ENGINEERING TOMORROW

Guía de diseño

VLT® AutomationDrive FC 302

90-710 kW, tamaños de alojamiento D y E

vlt-drives.danfoss.com

Índice

1 Introducción 4

1.1 Propósito de la Guía de diseño 4

1.2 Recursos adicionales 4

1.3 Versión del documento y del software 4

1.4 Convenciones 4

2 Seguridad 5

2.1 Símbolos de seguridad 5

2.2 Personal cualificado 5

2.3 Medidas de seguridad 5

3 Homologaciones y certificados 7

3.1 Homologaciones normativas / de cumplimiento 7

3.2 Clasificaciones de protección de los alojamientos 9

4 Vista general de producto 10

4.1 Convertidores VLT® de alta potencia 10

4.2 Tamaño de los alojamientos por potencia de salida 10

4.3 Vista general de los alojamientos, 380-500 V 11

4.4 Vista general de los alojamientos, 525-690 V 13

4.5 Disponibilidad del kit 15

5 Funciones del producto 16

5.1 Funciones de funcionamiento automatizadas 16

5.2 Funciones de aplicación personalizadas 19

5.3 Vista general del freno dinámico 23

5.4 Vista general del freno de retención mecánico 24

5.5 Vista general de la función de carga compartida 27

5.6 Vista general de la regeneración 29

5.7 Vista general de la refrigeración mediante canal posterior 29

6 Vista general de opciones y accesorios 32

6.1 Dispositivos de fieldbus 32

6.2 Extensiones funcionales 33

6.3 Control de movimientos y tarjetas de relé 35

6.4 Resistencias de frenado 36

6.5 Filtros senoidales 36

6.6 Filtros dU/dt 36

6.7 Filtros de modo común 36

6.8 Filtros armónicos 37

6.9 Kits de alta potencia 37

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

7 Especificaciones 38
7.1 Datos eléctricos, 380-500 V 38
7.2 Datos eléctricos, 525-690 V 42
7.3 Fuente de alimentación de red 46
7.4 Salida del motor y datos del motor 46
7.5 Condiciones ambientales 46
7.6 Especificaciones del cable 47
7.7 Entrada/salida de control y datos de control 47
7.8 Pesos del alojamiento 50

8 Dimensiones exteriores y de los terminales 51
8.1 Dimensiones exteriores y de los terminales del D1h 51
8.2 Dimensiones exteriores y de los terminales del D2h 57
8.3 Dimensiones exteriores y de los terminales del D3h' 63
8.4 Dimensiones exteriores y de los terminales del D4h 68
8.5 Dimensiones exteriores y de los terminales del D5h 73
8.6 Dimensiones exteriores y de los terminales del D6h 82
8.7 Dimensiones exteriores y de los terminales del D7h 93
8.8 Dimensiones exteriores y de los terminales del D8h 103
8.9 Dimensiones exteriores y de los terminales del E1h 114
8.10 Dimensiones exteriores y de los terminales del E2h 120
8.11 Dimensiones exteriores y de los terminales del E3h 126
8.12 Dimensiones exteriores y de los terminales del E4h 133

9 Consideraciones de instalación mecánica 140
9.1 Almacenamiento 140
9.2 Elevación de la unidad 140
9.3 Entorno de funcionamiento 140
9.4 Configuraciones de montaje 142
9.5 Refrigeración 142
9.6 Reducción de potencia 143

10 Consideraciones de instalación eléctrica 147
10.1 Instrucciones de seguridad 147
10.2 Esquema de cableado 148
10.3 Conexiones 149
10.4 Terminales y cableado de control 150
10.5 Fusibles y magnetotérmicos 154
10.6 Motor 156
10.7 Frenado 159

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

10.8 Dispositivos de corriente diferencial (RCD) y monitor de resistencia de aislamiento (IRM) 162
10.9 Corriente de fuga 162
10.10 Alimentación aislada de tierra (IT) 164
10.11 Rendimiento 164
10.12 Ruido acústico 165
10.13 Condiciones dU/dt 165
10.14 Vista general de compatibilidad electromagnética (CEM) 171
10.15 Instalación conforme a CEM 175
10.16 Resumen de armónicos 178

11 Principios básicos de funcionamiento de un convertidor 181
11.1 Descripción del funcionamiento 181
11.2 Controles de la unidad 181

12 Ejemplos de aplicaciones 191
12.1 Programación de un sistema de convertidor de lazo cerrado 191
12.2 Configuraciones de cableado para adaptación automática del motor (AMA) 191
12.3 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad 192
12.4 Configuraciones de cableado de arranque/parada 192
12.5 Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa 194
12.6 Configuración de cableado para velocidad de referencia mediante un potenciómetro manual 194
12.7 Configuración de cableado para aceleración/desaceleración 194
12.8 Configuración de cableado para la conexión de red RS485 195
12.9 Configuración de cableado de un termistor del motor 195
12.10 Configuración de cableado para un ajuste de relé con Smart Logic Control 196
12.11 Configuración de cableado para el control de freno mecánico 197
12.12 Configuración de cableado para el encoder 197
12.13 Configuración de cableado para el límite de par y de parada 198

13 Cómo encargar un convertidor de frecuencia 199
13.1 Configurador de convertidores de frecuencia 199
13.2 Números de pedido para opciones y accesorios 203
13.3 Números de pedido para filtros y resistencias de frenado 208
13.4 Repuestos 208

14 Anexo 209
14.1 Abreviaturas y símbolos 209
14.2 Definiciones 210

Índice 212

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

1

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
MG38C2xx	Contenido D1h-D8h añadido	8.03

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 © 12/2017 Reservados todos los derechos.

2 Seguridad

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

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 el tiempo especificado en la *Tabla 2.1* antes de realizar cualquier trabajo de reparación o tarea de mantenimiento, pueden producirse lesiones graves o incluso la muerte.

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 a que los condensadores se descarguen por completo. Consulte la *Tabla 2.1*.**
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.**

Tensión	Potencia de salida (sobrecarga normal)	Alojamiento	Minutos para la descarga
380–500	90-250 kW 125-350 CV	D1h-D8h	20
380–500	315-500 kW 450-650 CV	E1h-E4h	40
525–690	55-315 kW 60-350 CV	D1h-D8h	20
525–690	355-710 kW 400-750 CV	E1h-E4h	40

Tabla 2.1 Tiempo de descarga para los alojamientos D1h-D8h y E1h-E4h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

2

⚠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.**

AVISO!

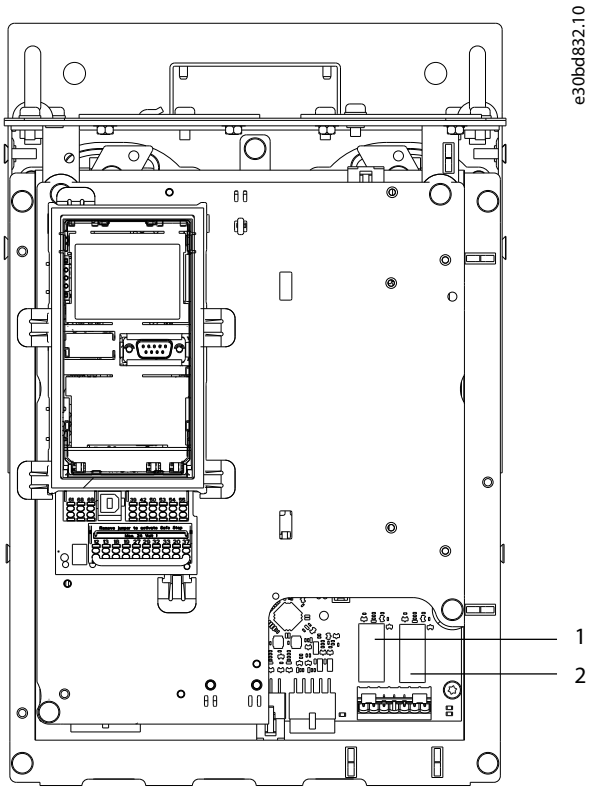
OPCIÓN DE SEGURIDAD DE PANTALLA DE ALIMENTACIÓN

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 Filtro RFI* 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 © 12/2017 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 6.72 del software, la frecuencia de salida del convertidor de frecuencia está limitada a 590 Hz, debido a las normativas de control de exportaciones. La versiones de software 6.xx también limitan la frecuencia de salida máxima a 590 Hz, pero dichas versiones no se pueden actualizar a versiones inferiores ni superiores.

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 © 12/2017 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. El convertidor de frecuencia cumple los requisitos de retención de memoria térmica establecidos por la norma UL 61800-5-1. Para obtener más información, consulte el *capétulo 10.6.1 Protección térmica del motor*.

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 TUV

TUV SUD es una organización europea de seguridad que certifica la seguridad funcional de los convertidores conforme a la norma EN/CEI 61800-5-2. TUV SUD 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

Las aplicaciones marinas (barcos y plataformas de extracción de hidrocarburos) deben estar certificadas por una o varias sociedades de certificación naval para recibir la correspondiente licencia y poder contratar un seguro. Los convertidores de la serie Danfoss VLT® AutomationDrive están certificados por hasta 12 sociedades de clasificación naval diferentes.

Para consultar o imprimir las homologaciones y certificados, diríjase a la zona de descargas en *http://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 © 12/2017 Reservados todos los derechos.

3.2 Clasificaciones de protección de los alojamientos

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

1.er dígito	2.° 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 a goteo vertical de agua
–	2	Protegido frente a goteo de agua en un ángulo de 15º
–	3	Protegido frente a agua en un ángulo de 60º
–	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 inmersión temporal
–	8	Protegido frente a inmersión permanente

Tabla 3.3 Desglose del número IP

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

4 Vista general de producto

4.1 Convertidores VLT® de alta potencia

Los convertidores VLT® que se describen en el presente manual están disponibles como unidades independientes, de montaje en pared o de montaje en armario. Cada convertidor VLT® se puede configurar, es compatible y tiene una eficiencia optimizada para todos los tipos de motores estándar, con lo cual se evitan las restricciones de los kits de paquetes de motor y convertidor.

Ventajas de los convertidores VLT®

- Disponibles en varios tamaños de alojamiento y grados de protección.
- La eficiencia del 98 % reduce los costes operativos.
- El exclusivo diseño de refrigeración a través de un canal posterior reduce la necesidad de equipamiento de refrigeración adicional, lo que se traduce en menores costes de instalación y costes recurrentes.
- Consumo de energía menor para el equipo de refrigeración de la sala de control.
- Costes de propiedad reducidos.
- Interfaz de usuario coherente en toda la gama de convertidores Danfoss.
- Asistentes de inicio orientados a la aplicación.
- Interfaz de usuario multilingüe.

4.2 Tamaño de los alojamientos por potencia de salida

kW[1)]	CV[1)]	Alojamientos disponibles
90	125	D1h / D3h / D5h / D6h
110	150	D1h / D3h / D5h / D6h
132	200	D1h / D3h / D5h / D6h
160	250	D2h / D4h / D7h / D8h
200	300	D2h / D4h / D7h / D8h
250	350	D2h / D4h / D7h / D8h
315	450	E1h / E3h
355	500	E1h / E3h
400	550	E1h / E3h
450	600	E2h / E4h
500	650	E2h / E4h

Tabla 4.1 Potencias de salida de los alojamientos, 380-500 V

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

kW[1)]	CV[1)]	Alojamientos disponibles
55	60	D1h / D3h / D5h / D6h
75	75	D1h / D3h / D5h / D6h
90	100	D1h / D3h / D5h / D6h
110	125	D1h / D3h / D5h / D6h
132	150	D1h / D3h / D5h / D6h
160	200	D2h / D4h / D7h / D8h
200	250	D2h / D4h / D7h / D8h
250	300	D2h / D4h / D7h / D8h
315	350	D2h / D4h / D7h / D8h
355	400	E1h / E3h
400	400	E1h / E3h
500	500	E1h / E3h
560	600	E1h / E3h
630	650	E2h / E4h
710	750	E2h / E4h

Tabla 4.2 Potencias de salida de los alojamientos, 525-690 V

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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

4.3 Vista general de los alojamientos, 380-500 V

Tamaño del alojamiento	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h
Potencia de salida[1]								
Salida a 400 V (kW)	90–132	160–250	90–132	160–250	90–132	90–132	160–250	160–250
Salida a 460 V (CV)	125–200	250–350	125–200	250–350	125–200	125–200	250–350	250–350
Clasificación de protección								
IP	IP21/54	IP21/54	IP20	IP20	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo chasis	Tipo chasis	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	O	O	O	O
Apantallamiento de red	O	O	–	–	O	O	O	O
Calefactor	O	O	–	–	O	O	O	O
Filtro RFI (clase A1)	O	O	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S	S	S
Sin LCP	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP numérico	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP gráfico	O	O	O	O	O	O	O	O
Fusibles	O	O	O	O	O	O	O	O
Acceso a disipador[3]	O	O	O	O	O	O	O	O
Chopper de frenado	–	–	O	O	O	O	O	O
Terminales de regeneración	–	–	O	O	O	O	O	O
Terminales de carga compartida	–	–	O	O	–	–	–	–
Fusibles + carga compartida	–	–	O	O	–	–	–	–
Desconexión	–	–	–	–	–	O	–	O
Magnetotérmicos	–	–	–	–	–	O	–	O
Contactores	–	–	–	–	–	O	–	O
Suministro externo de 24 V CC	O	O	O	O	O	O	O	O
Dimensiones								
Altura, mm (in)	901 (35,5)	1107 (43,6)	909 (35,8) 1004 (39,5)[4]	1027 (40,4) 1027 (40,4)[4]	1324 (52,1)	1663 (65,5)	1978 (77,9)	2284 (89,9)
Anchura, mm (in)	325 (12,8)	325 (12,8)	250 (9,8)	375 (14,8)	325 (12,8)	325 (12,8)	420 (16,5)	420 (16,5)
Profundidad, mm (in)	379 (14,9)	379 (14,9)	375 (14,8)	375 (14,8)	381 (15,0)	381 (15,0)	386 (15,2)	406 (16,0)
Peso, kg (lb)	62 (137)	125 (276)	62 (137) 108 (238)[4]	125 (276) 179 (395)[4]	99 (218)	128 (282)	185 (408)	232 (512)

Tabla 4.3 Convertidores D1h-D8h, 380-500 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga alta. 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.

3) El acceso al disipador no está disponible con la opción del canal posterior de acero inoxidable.

4) Con terminales de regeneración y carga compartida opcionales.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

4

Tamaño del alojamiento	E1h	E2h	E3h	E4h
Potencia de salida[1]				
Salida a 400 V (kW)	315–400	450–500	315–400	450–500
Salida a 460 V (CV)	450–550	600–650	450–550	600–650
Clasificación de protección				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20[2]	IP20[2]
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chasis	Chasis
Opciones de hardware[3]				
Canal posterior de acero inoxidable	O	O	O	O
Apantallamiento de red	O	O	–	–
Calefactor	O	O	–	–
Filtro RFI (clase A1)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Sin LCP	O	O	O	O
LCP gráfico	O	O	O	O
Fusibles	S	S	O	O
Acceso a disipador	O	O	O	O
Chopper de frenado	O	O	O	O
Terminales de regeneración	O	O	O	O
Terminales de carga compartida	–	–	O	O
Fusibles + carga compartida	–	–	O	O
Desconexión	O	O	–	–
Magnetotérmicos	–	–	–	–
Contactores	–	–	–	–
Suministro externo de 24 V CC (SMPS, 5 A)	–	–	–	–
Dimensiones				
Altura, mm (in)	2043 (80,4)	2043 (80,4)	1578 (62,1)	1578 (62,1)
Anchura, mm (in)	602 (23,7)	698 (27,5)	506 (19,9)	604 (23,9)
Profundidad, mm (in)	513 (20,2)	513 (20,2)	482 (19,0)	482 (19,0)
Peso, kg (lb)	295 (650)	318 (700)	272 (600)	295 (650)

Tabla 4.4 Convertidores E1h-E4h, 380-500 V

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

2) Si el alojamiento está configurado con terminales de regeneración o carga compartida, la clasificación de protección será IP00. En caso contrario, la clasificación de protección será IP20.

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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

4.4 Vista general de los alojamientos, 525-690 V

Tamaño del alojamiento	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h
Potencia de salida[1]								
Salida a 690 V (kW)	55–132	160–315	55–132	160–315	55–132	55–132	160–315	160–315
Salida a 575 V (CV)	60–150	200–350	60–150	200–350	60–150	60–150	200–350	200–350
Clasificación de protección								
IP	IP21/54	IP21/54	IP20	IP20	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo chasis	Tipo chasis	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Tipo 1/12
Opciones de hardware[2]								
Canal posterior de acero inoxidable	–	–	O	O	–	–	–	–
Apantallamiento de red	O	O	O	O	O	O	O	O
Calefactor	O	O	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S	S	S
Sin LCP	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP numérico	O	O	O	O	O	O	O	O
LCP gráfico	O	O	O	O	O	O	O	O
Fusibles	O	O	O	O	O	O	O	O
Acceso a disipador[3]	O	O	O	O	O	O	O	O
Chopper de frenado	–	–	O	O	O	O	O	XO
Terminales de regeneración	–	–	O	O	–	–	–	–
Terminales de carga compartida	–	–	O	O	O	O	O	O
Fusibles + carga compartida	–	–	O	O	–	–	–	–
Desconexión	–	–	–	–	O	O	O	O
Magnetotérmicos	–	–	–	–	–	O	–	O
Contactores	–	–	–	–	–	O	–	O
Suministro externo de 24 V CC	O	O	O	O	O	O	O	O
Dimensiones								
Altura, mm (in)	901 (35,5)	1107 (43,6)	909 (35,8) 1004 (39,5)[4]	1027 (40,4) 1027 (40,4)[4]	1324 (52,1)	1663 (65,5)	1978 (77,9)	2284 (89,9)
Anchura, mm (in)	325 (12,8)	325 (12,8)	250 (9,8)	375 (14,8)	325 (12,8)	325 (12,8)	420 (16,5)	420 (16,5)
Profundidad, mm (in)	379 (14,9)	379 (14,9)	375 (14,8)	375 (14,8)	381 (15,0)	381 (15,0)	386 (15,2)	406 (16,0)
Peso, kg (lb)	62 (137)	125 (276)	62 (137) 108 (238)[4]	125 (276) 179 (395)[4]	99 (218)	128 (282)	185 (408)	232 (512)

Tabla 4.5 Convertidores D1h-D8h, 525-690 V

1) Todas las potencias de salida se determinan con sobrecarga alta. 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.

3) El acceso al disipador no está disponible con la opción del canal posterior de acero inoxidable.

4) Con terminales de regeneración y carga compartida opcionales.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

4

Tamaño del alojamiento	E1h	E2h	E3h	E4h
Potencia de salida[1]				
Salida a 690 V (kW)	355–560	630–710	355–560	630–710
Salida a 575 V (CV)	400–600	650–750	400–600	650–750
Clasificación de protección				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20[2]	IP20[2]
Tipo UL	Tipo 1/12	Tipo 1/12	Chasis	Chasis
Opciones de hardware[3]				
Canal posterior de acero inoxidable	O	O	O	O
Apantallamiento de red	O	O	–	–
Calefactor	O	O	–	–
Filtro RFI (clase A1)	–	–	–	–
Safe Torque Off	S	S	S	S
Sin LCP	O	O	O	O
LCP gráfico	O	O	O	O
Fusibles	S	S	O	O
Acceso a disipador	O	O	O	O
Chopper de frenado	O	O	O	O
Terminales de regeneración	O	O	O	O
Terminales de carga compartida	–	–	O	O
Fusibles + carga compartida	–	–	O	O
Desconexión	O	O	–	–
Magnetotérmicos	–	–	–	–
Contactores	–	–	–	–
Suministro externo de 24 V CC (SMPS, 5 A)	–	–	–	–
Dimensiones				
Altura, mm (in)	2043 (80,4)	2043 (80,4)	1578 (62,1)	1578 (62,1)
Anchura, mm (in)	602 (23,7)	698 (27,5)	506 (19,9)	604 (23,9)
Profundidad, mm (in)	513 (20,2)	513 (20,2)	482 (19,0)	482 (19,0)
Peso, kg (lb)	295 (650)	318 (700)	272 (600)	295 (650)

Tabla 4.6 Convertidores E1h-E4h, 525-690 V

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

2) Si el alojamiento está configurado con terminales de regeneración o carga compartida, la clasificación de protección será IP00. En caso contrario, la clasificación de protección será IP20.

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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

4.5 Disponibilidad del kit

Descripción del kit[1)]	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h	E1h	E2h	E3h	E4h
Pantalla de protección para exteriores NEMA 3R	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Protección NEMA 3R para el kit de refrigeración de entrada y salida posterior	–	–	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–
USB en la puerta	O	O	O	O	O	O	O	O	S	S	–	–
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 de LCP, 3 m (9 ft)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montaje para LCP numérico (LCP, sujeciones, junta y cable)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kit de montaje para 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
Pantalla de alimentación	–	–	–	–	–	–	–	–	O	O	–	–
Barra de conexión a tierra	–	–	–	–	–	–	–	–	O	O	–	–
Placa de entrada opcional	O	O	O	O	O	O	O	O	–	–	–	–
Bloques de terminales	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Entrada superior para cables de fieldbus	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Pedestal	O	O	–	–	O	O	O	O	S	S	–	–
Refrigeración de entrada inferior y salida superior	–	–	O	O	–	–	–	–	–	–	O	O
Refrigeración de entrada inferior y salida posterior	O	O	O	O	–	–	–	–	–	–	O	O
Refrigeración de entrada posterior y salida superior	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	O	O
Refrigeración de entrada y salida posterior	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Refrigeración de salida superior (únicamente)	–	–	O	O	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabla 4.7 Kits disponibles para alojamientos D1h-D8h y E1h-E4h

1) S = estándar, O = opcional, y una raya indica que el kit no está disponible para ese alojamiento. Para ver las descripciones y números de referencia de los kits, consulte el capétulo 13.2.6 Números de pedido para kits D1h-D8h y el capétulo 13.2.7 Números de pedido para kits E1h-E4h.
2) El LCP gráfico se entrega de serie con los alojamientos D1h-D8h y E1h-E4h. Si se necesita más de un LCP gráfico, puede adquirirse el kit.

 Danfoss A/S © 12/2017 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 intensidad de cortocircuito excede el valor permitido (*Alarma 16, Trip Lock*).

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.

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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

AVISO!

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

AVISO!

No debe activarse OVC en aplicaciones de elevación.

5.1.3 Detección de que falta una fase del motor

La función Falta una fase del motor (*parámetro 4-58 Función Fallo Fase Motor*) 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 Función desequil. alimentación*).

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 Modo motor límite de par* y *parámetro 4-17 Modo generador límite de par*. El intervalo de tiempo anterior a que la advertencia de límite de par realice la desconexión se controla en el *parámetro 14-25 Retardo descon. con lím. de par*.

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

Límite de velocidad
Límite mínimo de velocidad: el *Parámetro 4-11 Límite bajo veloc. motor [RPM]* o el *parámetro 4-12 Límite bajo veloc. motor [Hz]* limitan el intervalo de velocidad operativa mínima del convertidor.
Límite máximo de velocidad: el *Parámetro 4-13 Límite alto veloc. motor [RPM]* o el *parámetro 4-19 Frecuencia salida máx.* 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 Protecc. rotor bloqueado*).

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.

AVISO!

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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 380-500 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.

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 10.14.1 Resultados de las pruebas de CEM*.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 del 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 (homologada para ATEX).
- Mediante un conmutador termomecánico (tipo Klixon) en una entrada digital.
- 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.

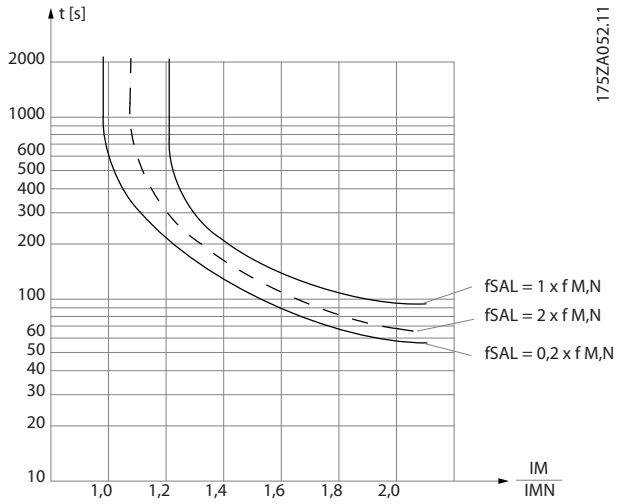


Ilustración 5.1 Características ETR

el eje X muestra la relación entre los valores I_{motor} e I_{motor} nominal. El eje Y muestra el intervalo en segundos antes

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 Térmico motor*.
También está disponible una versión especial del ETR para motores EX-e en zonas ATEX. Esta función hace posible introducir una curva específica para proteger el motor Ex-e. 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 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 ETR ATEX 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 de tarjeta del termistor VLT® PTC Thermistor Card 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.
- Se requiere un filtro senoidal cuando:
    - 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 Frecuencia conmutación*.

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:

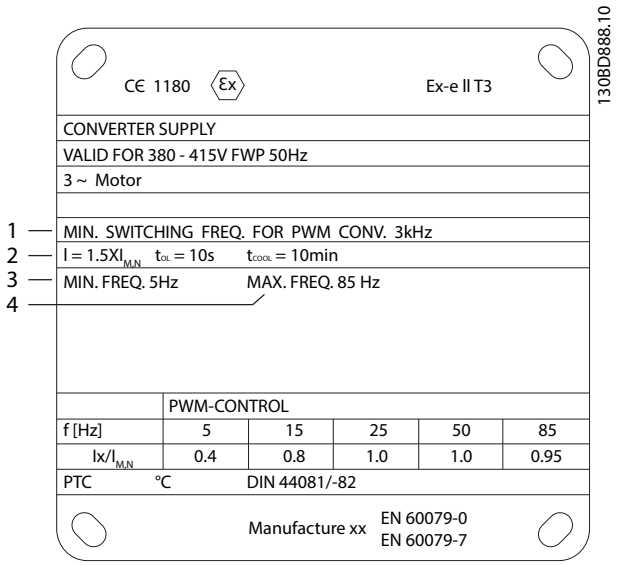
- Frecuencia de conmutación mínima.
- Corriente máxima.
- Frecuencia mínima del motor.
- Frecuencia máxima del motor.

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

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 $I_{VLT,\,n} \leq 2 \times I_{m,n}$
- 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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



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

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

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 Fallo aliment.*) 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 Motor en giro*).
- Energía regenerativa.
- Rampa de deceleración controlada.

Función de Motor en giro
Esta selección hace posible «atrapar» un motor que, por un corte de red, gira sin control. Esta opción es 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 Fallo aliment.* y el *parámetro 1-73 Motor en giro*.

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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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.

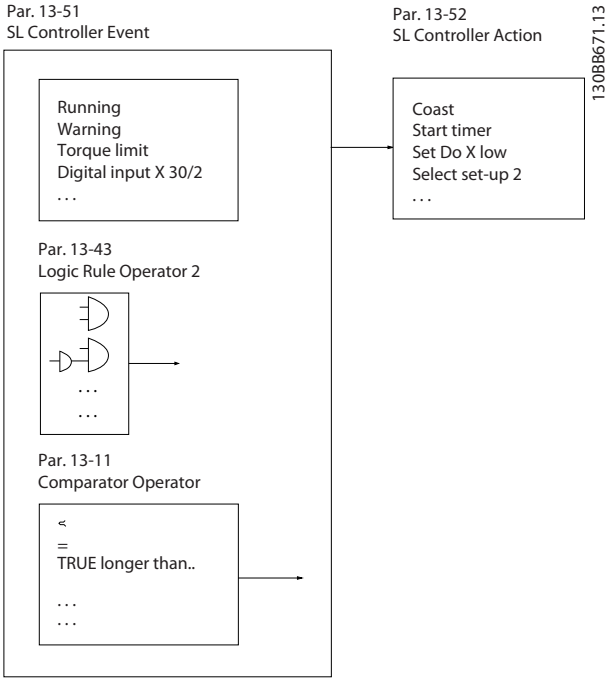


Ilustración 5.3 Evento y acción SLC

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 Acción Controlador SL* [x]) y ejecutadas por el SLC cuando este evalúa como VERDADERO el evento asociado definido por el usuario (consulte el *parámetro 13-51 Evento Controlador SL* [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*.

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:

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

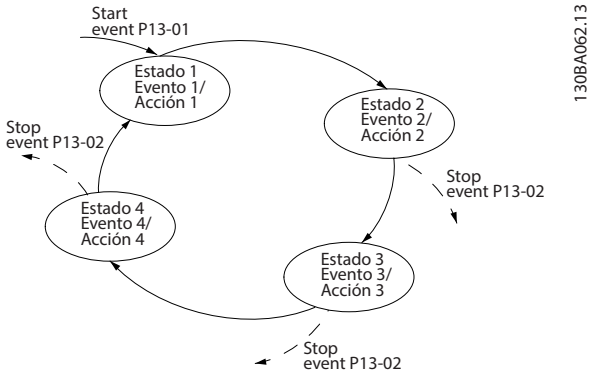


Ilustración 5.4 Orden de ejecución cuando están programados 4 eventos/acciones

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

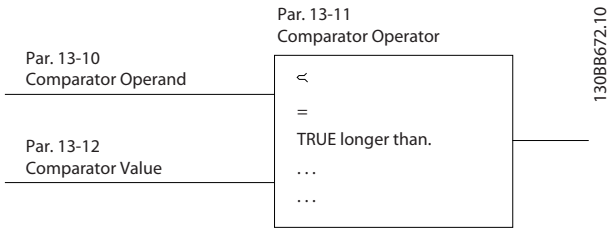


Ilustración 5.5 Comparadores

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.

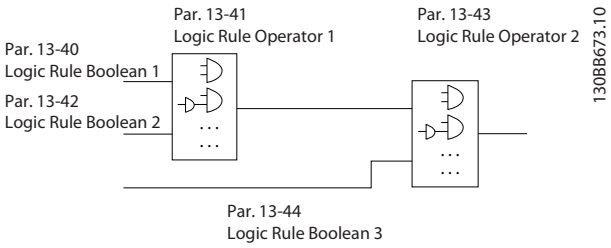


Ilustración 5.6 Reglas lógicas

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.

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.*

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.*
- Conoce a la perfección las normas generales y de seguridad de la aplicación específica.

5.3 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 Función de freno* = [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 de CC**
  Una intensidad de CC sobremodulada añadida a la intensidad de CA funciona como un freno de corriente parásita (*parámetro 2-02 Tiempo de frenado CC* ≠ 0 s).
- **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 Función de freno* = [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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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.

5.4 Vista general del freno de retención mecánico

Un freno de retención mecánico es una pieza externa del equipo montada directamente en el eje del motor que realiza un frenado estático. El frenado estático se lleva a cabo cuando el freno se utiliza para frenar el motor después de detener la carga. Un freno de retención está controlado por un PLC o directamente a través de una salida digital desde el convertidor de frecuencia.

AVISO!

Un convertidor de frecuencia no puede controlar con seguridad un freno mecánico. Debe incluirse en la instalación un sistema de circuitos redundante para el control de frenos.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

5.4.1 Freno mecánico con control de lazo abierto

En aplicaciones de elevación, normalmente es necesario controlar un freno electromagnético. Se necesita una salida de relé (relé 1 o relé 2) o una salida digital programada (terminal 27 o 29). Normalmente, esta salida debe estar cerrada mientras el convertidor de frecuencia no pueda mantener el motor. En *parámetro 5-40 Relé de función* (parámetro de matrices), *parámetro 5-30 Terminal 27 salida digital* o *parámetro 5-31 Terminal 29 salida digital*, seleccione *[32] Ctrl. freno mec.* para aplicaciones con un freno electromagnético.

Cuando *[32] Ctrl. freno mec.* está seleccionado, el relé del freno mecánico permanece cerrado durante el arranque hasta que la intensidad de salida supera el nivel seleccionado en *parámetro 2-20 Intensidad freno liber.*. Durante la parada, el freno mecánico se cierra cuando la velocidad sea inferior al nivel seleccionado en *parámetro 2-21 Velocidad activación freno [RPM]*. Si el convertidor de frecuencia entra en una condición de alarma, como una situación de sobretensión, el freno mecánico se activa inmediatamente. El freno mecánico también se activa durante la función de Safe Torque Off.

Tenga en cuenta lo siguiente al utilizar el freno electromagnético:

- Utilice una salida de relé o una salida digital (terminal 27 o 29). Si fuera necesario, utilice un contactor.
- Asegúrese de que la salida esté apagada mientras el convertidor de frecuencia sea incapaz de hacer girar el motor. Por ejemplo, debido a una sobrecarga o a que el motor aún no está montado.
- Antes de conectar el freno mecánico, seleccione *[32] Ctrl. freno mec.* en el *grupo de parámetros 5-4* Relés* (o en el *grupo de parámetros 5-3* Salidas digitales*).
- El freno queda liberado cuando la intensidad del motor supera el valor preseleccionado en el *parámetro 2-20 Intensidad freno liber.*.
- El freno se acciona cuando la frecuencia de salida sea inferior a la frecuencia ajustada en el *parámetro 2-22 Activar velocidad freno [Hz]* o en el *parámetro 2-21 Velocidad activación freno [RPM]*, y solo si el convertidor de frecuencia emite una orden de parada.

AVISO!

Para aplicaciones de elevación o descenso vertical, asegúrese de que se pueda detener la carga en caso de emergencia o funcionamiento defectuoso. Si el convertidor de frecuencia se encuentra en modo de alarma o en una situación de sobretensión, el freno mecánico se activará.

Para aplicaciones de elevación, asegúrese de que los límites de par de los parámetros *parámetro 4-16 Modo motor límite de par* y *parámetro 4-17 Modo generador límite de par* se ajustan a valores inferiores al límite de intensidad del parámetro *parámetro 4-18 Límite intensidad*. También se recomienda ajustar el *parámetro 14-25 Retardo descon. con lím. de par* a 0, el *parámetro 14-26 Ret. de desc. en fallo del convert.* a 0 y el *parámetro 14-10 Fallo aliment.* a *[3] Inercia*.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

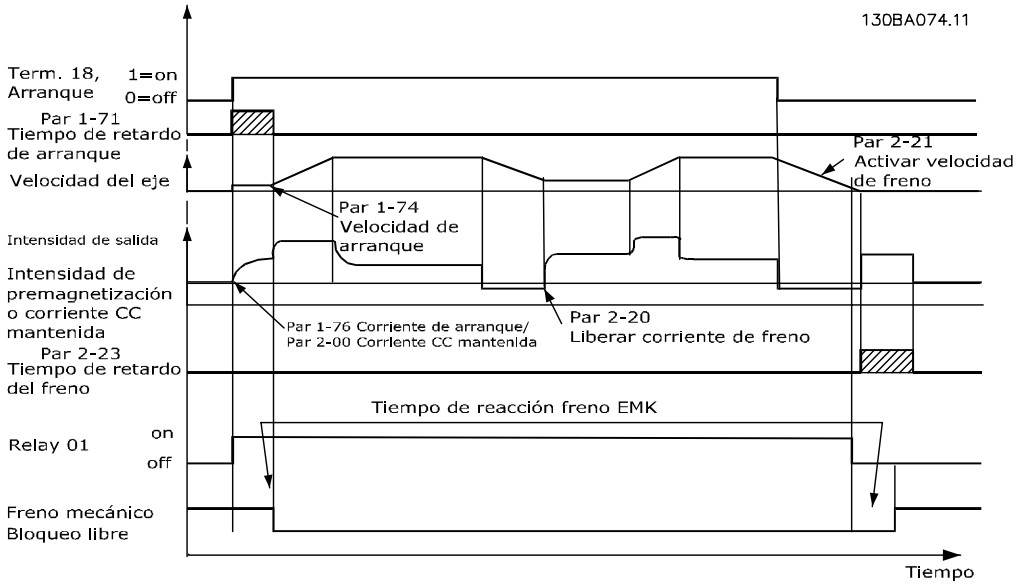


Ilustración 5.7 Control de freno mecánico en lazo abierto

5.4.2 Freno mecánico con control de lazo cerrado

El VLT® AutomationDrive FC 302 dispone de un control de freno mecánico diseñado para aplicaciones de elevación y admite las siguientes funciones:

- Dos canales de realimentación del freno mecánico para ofrecer protección contra acciones accidentales derivadas de la rotura de un cable.
- Control de la realimentación del freno mecánico en todo el ciclo. El control ayuda a proteger el freno mecánico, sobre todo si hay más de un convertidor de frecuencia conectado al mismo eje.
- No habrá rampa de aceleración mientras la realimentación no confirme que el freno mecánico está abierto.
- Mejora en el control de carga en parada.
- Es posible configurar la transición en el momento en que el motor asuma la carga del freno.

El *Parámetro 1-72 Función de arranque [6] Lib. freno elev. mec.* activa el freno mecánico de elevación. La principal diferencia si se compara con el control de freno mecánico estándar es que la función de freno mecánico para elevación tiene control directo sobre el relé de freno. En lugar de establecer una corriente para liberar el freno, se define el par que se aplica contra el freno cerrado antes de liberarlo. Puesto que el par se define directamente, la configuración es más sencilla para aplicaciones de elevación.

La estrategia de freno mecánico de elevación está basada en una secuencia de tres pasos, donde el control del motor y la liberación del freno están sincronizados para lograr que la liberación del freno sea lo más suave posible.

1. Premagnetizar el motor.
   Para garantizar que haya una sujeción del motor y para comprobar que está montado correctamente, primero el motor se premagnetiza.
2. Aplicar par contra el freno cerrado.
   Cuando la carga se encuentra retenida por el freno mecánico, no se puede determinar su tamaño, solamente su dirección. En el momento en el que se abre el freno, el motor debe encargarse de la carga. Para facilitar la entrada en funcionamiento, se aplica en la dirección de elevación un par definido por el usuario (*parámetro 2-26 Ref par*). Este proceso se utiliza para inicializar el controlador de velocidad, que finalmente se encargará de la carga. Para reducir el desgaste de la caja de engranajes debido a la contrarreacción, el par se acelera en rampa.

3. Liberar el freno.
   Cuando el par alcanza el valor ajustado en *parámetro 2-26 Ref par*, se libera el freno. El valor ajustado en *parámetro 2-25 Tiempo liberación de freno* determina el retardo antes de liberar la carga. Para reaccionar tan rápido como sea posible durante el paso de carga que sigue a la liberación del freno, se puede reforzar el control de PID de velocidad incrementando la ganancia proporcional.

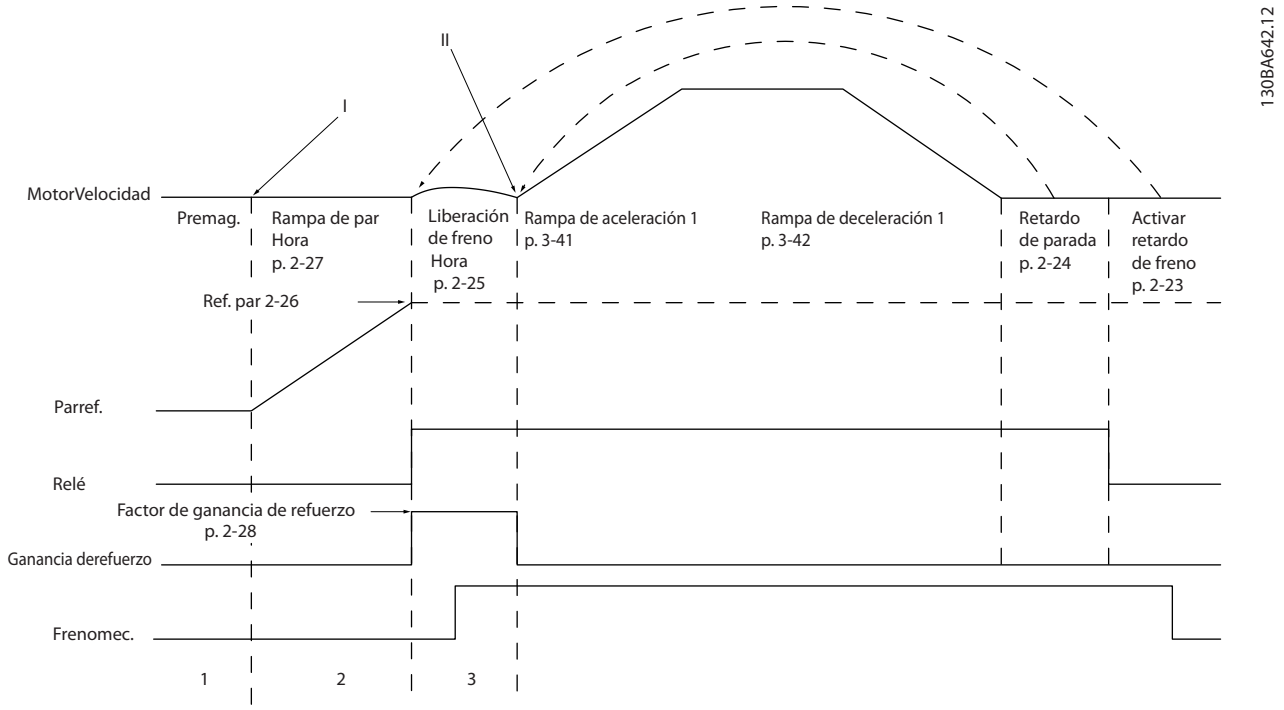


Ilustración 5.8 Secuencia de liberación de freno para control de freno mecánico para elevación

Los parámetros de *Parámetro 2-26 Ref par* a *parámetro 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* solo están disponibles para el control de freno mecánico de elevación (flujo con realimentación del motor). Los parámetros de *Parámetro 2-30 Position P Start Proportional Gain* a *parámetro 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* pueden configurarse para obtener un cambio de transición suave del control de velocidad al control de posición durante *parámetro 2-25 Tiempo liberación de freno* (tiempo en el que la carga se traslada del freno mecánico al convertidor de frecuencia). Los parámetros de *Parámetro 2-30 Position P Start Proportional Gain* a *parámetro 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* se activan cuando *parámetro 2-28 Factor de ganancia de refuerzo* está ajustado a 0. Consulte la *Ilustración 5.8* para conocer más información.

AVISO!

Para ver un ejemplo de control de freno mecánico avanzado para aplicaciones de elevación, consulte el *capétulo 12 Ejemplos de aplicaciones*.

5.5 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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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. Solo podrán utilizarse convertidores VLT® AutomationDrive FC 302 con otros convertidores VLT® AutomationDrive FC 302.
- 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 5.9*, puede consultar el diagrama de una aplicación de carga compartida en la que se aplican las mejores prácticas.

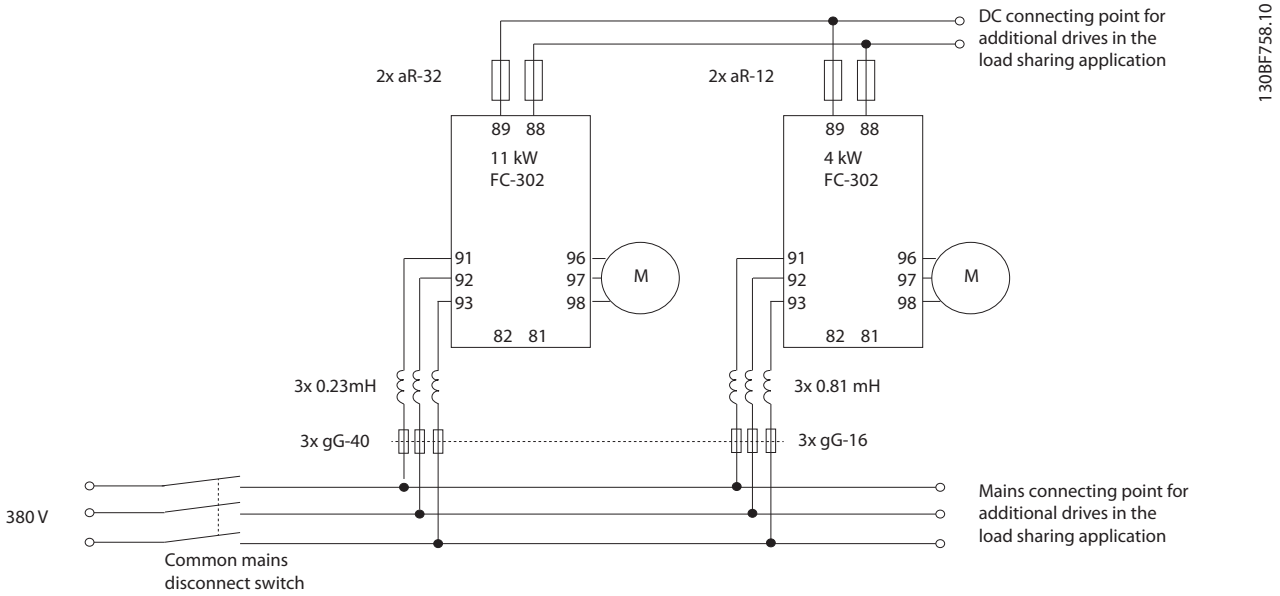


Ilustración 5.9 Diagrama de una aplicación de carga compartida en la que se aplican las mejores prácticas.

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.

5.6 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.

5.7 Vista general de la refrigeración mediante canal posterior

Un exclusivo conducto de canal posterior lleva el aire de refrigeración sobre los disipadores con un flujo de aire mínimo a través del área de los componentes electrónicos. Hay un cierre IP 54/tipo 12 entre el conducto de refrigeración de canal posterior y el área de los componentes electrónicos del convertidor de frecuencia VLT®. Esta refrigeración de canal posterior permite evacuar directamente al exterior del alojamiento el 90 % de las pérdidas caloríficas. Este diseño mejora la fiabilidad y alarga la vida útil de los componentes mediante la reducción drástica de las temperaturas interiores y la contaminación de los componentes electrónicos. Hay disponibles diferentes kits de refrigeración de canal posterior para redirigir el flujo de aire en función de las necesidades individuales.

5.7.1 Flujo de aire para los alojamientos D1h-D8h

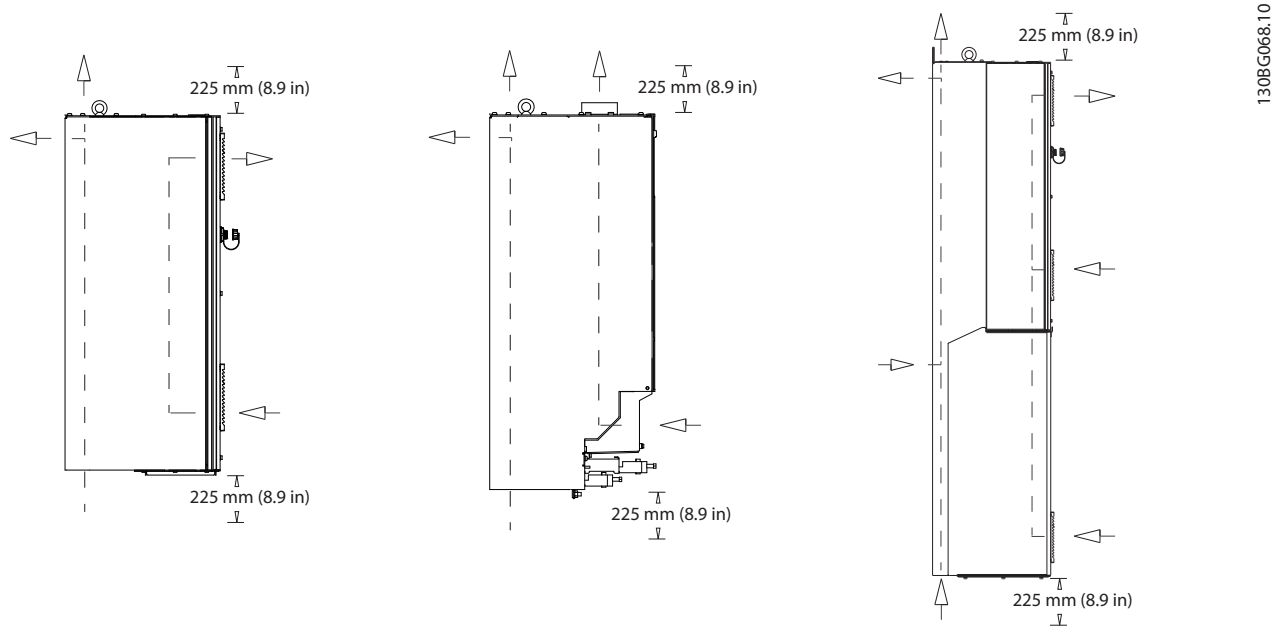


Ilustración 5.10 Configuración estándar del flujo de aire para alojamientos D1h/D2h (izquierda), D3h/D4h (centro) y D5h-D8h (derecha).

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

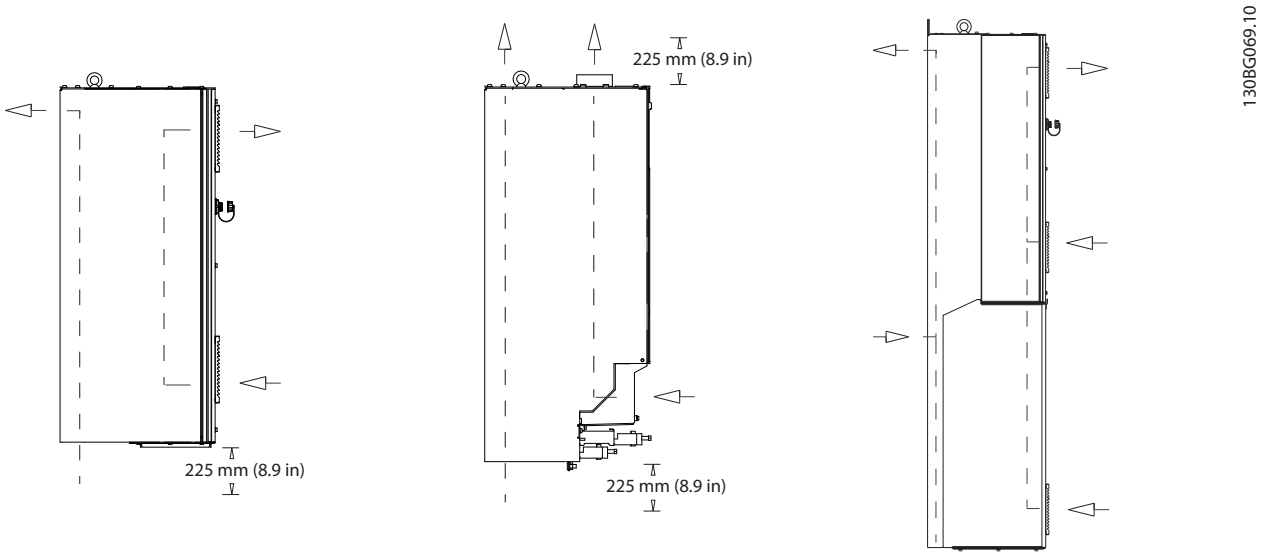


Ilustración 5.11 Configuración opcional del flujo de aire mediante kits de refrigeración de canal posterior para alojamientos D1h-D8h.
(Izquierda) Kit de refrigeración de entrada inferior y salida posterior para alojamientos D1h/D2h.
(Centro) Kit de refrigeración de entrada inferior y salida superior para alojamientos D3h/D4h.
(Derecha) Kit de refrigeración de entrada posterior y salida posterior para alojamientos D5-D8h.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

5.7.2 Flujo de aire para los alojamientos E1h-E4h

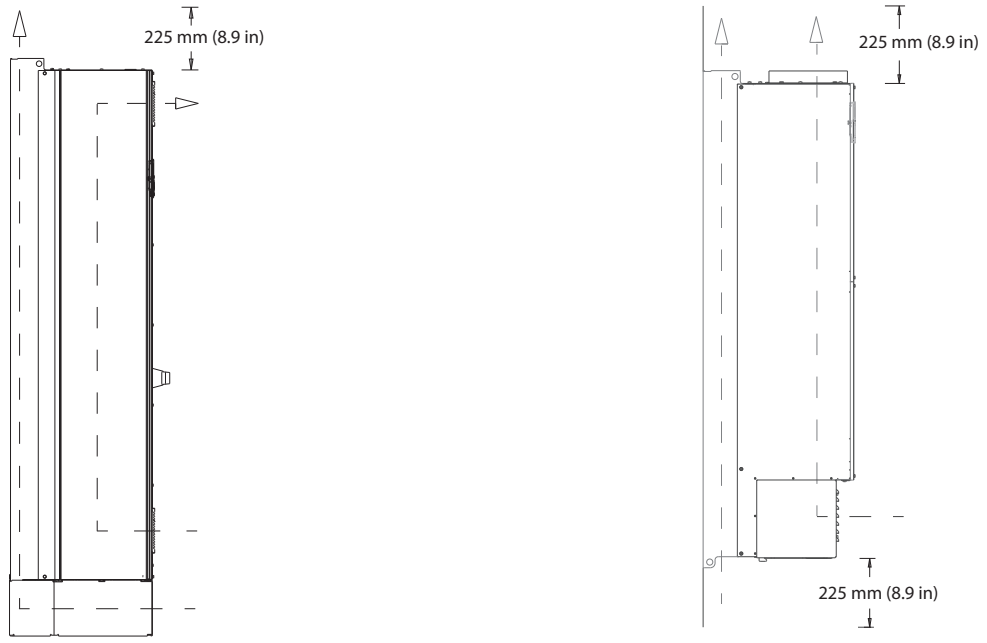


Ilustración 5.12 Configuración estándar del flujo de aire para alojamientos E1h/E2h (izquierda) y E3h/E4h (derecha)

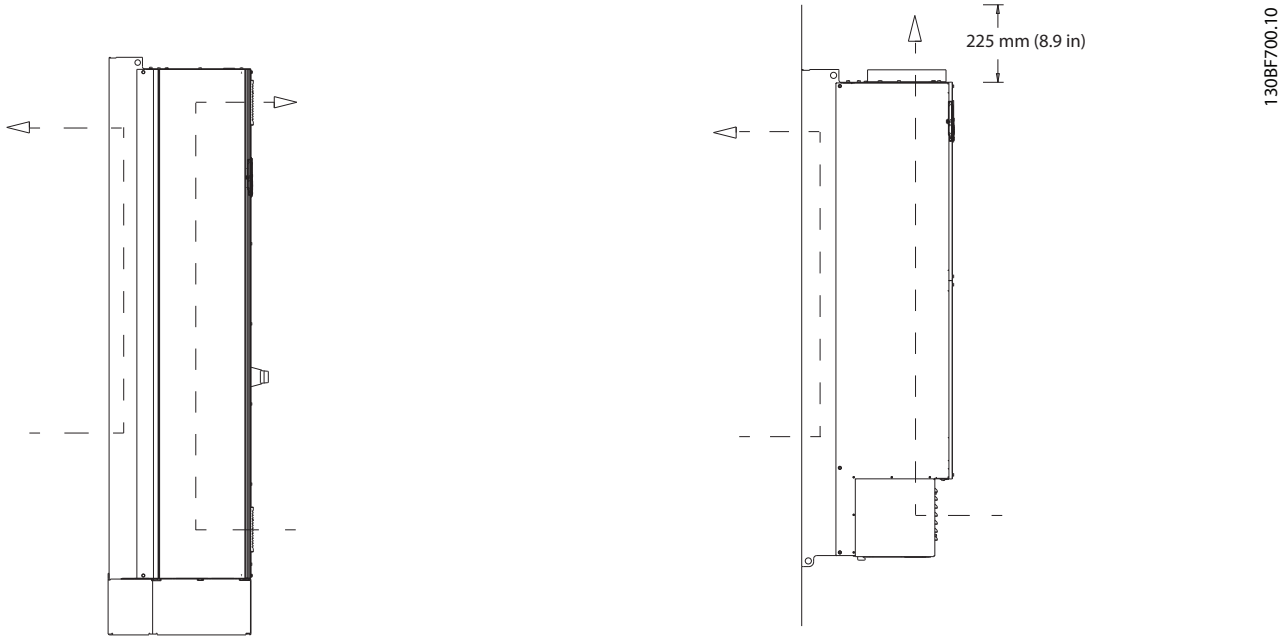


Ilustración 5.13 Configuración opcional del flujo de aire a través de la pared trasera para alojamientos E1h/E2h (izquierda) y E3h/E4h (derecha)

 Danfoss A/S © 12/2017 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® AutomationDrive FC 302. 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 para opciones y accesorios*.

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101

La opción MCA 101 aporta:

- Un gran nivel de compatibilidad y disponibilidad, servicio técnico para los principales proveedores de PLC y compatibilidad con futuras versiones.
- Comunicación rápida y eficaz, instalación transparente, diagnóstico avanzado, y parametrización y autoconfiguración de los datos de proceso a través del 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 MCA 104 aporta:

- 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® CAN Open MCA 105

La opción MCA 105 aporta:

- Manejo estandarizado.
- Interoperabilidad.
- Bajo coste.

Esta opción está totalmente equipada con acceso de alta prioridad para controlar el convertidor (comunicación PDO) y para acceder a todos los parámetros mediante datos acíclicos (comunicación SDO).

Para su interoperabilidad, la opción utiliza el perfil de convertidor de frecuencia DSP 402 CA.

6.1.4 VLT® PROFIBUS Converter MCA 113

La opción MCA 113 es una versión especial de las opciones de PROFIBUS que emula las órdenes de la serie VLT® 3000 en el convertidor VLT® AutomationDrive FC 302.

El VLT® 3000 puede sustituirse por el VLT® AutomationDrive FC 302 o puede ampliarse un sistema existente sin efectuar el costoso cambio del programa PLC. Para actualizar a un fieldbus diferente, el convertidor instalado puede extraerse y sustituirse por una nueva opción. La opción MCA 113 garantiza la inversión realizada sin pérdida de flexibilidad.

6.1.5 VLT® PROFIBUS Converter MCA 114

La opción MCA 114 es una versión especial de las opciones de PROFIBUS que emula las órdenes de la serie VLT® 5000 en el convertidor VLT® AutomationDrive FC 302. Esta opción admite DP-V1.

Puede sustituirse el VLT® 5000 por el VLT® AutomationDrive FC 302 o puede ampliarse un sistema existente sin efectuar el costoso cambio del programa PLC. Para actualizar a un fieldbus diferente, el convertidor instalado puede extraerse y sustituirse por una nueva opción. La opción MCA 114 garantiza la inversión realizada sin pérdida de flexibilidad.

6.1.6 VLT® PROFINET MCA 120

La opción MCA 120 combina 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.
- 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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

- 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.

6.1.7 VLT® EtherNet/IP MCA 121

EtherNet es el futuro estándar para las comunicaciones de las fábricas. La opción EtherNet/IP 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 que se encuentra en DeviceNet.

La opción MCA 121 presenta 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.

6.1.8 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.

6.1.9 VLT® POWERLINK MCA 123

La opción MCA 123 representa la segunda generación de fieldbus. La elevada tasa de bits del Ethernet industrial puede emplearse para aprovechar toda la potencia de las tecnologías IT utilizadas en el mundo de la automatización disponible para el sector de la fabricación.

Esta opción de bus de campo proporciona funciones de sincronización y de sincronización en tiempo real de alto rendimiento. Gracias a sus modelos de comunicación basados en CANopen, en el modelo de descripción de dispositivos y en la gestión de redes, ofrece tanto una red de comunicación rápida como las siguientes funciones:

- Aplicaciones de control de movimiento dinámico.
- Manipulación de materiales.
- Aplicaciones de sincronización y posicionamiento.

6.1.10 VLT® EtherCAT MCA 124

La opción MCA 124 ofrece conectividad a redes basadas en EtherCAT® a través del protocolo EtherCAT.

Esta opción maneja la comunicación en línea de EtherCAT a máxima velocidad y la conexión al convertidor de frecuencia con un intervalo mínimo de 4 ms en ambas direcciones, lo cual le permite participar en redes de todo tipo: desde las de bajo rendimiento hasta aplicaciones servodinámicas.

- Compatibilidad de Ethernet en EtherCAT (EoE).
- HTTP (protocolo de transferencia de hipertexto) para el diagnóstico a través de un servidor web integrado.
- CoE (CAN a Ethernet) para acceder a los parámetros del convertidor.
- SMTP (protocolo simple de transferencia de correo) para la notificación por correo electrónico.
- TCP/IP para acceso fácil a los datos de configuración del convertidor de frecuencia desde MCT 10.

6.2 Extensiones funcionales

En este apartado se describen las opciones de extensión funcional disponibles para la serie VLT® AutomationDrive FC 302. Para obtener los números de pedido, consulte el *capétulo 13.2 Números de pedido para opciones y accesorios*.

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:

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

- 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.

6.2.2 VLT® Encoder Input MCB 102

La opción MCB 102 ofrece la posibilidad de conectar varios tipos de encoders absolutos e incrementales. El encoder conectado puede usarse para el control de velocidad de lazo cerrado, así como para el control del motor de flujo de lazo cerrado.

Se admiten los siguientes tipos de encoder:

- 5 V TTL (RS 422)
- 1 VPP Sen/Cos
- SSI
- HIPERFACE
- EnDat

6.2.3 VLT® Resolver Option MCB 103

La opción MCB 103 permite la conexión de un resolver para proporcionar realimentación de velocidad desde el motor.

- Tensión primaria: 2-8 V_{rms}
- Frecuencia primaria: 2,0-15 kHz
- Corriente máxima primaria: 50 mA rms
- Tensión de entrada secundaria: 4 V_{rms}
- Conexión con resorte

6.2.4 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

6.2.5 Opción VLT® Safe PLC Interface MCB 108

La opción MCB 108 proporciona una entrada de seguridad basándose en una entrada de polo único de 24 V CC. Para la mayoría de las aplicaciones, esta entrada permite implementar la seguridad de un modo rentable.

Para aplicaciones que trabajen con productos más avanzados, como PLC de seguridad y cortinas luminosas, la interfaz PLC a prueba de fallos permite la conexión de un enlace de seguridad de dos cables. La interfaz PLC permite que el PLC a prueba de fallos interrumpa la conexión positiva o negativa sin interferir en la señal de monitorización del PLC a prueba de fallos.

6.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

La opción 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 y Ex-e (Ex-e solo para el FC 302)
- Utiliza la función de Safe Torque Off, homologada conforme a la norma SIL 2 CEI 61508.

6.2.7 Opción VLT® Sensor Input MCB 114

La opción 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.

6.2.8 Opciones de seguridad VLT® Safety Option MCB 150 y MCB 151

Las opciones MCB 150 y MCB 151 amplían las funciones de Safe Torque Off integradas en un convertidor VLT® AutomationDrive FC 302 estándar. Utilice la función de Parada de seguridad 1 (SS1) para realizar una parada controlada antes de eliminar el par. Utilice la función de Velocidad limitada segura (SLS) para controlar si se excede una velocidad específica.

Pueden utilizarse estas opciones hasta PL d, según la norma EN ISO 13849-1, y hasta SIL 2, conforme a la norma CEI 61508.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

- Funciones de seguridad adicionales conformes a los estándares.
- Sustitución del equipo de seguridad externo.
- Necesidades de espacio reducidas.
- Dos entradas de seguridad programables.
- Una salida de seguridad (para T37).
- Certificación de máquina más sencilla.
- El convertidor de frecuencia puede alimentarse continuamente.
- Copia de seguridad con LCP.
- Informe dinámico de puesta en servicio.
- Encoder TTL (MCB 150) o HTL (MCB 151) como realimentación de velocidad.

6.2.9 VLT® Safety Option MCB 152

La opción MCB 152 activa la función Safe Torque Off mediante el fieldbus PROFIsafe con la opción de bus de campo VLT® PROFINET MCA 120. Mejora la flexibilidad conectando dispositivos de seguridad en una planta.

Las funciones de seguridad de la opción MCB 152 se aplican de acuerdo con la norma EN CEI 61800-5-2. La opción MCB 152 es compatible con la función PROFIsafe para activar las funciones integradas de seguridad del VLT® AutomationDrive FC 302 desde cualquier host PROFIsafe, hasta el nivel de integridad de seguridad SIL 2, de conformidad con las normas EN CEI 61508 y EN CEI 62061, con nivel de rendimiento PL d y categoría 3 según la norma EN ISO 13849-1.

- Dispositivo PROFIsafe (con MCA 120).
- Sustitución del equipo de seguridad externo.
- Dos entradas de seguridad programables.
- Copia de seguridad con LCP.
- Informe dinámico de puesta en servicio.

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 para opciones y accesorios*.

6.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

La opción MCO 305 es un controlador de movimiento integrado y programable que aporta funcionalidades adicionales al VLT® AutomationDrive FC 302.

La opción MCO 305 ofrece funciones de movimiento fáciles de utilizar combinadas con capacidad de programación: una solución ideal para el posicionamiento y la sincronización de aplicaciones.

- Sincronización (eje electrónico), posicionamiento y control de leva electrónico.
- Dos interfaces separadas que permiten el uso tanto de encoders incrementales como absolutos.
- 1 salida de encoder (función maestro virtual).
- 10 entradas digitales.
- 8 salidas digitales.
- Compatibilidad con el bus de movimiento CANOpen, encoders y módulos de I/O.
- Envío y recepción de datos a través de la interfaz de fieldbus (requiere la opción de bus de campo).
- Herramientas de software para PC para depuración y puesta en servicio: editor de levas y de programación.
- Lenguaje de programación estructurado con ejecución cíclica y por eventos.

6.3.2 VLT® Synchronizing Controller MCO 350

La opción MCO 350 para el VLT® AutomationDrive FC 302 amplía las propiedades funcionales del convertidor de frecuencia en aplicaciones de sincronización y sustituye a las soluciones mecánicas convencionales.

- Sincronización de velocidad.
- Sincronización de posición (ángulo) con o sin corrección de marcador.
- Relación de reducción ajustable en línea.
- Desviación (ángulo) de posición ajustable en línea.
- Salida del encoder con función maestro virtual para sincronizar varios esclavos.
- Control mediante I/O o fieldbus.
- Función de retorno al inicio.
- Configuración y lectura de datos y estado mediante el LCP.

6.3.3 Controlador de posicionamiento VLT® Positioning Controller MCO 351

La opción MCO 351 ofrece una serie de beneficios que facilitan el uso de aplicaciones de posicionamiento en numerosos sectores industriales.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

- Posicionamiento relativo.
- Posicionamiento absoluto.
- Posicionamiento a prueba de toque.
- Operación en límite máximo (software y hardware).
- Control mediante I/O o fieldbus.
- Manejo del freno mecánico (retardo de retención programable).
- Manejo de errores.
- Velocidad fija / funcionamiento manual.
- Posicionamiento relacionado con el marcador.
- Función de retorno al inicio.
- Configuración y lectura de datos y estado mediante el LCP.

6.3.4 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*.

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*.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 Kits de alta potencia

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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

7 Especificaciones

7.1 Datos eléctricos, 380-500 V

VLT® AutomationDrive FC 302	N90K		N110		N132	
Sobrecarga alta/normal (Sobrecarga alta = 150 % corriente durante 60 s, sobrecarga normal = 110 % corriente durante 60 s)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	90	110	110	132	132	160
Eje de salida típico a 460 V [CV]	125	150	150	200	200	250
Eje de salida típico a 500 V [kW]	110	132	132	160	160	200
Tamaño del alojamiento	**D1h / D3h / D5h / D6h**					
Intensidad de salida (trifásica)						
Continua (a 400 V) [A]	177	212	212	260	260	315
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	266	233	318	286	390	347
Continua (a 460/500 V) [A]	160	190	190	240	240	302
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/500 V) [kVA]	240	209	285	264	360	332
kVA continua (a 400 V) [kVA]	123	147	147	180	180	218
kVA continua (a 460 V) [kVA]	127	151	151	191	191	241
kVA continua (a 500 V) [kVA]	139	165	165	208	208	262
Intensidad de entrada máxima						
Continua (a 400 V) [A]	171	204	204	251	251	304
Continua (a 460/500 V) [A]	154	183	183	231	231	291
Tamaño y número máximo de cables por fase						
- Alimentación, motor, freno y carga compartida [mm^2 (AWG)]	2 × 95 (2 × 3/0)		2 × 95 (2 × 3/0)		2 × 95 (2 × 3/0)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	315		350		400	
Pérdida de potencia estimada a 400 V [W][2) y 3)]	2031	2559	2289	2954	2923	3770
Pérdida de potencia estimada a 460 V [W][2) y 3)]	1828	2261	2051	2724	2089	3628
Rendimiento[3)]	0,98		0,98		0,98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–590		0–590		0–590	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	75 (167)		75 (167)		75 (167)	

Tabla 7.1 Datos eléctricos de los alojamientos D1h/D3h/D5h/D6h, alimentación de red 3 × 380-500 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 (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.11 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® AutomationDrive FC 302	N160		N200		N250	
Sobrecarga alta/normal (Sobrecarga alta = 150 % corriente durante 60 s, sobrecarga normal = 110 % corriente durante 60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Eje de salida típico a 400 V [kW]	160	200	200	250	250	315
Eje de salida típico a 460 V [CV]	250	300	300	350	350	450
Eje de salida típico a 500 V [kW]	200	250	250	315	315	355
Tamaño del alojamiento	D2h / D4h / D7h / D8h					
Intensidad de salida (trifásica)						
Continua (a 400 V) [A]	315	395	395	480	480	588
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	473	435	593	528	720	647
Continua (a 460/500 V) [A]	302	361	361	443	443	535
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 460/500 V) [kVA]	453	397	542	487	665	589
kVA continua (a 400 V) [kVA]	218	274	274	333	333	407
kVA continua (a 460 V) [kVA]	241	288	288	353	353	426
kVA continua (a 500 V) [kVA]	262	313	313	384	384	463
Intensidad de entrada máxima						
Continua (a 400 V) [A]	304	381	381	463	463	567
Continua (a 460/500 V) [A]	291	348	348	427	427	516
Tamaño y número máximo de cables por fase						
- Alimentación, motor, freno y carga compartida [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)]	550		630		800	
Pérdida de potencia estimada a 400 V [W][2) y 3)]	3093	4116	4039	5137	5005	6674
Pérdida de potencia estimada a 460 V [W][2) y 3)]	2872	3569	3575	4566	4458	5714
Rendimiento[3)]	0,98		0,98		0,98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–590		0–590		0–590	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	

Tabla 7.2 Datos eléctricos de los alojamientos D2h/D4h/D7h/D8h, alimentación de red 3 × 380-500 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 (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.11 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® AutomationDrive FC 302	N315		N355		N400	
Sobrecarga alta/normal (Sobrecarga alta = 150 % corriente durante 60 s, sobrecarga normal = 110 % corriente durante 60 s)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	315	355	355	400	400	450
Eje de salida típico a 460 V [CV]	450	500	500	600	550	600
Eje de salida típico a 500 V [kW]	355	400	400	500	500	530
Tamaño del alojamiento	**E1h / E3h**		**E1h / E3h**		**E1h / E3h**	
Intensidad de salida (trifásica)						
Continua (a 400 V) [A]	600	658	658	745	695	800
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	900	724	987	820	1043	880
Continua (a 460/500 V) [A]	540	590	590	678	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(a 460/500 V) [A]	810	649	885	746	1017	803
kVA continua (a 400 V) [kVA]	416	456	456	516	482	554
kVA continua (a 460 V) [kVA]	430	470	470	540	540	582
kVA continua (a 500 V) [kVA]	468	511	511	587	587	632
Intensidad de entrada máxima						
Continua (a 400 V) [A]	578	634	634	718	670	771
Continua (a 460/500 V) [A]	520	569	569	653	653	704
Tamaño y número máximo de cables por fase (E1h)						
- Alimentación y motor sin freno [mm^2 (AWG)]	5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm^2 (AWG)]	4 × 240 (4 × 500 mcm)		4 × 240 (4 × 500 mcm)		4 × 240 (4 × 500 mcm)	
- Freno o regeneración [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
Tamaño y número máximo de cables por fase (E3h)						
- Alimentación y motor [mm^2 (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
- Carga compartida o regeneración [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)]	800		800		800	
Pérdida de potencia estimada a 400 V [W][2) y 3)]	6178	6928	6851	8036	7297	8783
Pérdida de potencia estimada a 460 V [W][2) y 3)]	5322	5910	5846	6933	7240	7969
Rendimiento[3)]	0,98		0,98		0,98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–590		0–590		0–590	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de potencia [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de potencia del ventilador [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de carga de arranque activa [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Tabla 7.3 Datos eléctricos de los alojamientos E1h/E3h, alimentación de red 3 × 380-500 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 (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capítulo 10.11 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	**N450**		**N500**	
Sobrecarga alta/normal (Sobrecarga alta = 150 % corriente durante 60 s, sobrecarga normal = 110 % corriente durante 60 s)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Eje de salida típico a 400 V [kW]	450	500	500	560
Eje de salida típico a 460 V [CV]	600	650	650	750
Eje de salida típico a 500 V [kW]	530	560	560	630
Tamaño del alojamiento	**E2h / E4h**		**E2h / E4h**	
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 400 V) [A]	800	880	880	990
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 400 V) [A]	1200	968	1320	1089
Continua (a 460/500 V) [A]	730	780	780	890
Intermitente (sobrecarga de 60 s)(a 460/500 V) [A]	1095	858	1170	979
kVA continua (a 400 V) [kVA]	554	610	610	686
kVA continua (a 460 V) [kVA]	582	621	621	709
kVA continua (a 500 V) [kVA]	632	675	675	771
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 400 V) [A]	771	848	848	954
Continua (a 460/500 V) [A]	704	752	752	858
Tamaño y número máximo de cables por fase (E2h)				
- Alimentación y motor sin freno [mm^2 (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm^2 (AWG)]	5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)	
- Freno o regeneración [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
Tamaño y número máximo de cables por fase (E4h)				
- Alimentación y motor [mm^2 (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
- Carga compartida o regeneración [mm^2 (AWG)]	4 × 185 (4 × 350 mcm)		4 × 185 (4 × 350 mcm)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	1200		1200	
Pérdida de potencia estimada a 400 V [W][2) y 3)]	8352	9473	9449	11102
Pérdida de potencia estimada a 460 V [W][2) y 3)]	7182	7809	7771	9236
Rendimiento[3)]	0,98		0,98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–590		0–590	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		100 (212)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de potencia [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de potencia del ventilador [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de carga de arranque activa [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

Tabla 7.4 Datos eléctricos de los alojamientos E2h/E4h, alimentación de red 3 × 380-500 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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capítulo 10.11 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.2 Datos eléctricos, 525-690 V

VLT® AutomationDrive FC 302	**N55K**		**N75K**		**N90K**		**N110**		**N132**	
Sobrecarga alta/normal (Sobrecarga alta = 150 % corriente durante 60 s, sobrecarga normal = 110 % corriente durante 60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Eje de salida típico a 525 V [kW]	45	55	55	75	75	90	90	110	110	132
Eje de salida típico a 575 V [CV]	60	75	75	100	100	125	125	150	150	200
Eje de salida típico a 690 V [kW]	55	75	75	90	90	110	110	132	132	160
Tamaño del alojamiento	**D1h / D3h / D5h / D6h**									
Intensidad de salida (trifásica)										
Continua (a 525 V) [A]	76	90	90	113	113	137	137	162	162	201
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	114	99	135	124	170	151	206	178	243	221
Continua (a 575/690 V) [A]	73	86	86	108	108	131	131	155	155	192
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	110	95	129	119	162	144	197	171	233	211
kVA continua (a 525 V) [kVA]	69	82	82	103	103	125	125	147	147	183
kVA continua (a 575 V) [KVA]	73	86	86	108	108	131	131	154	154	191
kVA continua (a 690 V) [KVA]	87	103	103	129	129	157	157	185	185	230
Intensidad de entrada máxima										
Continua (a 525 V) [A]	74	87	87	109	109	132	132	156	156	193
Continua (a 575/690 V)	70	83	83	104	104	126	126	149	149	185
Tamaño y número máximo de cables por fase										
- Alimentación, motor, freno y carga compartida [mm^2 (AWG)]	2 × 95 (2 × 3/0)		2 × 95 (2 × 3/0)		2 × 95 (2 × 3/0)		2 × 95 (2 × 3/0)		2 × 95 (2 × 3/0)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	160		315		315		315		315	
Pérdida de potencia estimada a 575 V [W][2) y 3)]	1098	1162	1162	1428	1430	1740	1742	2101	2080	2649
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3)]	1057	1204	1205	1477	1480	1798	1800	2167	2159	2740
Rendimiento[3)]	0,98		0,98		0,98		0,98		0,98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–590		0–590		0–590		0–590		0–590	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	75 (167)		75 (167)		75 (167)		75 (167)		75 (167)	

Tabla 7.5 Datos eléctricos de los alojamientos D1h/D3h/D5h/D6h, alimentación de red 3 × 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 (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capítulo 10.11 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	N160		N200		N250		N315	
Sobrecarga alta/normal (Sobrecarga alta = 150 % corriente durante 60 s, sobrecarga normal = 110 % corriente durante 60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Eje de salida típico a 525 V [kW]	132	160	160	200	200	250	250	315
Eje de salida típico a 575 V [CV]	200	250	250	300	300	350	350	400
Eje de salida típico a 690 V [kW]	160	200	200	250	250	315	315	400
Tamaño del alojamiento	**D2h / D4h / D7h / D8h**							
Intensidad de salida (trifásica)								
Continua (a 525 V) [A]	201	253	253	303	303	360	360	418
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	301	278	380	333	455	396	540	460
Continua (a 575/690 V) [A]	192	242	242	290	290	344	344	400
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	288	266	363	319	435	378	516	440
kVA continua (a 525 V) [kVA]	183	230	230	276	276	327	327	380
kVA continua (a 575 V) [KVA]	191	241	241	289	289	343	343	398
kVA continua (a 575/690 V) [KVA]	229	289	289	347	347	411	411	478
Intensidad de entrada máxima								
Continua (a 525 V) [A]	193	244	244	292	292	347	347	403
Continua (a 575/690 V)	185	233	233	279	279	332	332	385
Tamaño y número máximo de cables por fase								
- Alimentación, motor, freno y carga compartida [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350)		2 × 185 (2 × 350)		2 × 185 (2 × 350)		2 × 185 (2 × 350)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	550		550		550		550	
Pérdida de potencia estimada a 575 V [W][2) y 3)]	2361	3074	3012	3723	3642	4465	4146	5028
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3)]	2446	3175	3123	3851	3771	4614	4258	5155
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 del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)		80 (176)	

Tabla 7.6 Datos eléctricos de los alojamientos D2h/D4h/D7h/D8h, 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 (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.11 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

VLT® AutomationDrive FC 302	N355		N400		N500	
Sobrecarga alta/normal (Sobrecarga alta = 150 % corriente durante 60 s, sobrecarga normal = 110 % corriente durante 60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Eje de salida típico a 525 V [kW]	315	355	355	400	400	450
Eje de salida típico a 575 V [CV]	400	450	400	500	500	600
Eje de salida típico a 690 V [kW]	355	450	400	500	500	560
Tamaño del alojamiento	E1h / E3h		E1h / E3h		E1h / E3h	
Intensidad de salida (trifásica)						
Continua (a 525 V) [A]	395	470	429	523	523	596
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	593	517	644	575	785	656
Continua (a 575/690 V) [A]	380	450	410	500	500	570
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627
kVA continua (a 525 V) [kVA]	376	448	409	498	498	568
kVA continua (a 575 V) [KVA]	378	448	408	498	498	568
kVA continua (a 690 V) [KVA]	454	538	490	598	598	681
Intensidad de entrada máxima						
Continua (a 525 V) [A]	381	453	413	504	504	574
Continua (a 575/690 V) [A]	366	434	395	482	482	549
Tamaño y número máximo de cables por fase (E1h)						
- Alimentación y motor sin freno [mm^2 (AWG)]	5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm^2 (AWG)]	4 × 240 (4 × 500 mcm)		4 × 240 (4 × 500 mcm)		4 × 240 (4 × 500 mcm)	
- Freno o regeneración [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
Tamaño y número máximo de cables por fase (E3h)						
- Alimentación y motor [mm^2 (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
- Carga compartida o regeneración [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)]	800		800		800	
Pérdida de potencia estimada a 600 V [W][2) y 3)]	4989	6062	5419	6879	6833	8076
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3)]	4920	5939	5332	6715	6678	7852
Rendimiento[3)]	0,98		0,98		0,98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–500		0–500		0–500	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de potencia [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de potencia del ventilador [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de carga de arranque activa [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Tabla 7.7 Datos eléctricos de los alojamientos E1h/E3h, 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 (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capítulo 10.11 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC 302	**N560**		**N630**		**N710**	
Sobrecarga alta/normal (Sobrecarga alta = 150 % corriente durante 60 s, sobrecarga normal = 110 % corriente durante 60 s)	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**	**HO**	**NO**
Eje de salida típico a 525 V [kW]	450	500	500	560	560	670
Eje de salida típico a 575 V [CV]	600	650	650	750	750	950
Eje de salida típico a 690 V [kW]	560	630	630	710	710	800
Tamaño del alojamiento	**E2h / E4h**		**E2h / E4h**		**E2h / E4h**	
Intensidad de salida (trifásica)						
Continua (a 525 V) [A]	596	630	659	763	763	889
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	894	693	989	839	1145	978
Continua (a 575/690 V) [A]	570	630	630	730	730	850
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	855	693	945	803	1095	935
kVA continua (a 525 V) [kVA]	568	600	628	727	727	847
kVA continua (a 575 V) [KVA]	568	627	627	727	727	847
kVA continua (a 690 V) [KVA]	681	753	753	872	872	1016
Intensidad de entrada máxima						
Continua (a 525 V) [A]	574	607	635	735	735	857
Continua (a 575/690 V) [A]	549	607	607	704	704	819
Tamaño y número máximo de cables por fase (E2h)						
- Alimentación y motor sin freno [mm^2 (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm^2 (AWG)]	5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)	
- Freno o regeneración [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
Tamaño y número máximo de cables por fase (E4h)						
- Alimentación y motor [mm^2 (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Freno [mm^2 (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
- Carga compartida o regeneración [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)]	800		1200		1200	
Pérdida de potencia estimada a 600 V [W][2) y 3)]	8069	9208	8543	10346	10319	12723
Pérdida de potencia estimada a 690 V [W][2) y 3)]	7848	8921	8363	10066	10060	12321
Rendimiento[3)]	0,98		0,98		0,98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–500		0–500		0–500	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de potencia [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de potencia del ventilador [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de carga de arranque activa [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Tabla 7.8 Datos eléctricos de los alojamientos E1h-E4h, alimentación de red 3 × 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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 10.11 Rendimiento. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.3 Fuente de alimentación de red

Alimentación de red (L1, L2 y L3)	
Tensión de alimentación	380-500 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) prácticamente uno	(>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)]
Frecuencia de salida en modo de flujo	0-300 Hz
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)2)]
Par de sobrecarga (par constante)	Máximo del 150 % durante 60 s[1)2)]

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

7.5 Condiciones ambientales

Entorno	
Alojamiento D1h/D2h/D5h/D6h/D7h/D8h/E1h/E2h	IP21 / Tipo 1 e IP54 / Tipo 12
Alojamiento D3h/D4h/E3h/E4h	IP20/chasis
Prueba de vibraciones (estándar/reforzada)	0,7 g / 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)
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

7.6 Especificaciones del cable

Longitudes de cable y secciones transversales para cables de control[1)]	
Longitud máxima del cable de motor, apantallado/blindado	150 m (492 ft)
Longitud máxima del cable de motor, cable no apantallado / no blindado	300 m (984 ft)
Sección transversal máxima al motor, la alimentación, la carga compartida y el freno	Consulte *capítulo 7 Especificaciones*.
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 Especificaciones.

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)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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)
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.

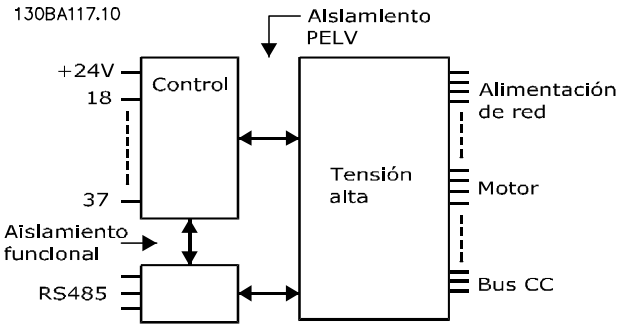


Ilustración 7.1 Aislamiento PELV

Entradas de pulsos	
Entradas de pulsos programables	2
Número de terminal de pulso	29, 33
Frecuencia máxima en los terminales 29 y 33 (en contrafase)	110 kHz
Frecuencia máxima en los terminales 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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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
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)
Máxima carga del terminal (CA-1)[1] en 1-2 (NO) (Carga resistiva)[2][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)
Máxima carga del terminal (CA-1)[1] en 4-5 (NO) (Carga resistiva)[2][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 © 12/2017 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 del alojamiento

Alojamiento	380-480/500 V	525-690 V
D1h	62 (137)	62 (137)
D2h	125 (276)	125 (276)
D3h	62 (137) 108 (238)[1)]	62 (137) 108 (238)[1)]
D4h	125 (276) 179 (395)[1)]	125 (276) 179 (395)[1)]
D5h	99 (218)	99 (218)
D6h	128 (282)	128 (282)
D7h	185 (408)	185 (408)
D8h	232 (512)	232 (512)

Tabla 7.9 Pesos del alojamiento D1h-D8h, kg (lb)

1) Con terminales de regeneración y carga compartida opcionales.

Alojamiento	380-480/500 V	525-690 V
E1h	295 (650)	295 (650)
E2h	318 (700)	318 (700)
E3h	272 (600)	272 (600)
E4h	295 (650)	295 (650)

Tabla 7.10 Pesos del alojamiento E1h-E4h, kg (lb)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8 Dimensiones exteriores y de los terminales

8.1 Dimensiones exteriores y de los terminales del D1h

8.1.1 Dimensiones exteriores del D1h

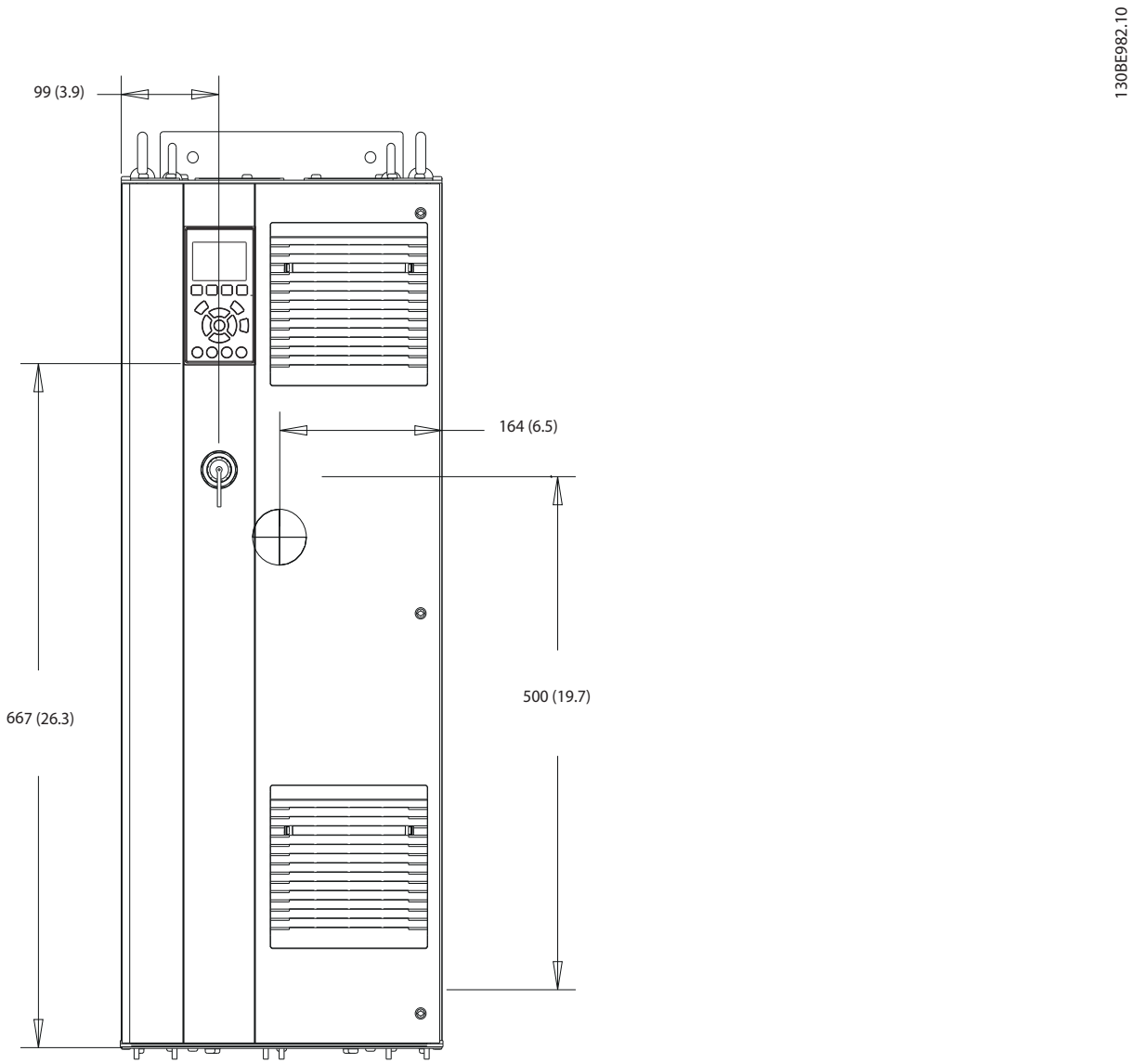


Ilustración 8.1 Vista frontal del D1h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

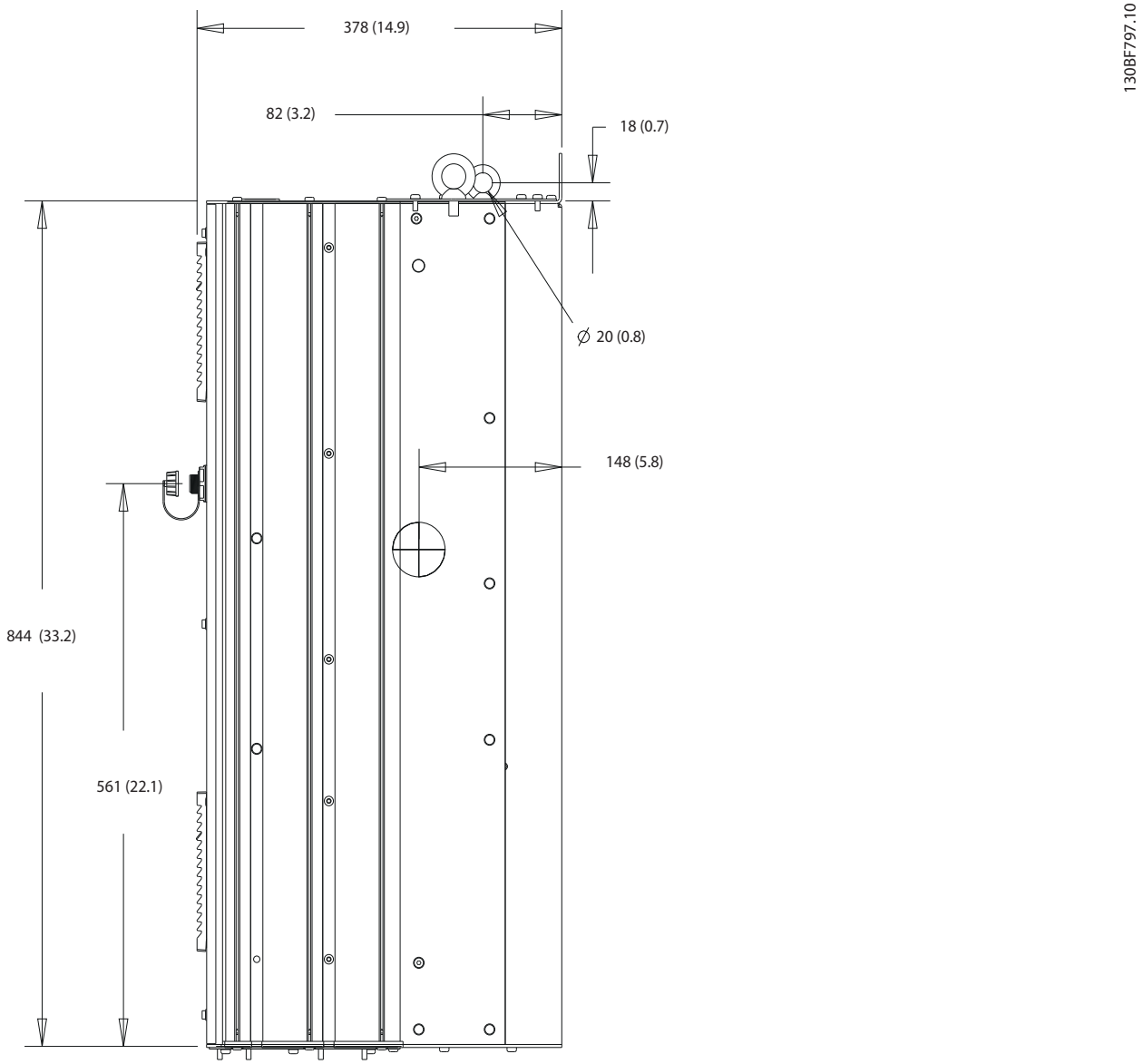


Ilustración 8.2 Vista lateral del D1h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

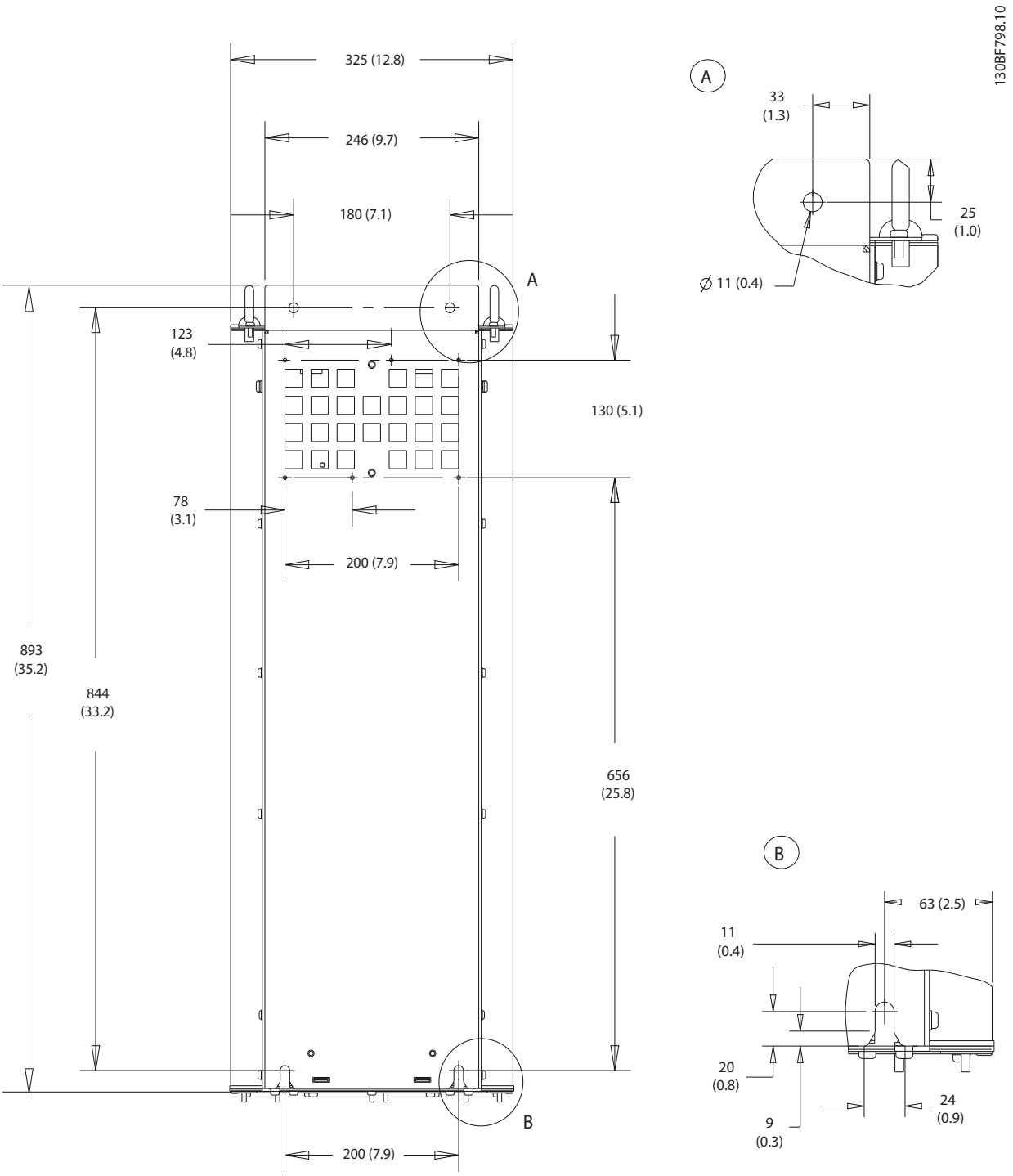


Ilustración 8.3 Vista trasera del D1h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

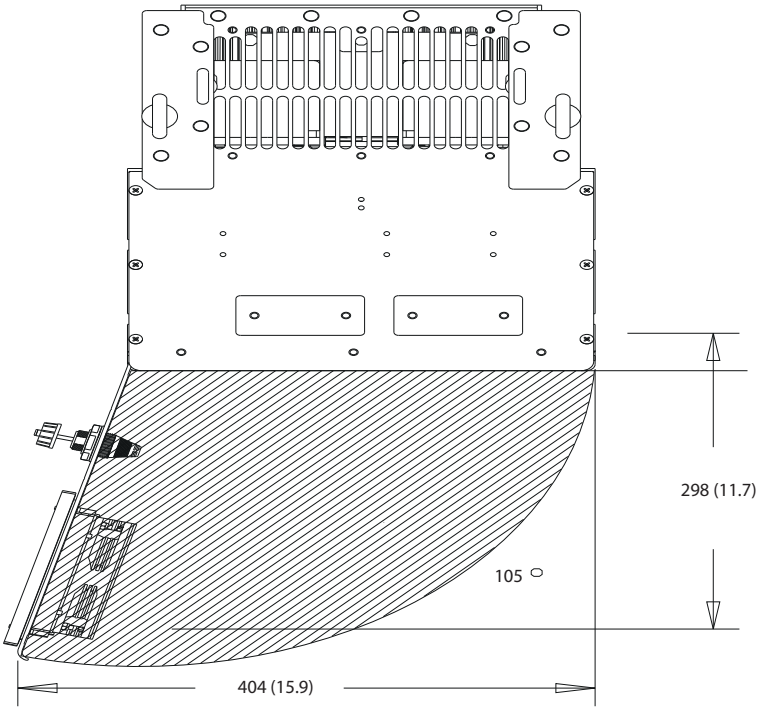
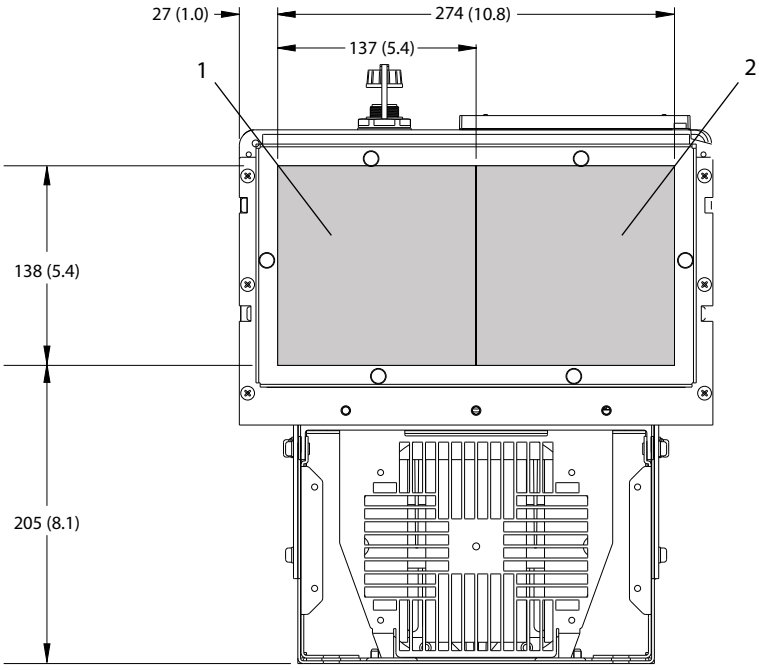


Ilustración 8.4 Espacio de la puerta del D1h

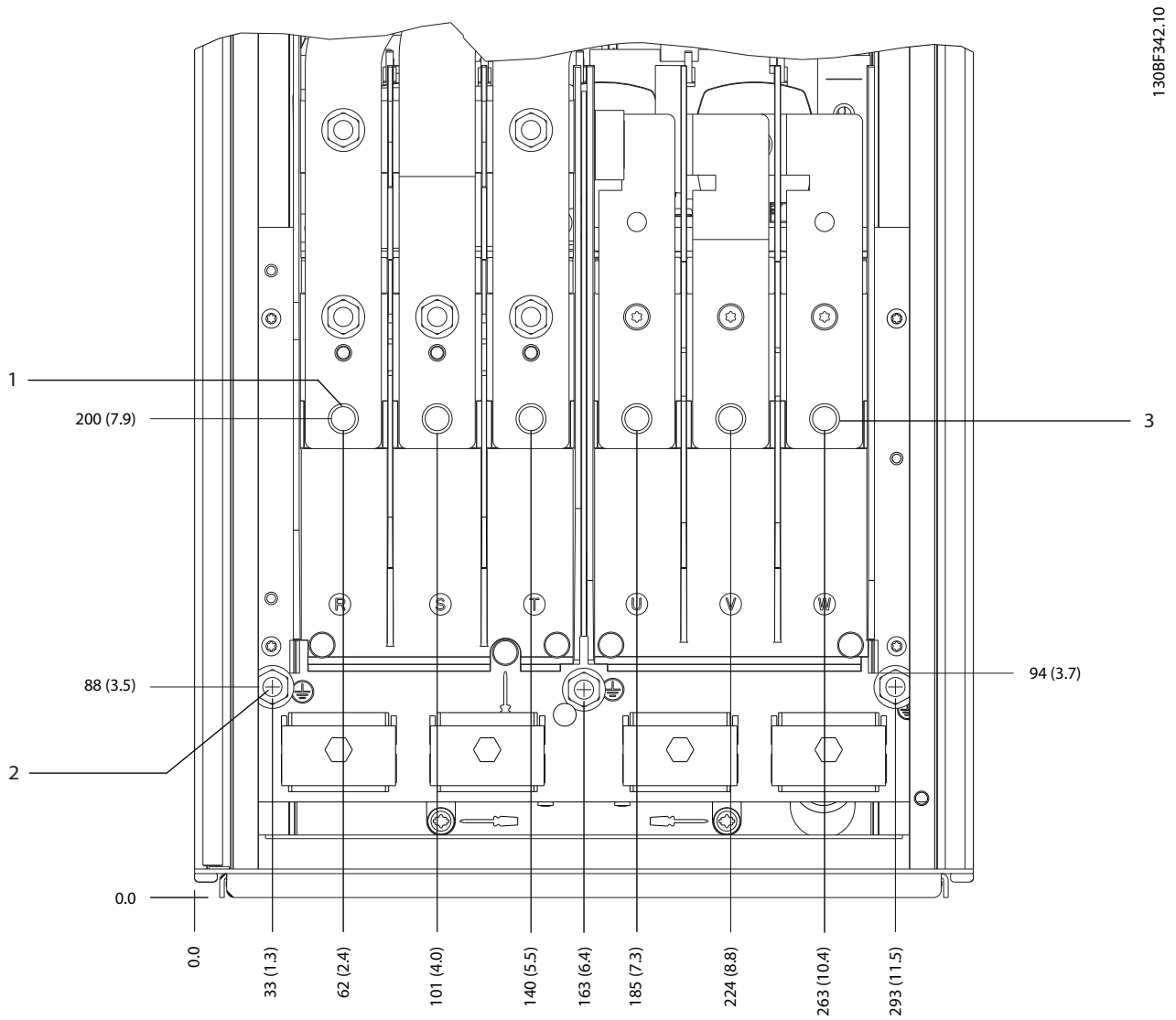


1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.5 Dimensiones de la placa prensacables del D1h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

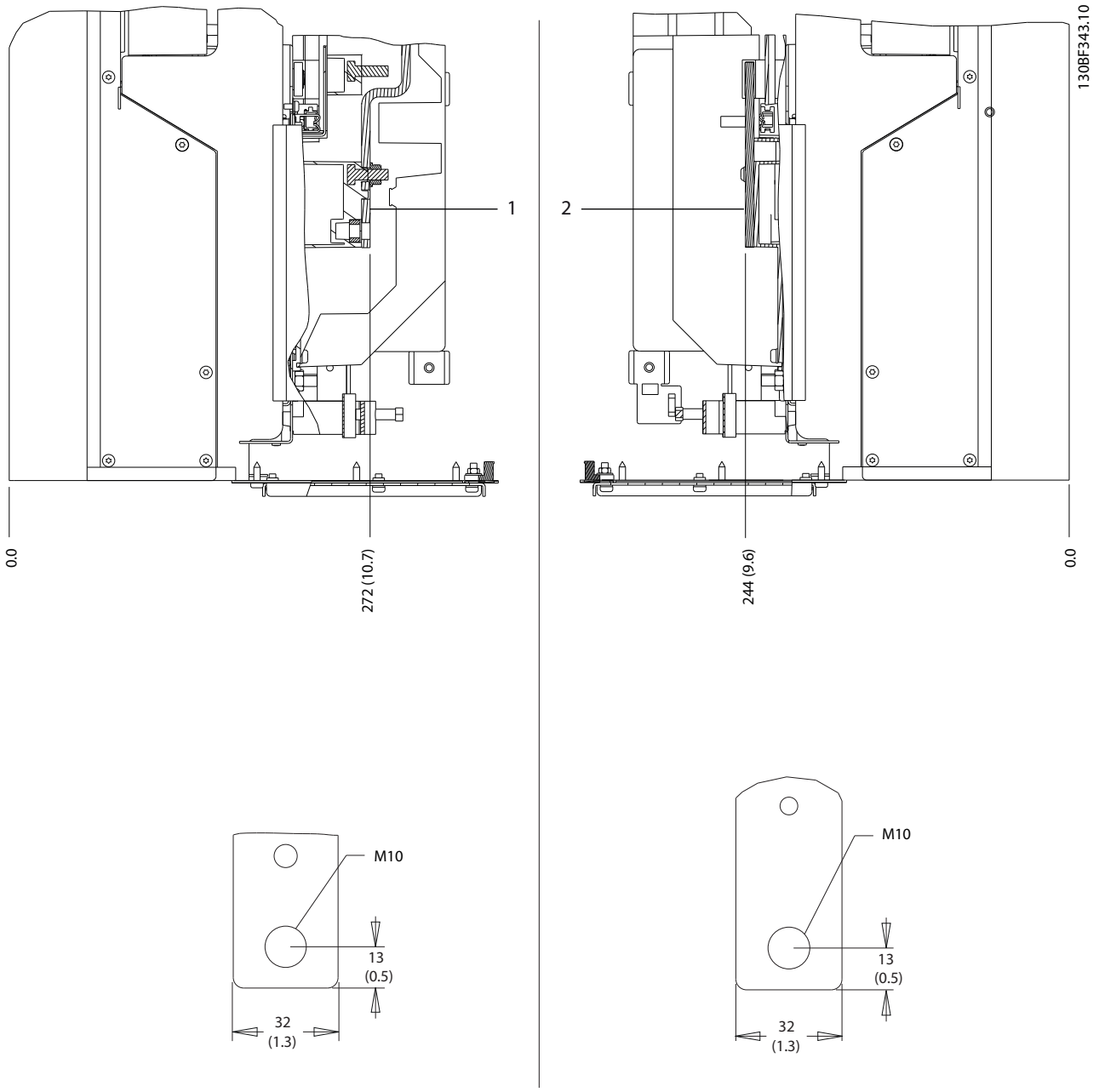
8.1.2 Dimensiones de los terminales del D1h



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

Ilustración 8.6 Dimensiones de los terminales del D1h (vista frontal)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	2	Terminales de motor

Ilustración 8.7 Dimensiones de los terminales del D1h (vistas laterales)

8.2 Dimensiones exteriores y de los terminales del D2h

8.2.1 Dimensiones exteriores del D2h

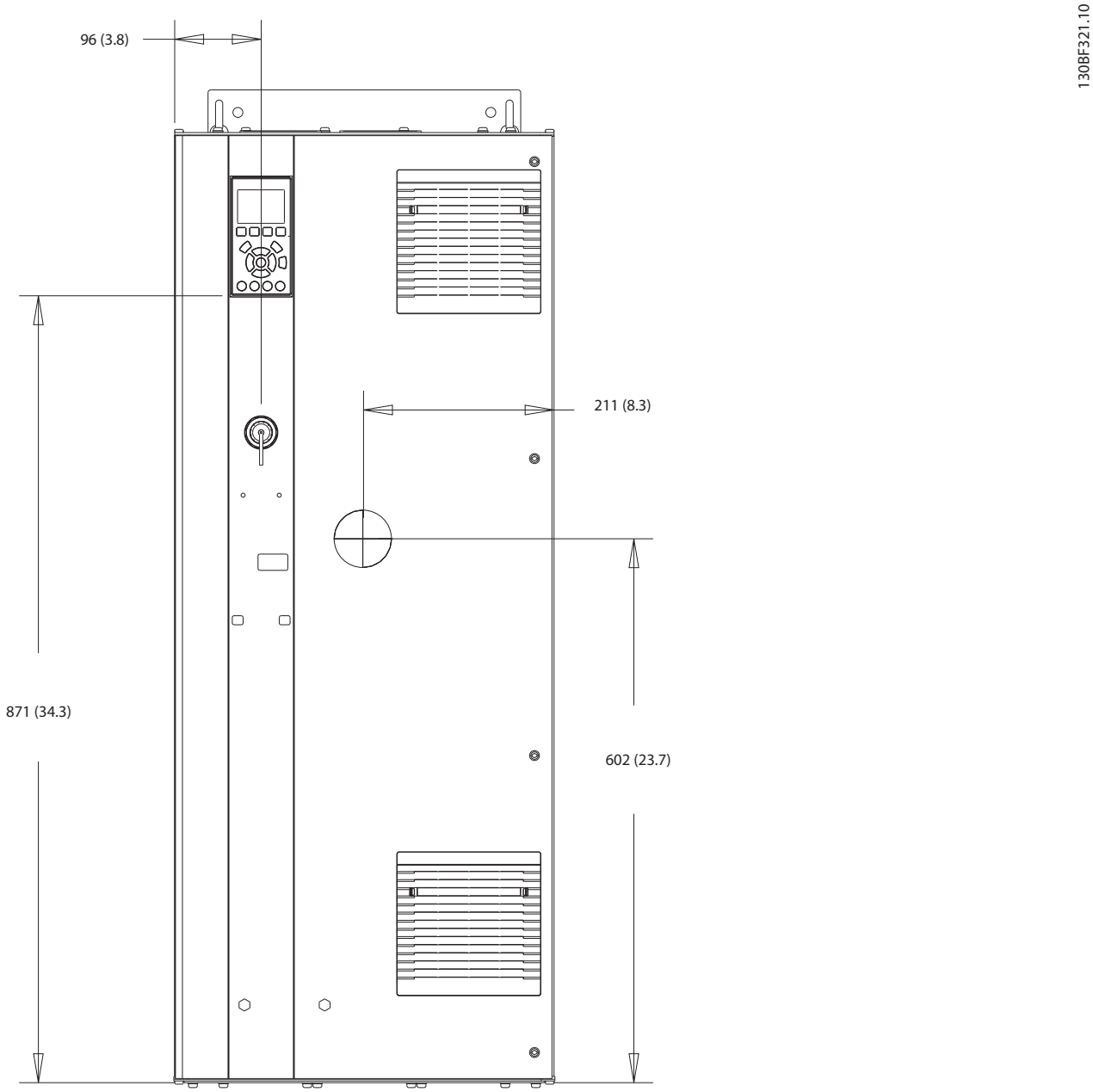


Ilustración 8.8 Vista frontal del D2h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

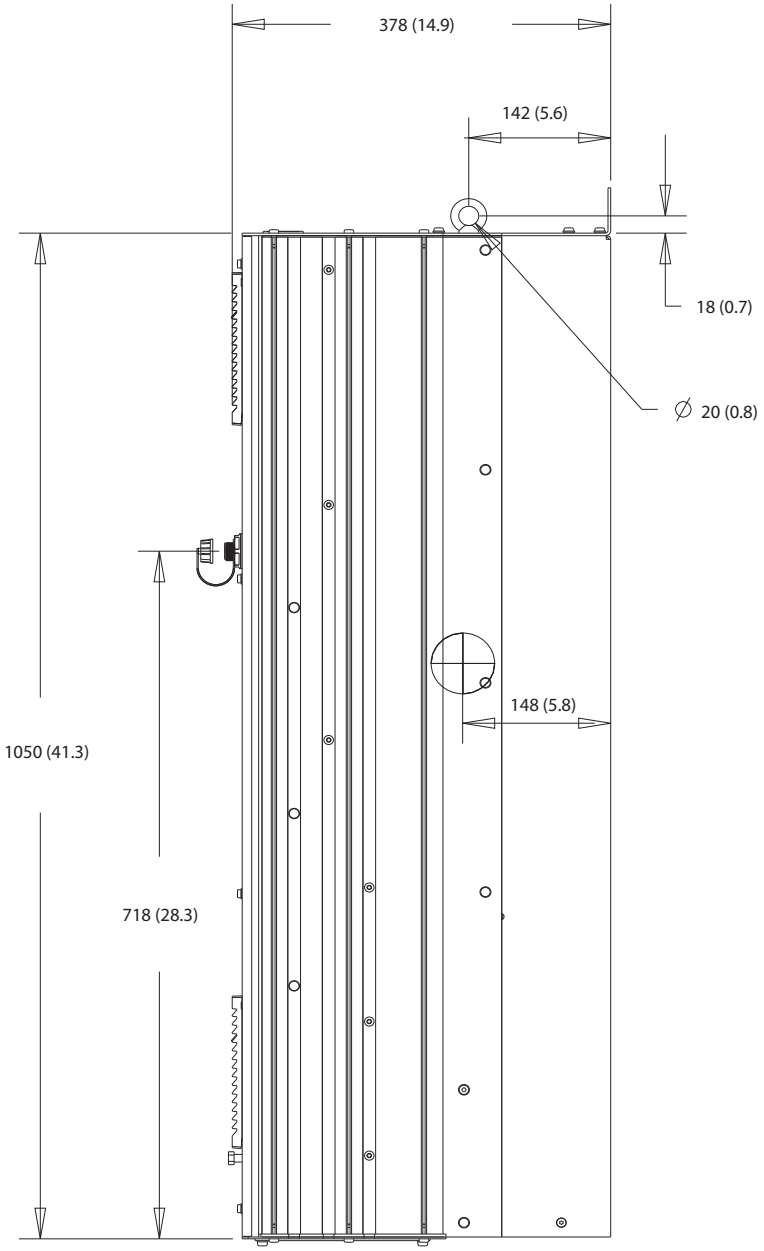


Ilustración 8.9 Vista lateral del D2h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

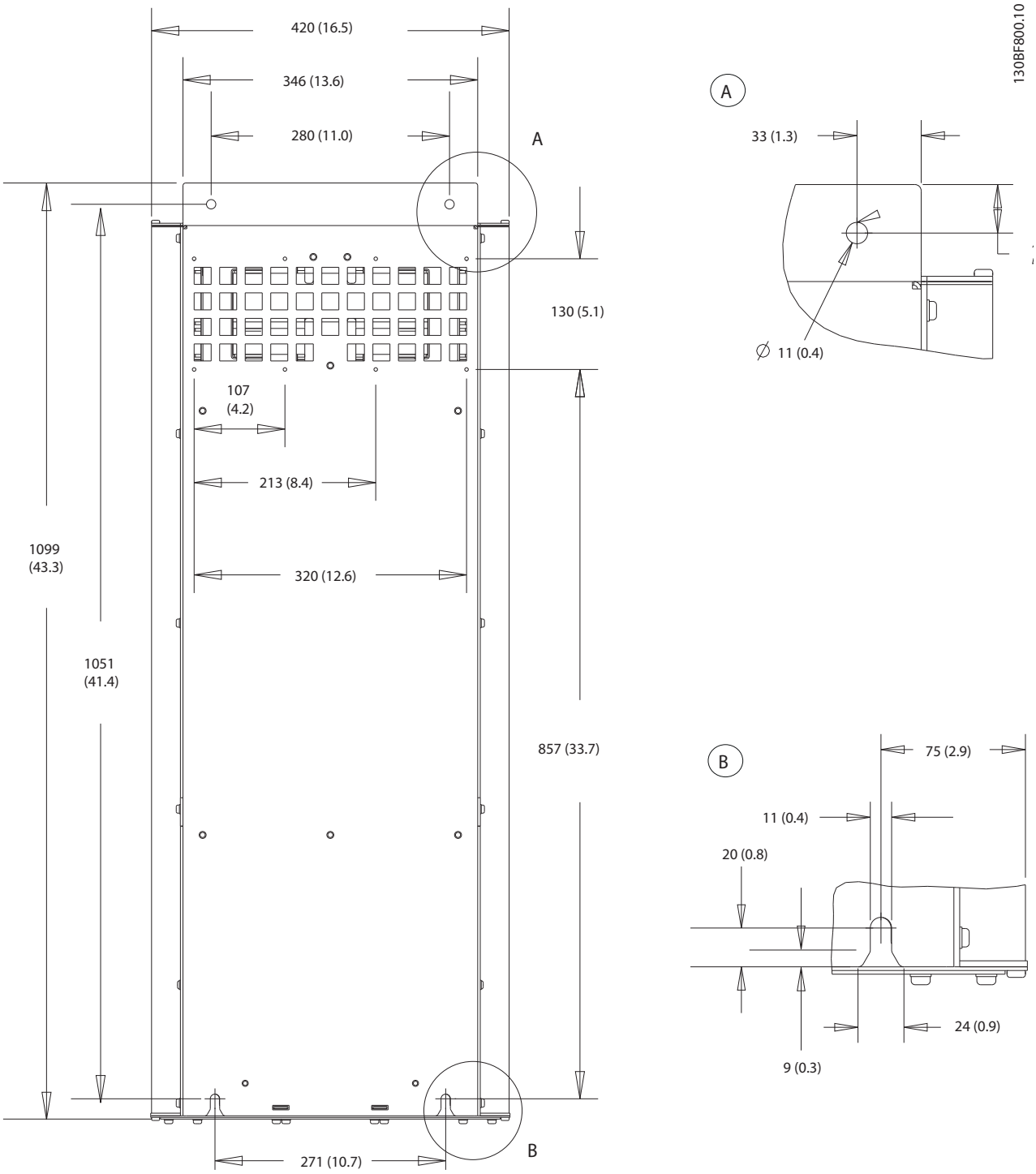


Ilustración 8.10 Vista trasera del D2h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

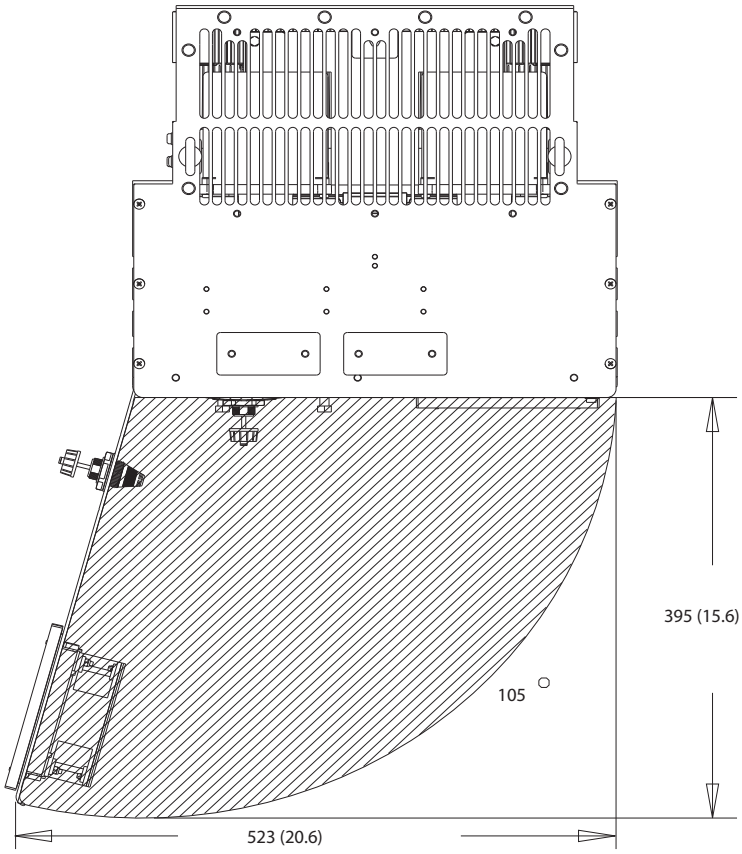
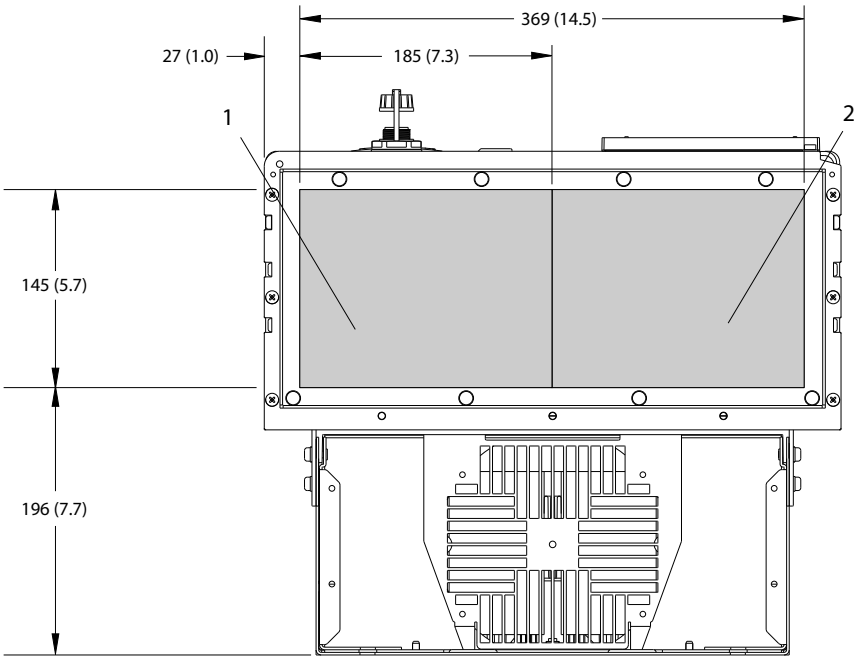


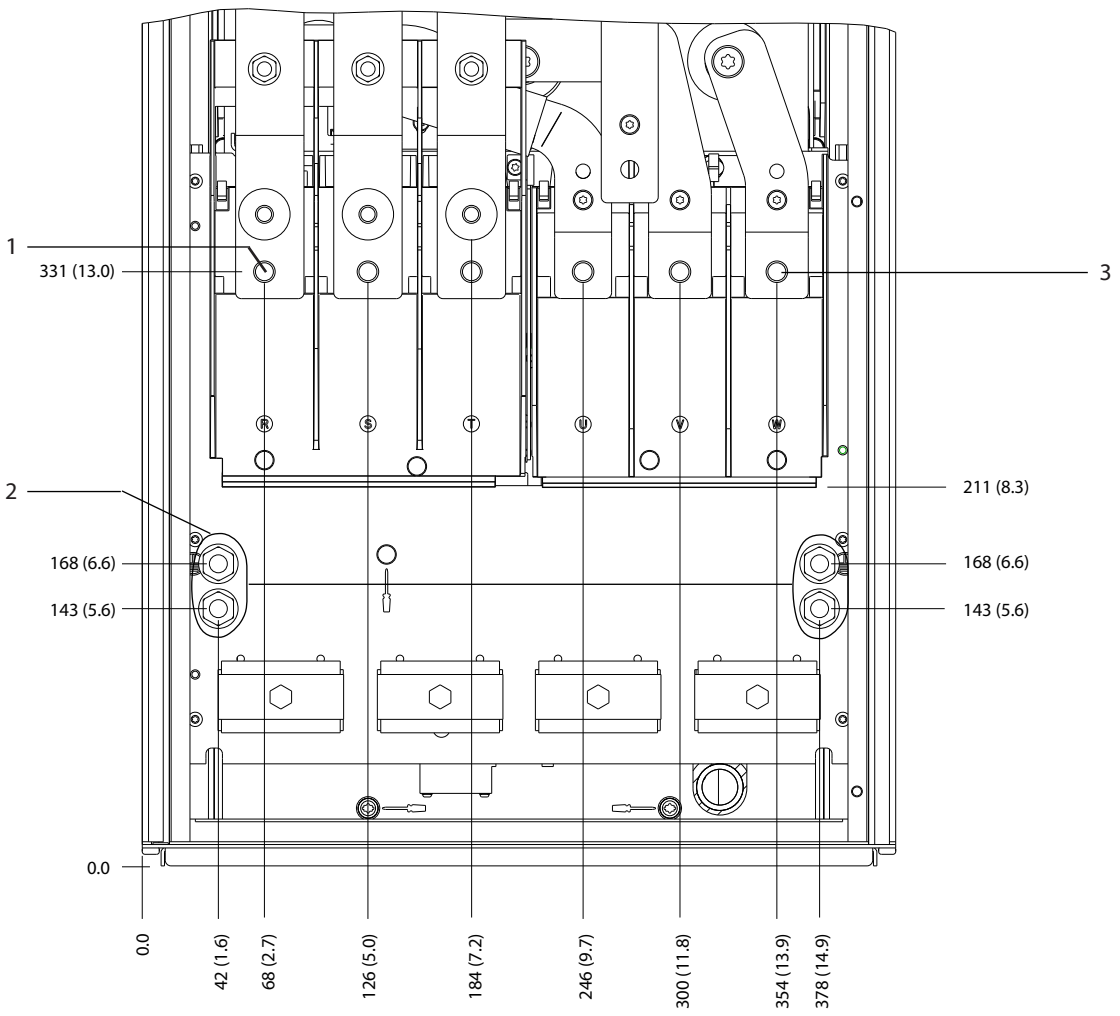
Ilustración 8.11 Espacio de la puerta del D2h



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.12 Dimensiones de la placa prensacables del D2h

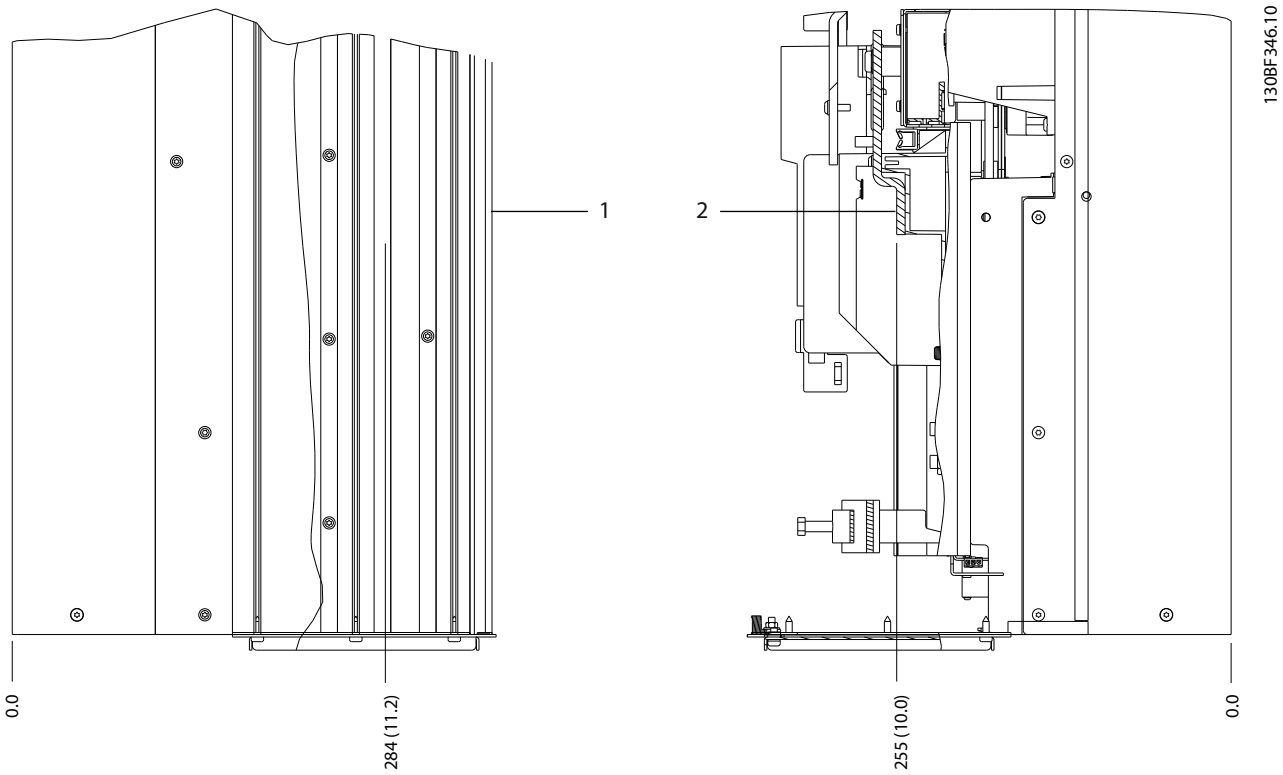
8.2.2 Dimensiones de los terminales del D2h

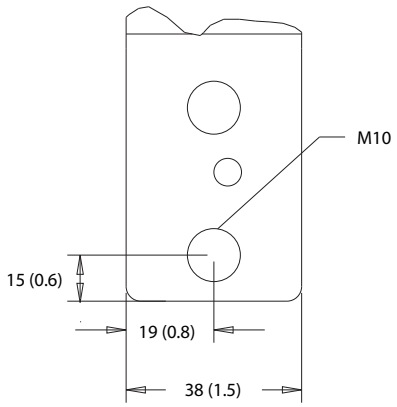


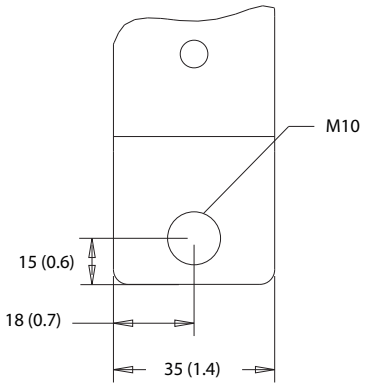
1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de conexión a tierra	–	–

Ilustración 8.13 Dimensiones de los terminales del D2h (vista frontal)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.







1	Terminales de alimentación	2	Terminales de motor

Ilustración 8.14 Dimensiones de los terminales del D2h (vistas laterales)

8.3 Dimensiones exteriores y de los terminales del D3h'

8.3.1 Dimensiones exteriores del D3h

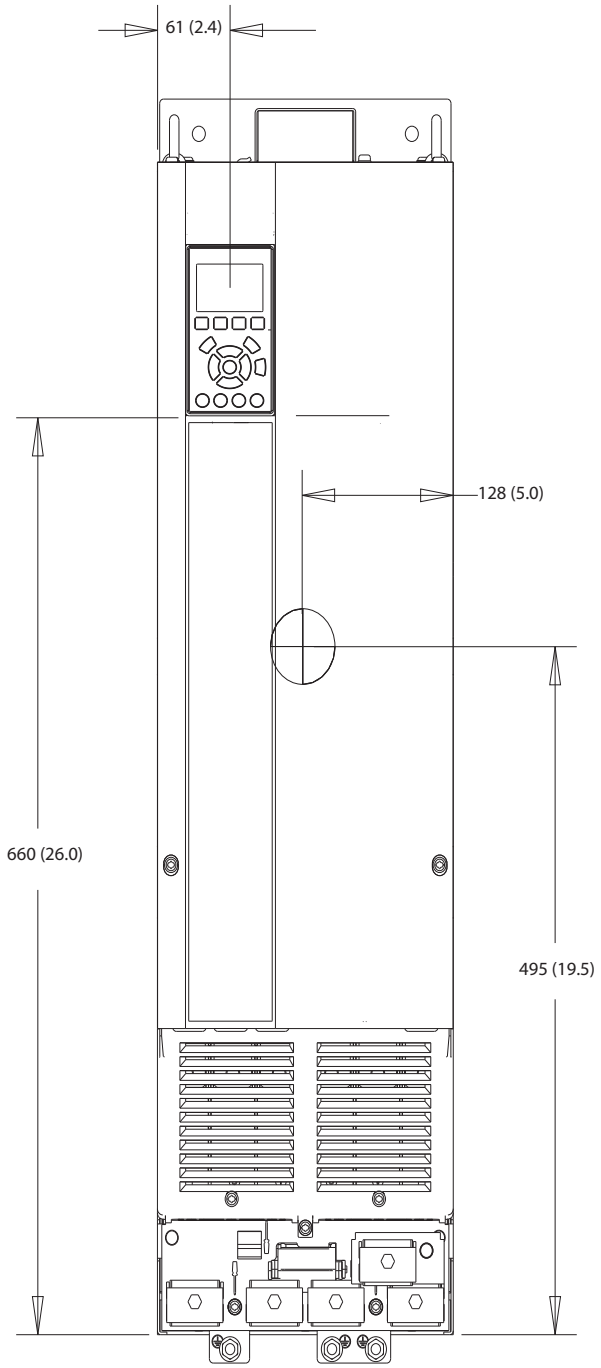


Ilustración 8.15 Vista frontal del D3h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

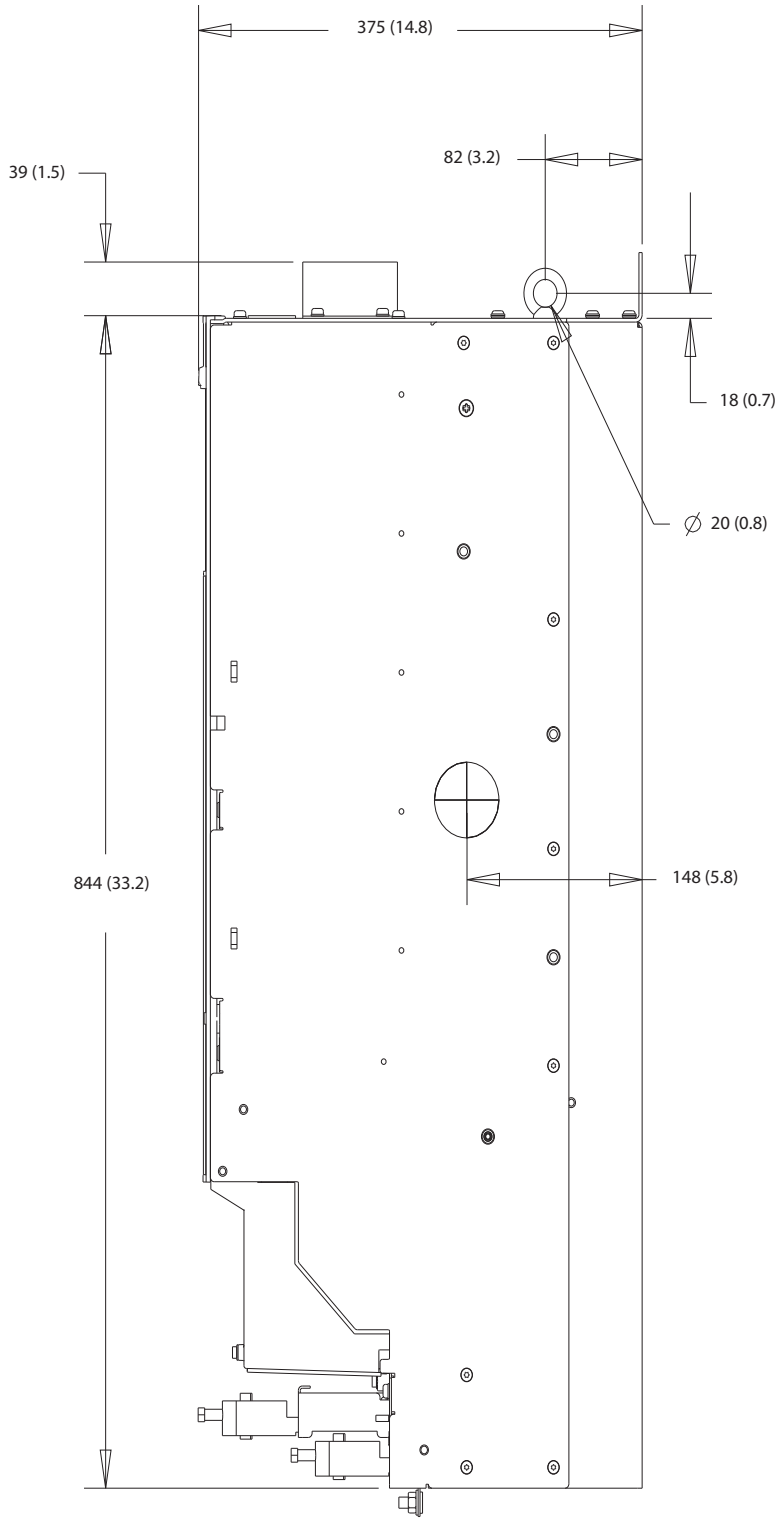


Ilustración 8.16 Vista lateral del D3h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

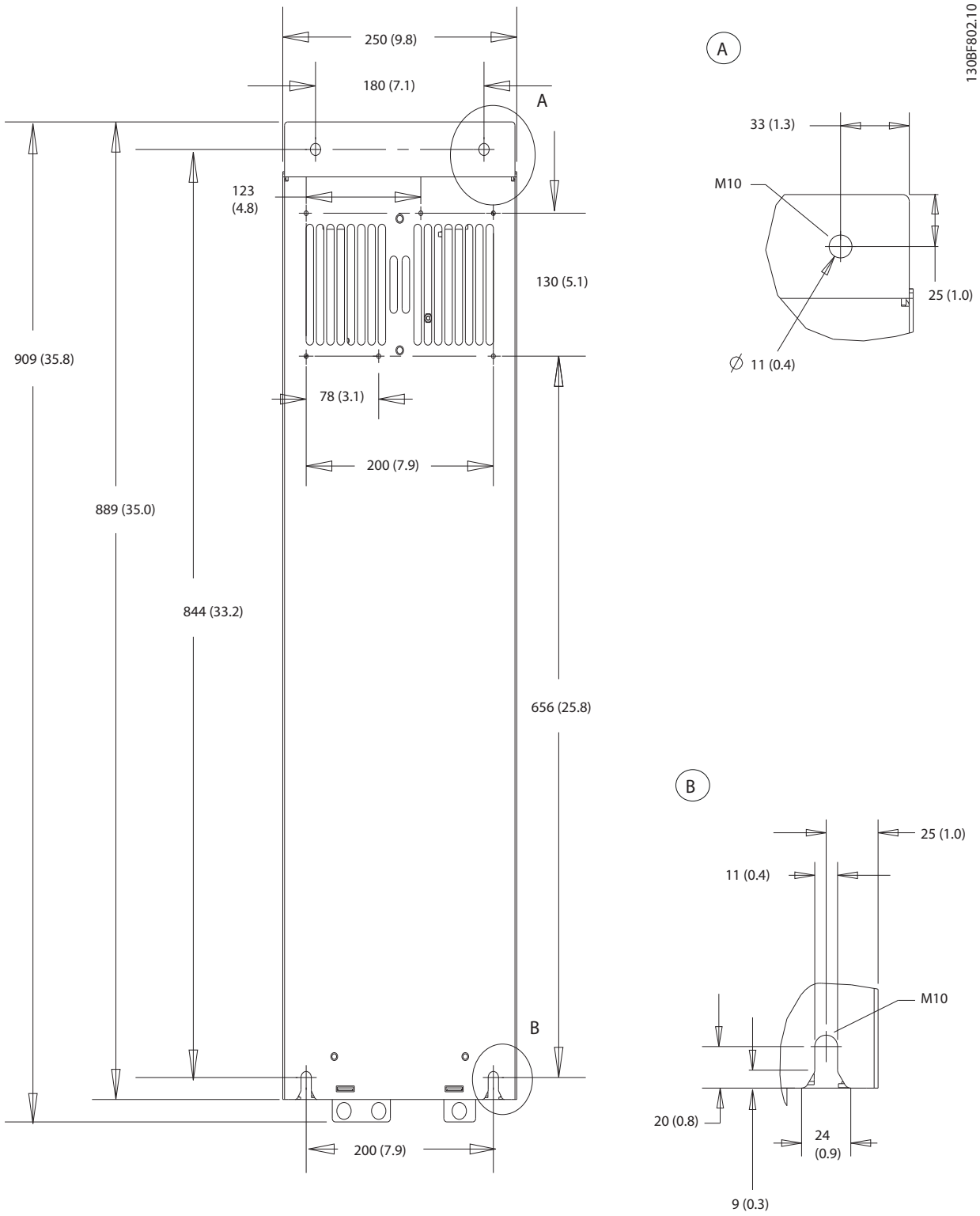
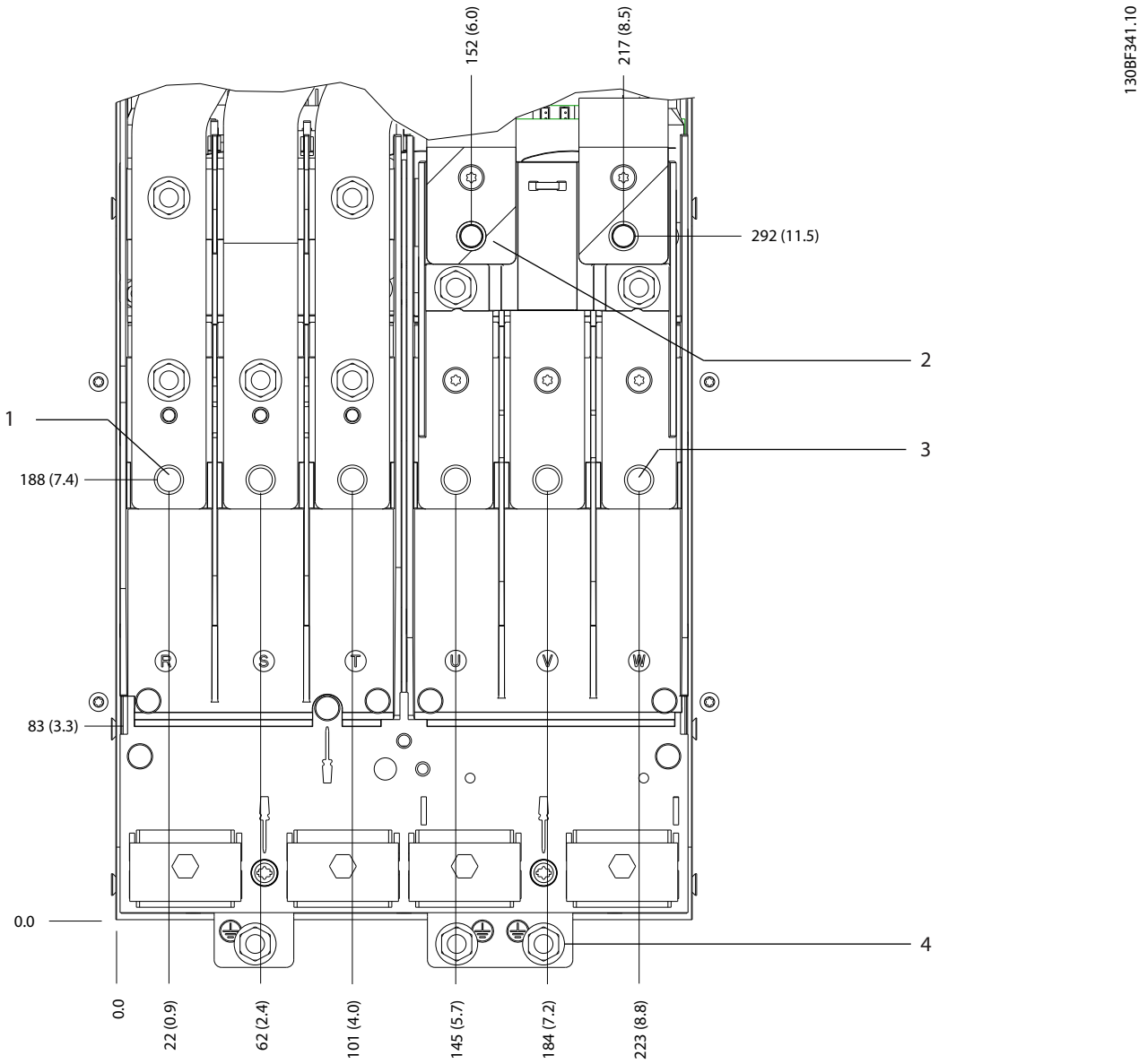


Ilustración 8.17 Vista trasera del D3h

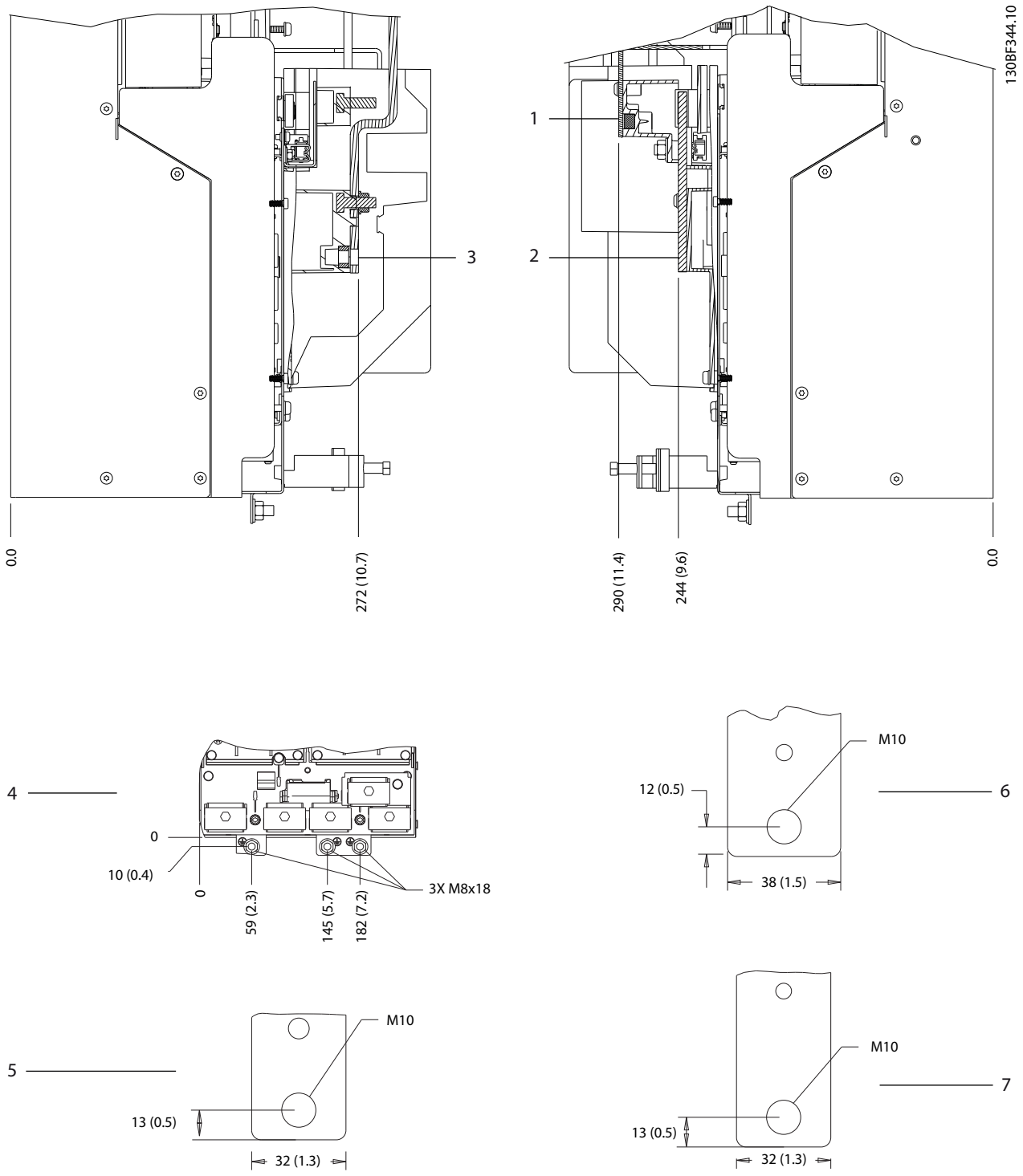
Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.3.2 Dimensiones de los terminales del D3h



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	4	Terminales de conexión a tierra

Ilustración 8.18 Dimensiones de los terminales del D3h (vista frontal)



1 y 6	Terminales de freno/regeneración	3 y 5	Terminales de alimentación
2 y 7	Terminales de motor	4	Terminales de conexión a tierra

Ilustración 8.19 Dimensiones de los terminales del D3h (vistas laterales)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.4 Dimensiones exteriores y de los terminales del D4h

8.4.1 Dimensiones del alojamiento D4h

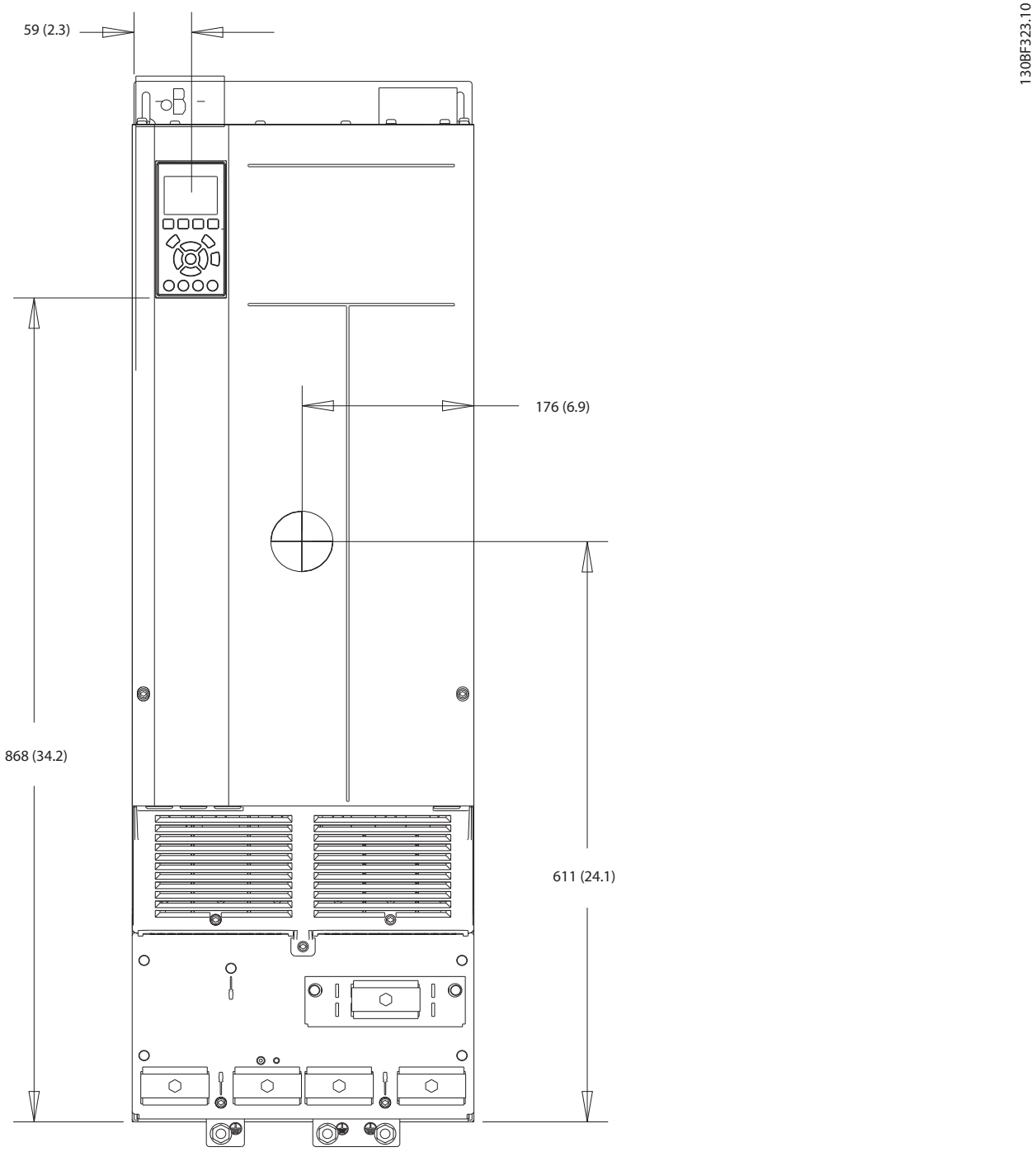


Ilustración 8.20 Vista frontal del D4h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

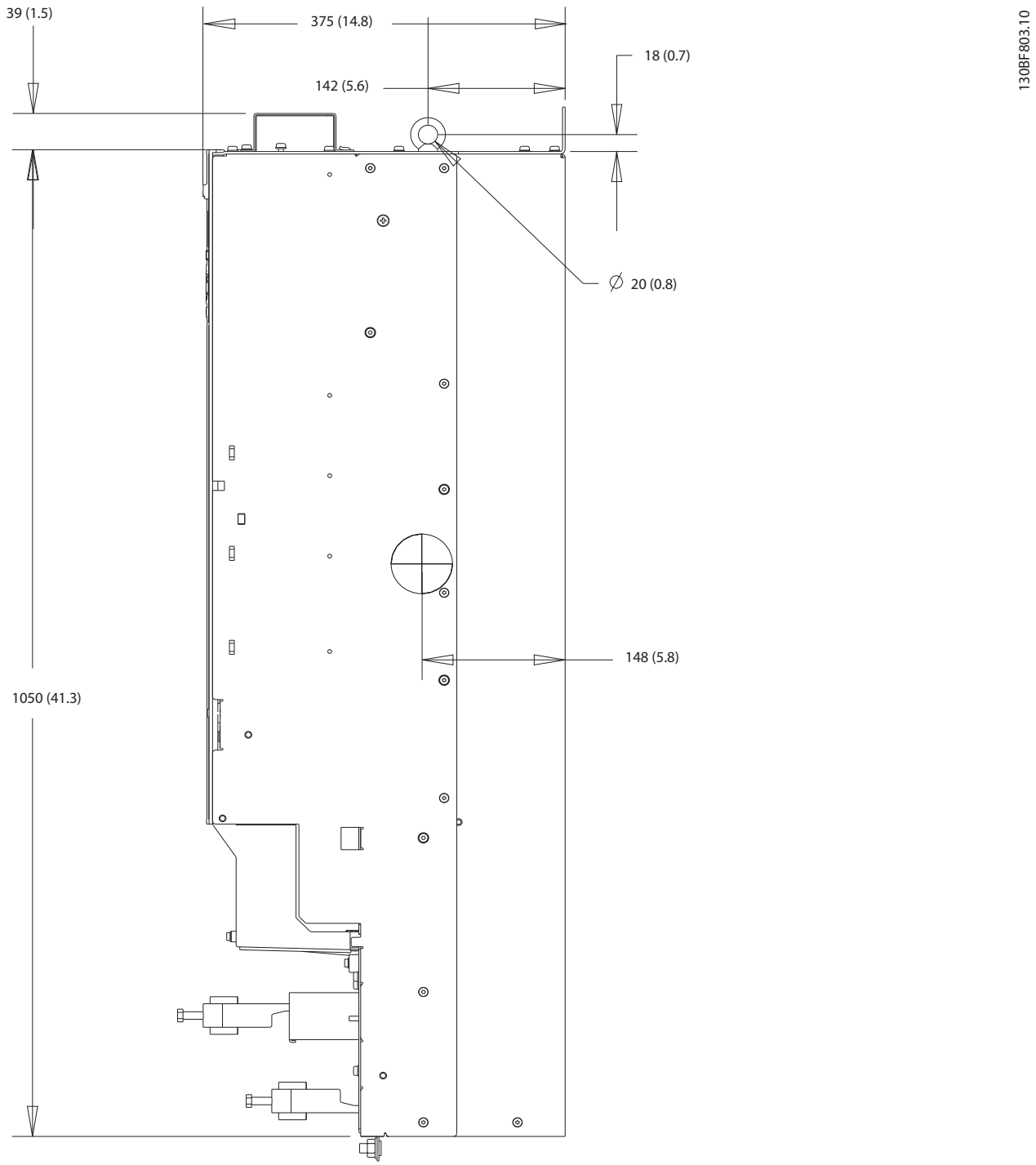


Ilustración 8.21 Dimensiones laterales del D4h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

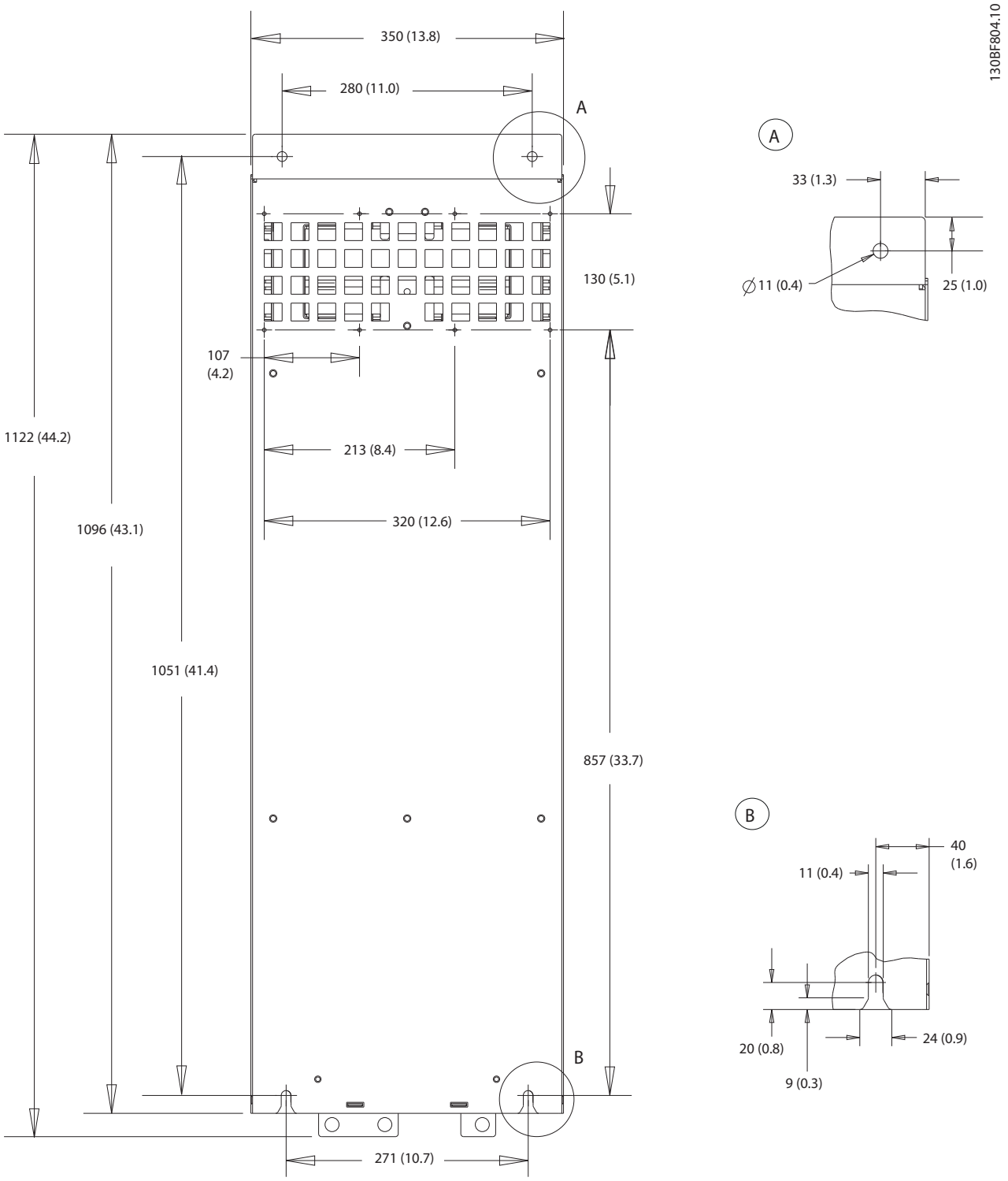
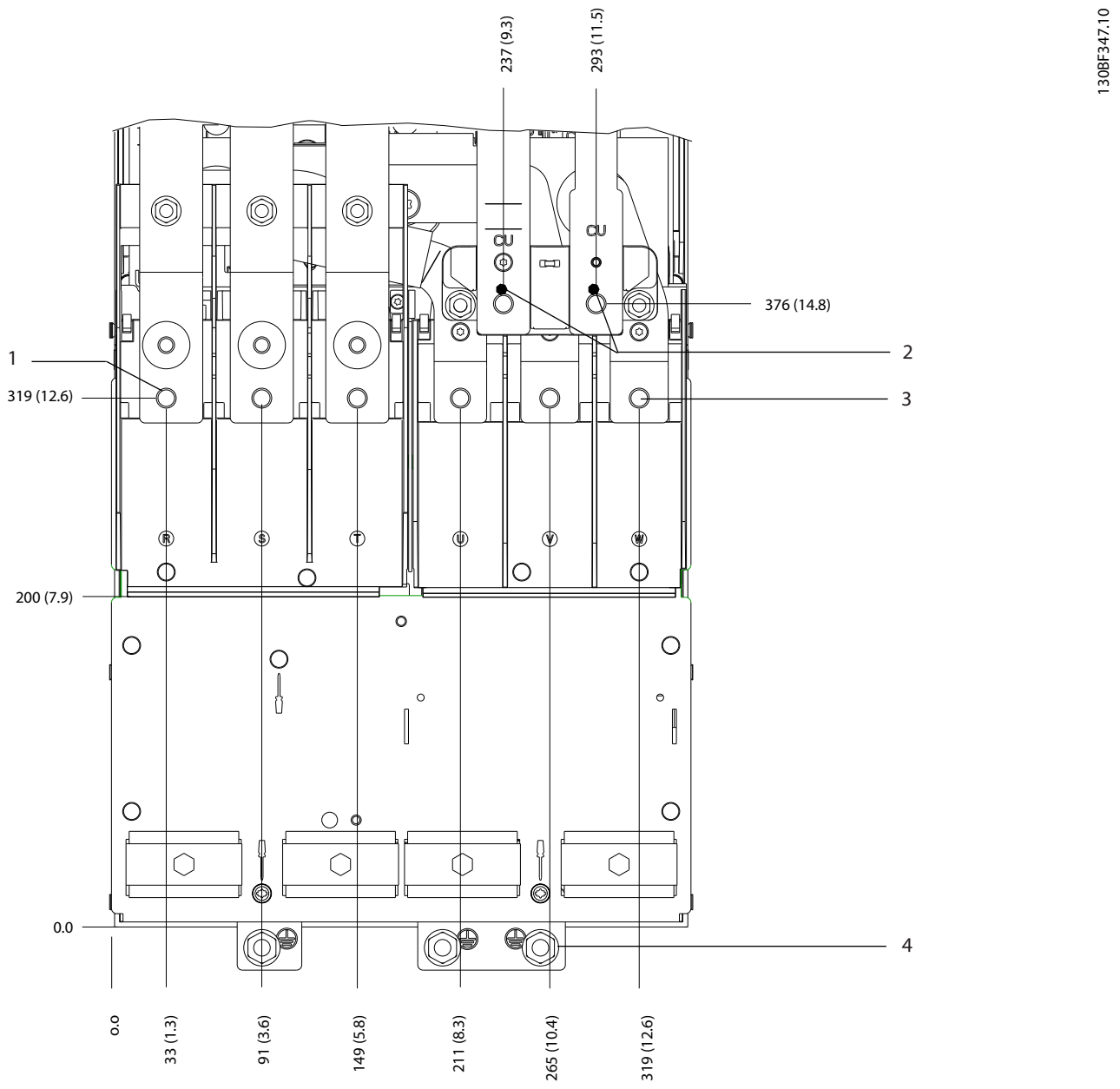


Ilustración 8.22 Dimensiones posteriores del D4h

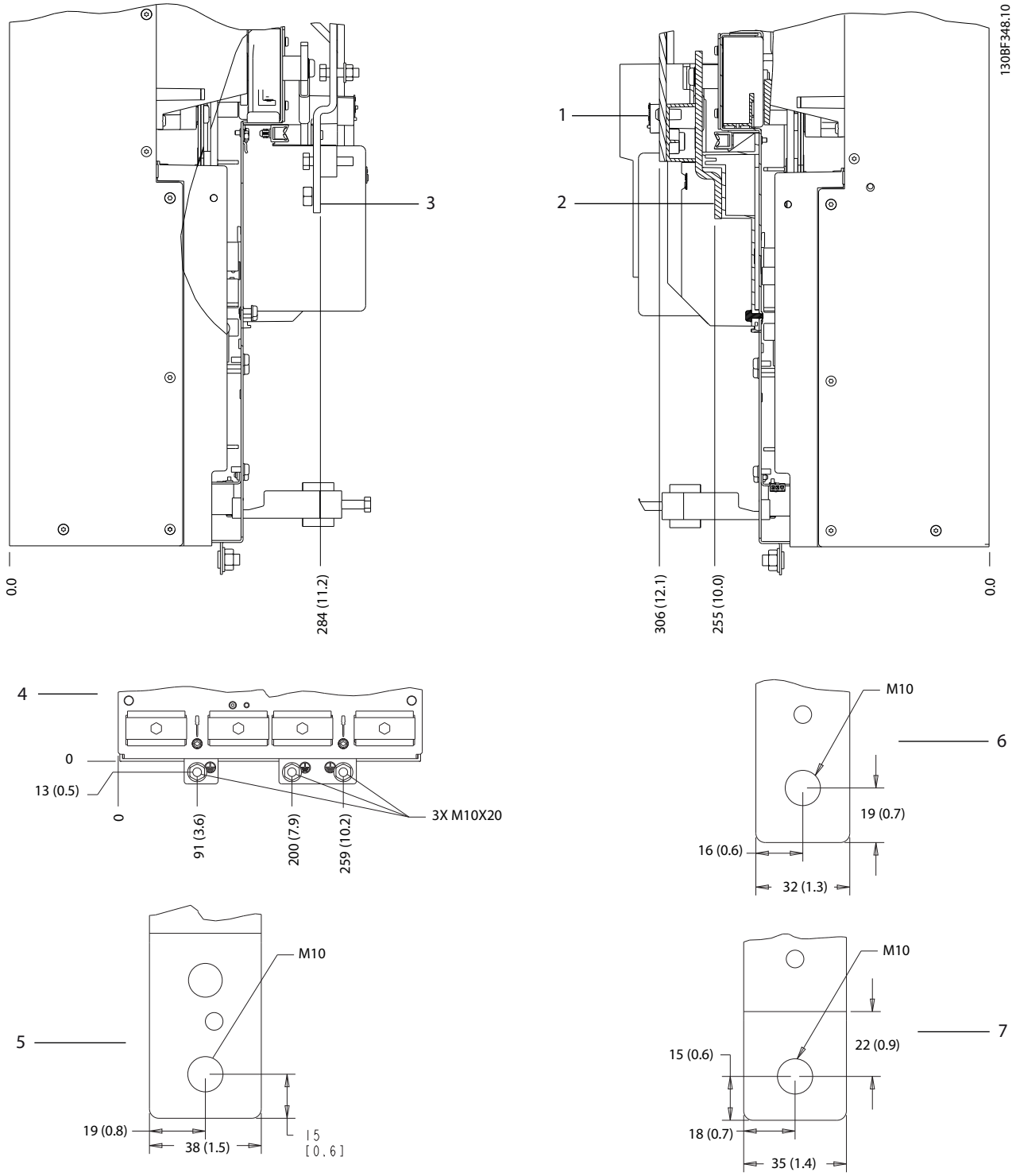
8.4.2 Dimensiones de los terminales del D4h



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	4	Terminales de conexión a tierra

Ilustración 8.23 Dimensiones de los terminales del D4h (vista frontal)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1 y 6	Terminales de freno/regeneración	3 y 5	Terminales de alimentación
2 y 7	Terminales de motor	4	Terminales de conexión a tierra

Ilustración 8.24 Dimensiones de los terminales del D4h (vistas laterales)

8.5 Dimensiones exteriores y de los terminales del D5h

8.5.1 Dimensiones exteriores del D5h

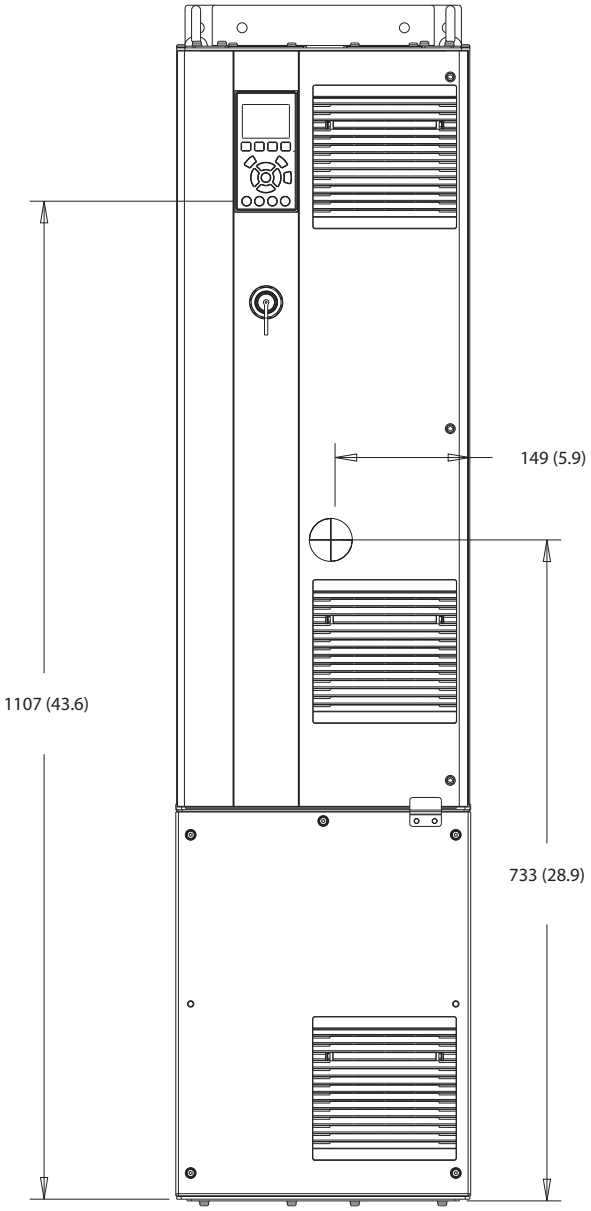


Ilustración 8.25 Vista frontal del D5h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

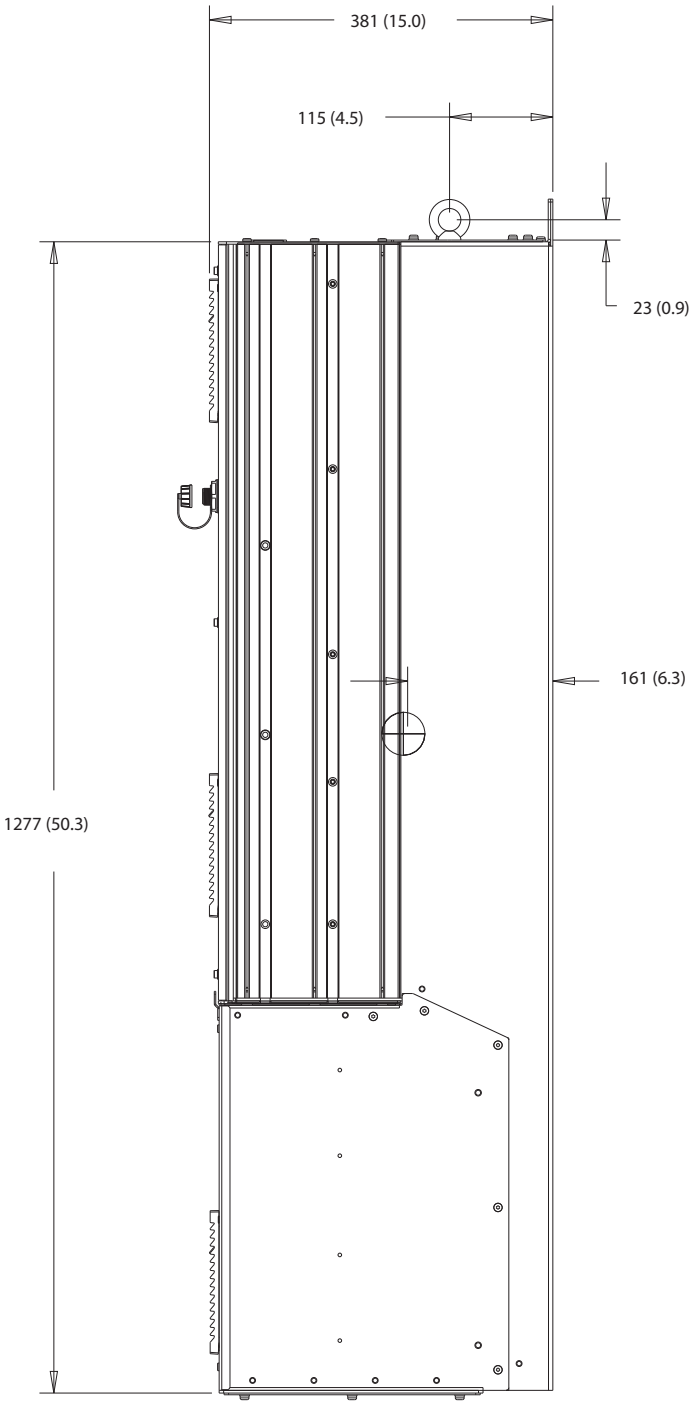


Ilustración 8.26 Vista lateral del D5h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

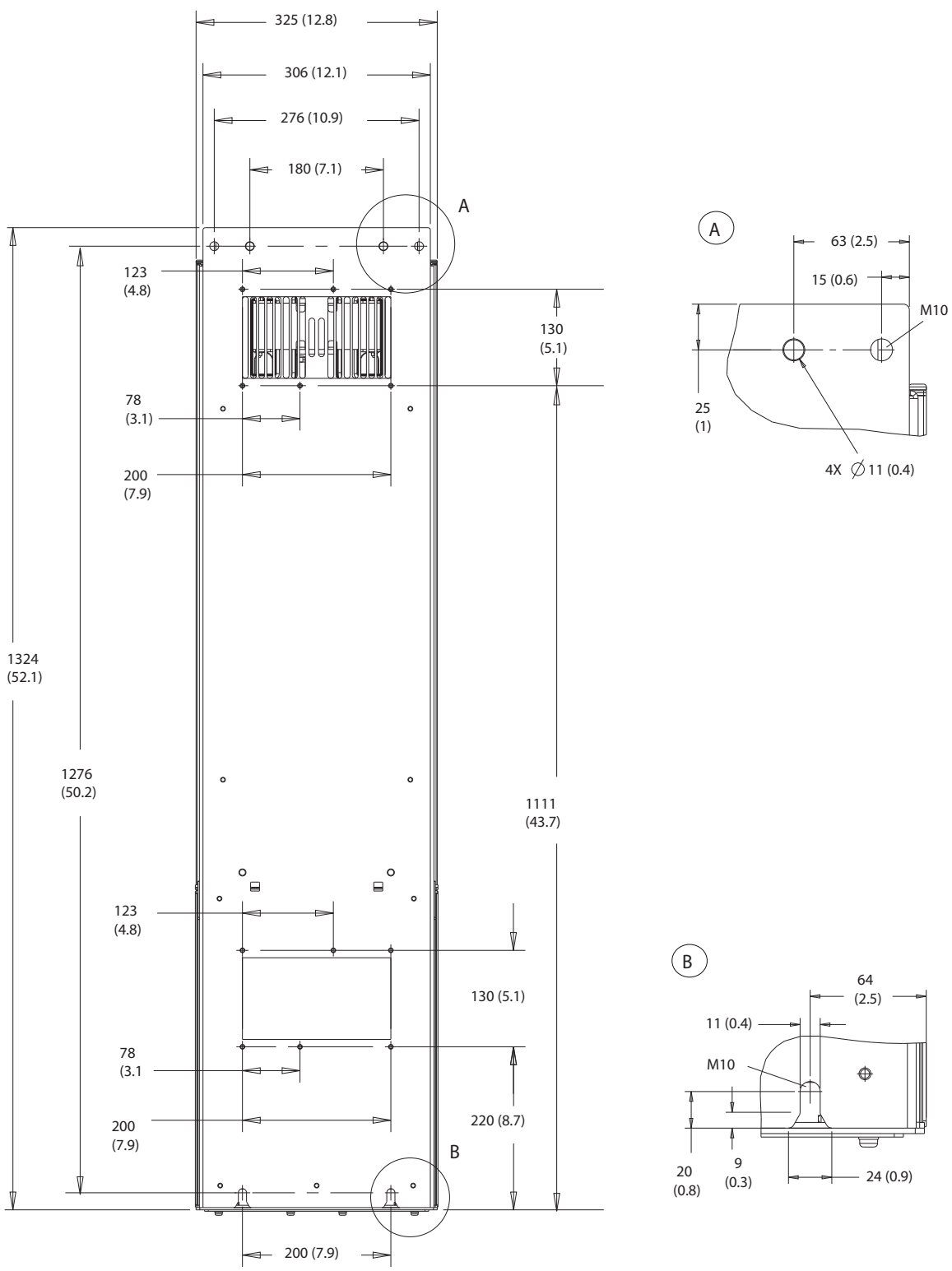


Ilustración 8.27 Vista trasera del D5h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

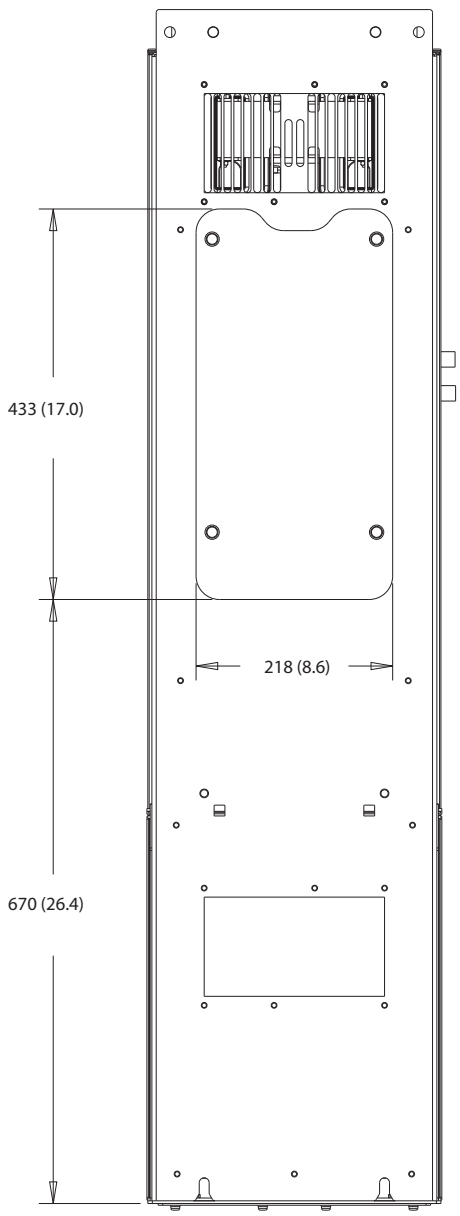


Ilustración 8.28 Panel de acceso a disipador del D5h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

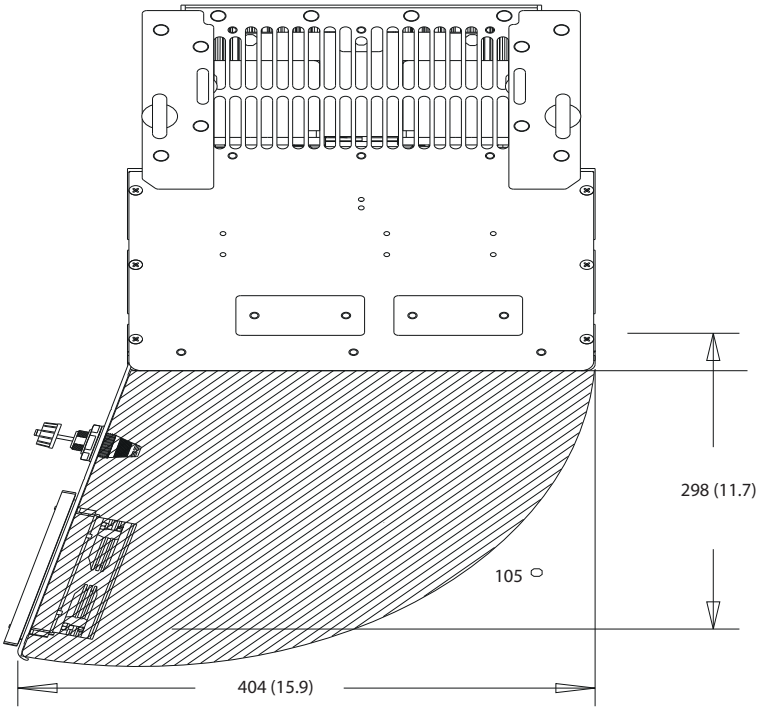
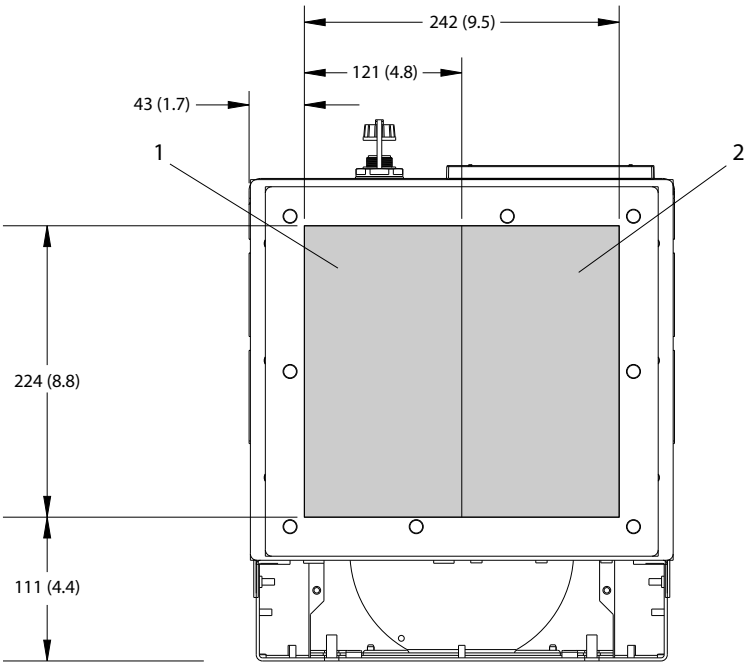


Ilustración 8.29 Espacio de la puerta del D5h

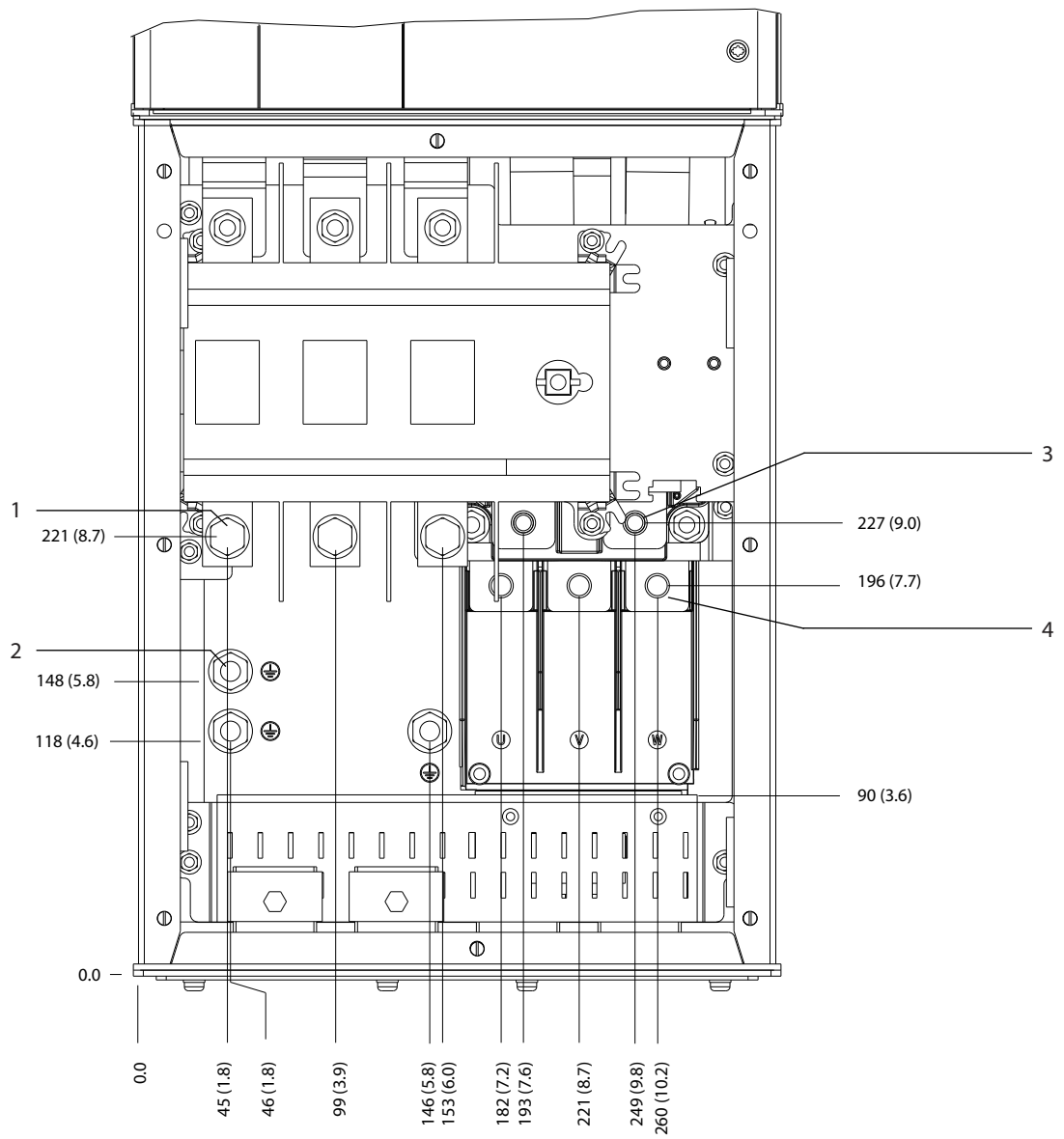


1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.30 Dimensiones de la placa prensacables del D5h

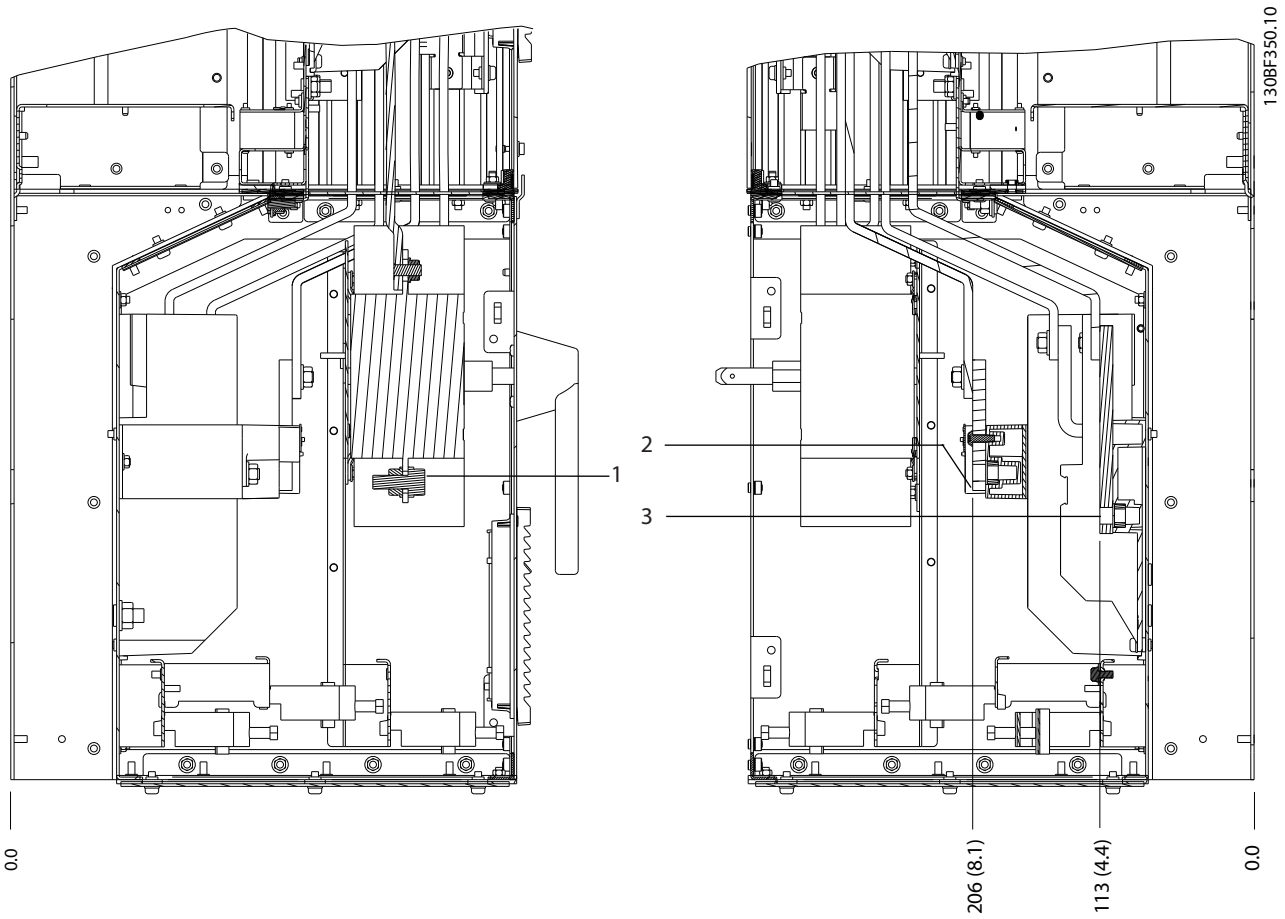
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.5.2 Dimensiones de los terminales del D5h



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de freno
2	Terminales de conexión a tierra	4	Terminales de motor

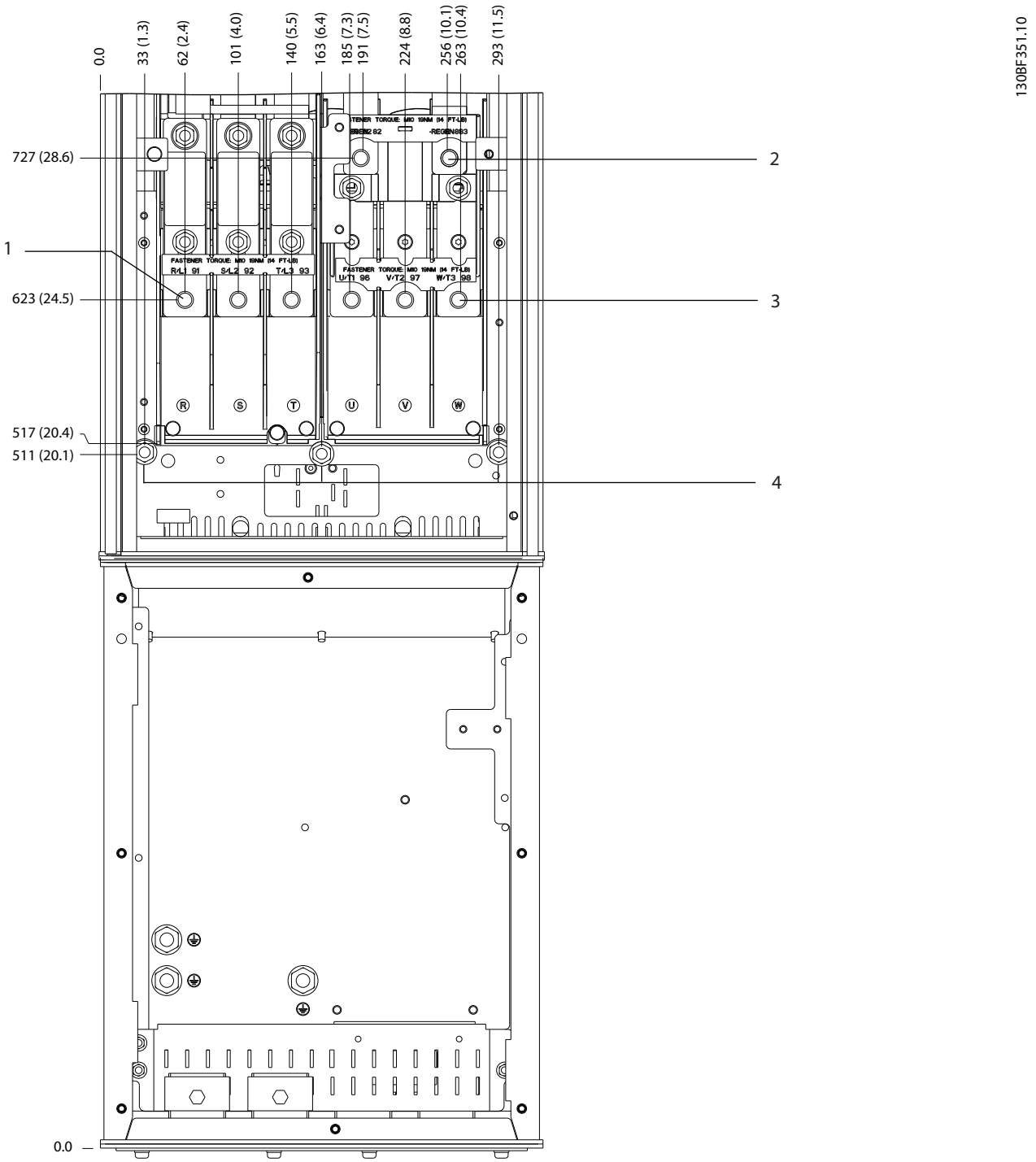
Ilustración 8.31 Dimensiones de los terminales del D5h con opción de desconexión (vista frontal)



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

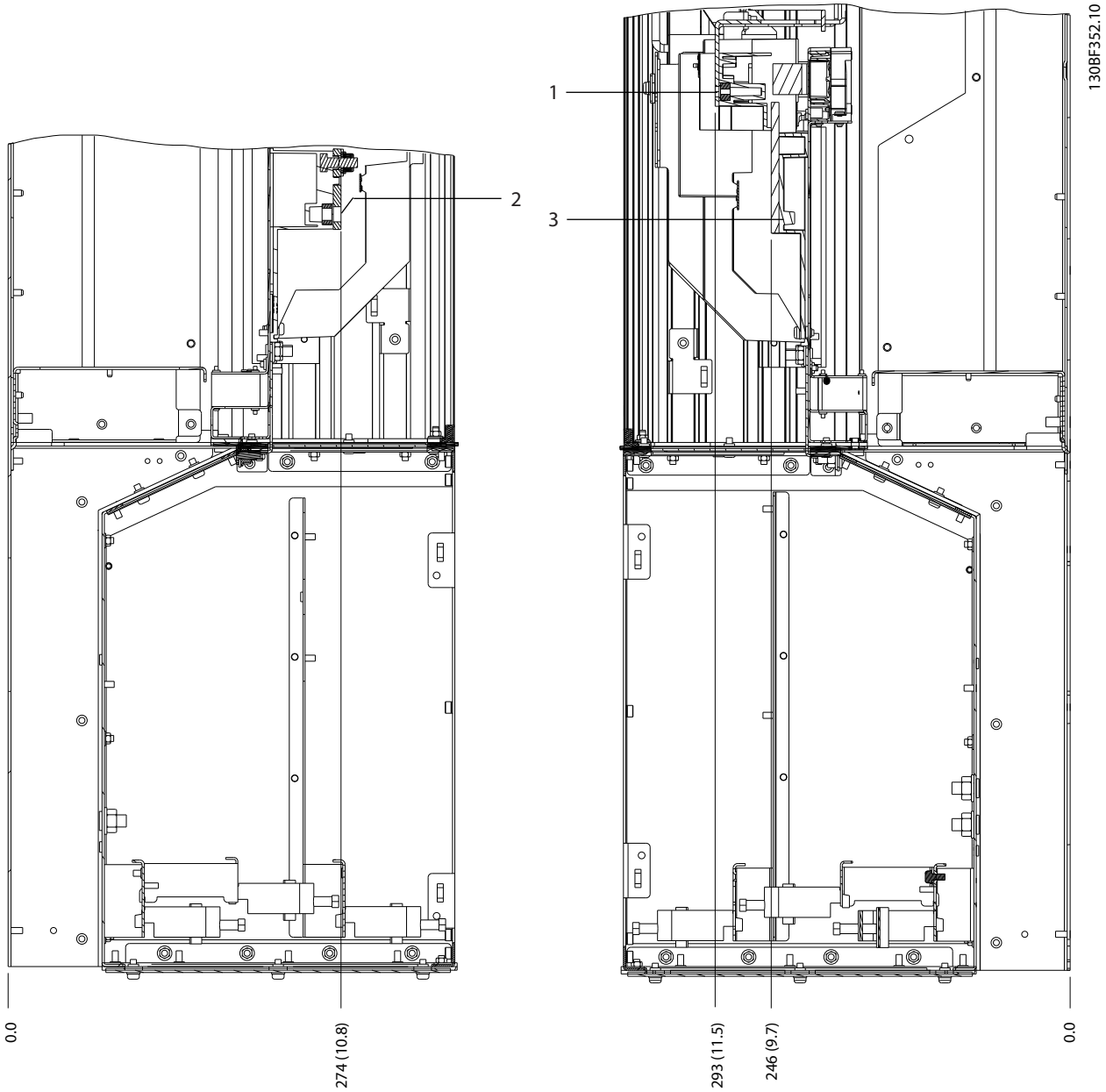
Ilustración 8.32 Dimensiones de los terminales del D5h con opción de desconexión (vistas laterales)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	4	Terminales de conexión a tierra

Ilustración 8.33 Dimensiones de los terminales del D5h con opción de freno (vista frontal)



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

Ilustración 8.34 Dimensiones de los terminales del D5h con opción de freno (vistas laterales)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.6 Dimensiones exteriores y de los terminales del D6h

8.6.1 Dimensiones exteriores del D6h

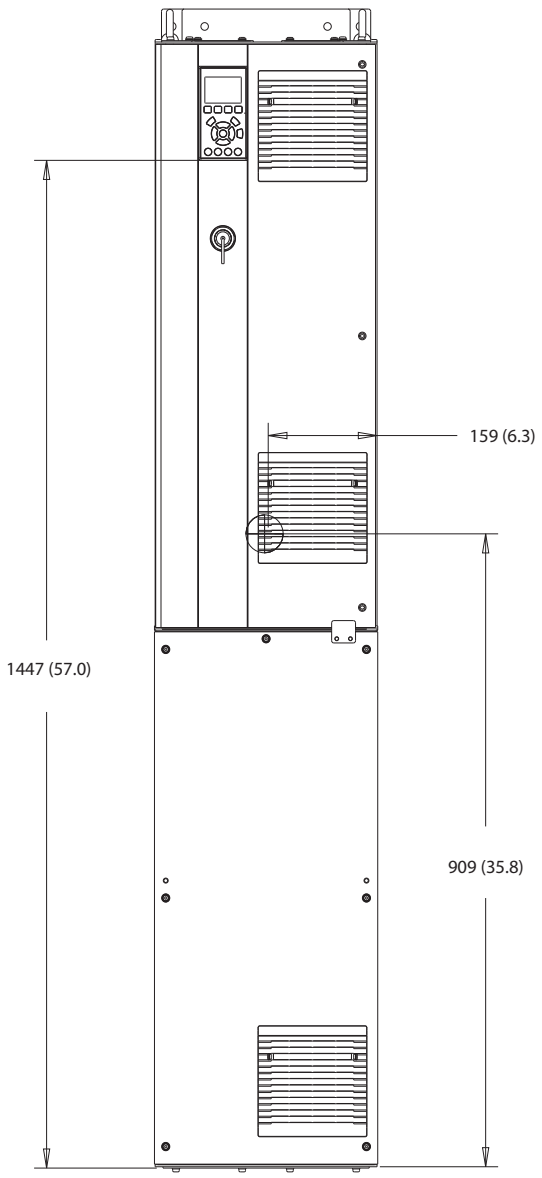


Ilustración 8.35 Vista frontal del D6h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

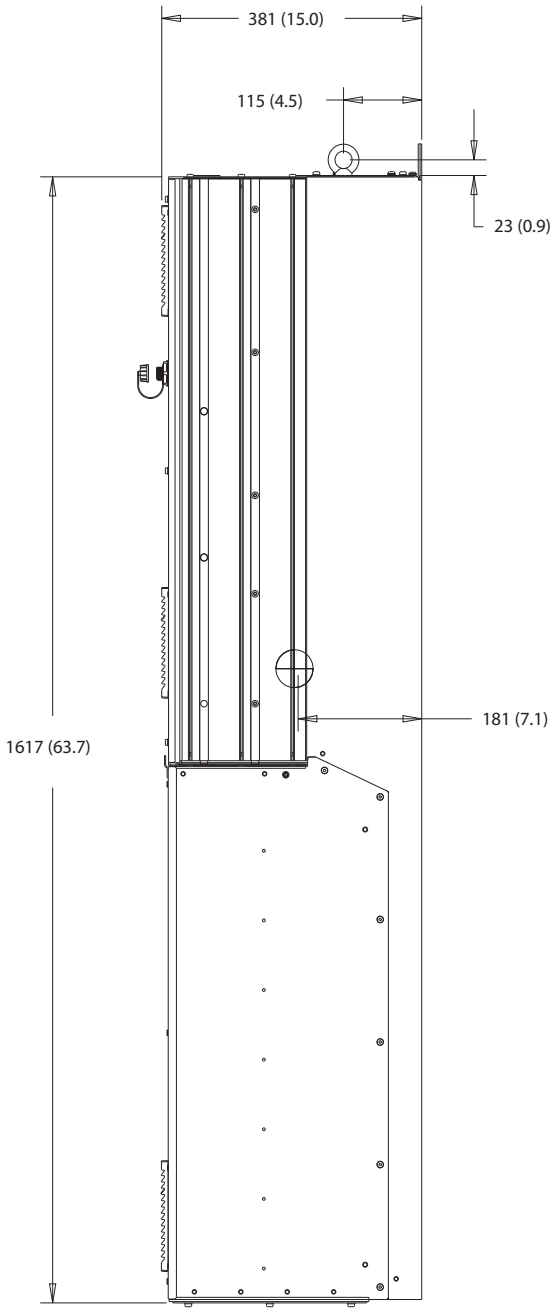


Ilustración 8.36 Vista lateral del D6h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

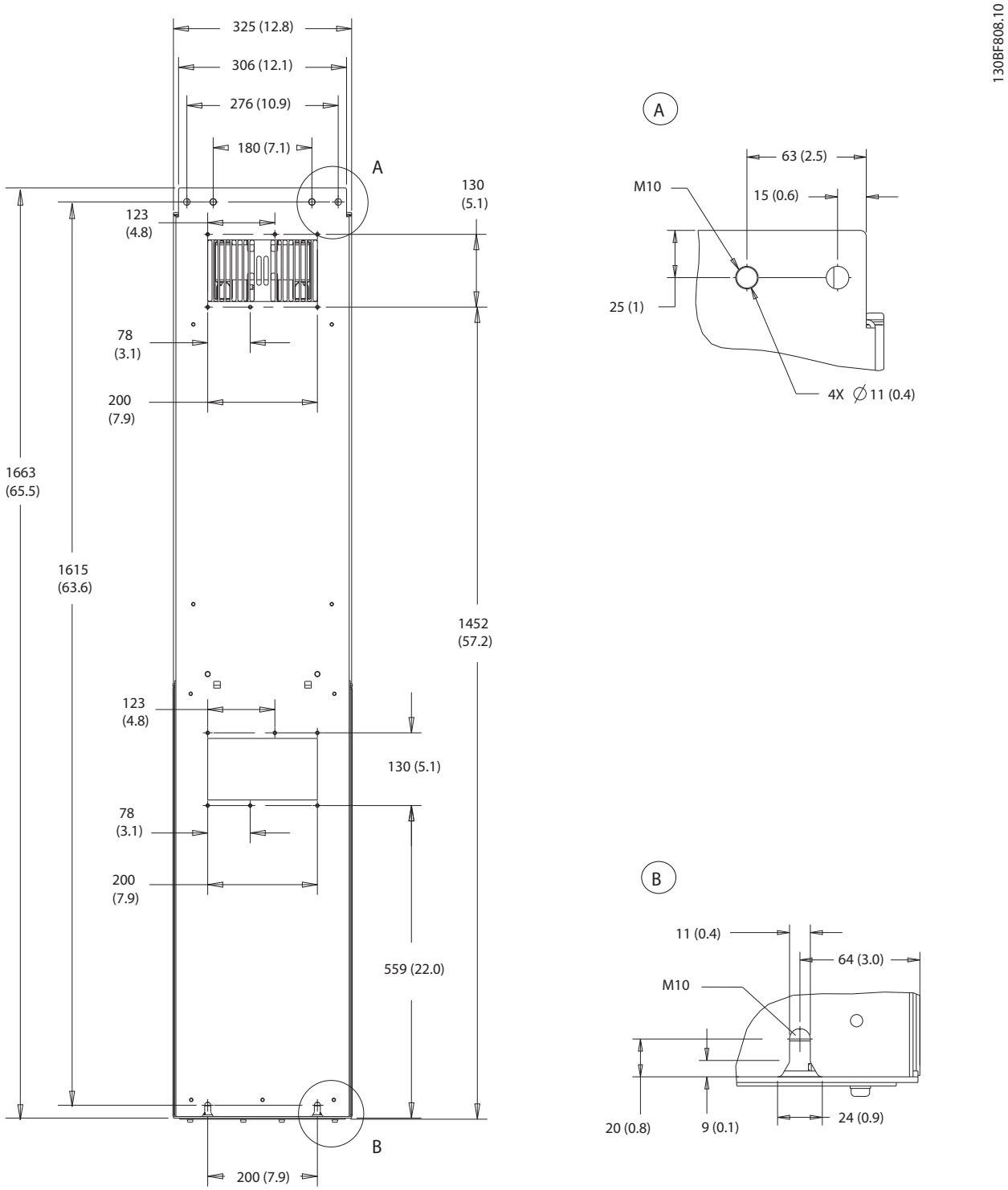


Ilustración 8.37 Vista trasera del D6h

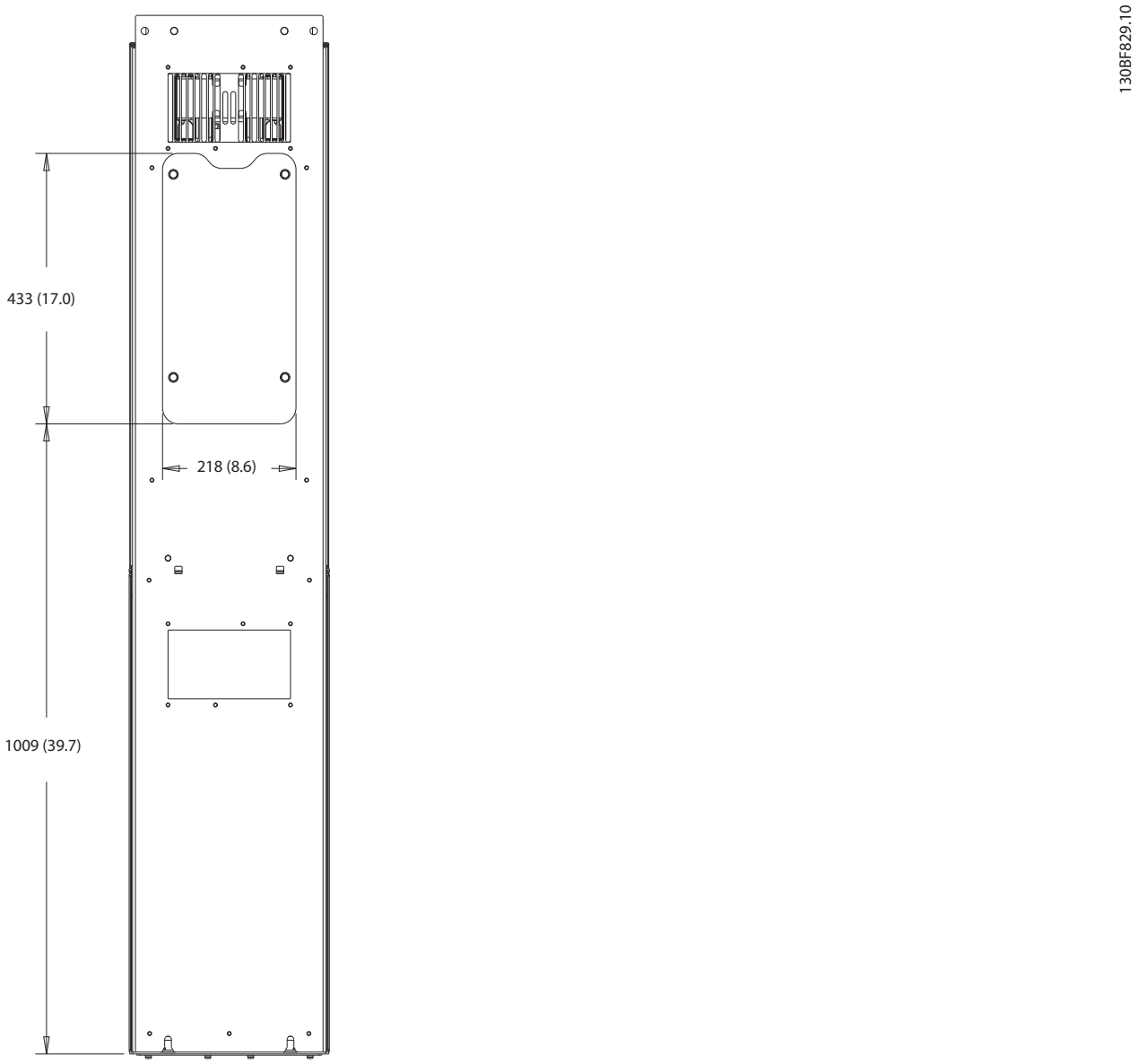


Ilustración 8.38 Panel de acceso a disipador del D6h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

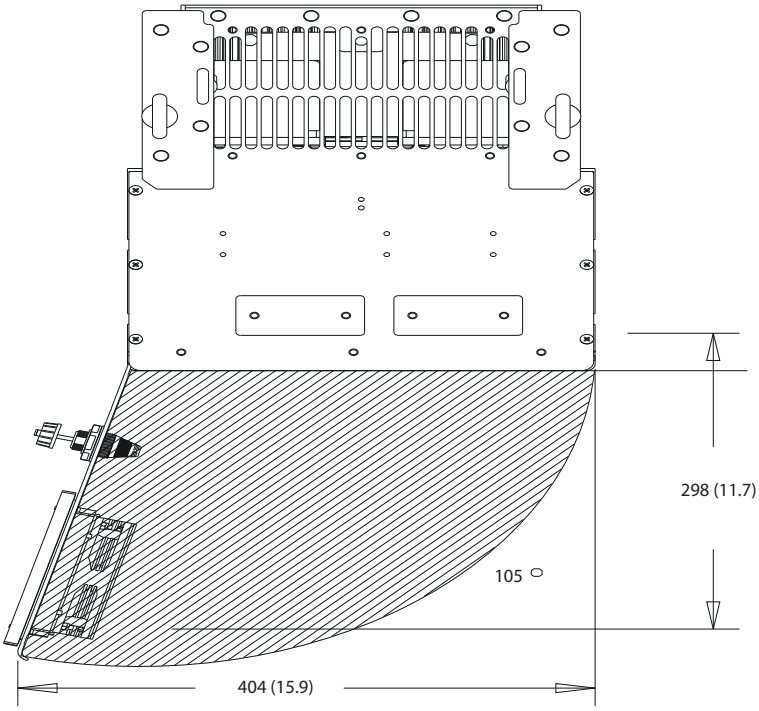
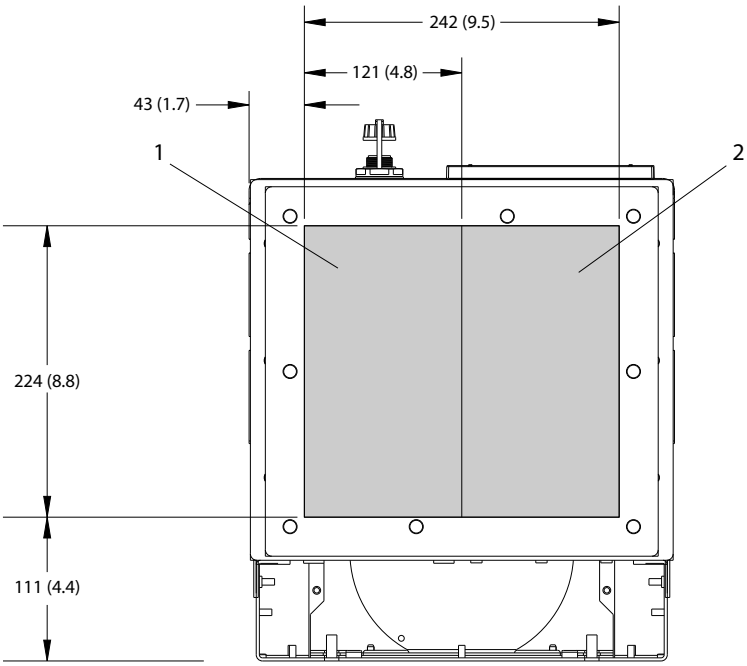


Ilustración 8.39 Espacio de la puerta del D6h

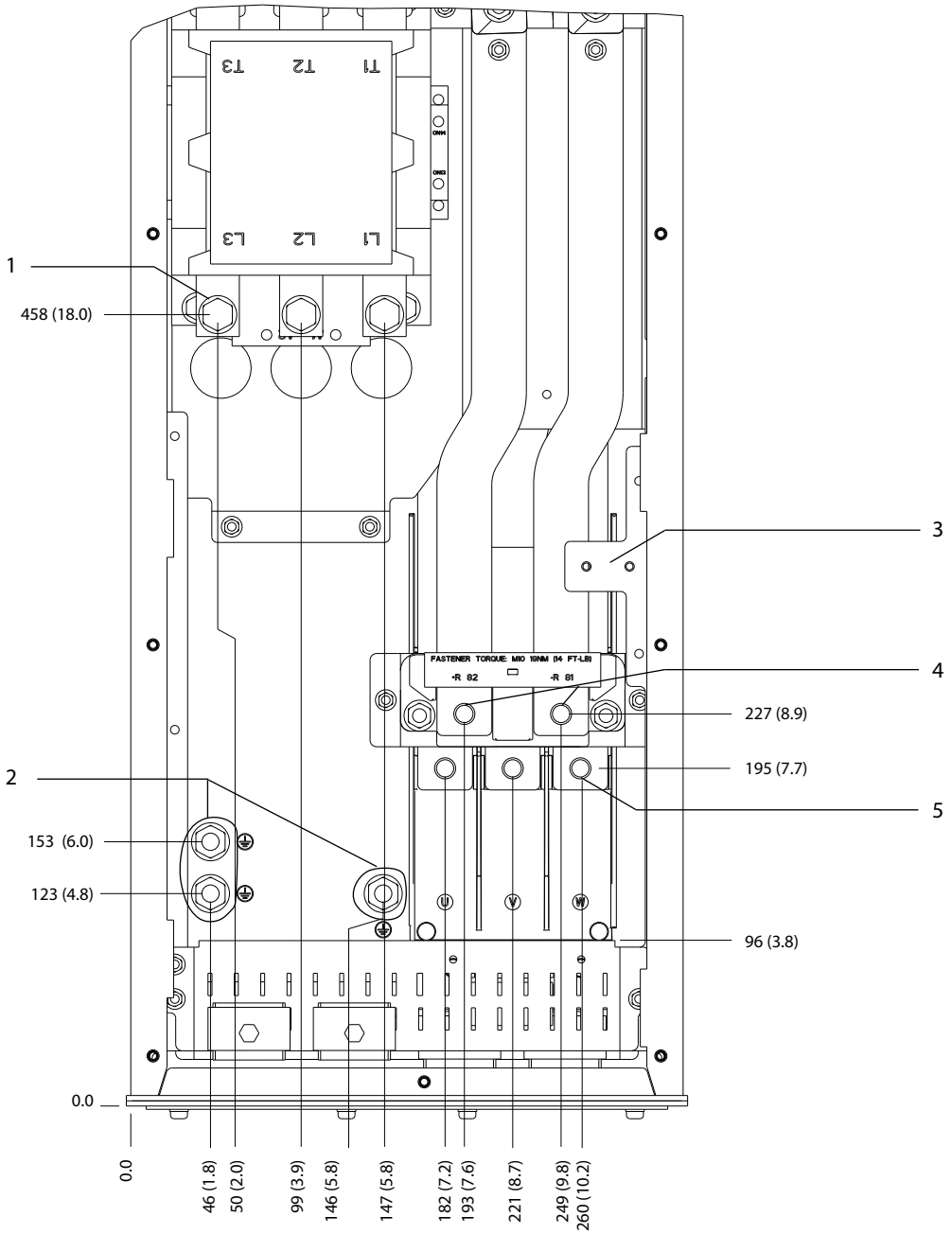


1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.40 Dimensiones de la placa prensacables del D6h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

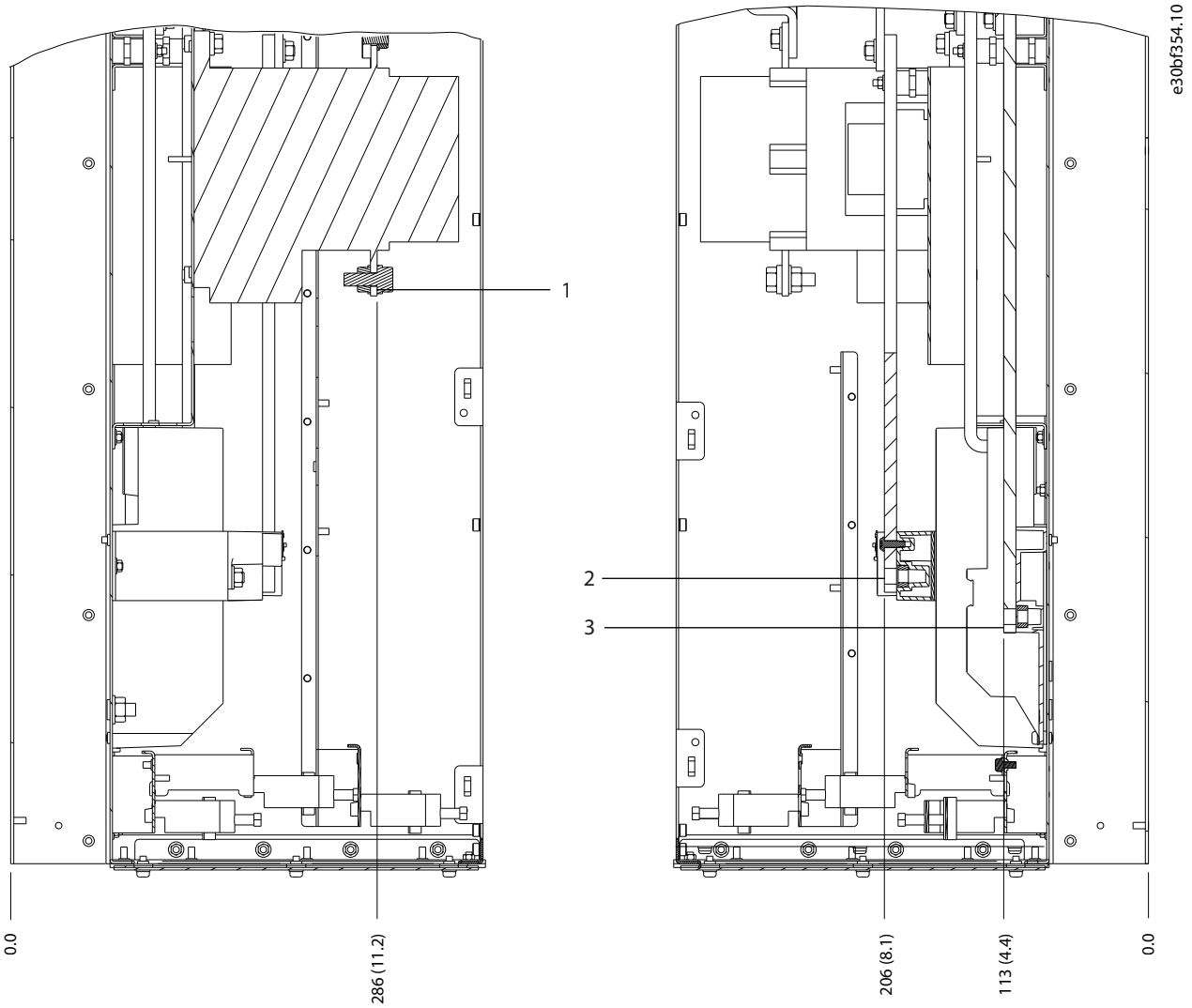
8.6.2 Dimensiones de los terminales del D6h



1	Terminales de alimentación	4	Terminales de freno
2	Terminales de conexión a tierra	5	Terminales de motor
3	Bloque de terminales del contactor TB6	–	–

Ilustración 8.41 Dimensiones de los terminales del D6h con opción de contactor (vista frontal)

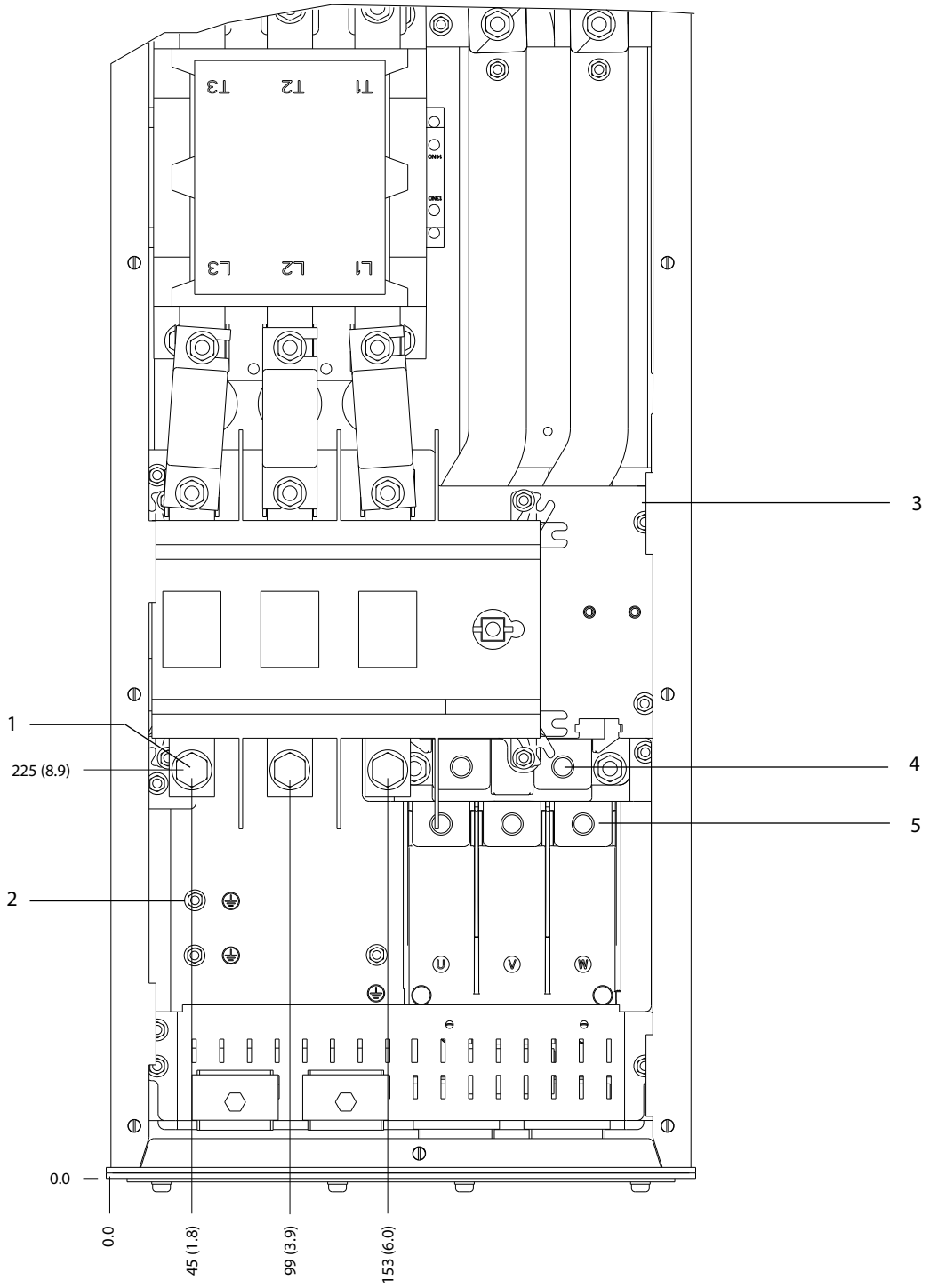
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



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

Ilustración 8.42 Dimensiones de los terminales del D6h con opción de contactor (vistas laterales)

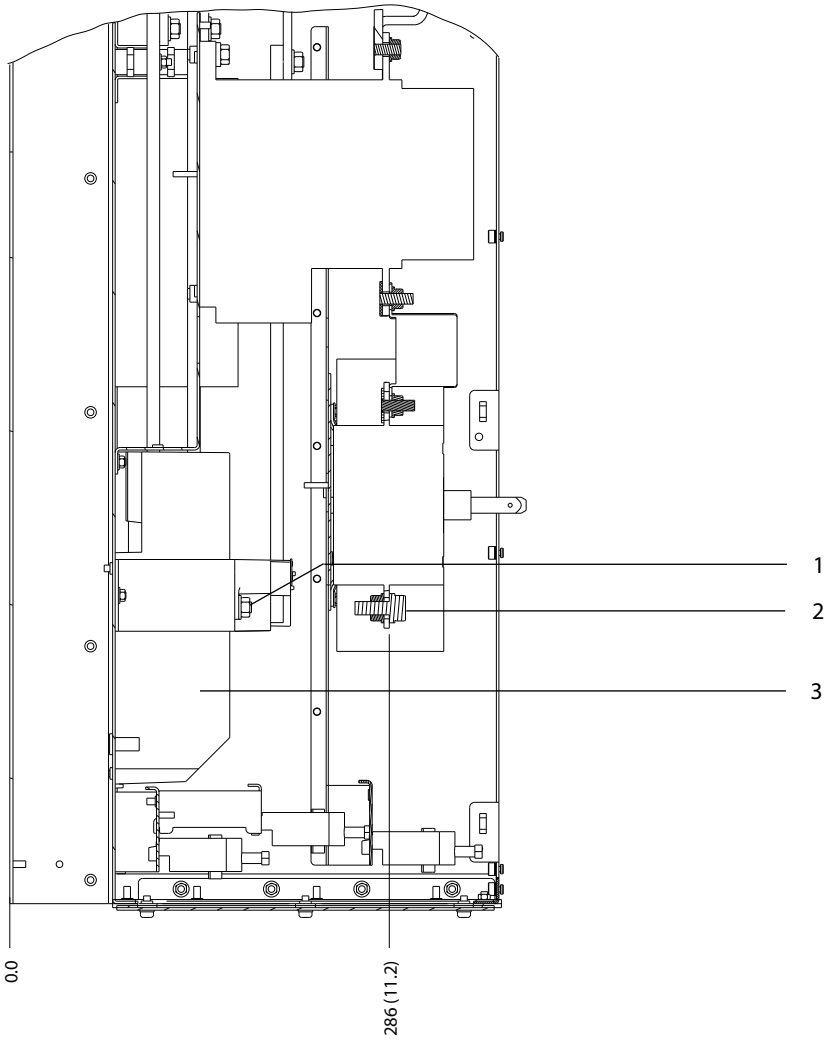
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	4	Terminales de freno
2	Terminales de conexión a tierra	5	Terminales de motor
3	Bloque de terminales del contactor TB6	–	–

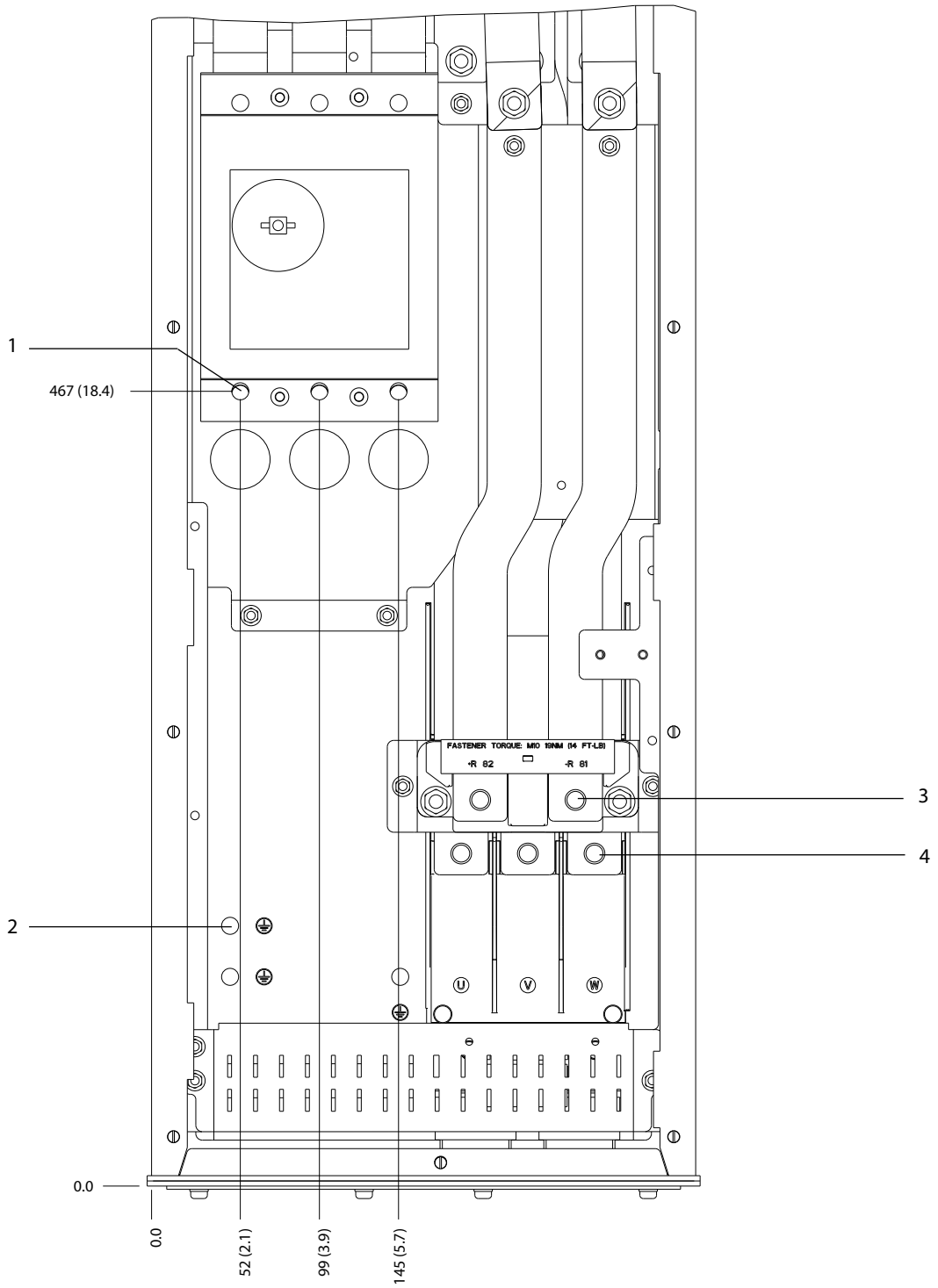
Ilustración 8.43 Dimensiones de los terminales del D6h con opciones de desconexión y contactor (vista frontal)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



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

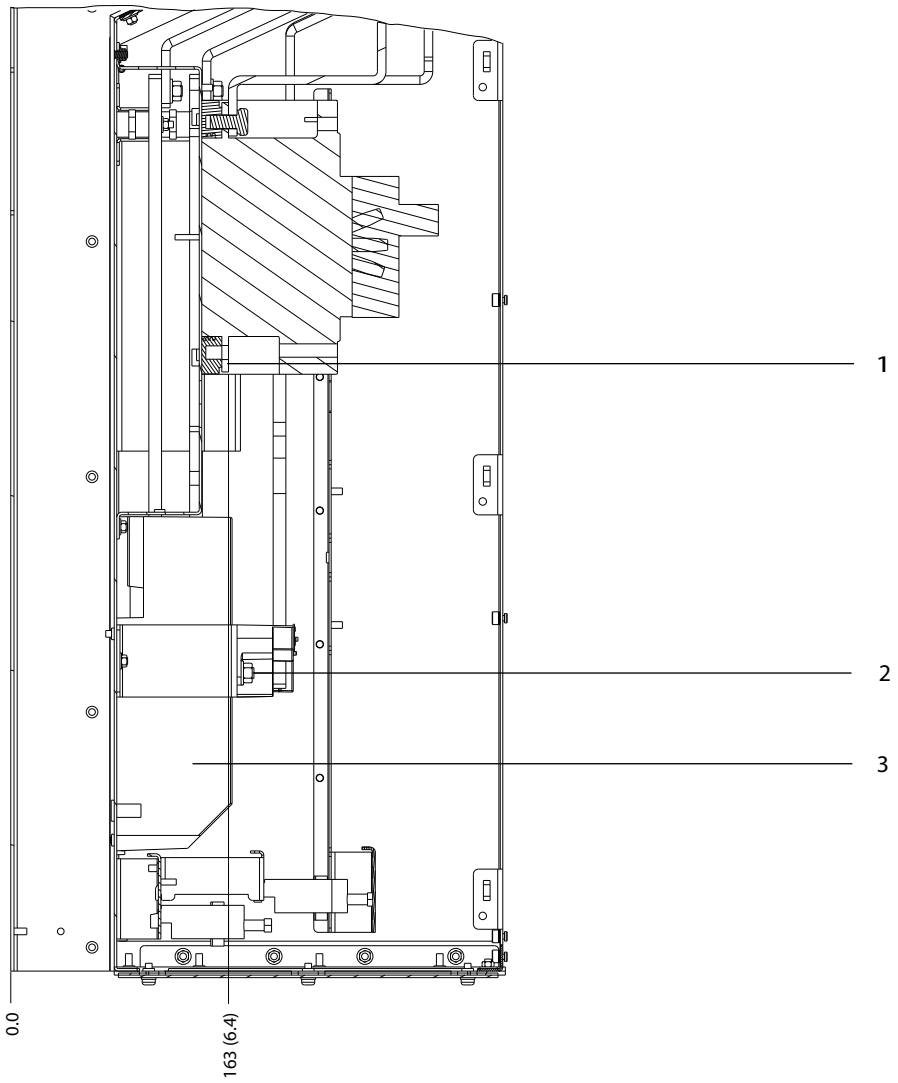
Ilustración 8.44 Dimensiones de los terminales del D6h con opciones de desconexión y contactor (vistas laterales)



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de freno
2	Terminales de conexión a tierra	4	Terminales de motor

Ilustración 8.45 Dimensiones de los terminales del D6h con opción de magnetotérmico (vista frontal)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



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

Ilustración 8.46 Dimensiones de los terminales del D6h con opción de magnetotérmico (vistas laterales)

8.7 Dimensiones exteriores y de los terminales del D7h

8.7.1 Dimensiones exteriores del D7h

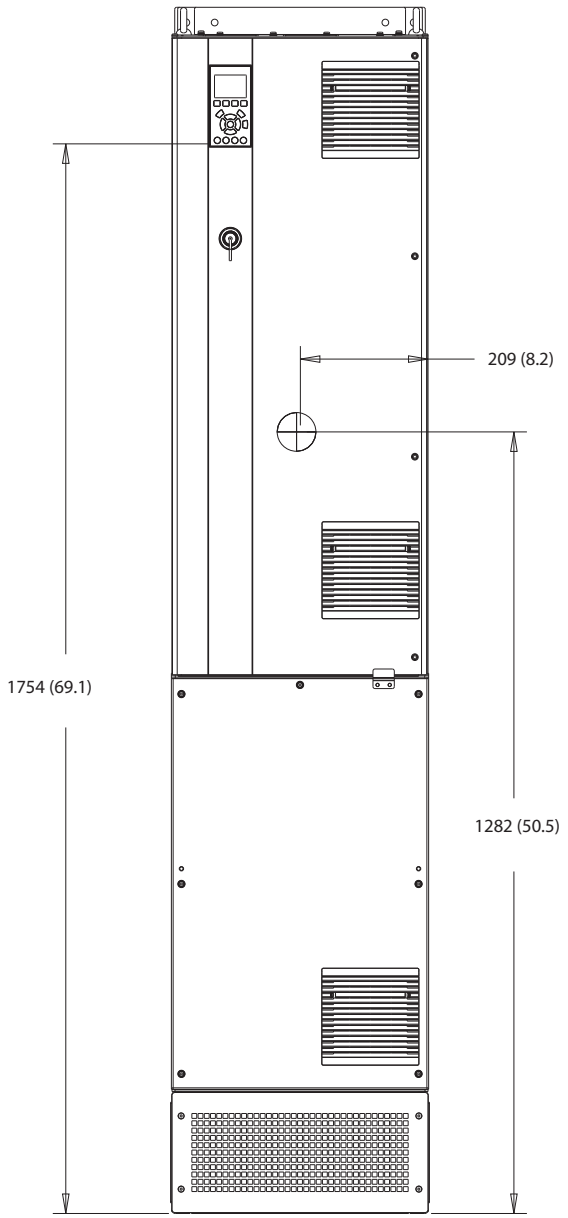


Ilustración 8.47 Vista frontal del D7h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

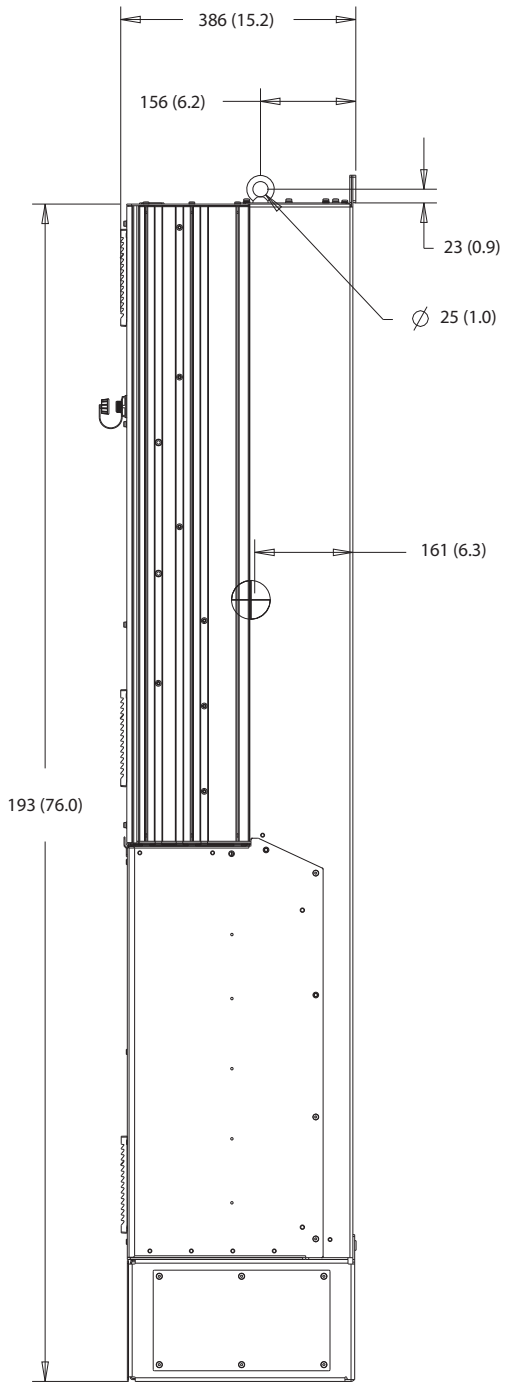


Ilustración 8.48 Vista lateral del D7h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

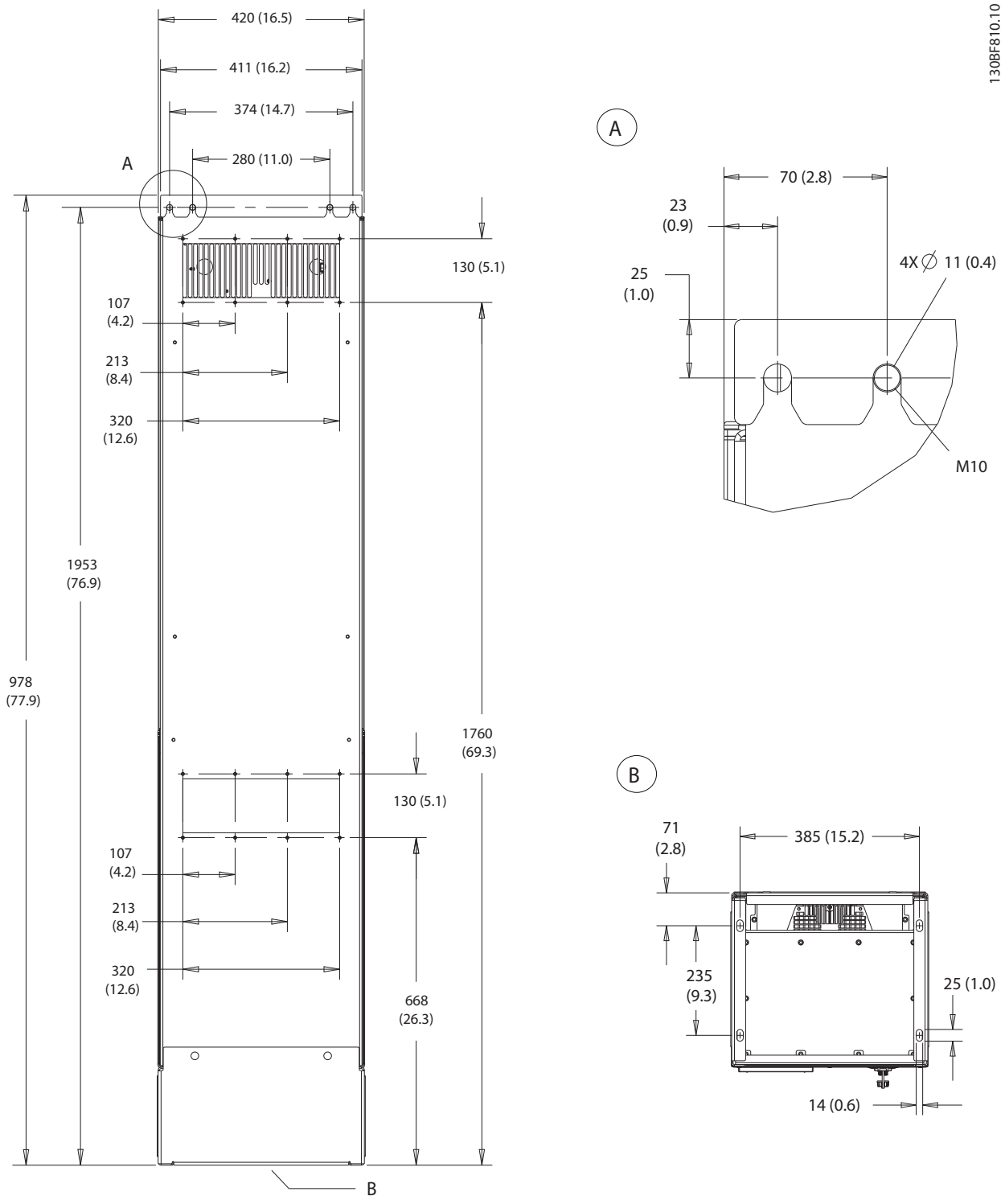


Ilustración 8.49 Vista trasera del D7h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

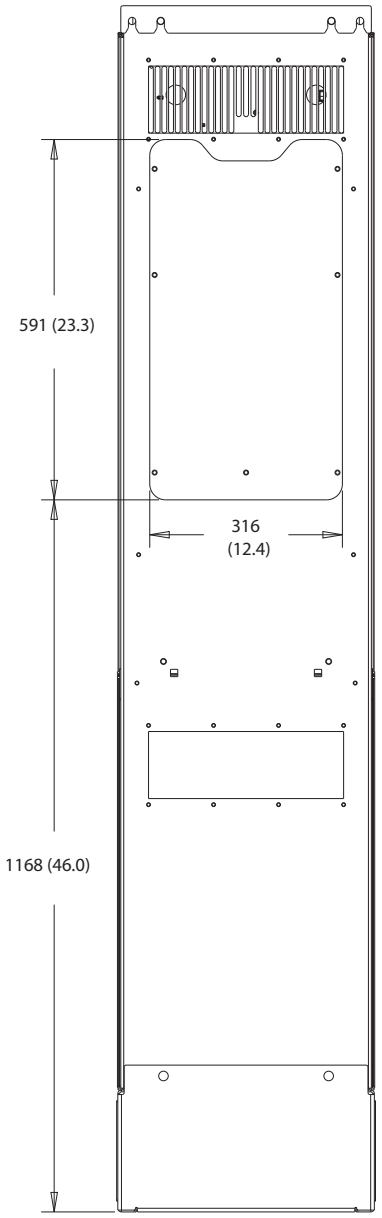


Ilustración 8.50 Panel de acceso a disipador del D7h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

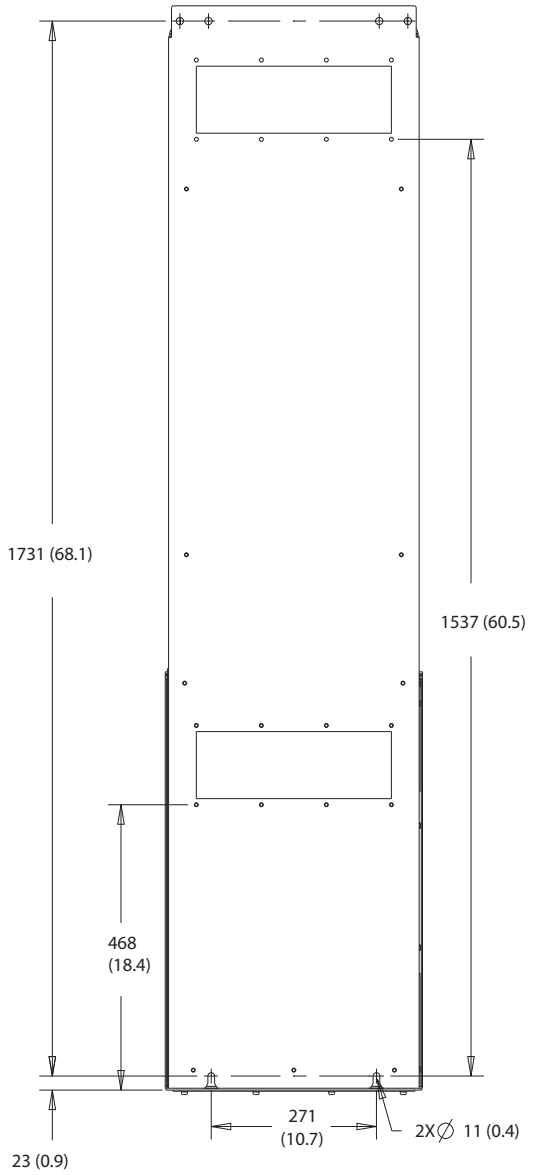


Ilustración 8.51 Dimensiones del montaje en pared del D7h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

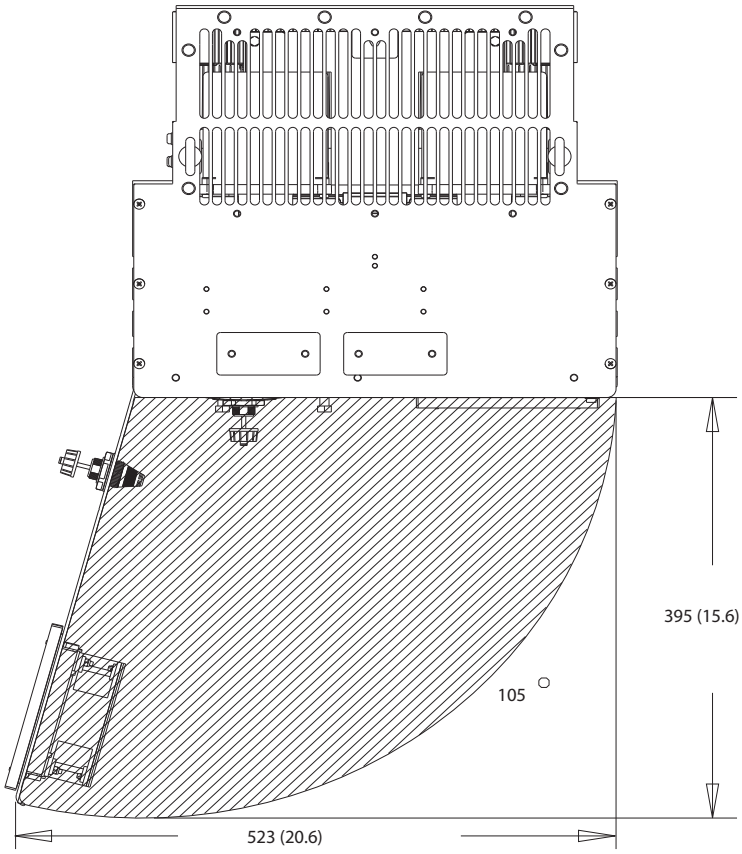
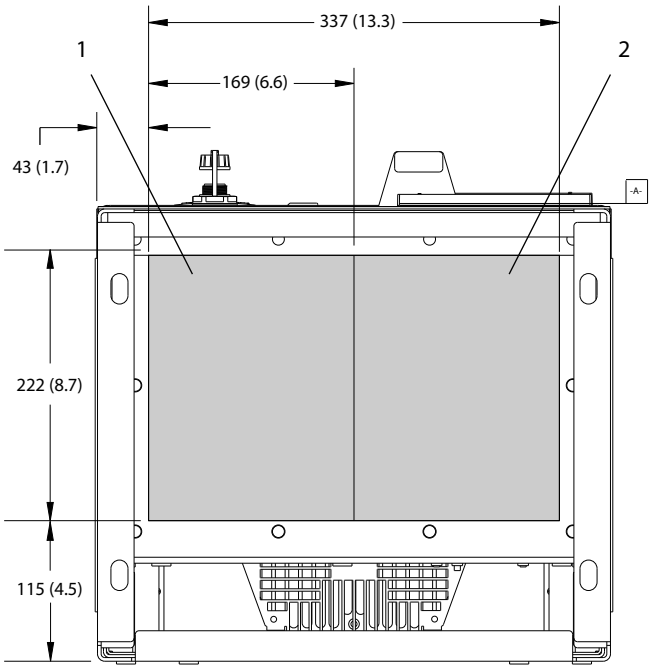


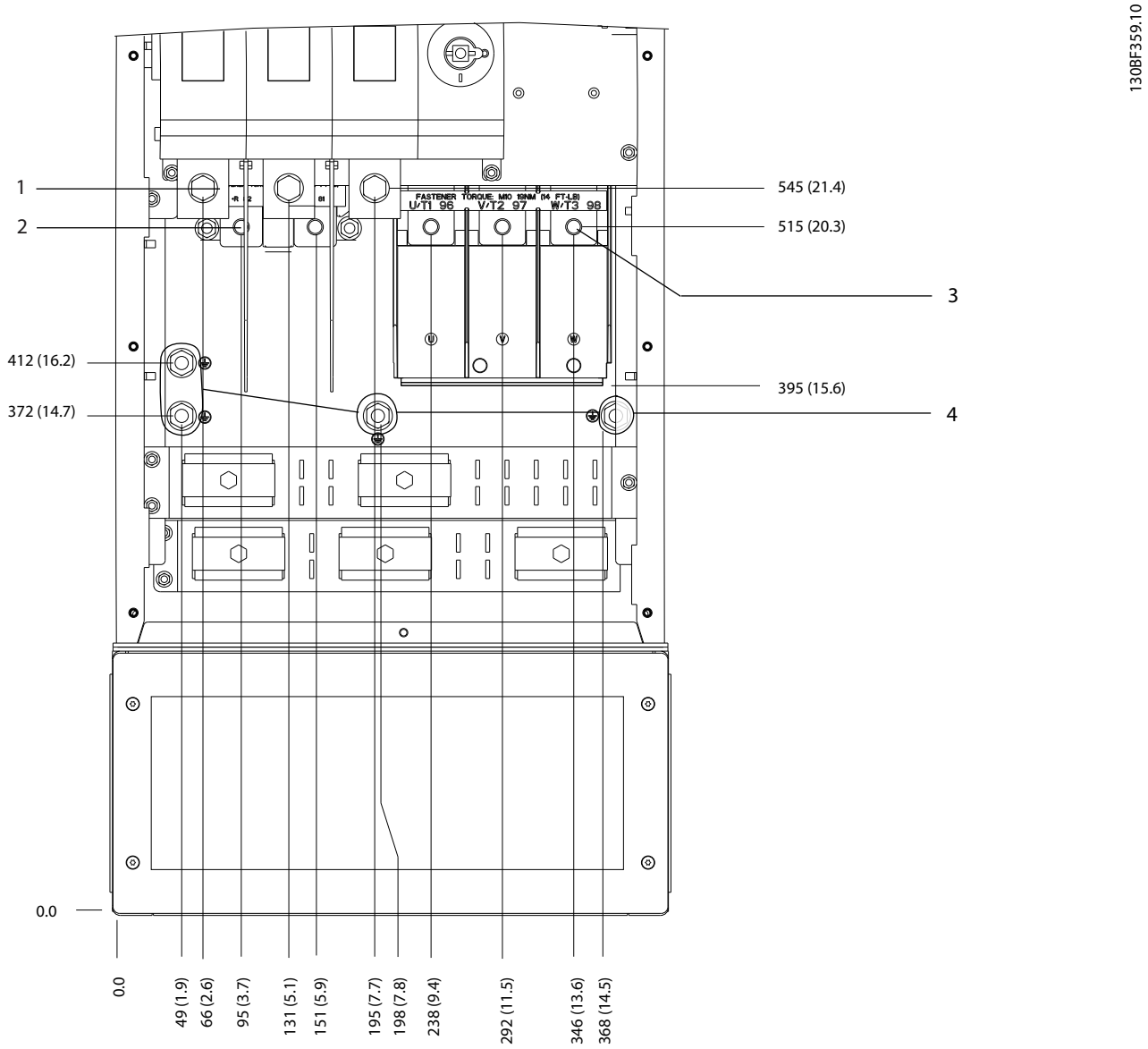
Ilustración 8.52 Espacio de la puerta del D7h



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

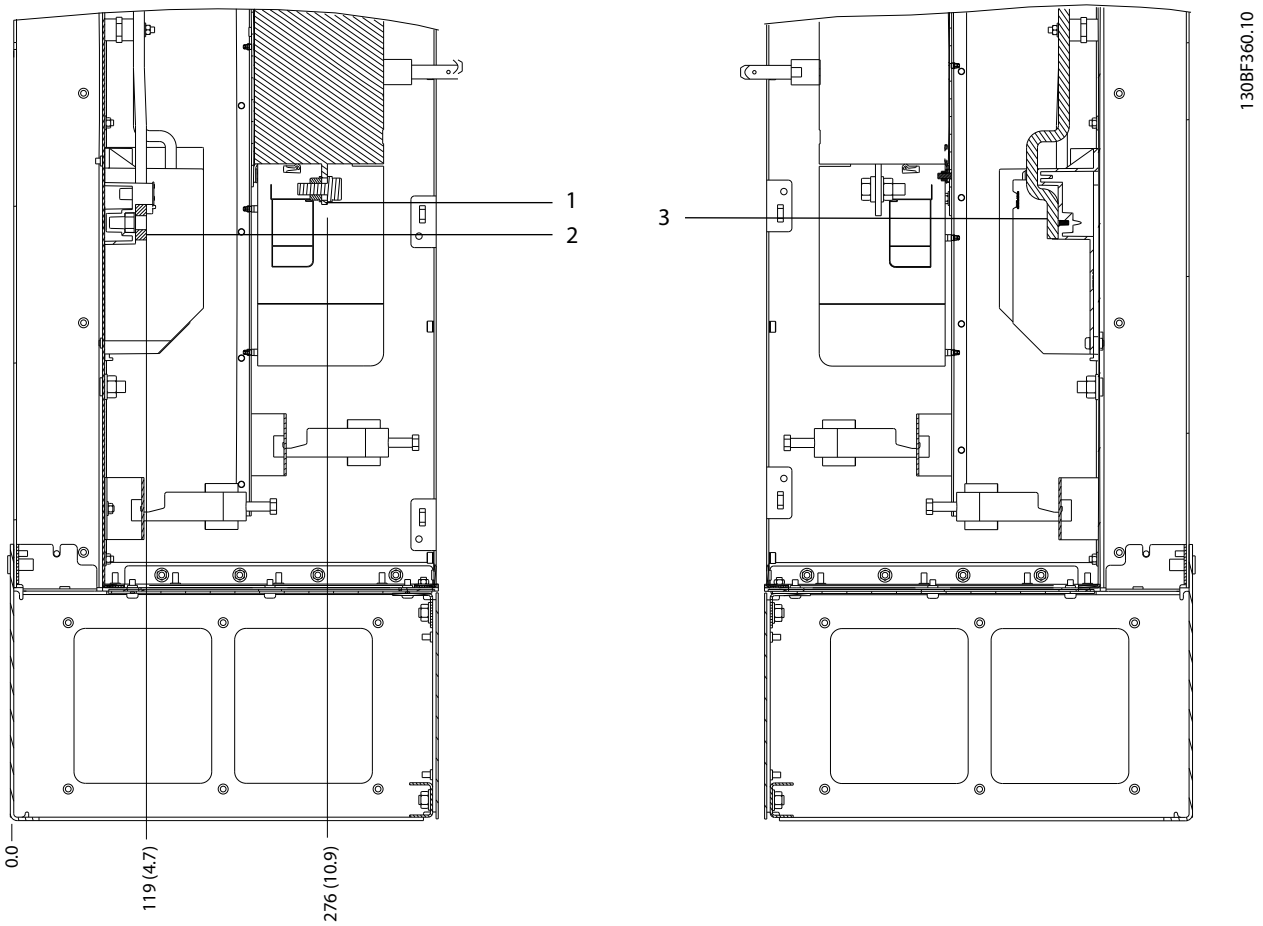
Ilustración 8.53 Dimensiones de la placa prensacables del D7h

8.7.2 Dimensiones de los terminales del D7h



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	4	Terminales de conexión a tierra

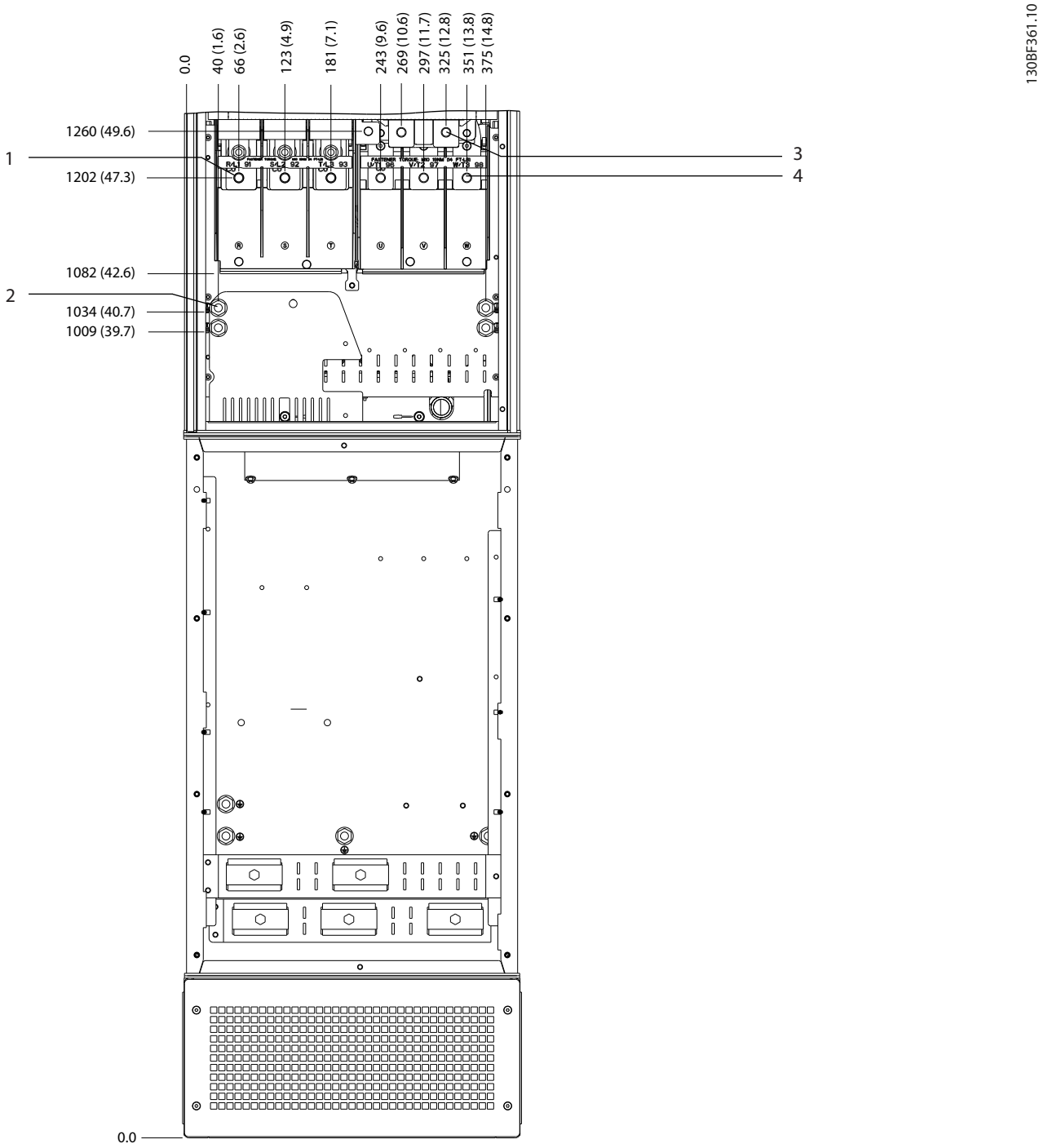
Ilustración 8.54 Dimensiones de los terminales del D7h con opción de desconexión (vista frontal)



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

Ilustración 8.55 Dimensiones de los terminales del D7h con opción de desconexión (vistas laterales)

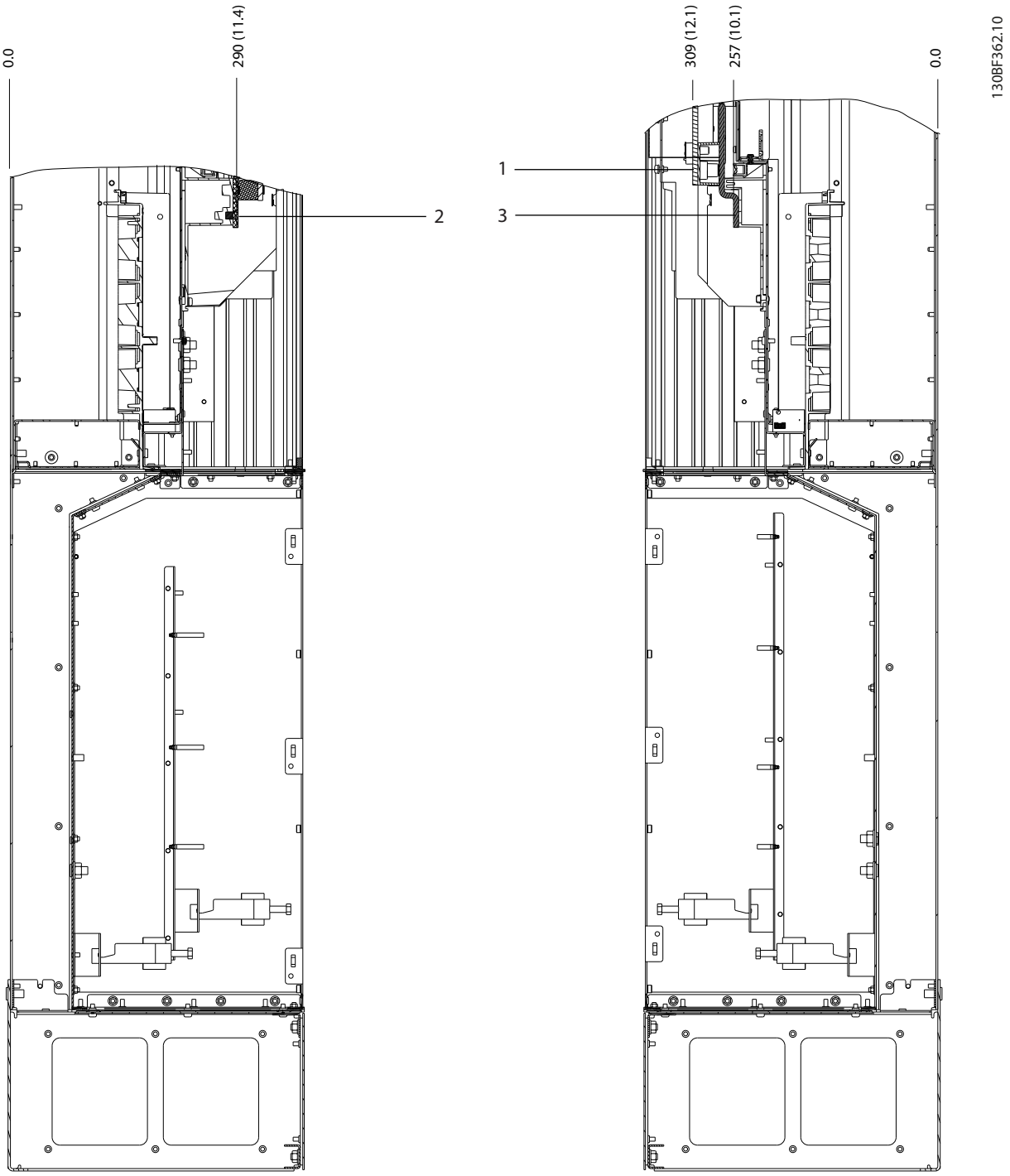
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de freno
2	Terminales de conexión a tierra	4	Terminales de motor

Ilustración 8.56 Dimensiones de los terminales del D7h con opción de freno (vista frontal)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



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

Ilustración 8.57 Dimensiones de los terminales del D7h con opción de freno (vistas laterales)

8.8 Dimensiones exteriores y de los terminales del D8h

8.8.1 Dimensiones exteriores del D8h

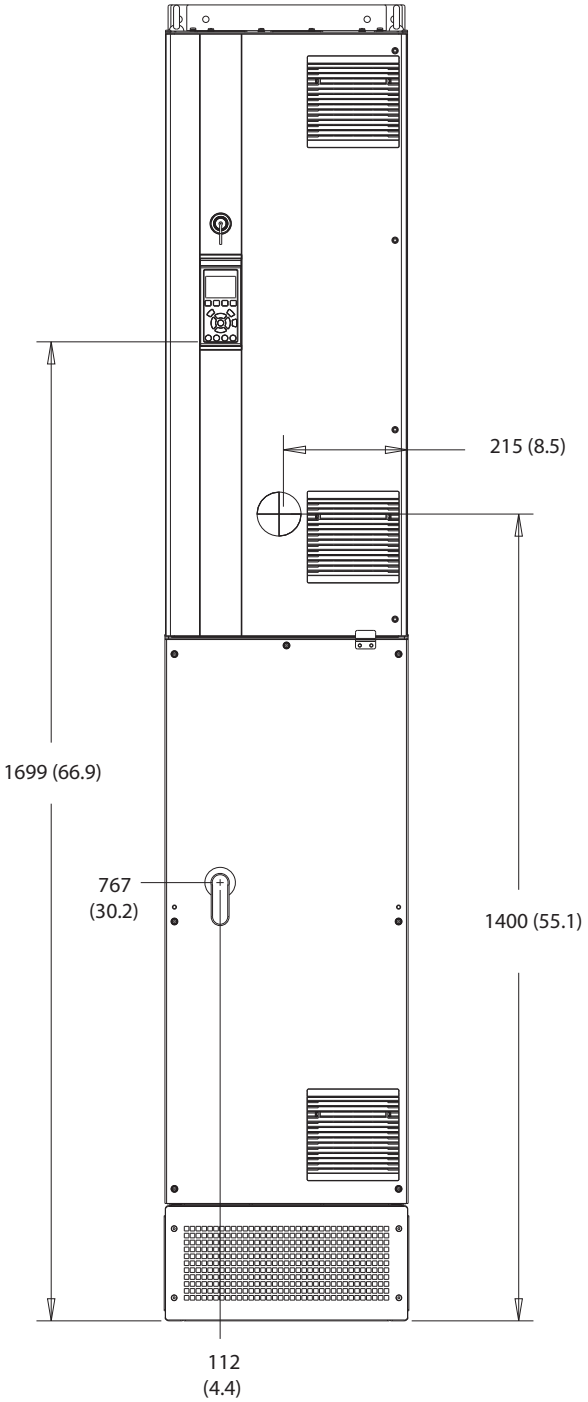


Ilustración 8.58 Vista frontal del D8h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

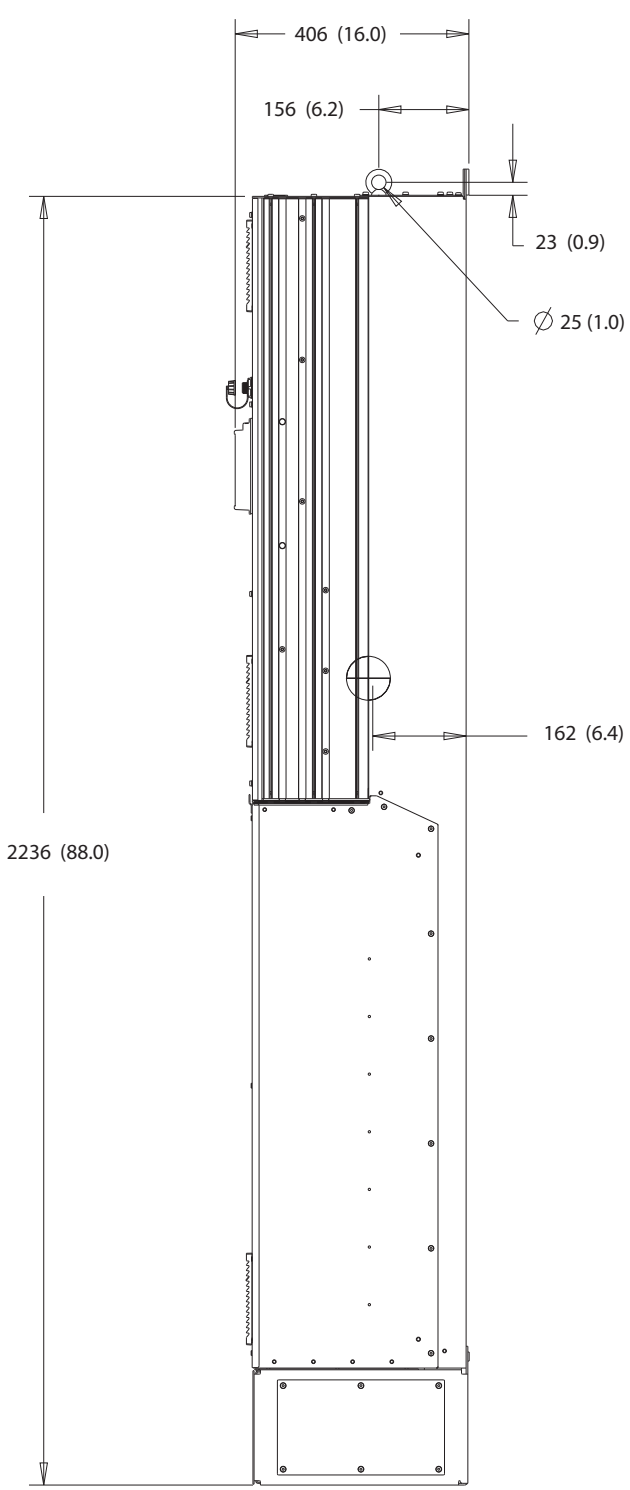


Ilustración 8.59 Vista lateral del D8h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

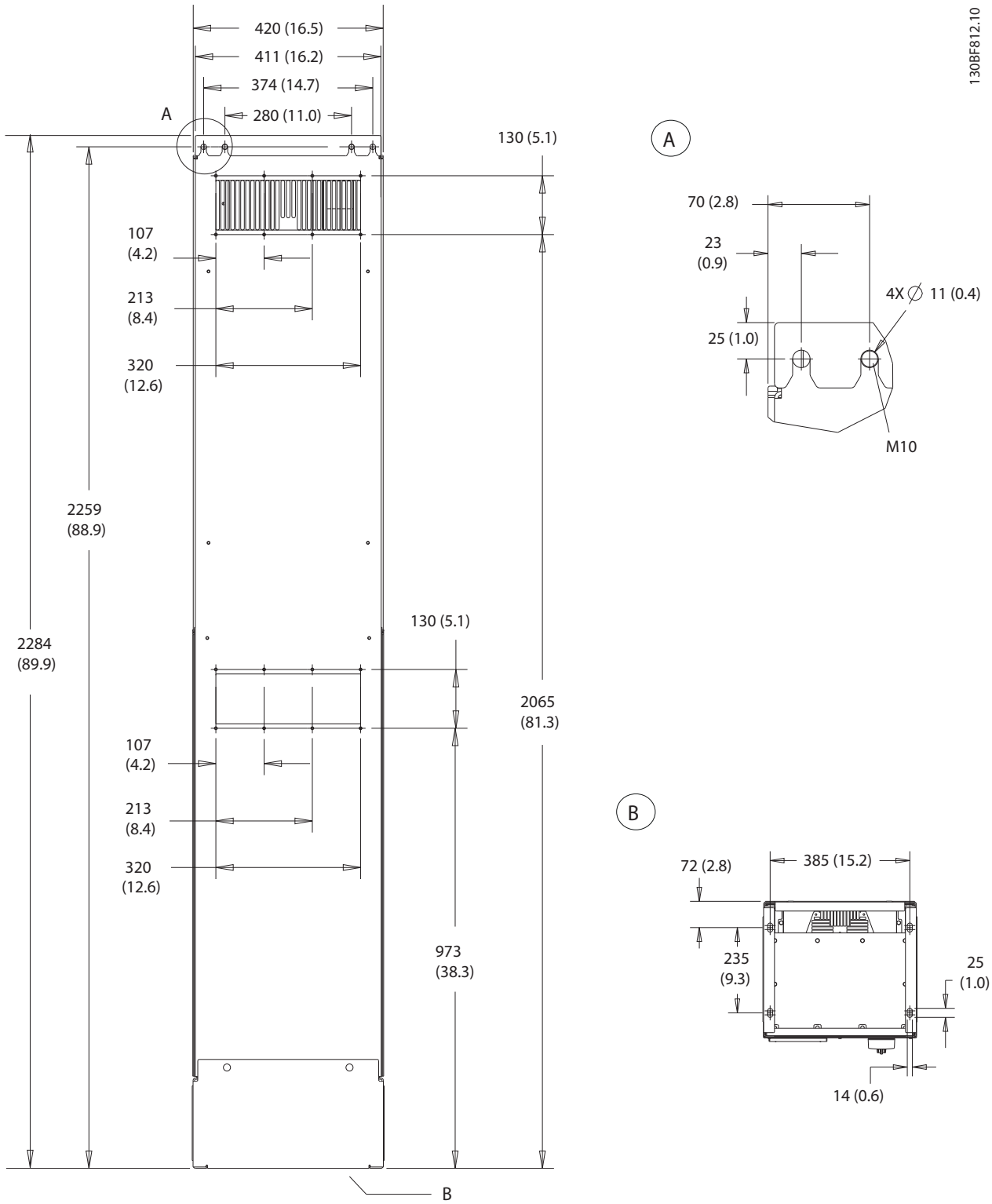


Ilustración 8.60 Vista trasera del D8h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

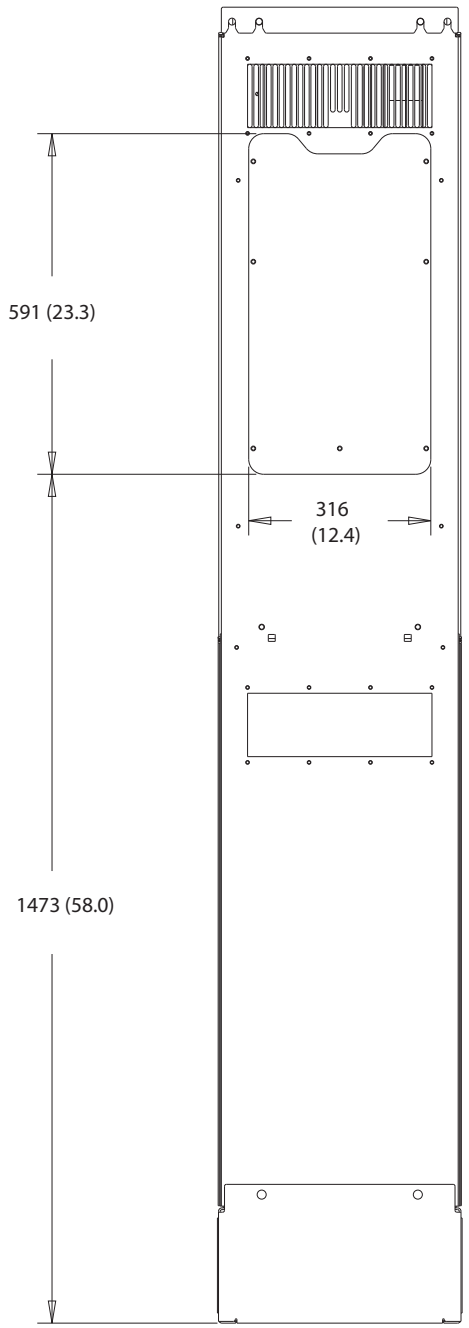


Ilustración 8.61 Panel de acceso a disipador del D8h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

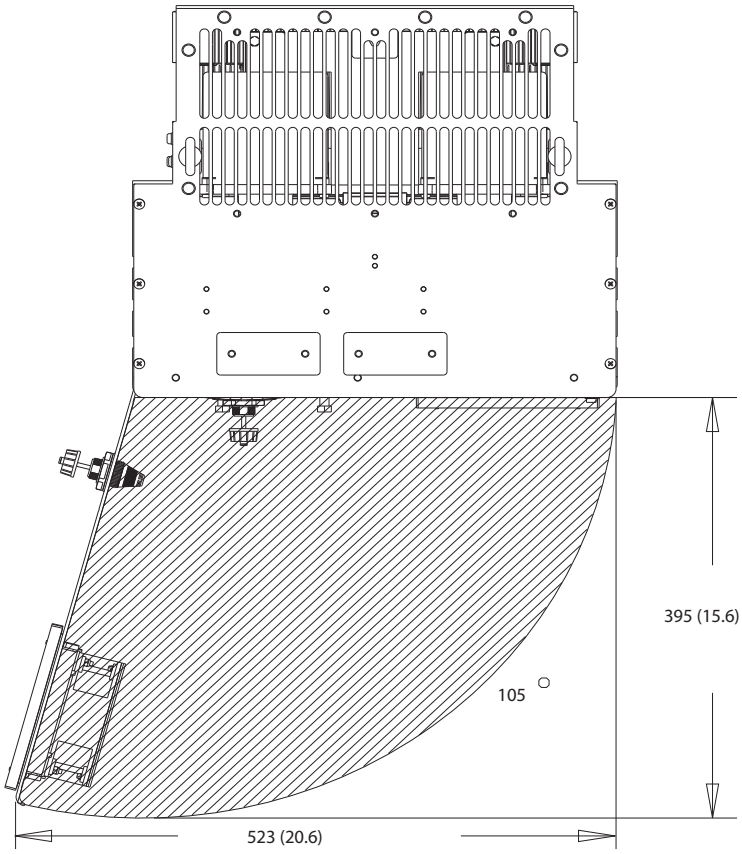
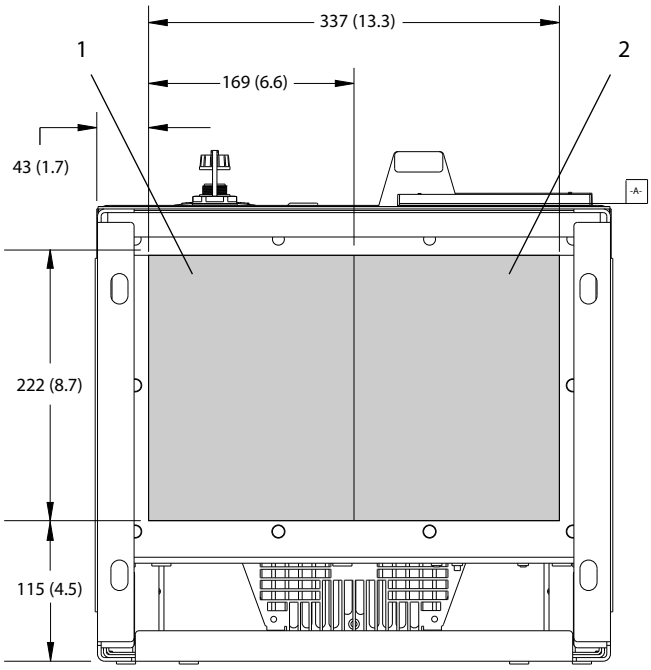


Ilustración 8.62 Espacio de la puerta del D8h

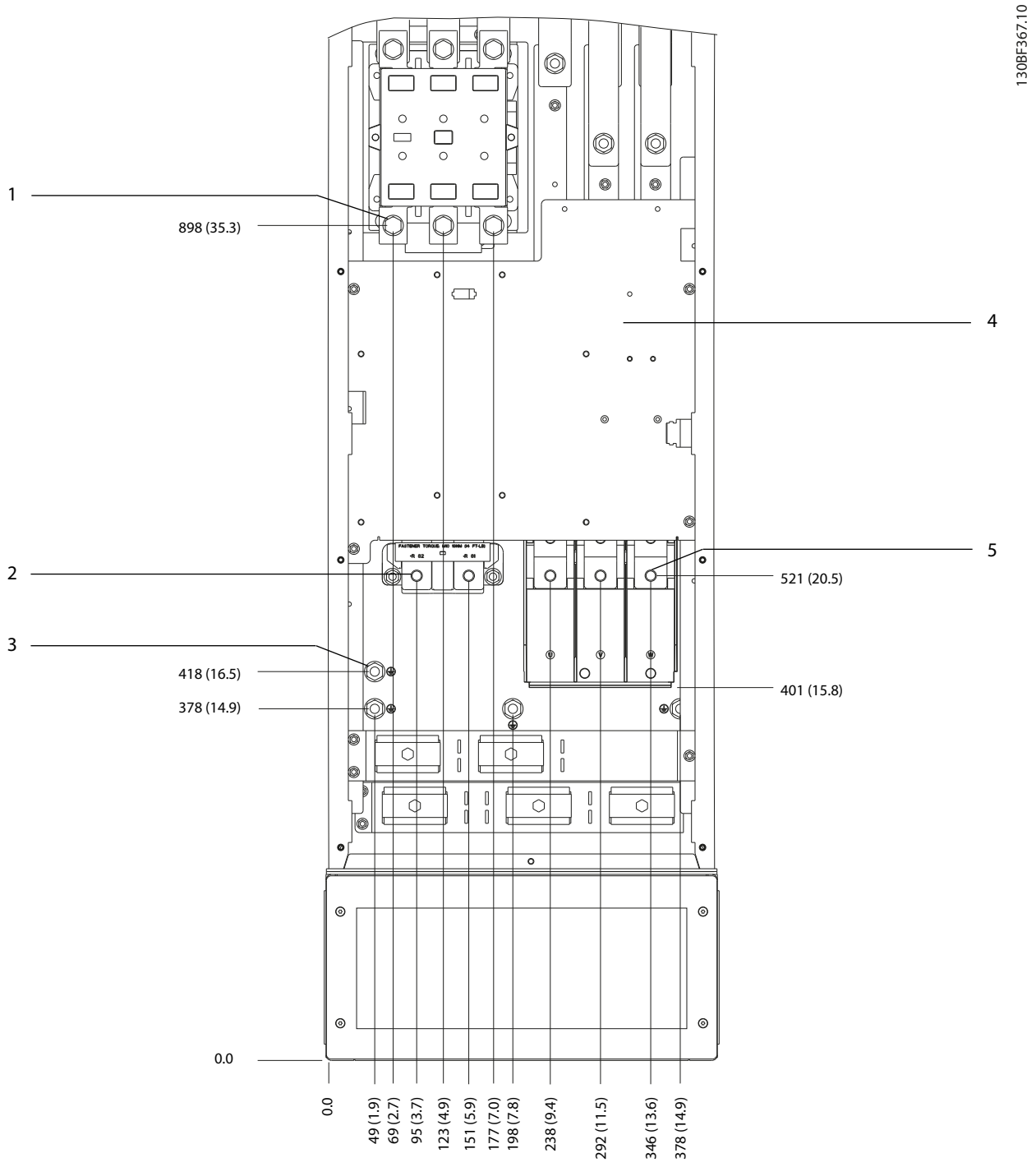


1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.63 Dimensiones de la placa prensacables del D8h

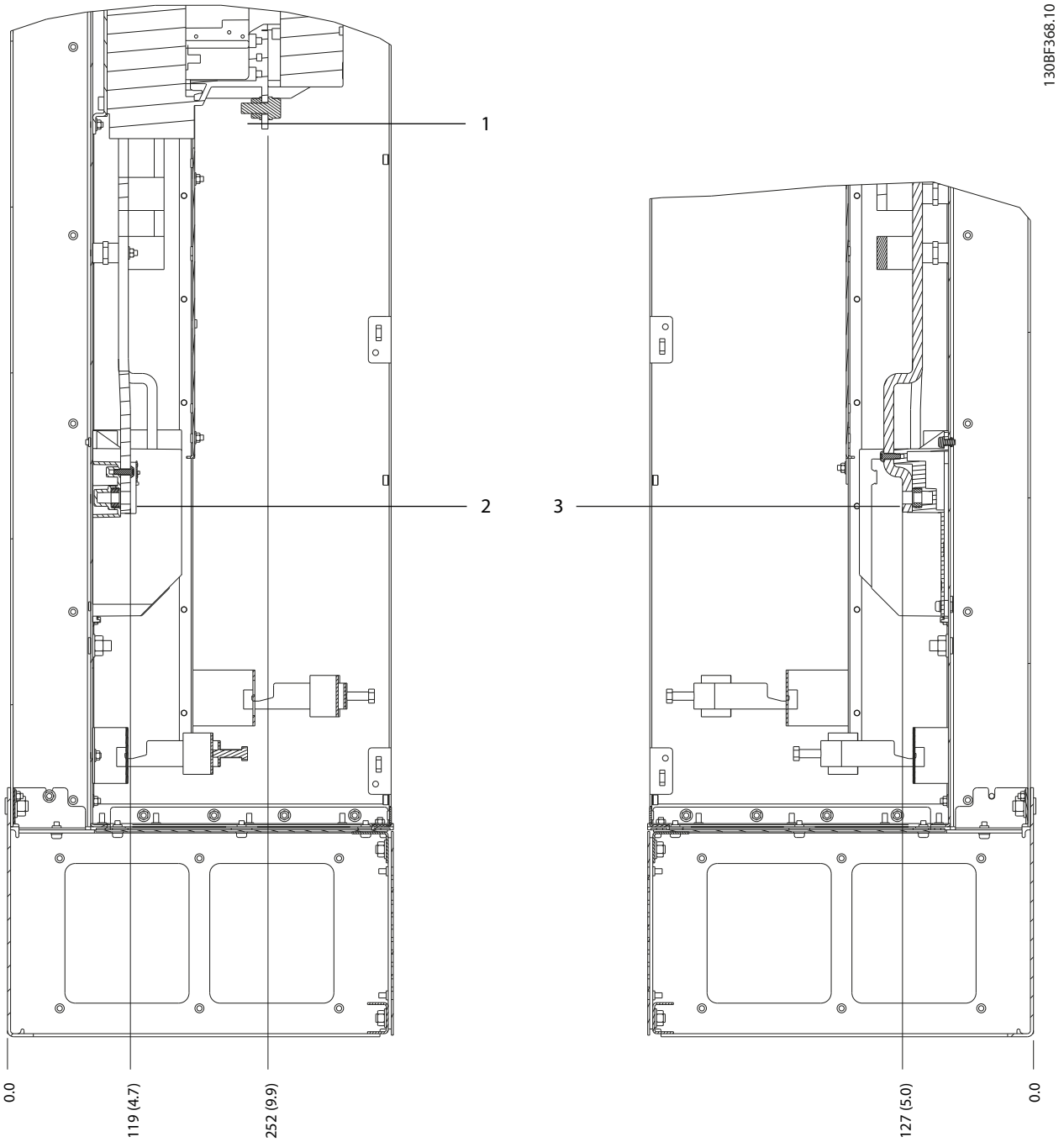
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.8.2 Dimensiones de los terminales del D8h



1	Terminales de alimentación	4	Bloque de terminales del contactor TB6
2	Terminales de freno	5	Terminales de motor
3	Terminales de conexión a tierra	–	–

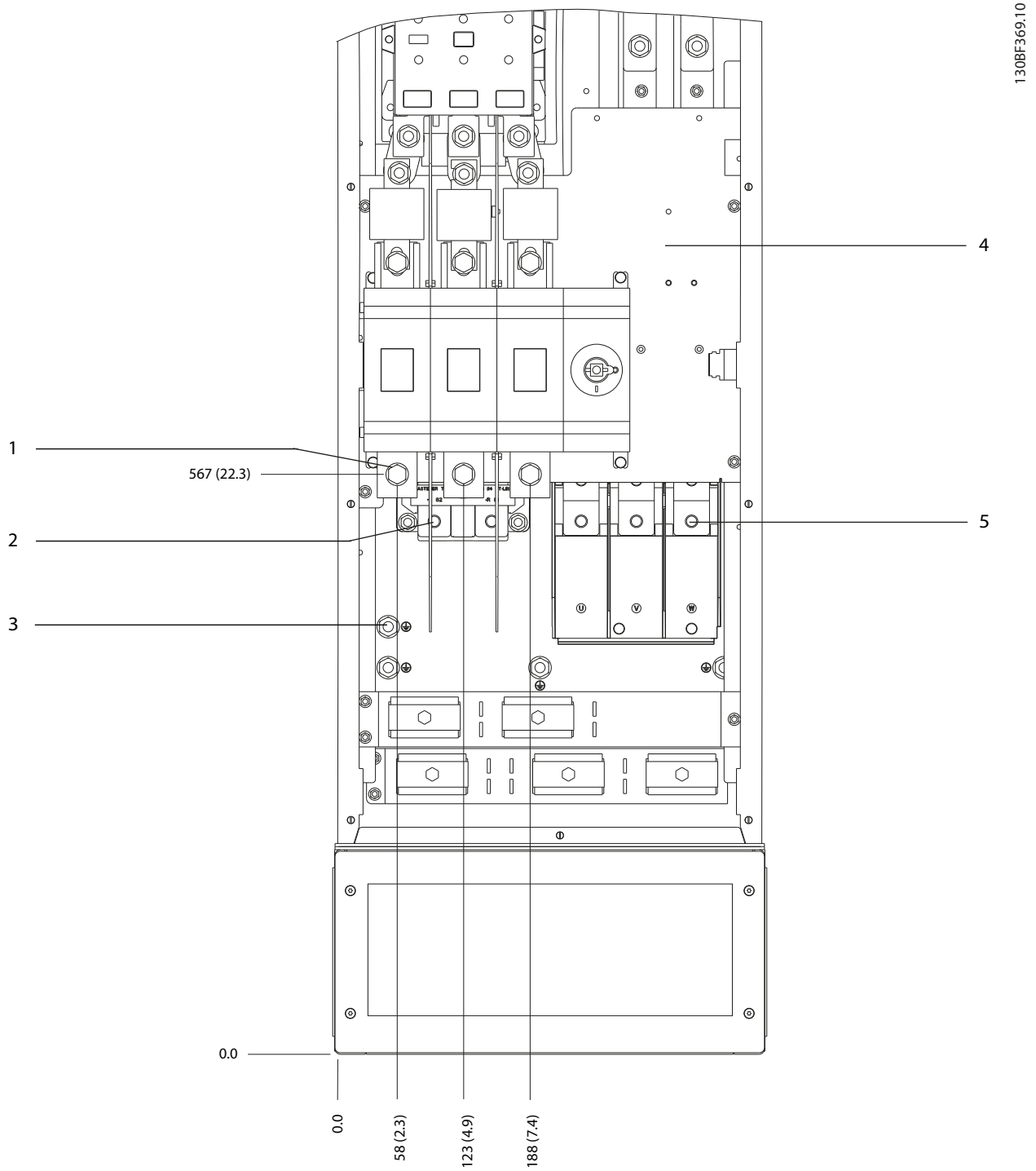
Ilustración 8.64 Dimensiones de los terminales del D8h con opción de contactor (vista frontal)



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

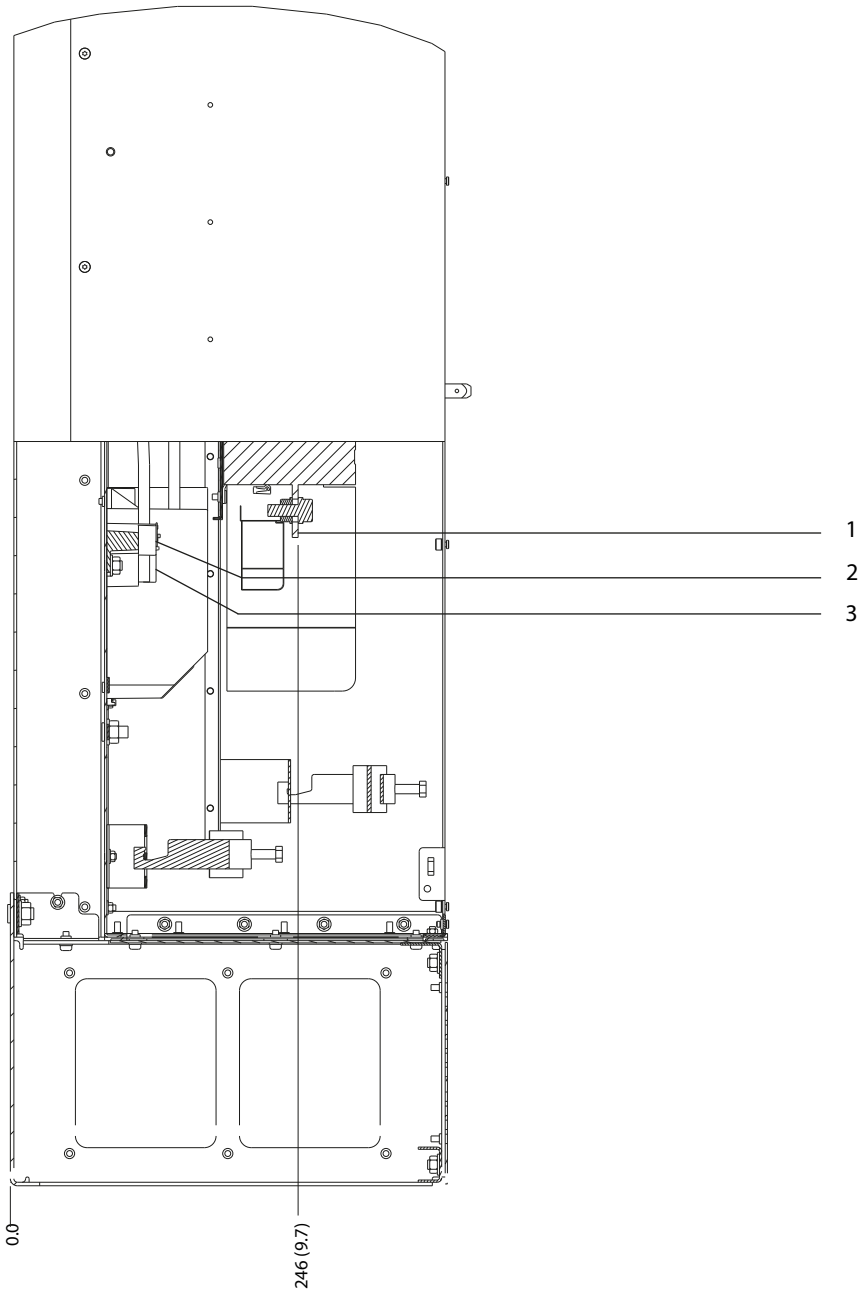
Ilustración 8.65 Dimensiones de los terminales del D8h con opción de contactor (vistas laterales)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	4	Bloque de terminales del contactor TB6
2	Terminales de freno	5	Terminales de motor
3	Terminales de conexión a tierra	–	–

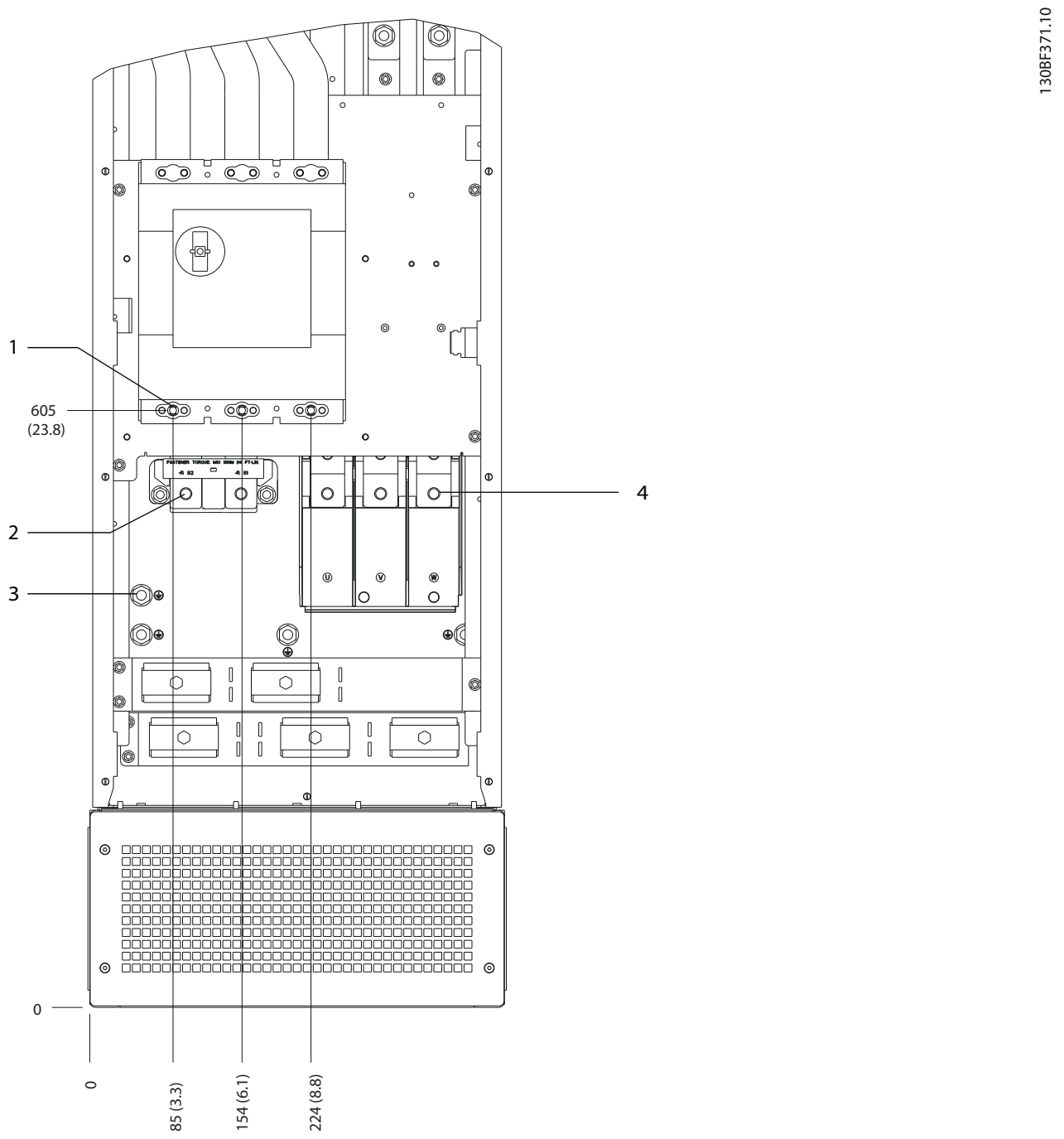
Ilustración 8.66 Dimensiones de los terminales del D8h con opciones de desconexión y contactor (vista frontal)



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

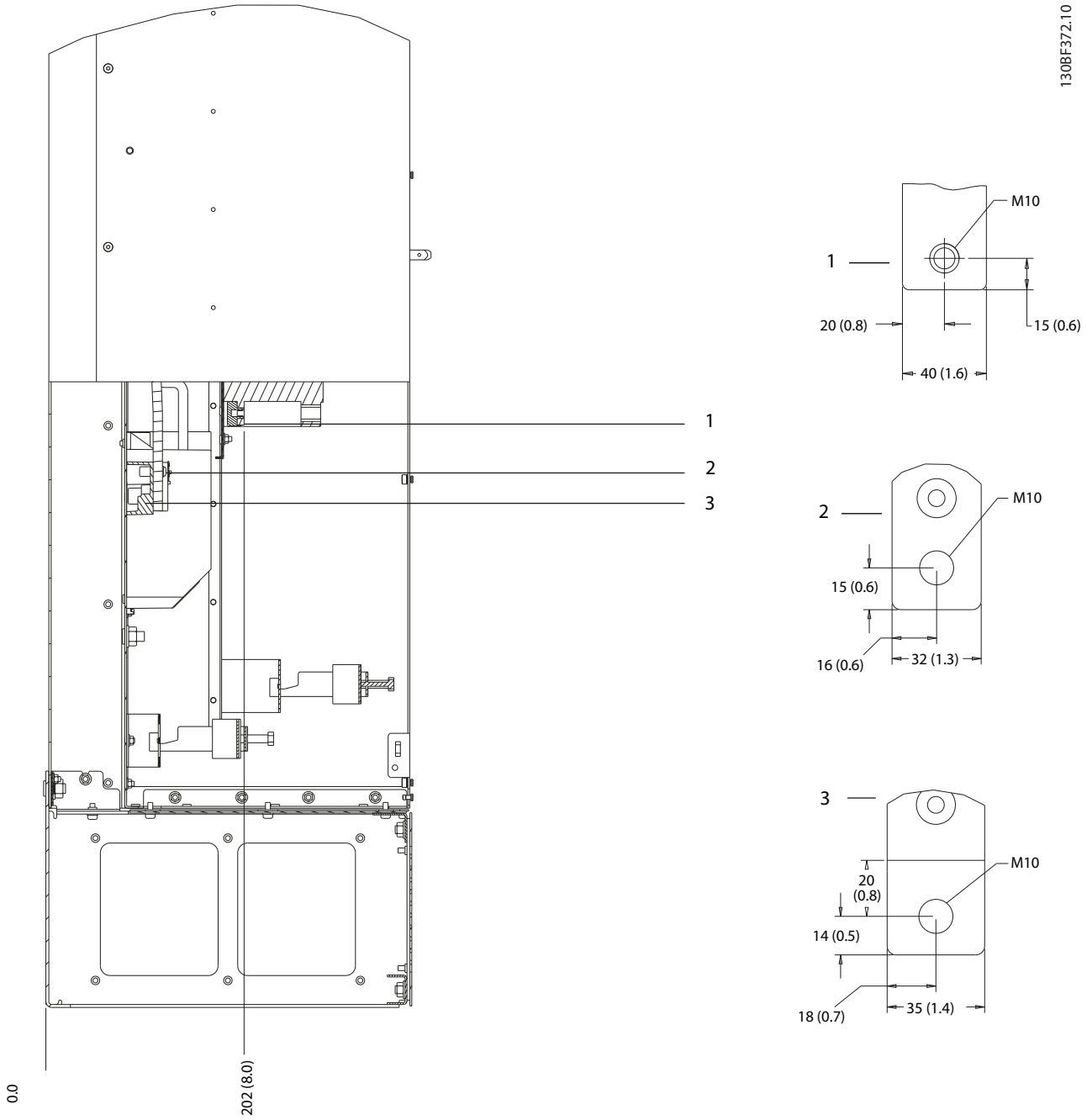
Ilustración 8.67 Dimensiones de los terminales del D8h con opciones de desconexión y contactor (vista lateral)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de conexión a tierra
2	Terminales de freno	4	Terminales de motor

Ilustración 8.68 Dimensiones de los terminales del D8h con opción de magnetotérmico (vista frontal)



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

Ilustración 8.69 Dimensiones de los terminales del D8h con opción de magnetotérmico (vista lateral)

8.9 Dimensiones exteriores y de los terminales del E1h

8.9.1 Dimensiones exteriores del E1h

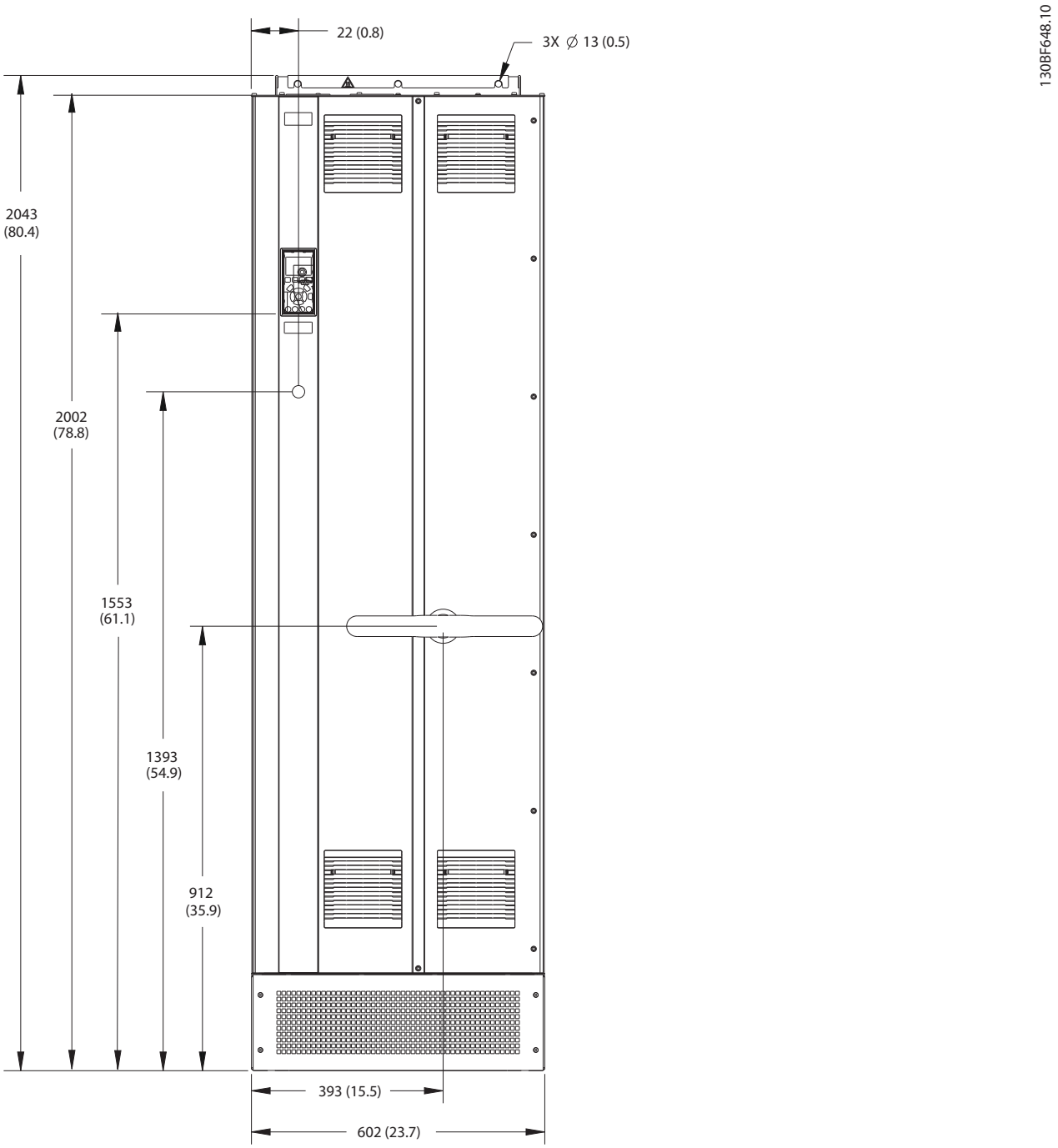
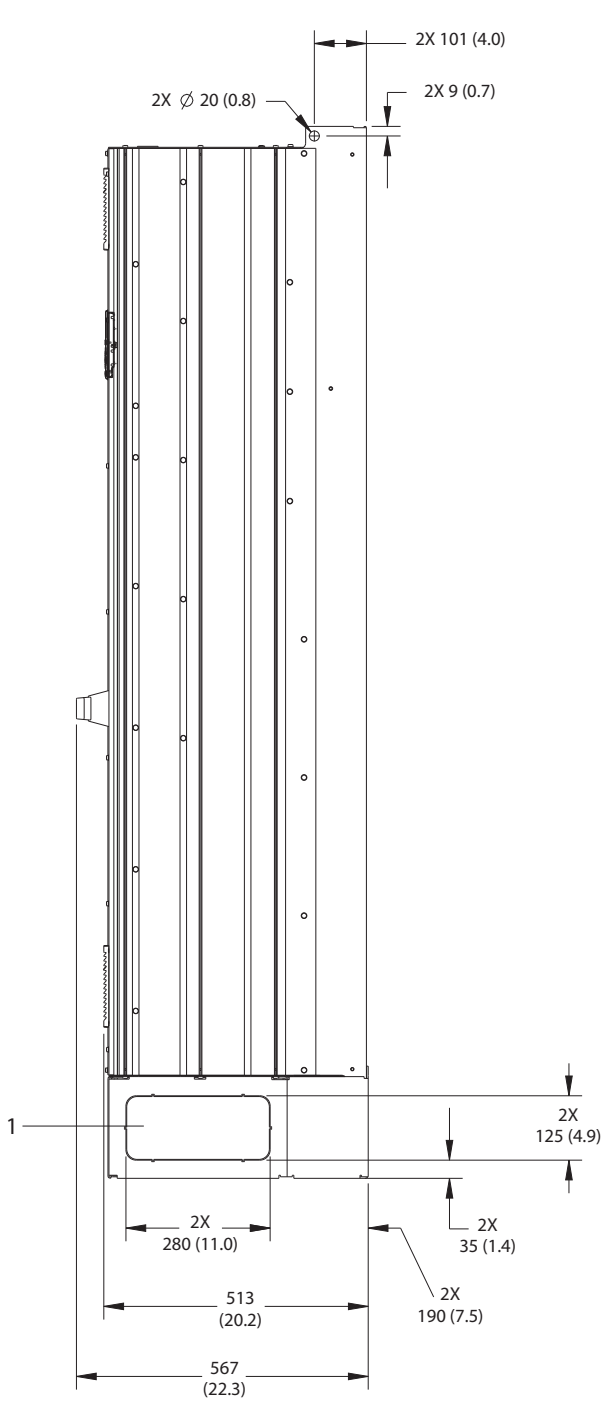


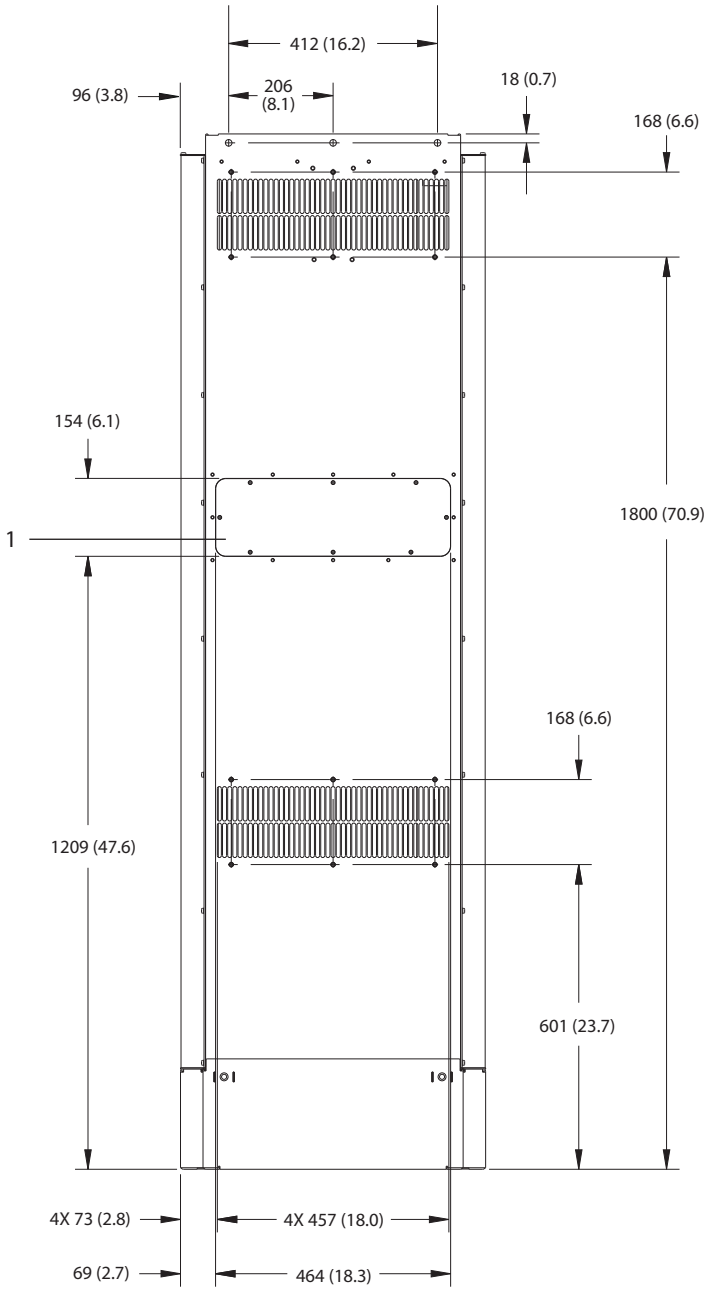
Ilustración 8.70 Vista frontal del E1h



1	Panel de troquel

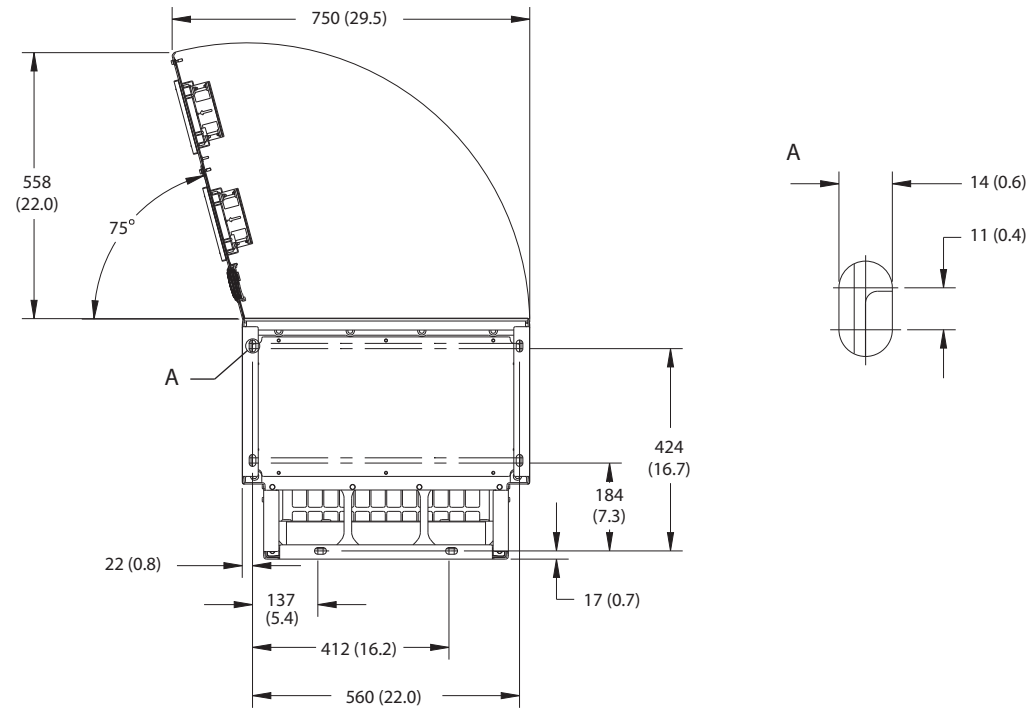
Ilustración 8.71 Vista lateral del E1h

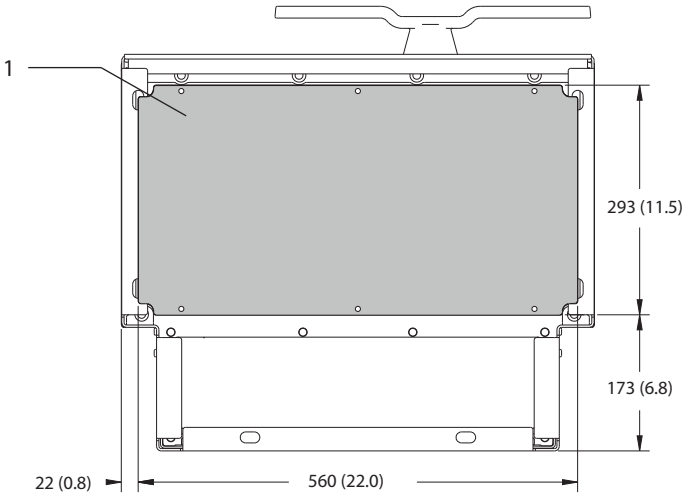
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Panel de acceso al disipador (opcional)

Ilustración 8.72 Vista trasera del E1h



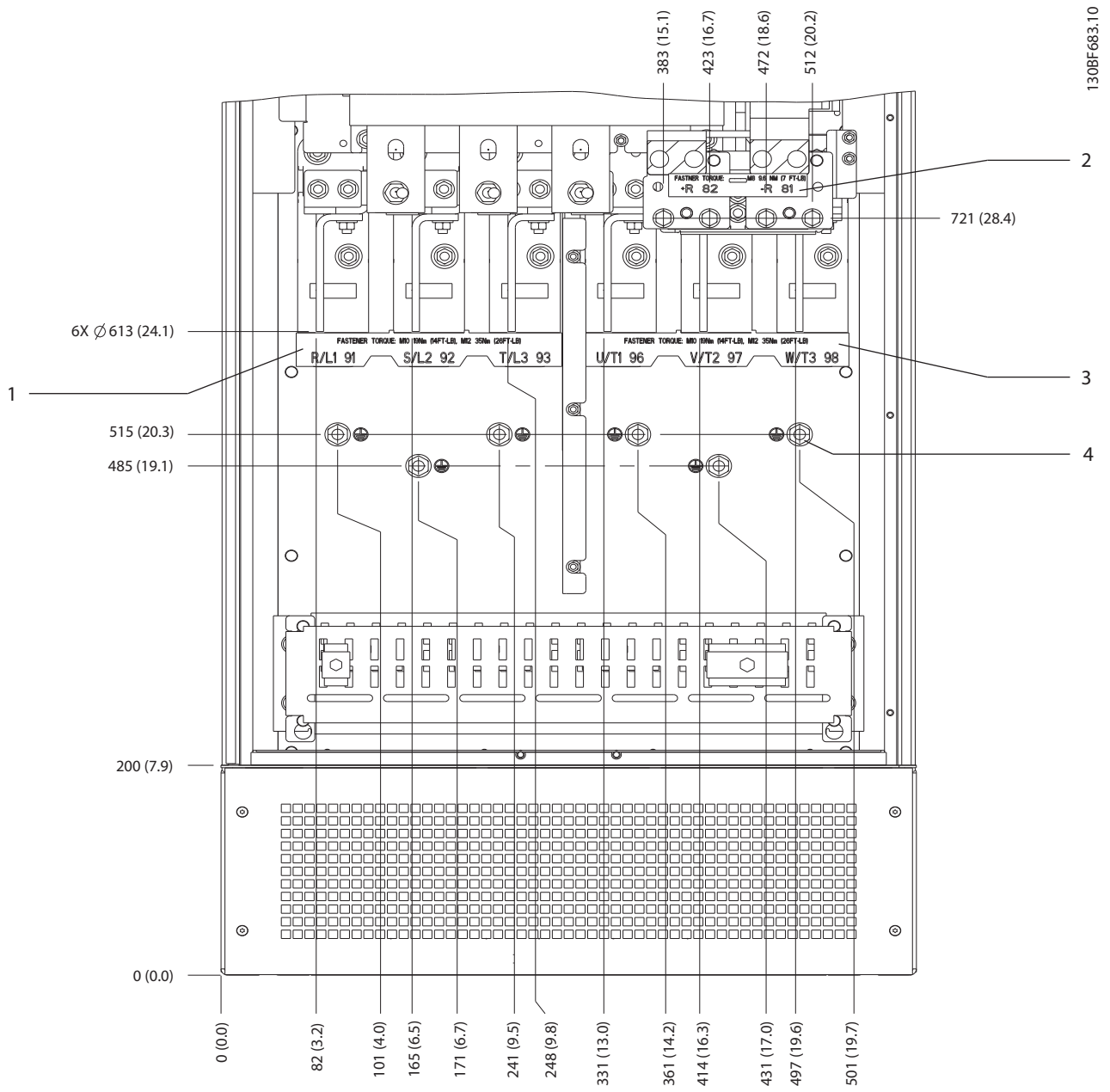


1	Placa prensacables

Ilustración 8.73 Dimensiones de la placa del prensacables y del espacio de la puerta del alojamiento E1h

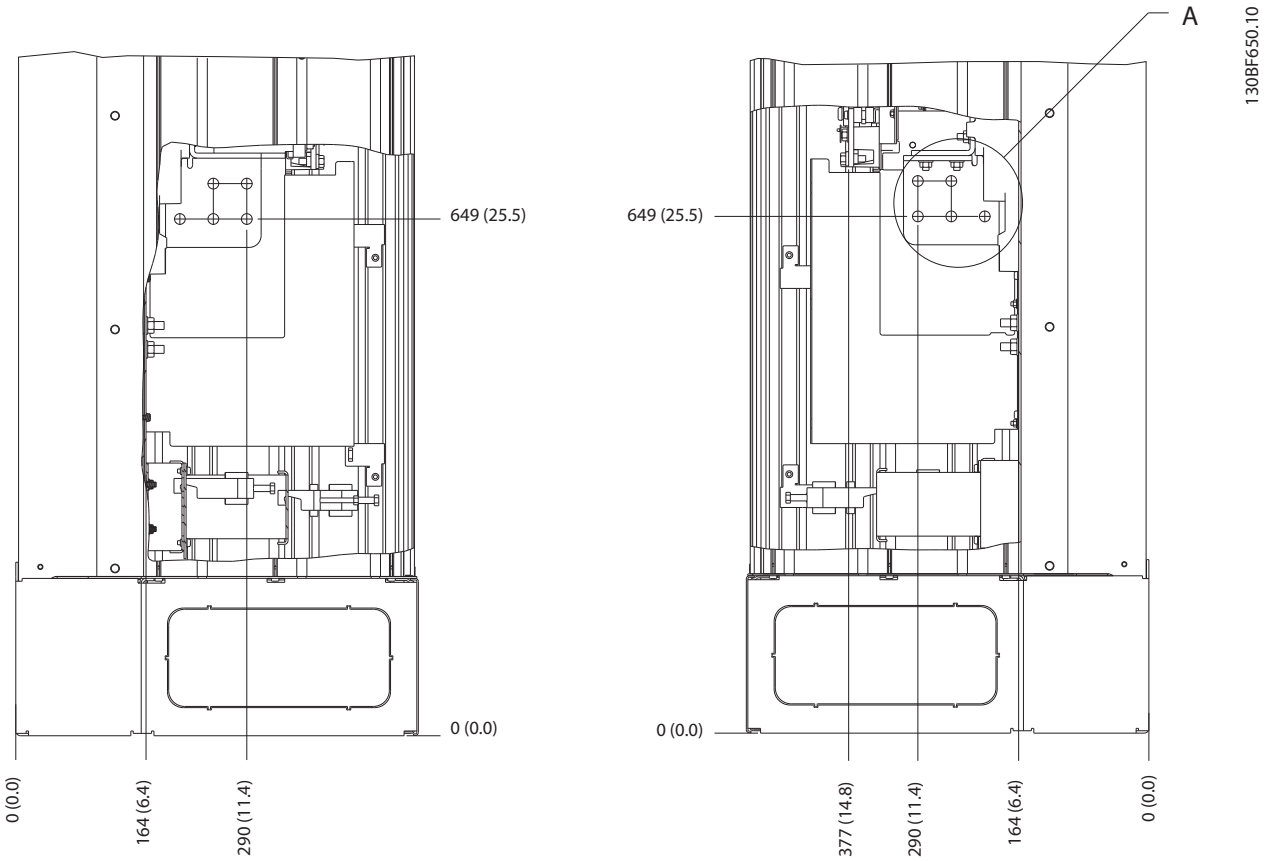
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.9.2 Dimensiones de los terminales del E1h



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno o regeneración	4	Terminales de conexión toma a tierra, tuerca M10

Ilustración 8.74 Dimensiones de los terminales del E1h (vista frontal)



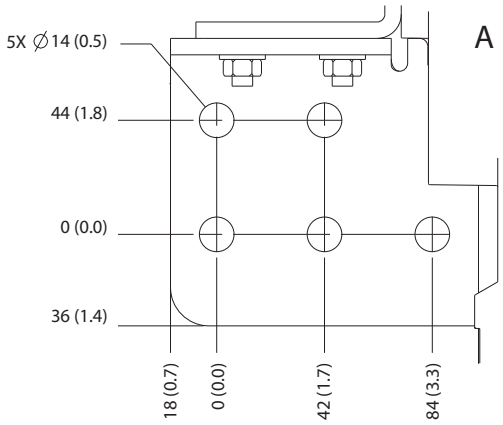


Ilustración 8.75 Dimensiones de los terminales del E1h (vistas laterales)

Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.10 Dimensiones exteriores y de los terminales del E2h

8.10.1 Dimensiones exteriores del E2h

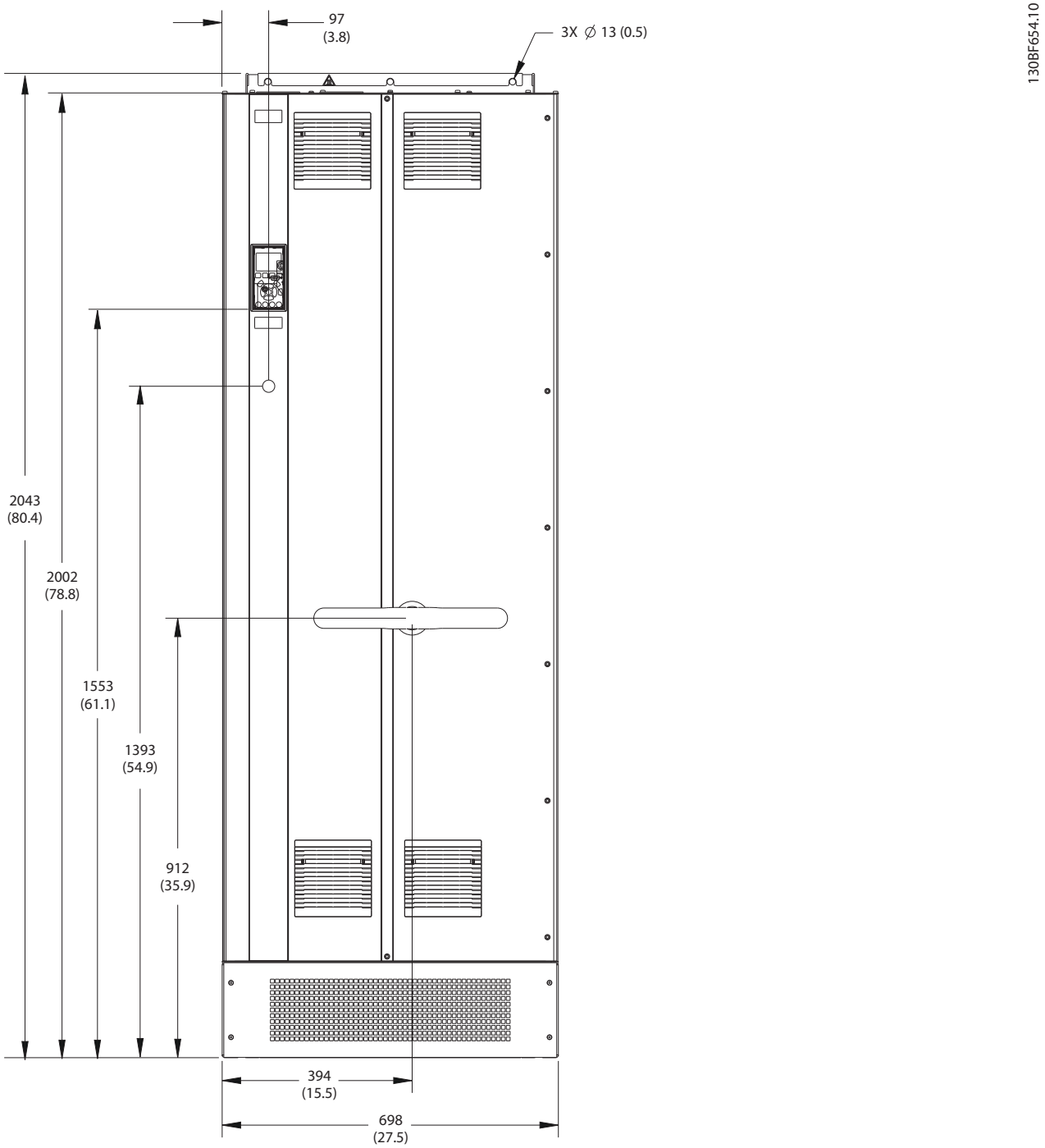
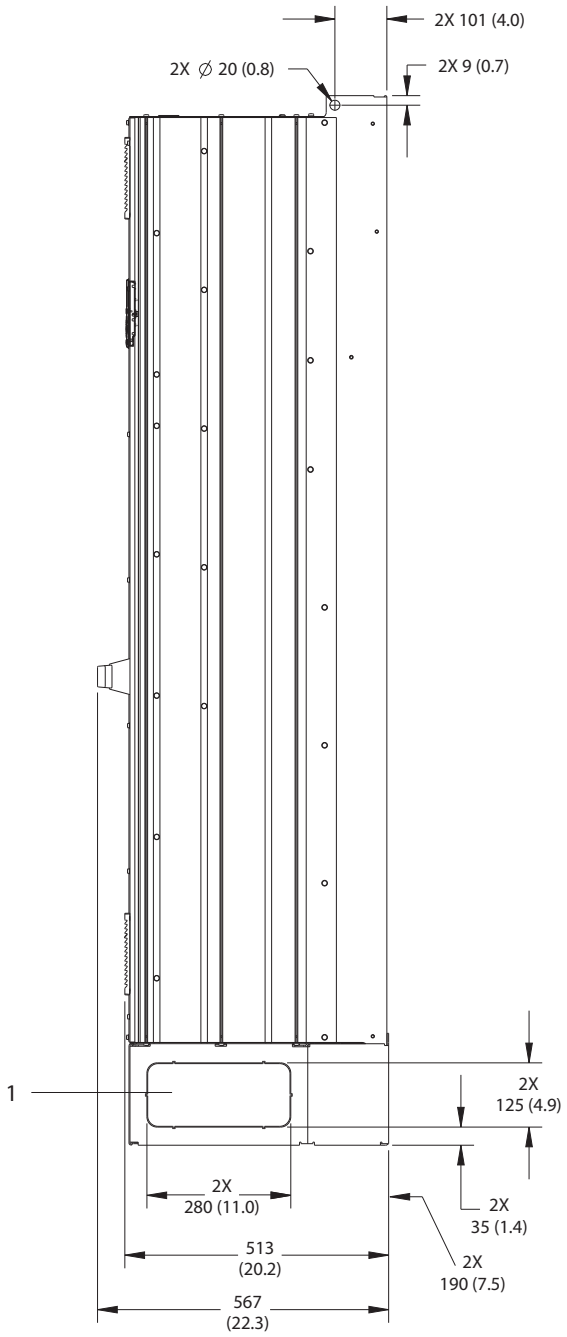


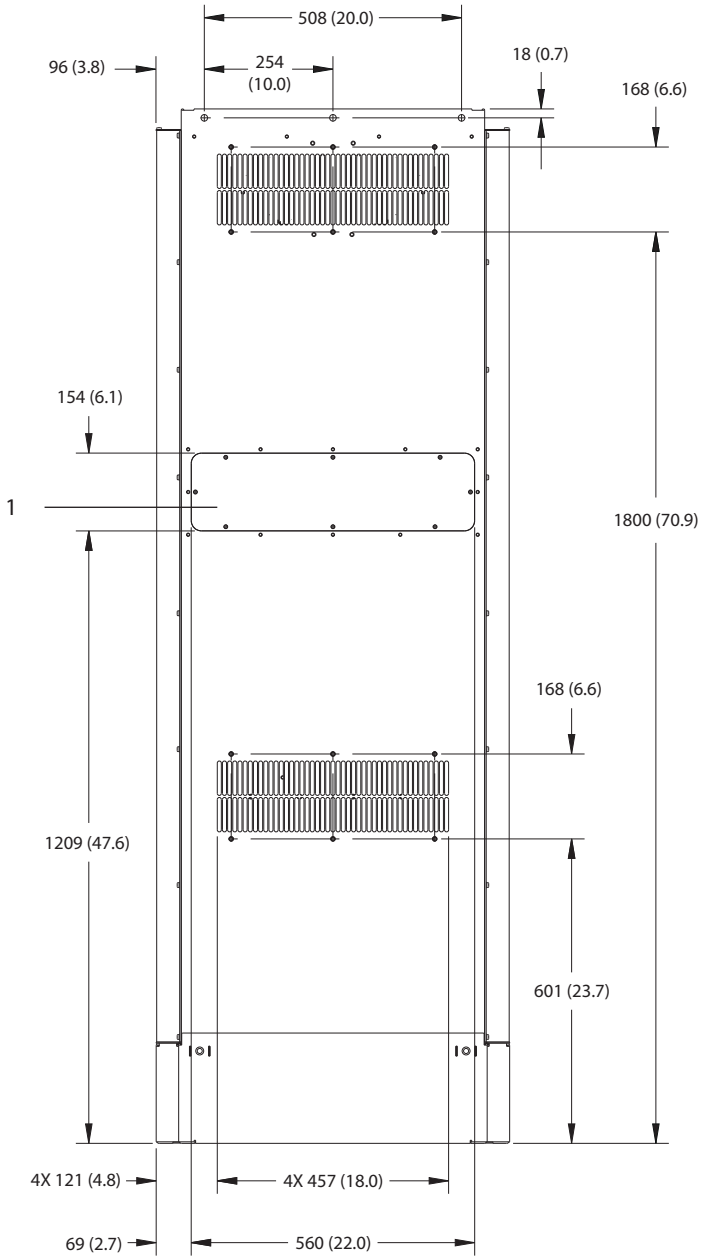
Ilustración 8.76 Vista frontal del E2h



1	Panel de troquel

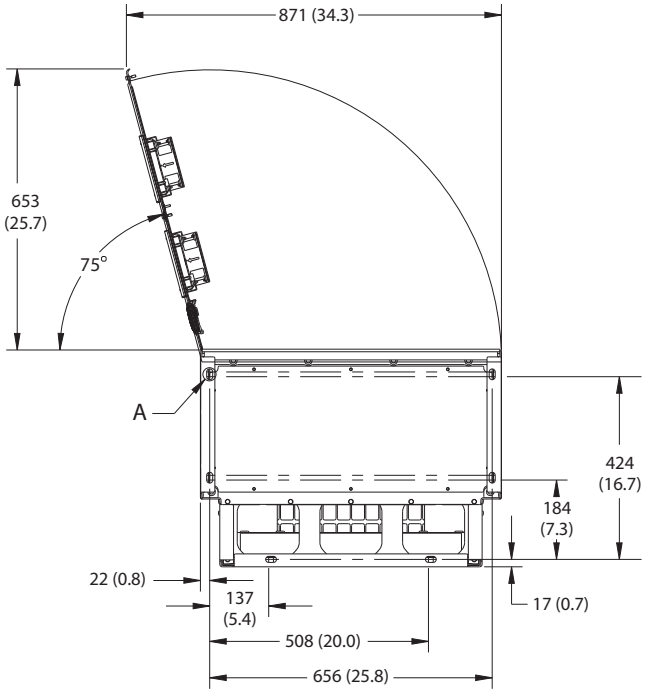
Ilustración 8.77 Vista lateral del E2h

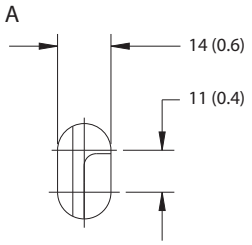
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



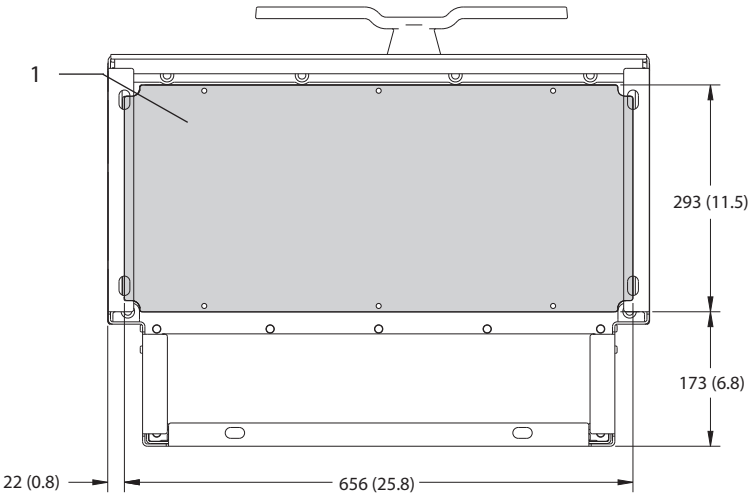
1	Panel de acceso al disipador (opcional)

Ilustración 8.78 Vista trasera del E2h





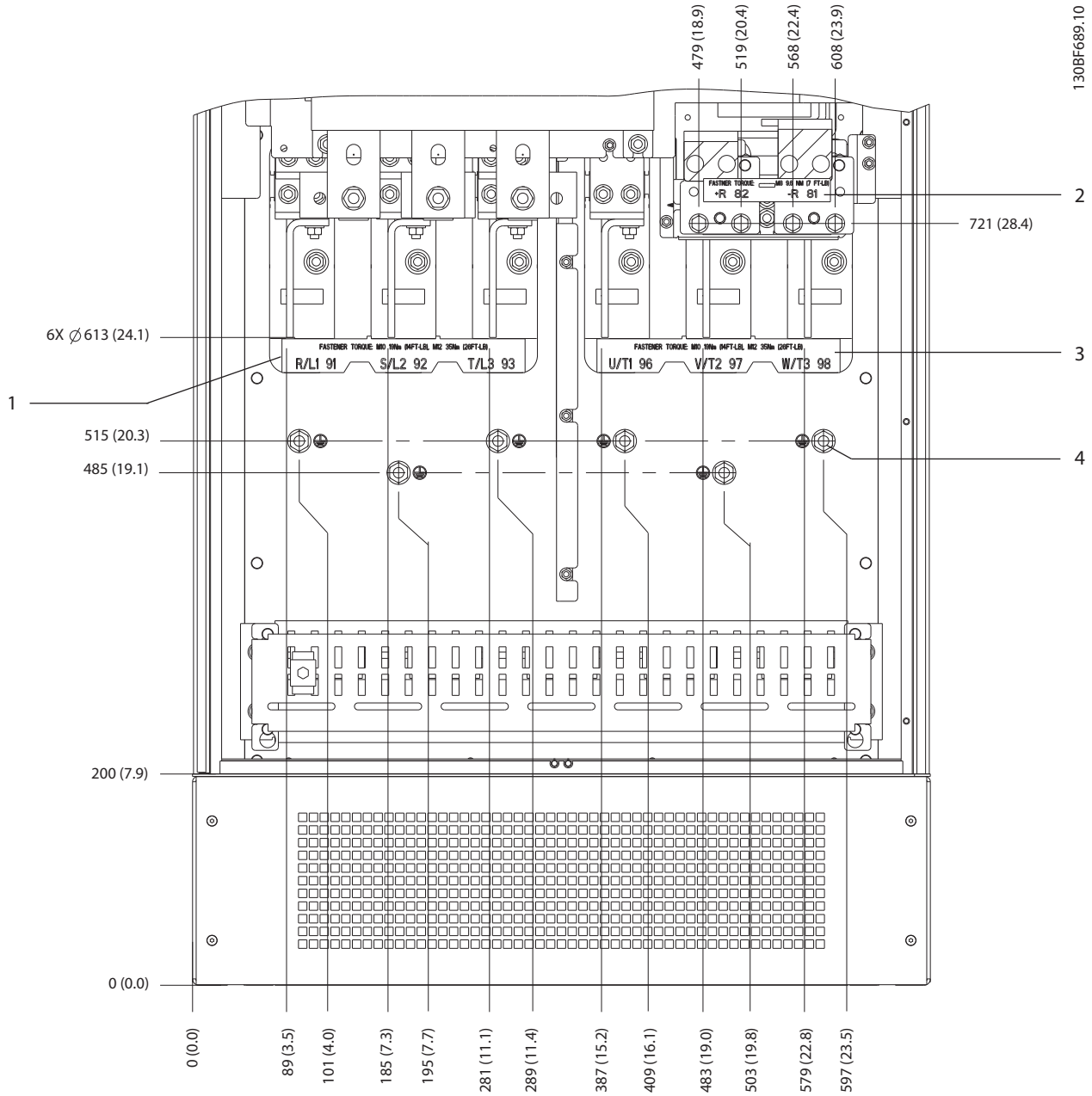
130BF652.10



1	Placa prensacables

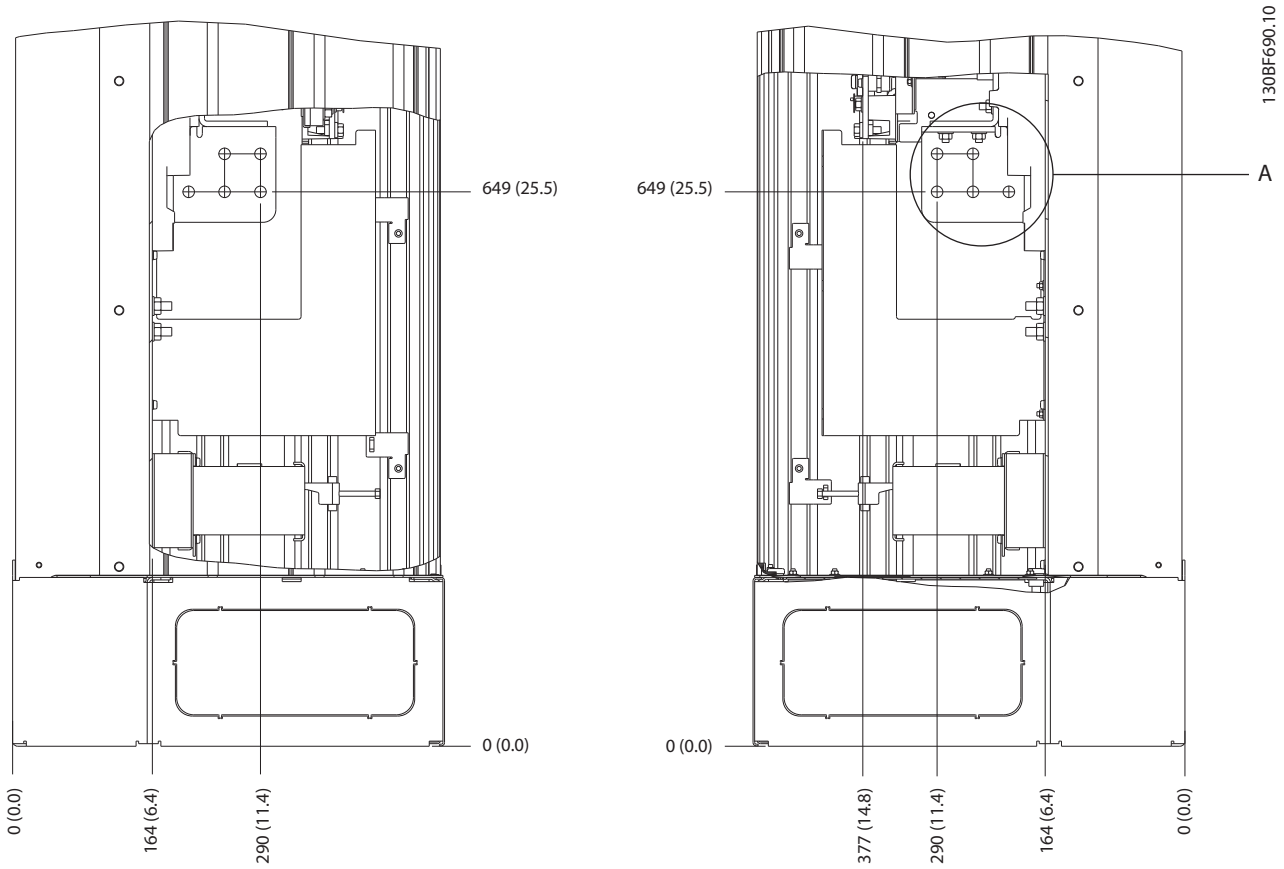
Ilustración 8.79 Dimensiones de la placa del prensacables y del espacio de la puerta del alojamiento E2h

8.10.2 Dimensiones de los terminales del E2h



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno o regeneración	4	Terminales de conexión toma a tierra, tuerca M10

Ilustración 8.80 Dimensiones de los terminales del E2h (vista frontal)



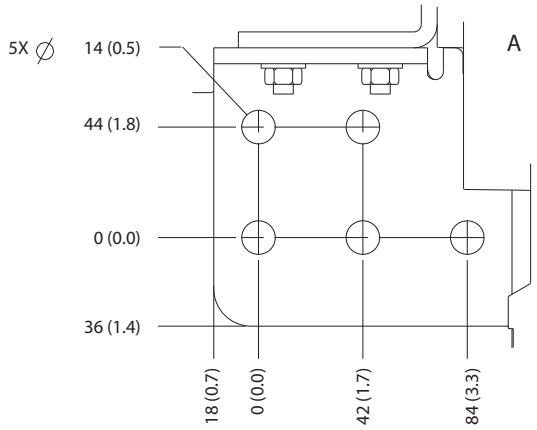


Ilustración 8.81 Dimensiones de los terminales del E2h (vistas laterales)

Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.11 Dimensiones exteriores y de los terminales del E3h

8.11.1 Dimensiones exteriores del E3h

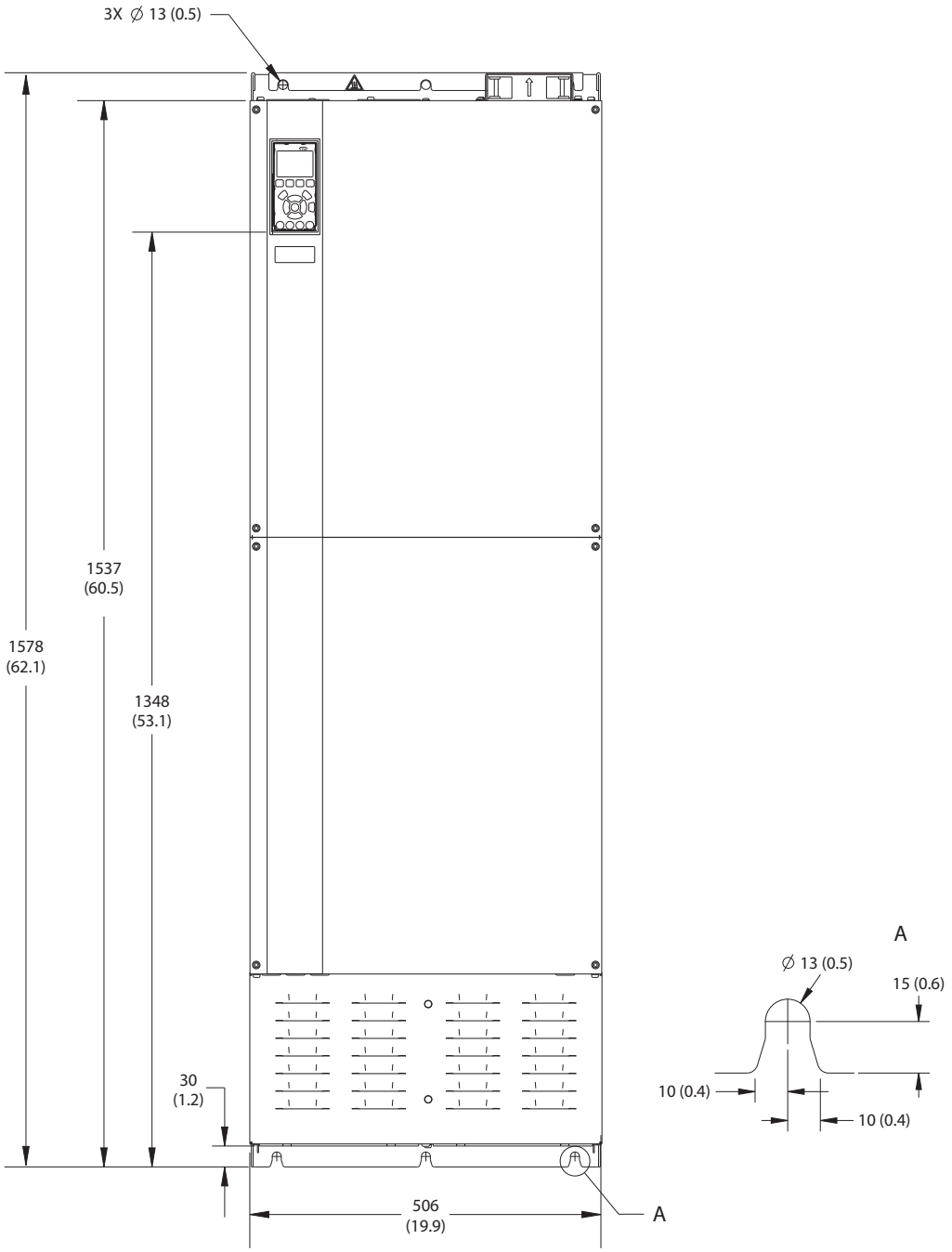


Ilustración 8.82 Vista frontal del E3h

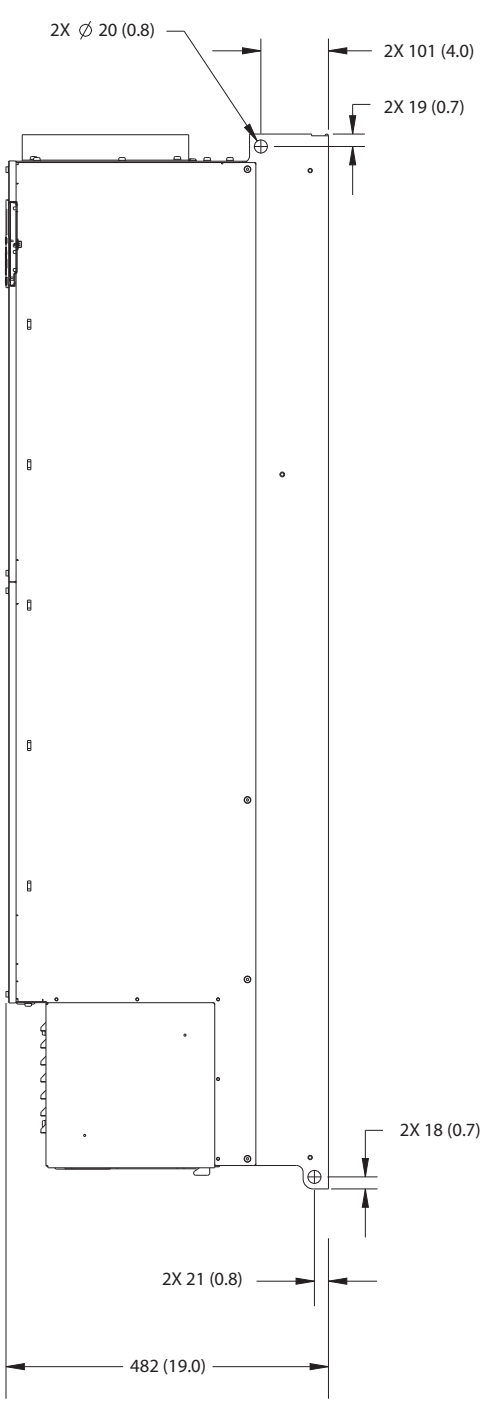
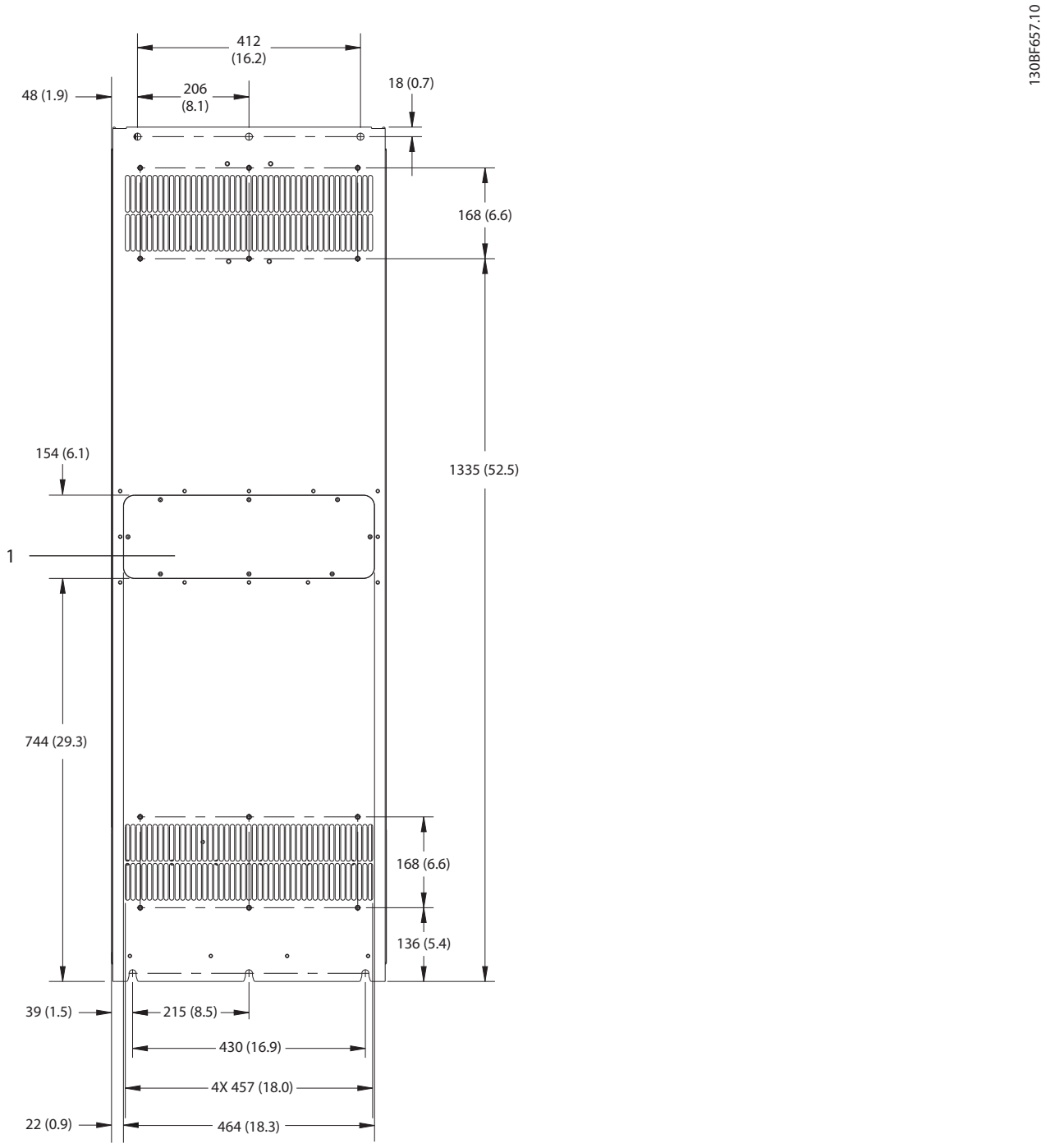


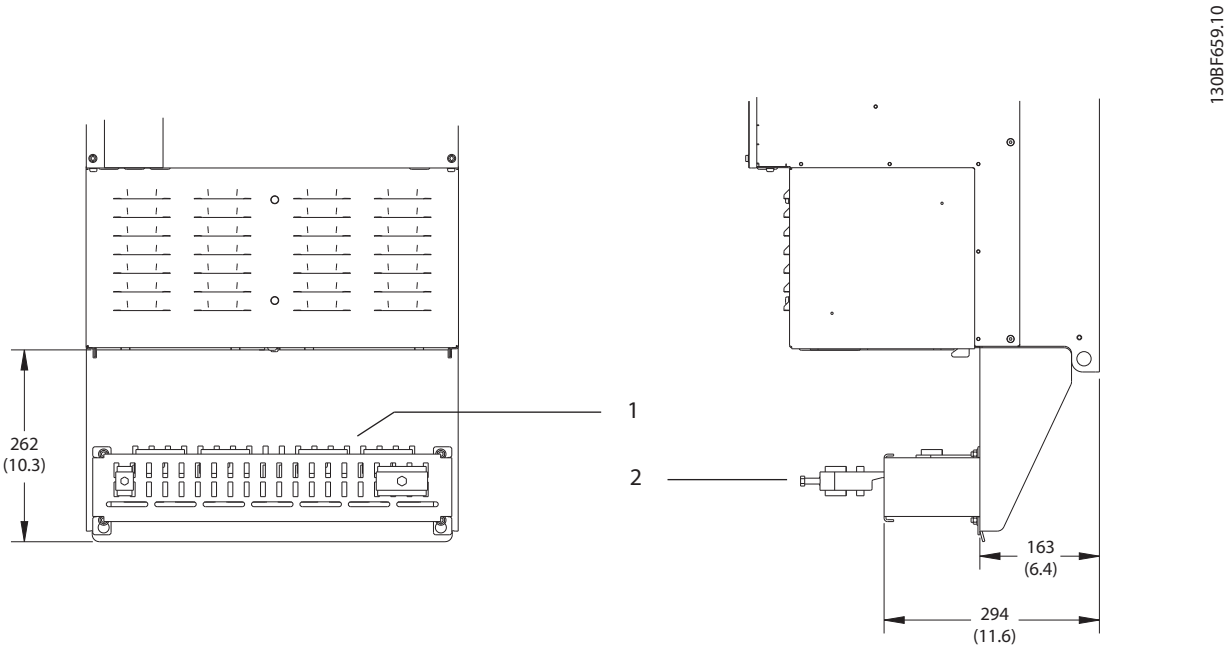
Ilustración 8.83 Vista lateral del E3h

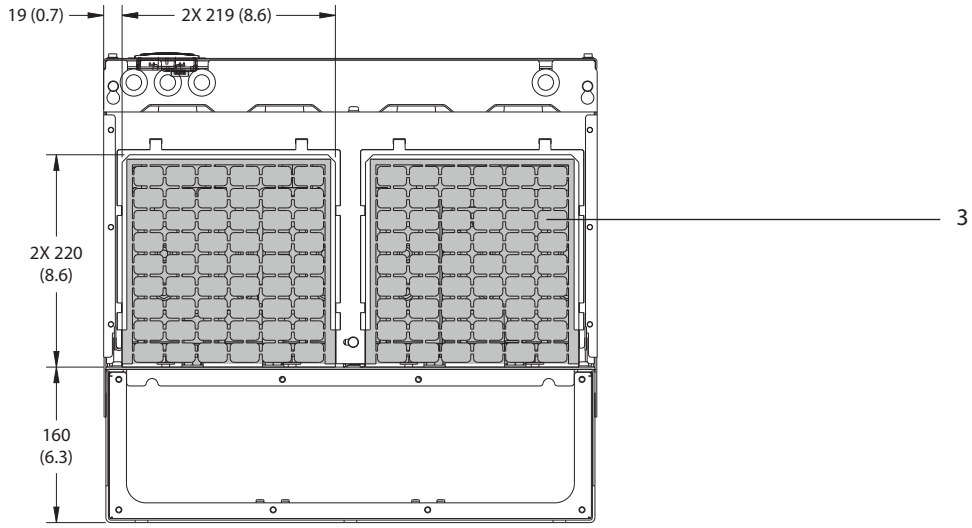
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Panel de acceso al disipador (opcional)

Ilustración 8.84 Vista trasera del E3h



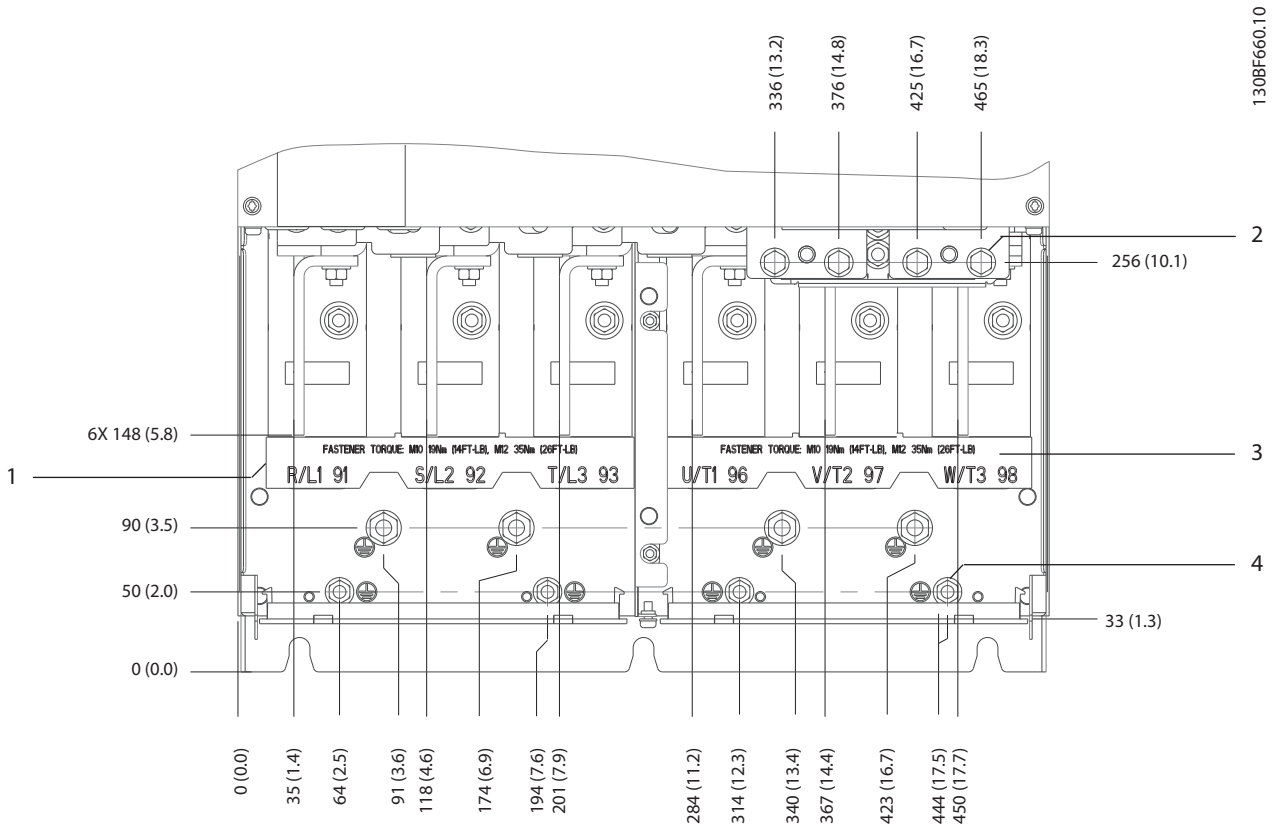


1	Terminación de pantalla RFI (estándar con la opción RFI)
2	Abrazadera de cable / CEM
3	Placa prensacables

Ilustración 8.85 Dimensiones de la placa del prensacables y de la terminación de pantalla RFI del alojamiento E3h

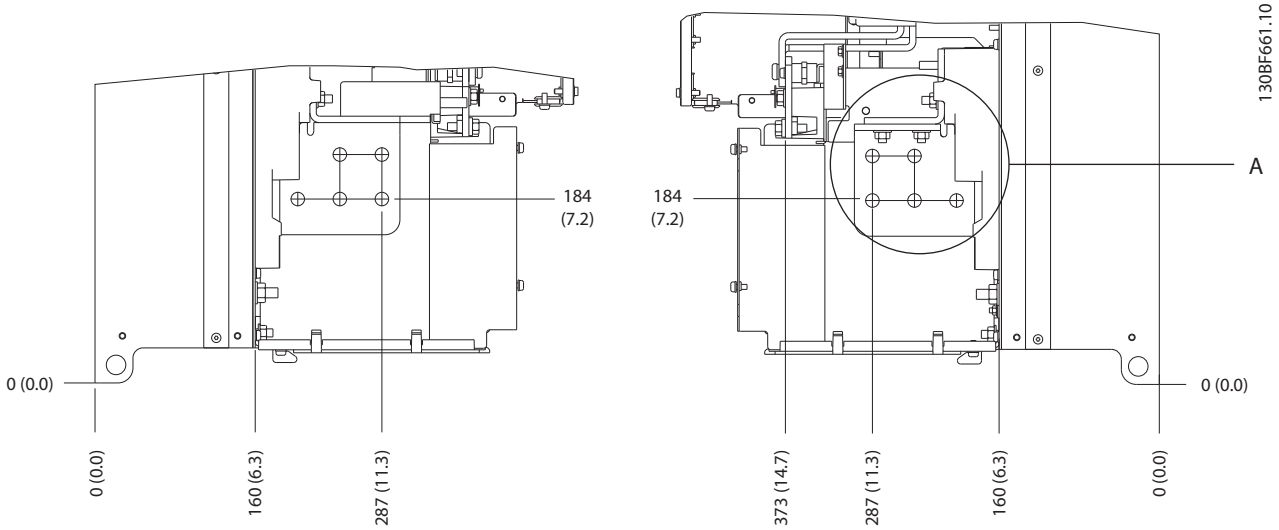
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.11.2 Dimensiones de los terminales del E3h



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno o regeneración	4	Terminales de conexión toma a tierra, tuercas M8 y M10

Ilustración 8.86 Dimensiones de los terminales del E3h (vista frontal)



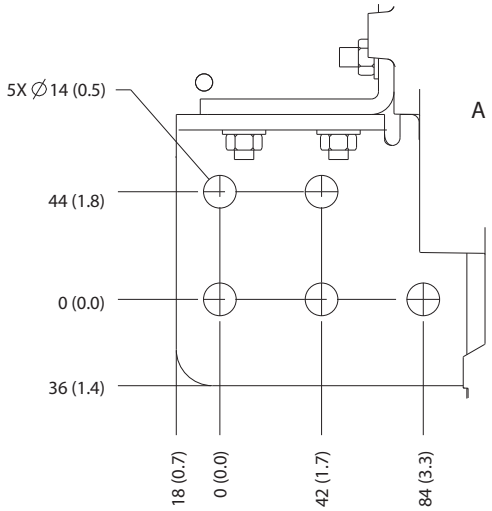
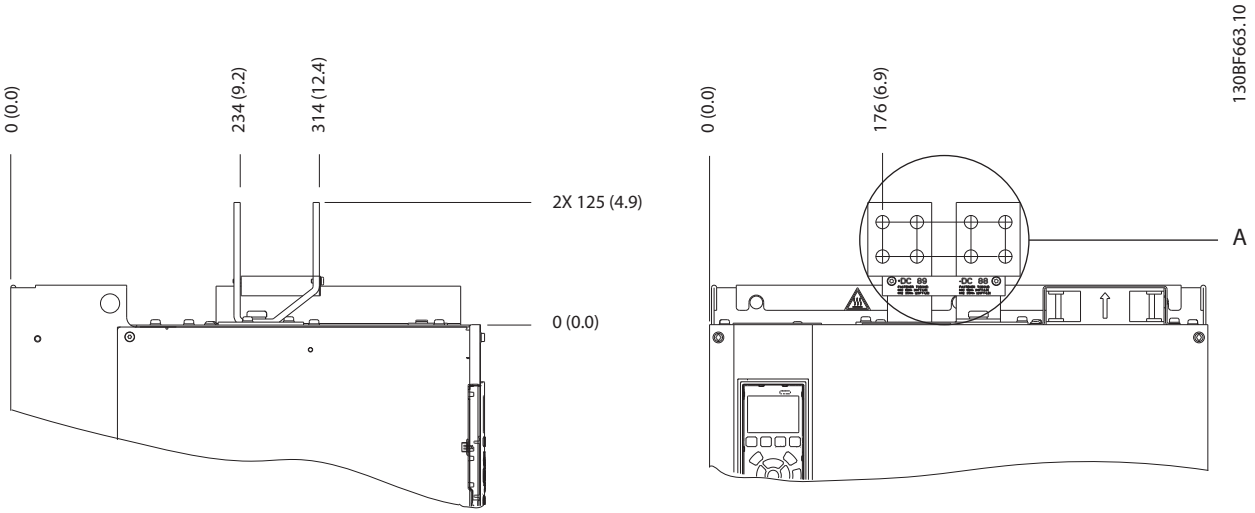


Ilustración 8.87 Dimensiones de los terminales de alimentación, motor y conexión toma a tierra del E3h (vistas laterales)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



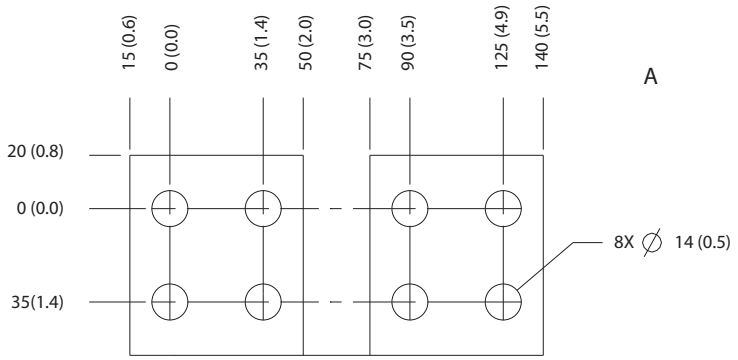


Ilustración 8.88 Dimensiones de los terminales de carga compartida / regeneración del E3h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

8.12 Dimensiones exteriores y de los terminales del E4h

8.12.1 Dimensiones exteriores del E4h

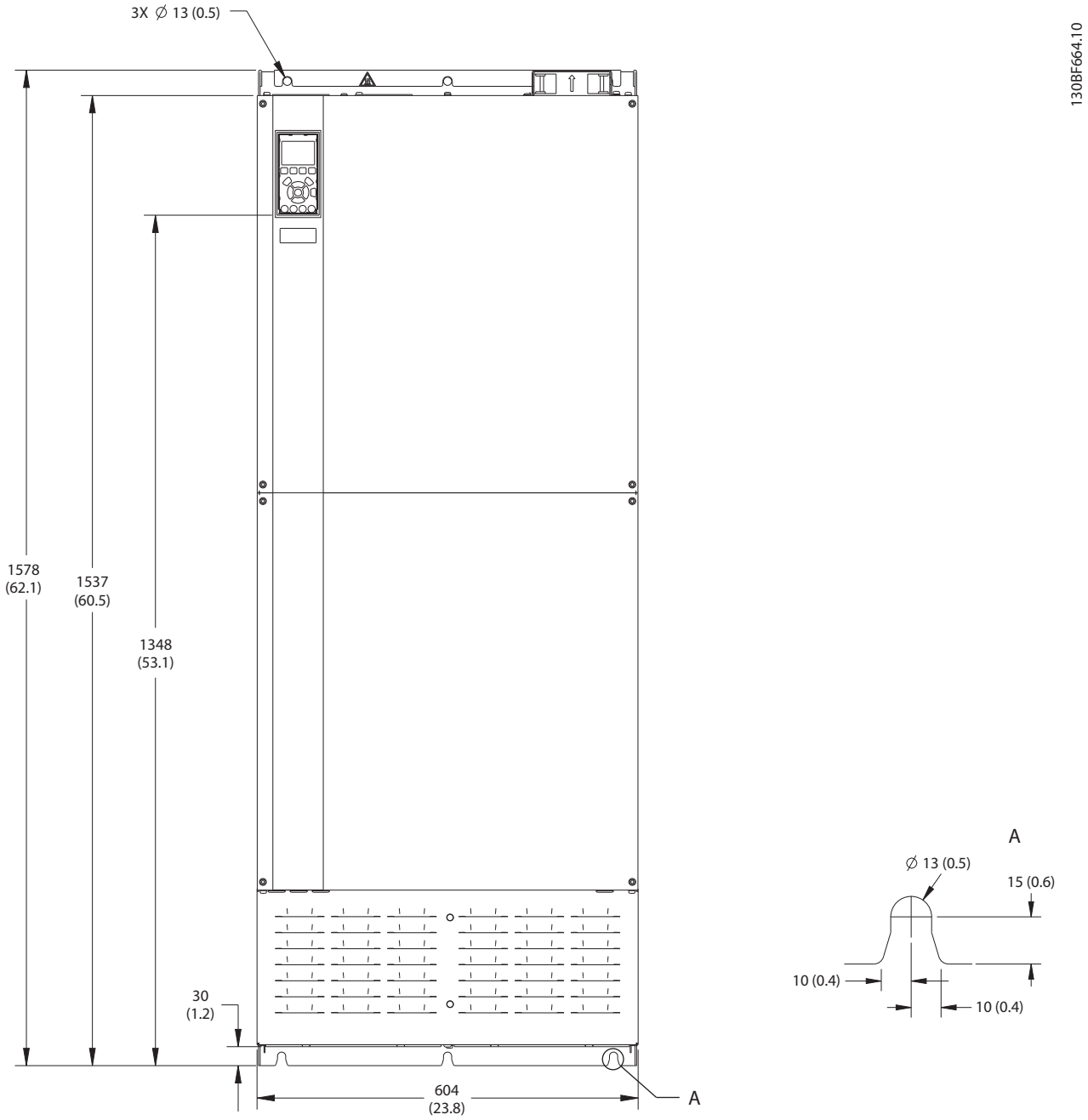


Ilustración 8.89 Vista frontal del E4h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

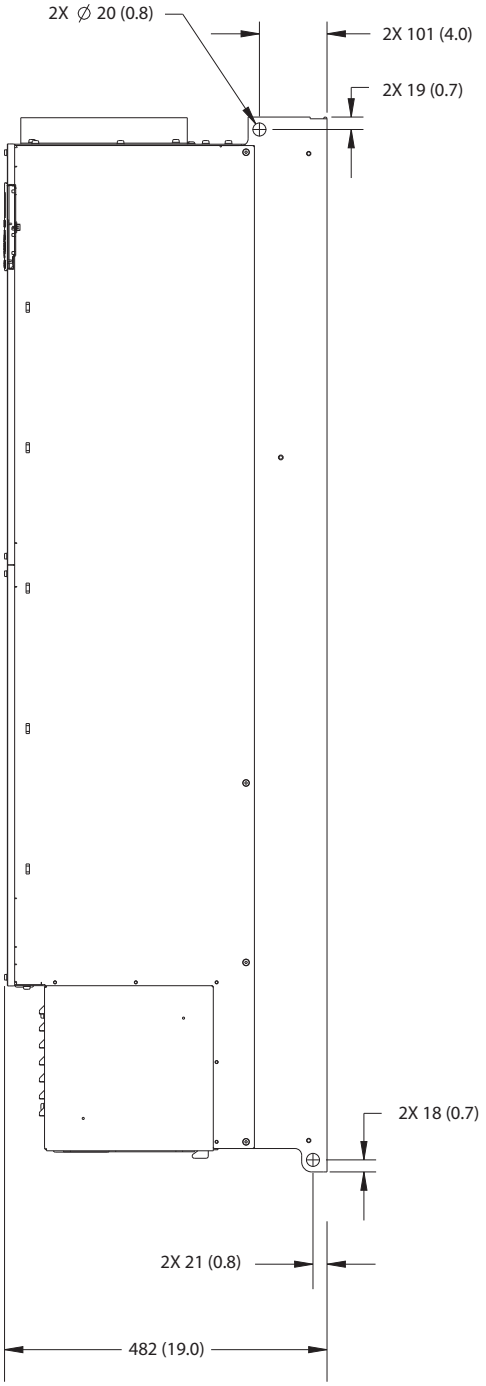
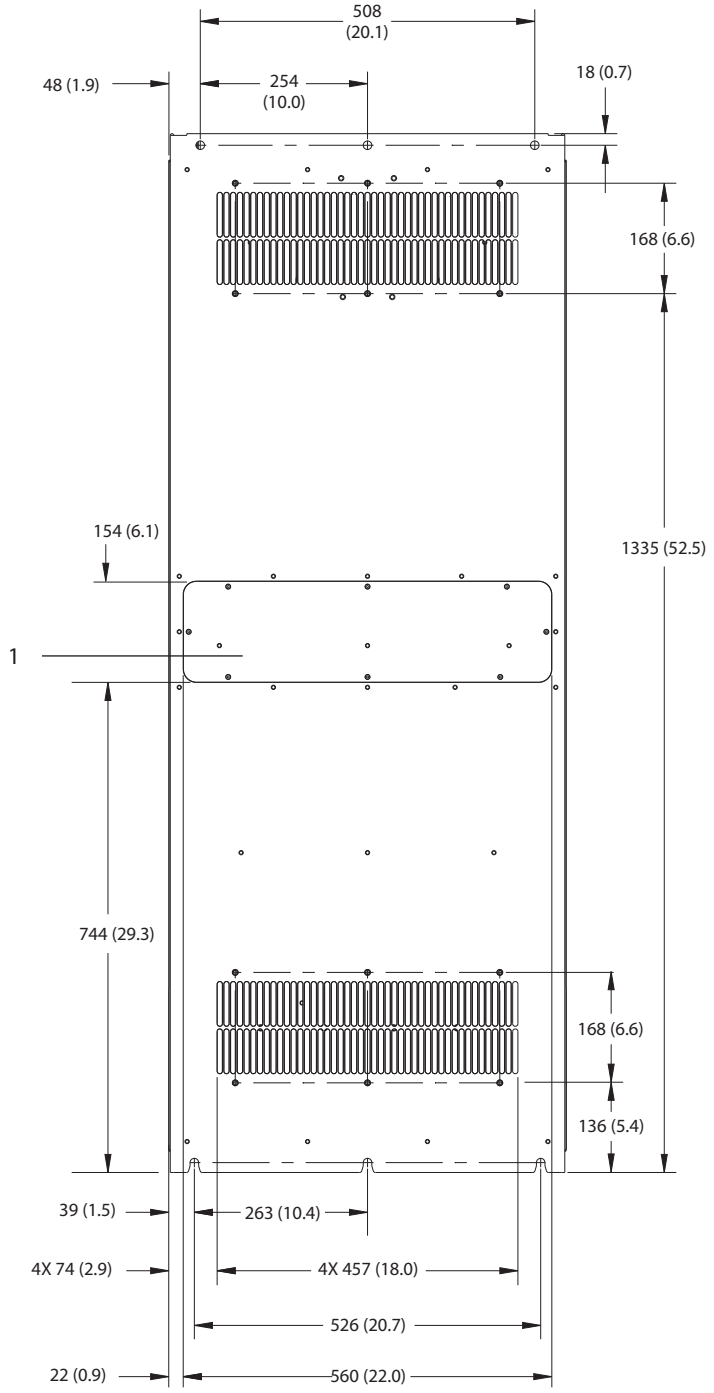


Ilustración 8.90 Vista lateral del E4h

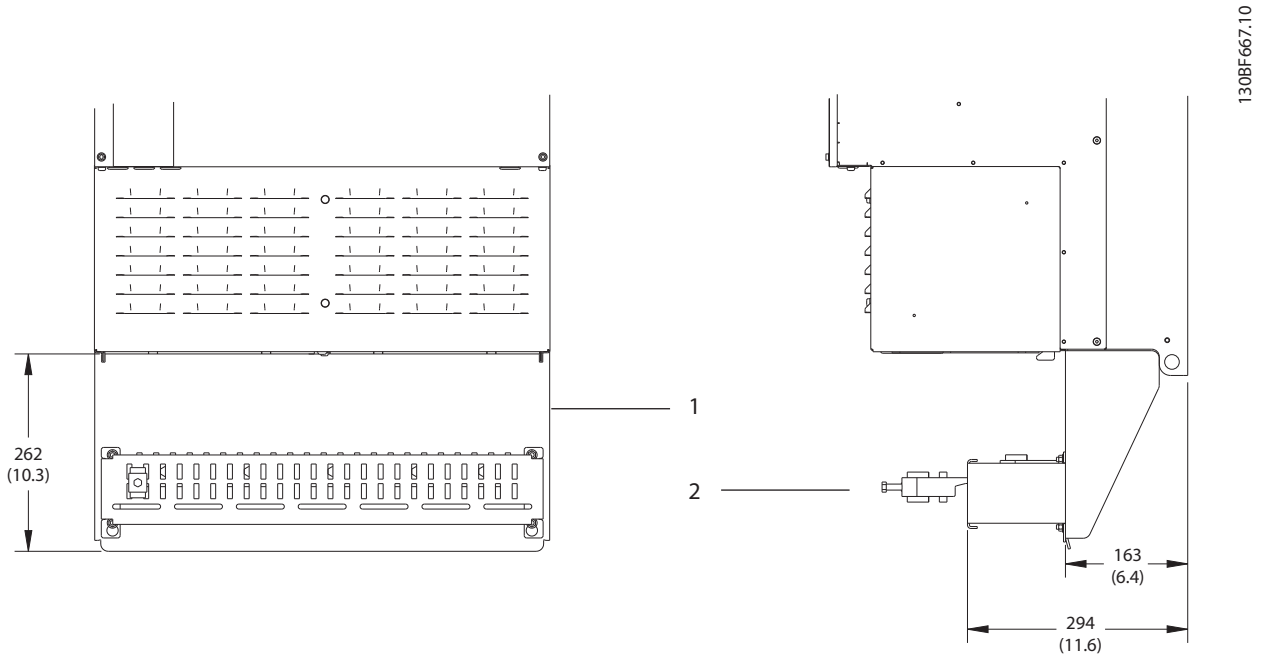
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

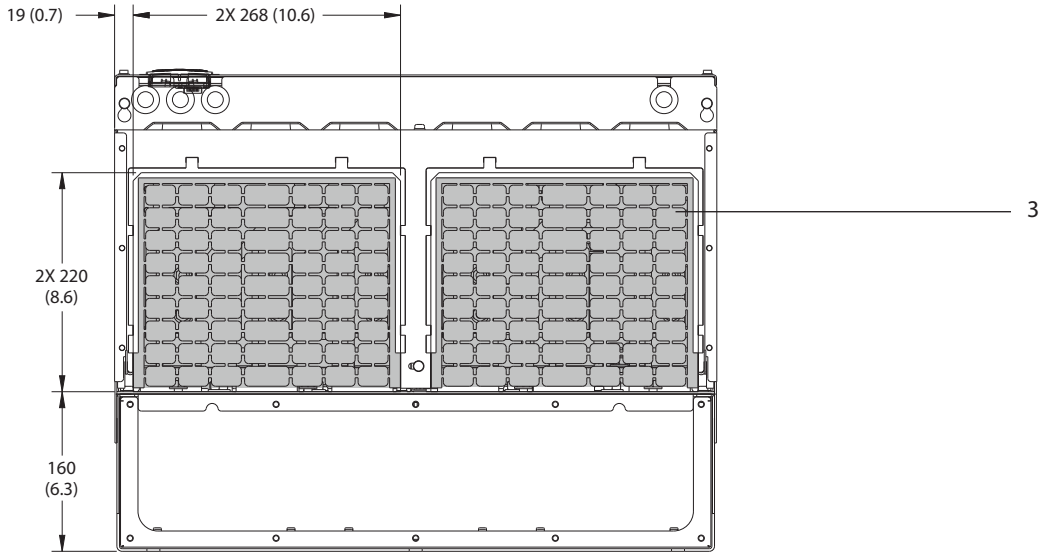


1	Panel de acceso al disipador (opcional)

Ilustración 8.91 Vista trasera del E4h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

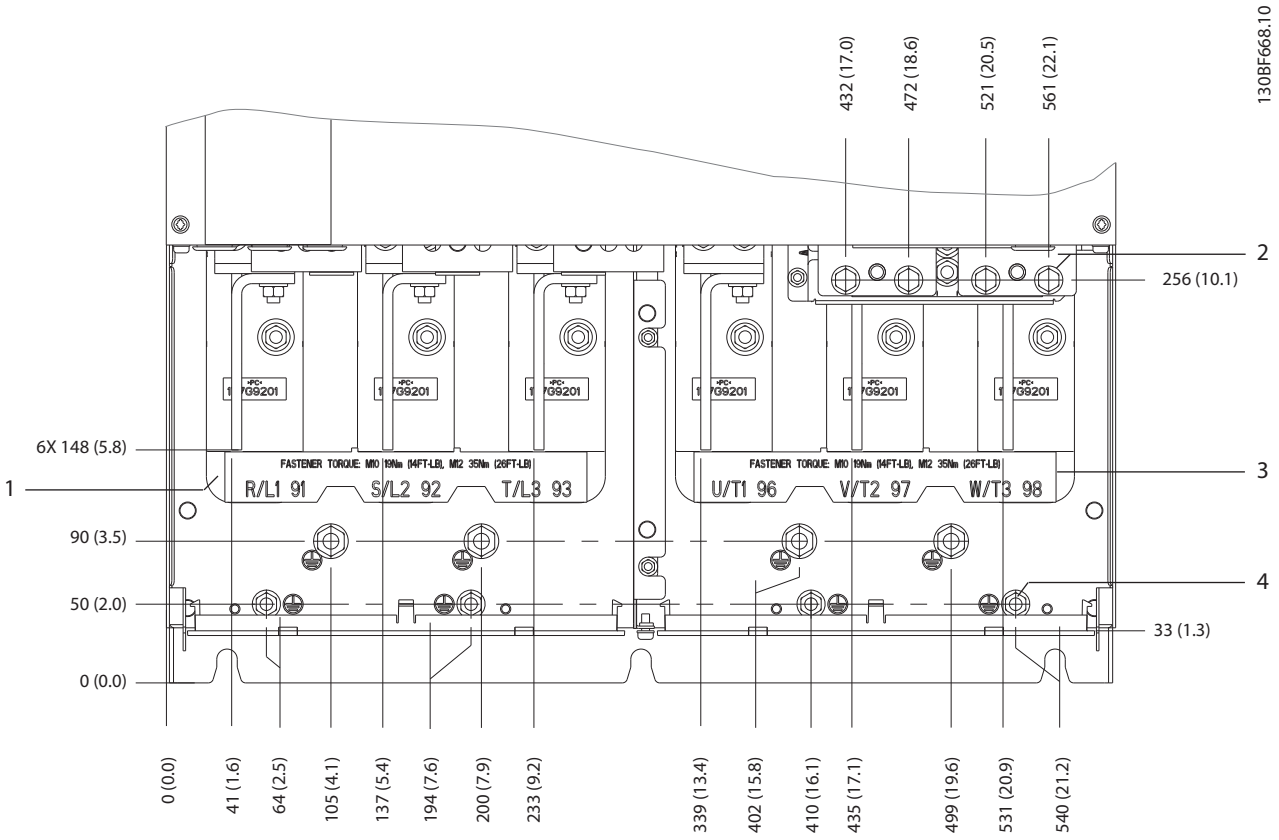




1	Terminación de pantalla RFI (estándar con la opción RFI)
2	Abrazadera de cable / CEM
3	Placa prensacables

Ilustración 8.92 Dimensiones de la placa del prensacables y de la terminación de pantalla RFI del alojamiento E4h

8.12.2 Dimensiones de los terminales del E4h



1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno o regeneración	4	Terminales de conexión toma a tierra, tuercas M8 y M10

Ilustración 8.93 Dimensiones de los terminales del E4h (vista frontal)

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

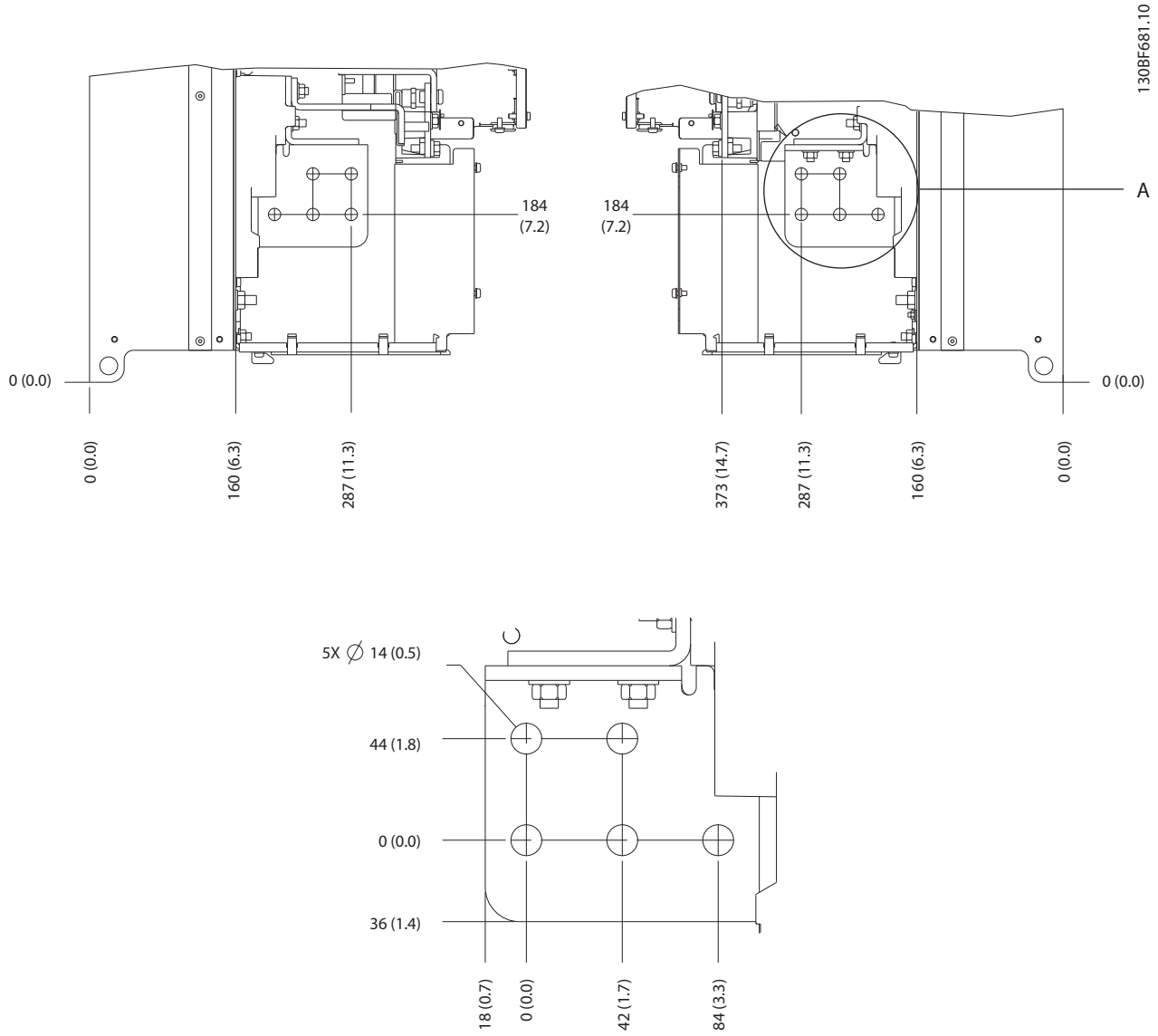
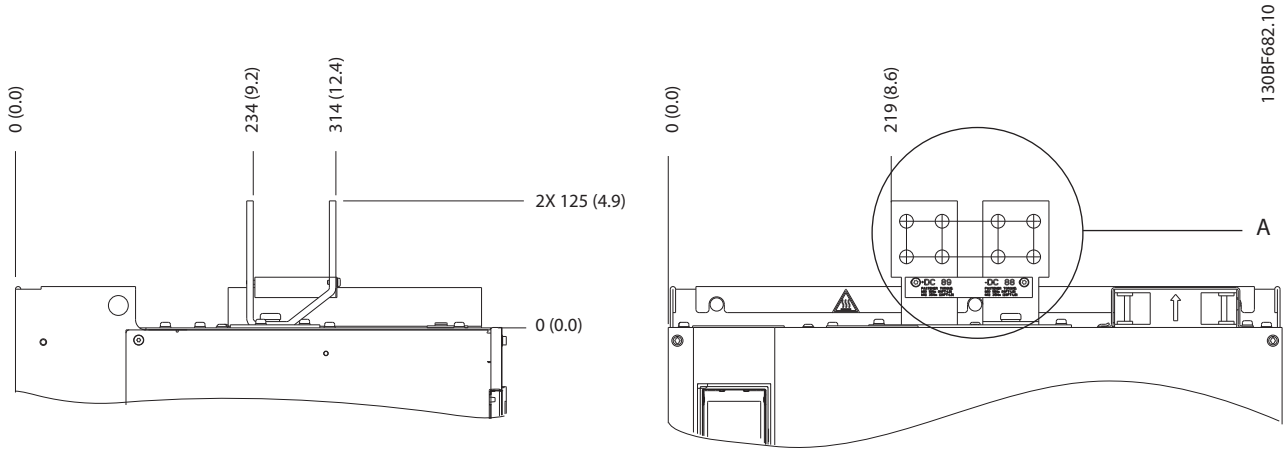


Ilustración 8.94 Dimensiones de los terminales de alimentación, motor y conexión toma a tierra del E4h (vistas laterales)



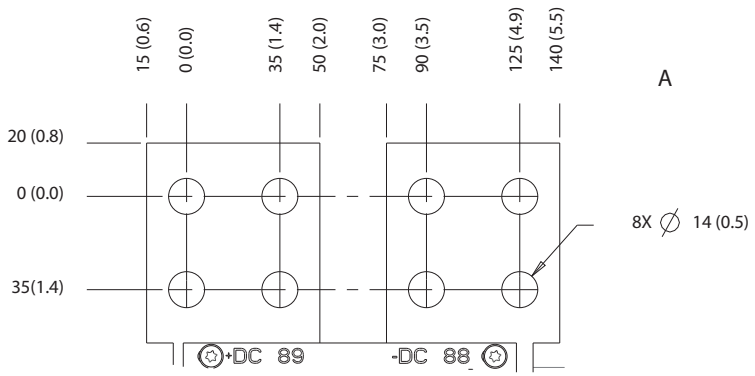


Ilustración 8.95 Dimensiones de los terminales de carga compartida / regeneración del E4h

 Danfoss A/S © 12/2017 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 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 la *capétulo 4 Vista general de producto* para conocer el peso de los diferentes tamaños de protección.**
- **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.**

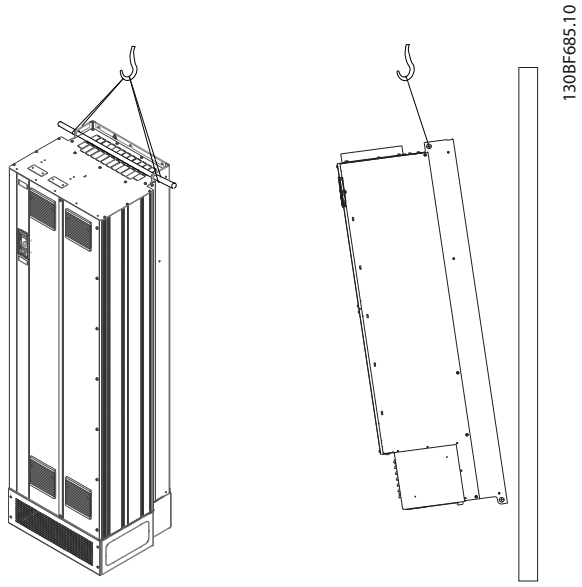


Ilustración 9.1 Método recomendado de elevación

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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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*.

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 flujo 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

Las unidades VLT® AutomationDrive con la opción VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 cuentan con la certificación PTB para entornos potencialmente explosivos.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

9.4 Configuraciones de montaje

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

AVISO!

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

Alojamiento	Montaje en pared/ armario	Montaje sobre pedestal (independiente)
D1h	X	X
D2h	X	X
D3h	X[1)]	–
D4h	X[1)]	–
D5h	–	X
D6h	–	X
D7h	–	X
D8h	–	X
E1h	–	X
E2h	–	X
E3h	X[2)]	–
E4h	X[2)]	–

Tabla 9.1 Configuraciones de montaje

1) Aunque el convertidor de frecuencia se puede montar en pared, Danfoss recomienda montarlo en panel dentro de un alojamiento debido a su grado de protección.
2) El convertidor de frecuencia se puede montar en las siguientes configuraciones:

- *Verticalmente en la placa posterior del panel.*
- *Verticalmente en posición invertida en la placa posterior del panel. Consultar en fábrica.*
- *Horizontalmente sobre su parte posterior, montado en la placa posterior del panel. Consultar en fábrica.*
- *Horizontalmente sobre un lateral, montado en la parte inferior del panel. Consultar en fábrica.*

Consideraciones de montaje:

- 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 5.7 Vista general de la refrigeración mediante canal posterior*.
- Asegúrese de dejar el debido acceso para abrir la puerta.
- Asegúrese de permitir la entrada de cables desde la parte inferior.

9.5 Refrigeración

AVISO!

Un montaje incorrecto puede provocar un sobrecalentamiento y disminuir el rendimiento. Para obtener información sobre el montaje correcto, consulte el *capétulo 9.4 Configuraciones de montaje*.

- 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 flujo 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*.

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 alojamientos 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!

En los alojamientos E3h y E4h (IP20/chasis), se requiere al menos un ventilador de puerta para eliminar el calor no contenido en el canal posterior del convertidor. También elimina cualquier pérdida adicional generada por el resto de componentes internos del convertidor de frecuencia. A fin de seleccionar el tamaño de ventilador adecuado, calcule el flujo de aire total necesario.

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

Bastidor	Ventilador de puerta / ventilador superior [m³/hr (cfm)]	Ventilador del disipador [m³/hr (cfm)]
D1h	102 (60)	420 (250)
D2h	204 (120)	840 (500)
D3h	102 (60)	420 (250)
D4h	204 (120)	840 (500)
D5h	102 (60)	420 (250)
D6h	102 (60)	420 (250)
D7h	204 (120)	840 (500)
D8h	204 (120)	840 (500)

Tabla 9.2 Caudal de flujo de aire D1h-D8h

Bastidor	Ventilador de puerta / ventilador superior [m³/hr (cfm)]	Ventilador del disipador [m³/hr (cfm)]
E1h	510 (300)	994 (585)
E2h	552 (325)	1053–1206 (620–710)
E3h	595 (350)	994 (585)
E4h	629 (370)	1053–1206 (620–710)

Tabla 9.3 Caudal de flujo de aire de los alojamientos E1h-E4h

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 Filtro de salida* 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 depende de la carga del motor, así como de la velocidad y 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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 9.2*.

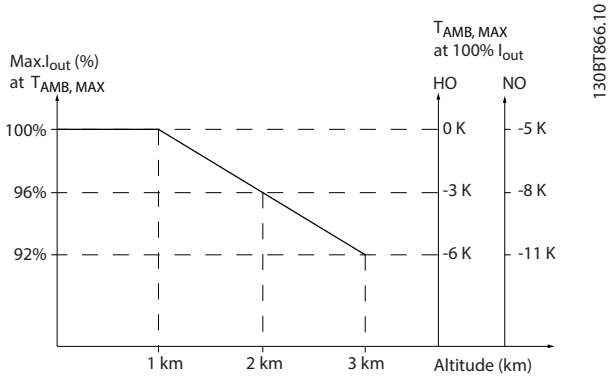


Ilustración 9.2 Reducción de potencia de la intensidad de salida en función de la altitud a $T_{AMB, MÁX.}$

La *Ilustración 9.2* 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.

9.6.3 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente y frecuencia de conmutación

AVISO!

REDUCCIÓN DE POTENCIA DE FÁBRICA

En los convertidores Danfoss la potencia ya está reducida para la temperatura de funcionamiento (55 °C (131 °F) $T_{AMB,MÁX.}$ y 50 °C (122 °F) $T_{AMB,AVG}$).

Utilice los gráficos de la *Tabla 9.4* y la *Tabla 9.5* para determinar si debe reducirse la intensidad de salida en función de la frecuencia de conmutación y la temperatura ambiente. Al hacer referencia a los gráficos, I_{sal} indica el porcentaje de la corriente nominal de salida y *fsw* indica la frecuencia de conmutación.

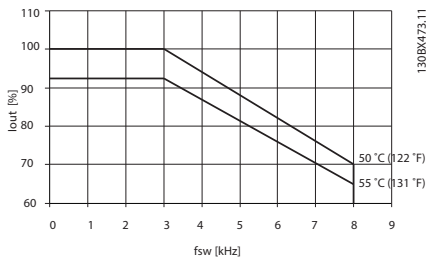
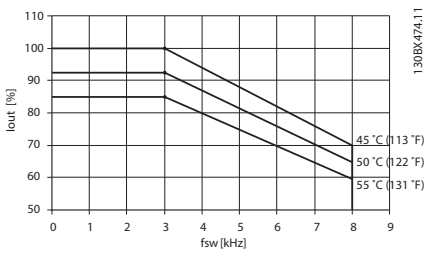
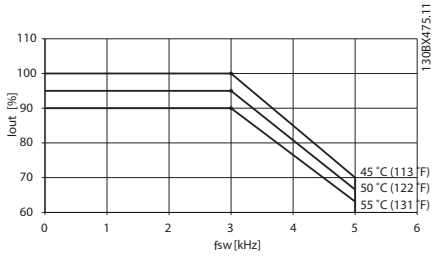
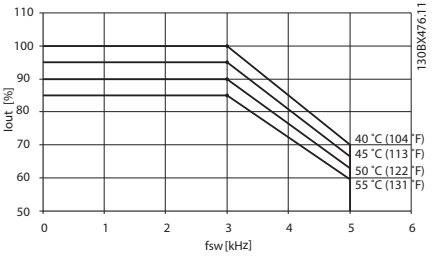
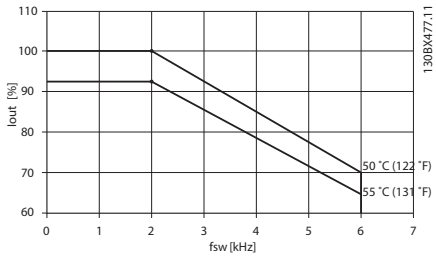
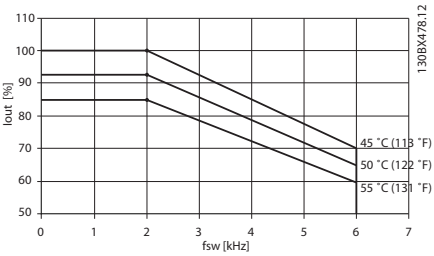
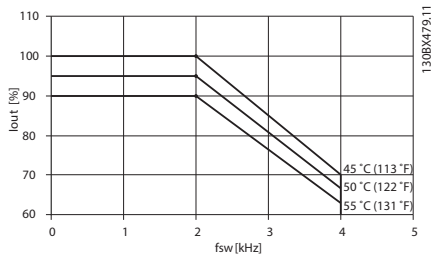
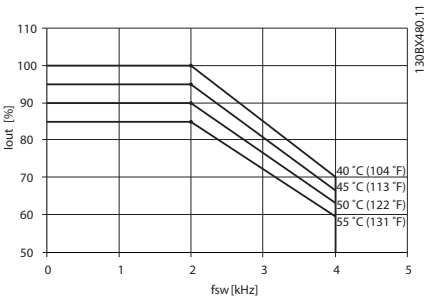
Alojamiento	Patrón de conmutación	Sobrecarga alta HO, 150 %	Sobrecarga normal NO, 110 %
D1h-D8h **De N90 a N250** **380-500 V**	60 AVM		
	SFAVM		
E1h-E4h **De N315 a N500** **380-500 V**	60 AVM		
	SFAVM		

Tabla 9.4 Tablas de reducción de potencia para convertidores de frecuencia con clasificación de 380-500 V

9

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

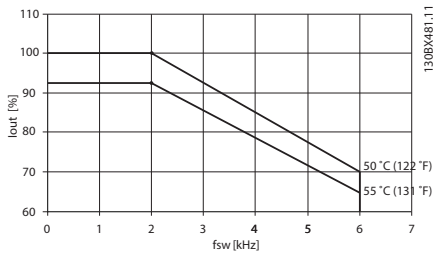
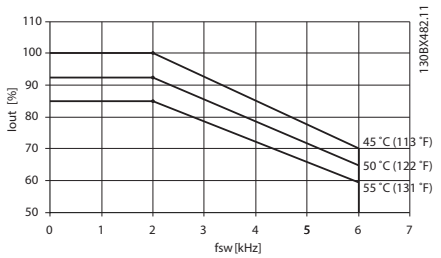
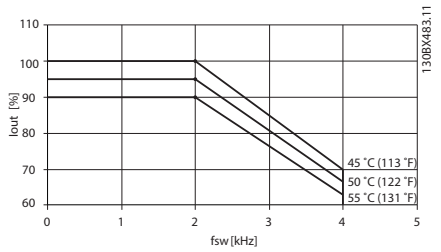
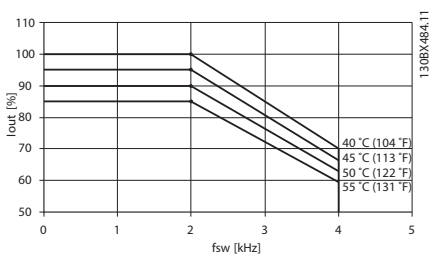
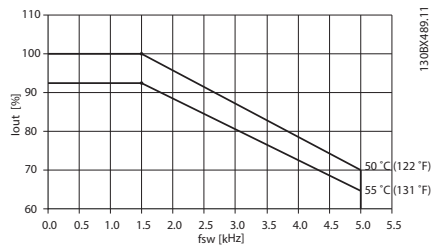
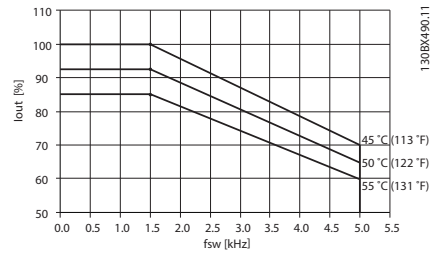
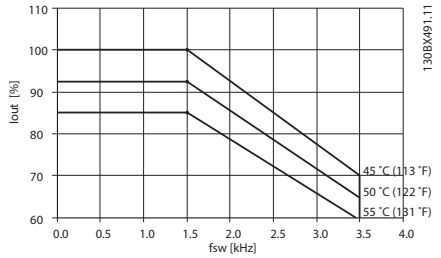
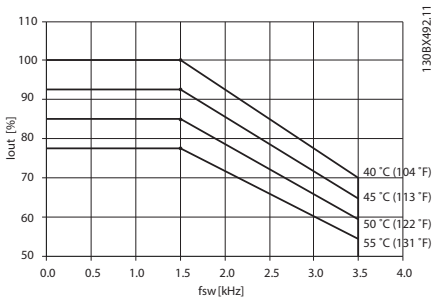
Alojamiento	Patrón de conmutación	Sobrecarga alta HO, 150 %	Sobrecarga normal NO, 110 %
D1h-D8h **De N55K a N315** **525-690 V**	60 AVM		
	SFAVM		
E1h-E4h **De N355 a N710** **525-690 V**	60 AVM		
	SFAVM		

Tabla 9.5 Tablas de reducción de potencia para convertidores de frecuencia con clasificación de 525-690 V

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 Protección térmica motor* 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 Protección térmica motor* 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 © 12/2017 Reservados todos los derechos.

10.2 Esquema de cableado

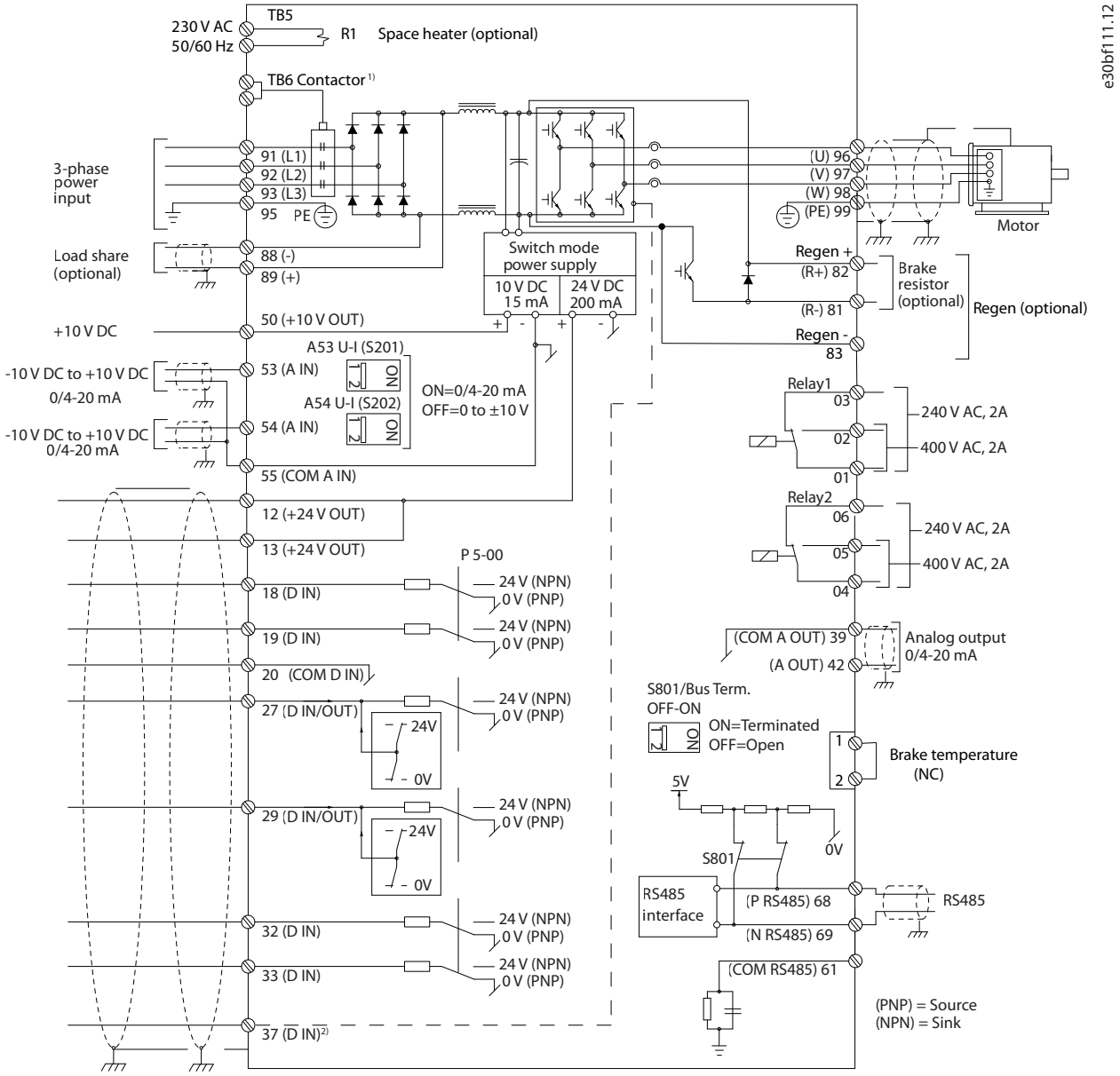


Ilustración 10.1 Esquema básico del cableado

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 el Manual de funcionamiento de la función Safe Torque Off de la serie FC de VLT®.

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 el *capétulo 7 Especificaciones* 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 conmutador de alimentación, la conexión de la red de alimentación se conectará al mismo.

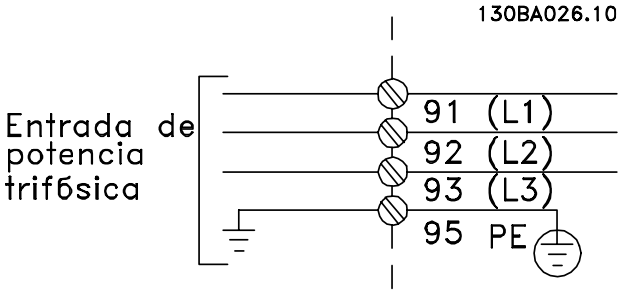


Ilustración 10.2 Conexiones de cable de alimentación

AVISO!

El cable de motor debe estar apantallado o blindado. Si se utiliza un cable no apantallado/blindado, no se estarán cumpliendo algunos de los requisitos de CEM. Utilice un cable de motor apantallado/blindado para cumplir con las especificaciones de emisión CEM. Para obtener más información, consulte el *capétulo 10.15 Instalación conforme a CEM*.

Apantallamiento de cables

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 para instalar un aislamiento de motor o un contactor, continúe el apantallamiento 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 Frecuencia conmutación*.

Terminal	96	97	98	99	Descripción
	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	PE[1)]	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 Conexión del cable de motor

1) Conexión a tierra protegida

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.

10

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

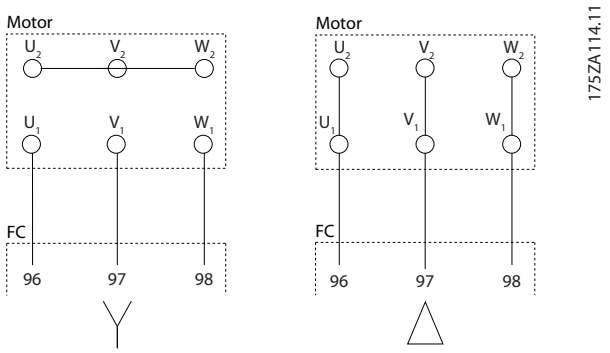


Ilustración 10.3 Conexión del cable de motor

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 10.2 Terminales de bus de CC

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 5.5 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 10.3 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 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 10.4 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 IGBT del freno, evite la disipación de potencia en la resistencia de frenado utilizando un contactor o conmutador de red para desconectar de la alimentación el convertidor de frecuencia. El contactor debe estar controlado exclusivamente por el convertidor.

10.3.5 Conexión a un ordenador personal

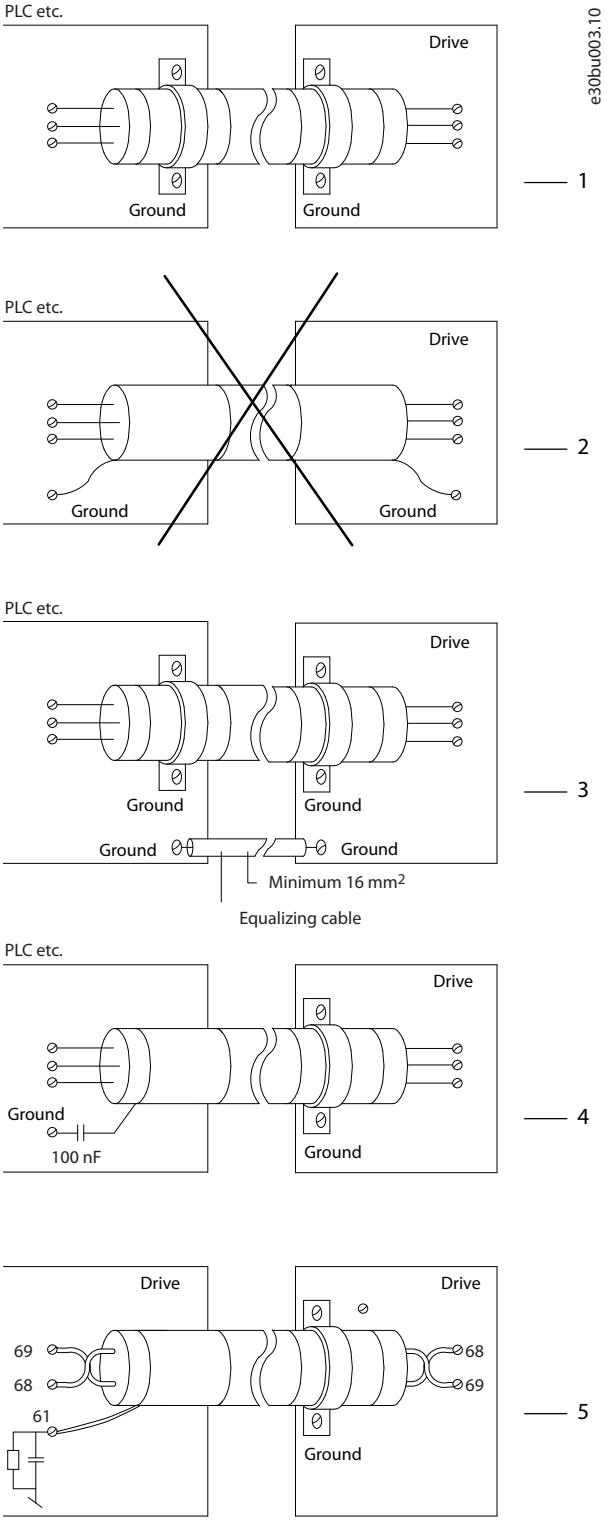
Para controlar el convertidor de frecuencia desde un PC, instale el software de configuración MCT 10. El PC se conecta mediante un cable USB estándar (host/dispositivo) o mediante la interfaz RS485. Para obtener más información sobre RS485, consulte el *apartado de instalación y configuración de RS485* de la *Guía de diseño de VLT® AutomationDrive FC 302 de 315-1200 kW.*

El USB es un bus serie universal que emplea 4 cables apantallados con 4 clavijas de toma a tierra conectadas a la pantalla en el puerto USB del PC. Todos los PC estándar se fabrican sin aislamiento galvánico en el puerto USB.
Con el fin de evitar daños en el controlador de host USB a través de la pantalla del cable USB, siga las recomendaciones de conexión toma a tierra descritas en el *manual 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 de host USB del PC de las diferencias potenciales de conexión toma a tierra. Tampoco se recomienda utilizar un cable de alimentación de PC con un conector de tierra si el PC está conectado al convertidor de frecuencia a través de un cable USB. Estas recomendaciones reducen la diferencia de potencial de la toma a tierra, pero no eliminan todas las diferencias de potencial debidas a la toma a tierra y al apantallamiento conectado al puerto USB del PC.

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 10.4*.



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.
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 10.4 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 10.5*. 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 10.5*.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

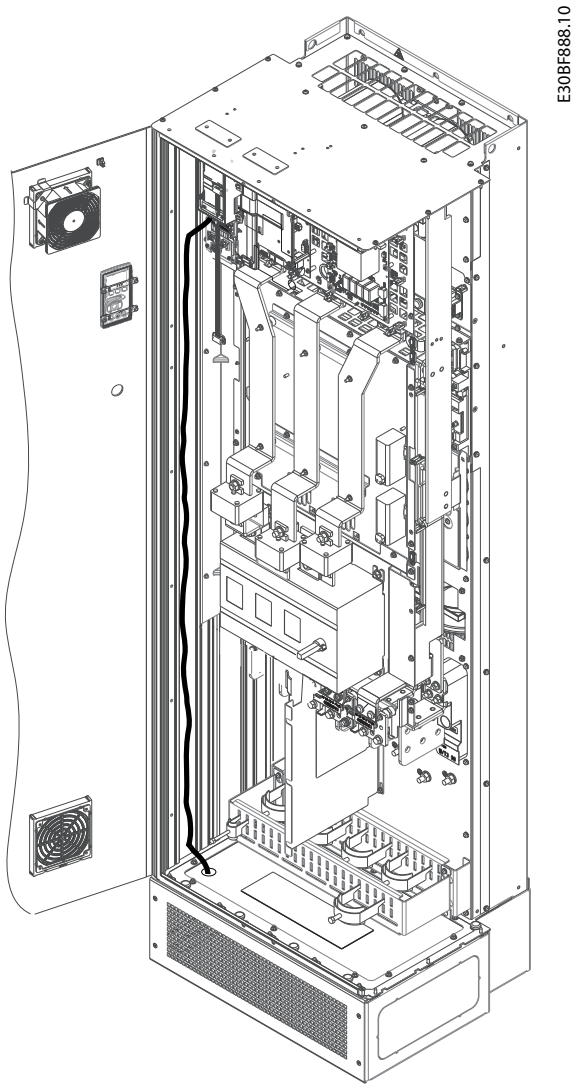


Ilustración 10.5 Trayecto del cableado de la tarjeta de control para E1h. El mismo trayecto de recorrido de los cables para los alojamientos E2h y D1h-D8h.

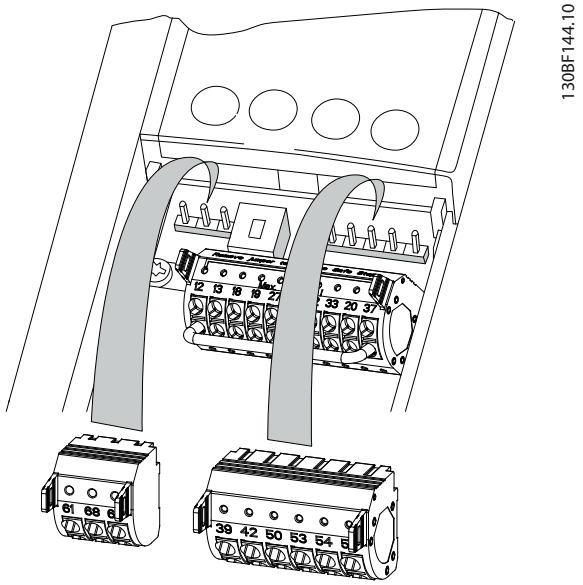
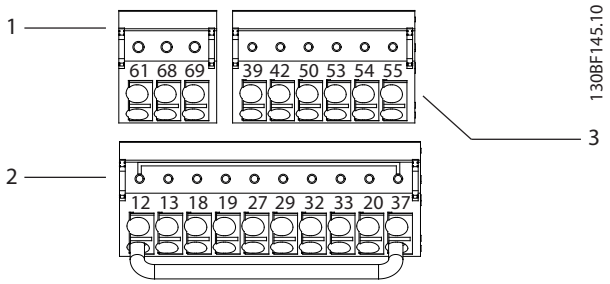


Ilustración 10.6 Ubicación de los terminales de control



1	Terminales de comunicación serie
2	Terminales de entrada/salida digital
3	Terminales de entrada/salida analógica

Ilustración 10.7 Números de los terminales ubicados en los conectores

10.4.2 Terminales de control

La *Ilustración 10.6* muestra los terminales extraíbles del convertidor de frecuencia. Las funciones de los terminales y los ajustes predeterminados están resumidos en las siguientes tablas: *Tabla 10.5 - Tabla 10.7*.

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.

Terminal	Parámetro	Ajustes predeter-minados	Descripción
69 (-)	*Grupo de parámetros 8-3* Ajuste puerto FC*	–	

Tabla 10.5 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 Entrada digital*	*[8] Arranque*	Entradas digitales.
19	*Parámetro 5-11 Terminal 19 entrada digital*	*[10] Cambio de sentido*	
32	*Parámetro 5-14 Terminal 32 entrada digital*	*[0] Sin función*	
33	*Parámetro 5-15 Terminal 33 entrada digital*	*[0] Sin función*	
27	*Parámetro 5-12 Terminal 27 Entrada digital*	*[2] Inercia*	Para entrada o salida digital. El ajuste predeterminado es entrada.
29	*Parámetro 5-13 Terminal 29 Entrada digital*	*[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 10.6 Descripciones de los terminales de entrada/salida digital

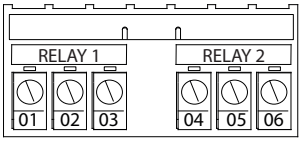
Terminal	Parámetro	Ajustes predeter-minados	Descripción
39	–	–	Común para salida analógica.
42	*Parámetro 6-50 Terminal 42 salida*	*[0] Sin función*	Salida analógica programable. 0-20 mA o 4-20 mA a un máximo de 500 Ω.
50	–	+10 V CC	Tensión de alimen-tación analógica de 10 V CC para potenciómetro o termistor. 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 10.7 Descripciones de los terminales de entrada/salida analógica

10

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Terminales de relé



130BF156.10

Ilustración 10.8 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 Relé de función* [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 Relé de función* [1]	*[0] Sin función*	

Tabla 10.8 Descripciones de los terminales de relé

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 lateral de la fuente de alimentación es obligatorio para garantizar que las instalaciones cumplan las normas CEI 60364 (CE) o NEC 2009 (UL).

Fusibles recomendados para D1h-D8h

Para alojamientos D1h-D8h, se recomiendan los fusibles de tipo aR. Consulte *Tabla 10.9*.

Modelo	380-500 V	525-690 V
N55K	–	ar-160
N75K	–	ar-315
N90K	ar-315	ar-315
N110	ar-350	ar-315
N132	ar-400	ar-315
N160	ar-500	ar-550
N200	ar-630	ar-550
N250	ar-800	ar-550
N315	–	ar-550

Tabla 10.9 Potencia / tamaños de fusible semiconductor para D1h-D8h

Modelo	Opciones de fusible							
	Bussman	Littelfuse	Littelfuse	Bussmann	Siba	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut (Europa)	Ferraz-Shawmut (Norteamérica)
N90K	170M2619	LA50QS300-4	L50S-300	FWH-300A	20 189 20.315	A50QS300-4	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110	170M2620	LA50QS350-4	L50S-350	FWH-350A	20 189 20.350	A50QS350-4	6,9URD31D08A0350	A070URD31KI0350
N132	170M2621	LA50QS400-4	L50S-400	FWH-400A	20 189 20.400	A50QS400-4	6,9URD31D08A0400	A070URD31KI0400
N160	170M4015	LA50QS500-4	L50S-500	FWH-500A	20 610 31.550	A50QS500-4	6,9URD31D08A0550	A070URD31KI0550
N200	170M4016	LA50QS600-4	L50S-600	FWH-600A	20 610 31.630	A50QS600-4	6,9URD31D08A0630	A070URD31KI0630
N250	170M4017	LA50QS800-4	L50S-800	FWH-800A	20 610 31.800	A50QS800-4	6,9URD32D08A0800	A070URD31KI0800

Tabla 10.10 Potencia / opciones de fusible semiconductor para D1h-D8h, 380-500 V

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Modelo	Bussmann	Siba	Ferraz-Shawmut de Europa	Ferraz-Shawmut de Norteamérica
N55K	170M2616	20 610 31.160	6,9URD30D08A0160	A070URD30KI0160
N75K	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N90K	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N132	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N160	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N200	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N250	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N315	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550

Tabla 10.11 Potencia / opciones de fusible semiconductor para D1h-D8h, 525-690 V

Bussmann	Clasificación
LPJ-21/2SP	2,5 A, 600 V

Tabla 10.12 Recomendación de fusible de resistencia calefactora para D1h-D8h

Si el convertidor de frecuencia no se suministra con una desconexión de red, contactor o magnetotérmico, la intensidad nominal de cortocircuito (SCCR) del convertidor será de 100 000 A en todas las tensiones (380-690 V).

Si el convertidor de frecuencia se suministra con una desconexión de red, la intensidad nominal de cortocircuito (SCCR) del convertidor será de 100 000 amperios en todas las tensiones (380-690 V).

Si el convertidor de frecuencia se suministra con un magnetotérmico, la intensidad nominal de cortocircuito (SCCR) dependerá de la tensión. Consulte *Tabla 10.13*.

Alojamiento	415 V	480 V	600 V	690 V
D6h	120 000 A	100 000 A	65 000 A	70 000 A
D8h	100 000 A	100 000 A	42 000 A	30 000 A

Tabla 10.13 D6h y D8h suministrados con un magnetotérmico

Si el convertidor de frecuencia se suministra con una opción de solo contactor y se activa de acuerdo con la *Tabla 10.14*, la intensidad nominal de cortocircuito (SCCR) del convertidor será la siguiente:

Alojamiento	415 V CEI[1)]	480 V UL[2)]	600 V UL[2)]	690 V CEI[1)]
D6h	100 000 A	100 000 A	100 000 A	100 000 A
D8h (no incluye el modelo N250 T5)	100 000 A	100 000 A	100 000 A	100 000 A
D8h (solo el modelo N250 T5)	100 000 A	Consulte a fábrica	No aplicable	No aplicable

Tabla 10.14 D6h y D8h suministrados con un contactor

[1)] Con un fusible Bussmann tipo LPJ-SP o Gould Shawmut tipo AJT. Tamaño máximo de fusible 450 A para D6h y tamaño máximo de fusible 900 A para D8h.

[2)] Se deben utilizar fusibles de clase J o L para recibir la aprobación UL. Tamaño máximo de fusible 450 A para D6h y tamaño máximo de fusible 600 A para D8h.

Fusibles recomendados para E1h-E4h

Los fusibles incluidos en la *Tabla 10.15* son adecuados para su uso en circuitos capaces de proporcionar 100 000 A_{rms} (simétricos), en función 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}. Los convertidores E1h y E2h incluyen fusibles internos para alcanzar los 100 kA de SCCR y cumplir los requisitos de la norma UL 61800-5-1 para convertidores con protección. Los convertidores E3h y E4h deben incluir fusibles de tipo aR para alcanzar la SCCR de 100 kA.

Tensión de entrada (V)	Número de pedido Bussmann
380–500	170M7309
525–690	170M7342

Tabla 10.15 Opciones de fusible para E1h-E4h

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Bussmann	Clasificación
LPJ-21/2SP	2,5 A, 600 V

Tabla 10.16 Recomendación de fusible de resistencia calefactora para E1h-E2h

AVISO!

INTERRUPTOR DE DESCONEXIÓN

Todas las unidades encargadas y suministradas con interruptor de desconexión instalado en fábrica requieren fusibles de circuito derivado de clase L para cumplir la SCCR de 100 kA del convertidor. Si se utiliza un magnetotérmico, la clasificación de SCCR será de 42 kA. La tensión de entrada y la potencia de salida del convertidor determinan el fusible concreto de clase L. La tensión de entrada y la potencia de salida se indican en la placa de características del producto. Para obtener más información sobre la placa de características, consulte el *manual de funcionamiento*.

Tensión de entrada (V)	Potencia de salida (kW [CV])	Clasificación de cortocircuito (A)	Protección requerida
380–500	315–400 (450–550)	42000	Magnetotérmico
		100000	Fusible de clase L, 800 A
380–500	450–500 (600–650)	42000	Magnetotérmico
		100000	Fusible de clase L, 1200 A
525–690	355–560 (400–600)	40000	Magnetotérmico
		100000	Fusible de clase L, 800 A
525–690	630–710 (650–750)	42000	Magnetotérmico
		100000	Fusible de clase L, 1200 A

10.6 Motor

10

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 10.17 Terminales del cable del motor con rotación en sentido horario (ajustes de fábrica)

El sentido de giro puede cambiarse invirtiendo dos fases en el cable de motor o modificando el ajuste de *parámetro 4-10 Dirección veloc. motor*.

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 10.9*.

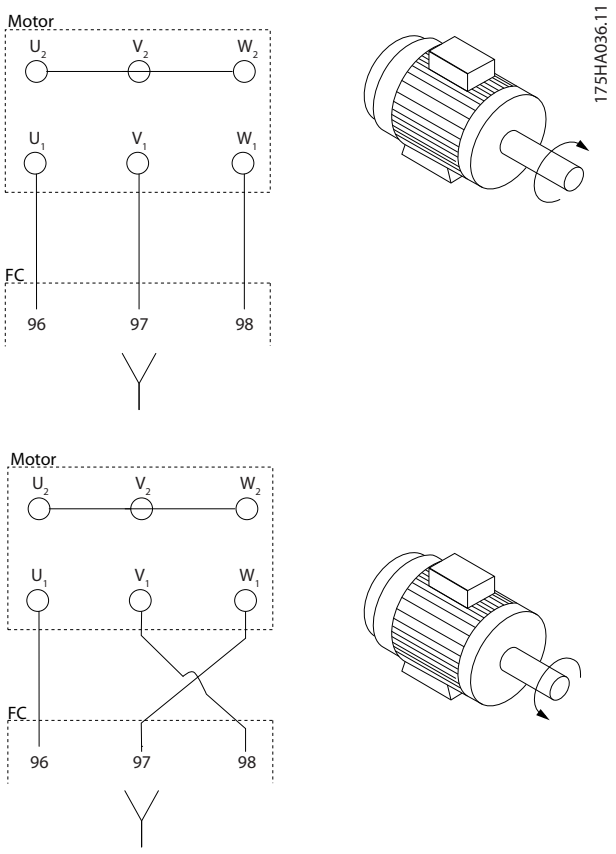


Ilustración 10.9 Cambio de giro del motor

10.6.1 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 Protección térmica motor* se ajusta en *Descon. ETR* y el *parámetro 1-24 Intensidad motor* 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 Protección térmica motor* 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.

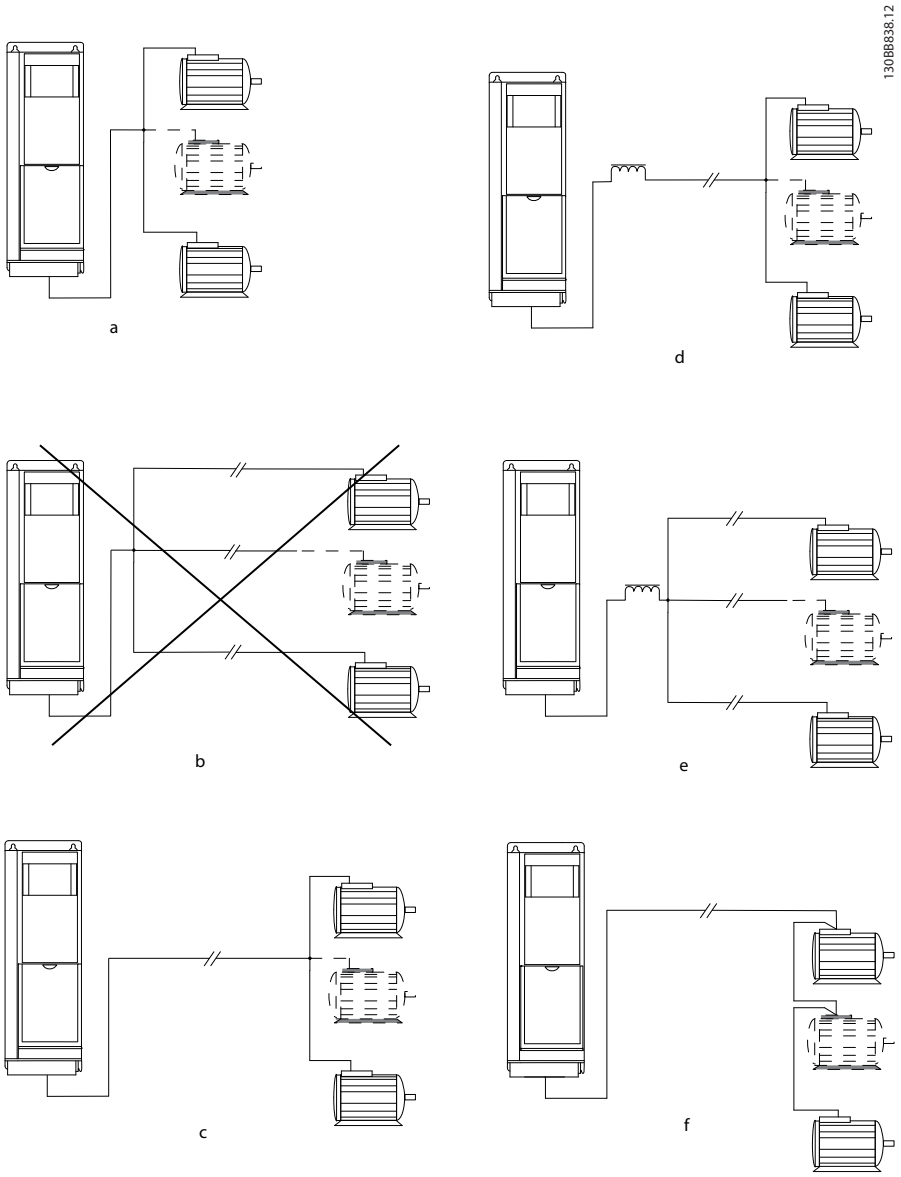
10.6.2 Conexión en paralelo de motores

El convertidor puede controlar varios motores conectados en paralelo. Para conocer diferentes configuraciones de motores conectados en paralelo, consulte la *Ilustración 10.10*.

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 Realimentación encoder motor Flux* no se puede utilizar y *parámetro 1-01 Principio control motor* debe estar ajustado a *[0] U/f*.

 Danfoss A/S © 12/2017 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 10.10 Conexiones en paralelo diferentes de motores

10.6.3 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 10.18*. 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 10.18 Clasificaciones del aislamiento del motor

10.6.4 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 VLT® AutomationDrive. 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 CEM.
  - 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.

10.7 Frenado

10.7.1 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 10.11* 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 © 12/2017 Reservados todos los derechos.

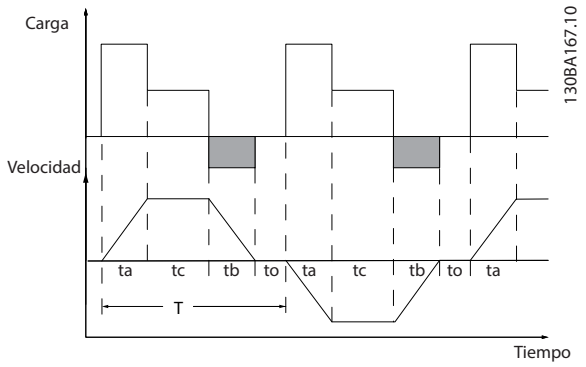


Ilustración 10.11 Ciclo de frenado típico

	Modelo					
	N90K	**N110**	**N132**	**N160**	**N200**	**N250**
Tiempo de ciclo (s)	600	600	600	600	600	600
Ciclo de trabajo de frenado al 100 % del par	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo
Ciclo de trabajo de frenado al 150/160 % del par	10%	10%	10%	10%	10%	10%

Tabla 10.19 Capacidad de frenado de D1h-D8h, 380-500 V

10

		Modelo				
		N315	**N355**	**N400**	**N450**	**N500**
Frenado nominal [45 °C (113 °F)]	Tiempo de ciclo (s)	600	600	600	600	600
	Corriente (%)	100	70	62	56	80
	Tiempo de frenado (s)	240	240	240	240	240
Frenado de sobrecarga [45 °C (113 °F)]	Tiempo de ciclo (s)	300	300	300	300	300
	Corriente (%)	136	92	81	72	107
	Tiempo de frenado (s)	30	30	30	30	30
Frenado nominal [25 °C (77 °F)]	Tiempo de ciclo (s)	600	600	600	600	600
	Corriente (%)	100	92	81	89	80
	Tiempo de frenado (s)	240	240	240	240	240
Frenado de sobrecarga [25 °C (77 °F)]	Tiempo de ciclo (s)	300	300	300	300	300
	Corriente (%)	136	113	100	72	107
	Tiempo de frenado (s)	30	10	10	30	30

Tabla 10.20 Capacidad de frenado de E1h-E4h, 380-500 V

	Modelo								
	N55K	**N75K**	**N90K**	**N110**	**N132**	**N160**	**N200**	**N250**	**N315**
Tiempo de ciclo (s)	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Ciclo de trabajo de frenado al 100 % del par	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Ciclo de trabajo de frenado al 150/160 % del par	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tabla 10.21 Capacidad de frenado de D1h-D8h, 525-690 V

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

		Modelo					
		N355	N400	N500	N560	N630	N710
Frenado nominal [45 °C (113 °F)]	Tiempo de ciclo (s)	600	600	600	600	600	600
	Corriente (%)	89	79	63	63	71	63
	Tiempo de frenado (s)	240	240	240	240	240	240
Frenado de sobrecarga [45 °C (113 °F)]	Tiempo de ciclo (s)	300	300	300	300	300	300
	Corriente (%)	113	100	80	80	94	84
	Tiempo de frenado (s)	30	30	30	30	30	30
Frenado nominal [25 °C (77 °F)]	Tiempo de ciclo (s)	600	600	600	600	600	60
	Corriente (%)	89	79	63	63	71	63
	Tiempo de frenado (s)	240	240	240	240	240	240
Frenado de sobrecarga [25 °C (77 °F)]	Tiempo de ciclo (s)	300	300	300	300	300	300
	Corriente (%)	113	100	80	80	94	84
	Tiempo de frenado (s)	30	30	30	30	30	30

Tabla 10.22 Capacidad de frenado de E1h-E4h, 525-690 V

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

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

Como puede verse, la resistencia de frenado depende de la tensión del enlace de CC (U_{cc}).

Tensión	Freno activo	Advertencia antes de corte	Corte (desconexión)
380-500 V[1)]	810 V	828 V	855 V
525-690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabla 10.23 Límites de freno del FC 302

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 freno R_{rec}. Este cálculo garantiza que el convertidor de frecuencia pueda frenar con el par de frenado máximo ($M_{br(\%)}$) 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 par 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 seleccionada del circuito de freno no debería ser superior a la recomendada por Danfoss. Los alojamientos de tipo E1h-E4h contienen un chopper de frenado.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

AVISO!

Si se produce un cortocircuito en el transistor de freno o un fallo de conexión a tierra en el módulo de freno o el cableado, 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 alcanzan temperaturas muy elevadas durante y después del frenado. Si no se coloca la resistencia de frenado correctamente en un lugar seguro, pueden producirse lesiones graves o daños materiales.

- **Coloque la resistencia de frenado en un entorno seguro, a salvo de contactos accidentales y de objetos inflamables.**

10.7.2 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*.

10.8 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 10.9 Corriente de fuga* para obtener más detalles.

10.9 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 © 12/2017 Reservados todos los derechos.

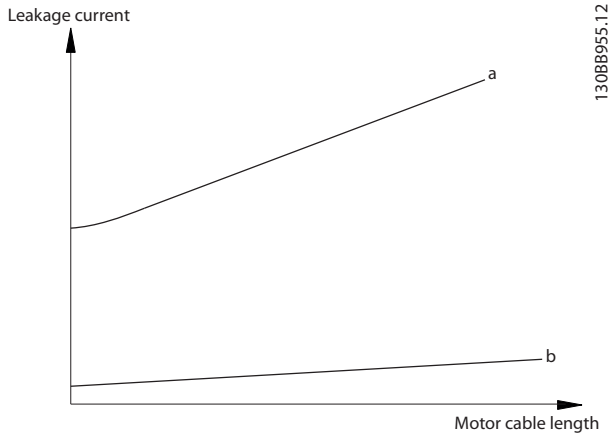


Ilustración 10.12 La longitud del cable de motor y la magnitud de potencia influyen en la corriente de fuga. Magnitud de potencia a > magnitud de potencia b.

La corriente de fuga también depende de la distorsión de la línea.

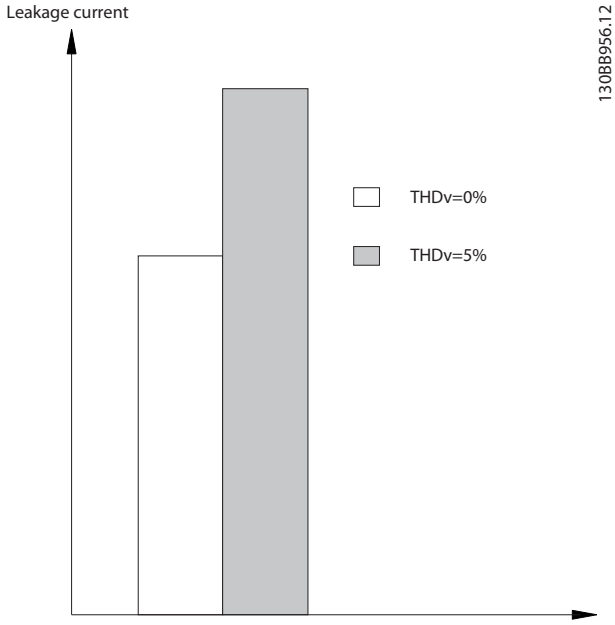


Ilustración 10.13 La distorsión de la línea influye en la corriente de fuga

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.

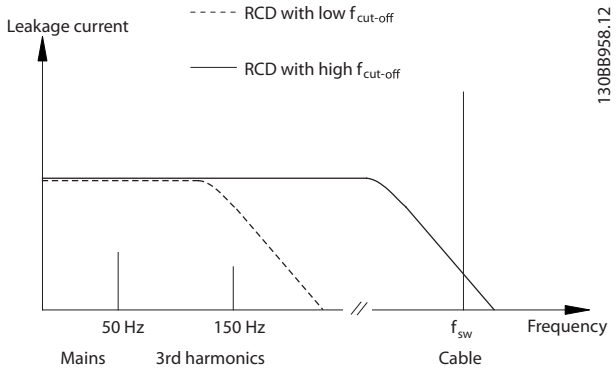


Ilustración 10.14 Contribuciones principales a la corriente de fuga

La cantidad de corriente de fuga detectada por el RCD depende de la frecuencia de corte del RCD.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

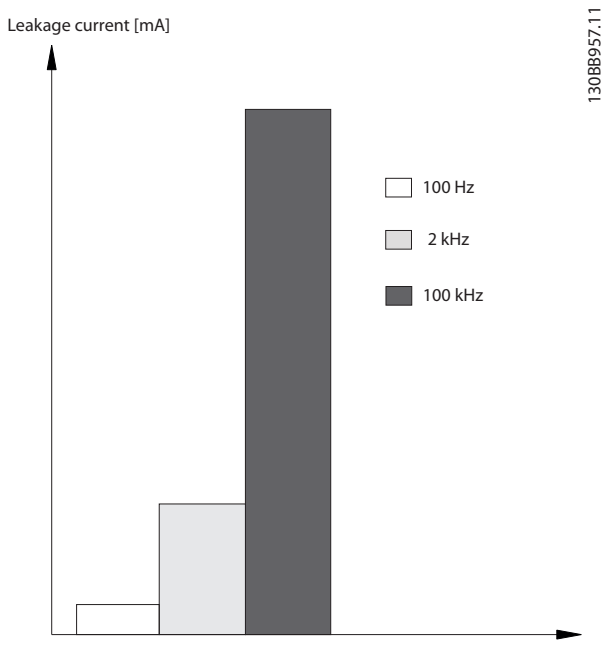


Ilustración 10.15 Influencia de la frecuencia de corte del RCD sobre la corriente de fuga

10.10 Alimentación aislada de tierra (IT)

10

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 Filtro RFI* en el convertidor y el *parámetro 14-50 Filtro RFI* 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 Filtro RFI* 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.

10.11 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 10.16*. El factor en este gráfico debe multiplicarse por el factor de rendimiento específico indicado en las tablas de especificaciones del *capétulo 7.1 Datos eléctricos, 380-500 V* y el *capétulo 7.2 Datos eléctricos, 525-690 V*.

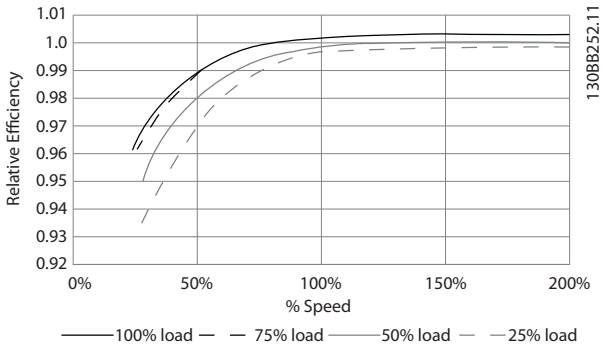


Ilustración 10.16 Curvas de rendimiento típico

Ejemplo: supongamos un convertidor de frecuencia de 160 kW, 380-480 V CA al 25 % de su carga y al 50 % de la velocidad. En la *Ilustración 10.16* se indica 0,97; 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.

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 (14,75 CV) se obtienen ventajas considerables.

Normalmente, la frecuencia de conmutación no afecta al rendimiento de los motores pequeños. Los motores de 11 kW (14,75 CV) y superiores obtienen un rendimiento

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 ($\eta_{CONVERTIDOR}$) se multiplica por el rendimiento del motor (η_{MOTOR}):
$\eta_{SISTEMA}=\eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

10.12 Ruido acústico

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

- Bobinas del circuito intermedio de CC.
- Ventiladores internos.
- Bobina de choque del filtro RFI.

La *Tabla 10.24* enumera los valores de ruido acústico habituales calculados a una distancia de 1 m (9 ft) de la unidad.

Tamaño del alojamiento	dBA a velocidad de ventilador máxima
D1h / D3h / D5h / D6h	73
D2h / D4h / D7h / D8h	75
E1h-E4h	80

Tabla 10.24 Ruido acústico

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.

Un nuevo algoritmo de control de ventilador para los tamaños de alojamiento tipo E1h-E4h ayuda a mejorar el rendimiento del ruido audible al permitir que el operador seleccione distintos modos de funcionamiento del ventilador en función de unas condiciones específicas. Para obtener más información, consulte el *parámetro 30-50 Heat Sink Fan Mode*.

10.13 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 del cable de motor (tipo, sección transversal, longitud apantallada o no apantallada) y la inductancia.

La inducción natural produce una sobremodulación U_{PICO} en la tensión del motor antes de que se autoestabilice en un nivel dependiente de la tensión en el circuito intermedio. Tanto el tiempo de subida como la tensión 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 incremento y a la tensión pico. Si el cable de motor es corto (unos pocos metros), el tiempo de incremento 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 tensión pico en los terminales del motor está originada por la conmutación de los dispositivos IGBT. El convertidor cumple con las especificaciones de la norma CEI 60034-25:2007, edición 2.0, en relación con los motores diseñados para ser controlados mediante convertidores de frecuencia. El convertidor cumple también con la norma CEI 60034-17:2006, edición 4, relativa a los motores Norm controlados por convertidores de frecuencia.

Gama de alta potencia
A las tensiones de red adecuadas, los tamaños de potencia indicados en las siguientes tablas, desde la *Tabla 10.25* hasta la *Tabla 10.36*, cumplen con los requisitos de la norma CEI 60034-17:2006, edición 4, relativa a motores normales controlados por convertidores de frecuencia; con la norma CEI 60034-25:2007, edición 2.0, 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 las siguientes tablas, desde la *Tabla 10.25* hasta la *Tabla 10.36*, no cumplen la norma NEMA MG 1-1998 Parte 30.2.2.8 para motores de propósito general.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

10.13.1 Resultados de las pruebas dU/dt para los alojamientos D1h-D8h

Resultados de las pruebas para 380-500 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
90–132 (125–200)	30 (98)	500	0,26	1180	2109
	150 (492)	500	0,21	1423	3087
	300 (984)	500	0,56	1557	1032
160–250 (250–350)	30 (98)	500	0,63	1116	843
	150 (492)	500	0,80	1028	653
	300 (984)	500	0,71	835	651

Tabla 10.25 Resultados de las pruebas dU/dt NEMA para alojamientos D1h-D8h con cables no apantallados y filtro sin salida, 380-500 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
90–132 (125–200)	30 (98)	500	0,71	1180	1339
	150 (492)	500	0,76	1423	1497
	300 (984)	500	0,91	1557	1370
160–250 (250–350)	30 (98)	500	1,10	1116	815
	150 (492)	500	2,53	1028	321
	300 (984)	500	1,29	835	517

Tabla 10.26 Resultados de las pruebas dU/dt CEI para alojamientos D1h-D8h con cables no apantallados y filtro sin salida, 380-500 V

10

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
90–132 (125–200)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0,28	1418	2105
	300 (984)	500	0,21	1530	2450
160–250 (250–350)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0,23	1261	2465
	300 (984)	500	0,96	1278	597

Tabla 10.27 Resultados de las pruebas dU/dt NEMA para alojamientos D1h-D8h con cables apantallados y filtro sin salida, 380-500 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
90–132 (125–200)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0,66	1418	1725
	300 (984)	500	0,96	1530	1277
160–250 (250–350)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0,56	1261	1820
	300 (984)	500	0,78	1278	1295

Tabla 10.28 Resultados de las pruebas dU/dt CEI para alojamientos D1h-D8h con cables apantallados y filtro sin salida, 380-500 V

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Resultados de las pruebas para 525-690 V

NEMA no facilita resultados de dU/dt para 690 V.

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
55–132 (60–150)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	1,11	2135	1535
	300 (984)	690	1,28	2304	1433
160–315 (200–350)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	0,42	996	1885
	300 (984)	690	1,38	2163	1253

Tabla 10.29 Resultados de las pruebas dU/dt CEI para alojamientos D1h-D8h con cables no apantallados y filtro sin salida, 525-690 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
55–132 (60–150)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	1,03	2045	1590
	300 (984)	690	1,41	2132	1217
160–315 (200–350)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	1,00	2022	1617
	300 (984)	690	1,15	2097	1459

Tabla 10.30 Resultados de las pruebas dU/dt CEI para alojamientos D1h-D8h con cables apantallados y filtro sin salida, 525-690 V

10.13.2 Resultados de las pruebas dU/dt para los alojamientos E1h-E4h

Resultados de las pruebas para 380-500 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
315–400 (450–550)	5 (16)	460	0,23	1038	2372
	30 (98)	460	0,72	1061	644
	150 (492)	460	0,46	1142	1160
	300 (984)	460	1,84	1244	283
450–500 (600–650)	5 (16)	460	0,42	1042	1295
	30 (98)	460	0,57	1200	820
	150 (492)	460	0,63	1110	844
	300 (984)	460	2,21	1175	239

Tabla 10.31 Resultados de las pruebas dU/dt NEMA para alojamientos E1h-E4h con cables no apantallados y filtro sin salida, 380-500 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
315–400 (450–550)	5 (16)	460	0,33	1038	2556
	30 (98)	460	1,27	1061	668
	150 (492)	460	0,84	1142	1094
	300 (984)	460	2,25	1244	443
450–500 (600–650)	5 (16)	460	0,53	1042	1569
	30 (98)	460	1,22	1200	1436
	150 (492)	460	0,90	1110	993
	300 (984)	460	2,29	1175	411

Tabla 10.32 Resultados de las pruebas dU/dt CEI para alojamientos E1h-E4h con cables no apantallados y filtro sin salida, 380-500 V

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
315–400 (450–550)	5 (16)	460	0,17	1017	3176
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,41	1268	1311
450–500 (600–650)	5 (16)	460	0,17	1042	3126
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,22	1233	2356

Tabla 10.33 Resultados de las pruebas dU/dt NEMA para alojamientos E1h-E4h con cables apantallados y filtro sin salida, 380-500 V

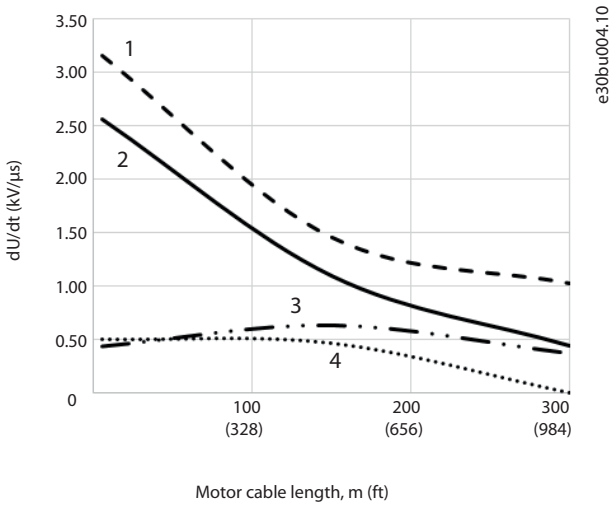
Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
315–400 (450–550)	5 (16)	460	0,26	1017	3128
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,70	1268	1448
450–500 (600–650)	5 (16)	460	0,27	1042	3132
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,52	1233	1897

Tabla 10.34 Resultados de las pruebas dU/dt CEI para alojamientos E1h-E4h con cables apantallados y filtro sin salida, 380-500 V

Ilustración 10.17–Ilustración 10.20 muestran la tasa de subida de tensión típica y las tensiones pico en los terminales del motor tanto para cables apantallados como no apantallados en varias configuraciones.

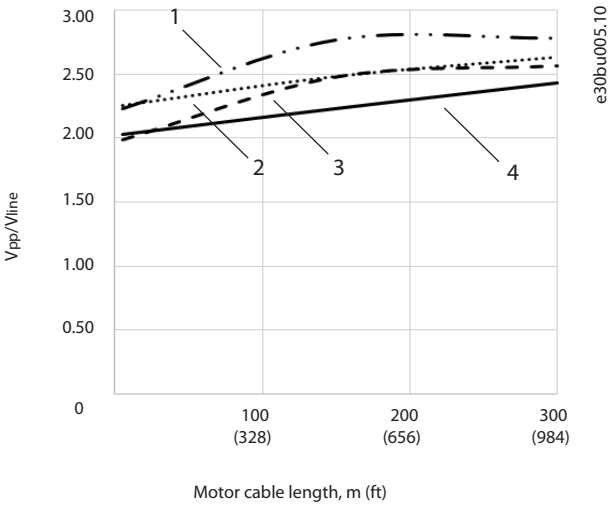
Estos valores son fieles a un funcionamiento en estado estable y a un intervalo de tensión de entrada de RMS de la V_{line} del convertidor de frecuencia. Cuando el convertidor funciona en el modo de frenado, la tensión de enlace de CC intermedia aumenta en un 20 %. Este efecto es similar al incremento de la tensión de red en un 20 %. Tenga en cuenta este aumento de la tensión al realizar un análisis de aislamiento del motor para aplicaciones de frenado.

10



1	Cable no apantallado sin filtro
2	Cable apantallado sin filtro
3	Cable no apantallado sin filtro dU/dt
4	Cable apantallado sin filtro dU/dt

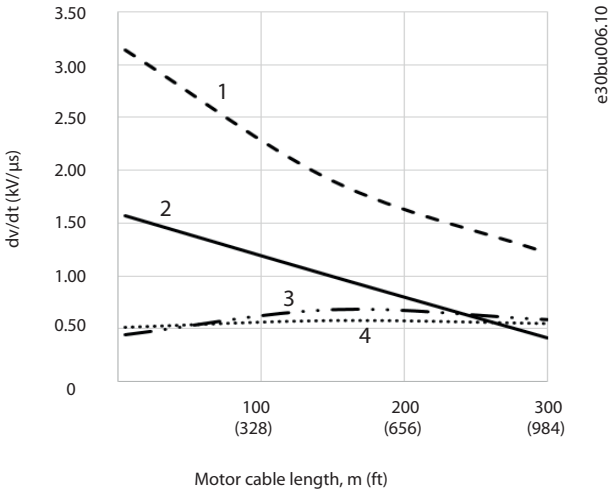
Ilustración 10.17 dU/dt en terminales del motor para alojamientos E1h/E3h, 380-500 V



1	Cable no apantallado sin filtro dU/dt
2	Cable apantallado sin filtro dU/dt
3	Cable apantallado sin filtro
4	Cable no apantallado sin filtro

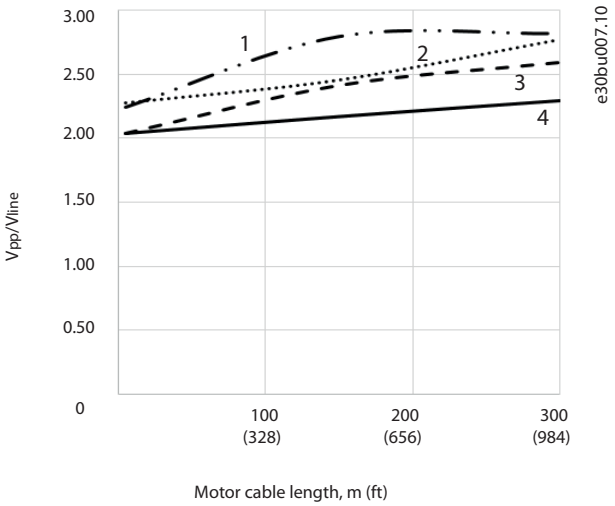
Ilustración 10.18 Tensiones pico en terminales del motor para alojamientos E1h/E3h, 380-500 V

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Cable apantallado sin filtro
2	Cable no apantallado sin filtro
3	Cable no apantallado sin filtro dU/dt
4	Cable apantallado sin filtro dU/dt

Ilustración 10.19 Tensiones pico en terminales del motor para alojamientos E2h/E4h, 380-500 V



1	Cable no apantallado sin filtro dU/dt
2	Cable apantallado sin filtro dU/dt
3	Cable apantallado sin filtro
4	Cable no apantallado sin filtro

Ilustración 10.20 Tensiones pico en terminales del motor para alojamientos E2h/E4h, 380-500 V

Resultados de las pruebas para 525-690 V

NEMA no facilita resultados de dU/dt para 690 V.

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
355–560 (400–600)	30 (98)	690	0,37	1625	3494
	50 (164)	690	0,86	2030	1895
630–710 (650–750)	5 (16)	690	0,25	1212	3850
	20 (65)	690	0,33	1525	3712
	50 (164)	690	0,82	2040	1996

Tabla 10.35 Resultados de las pruebas dU/dt CEI para alojamientos E1h-E4h con cables no apantallados y sin filtro de salida, 525-690 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
355–560 (400–600)	5 (16)	690	0,23	1450	5217
	48 (157)	690	0,38	1637	3400
	150 (492)	690	0,94	1762	1502
630–710 (650–750)	5 (16)	690	0,26	1262	3894
	48 (157)	690	0,46	1625	2826
	150 (492)	690	0,94	1710	1455

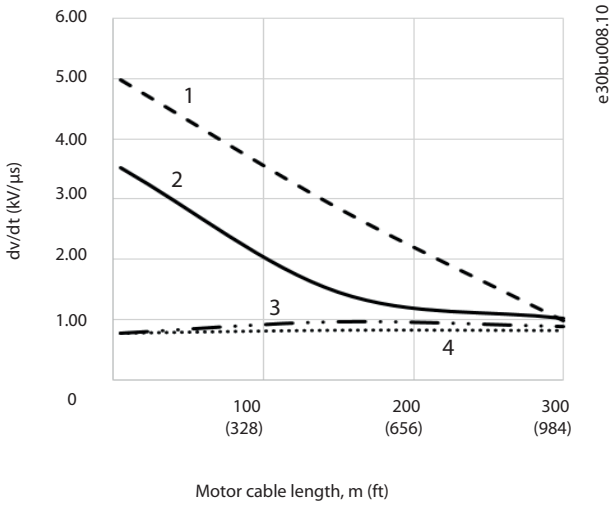
Tabla 10.36 Resultados de las pruebas dU/dt CEI para alojamientos E1h-E4h con cables apantallados y sin filtro de salida, 525-690 V

Ilustración 10.21–Ilustración 10.24 muestran la tasa de subida de tensión típica y las tensiones pico en los terminales del motor tanto para cables apantallados como no apantallados en varias configuraciones.

Estos valores son fieles a un funcionamiento en estado estable y a un intervalo de tensión de entrada de RMS de la V_{line} del convertidor de frecuencia. Cuando el convertidor funciona en el modo de frenado, la tensión de enlace de CC intermedia

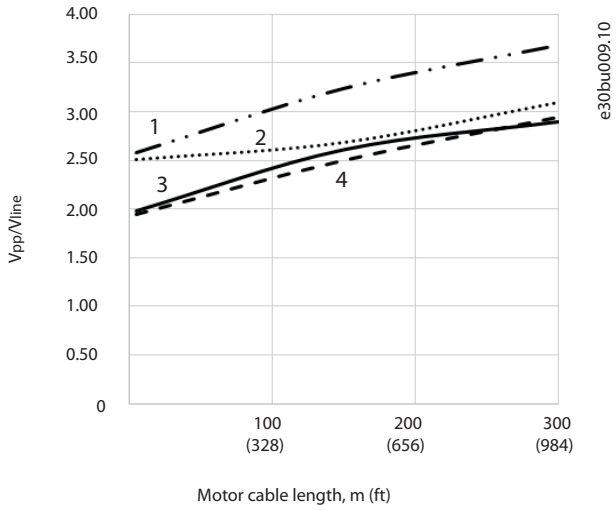
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

aumenta en un 20 %. Este efecto es similar al incremento de la tensión de red en un 20 %. Tenga en cuenta este aumento de la tensión al realizar un análisis de aislamiento del motor para aplicaciones de frenado.



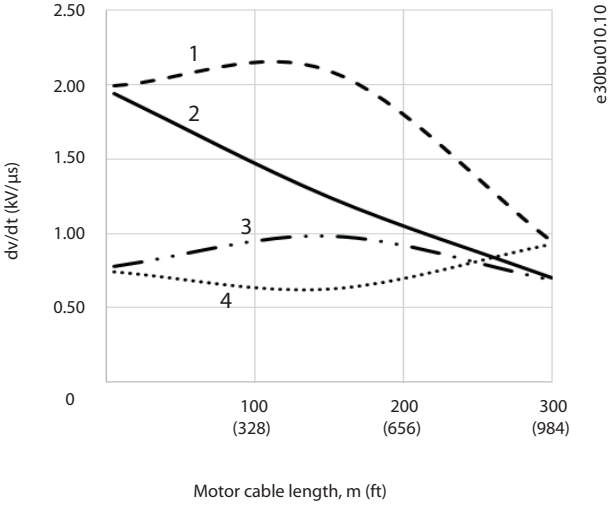
1	Cable no apantallado sin filtro
2	Cable apantallado sin filtro
3	Cable no apantallado sin filtro dU/dt
4	Cable apantallado sin filtro dU/dt

Ilustración 10.21 dU/dt en terminales del motor para alojamientos E2h/E4h, 525-690 V



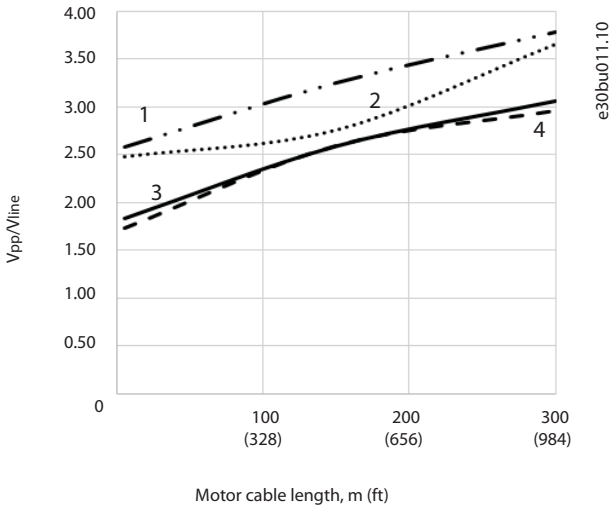
1	Cable no apantallado sin filtro dU/dt
2	Cable apantallado sin filtro dU/dt
3	Cable apantallado sin filtro
4	Cable no apantallado sin filtro

Ilustración 10.22 Tensiones pico en terminales del motor para alojamientos E2h/E4h, 525-690 V



1	Cable apantallado sin filtro
2	Cable no apantallado sin filtro
3	Cable no apantallado sin filtro dU/dt
4	Cable apantallado sin filtro dU/dt

Ilustración 10.23 Tensiones pico en terminales del motor para alojamientos E2h/E4h, 525-690 V



1	Cable no apantallado sin filtro dU/dt
2	Cable apantallado sin filtro dU/dt
3	Cable apantallado sin filtro
4	Cable no apantallado sin filtro

Ilustración 10.24 Tensiones pico en terminales del motor para alojamientos E2h/E4h, 525-690 V

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

10.14 Vista general de compatibilidad electromagnética (CEM)

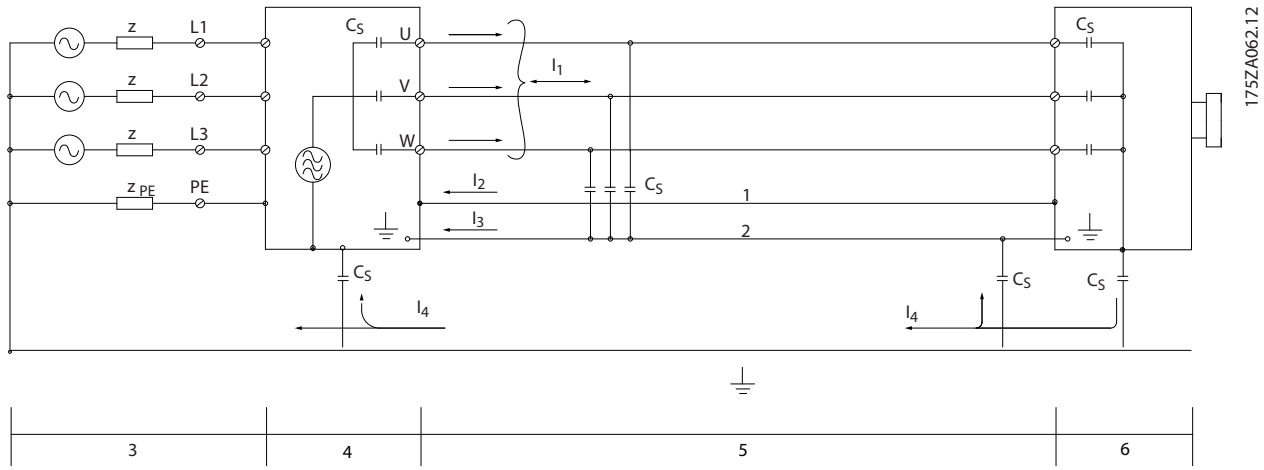
Los dispositivos eléctricos generan interferencias y también se ven afectados por las interferencias de otras fuentes. La compatibilidad electromagnética (CEM) de estos efectos depende de la potencia y de las características armónicas de los dispositivos.

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 el *Ilustración 10.25*. 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.



1	Cable de conexión toma a tierra	Cs	Posibles trayectos de derivación de capacitancia parásita (varían en función de las distintas instalaciones)
2	Pantalla	I1	Corriente de fuga de modo común
3	Fuente de alimentación de red de CA	I2	Cable de motor apantallado
4	Convertidor	I3	Conexión toma a tierra de seguridad (cuarto conductor en los cables de motor)
5	Cable de motor apantallado	I4	Corriente accidental de modo común
6	Motor	–	–

Ilustración 10.25 Modelo eléctrico que muestra posibles corrientes de fuga

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

10.14.1 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 302	90-500 kW 380-500 V	No	No	150 m (492 ft)	No	No	Sí
	55-710 kW 525-690 V	No	No	150 m (492 ft)	No	No	Sí
H4							
FC 302	90-500 kW 380-500 V	No	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	No	Sí	Sí
	55-710 kW 525-690 V	–	–	–	–	–	–

Tabla 10.37 Resultados de las pruebas de CEM (emisión e inmunidad)

10.14.2 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 10.38*.

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).

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 10.38 Requisitos en materia de emisiones

Cuando se utilizan las normas de emisiones generales, los convertidores deben ser conformes con la *Tabla 10.39*.

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 10.39 Límites de emisión estándar generales

10.14.3 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 *Tabla 10.40*

- **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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Norma básica	Ráfaga CEI 61000-4-4	Sobretensión CEI 61000-4-5	ESD CEI 61000-4-2	Campo electromagnético radiado CEI 61000-4-3	Tensión de RF modo común CEI 61000-4-6
Criterios de aceptación	**B**	**B**	**B**	**A**	**A**
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 10.40 Tabla sobre inmunidad CEM, intervalo de tensión: 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V

1) Inyección en el apantallamiento del cable

AD: descarga por el aire; CD: descarga por contacto; CM: modo común; DM: modo diferencial

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

10.14.4 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

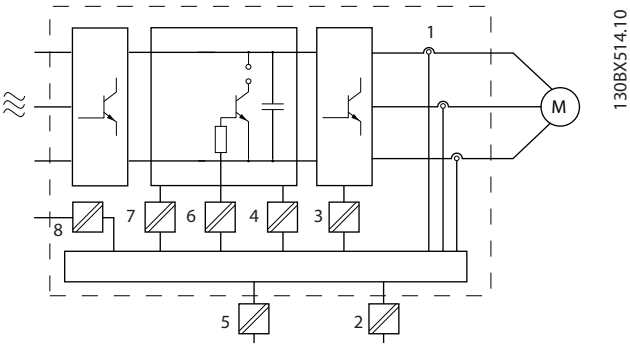
En un entorno residencial, este producto puede producir radiointerferencias, en cuyo caso puede que se tengan que tomar las medidas de mitigación pertinentes.

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 10.26*). 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 10.26 Aislamiento galvánico

10.15 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 10.27*.

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.
- Utilice cables apantallados para los cables de salida del motor. Como alternativa, también

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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

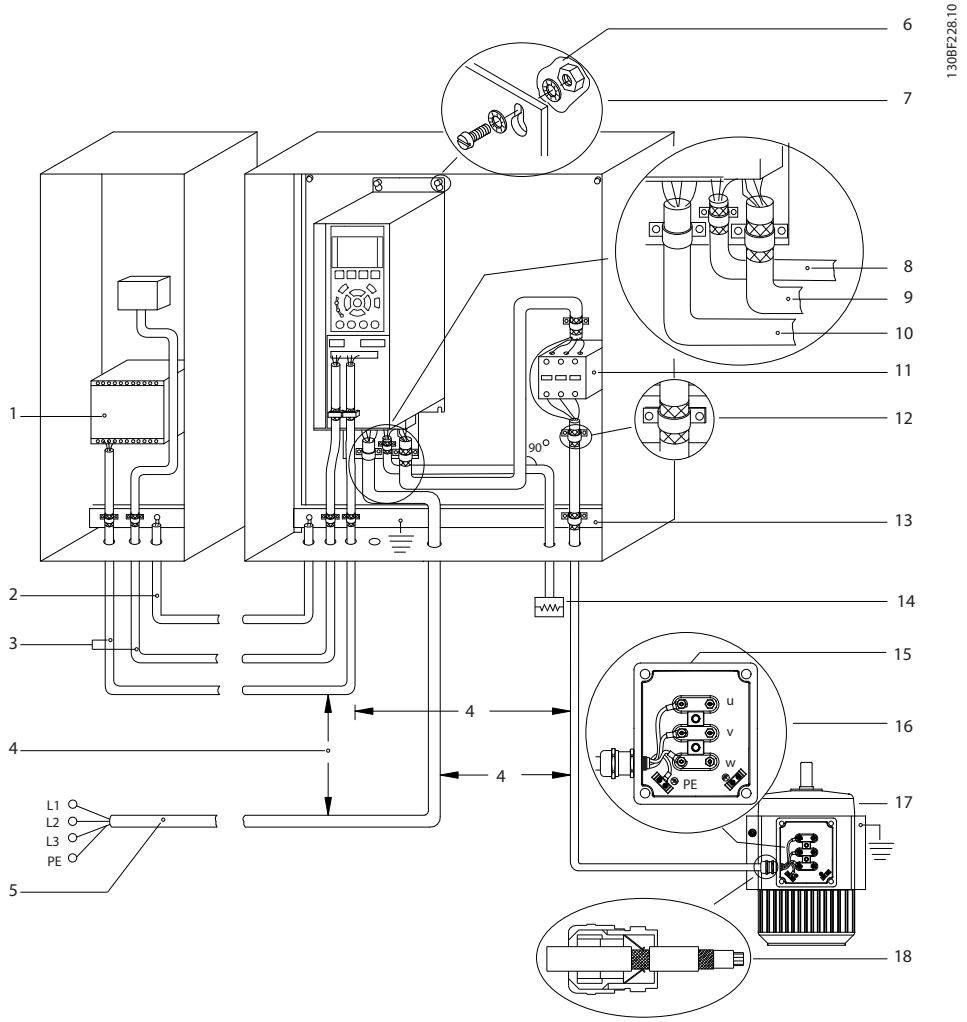
Existe un riesgo de sobretensión. El aislamiento entre los componentes y las piezas esenciales puede resultar insuficiente y no ajustarse a los requisitos de PELV. Reduzca el riesgo de sobretensión usando dispositivos de protección externa o aislamiento galvánico.
Para instalaciones situadas a más de 2000 m (6500 ft) de altitud, consulte a Danfoss sobre el cumplimiento de los requisitos de PELV.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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.



1	PLC	10	Cable de red (no apantallado)
2	Cable de ecualizador de un mínimo de 16 mm^2 (6 AWG).	11	Contactor de salida, y así sucesivamente
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 10.27 Ejemplo de instalación correcta en cuanto a CEM

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

10.16 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.

10.16.1 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 10.41 Abreviaturas relativas a armónicos

	Corriente básica (I_1)	Corriente armónica (I_n)		
Corriente	I_1	I_5	I_7	I_{11}
Frecuencia [Hz]	50	250	350	550

Tabla 10.42 Corrientes básicas y corrientes armónicas

Corriente	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

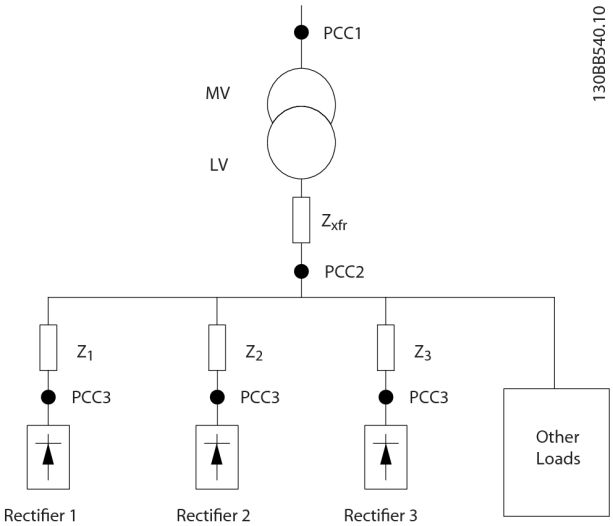
Tabla 10.43 Corrientes armónicas en comparación con la corriente de entrada RMS Corriente

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:

$$THDi = \frac{\sqrt{U25 + U27 + ... + U2n}}{U}$$

10.16.2 Efecto de los armónicos en un sistema de distribución de potencia

En la *Ilustración 10.28*, 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 10.28 Sistema de distribución pequeño

Las corrientes armónicas consumidas por cargas no lineales causan distorsión de la tensión debido a la caída de tensión en las impedancias del sistema de distribución. Impedancias más elevadas se traducen en mayores niveles de distorsión de tensión.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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.

10.16.3 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 10.44 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.
- 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 $V_{k\ Línea}$<10 %).

10

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 x (17/h) – 0,27	2,27 x (17/h) – 0,27	4,5 x (17/h) – 0,5

Tabla 10.45 Niveles de compatibilidad de los armónicos

	Clase 1	Clase 2	Clase 3
THDv	5%	8%	10%

Tabla 10.46 Niveles de compatibilidad de la distorsión de tensión armónica total, THDv

10.16.4 Conformidad en materia de armónicos

Los convertidores de Danfoss cumplen las siguientes normas:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

10

10.16.5 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).

10.16.6 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 © 12/2017 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.

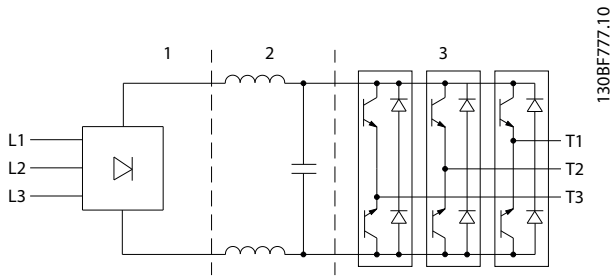
En su forma básica, el convertidor se puede dividir en las siguientes cuatro secciones principales:

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 Lugar de referencia*. Consulte *Ilustración 11.2* y *Tabla 11.1*.

Para obtener más información, consulte la *Guía de programación*.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

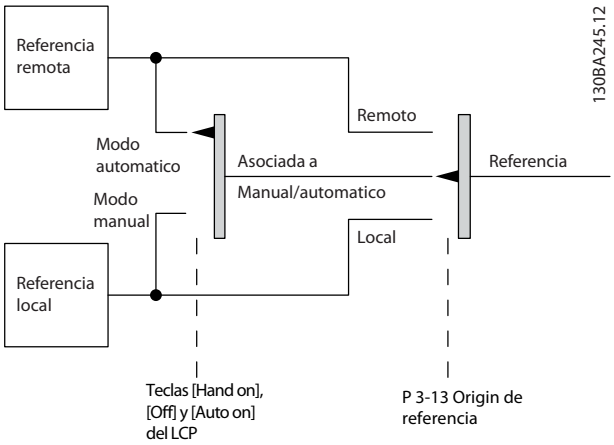


Ilustración 11.2 Selección de la referencia activa

Teclas LCP	*Parámetro 3-13 Lugar de referencia*	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

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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

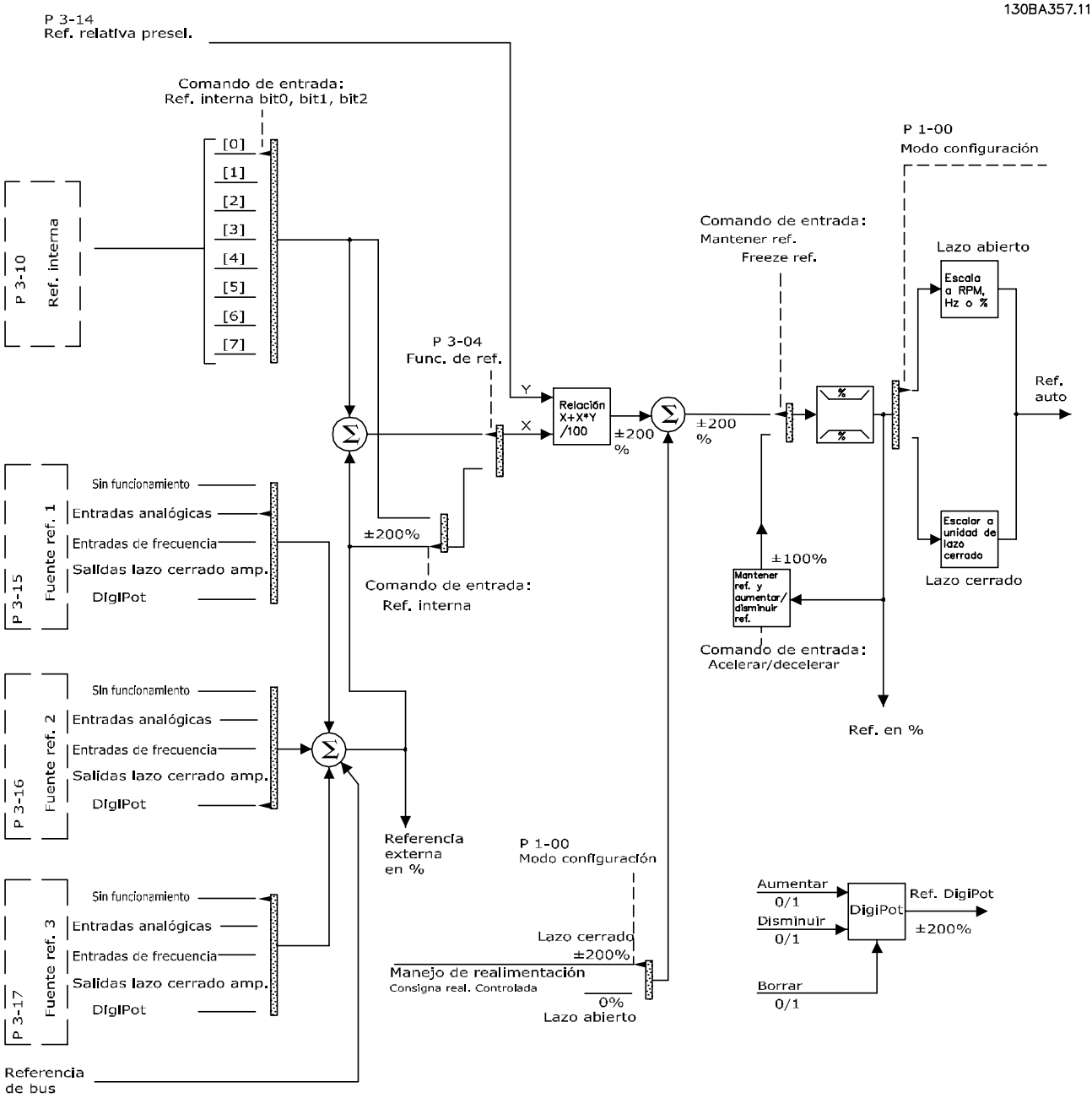


Ilustración 11.3 Manejo de referencias a distancia

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 valores de consigna y múltiples tipos de realimentaciones. Consulte el *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).

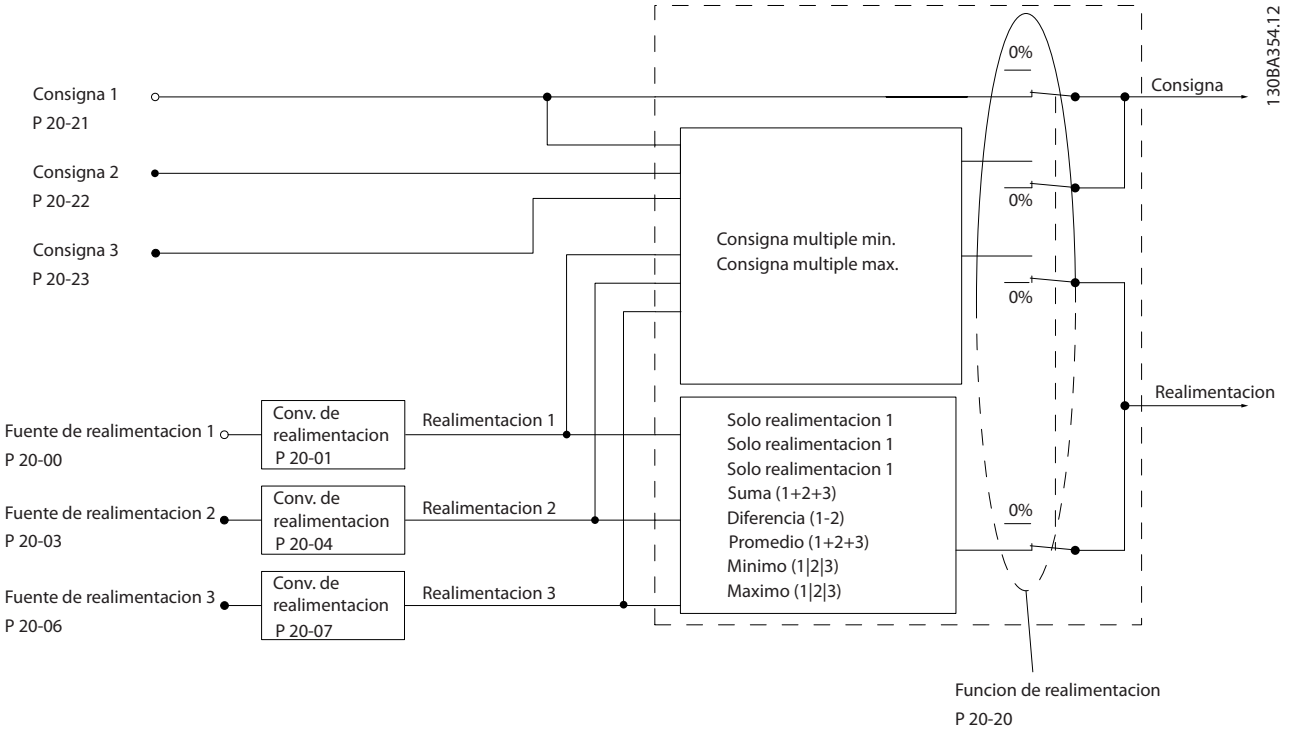


Ilustración 11.4 Diagrama de bloques de procesamiento de señal de realimentación

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*.

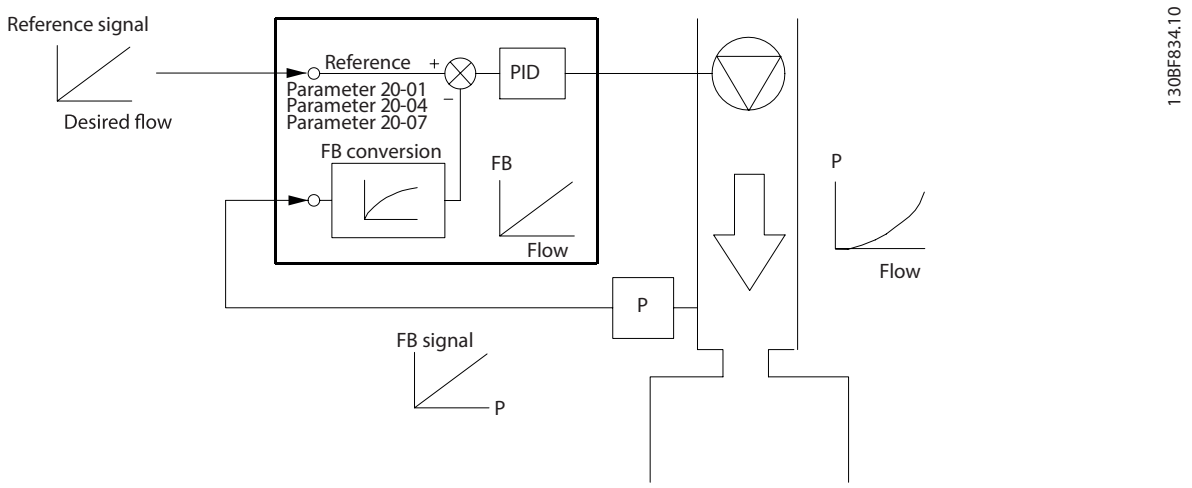


Ilustración 11.5 Conversión de realimentación

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, r/min) y en función de que se use realimentación o no (lazo cerrado / lazo abierto). El operador define el control en el *parámetro 1-00 Modo Configuración*.

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)

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 el *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 (velocidad de referencia) se recibe y condiciona conforme a lo siguiente:

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

- 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.

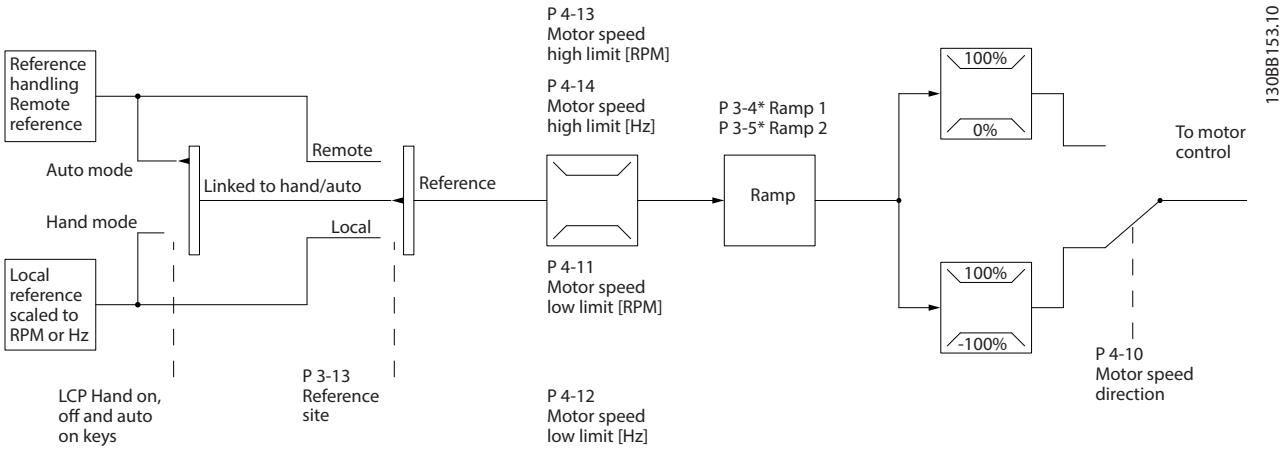


Ilustración 11.6 Diagrama de bloques de una estructura de control de lazo abierto

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.

11

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.

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 selecciona qué entrada se utilizará como realimentación PID de velocidad en el *parámetro 7-00 Fuente de realim. PID de veloc.*.
- 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.
  La función de control de par se utiliza en aplicaciones en las que el par de salida de eje motor controla la aplicación como control de tensión. El control de par se selecciona en *parámetro 1-00 Modo Configuración*, bien en *[4] VVC+ open loop* o *[2] Flux control closed loop with motor speed feedback*. El ajuste de par se realiza mediante la

configuración de una referencia analógica, digital o controlada mediante bus. El factor de límite máximo de velocidad se define en el *parámetro 4-21 Fuente del factor de límite de velocidad*. Al efectuar el control de par, se recomienda llevar a cabo un procedimiento AMA completo, ya que los datos correctos del motor son esenciales para obtener un rendimiento óptimo.

- Control de proceso. Se utiliza para controlar parámetros de aplicación que pueden medirse mediante varios sensores (presión, temperatura y flujo) y verse afectados por el motor conectado a través de una bomba o ventilador.

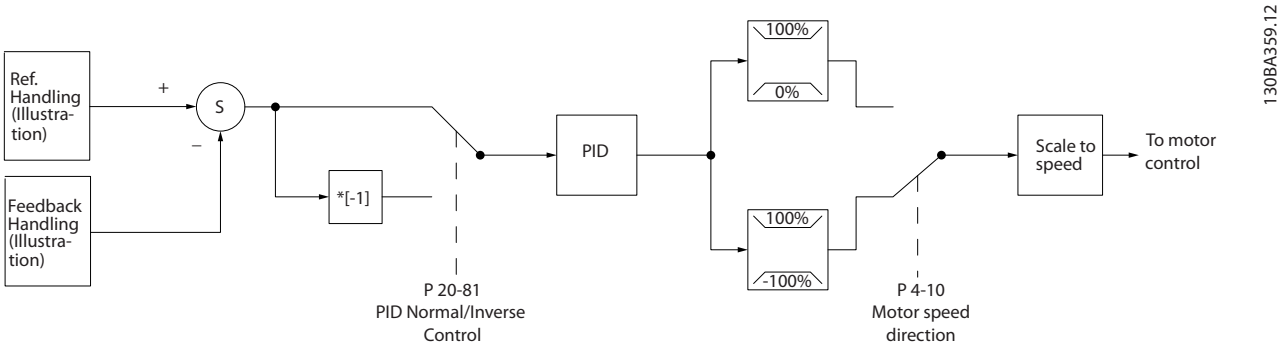


Ilustración 11.7 Diagrama de bloques del controlador de lazo cerrado

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.

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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

11.2.7.1 Estructura de control en el VVC+

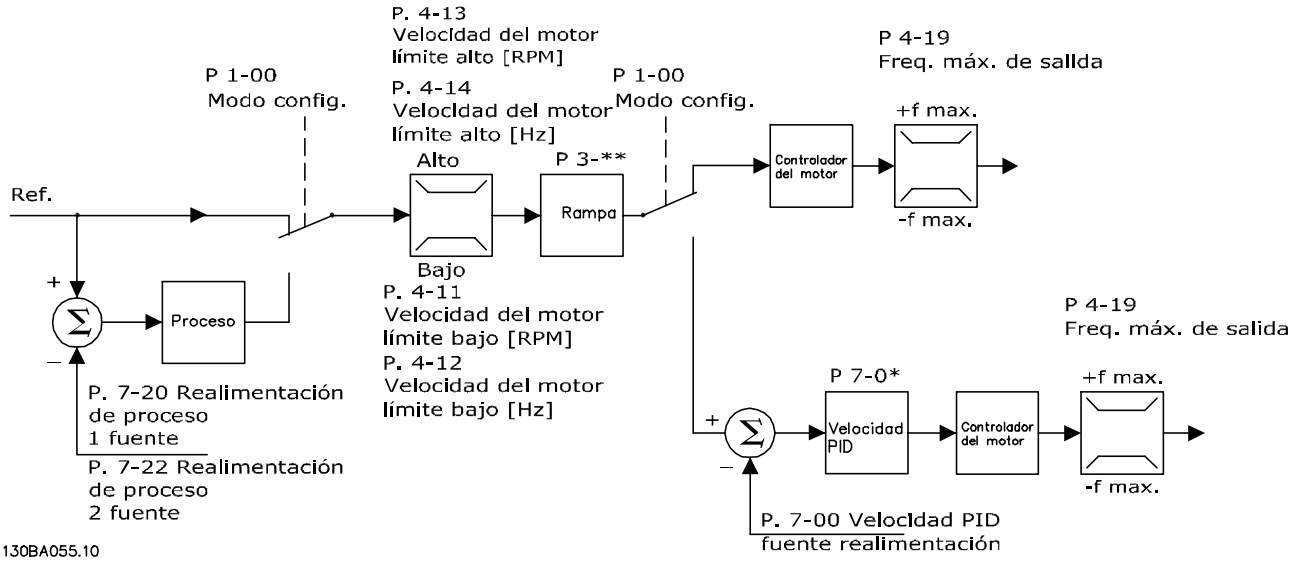


Ilustración 11.8 Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y cerrado VVC+

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

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

11.2.7.2 Estructura de control en control de flujo sin realimentación

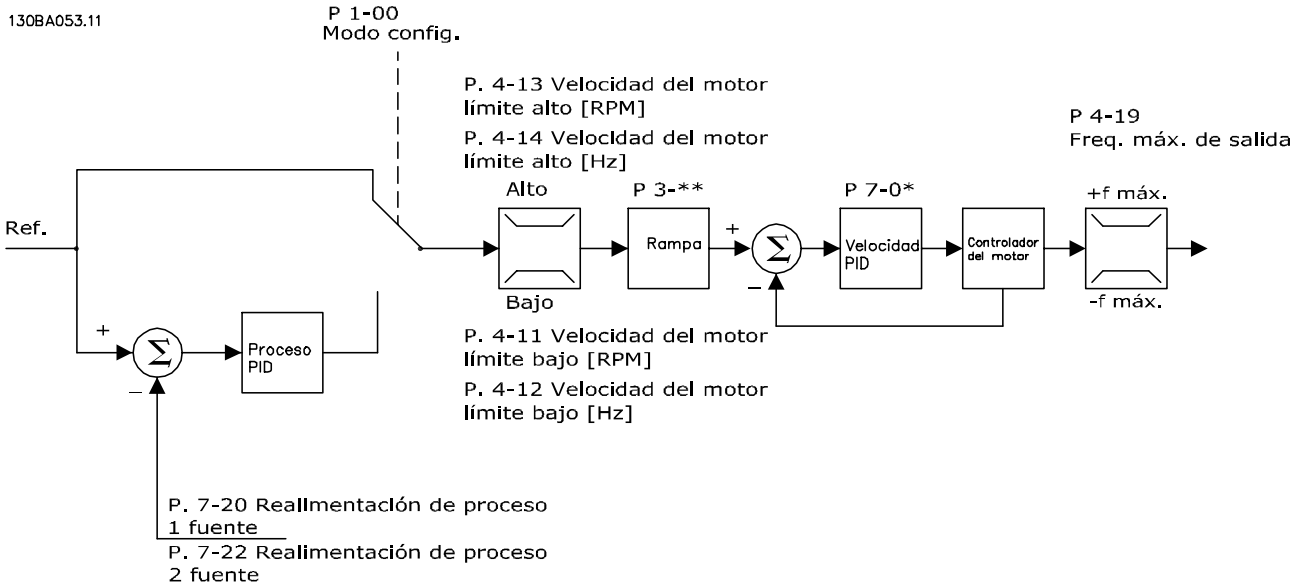


Ilustración 11.9 Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y lazo cerrado de control de flujo sin realimentación

En la *Ilustración 11.9*, la referencia resultante del sistema de manejo de referencias pasa a través de los límites de rampa y velocidad, tal y como determinan los ajustes de parámetros indicados.

El *Parámetro 1-01 Principio control motor* se ajusta a *[2] Flux sensorless* y el *parámetro 1-00 Modo Configuración* se ajusta a *[0] Veloc. lazo abierto*. Se genera una realimentación de velocidad estimada para el PID de velocidad con el fin de controlar la frecuencia de salida. El PID de velocidad debe establecerse con sus parámetros P, I y D (*grupo de parámetros 7-0* Ctrlador PID vel.*).

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

11.2.7.3 Estructura de control en flujo con realimentación del motor

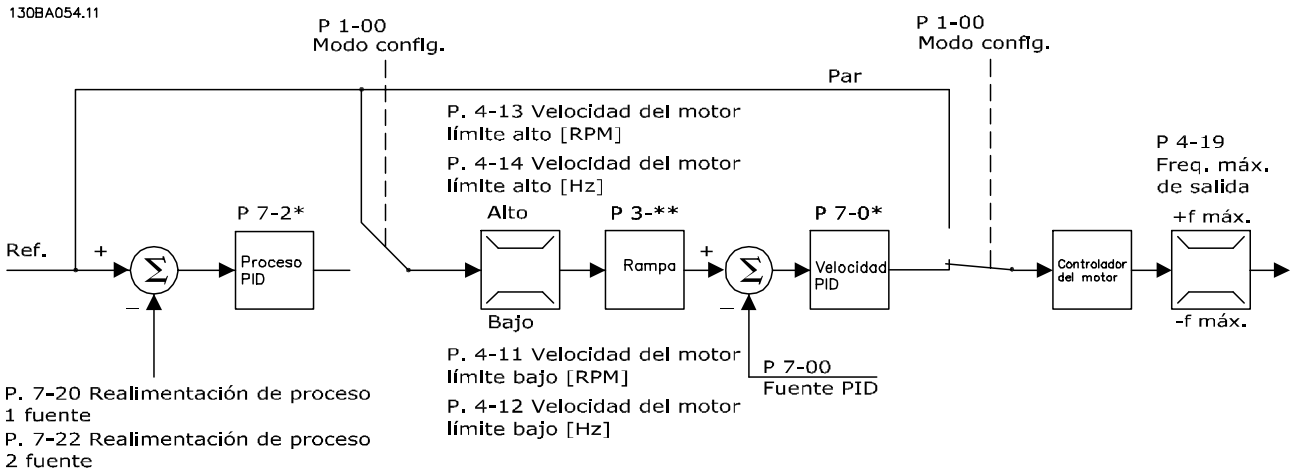


Ilustración 11.10 Estructura de control en flujo con configuración de realimentación del motor

En la *Ilustración 11.10*, el control del motor en esta configuración se basa en una señal de realimentación procedente de un encoder o resolver montado directamente en el motor (que se ajusta en el *parámetro 1-02 Realimentación encoder motor*

Flux). La referencia resultante puede utilizarse como entrada para el control de PID de velocidad, o directamente como referencia de par.

El *Parámetro 1-01 Principio control motor* se ajusta a *[3] Lazo Cerrado Flux* y el *parámetro 1-00 Modo Configuración* se ajusta a *[1] Veloc. lazo cerrado.* Los parámetros del control de PID de velocidad se encuentran en el *grupo de parámetros 7-0* Ctrlador PID vel.*

El control de par solamente puede seleccionarse en la configuración *Lazo Cerrado Flux* (*parámetro 1-01 Principio control motor*). Cuando se selecciona este modo, la referencia utiliza la unidad Nm. No requiere realimentación de par, ya que el par real se calcula a partir de la medida de intensidad del convertidor de frecuencia.

El control de PID de procesos puede utilizarse para el control de lazo cerrado de la velocidad o la presión en la aplicación controlada. Los parámetros del PID de proceso se encuentran en los *grupos de parámetros 7-2* Ctrl. realim. proc.* y *7-3* Ctrl. PID proceso.*

11.2.7.4 Control de corriente interna en modo VVC+

Cuando el par del motor supera los límites de par ajustados en el *parámetro 4-16 Modo motor límite de par*, el *parámetro 4-17 Modo generador límite de par* y el *parámetro 4-18 Límite intensidad*, 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 © 12/2017 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.
- Cuando se necesiten ajustes de conmutador para los terminales analógicos A53 o A54, también se mostrarán dichos ajustes.
- 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 Programación de un sistema de convertidor de lazo cerrado

Un sistema de convertidor de frecuencia de lazo cerrado está compuesto de lo siguiente:

- Motor
- Convertidor
- Encoder como sistema de realimentación
- Freno mecánico
- Resistencia de frenado para frenado dinámico
- Transmisión
- Caja de engranaje
- Carga

Las aplicaciones que necesitan un control de freno mecánico suelen requerir una resistencia de frenado.

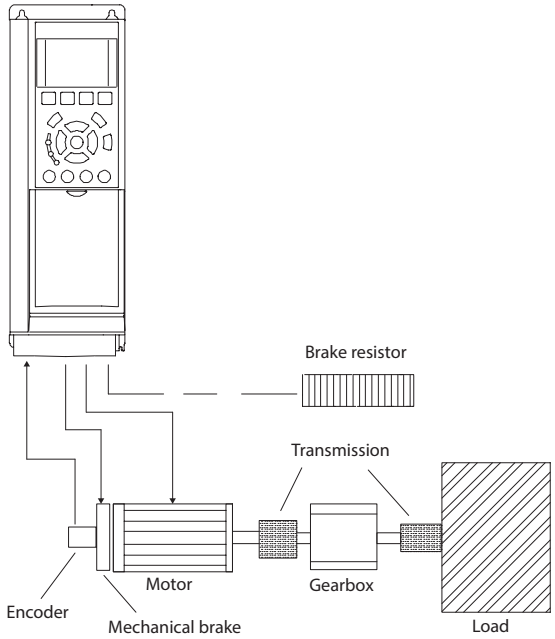
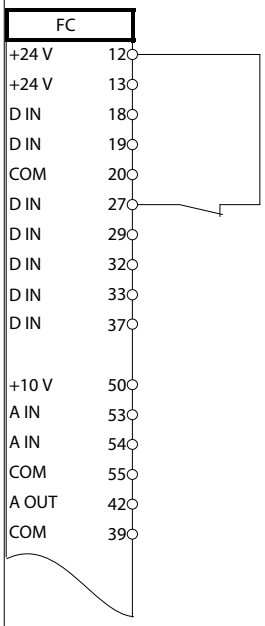


Ilustración 12.1 Configuración básica para el control de velocidad de lazo cerrado del FC 302

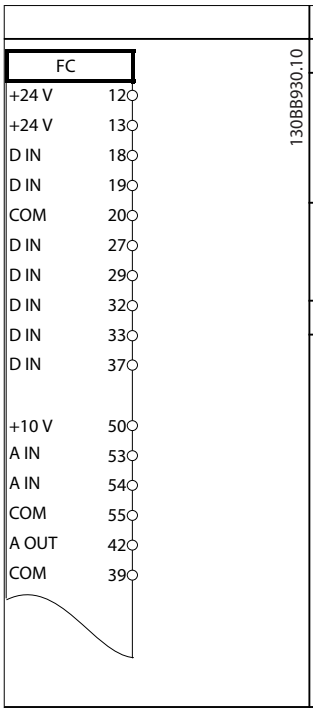
12.2 Configuraciones de cableado para adaptación automática del motor (AMA)



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 1-29 Adaptación automática del motor (AMA)	*[1] Act. AMA completo*
	Parámetro 5-12 Terminal 27 Entrada digital	*[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

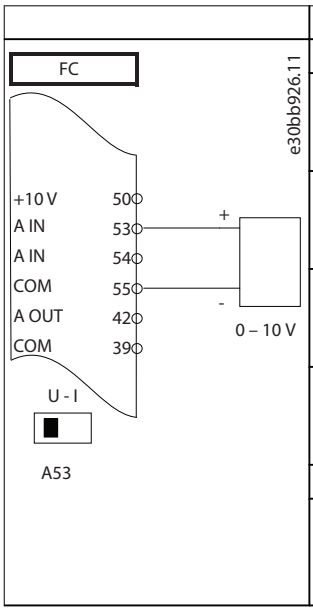
 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 1-29 Adaptación automática del motor (AMA)	*[1] Act. AMA completo*
Parámetro 5-12 Terminal 27 Entrada digital	*[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.	

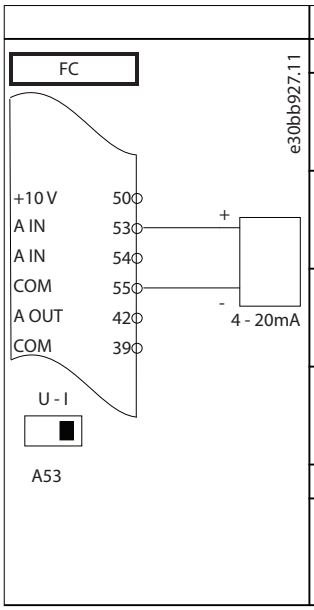
Tabla 12.2 Configuración de cableado para AMA sin T27 conectado

12.3 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:	

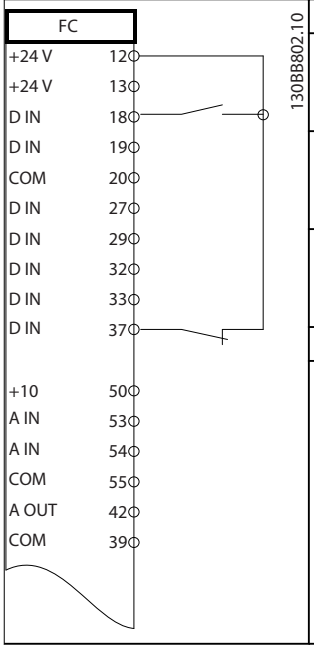
Tabla 12.3 Configuración de cableado para referencia analógica de velocidad (tensión)



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 Configuración de cableado para referencia analógica de velocidad (Corriente)

12.4 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 parada segura	*[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

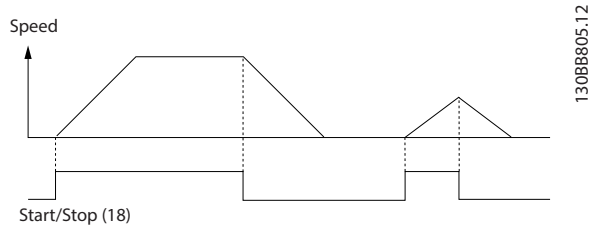
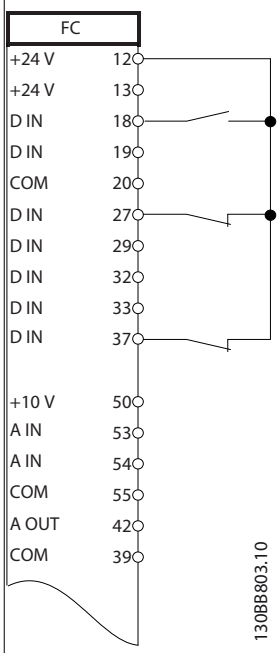


Ilustración 12.2 Arranque/parada con Safe Torque Off



	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

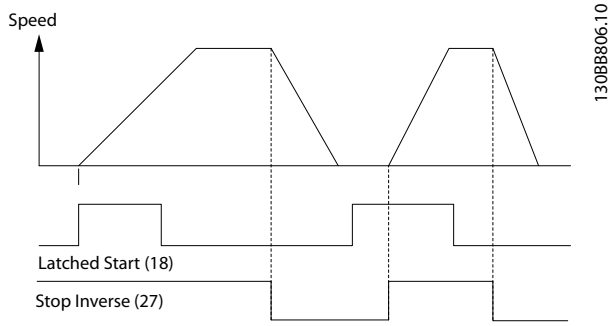
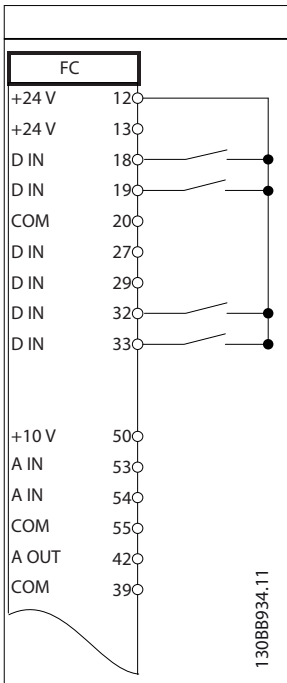


Ilustración 12.3 Arranque por pulsos / parada



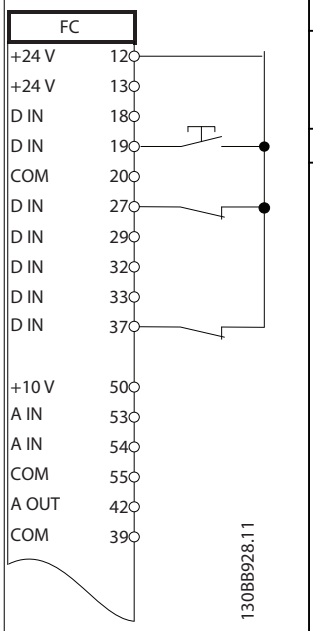
	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Arranque*
	Parámetro 5-11 Terminal 19 entrada digital	*[10] Cambio de sentido**
	Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Sin función*
	Parámetro 5-14 Terminal 32 entrada digital	*[16] Ref.interna LSB*
	Parámetro 5-15 Terminal 33 entrada digital	*[17] Ref.interna MSB*
	Parámetro 3-10 Referencia interna	
	Ref. interna 0 Ref. interna 1 Ref. interna 2 Ref. interna 3	25% 50% 75% 100%
	*=Valor por defecto	
	Notas / comentarios:	

Tabla 12.7 Configuración de cableado para arranque/parada con cambio de sentido y cuatro velocidades predeterminadas

12

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

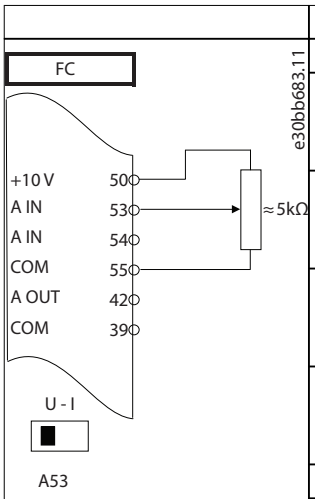
12.5 Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa



	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

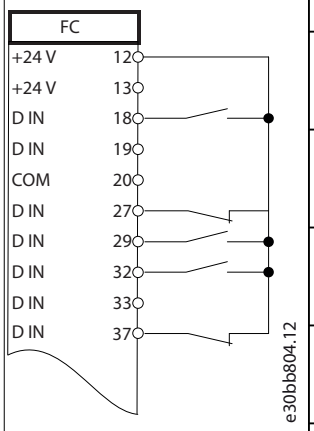
12.6 Configuración de cableado para velocidad de referencia mediante un potenciómetro manual



	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)

12.7 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 Entrada digital	*[21] Aceleración*
	Parámetro 5-14 Terminal 32 entrada digital	*[22] Decele-ración*
	*=Valor por defecto	
	Notas / comentarios:	

Tabla 12.10 Configuración de cableado para aceleración/desaceleración

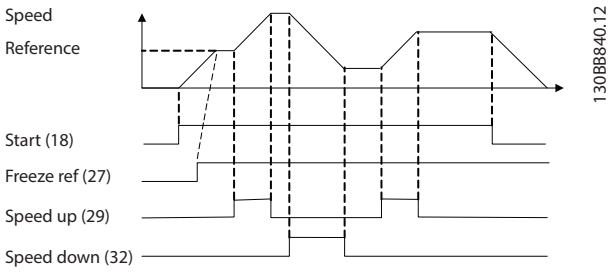
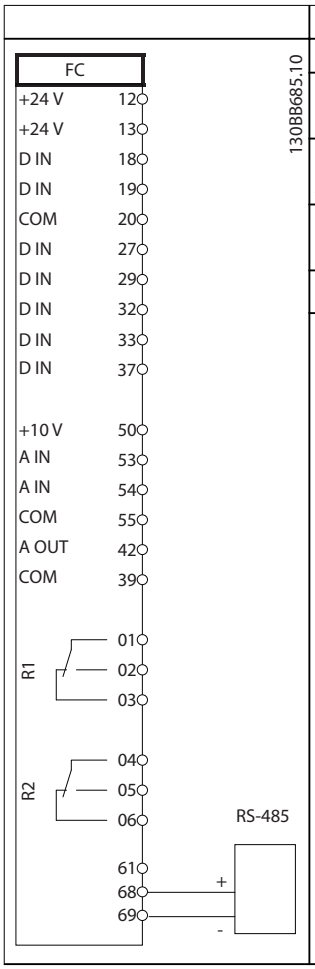


Ilustración 12.4 Aceleración/desaceleración

12

12.8 Configuración de cableado para la conexión de red RS485



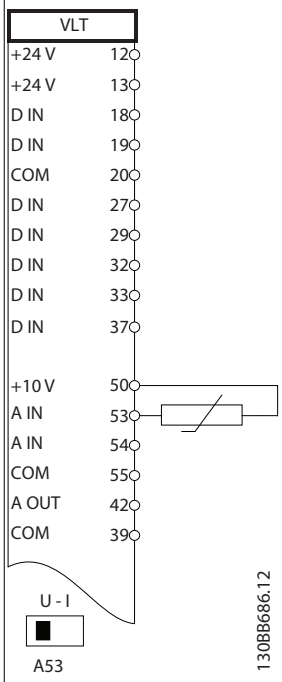
Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 8-30 Protocol	FC*
Parámetro 8-31 Address	1*
Parámetro 8-32 Baud Rate	9600*
*=Valor por defecto	
Notas/comentarios: seleccione el protocolo, la dirección y la velocidad en baudios en los parámetros.	

Tabla 12.11 Configuración de cableado para la conexión de red RS485

12.9 Configuración de cableado de un termistor del motor

AVISO!

Los termistores deben utilizar aislamiento reforzado o doble para cumplir los requisitos de aislamiento PELV.

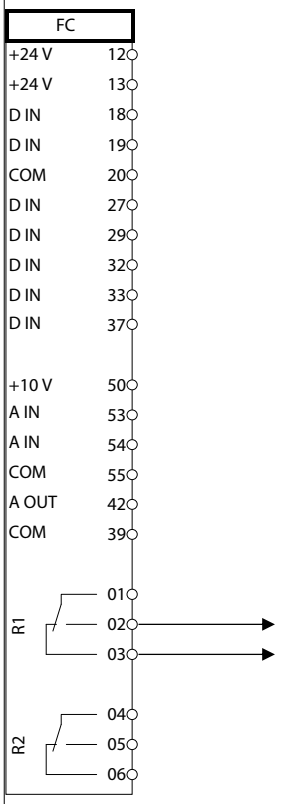


Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 1-90 Motor Thermal Protection	*[2] Descon. termistor*
Parámetro 1-93 Thermistor Source	*[1] Entrada analógica 53*
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios: si solo se necesita una advertencia, ajuste el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* en *[1] Advert. termistor*.	

Tabla 12.12 Configuración de cableado de un termistor del motor

12

12.10 Configuración de cableado para un ajuste de relé con Smart Logic Control



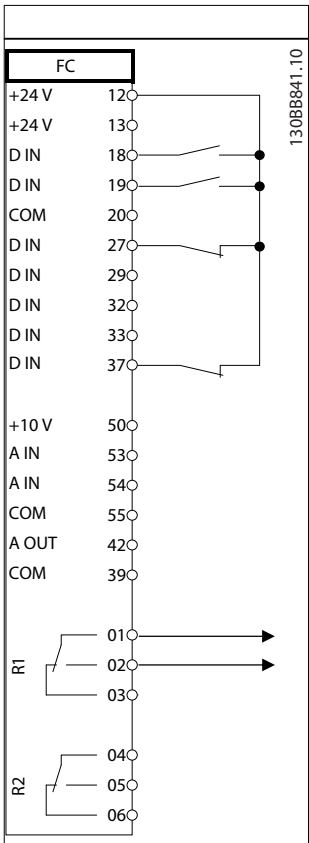
	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 4-30 Función de pérdida de realim. del motor	*[1] Warning*
	Parámetro 4-31 Error de velocidad en realim. del motor	100 r/min
	Parámetro 4-32 Tiempo lím. pérdida realim. del motor	5 s
	Parámetro 7-00 Fuente de realim. PID de veloc.	*[2] MCB 102*
	Parámetro 17-11 Resolución (PPR)	1024*
	Parámetro 13-00 SL Controller Mode	*[1] Activado*
	Parámetro 13-01 Evento arranque	*[19] Advertencia*
	Parámetro 13-02 Evento parada	*[44] Botón Reset*
	Parámetro 13-10 Operando comparador	*[21] Número de adv.*
	Parámetro 13-11 Operador comparador	*[1] ≈ (igual)**
	Parámetro 13-12 Comparator Value	90
	Parámetro 13-51 Evento Controlador SL	*[22] Comparador 0*
	Parámetro 13-52 Acción Controlador SL	*[32] Aj. sal.dig. A baja*
	Parámetro 5-40 Relé de función	*[80] Salida digital SL A*
	*=Valor por defecto	

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

12.11 Configuración de cableado para el control de freno mecánico



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 5-40 Relé de función	*[32] Ctrl. freno mec.*
Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Arranque**
Parámetro 5-11 Terminal 19 entrada digital	*[11] Arranque e inversión*
Parámetro 1-71 Retardo arr.	0.2
Parámetro 1-72 Función de arranque	*[5] VVC+/Flux s. horario*
Parámetro 1-76 Intensidad arranque	$I_{m,n}$
Parámetro 2-20 Intensidad freno liber.	Depende de la aplicación
Parámetro 2-21 Velocidad activación freno [RPM]	Mitad del deslizamiento nominal del motor
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios:	

Tabla 12.14 Configuración de cableado para el control de freno mecánico

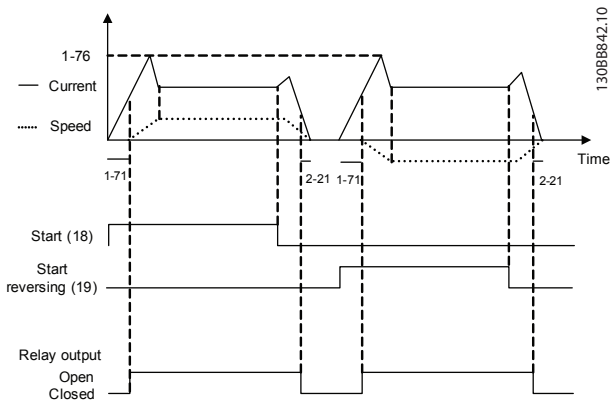


Ilustración 12.5 Control de freno mecánico

12.12 Configuración de cableado para el encoder

La dirección del encoder, que se identifica mirando al extremo del eje, está determinada por el orden de entrada de los pulsos en el convertidor de frecuencia. Consulte *Ilustración 12.6*.

- La dirección en el sentido horario (CW) significa que el canal A se encuentra 90 grados eléctricos antes que el canal B.
- El sentido antihorario (CCW) significa que el canal B se encuentra 90 grados eléctricos antes que el A.

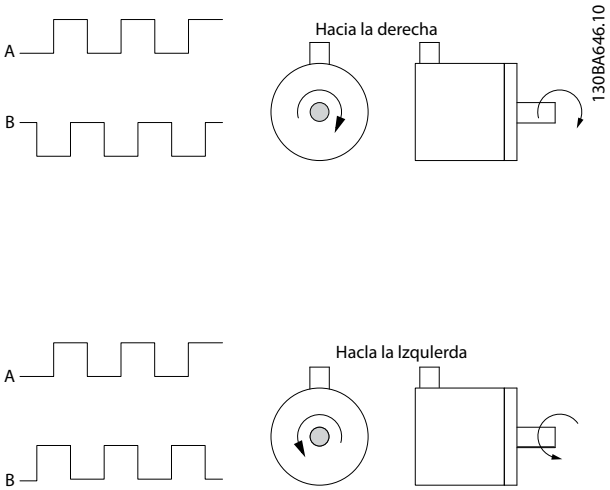


Ilustración 12.6 Determinar la dirección del encoder

AVISO!

Longitud máxima de cable: 5 m (16 ft).

12

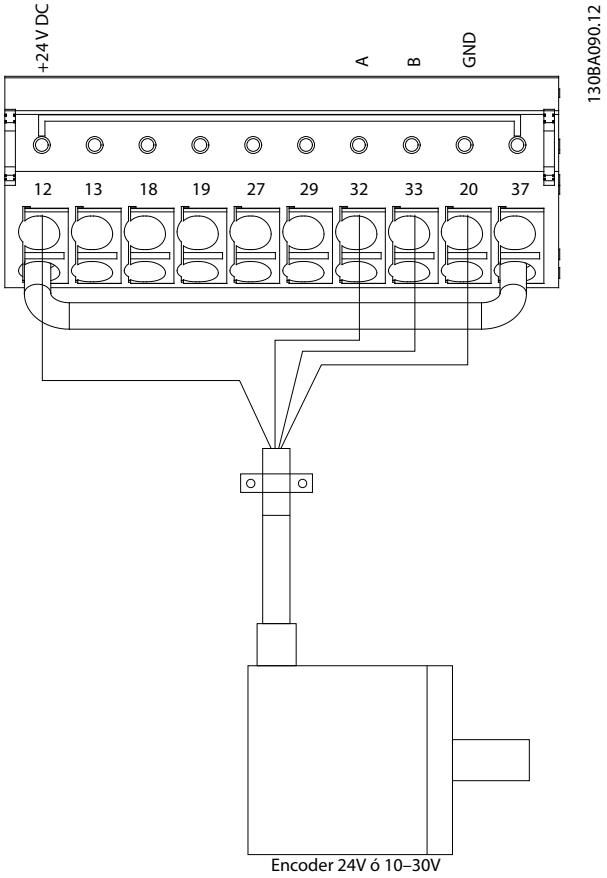


Ilustración 12.7 Configuración de cableado para el encoder

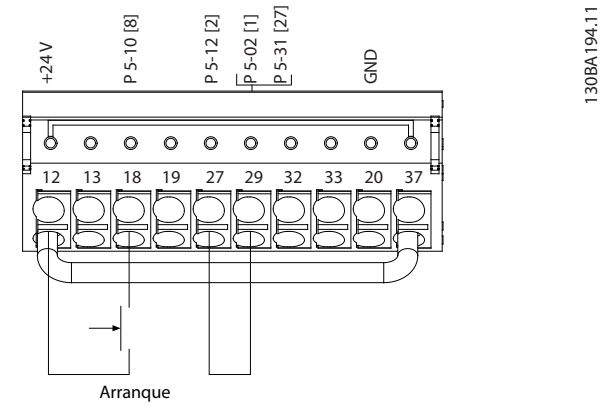
12.13 Configuración de cableado para el límite de par y de parada

En aplicaciones que tienen un freno electromecánico externo, tales como las de elevación, es posible detener el convertidor mediante una orden de parada estándar y, simultáneamente, activar el freno electromecánico externo. En la *Ilustración 12.8* se muestra la programación de estas conexiones de convertidor.

Si hay una orden de parada activada mediante el terminal 18 y el convertidor de frecuencia no está en el límite de par, el motor decelera hasta 0 Hz.
Si el convertidor de frecuencia está en el límite de par y se activa una orden de parada, se activará la salida del terminal 29 (programado en *[27] Límite par y parada*). La señal al terminal 27 cambia de 1 lógico a 0 lógico y el motor empieza a funcionar en inercia. Este proceso garantiza que la elevación se detenga incluso aunque el convertidor de frecuencia no pueda procesar el par requerido, por ejemplo, debido a una sobrecarga excesiva.

Para programar el límite de par y parada, conecte los terminales siguientes:

- Arranque / parada mediante terminal 18 (*Parámetro 5-10 Terminal 18 Entrada digital [8] Arranque*
- Parada rápida a través del terminal 27 (*Parámetro 5-12 Terminal 27 Entrada digital [2] Inercia*).
- Salida del terminal 29 (*Parámetro 5-02 Terminal 29 modo E/S [1] Terminal 29 Modo Salida* y *parámetro 5-31 Terminal 29 salida digital [27] Límite par y parada*).
- Salida de relé [0] (Relé 1) (*Parámetro 5-40 Relé de función [32] Ctrl. freno mec.*).



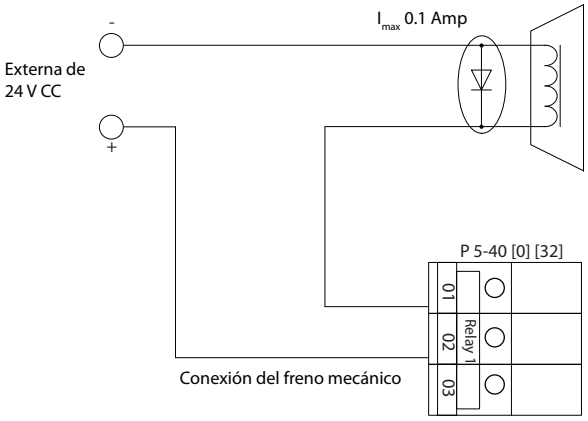


Ilustración 12.8 Configuración de cableado para el límite de par y de parada

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	
Alojamiento	13–15	
Configuración de hardware	16–23	
Filtro RFI	16–17	
Freno	18	
Pantalla (LCP)	19	
PCB barnizado	20	
Opción de alimentación	21	
Adaptación A	22	
Adaptación B	23	
Versión de software	24–27	
Idioma del software	28	
Opciones A	29–30	
Opciones B	31–32	
Opciones C0, MCO	33–34	
Opciones C1	35	
Software de opción C	36–37	
Opciones D	38–39	

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-302N355T5E20H4TGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

El significado de los caracteres de la cadena puede encontrarse en este capítulo. En el ejemplo anterior se configura un convertidor de frecuencia E3h con las siguientes opciones:

- Filtro RFI
- Safe Torque Off
- PCB barnizado
- 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 finlandés.

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.

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

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

13.1.1 Código descriptivo de pedido de los alojamientos D1h-D8h

Descripción	Pos.	Elección posible
Grupo de productos	1-6	FC-302
Modelo	7–10	N55: 55 kW (60 CV) N75: 75 kW (75 CV) N90: 90 kW (100-125 CV) N110: 110 kW (125-150 CV) N132: 132 kW (150-200 CV) N160: 160 kW (200-250 CV) N200: 200 kW (250-300 CV) N250: 250 kW (300-350 CV) N315: 315 kW (350-450 CV)
Tensión de red	11-12	T5: 380-500 V CA T7: 525-690 V CA
Alojamiento	13-15	E20: IP20 (chasis, para instalación en un alojamiento externo) E2S: IP20 / chasis, bastidor D3h E21: IP21 (NEMA 1) E2D: IP21 / tipo 1, bastidor D1h E54: IP54 (NEMA 12) E5D: IP54 / tipo 12, bastidor D1h E2M: IP21 (NEMA 1) con protección de red E5M: IP54 (NEMA 12) con protección de red C20: IP20 (chasis) + canal trasero de acero inoxidable C2S: IP20 / chasis con canal trasero de acero inoxidable, bastidor D3h H21: IP21 (NEMA 1) + calentador H54: IP54 (NEMA 12) + calentador
Filtro RFI	16-17	H2: filtro RFI clase A2 (estándar) H4: filtro RFI clase A1[1)]
Freno	18	X: sin IGBT del freno B: IGBT del freno montado R: terminales de regeneración S: freno y regeneración (solo IP20)
Pantalla	19	G: panel de control local gráfico LCP N: panel numérico de control local (LCP) X: sin panel de control local
PCB barnizado	20	C: PCB barnizado R: PCB barnizado + reforzado
Opción de alimentación	21	X: sin opción de alimentación 3: desconexión de red y fusible 4: contactor de red y fusibles 7: fusible A: fusible y carga compartida (solo IP20) D: terminales de carga compartida (solo IP20) E: desconexión de la red eléctrica, contactor y fusibles J: magnetotérmico y fusibles
Adaptación	22	X: entradas de cables estándar
Adaptación	23	X: sin adaptación Q: panel de acceso a disipador
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 D1h-D8h

1) Disponible para todos los bastidores D.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

13.1.2 Código descriptivo de pedido de los alojamientos E1h-E4h

Descripción	Posición	Opción posible
Grupo de productos	1–6	FC-302
Modelo	7–10	N315: 315 kW (450 CV) N355: 355 kW (400-500 CV) N400: 400 kW (400-550 CV) N450: 450 kW (600 CV) N500: 500 kW (500-650 CV) N560: 560 kW (600 CV) N630: 630 kW (650 CV) N710: 710 kW (750 CV)
Tensión de red	11–12	T5: 380-500 V CA T7: 525-690 V CA
Alojamiento	13–15	E00: IP00/chasis (solo los alojamientos E3h/E4h con carga compartida / regeneración superior) E20: IP20/chasis E21: IP21 / Tipo 1 E54: IP54 / Tipo 12 E2M: IP21 / Tipo 1 con pantalla de alimentación E5M: IP54 / Tipo 12 con pantalla de alimentación H21: IP21 / Tipo 1 con resistencia calefactora H54: IP54 / Tipo 12 con resistencia calefactora C20: IP20 / Tipo 1 con canal posterior de acero inoxidable C21: IP21 / Tipo 1 con canal posterior de acero inoxidable C54: IP54 / Tipo 12 con canal posterior de acero inoxidable C2M: IP21 / Tipo 1 con pantalla de alimentación y canal posterior de acero inoxidable C5M: IP54 / Tipo 12 con pantalla de alimentación y canal posterior de acero inoxidable C2H: IP21 / Tipo 1 con resistencia calefactora y canal posterior de acero inoxidable C5H: IP54 / Tipo 12 con resistencia calefactora y canal posterior de acero inoxidable
Filtro RFI	16–17	H2: filtro RFI, clase A2 (C3) H4: filtro RFI, clase A1 (C2)
Freno	18	X: sin chopper de frenado B: chopper de frenado instalado T: Safe Torque Off (STO) U: chopper de frenado + Safe Torque Off R: Terminales de regeneración S: chopper de frenado y terminales de regeneración (solo en alojamientos E3h/E4h)
Pantalla	19	X: Sin LCP G: LCP gráfico (LCP-102) J: sin LCP, con USB en la puerta L: panel gráfico LCP, con USB en la puerta
PCB barnizado	20	C: PCB barnizado R: PCB 3C3 barnizado y reforzado
Opción de alimentación	21	X: sin opción de alimentación 3: desconexión de la alimentación y fusibles 7: fusibles A: fusibles y terminales de carga compartida (solo en alojamientos E3h/E4h) D: terminales de carga compartida (solo en alojamientos E3h/E4h)
Hardware, adaptación A	22	X: sin opción
Hardware, adaptación B	23	X: sin opción Q: Acceso a disipador
Versión de software	24–28	SXXX: ultima edición - software estándar S067: software de control de movimiento integrado

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Descripción	Posición	Opción posible
Idioma del software	28	X: paquete de idioma estándar

Tabla 13.4 Código descriptivo de pedido de los alojamientos E1h-E4h

13.1.3 Opciones de pedido para todos los alojamientos VLT® AutomationDrive FC 302

Descripción	Pos.	Opción posible
Opciones A	29–30	AX: sin opción A A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 (estándar) A4: VLT® DeviceNet MCA 104 (estándar) A6: VLT® CANopen MCA 105 (estándar) A8: VLT® EtherCAT MCA 124 AT: VLT® PROFIBUS Converter MCA 113 AU: VLT® PROFIBUS Converter MCA 114 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Modbus TCP MCA 122 AY: VLT® Powerlink MCA 123
Opciones B	31–32	BX: sin opción B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: entrada de sensor VLT® Sensor Input MCB 114 B6: VLT® Safety Option MCB 150 B7: VLT® Safety Option MCB 151 B8: VLT® Safety Option MCB 152 BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105 BR: entrada de encoder VLT® Encoder Input MCB 102 MCB 102 BU: VLT® Resolver Input MCB 103 BZ: VLT® Safe PLC I/O MCB 108
Opciones C	33–34	CX: sin opción C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
Opciones C1	35	X: sin opción R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software de opción C	36–37	XX: controlador estándar 10: controlador de sincronización VLT® Synchronizing Controller MCO 350 (requiere la opción C4) 11: controlador de posición VLT® Position Controller MCO 351 (requiere la opción C4)
Opciones D	38–39	DX: sin opción D0: suministro externo de 24 V CC VLT® MCB 107

Tabla 13.5 Códigos descriptivos de pedido para las opciones FC 302

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

13.2 Números de pedido para opciones y accesorios

13.2.1 Códigos de pedido de las opciones A: Buses de campo

Descripción	Código de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CANopen MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	–	130B1245
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114	–	130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® EtherCAT MCA 124	130B5546	130B5646

Tabla 13.6 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.

13.2.2 Códigos de pedido para las opciones B: Extensiones funcionales

Descripción	Código de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Encoder Input MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolver Input MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Safety Option MCB 150	–	130B3280
VLT® Safety Option MCB 151	–	130B3290
VLT® Safety Option MCB 152	–	130B9860

Tabla 13.7 Códigos de pedido para las opciones B

13.2.3 Códigos de pedido para las opciones C: control de movimientos y tarjeta de relé

Descripción	Código de pedido	
	Sin revestimiento barnizado	Barnizado
VLT® Motion Control Option MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronizing Controller MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Position Controller MCO 351	130B1153	120B1253
VLT® Center Winder MCO 352	130B1165	130B1166
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Tabla 13.8 Códigos de pedido para las opciones C

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

13.2.4 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 13.9 Números de pedido para la opción D

13.2.5 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 13.10 Números de pedido de las opciones de software

13.2.6 Números de pedido para kits D1h-D8h

Tipo	Descripción	Código de pedido
Hardware diverso		
Pantalla de protección para exteriores NEMA 3R, D1h	Pantalla diseñada para proteger al convertidor de frecuencia de la luz directa del sol, la nieve y la suciedad. Los convertidores que utilizan esta pantalla se deben solicitar de fábrica como unidades «preparadas para NEMA 3R», información que encontrará en el código descriptivo como opción de alojamiento E5S.	176F6302
Pantalla de protección para exteriores NEMA 3R, D2h	Pantalla diseñada para proteger al convertidor de frecuencia de la luz directa del sol, la nieve y la suciedad. Los convertidores que utilizan esta pantalla se deben solicitar de fábrica como unidades «preparadas para NEMA 3R», información que encontrará en el código descriptivo como opción de alojamiento E5S.	176F6303
NEMA 3R para el kit de refrigeración de entrada y salida posterior dentro de un alojamiento soldado, D3h	Ofrece una clasificación de protección de entrada de NEMA 3R o NEMA 4. Estos alojamientos han sido diseñados para exteriores y proporcionar así protección frente a la intemperie.	176F3521
NEMA 3R para el kit de refrigeración de entrada y salida posterior dentro de un alojamiento Rittal, D3h	Ofrece una clasificación de protección de entrada de NEMA 3R o NEMA 4. Estos alojamientos han sido diseñados para exteriores y proporcionar así protección frente a la intemperie.	176F3633
NEMA 3R para el kit de refrigeración de entrada y salida posterior dentro de un alojamiento soldado, D4h	Ofrece una clasificación de protección de entrada de NEMA 3R o NEMA 4. Estos alojamientos han sido diseñados para exteriores y proporcionar así protección frente a la intemperie.	176F3526
NEMA 3R para el kit de refrigeración de entrada y salida posterior dentro de un alojamiento Rittal, D3h	Ofrece una clasificación de protección de entrada de NEMA 3R o NEMA 4. Estos alojamientos han sido diseñados para exteriores y proporcionar así protección frente a la intemperie.	176F3634
Placa adaptadora, D1h/D3h	Placa que se utiliza para sustituir un alojamiento D1/D3 por el D1h/D3h utilizando la misma configuración de montaje.	176F3409

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Tipo	Descripción	Código de pedido	
Placa adaptadora, D2h/D4h	Placa que se utiliza para sustituir un alojamiento D2/D4 por el D2h/D4h utilizando la misma configuración de montaje.	176F3410	
Kit de conducto de canal posterior, D3h	Kit de conducto que convierte el alojamiento en ventilación de entrada inferior y salida superior o en ventilación solo superior. Tamaño del alojamiento: 1800 mm (70,9 in).	176F3627	
Kit de conducto de canal posterior, D3h	Kit de conducto que convierte el alojamiento en ventilación de entrada inferior y salida superior o en ventilación solo superior. Tamaño del alojamiento: 2000 mm (78,7 in).	176F3629	
Kit de conducto de canal posterior, D4h	Kit de conducto que convierte el alojamiento en ventilación de entrada inferior y salida superior o en ventilación solo superior. Tamaño del alojamiento: 1800 mm (70,9 in).	176F3628	
Kit de conducto de canal posterior, D4h	Kit de conducto que convierte el alojamiento en ventilación de entrada inferior y salida superior o en ventilación solo superior. Tamaño del alojamiento: 2000 mm (78,7 in).	176F3630	
Pedestal, D1h	Ofrece un pedestal de 400 mm (15,7 in) que permite que el convertidor de frecuencia se monte sobre el piso. La parte frontal del pedestal tiene aberturas para la entrada de aire de refrigeración para los componentes de potencia.	176F3631	
Pedestal, D2h	Ofrece un pedestal de 400 mm (15,7 in) que permite que el convertidor de frecuencia se monte sobre el piso. La parte frontal del pedestal tiene aberturas para la entrada de aire de refrigeración para los componentes de potencia.	176F3632	
Pedestal, D5h/D6h	Ofrece un pedestal de 200 mm (7,9 in) que permite que el convertidor de frecuencia se monte sobre el piso. La parte frontal del pedestal tiene aberturas para la entrada de aire de refrigeración para los componentes de potencia.	176F3452	
Pedestal, D7h/D8h	Ofrece un pedestal de 200 mm (7,9 in) que permite que el convertidor de frecuencia se monte sobre el piso. La parte frontal del pedestal tiene aberturas para la entrada de aire de refrigeración para los componentes de potencia.	176F3539	
Entrada superior de cables de fieldbus, D1h-D8h	Permite la instalación de cables de fieldbus a través de la parte superior del convertidor de frecuencia. El kit es IP20/chasis cuando se instala, pero puede usarse un conector de unión diferente si se desea una clasificación de protección mayor.	176F3594	
USB en la puerta, D1h-D8h (IP20/chasis)	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.	Consultar en fábrica	
USB en la puerta, D1h-D8h (IP21 / Tipo 1 e IP54 / Tipo 12)	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.	Consultar en fábrica	
Placa de entrada opcional, D1h--D8h	Permite agregar las opciones de fusibles, desconexión/fusibles, RFI, RFI/fusibles y RFI/desconexión/fusibles.	Consultar en fábrica	
Bloques de terminales	Atornillar los bloques de terminales para sustituir los terminales con resorte. (Un conector de 10 contactos, uno de 6 y otro de 3)	130B1116	
Kits de refrigeración de canal posterior		**Estándar**	**Acero inoxidable**
Entrada posterior y salida posterior (alojamientos que no sean Rittal), D3h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. No incluye las placas de montaje en el alojamiento. Este kit se utiliza exclusivamente para el alojamiento D3h.	176F3519	176F3520
Entrada posterior y salida posterior (alojamientos que no sean Rittal), D4h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. No incluye las placas de montaje en el alojamiento. Este kit se utiliza exclusivamente para el alojamiento D4h.	176F3524	176F3525

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Tipo	Descripción	Código de pedido	
Entrada inferior y salida posterior, D1h/D3h	Permite que el aire de refrigeración entre por la parte inferior y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit se utiliza exclusivamente para los alojamientos D1h/D3h.	176F3522	176F3523
Entrada inferior y salida posterior, D2h/D4h	Permite que el aire de refrigeración entre por la parte inferior y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit se utiliza exclusivamente para los alojamientos D2h/D4h.	176F3527	176F3528
Entrada posterior y salida posterior, D1h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit se utiliza exclusivamente para el alojamiento D1h.	176F3648	176F3656
Entrada posterior y salida posterior, D2h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit se utiliza exclusivamente para el alojamiento D2h.	176F3649	176F3657
Entrada posterior y salida posterior, D3h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit se utiliza exclusivamente para el alojamiento D3h.	176F3625	176F3654
Entrada posterior y salida posterior, D4h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit se utiliza exclusivamente para el alojamiento D4h.	176F3626	176F3655
Entrada posterior y salida posterior, D5h/D6h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit se utiliza exclusivamente para los alojamientos D5h/D6h.	176F3530	–
Entrada posterior y salida posterior, D7h/D8h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit se utiliza exclusivamente para los alojamientos D7h/D8h.	176F3531	–
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.	130B1114	
Kit LCP, IP21	Kit de montaje en panel para todos los LCP, con sujeciones, cable de 3 m (9 ft) y junta.	130B1117	
Opciones externas			
EtherNet/IP	Ethernet maestro.	175N2584	

Tabla 13.11 Kits disponibles para alojamientos D1h-D8h

13.2.7 Números de pedido para kits E1h-E4h

Tipo	Descripción	Código de pedido
Hardware diverso		
Entrada superior de PROFIBUS, E1h-E4h	Entrada superior para la clasificación de protección de alojamientos IP54.	176F1742
USB en la puerta, E1h-E4h	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.	130B1156
Barra de conexión a toma de tierra	Puntos de conexión toma a tierra adicionales para los convertidores E1h y E2h.	176F6609
Pantalla de alimentación, E1h	Apantallamiento (cubierta) montado frente a los terminales de potencia para protección contra contactos accidentales.	176F6619
Pantalla de alimentación, E2h	Apantallamiento (cubierta) montado frente a los terminales de potencia para protección contra contactos accidentales.	176F6620

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Tipo	Descripción	Código de pedido	
Bloques de terminales	Atornillar los bloques de terminales para sustituir los terminales con resorte. (Un conector de 10 contactos, uno de 6 y otro de 3)	130B1116	
Kits de refrigeración de canal posterior		**Estándar**	**Acero inoxidable**
Entrada inferior y salida superior, E3h	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 el alojamiento E3h con la placa base de 600 mm (21,6 in).	176F6606	–
Entrada inferior y salida superior, E3h	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 el alojamiento E3h con placa base de 800 mm (31,5 in).	176F6607	–
Entrada inferior y salida superior, E4h	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 el alojamiento E4h con la placa base de 800 mm (31,5 in).	176F6608	–
Entrada posterior y salida posterior, E1h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E1h.	176F6617	–
Entrada posterior y salida posterior, E2h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E2h.	176F6618	–
Entrada posterior y salida posterior, E3h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E3h.	176F6610	–
Entrada posterior y salida posterior, E4h	Permite que el aire de refrigeración entre y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E4h.	176F6611	–
Entrada inferior y salida posterior, E3h	Permite que el aire de refrigeración entre por la parte inferior y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E3h con la placa base de 600 mm (21,6 in).	176F6612	–
Entrada inferior y salida posterior, E3h	Permite que el aire de refrigeración entre por la parte inferior y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E3h con la placa base de 800 mm (31,5 in).	176F6613	–
Entrada inferior y salida posterior, E4h	Permite que el aire de refrigeración entre por la parte inferior y salga por la parte posterior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E4h con placa base de 800 mm (31,5 in).	176F6614	–
Entrada posterior y salida superior, E3h	Permite que el aire de refrigeración entre por la parte posterior y salga por la parte superior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E3h.	176F6615	–
Entrada posterior y salida superior, E4h	Permite que el aire de refrigeración entre por la parte posterior y salga por la parte superior del convertidor. Este kit solo se utiliza para el alojamiento E4h.	176F6616	–
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.	130B1114	
Kit LCP, IP21	Kit de montaje en panel para todos los LCP, con sujeciones, cable de 3 m (9 ft) y junta.	130B1117	
Opciones externas			
EtherNet/IP	Ethernet maestro.	175N2584	

Tabla 13.12 Kits disponibles para alojamientos E1h-E4

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

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 © 12/2017 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 © 12/2017 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

$$n_s = \frac{2 \times par.\ 1-23 \times 60\ s}{par.\ 1-39}$$

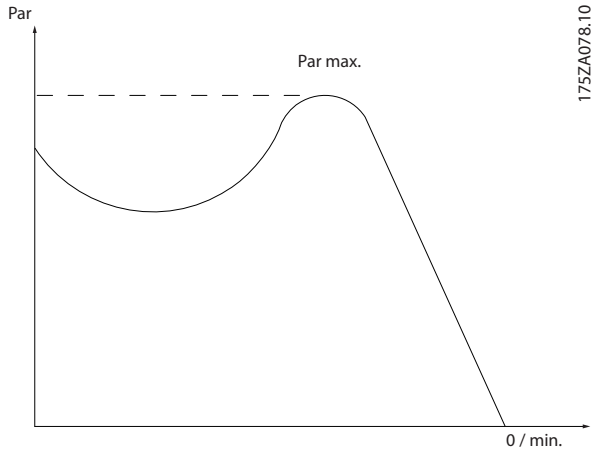


Ilustración 14.1 Gráfico de par de arranque

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 Modo funcionamiento*), 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 Protocolo*.

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.

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Índice

A

Abrazadera de cables ... 150

Abreviaturas ... 210

Adaptación automática del motor (AMA)
- Configuración de cableado ... 191
- Descripción general ... 19

Advertencias ... 5, 147

Aislamiento ... 159

Aislamiento galvánico ... 19, 48, 175

Alimentación
- Especificaciones de alimentación ... 46
- Fluctuaciones ... 18

Almacenamiento ... 140

Almacenamiento del condensador ... 140

Altitud ... 144

Amortiguación de resonancia ... 18

Análisis de series de Fourier ... 178

Analógica
- Configuración de cableado para velocidad de referencia ... 192
- Descripciones de entrada/salida y ajustes predeterminados ... 153
- Especificaciones de entrada ... 47
- Especificaciones de salida ... 48

Apantallamiento
- Cables ... 149, 150
- Extremos trenzados ... 175
- Red ... 6
- Terminación RFI ... 129

Armónicos
- Definición de factor de potencia ... 210
- Descripción general ... 178
- Filtro ... 37
- Mitigación ... 180
- Normas CEI ... 179
- Normas EN ... 179

Atmósfera explosiva ... 141

Auto on ... 181

B

Bus de CC
- Descripción del funcionamiento ... 181
- Terminales ... 150

Bypass de frecuencia ... 21

C

Cables
- Abertura ... 51, 57, 73, 82, 93, 103, 114
- Apantallamiento ... 149, 176
- de motor ... 156
- Conexiones de potencia ... 149
- Control ... 150
- Ecualizador ... 151
- Especificaciones ... 38, 40, 42, 44, 47
- Freno ... 150
- Recorrido ... 151
- Tamaño y número máximo por fase ... 38
- Tipo y clasificaciones ... 147

Cables ... 147
- consulte también *Cables*

Cables de control ... 150

Cables de pantalla retorcidos y embornados ... 175

Cálculos
- Ciclo de trabajo de la resistencia ... 159
- Par de frenado ... 161
- Referencia escalada ... 182
- Relación de cortocircuito ... 179
- Resistencia de frenado ... 161
- Software de cálculo de armónicos ... 180
- THDi ... 178

Calentador
- Esquema de cableado ... 148
- Uso ... 140

CANOpen ... 32

Carga compartida
- Advertencia ... 5
- Descripción general ... 27
- Esquema de cableado ... 148
- Protección ante cortocircuitos ... 16
- Terminales ... 28, 150

CEM
- Aspectos generales ... 171
- Compatibilidad ... 175
- Directiva ... 7
- Instalación ... 177
- Interferencia ... 176
- Resultados de pruebas ... 172

Certificación marítima ... 8

Certificado TUV ... 8

Certificado UKrSEPRO ... 8

Ciclo de trabajo
- Cálculo ... 159
- Definición ... 210

Clase de rendimiento energético ... 46

Clasificación de protección NEMA ... 9

Clasificación IP ... 9

Código descriptivo ... 199

Compensación de deslizamiento ... 210

Comunicación serie ... 0 , 153

Condensación ... 140

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Condiciones ambientales
Descripción general 140
Especificaciones 46
Conexión a PC 150
Conexión a tierra 19, 150, 163
Configuración de cableado de arranque/parada 192, 193
Configuración de cableado de la referencia analógica de velocidad 192
Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa 194
Configuraciones de montaje 142
Conformado periódico 140
Conformidad
Con el acuerdo ADN 6
Directivas 7
Conmutador
A53 y A54 47, 153
Conmutadores
Desconexión 156
Control
Características 50
Descripción del funcionamiento 181
Estructuras 185
Tipos de 186, 187
Control ATEX 20, 141
Control de proceso 187
Controlador 35
Controlador de posicionamiento 35
Controlador de sincronización 35
Controlador PID 184, 187
Convenciones 4
Convertidor
Configurador 199
Dimensiones de la serie de productos 12
Potencias de salida 12
Requisitos de espacio libre 142
Corriente
armónica 178
fundamental 178
Distorsión 179
Mitigación del motor 159
Corriente de fuga 6, 162
Cortocircuito
Cálculo de la relación 179
Clasificación de SCCR 155
Definición 211
Frenado 24, 162
Protección ante cortocircuitos 16

D

Desconexión
Definición 211
Puntos de los convertidores de 380-500 V 38, 40
Puntos de los convertidores de 525-690 V 42, 44
Desconexión 156
Desequilibrio de tensión 17
DeviceNet 32, 203
Digital
Descripciones de entrada/salida y ajustes predeterminados 153
Especificaciones de entrada 47
Especificaciones de salida 48
Dimensiones
Exterior del D1h 51
Exterior del D2h 57
Exterior del D3h 63
Exterior del D4h 68
Exterior del D5h 73
Exterior del D6h 82
Exterior del D7h 93
Exterior del D8h 103
Exterior del E1h 114
Exterior del E2h 120
Exteriores del E3h 126
Exteriores del E4h 133
Terminal del D1h 55
Terminal del D2h 61
Terminal del D3h 66
Terminal del D4h 71
Terminal del D5h 78
Terminal del D6h 87
Terminal del D7h 99
Terminal del D8h 108
Terminales del E1h 118
Terminales del E2h 124
Terminales del E3h 130
Terminales del E4h 137
Vista general de la serie de productos 12
Dimensiones de los terminales
D1h 55
D2h 61
D3h 66
D4h 71
D5h 78
D6h 87
D7h 99
D8h 108
E1h 118
E2h 124
E3h 130
E4h 137
Dimensiones exteriores
D1h 51
D2h 57
D3h 63
D4h 68
D5h 73
D6h 82
D7h 93
D8h 103
E1h 114
E2h 120
E3h 126
E4h 133
Directiva de máquinas 7

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Directiva ErP ... 8

Disipador
- Flujo de aire necesario ... 143
- Limpieza ... 141
- Panel de acceso ... 116
- Punto de desconexión por sobretemperatura ... 38

Dispositivo de corriente diferencial ... 162, 163

DU/dt
- Descripción general ... 165
- Resultados de las pruebas para D1h-D8 ... 166
- Resultados de las pruebas para E1h-E4h ... 167

E

Elevación ... 25, 26, 140

Emisión conducida ... 172

Emisión irradiada ... 172

Encoder
- Configuración ... 197
- Definición ... 210
- Determinar la dirección del encoder ... 197
- VLT® Encoder Input MCB 102 ... 34

Energía regenerativa ... 21

Entorno ... 46, 140

Entorno comercial ... 172

Entorno residencial ... 172

Entrada de usuario ... 181

Espacio de la puerta ... 51, 57, 73, 82, 93, 103, 114

Especificaciones de entrada ... 47

Especificaciones de USB ... 50

Especificaciones eléctricas ... 38, 40, 42, 44

Especificaciones eléctricas 380-500 V ... 39

Especificaciones eléctricas 525-690 V ... 42, 44

Esquema de cableado
- Convertidor ... 148

EtherCAT ... 33

EtherNet/IP ... 33

F

Fieldbus ... 32, 151

Filtro de modo común ... 36

Filtro senoidal ... 36, 149

Filtros
- Filtro armónico ... 37
- Filtro de modo común ... 36
- Filtro dU/dt ... 36
- Filtro RFI ... 175
- Filtro senoidal ... 36, 149
- Pedidos ... 208

Flujo
- Estructura de control en control de flujo sin realimentación ... 189
- Estructura de control en flujo con realimentación del motor ... 189

Flujo de aire
- Caudales ... 143
- Configuraciones ... 29, 31

Fórmula
- Intensidad de salida ... 209
- Límite de intensidad ... 209
- Potencia nominal de la resistencia de frenado ... 209
- Rendimiento del convertidor ... 209

Frecuencia de conmutación
- Conexiones de potencia ... 149
- Filtro senoidal ... 36, 149
- Reducción de potencia ... 17, 145
- Uso con RCD ... 163

Frenado
- Configuración de cableado para el freno mecánico ... 197
- Control con función de freno ... 162
- dinámico ... 23
- estático ... 24
- Freno de retención mecánico ... 24
- Freno electromagnético ... 25
- Freno electromecánico ... 198
- Gráfico de capacidad ... 160, 161
- Límites ... 161
- Uso como función de freno alternativa ... 162

Freno con resistencia ... 23

Freno de CA ... 23

Freno de CC ... 23

Freno electromecánico ... 198

Freno mecánico
- Con control de lazo cerrado ... 26
- Configuración de cableado ... 197
- Mediante control de lazo abierto ... 25

Función de Motor en giro ... 17, 18, 21

Funcionamiento a baja velocidad ... 143

Fusibles
- Advertencia de protección de sobreintensidad ... 147
- Especificaciones ... 154
- Para las conexiones de potencia ... 149
- Recomendación para la alimentación de red ... 16

G

Gases ... 141

Guía de funcionamiento ... 4

Guía de programación ... 4

H

Hand on ... 181

Homologación CSA/cUL ... 8

Humedad ... 140

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

I

Instalación
Eléctrico 147
Personal cualificado 5
Requisitos 142
Instalación a gran altitud 176
Intensidad
Conexión toma a tierra transitoria 163
Control de corriente interna 190
Corriente de fuga 162, 163
Corriente nominal de salida 209
Fórmula para el límite de intensidad 209
Interferencias de radiofrecuencia 18
Interferencias electromagnéticas 18
Inversor 181

K

Kits
Códigos de pedido 206, 207
Descripciones 206, 207
Disponibilidad de los alojamientos 15
Kits 37

L

Lazo abierto 185
Lazo cerrado 185, 186, 191

M

Magnetotérmico 16, 156, 163
Mantenimiento 141
Marca CE 7
Marca RCM 8
Modbus
Opción 33
Modulación 18, 209, 210
Modulación automática de frecuencia de conmutación 18
Módulo de opción de E/S general 33
Motor
Aislamiento 159
Cables 149, 156, 163
Clases de protección 141
Conexión en paralelo 157
Configuración de cableado de termistor 195
Corriente de fuga 163
Detección de caída de fase 17
Especificaciones de salida 46
Esquema de cableado 148
Ex-e 20, 34
Mitigación de corrientes en los cojinetes 159
Par completo 21
Par de arranque 210
Placa de características 21
Protección térmica 19, 157
Realimentación 189
Rotación 156

N

Normativa de control de exportación 8

O

Opción de control de movimiento 35
Opción de entrada de sensor 34
Opción de interfaz PLC de seguridad 34
Opción de resolver 34
Opciones
Control de movimiento 35
Disponibilidad de los alojamientos 12
Extensiones funcionales 33
Fieldbus 32
Pedidos 202, 203, 204
Tarjetas de relé 35
Optimización automática de la energía 18
Ordenador personal 150

P

Panel de troquel 115
Paquetes de idioma 199
Par
Característica 46
Configuración de cableado para el límite de par y de parada 198
Control 187
Par de arranque 210
Pedidos 199
PELV 19, 48, 175
Personal cualificado 5
PID
Controlador 19
Placa prensacables 51, 57, 73, 82, 93, 103, 114
PLC 151

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

Potencia
Clasificación 10, 38, 40, 42, 44
Conexiones 149
Factor 210
Pérdidas 38, 40, 42, 44

Potenciómetro 153, 194

POWERLINK 33

Precalentamiento 22

PROFIBUS 32, 203

PROFINET 32

Protección
Clasificación de protección 12
Cortocircuito 16
Desequilibrios en la tensión de alimentación 17
Función de freno 16
Sobrecarga 17
Sobreintensidad 147
Sobretensión 16
Térmico motor 19

Protección de sobreintensidad 147

Protección del armario 9

Pulso
Configuración de cableado de arranque/parada 193
Especificaciones de entrada 48

Punto de acoplamiento común 178

R

Realimentación
Conversión 184
Manejo 183
Señal 186

Rectificador 181

Red
Corte 21
Especificaciones 46
Pantalla 6

Red IT 164

Reducción de potencia
Especificaciones 47
Función automática 17
Temperatura y frecuencia de conmutación 145
Vista general y causas 143

Reducción de potencia 142

Referencia
Entrada de velocidad 192
Manejo a distancia de 182
activa 181
remota 182

Referencia activa 181

Referencia escalada 182

Referencia remota 182

Refrigeración
Advertencia de polvo 141
Requisitos 142
Vista general de la refrigeración mediante canal posterior 29

Refrigeración de canal posterior 142

Refrigeración de tuberías 142

Refrigeración del canal posterior 29

Regeneración
Descripción general 29
Disponibilidad 12
Terminales 66, 118

Reinicio 21

Reinicio de la alarma 194

Relé
Especificaciones 49
Instalación conforme al acuerdo ADN 6
Opción 34
Opción de tarjeta de relé ampliada 36
Tarjeta 35
Terminales 154

Relé termoelectrónico (ETR) 147

Rendimiento
Cálculo 164
Especificaciones 38, 40, 42, 44
Fórmula para el rendimiento del convertidor 209
Utilización del AMA 19

Repuestos 208

Requisitos de inmunidad 173

Requisitos en materia de emisiones 172

Resistencia de frenado
Definición 210
Descripción general 36
Esquema de cableado 148
Fórmula para la potencia nominal 209
Guía de diseño 4
Pedidos 208
Selección 159
Terminales 150

RFI
Filtro 175
Ubicación de la terminación de pantalla del E3h 129
Ubicación de la terminación de pantalla del E4h 136
Uso de conmutador con red IT 164

Rotor 17

RS485
Configuración de cableado 195
Esquema de cableado 148
Terminales 152

Ruido acústico 165

 Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.

S

Safe Torque Off
Configuración de cableado... 192
Cumplimiento de la Directiva de máquinas... 7
Descripción general... 23
Esquema de cableado... 148
Guía de funcionamiento... 4
Ubicación del terminal... 153

Salida
Conmutador... 17
Contactor... 164, 177
Especificaciones... 48

Seguridad
Instrucciones... 5, 147
Opciones... 34

Sello EAC... 8

Smart Logic Control
Configuración de cableado... 0 , 196
Descripción general... 22

Sobrecarga
Límites... 17
Problema con los armónicos... 178
termoelectrónica... 19

Sobrecarga termoelectrónica... 19

Sobretemperatura... 211

Sobretensión
Frenado... 36
Función de freno alternativa... 162
Protección... 16

STO... 4
consulte también *Safe Torque Off*

Suministro externo de 24 V CC... 153

T

Tarjeta de control
Especificaciones... 50
Especificaciones de RS485... 48
Punto de desconexión por sobretemperatura... 38

Tarjeta de relé ampliada... 36

Tarjeta del termistor PTC... 34

Temperatura... 141

Tensión alta... 5

Tensión baja
Directiva... 7

Terminales
Carga compartida... 150
Comunicación serie... 0 , 153
Descripciones de control y ajustes predeterminados... 152
Entrada/salida analógica... 153
Entrada/salida digital... 153
Resistencia de frenado... 150
RS485... 152
Terminal 37... 153
de relé... 154

Terminales de control... 152

Termistor
Configuración de cableado... 195
Definición... 211
Recorrido de los cables... 151
Ubicación del terminal... 153

Tiempo de descarga... 5

Tiempo de subida... 165

Transductor... 153

Transformador... 178

U

UL
Clasificación de protección del alojamiento... 9
Logotipo del certificado... 8

V

Velocidad
Configuración de cableado para aceleración/desaceleración... 194
Configuraciones de cableado para velocidad de referencia ... 194
Control... 186
Realimentación PID... 186

Ventiladores
Flujo de aire necesario... 143
controlados por temperatura... 18

Versiones de software... 203

VVC+... 188, 190

 Danfoss A/S © 12/2017 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