 1	Encendido 1
01	Apagado 2	Encendido 2
02	Apagado 3	Encendido 3
03	Inercia	Sin funcionamiento por inercia
04	Parada rápida	Rampa
05	Mantener la salida de frecuencia	Usar rampa
06	Parada de 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 del bit menos significativo (lsb)
14	Ajuste de parámetros	Selección del bit más significativo (msb)
15	Sin función	Cambio sentido

Tabla 14.22 Valores de bit para el código de control, perfil de PROFIdrive

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 provoca 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 *[31] Relé 123* en el *parámetro 5-40 Function Relay*.
Cuando el bit 00 = 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 *[31] Relé 123* en el *parámetro 5-40 Function Relay*.
Cuando el bit 01 = 1, el convertidor de frecuencia está en el estado 1: encendido inhibido. Consulte la *Tabla 14.23*, al finalizar esta sección.

Bit 02, APAGADO 3 / ENCENDIDO 3
Parada rápida mediante el tiempo de rampa de *parámetro 3-81 Quick Stop Ramp Time*.
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 *[31] Relé 123* en el *parámetro 5-40 Function Relay*.
Cuando el bit 02 = 1, el convertidor de frecuencia está en el estado 1: encendido inhibido.

Bit 03: funcionamiento por inercia / sin inercia
Paro por inercia: bit 03=0 produce una parada.
Cuando el bit 03=1, el convertidor de frecuencia arranca si se cumplen las demás condiciones de arranque.

AVISO!

La selección en *parámetro 8-50 Coasting Select* determina cómo el bit 03 enlaza con la correspondiente función de las entradas digitales.

Bit 04, Parada rápida / rampa
Parada rápida mediante el tiempo de rampa de *parámetro 3-81 Quick Stop Ramp Time*.
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 *parámetro 8-51 Quick Stop Select* 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, se mantiene la frecuencia de salida actual 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 y si se ha seleccionado *[31] Relé 123* en el *parámetro 5-40 Function Relay*.
Bit 06=0 da lugar a una parada.
Cuando el bit 06=1, el convertidor de frecuencia arranca si se cumplen las demás condiciones de arranque.

AVISO!

La selección en *parámetro 8-53 Start Select* determina cómo el bit 06 enlaza con la correspondiente función de las entradas digitales.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Bit 07: sin función / reinicio
Reinicio después de la desconexión.
Reconoce el evento en el buffer defectuoso.
Cuando el bit 07=0, no se produce el reinicio.
Cuando hay un cambio de inclinación del bit 07 a 1, se produce un reinicio tras la desconexión.

Bit 08, Velocidad fija 1 DESACTIVADO / ACTIVADO
Activa la velocidad preprogramada en el *parámetro 8-90 Bus Jog 1 Speed*. VELOCIDAD FIJA 1 solo es posible cuando el bit 04 = 0 y el bit 00-03 = 1.

Bit 09, Velocidad fija 2 DESACTIVADO / ACTIVADO
Activa la velocidad preprogramada en el *parámetro 8-91 Bus Jog 2 Speed*. VELOCIDAD FIJA 2 solo es posible cuando el bit 04 = 0 y el bit 00-03 = 1.

Bit 10: datos no válidos / válidos
Indica al convertidor de frecuencia si debe utilizar o ignorar el código de control.
El bit 10=0 hace que se pase por alto el código de control.
El bit 10=1 hace que se pase por alto el código de control.
Esta función es importante, debido a que el código de control siempre está contenido en el telegrama, independientemente del tipo de telegrama que se emplee. Por ello, es posible desactivar el código de control si no es necesario utilizarlo al actualizar o leer parámetros.

Bit 11: sin función / ralentizar
Reduce el valor de referencia de velocidad en la cantidad dada en el valor *parámetro 3-12 Catch up/slow Down Value*. 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
Aumenta el valor de velocidad de referencia en la cantidad señalada en *parámetro 3-12 Catch up/slow Down Value*.
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 tanto la deceleración como la aceleración están activadas (bits 11 y 12 = 1), la deceleración tiene prioridad, es decir, se reduce el valor de velocidad de referencia.

Bits 13 / 14, selección de ajustes
Selecciona entre los cuatro ajustes de parámetros de acuerdo con la *Tabla 14.23*.

Esta función solo es posible cuando se selecciona *[9] Ajuste múltiple* en el *parámetro 0-10 Active Set-up*. La selección en *parámetro 8-55 Set-up Select* 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 *parámetro 0-12 This Set-up Linked to*.

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

Tabla 14.23 Bits 13/ 14, opciones de ajustes

Bit 15, sin función / cambio de sentido
El bit 15=0 hace que no haya cambio de sentido.
El bit 15=1 hace que haya un cambio de sentido.
Nota: El cambio de sentido se ajusta de fábrica como *[0] Entrada digital* en el *parámetro 8-54 Reversing Select*.

AVISO!
El bit 15 solo produce el cambio de sentido cuando se selecciona lo siguiente:

- **Comunicación serie**
- **«O» lógico**
- **«Y» lógico**

14.11.5 Código de estado Según el perfil PROFIdrive (STW)

El código de estado informa a un maestro sobre el estado del esclavo.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Control no preparado	Ctrl prep.
01	Convertidor de frecuencia no preparado	Unidad lista
02	Inercia	Enable (Activar)
03	Sin error	Desconexión
04	Apagado 2	Encendido 2
05	Apagado 3	Encendido 3
06	Arranque posible	Arranque imposible
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 14.24 Valores de bit para el código de estado, perfil de PROFIdrive

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Explicación de los bits de estado

Bit 00: control no listo / listo
Cuando el bit 00=0, los bits 00, 01 o 02 del código de control son 0 (OFF 1, OFF 2 u OFF 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 a la unidad (en el caso de suministro externo de 24 V al 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, los bits 00, 01 o 02 del código de control son 0 (OFF 1, OFF 2, OFF 3 o inercia) o el convertidor de frecuencia se apaga (desconexión).
Cuando bit 02=1, los bits 00, 01 o 02 del código de control son 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, el convertidor de frecuencia se ha desconectado y necesita una señal de reinicio para poder arrancar.

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 ha seleccionado *[1] Perfil PROFIdrive* en el *parámetro 8-10 Control Profile*, el bit 06 será 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 o 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 la tecla [Stop] del LCP o que se ha seleccionado la opción [0] *Conex. a manual/auto* o [2] *Local* en el *parámetro 3-13 Reference Site*.
Cuando el bit 09=1, el convertidor 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 *parámetro 4-52 Warning Speed Low* y en *parámetro 4-53 Warning Speed High*.
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 tiene una señal de arranque o la frecuencia de salida es mayor que 0 Hz.

Bit 12: convertidor OK/parado, arranque automático
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 no está desactivado (desconectado) y arrancará de nuevo cuando finalice la sobrecarga.

Bit 13: tensión OK/excedida
Cuando el bit 13=0, significa que no se han excedido los límites de tensión del convertidor.
Cuando el bit 13=1, la tensión directa en el circuito intermedio del convertidor es demasiado baja o demasiado alta.

Bit 14: par OK/excedido
Cuando el bit 14=0, el par del motor es inferior al límite seleccionado en *parámetro 4-16 Torque Limit Motor Mode* y en *parámetro 4-17 Torque Limit Generator Mode*.
Cuando el bit 14=1, se ha sobrepasado el límite seleccionado en *parámetro 4-16 Torque Limit Motor Mode* o *parámetro 4-17 Torque Limit Generator Mode*.

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 no han sobrepasado el 100 %.
Cuando el bit 15=1, uno de los temporizadores ha sobrepasado el 100 %.

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Índice

A

Abrazadera de cables ... 177

Abreviaturas ... 235

Adaptación automática del motor (AMA)
- Configuración de cableado ... 218
- Descripción general ... 23

Advertencia de alta tensión ... 6

Advertencias ... 7, 171

Aislamiento ... 193

Aislamiento galvánico ... 23, 68, 203

Alimentación
- Contactor ... 190
- Desconexión ... 189
- Especificaciones ... 66
- Fluctuaciones ... 22
- Pantalla ... 7

Almacenamiento ... 164

Almacenamiento del condensador ... 164

Alojamiento E1
- Dimensiones de los terminales ... 75
- Dimensiones exteriores ... 73
- Placa prensacables ... 74

Alojamiento E2
- Dimensiones de los terminales ... 82
- Dimensiones exteriores ... 81
- Placa prensacables ... 82

Alojamiento F1
- Dimensiones de los terminales ... 91
- Dimensiones exteriores ... 89
- Placa prensacables ... 90

Alojamiento F10
- Dimensiones de los terminales ... 138
- Dimensiones exteriores ... 136
- Placa prensacables ... 137

Alojamiento F11
- Dimensiones de los terminales ... 144
- Dimensiones exteriores ... 142
- Placa prensacables ... 143

Alojamiento F12
- Dimensiones de los terminales ... 152
- Dimensiones exteriores ... 150
- Placa prensacables ... 151

Alojamiento F13
- Dimensiones de los terminales ... 158
- Dimensiones exteriores ... 156
- Placa prensacables ... 157

Alojamiento F2
- Dimensiones de los terminales ... 98
- Dimensiones exteriores ... 96
- Placa prensacables ... 97

Alojamiento F3
- Dimensiones de los terminales ... 105
- Dimensiones exteriores ... 103
- Placa prensacables ... 104

Alojamiento F4
- Dimensiones de los terminales ... 117
- Dimensiones exteriores ... 115
- Placa prensacables ... 116

Alojamiento F8
- Dimensiones de los terminales ... 128
- Dimensiones exteriores ... 126
- Placa prensacables ... 127

Alojamiento F9
- Dimensiones de los terminales ... 132
- Dimensiones exteriores ... 130
- Placa prensacables ... 131

Altitud ... 169

Amortiguación de resonancia ... 22

Análisis de series de Fourier ... 206

Analógica
- Configuraciones de cableado para velocidad de referencia ... 218
- Descripciones de entrada/salida y ajustes predeterminados ... 181
- Especificaciones de entrada ... 67
- Especificaciones de salida ... 68

Apantallado ... 181

Apantallamiento
- Alimentación ... 7
- Cables ... 175, 177
- Extremos trenzados ... 203

Armónicos
- Definición de factor de potencia ... 235
- Descripción general ... 206
- Filtro ... 50
- Mitigación ... 208
- Normas CEI ... 207
- Normas EN ... 207

Arrancador suave ... 31

Atmósfera explosiva ... 166

Auto on ... 210

B

Bomba
- Condensadores ... 38
- Conexión por etapas ... 43
- Primario ... 39
- Rendimiento ... 42
- Secundario ... 41

Bombas del condensador ... 38

Bombas primarias ... 39

Bombas secundarias ... 41

Bus de CC
- Descripción del funcionamiento ... 210
- Terminales ... 175

Bypass de frecuencia ... 26

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

C

Cables
- Abertura ... 73
- Apantallamiento ... 175, 204
- de motor ... 190
- Conexiones de potencia ... 173
- Control ... 177
- Ecualizador ... 178
- Especificaciones ... 54, 60, 67
- Freno ... 176
- Recorrido ... 178
- Tamaño y número máximo por fase ... 54, 60
- Tipo y clasificaciones ... 171

Cables ... 171
- consulte también *Cables*

Cables de control ... 177

Cables de pantalla retorcidos y embornados ... 203

Cálculos
- Ciclo de trabajo de la resistencia ... 193
- Par de frenado ... 194
- Referencia escalada ... 211
- Relación de cortocircuito ... 207
- Resistencia de frenado ... 194
- Software de cálculo de armónicos ... 209
- THDi ... 206

Calentador
- Esquema de cableado ... 172
- Uso ... 165

Carga compartida
- Advertencia ... 6
- Descripción general ... 44
- Esquema de cableado ... 172
- Protección ante cortocircuitos ... 20
- Terminales ... 45, 176

Caudal de aire
- Canal posterior ... 71, 72
- Necesario ... 167, 168
- Protección ... 71, 72
- Tuberías externas ... 168

CEM
- Aspectos generales ... 199
- Compatibilidad ... 203
- Directiva ... 8
- Instalación ... 205
- Interferencia ... 204
- Precauciones de instalación de la interfaz RS485 ... 237
- Resultados de pruebas ... 200

Certificación marítima ... 9

Certificado TÜV ... 9

Certificado UKrSEPRO ... 9

Ciclo de trabajo
- Cálculo ... 193
- Definición ... 235

Clasificación de protección NEMA ... 10

Clasificación IP ... 10

Código descriptivo ... 226

Código descriptivo para el formulario de pedido ... 226

Compensación de cos φ ... 30

Compensación de deslizamiento ... 235

Compuertas ... 34

Comunicación serie ... 180

Condensación ... 165

Condiciones ambientales
- Descripción general ... 165
- Especificaciones ... 66

Conexión a PC ... 177

Conexión a tierra ... 23, 177, 196

Conexión de red ... 236

Configuración de cableado de arranque/parada ... 219, 220

Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa ... 220

Configuraciones de montaje ... 167

Conformado periódico ... 164

Conformidad
- Con el acuerdo ADN ... 7
- Directivas ... 8

Conmutador
- A53 y A54 ... 67, 181
- Desconexión ... 52

Control
- Características ... 70
- Descripción del funcionamiento ... 210
- Estructuras ... 214
- Tipos de ... 216

Control ATEX ... 24, 166

Control de proceso ... 216

Controlador de cascada
- Diagrama de cableado ... 223

Convenciones ... 5

Convertidor
- Configurador ... 226
- Descripción general ... 13, 14
- Pedidos ... 226
- Potencias de salida ... 13, 14
- Requisitos de espacio libre ... 167

Corriente de fuga ... 6, 195

Cortocircuito
- Cálculo de la relación ... 207
- Clasificación de SCCR ... 185
- Definición ... 236
- Frenado ... 44, 194
- Protección ... 20, 184

D

Desconexión
- Definición ... 236
- Puntos de los convertidores de 380-480 V ... 54
- Puntos de los convertidores de 525-690 V ... 60

Descripción general del protocolo ... 237

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Desequilibrio de tensión... 21
Determinación de la velocidad local... 39
DeviceNet... 47, 233
Diagrama de cableado
Alternancia de bomba principal... 225
Bomba de velocidad fija variable... 224
Controlador de cascada... 223
Digital
Descripciones de entrada/salida y ajustes predeterminados... 180
Especificaciones de entrada... 67
Especificaciones de salida... 68
Dimensiones
Alojamiento E1... 73
Alojamiento E2... 81
Alojamiento F1... 89
Alojamiento F10... 136
Alojamiento F11... 142
Alojamiento F12... 150
Alojamiento F13... 156
Alojamiento F2... 96
Alojamiento F3... 103
Alojamiento F4... 115
Alojamiento F8... 126
Alojamiento F9... 130
Tabla... 13, 14
Dimensiones exteriores (ilustraciones)... 73
Directiva de máquinas... 8
Directiva ErP... 9
Disipador
Caudal de aire necesario... 167, 168
Limpieza... 166
Punto de desconexión por sobretemperatura... 54, 60
Dispositivo de corriente diferencial... 195, 196
DU/dt... 198

E

Elevación... 164
Emisión conducida... 200, 201
Emisión irradiada... 200, 201
Encoder
Definición... 235
Energía
Ahorro... 28, 29
Clase de rendimiento energético... 66
Energía regenerativa... 26
Entorno... 66, 165
Entorno comercial... 201
Entorno residencial... 201
Entrada de usuario... 210
Espacio de la puerta... 73
Especificaciones de entrada... 67
Especificaciones de USB... 70
Especificaciones eléctricas
Convertidores de frecuencia de 6 pulsos... 54, 60
Convertidores de frecuencia de doce pulsos... 57, 63
Esquema de cableado
Conexiones de potencia... 173
Convertidor... 172
Ejemplos de aplicación típicos... 218
Terminales de control de doce pulsos... 183
EtherNet/IP... 48

F

Fieldbus... 47, 178
Filtro de modo común... 50
Filtro senoidal... 50, 175
Filtros
Filtro armónico... 50
Filtro de modo común... 50
Filtro dU/dt... 50
Filtro RFI... 203
Filtro senoidal... 50, 175
Pedidos... 233
Fórmula
Intensidad de salida... 234
Límite de intensidad... 234
Potencia nominal de la resistencia de frenado... 234
Rendimiento del convertidor... 234
Frecuencia de conmutación
Conexiones de potencia... 175
Filtro senoidal... 50, 175
Reducción de potencia... 21
Uso con RCD... 196
Frenado
Control con función de freno... 195
dinámico... 44
Límites... 194
Uso como función de freno alternativa... 195
Freno CC... 44, 248
Freno de CA... 44
Función de Motor en giro... 26
Funcionamiento a baja velocidad... 169
Fusibles
Advertencia de protección de sobreintensidad... 171
Alimentación... 187
Complementarios... 186
Conformidad... 184
Contactor de red... 190
Controlador de motor manual... 186
Desconexión de red... 189
Especificaciones para 380-480 V... 54
Especificaciones para 525-690 V... 60
Opciones... 184
Para las conexiones de potencia... 173
Potencia/semiconductor... 184
Relé Pilz... 187
Terminal protegido de 30 A... 187
Transformador de control... 187
Ventilador... 186

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

G

Gases... 165
Gestión del ancho de banda... 42
Guía de funcionamiento... 5
Guía de programación... 5

H

Hand on... 210
Homologación CSA/cUL... 9
Humedad... 165

I

IGV... 34
Inercia... 248
Instalación
- Eléctrico... 171
- Personal cualificado... 6
- Requisitos... 167

Instalación a gran altitud... 204
Instalación eléctrica... 181
Intensidad
- Conexión toma a tierra transitoria... 196
- Control de corriente interno... 217
- Corriente armónica... 206
- Corriente de fuga... 195, 196
- Corriente fundamental... 206
- Corriente nominal de salida... 234
- Distorsión... 207
- Fórmula para el límite de intensidad... 234
- Mitigación del motor... 193

Interferencias de radiofrecuencia... 23
Interferencias electromagnéticas... 23
Inversor... 210

K

Kits
- Descripciones... 232
- Disponibilidad de las envolventes... 19
- Números de pedido... 232

L

Lazo abierto... 214, 215
Lazo cerrado... 214, 215
Leyes de proporcionalidad... 29
Longitud del telegrama (LGE)... 238
Los cables de control... 181

M

Magnetotérmico... 184, 188, 196
Mantenimiento... 166
Marca CE... 8
Marca RCM... 9
Modbus
- Códigos de función de los mensajes RTU... 246
- Estructura de telegrama... 244
- Opción... 48
- Visión general de RTU... 242

Modulación... 22, 234, 235
Modulación automática de frecuencia de conmutación... 22
Módulo de opción de E/S general... 48
Motor
- Aislamiento... 193
- Cables... 175, 190, 196
- Clases de protección... 166
- Conexión en paralelo... 191
- Configuración de cableado de termistor... 222
- Corriente de fuga... 196
- Detección de caída de fase... 21
- Especificaciones de salida... 66
- Esquema de cableado... 172
- Ex-d... 49
- Ex-e... 24
- Mitigación de corrientes en los cojinetes... 193
- Par completo... 26
- Par de arranque... 235
- Placa de características... 25
- Protección térmica... 23, 191
- Rotación... 191

N

Normativa de control de exportación... 9

O

Opción de entrada de sensor... 49
Opciones
- Control de movimiento... 49
- Disponibilidad de las envolventes... 13, 14
- Extensiones funcionales... 48
- Fieldbus... 47
- Fusibles... 184
- Pedidos... 50, 230, 233
- Tarjetas de relé... 49

Optimización automática de energía (AEO)... 22
Ordenador personal... 177

P

Paquetes de idioma... 226
Par
- Característica... 66
- Control... 216

Par de arranque... 235
PELV... 23, 68, 203
Perfil FC... 248
Personal cualificado... 6

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

PID
Control 30
Controlador 23, 213, 216
Controlador PID de tres valores de consigna 35

Placa prensacables 73

PLC 178

Potencia
Clasificación 12, 54, 60
Conexiones 173
Factor 235
Pérdidas 54, 60

Potenciómetro 181, 221

Precalentamiento 26

PROFIBUS 47, 233

PROFINET 47

Protección
Clasificación 10
Clasificación de protección 13, 14
Cortocircuito 20
Desequilibrios en la tensión de alimentación 21
Función de freno 20
Sobrecarga 21
Sobreintensidad 171
Sobretensión 20
Térmico motor 23

Protección de circuito derivado 184

Protección de sobreintensidad 171

Protección del armario 10

Pulso
Configuración de cableado de arranque/parada 219
Especificaciones de entrada 68

Punto de acoplamiento común 206

R

Realimentación
Conversión 214
Manejo 213
Señal 215

Rectificador 210

Red
Corte 26

Red IT 197

Reducción de potencia
Altitud 169
Especificaciones 67, 167
Frecuencia de conmutación alta 22
Función automática 21
Funcionamiento a baja velocidad 169
Tablas 170
Tuberías externas 168
Vista general y causas 168

Referencia
Entrada de velocidad 218, 219
Manejo a distancia de 211
activa 210
remota 211

Referencia activa 210

Referencia escalada 211

Referencia remota 211

Refrigeración
Advertencia de polvo 166
Caudales de aire de los alojamientos 167, 168
Requisitos 167
Ventilador de torre 36
Vista general de la refrigeración mediante canal posterior 167

Refrigeración de tuberías 167

Refrigeración del canal posterior 167

Regen
Disponibilidad 13, 14
Terminales 95, 102, 114, 125, 227

Regeneración
Descripción general 46

Reinicio 26

Reinicio de la alarma 220

Relé
Especificaciones 69
Instalación conforme al acuerdo ADN 7
Opción 49
Opción de tarjeta de relé ampliada 49
Tarjeta 49
Terminales 181

Relé termoelectrónico (ETR) 171

Rendimiento
Cálculo 197
Especificaciones 54, 60
Fórmula para el rendimiento del convertidor 234
Utilización del AMA 23

Repuestos 233

Requisitos de inmunidad 202

Requisitos en materia de emisiones 201

Resistencia de frenado
Definición 235
Descripción general 49
Esquema de cableado 172
Fórmula para la potencia nominal 234
Guía de diseño 5
Pedidos 233
Seguridad 7, 195
Selección 193
Terminales 176

Resistor brake (Freno con resistencia) 44

RFI
Filtro 203
Uso de conmutador con red IT 197

Rotor 21

RPM 29

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

RS485
Configuración de cableado... 222
Descripción general... 236
Esquema de cableado... 172
Instalación... 236
Terminales... 180
Valores de parámetro... 247

Ruido acústico... 198

S

Safe Torque Off
Configuración de cableado... 219
Cumplimiento de la Directiva de máquinas... 8
Descripción general... 28
Esquema de cableado... 172
Guía de funcionamiento... 5
Ubicación del terminal... 180

Salida
Conmutador... 21
Contactor... 197, 205
Especificaciones... 68

Seguridad
Instrucciones... 6, 171

Sello EAC... 9

Sensor de CO2... 35

Sistema CAV... 35

Sistema de gestión de edificios (BMS)... 29

Sistemas centralizados VAV... 34

Smart Logic Control
Configuración de cableado... 0 , 224
Descripción general... 27

Sobrecarga
Límites... 21
Problema con los armónicos... 206
termoelectrónica... 24

Sobrecarga termoelectrónica... 24

Sobretemperatura... 236

Sobretensión
Frenado... 49
Función de freno alternativa... 195
Protección... 20

STO... 5
consulte también *Safe Torque Off*

Suministro externo de 24 V CC... 180

T

Tarjeta de control
Especificaciones... 70
Especificaciones de RS485... 68
Punto de desconexión por sobretemperatura... 54, 60

Tarjeta de relé ampliada... 49

Tarjeta del termistor PTC... 49

Temperatura... 165

Tensión baja
Directiva... 8

Terminales
Carga compartida... 176
Comunicación serie... 180
Descripciones de control y ajustes predeterminados... 179
Dimensiones del alojamiento E1... 75
Dimensiones del alojamiento E2... 82
Dimensiones del alojamiento F1... 91
Dimensiones del alojamiento F10... 138
Dimensiones del alojamiento F11... 144
Dimensiones del alojamiento F12... 152
Dimensiones del alojamiento F13... 158
Dimensiones del alojamiento F2... 98
Dimensiones del alojamiento F3... 105
Dimensiones del alojamiento F4... 117
Dimensiones del alojamiento F8... 128
Dimensiones del alojamiento F9... 132
Entrada/salida analógica... 181
Entrada/salida digital... 180
Resistencia de frenado... 176
RS485... 180
Terminal 37... 180
de relé... 181

Terminales de control... 179

Termistor
Configuración de cableado... 222
Definición... 236
Recorrido de los cables... 178
Ubicación del terminal... 181

Tiempo de descarga... 7

Tiempo de subida... 198

Transductor... 180

Transformador
Conexión... 176
Efectos de los armónicos... 206

Triángulo... 31

U

UL
Clasificación de protección del alojamiento... 10
Logotipo del certificado... 9

V

VAV... 34

Velocidad
Configuración de cableado para aceleración/desaceleración... 221
Configuraciones de cableado para velocidad de referencia ... 221
Control... 216
Realimentación PID... 216

Ventiladores
Alimentación externa... 176
Caudal de aire necesario... 167, 168
controlados por temperatura... 22

Versiones de software... 233

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

Volumen de aire constante..... 35
Volumen de aire variable..... 34
VVC+..... 217

 Danfoss A/S © 11/2017 Reservados todos los derechos.

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
vlt-drives.danfoss.com