ENGINEERING TOMORROW

Guía de diseño

VLT® AQUA Drive FC 202

110-800 kW, alojamientos de tamaño D y E

vlt-drives.danfoss.com

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss A/S
6430 Nordborg
Denmark
CVR nr.: 20 16 57 15

Telephone: +45 7488 2222
Fax: +45 7449 0949

EU DECLARATION OF CONFORMITY

Danfoss A/S

Danfoss Drives A/S

declares under our sole responsibility that the

Product category: Frequency Converter
Type designation(s): FC-202XYYYZZ**********

Character X: N or P
Character YYY: K25, K37, K55, K75, 1K1, 1K5, 2K2, 3K0, 3K7, 4K0, 5K5, 7K5, 11K, 15K, 18K, 22K, 30K, 37K, 45K, 55K, 75K, 90K, 110, 132, 150, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1M0, 1M2, 1M4
Character ZZ: S2, S4, T2, T4, T6, T7
* may be any number or letter indicating drive options which do not impact this DoC.
The meaning of the 39 characters in the type code string can be found in appendix 00729776.

Covered by this declaration is in conformity with the following directive(s), standard(s) or other normative document(s), provided that the product is used in accordance with our instructions.

Low Voltage Directive 2014/35/EU

EN61800-5-1:2007 + A1:2017	Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy.

EMC Directive 2014/30/EU

EN61800-3:2004 + A1:2012	Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods.

RoHS Directive 2011/65/EU including amendment 2015/863.

EN63000:2018	Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances

Date: 2020.09.15 Place of issue:	Issued by	Date: 2020.09.15 Place of issue:	Approved by
Graasten, DK	**Signature:** **Name: Gert Kjær** **Title: Senior Director, GDE**	Graasten, DK	**Signature:** **Name: Michael Termansen** **Title: VP, PD Center Denmark**

Danfoss only vouches for the correctness of the English version of this declaration. In the event of the declaration being translated into any other language, the translator concerned shall be liable for the correctness of the translation

For products including available Safe Torque Off (STO) function according to unit typecode on the nameplate: **T or U at character 18 of the typecode.**

Machine Directive 2006/42/EC

EN/IEC 61800-5-2:2007 (Safe Stop function conforms with STO – Safe Torque Off, SIL 2 Capability)	Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional

Other standards considered:

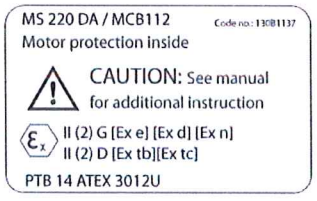
EN ISO 13849-1:2015 (Safe Stop function, PL d (MTTFd=14000 years, DC=90%, Category 3)	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design
EN/IEC 61508-1:2011, EN/IEC 61508-2:2011 (Safe Stop function, SIL 2 (PFH = 1E-10/h, 1E-8/h for specific variants, PFD = 1E-10, 1E-4 for specific variants, SFF>99%, HFT=0))	Functional safety of electrical/electronic/ programmable electronic safety-related systems Part 1: General requirements Part 2: Requirements for electrical/ electronic / programmable electronic safety-related systems
EN/IEC 62061:2005 + A1:2013 (Safe Stop function, SILCL 2)	Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
EN/IEC 60204-1:2006 + A1:2009 (Stop Category 0)	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements

For products including ATEX option, it requires STO function in the products. The products can have the VLT PTC Thermistor Card MCB112 installed from factory **(2 at character 32 in the typecode)**, or it can be separately installed as an additional part.

2014/34/EU - Equipment for explosive atmospheres (ATEX)

Based on EU harmonized standard:

EN 50495: 2010	Safety devices required for safe functioning of equipment with respect to explosion risks.



Notified Body:
PTB Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig,
has assessed the conformity of the "ATEX certified motor thermal protection systems" of Danfoss FC VLT Drives with Safe Torque Off function and has issued the certificate PTB 14 ATEX 3009.

Índice

1 Introducción 5

1.1 Propósito de la Guía de diseño 5
1.2 Recursos adicionales 5
1.3 Versión del documento y del software 5
1.4 Convenciones 5

2 Seguridad 6

2.1 Símbolos de seguridad 6
2.2 Personal cualificado 6
2.3 Medidas de seguridad 6

3 Homologaciones y certificados 8

3.1 Homologaciones normativas / de cumplimiento 8
3.2 Clasificaciones de protección de los alojamientos 10

4 Vista general de producto 11

4.1 Convertidores VLT® de alta potencia 11
4.2 Dimensión de los alojamientos por potencia de salida 11
4.3 Vista general de los alojamientos, 380-500 V 12
4.4 Vista general de los alojamientos, 525-690 V 14
4.5 Disponibilidad de los kits 16

5 Funciones del producto 17

5.1 Funciones de funcionamiento automatizadas 17
5.2 Funciones de aplicación personalizadas 20
5.3 Funciones específicas del convertidor VLT® AQUA Drive FC 202 24
5.4 Aspectos generales del control en cascada 25
5.5 Vista general del controlador de cascada básico 27
5.6 Vista general de la función de barrido 29
5.7 Vista general de la función Pre/post lube 30
5.8 Vista general de la confirmación de caudal 31
5.9 Vista general del control avanzado de la velocidad mínima 32
5.10 Vista general del freno dinámico 32
5.11 Vista general de la función de carga compartida 33
5.12 Vista general de la regeneración 34
5.13 Vista general de la refrigeración mediante canal posterior 34

6 Vista general de opciones y accesorios 37

6.1 Dispositivos de fieldbus 37
6.2 Extensiones funcionales 38
6.3 Control de movimientos y tarjetas de relé 39

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

6.4 Resistencias de frenado 39
6.5 Filtros senoidales 39
6.6 Filtros dU/dt 39
6.7 Filtros de modo común 40
6.8 Filtros armónicos 40
6.9 Kits de alta potencia 40

7 Especificaciones 41
7.1 Datos eléctricos, 380-480 V 41
7.2 Datos eléctricos, 525-690 V 45
7.3 Fuente de alimentación de red 52
7.4 Salida del motor y datos del motor 52
7.5 Condiciones ambientales 52
7.6 Especificaciones del cable 53
7.7 Entrada/salida de control y datos de control 53
7.8 Pesos del alojamiento 56

8 Dimensiones exteriores y de los terminales 57
8.1 Dimensiones exteriores y de los terminales del D1h 57
8.2 Dimensiones exteriores y de los terminales del D2h 63
8.3 Dimensiones exteriores y de los terminales del D3h 69
8.4 Dimensiones exteriores y de los terminales del D4h 74
8.5 Dimensiones exteriores y de los terminales del D5h 79
8.6 Dimensiones exteriores y de los terminales del D6h 88
8.7 Dimensiones exteriores y de los terminales del D7h 99
8.8 Dimensiones exteriores y de los terminales del D8h 109
8.9 Dimensiones exteriores y de los terminales del E1h 120
8.10 Dimensiones exteriores y de los terminales del E2h 126
8.11 Dimensiones exteriores y de los terminales del E3h 132
8.12 Dimensiones exteriores y de los terminales del E4h 139

9 Consideraciones de instalación mecánica 146
9.1 Almacenamiento 146
9.2 Elevación de la unidad 146
9.3 Entorno de funcionamiento 146
9.4 Configuraciones de montaje 148
9.5 Refrigeración 148
9.6 Reducción de potencia 149

10 Consideraciones de instalación eléctrica 153
10.1 Instrucciones de seguridad 153
10.2 Esquema de cableado 154

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

10.3 Conexiones 155
10.4 Terminales y cableado de control 156
10.5 Fusibles y magnetotérmicos 160
10.6 Motor 162
10.7 Frenado 165
10.8 Dispositivos de corriente diferencial (RCD) y monitor de resistencia de aislamiento (IRM) 168
10.9 Corriente de fuga 168
10.10 Alimentación aislada de tierra (IT) 170
10.11 Rendimiento 170
10.12 Ruido acústico 171
10.13 Condiciones dU/dt 171
10.14 Vista general de compatibilidad electromagnética (CEM) 177
10.15 Instalación conforme a CEM 181
10.16 Resumen de armónicos 183

11 Principios básicos de funcionamiento de un convertidor 186
11.1 Descripción del funcionamiento 186
11.2 Controles de la unidad 186

12 Ejemplos de aplicaciones 196
12.1 Configuraciones de cableado para adaptación automática del motor (AMA) 196
12.2 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad 196
12.3 Configuraciones de cableado de arranque/parada 197
12.4 Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa 199
12.5 Configuración de cableado para velocidad de referencia mediante un potenciómetro manual 199
12.6 Configuración de cableado para aceleración/desaceleración 200
12.7 Configuración de cableado para la conexión de red RS485 200
12.8 Configuración de cableado de un termistor del motor 201
12.9 Configuración de cableado para un ajuste de relé con Smart Logic Control 201
12.10 Configuración de cableado para una bomba sumergible 202
12.11 Configuración de cableado para un controlador de cascada 204
12.12 Configuración de cableado para una bomba de velocidad fija/variable 205
12.13 Configuración de cableado para alternancia de bomba principal 205

13 Cómo encargar un convertidor de frecuencia 206
13.1 Configurador de convertidores de frecuencia 206
13.2 Números de pedido para opciones y accesorios 209
13.3 Números de pedido para filtros y resistencias de frenado 214
13.4 Repuestos 214

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

14 Anexo 215

14.1 Abreviaturas y símbolos 215

14.2 Definiciones 216

Índice 218

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

1 Introducción

1.1 Propósito de la Guía de diseño

Esta guía de diseño está dirigida a:

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

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

VLT® es una marca registrada.

1.2 Recursos adicionales

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

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

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

1.3 Versión del documento y del software

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

Edición	Comentarios	Versión de software
MG22B2xx	Añadido contenido relativo a D1h-D8h	3.10

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.

2 Seguridad

2

2.1 Símbolos de seguridad

En esta guía se han utilizado los siguientes símbolos:

⚠ADVERTENCIA

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

⚠PRECAUCIÓN

Indica una situación potencialmente peligrosa que puede producir lesiones leves o moderadas. También puede utilizarse para alertar contra prácticas no seguras.

AVISO!

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

2.2 Personal cualificado

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

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

2.3 Medidas de seguridad

⚠ADVERTENCIA

TENSIÓN ALTA

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

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

⚠ADVERTENCIA

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)	Protección	Minutos para la descarga
380–480	110-315 kW 150-450 CV	D1h-D8h	20
380–480	355-560 kW 500-750 CV	E1h-E4h	40
525–690	75-400 kW 75-400 CV	D1h-D8h	20
525–690	450-800 kW 450-950 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.

⚠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!

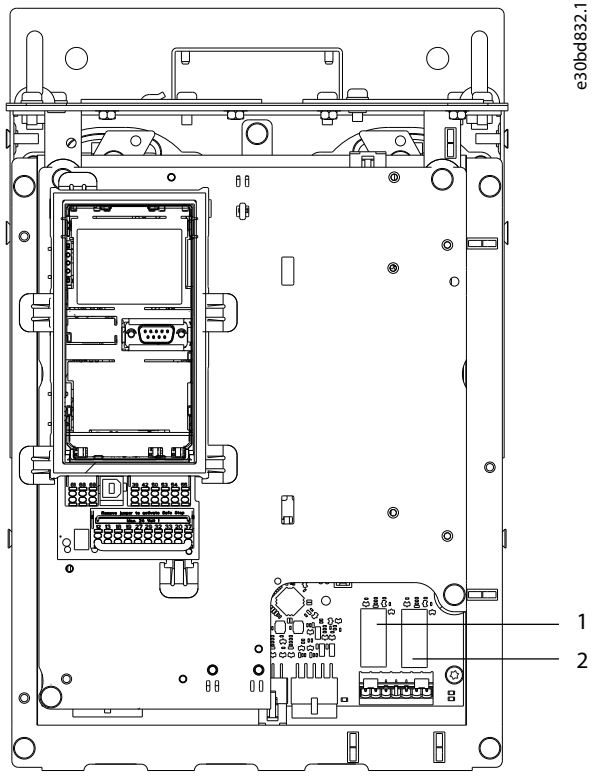
OPCIÓN DE SEGURIDAD DE LA PANTALLA DE LA ALIMENTACIÓN

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

2.3.1 Instalación conforme a ADN

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

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



1, 2	Conectores de relé

Ilustración 2.1 Ubicación de los conectores de relé

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 1.99 del software, la frecuencia de salida del convertidor de frecuencia está limitada a 590 Hz, debido a las normativas de control de exportaciones.

3.1.1.1 Marca CE

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

AVISO!

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

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

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

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

AVISO!

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

Las declaraciones de conformidad están disponibles previa solicitud.

Directiva de tensión baja

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

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

Directiva CEM

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

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

Directiva de máquinas

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

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

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

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 TÜV

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

3.1.1.8 RCM

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

3.1.1.9 Marítima

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 Danfoss de la serie VLT® AQUA Drive 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 *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.

3

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

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

Tabla 3.3 Desglose del número IP

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 Dimensión de los alojamientos por potencia de salida

kW[1)]	CV[1)]	Alojamientos disponibles
110	150	D1h / D3h / D5h / D6h
132	200	D1h / D3h / D5h / D6h
160	250	D1h / D3h / D5h / D6h
200	300	D2h / D4h / D7h / D8h
250	350	D2h / D4h / D7h / D8h
315	450	D2h / D4h / D7h / D8h
355	500	E1h / E3h
400	600	E1h / E3h
450	600	E1h / E3h
500	650	E2h / E4h
560	750	E2h / E4h

Tabla 4.1 Potencias de salida de los alojamientos, 380-480 V

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

kW[1)]	CV[1)]	Alojamientos disponibles
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	D1h / D3h / D5h / D6h
200	250	D2h / D4h / D7h / D8h
250	300	D2h / D4h / D7h / D8h
315	350	D2h / D4h / D7h / D8h
400	400	D2h / D4h / D7h / D8h
450	450	E1h / E3h
500	500	E1h / E3h
560	600	E1h / E3h
630	650	E1h / E3h
710	750	E2h / E4h
800	950	E2h / E4h

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

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

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)	110–160	200–315	110–160	200–315	110–160	110–160	200–315	200–315
Salida a 460 V (CV)	150–250	300–450	150–250	300–450	150–250	150–250	300–450	300–450
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, 380-480 V

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

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

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.

Tamaño del alojamiento	E1h	E2h	E3h	E4h
Potencia de salida[1]				
Salida a 400 V (kW)	355–450	500–560	355–450	500–560
Salida a 460 V (CV)	500–600	650–750	500–600	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)	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, 380-480 V

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

2) 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.

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)	75–160	200–400	75–160	200–400	75–160	75–160	200–400	200–400
Salida a 575 V (CV)	75–200	250–400	75–200	250–400	75–200	75–200	250–400	250–400
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 normal. La salida se mide a 690 V (kW) y 575 V (CV).

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

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.

Tamaño del alojamiento	E1h	E2h	E3h	E4h
Potencia de salida[1)]				
Salida a 690 V (kW)	450–630	710–800	450–630	710–800
Salida a 575 V (CV)	450–650	750–950	450–650	750–950
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 normal. 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 de los kits

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.

5 Funciones del producto

5.1 Funciones de funcionamiento automatizadas

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

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

5.1.1 Protección ante cortocircuitos

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

Lado de alimentación
Un convertidor que funciona correctamente limita la corriente que puede consumir de la fuente de alimentación. En cualquier caso, se recomienda utilizar fusibles y/o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación, a modo de protección en caso de avería de componentes internos del convertidor (primer fallo). Los fusibles del lado de alimentación son obligatorios para la conformidad con UL.

AVISO!

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

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

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

5.1.2 Protección contra sobretensión

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

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

AVISO!

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

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

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

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

AVISO!

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

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

AVISO!

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

5

5.1.3 Detección de que falta una fase del motor

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

5.1.4 Detección de desequilibrios en la tensión de alimentación

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

5.1.5 Conmutación en la salida

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

5.1.6 Protección de sobrecarga

Límite de par
La función de límite de par protege el motor ante sobrecargas, independientemente de la velocidad. El límite de par se controla en *parámetro 4-16 Torque Limit Motor Mode* y *parámetro 4-17 Torque Limit Generator Mode*. El intervalo de tiempo anterior a que la advertencia de límite de par realice la desconexión se controla en el *parámetro 14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

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

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

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

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

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

5.1.7 Protecc. rotor bloqueado

Puede haber situaciones en las que el rotor se bloquee debido a una carga excesiva o a otros factores. El rotor bloqueado no puede producir una refrigeración suficiente, lo que a su vez puede sobrecalentar el bobinado del motor. El convertidor de frecuencia puede detectar la situación de rotor bloqueado con un control de flujo de PM en lazo abierto y control PM VVC+ (*parámetro 30-22 Locked Rotor Detection*).

5.1.8 Reducción de potencia automática

El convertidor de frecuencia comprueba constantemente los siguientes niveles críticos:

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

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

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

AVISO!

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

5.1.9 Optimización automática de la energía

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

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

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

5.1.10 Modulación automática de frecuencia de conmutación

El convertidor de frecuencia genera pulsos eléctricos cortos para formar un patrón de onda de CA. La frecuencia de conmutación es el ritmo de estos pulsos. Una frecuencia de conmutación baja (ritmo de pulsos lento) causa ruido audible en el motor, de modo que es preferible una frecuencia de conmutación más elevada. Una frecuencia de conmutación alta, sin embargo, genera calor en el convertidor de frecuencia, lo que puede limitar la cantidad de corriente disponible en el motor.

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

5.1.11 Reducción automática de potencia por alta frecuencia de conmutación

El convertidor de frecuencia está diseñado para un funcionamiento continuo a plena carga a frecuencias de conmutación comprendidas entre 1,5 y 2 kHz para 380-480 V, y entre 1 y 1,5 kHz para 525-690 V. El rango de frecuencia depende del nivel de potencia y de la tensión nominal. Una frecuencia de conmutación que supere el rango máximo permitido genera un aumento del calor en el convertidor de frecuencia y requiere que se reduzca la potencia de la intensidad de salida.

Una característica automática del convertidor de frecuencia es que el control de la frecuencia de conmutación depende de la carga. Esta característica permite al motor obtener la máxima frecuencia de conmutación permitida por la carga.

5.1.12 Rendimiento de fluctuación de potencia

El convertidor de frecuencia soporta fluctuaciones de la alimentación como:

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

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

5.1.13 Amortiguación de resonancia

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

5.1.14 Ventiladores controlados por temperatura

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

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 correc-

tamente 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*.

5.1.16 Aislamiento galvánico de los terminales de control

Todos los terminales de control y los terminales de relé de salida están galvánicamente aislados de la alimentación, lo cual protege completamente los circuitos de control de la intensidad de entrada. Los terminales de relé de salida necesitan su propia toma de tierra. Estos aislamientos cumplen con los estrictos requisitos de protección de tensión muy baja (PELV) para el aislamiento.

Los componentes que conforman el aislamiento galvánico son:

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

5.2 Funciones de aplicación personalizadas

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

5.2.1 Adaptación automática del motor

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

5.2.2 Controlador PID integrado

El controlador proporcional, integral y derivativo (PID) integrado elimina la necesidad de dispositivos de control auxiliares. El controlador PID mantiene un control constante de los sistemas de lazo cerrado en los que se deben mantener regulados la presión, el flujo, la temperatura u otros requisitos del sistema.

El convertidor de frecuencia puede utilizar dos señales de realimentación de dos dispositivos diferentes, lo cual permite regular el sistema con requisitos de realimentación diferentes. El convertidor de frecuencia toma decisiones de control comparando las dos señales para optimizar el rendimiento del sistema.

5.2.3 Protección térmica motor

La protección térmica del motor se puede proporcionar mediante:

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

El ETR calcula la temperatura del motor midiendo la intensidad, la frecuencia y el tiempo de funcionamiento. El convertidor de frecuencia muestra la carga térmica del motor en forma de porcentaje y puede emitir una advertencia cuando llega a un valor de consigna de sobrecarga programable.
Las opciones programables en la sobrecarga permiten que el convertidor de frecuencia detenga el motor, reduzca la salida o ignore la condición. Incluso a velocidades bajas, el convertidor de frecuencia cumple con las normas de sobrecarga electrónica del motor I2t de clase 20.

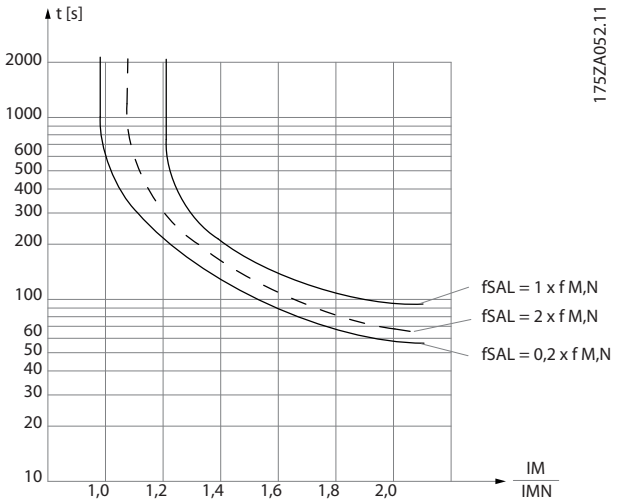


Ilustración 5.1 Características ETR

el eje X muestra la relación entre los valores I_{motor} e I_{motor} nominal. El eje Y muestra el intervalo en segundos antes de que el ETR se corte y desconecte el convertidor de frecuencia. Las curvas muestran la velocidad nominal característica, al doble de la velocidad nominal y al 0,2 x de la velocidad nominal.
A una velocidad inferior, el ETR se desconecta con un calentamiento inferior debido a una menor refrigeración del motor. De ese modo, el motor queda protegido frente a un posible sobrecalentamiento, incluso a baja velocidad. La función ETR calcula la temperatura del motor en función de la intensidad y la velocidad reales. La temperatura calculada puede verse como un parámetro de lectura de datos en el *parámetro 16-18 Motor Thermal*. También está disponible una versión especial del ETR para motores EX-e en zonas ATEX. Esta función hace posible introducir una curva específica para proteger el motor Ex-e. Consulte las instrucciones de configuración en la *guía de programación*.

5.2.4 Protección térmica del motor para motores Ex-e

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

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

Requisitos relativos al motor Ex-e

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

AVISO!

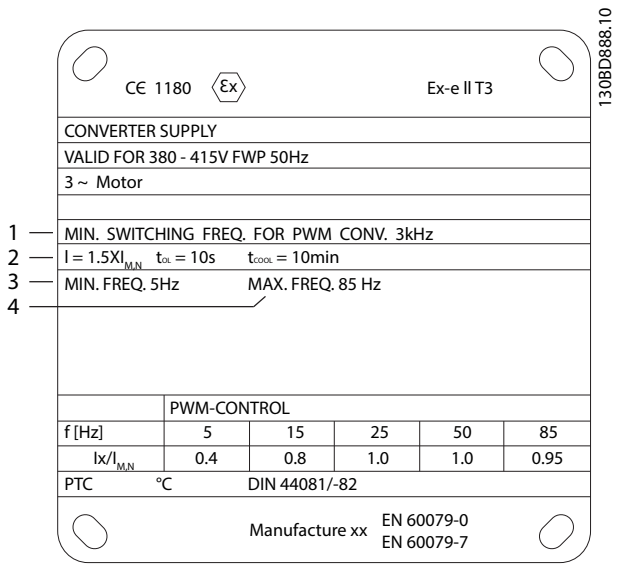
Instale el convertidor fuera del área peligrosa.

- Asegúrese de que el motor Ex-e cuente con un dispositivo de protección de sobrecarga homologado por ATEX. Dicho dispositivo controlará la temperatura de los bobinados del motor. En caso de alcanzarse un nivel de temperatura crítico o de producirse una avería, el dispositivo desconectará el motor.
  - La opción VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 ofrece un control de la temperatura del motor con certificación 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 Switching Frequency*.

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

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

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



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

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

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

- No supere la proporción máxima permitida entre el tamaño del convertidor y el del motor. El valor normal es $I_{VLT,\,n} \leq 2 \times I_{m,n}$
- 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.

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 Mains Failure*) para diferentes tipos de comportamientos durante un corte de red:

- Bloqueo por alarma cuando el enlace de CC se agote.
- Inercia con función de motor en giro cuando vuelva la alimentación (*parámetro 1-73 Flying Start*).
- Energía regenerativa.
- Rampa de deceleración controlada.

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

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

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

5.2.6 Rearranque automático

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

5.2.7 Par completo a velocidad reducida

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

5.2.8 Bypass de frecuencia

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

5.2.9 Precalentador del motor

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

5.2.10 Ajustes programables

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

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

5.2.11 Smart Logic Control (SLC)

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

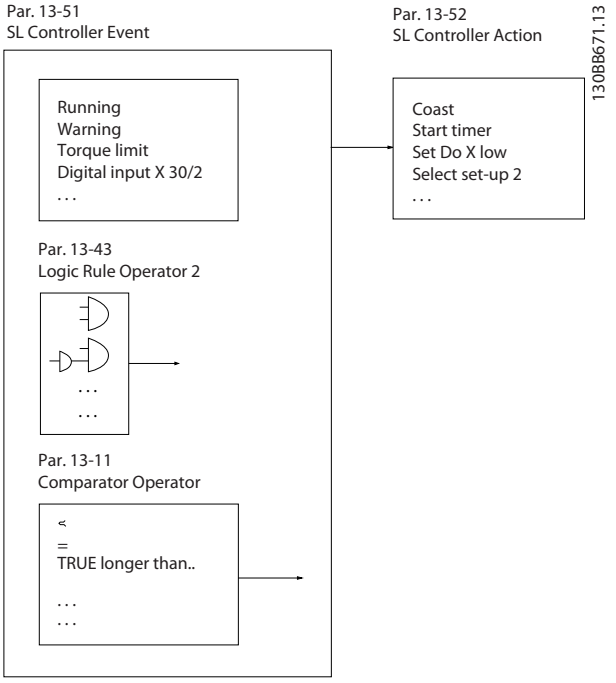


Ilustración 5.3 Evento y acción SLC

Los eventos y acciones están numerados y enlazados en parejas (estados), lo que significa que cuando el evento [0] se cumple (cuando alcanza el valor VERDADERO), se ejecuta la acción [0]. Después de ejecutarse la primera acción, se evalúan las condiciones del siguiente evento. Si dicho evento se evalúa como verdadero, entonces se ejecutará la acción correspondiente. En cada momento solo se evalúa un evento. Si un evento se evalúa como falso, no sucede nada en el SLC durante el intervalo de exploración actual y no se evaluarán otros eventos. Cuando se inicia el SLC, solo evalúa el evento [0] en cada intervalo de exploración. El SLC ejecuta una acción [0] e inicia la evaluación del siguiente evento solo si el evento [0] se considera verdadero. Se pueden programar de 1 a 20 eventos y acciones.
Cuando se haya ejecutado el último evento o acción, la secuencia volverá a comenzar desde el evento o acción [0]. En la *Ilustración 5.4* se muestra un ejemplo con cuatro eventos/acciones:

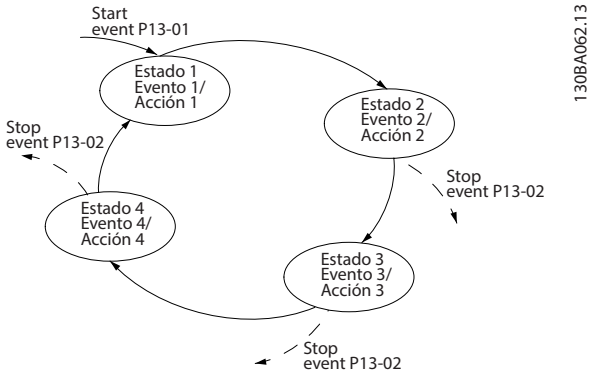


Ilustración 5.4 Orden de ejecución cuando están programados 4 eventos/acciones

Comparadores

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

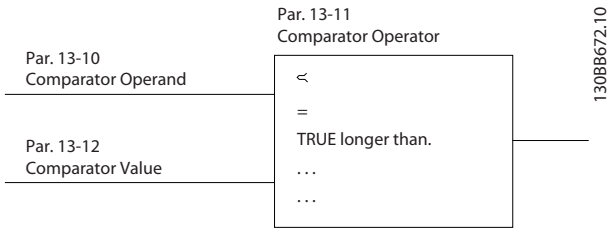


Ilustración 5.5 Comparadores

Reglas lógicas

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

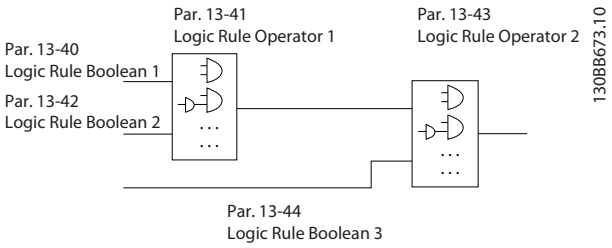


Ilustración 5.6 Reglas lógicas

5.2.12 Safe Torque Off

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

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

Responsabilidad

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

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

5.3 Funciones específicas del convertidor VLT® AQUA Drive FC 202

El VLT® AQUA Drive FC 202 está diseñado para aplicaciones de agua y aguas residuales. Entre la amplia gama de funciones de serie y opcionales se incluyen un menú rápido y SmartStart optimizados con un enfoque en las aplicaciones de agua y aguas residuales:

- **Control en cascada**
  El control en cascada básico se integra de serie, con una capacidad de hasta tres bombas. El control en cascada permite el control de velocidad de una bomba individual en un sistema múltiple de bombas. Esta función representa una solución económica para conjuntos de refuerzo. Los sistemas con varias bombas de velocidad variable requieren el controlador de cascada ampliado VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 o el controlador de cascada avanzado VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102.
- **Alternancia del motor**
  La función de alternancia del motor resulta adecuada para las aplicaciones con dos motores o dos bombas que comparten un convertidor de frecuencia.
- **Compensación del caudal**
  La compensación de caudal adapta el valor de consigna en función del caudal, de forma que permite montar el sensor de presión cerca de la bomba.
- **Detección de funcionamiento en seco**
  Esta característica previene los daños a la bomba evitando el funcionamiento en seco y el sobrecalentamiento de la bomba.

- **Detección de fin de curva**
  Esta función detecta cuándo la bomba funciona a máxima velocidad y el valor de consigna no puede alcanzarse durante un periodo definido por el usuario.
- **Barrido**
  Esta función de limpieza reactiva o preventiva está concebida para las bombas de aplicaciones de aguas residuales. Consulte *capétulo 5.6 Vista general de la función de barrido* para obtener mas información.
- **Rampas iniciales/finales**
  La programación de tiempos de rampa cortos hasta/desde la velocidad mínima protege los cojinetes y garantiza la suficiente refrigeración en aplicaciones con bombas sumergibles.
- **Protección de válvula de retención**
  Una pendiente lenta de rampa de desaceleración protege las válvulas y evita los golpes de ariete.
- **STO**
  La STO activa la función de Safe Torque Off (inercia) cuando se produce una situación grave.
- **Detección de caudal bajo**
  Esta función detecta los estados de ausencia de caudal o caudal bajo del sistema.
- **Modo reposo**
  El modo reposo ahorra energía deteniendo la bomba cuando no hay demanda.
- **Modo llenado de tuberías**
  El modo llenado de tubería incluye funciones para el llenado suave de tuberías y para evitar los golpes de ariete. Esta característica ofrece distintos modos para las tuberías horizontales y verticales.
- **Reloj en tiempo real**
- **Smart logic control (SLC)**
  El SLC comprende la programación de una secuencia que consta de eventos y acciones. El SLC ofrece una amplia gama de funciones de PLC con comparadores, reglas lógicas y temporizadores.
- **Pre/post Lube**
  Consulte *capétulo 5.7 Vista general de la función Pre/post lube* para obtener mas información.
- **Confirmación del caudal**
  Consulte *capétulo 5.8 Vista general de la confirmación de caudal* para obtener mas información.
- **Control avanzado de la velocidad mínima para bombas sumergibles**
  Consulte *capétulo 5.9 Vista general del control avanzado de la velocidad mínima* para obtener mas información.
- **Mantenimiento preventivo**
  La función de mantenimiento preventivo permite la programación de intervalos de mantenimiento en el convertidor de frecuencia.

5.3.1 Fácil configuración

SmartStart
Gracias al asistente SmartStart, ahora resulta más fácil y rentable poner en marcha el convertidor de frecuencia. SmartStart se activa en el primer encendido o tras un reinicio de fábrica y guía a los usuarios a través de una serie de pasos fáciles para asegurar un control del motor correcto y muy rentable. El SmartStart también puede activarse directamente a través del menú rápido.

- Una sola bomba o motor en modo de lazo abierto o cerrado.
- Alternancia del motor: cuando dos motores comparten un mismo convertidor.
- Control en cascada básico: control de velocidad de una única bomba en un sistema de bombas múltiples.
- Maestro-esclavo: controle hasta ocho convertidores de frecuencia y bombas para asegurar el correcto funcionamiento de todo el sistema de bombeo.

Menú rápido
La entrada «Agua y bombas» del menú rápido facilita un acceso rápido a las funciones mas comunes de agua y bombas del VLT® AQUA Drive FC 202:

- Rampas especiales (rampa inicial/final, rampa de válvula de retención).
- Modo reposo.
- Barrido.
- Detección de funcionamiento en seco.
- Detección de fin de curva.
- Compensación del caudal.
- Modo llenado de tubería para sistemas de tuberías horizontales, verticales y mixtos.
- Rendimiento de control.
- Control de velocidad mínima.

5.4 Aspectos generales del control en cascada

Las opciones del controlador de cascada amplían el número de relés disponibles. Una vez instalada una de las opciones, las funciones del controlador de cascada se manejan a través del panel de control. El controlador de cascada VLT® Extended Cascade Controller MCO 101 y el controlador de cascada avanzado VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 son opciones adicionales que amplían

el número admitido de bombas y las funcionalidades del controlador de cascada integrado en el VLT® AQUA Drive FC 202.

Están disponibles las siguientes opciones de control en cascada:

- Controlador de cascada básico integrado (controlador de cascada estándar).
- MCO 101 (controlador de cascada ampliado).
- MCO 102 (controlador de cascada avanzado).

5

Para obtener más información, consulte el *capétulo 12 Ejemplos de aplicaciones* y la *Guía de programación*.

El controlador de cascada ampliado puede utilizarse de dos modos diferentes:

- Con las funciones ampliadas controladas por el *grupo de parámetros 27-** Cascade CTL Option*.
- Se amplía el número de relés disponibles para la cascada básica controlada por el *grupo de parámetros 25-** Controlador de cascada.*

El MCO 101 permite utilizar un máximo de 5 relés de control en cascada. Con el MCO 102 es posible controlar hasta 8 bombas. Las opciones pueden alternar la bomba principal con dos relés por bomba.

AVISO!

Si el MCO 102 está instalado, la tarjeta de relé VLT® Relay Card MCB 105 puede ampliar el número de relés hasta 13.

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

La opción de controlador de cascada permite controlar varias bombas configuradas en paralelo mediante:

- El encendido y apagado automático de cada bomba.
- El control de la velocidad de las bombas.

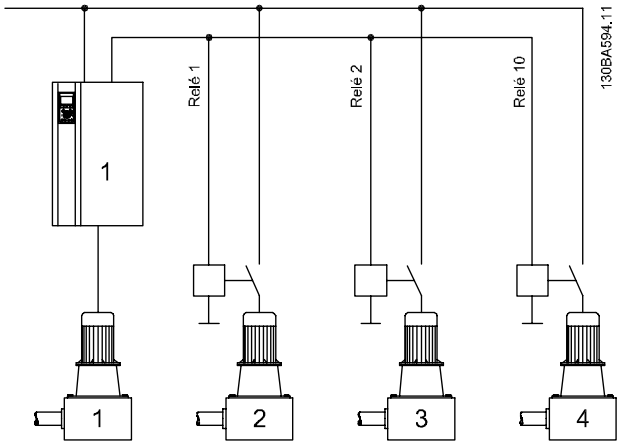
Mediante el uso de los controladores de cascada, las bombas individuales se activan (conexión) y desactivan (desconexión) automáticamente según sea necesario para satisfacer la demanda de caudal o presión de la salida del sistema. La velocidad de las bombas conectadas al VLT® AQUA Drive FC 202 también se controla para ofrecer un intervalo continuo de salida del sistema.

Uso indicado
Las opciones de controlador de cascada están diseñadas para aplicaciones de bombeo, pero también es posible usar controladores de cascada en cualquier aplicación que requiera varios motores configurados en paralelo.

Principio de funcionamiento
El software del controlador de cascada funciona desde un único convertidor de frecuencia con la opción de controlador de cascada. Controla un conjunto de bombas, cada una de ellas controlada a su vez por un convertidor o conectada a un contactor o un arrancador suave.

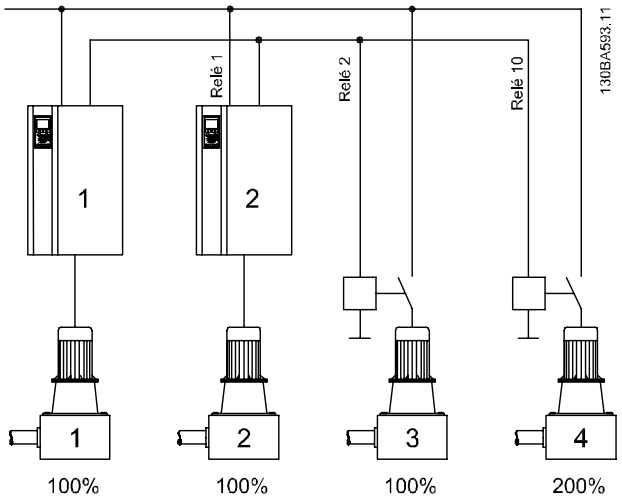
Los convertidores adicionales del sistema (convertidores esclavos) no necesitan una tarjeta de opciones del controlador de cascada. Se accionan en modo de lazo abierto y reciben su velocidad de referencia del convertidor maestro. Las bombas conectadas a convertidores de frecuencia esclavos se denominan «bombas de velocidad variable».

Las bombas conectadas a la alimentación a través de un contactor o de un arrancador suave se denominan bombas de velocidad fija. Cada bomba, sea de velocidad fija o variable, está controlada por un relé del convertidor maestro. Las opciones del controlador de cascada pueden controlar una combinación de bombas de velocidad variable y de velocidad fija.



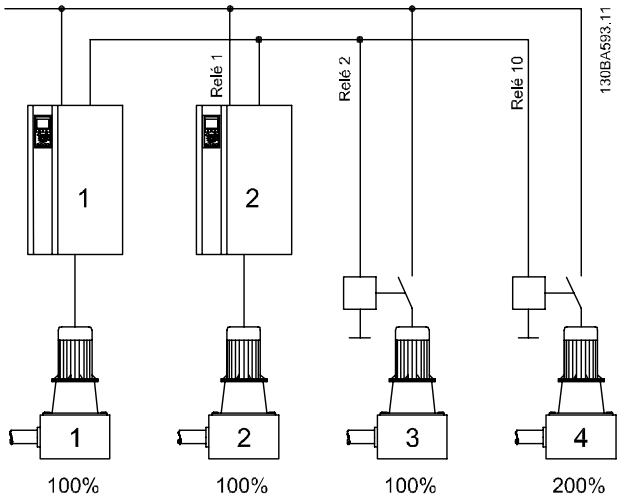
Integrado	1 VSP + 2 FSP *grupo de parámetros 25-** Controlador de cascada*
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	1 VSP + 5 FSP *grupo de parámetros 25-** Controlador de cascada*
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	1 VSP + 8 FSP *grupo de parámetros 25-** Controlador de cascada*

Ilustración 5.7 Resumen de la aplicación



Integrado	–
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	De 1 a 6 VSP + de 1 a 5 FSP (máximo seis bombas) *grupo de parámetros 27-** Cascade CTL Option*
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	De 1 a 8 VSP + de 1 a 7 FSP(máximo ocho bombas) *grupo de parámetros 27-** Cascade CTL Option*

Ilustración 5.8 Resumen de la aplicación



Integrado	–
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	6 VSP *grupo de parámetros 27-** Cascade CTL Option*
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	8 VSP *grupo de parámetros 27-** Cascade CTL Option*

Ilustración 5.9 Resumen de la aplicación

VSP = Bomba de velocidad variable (conectada directamente al convertidor de frecuencia).

FSP = Bomba de velocidad fija (el motor se podría conectar con contactor, arrancador suave o arrancador en estrella/ triángulo)

5.5 Vista general del controlador de cascada básico

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

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

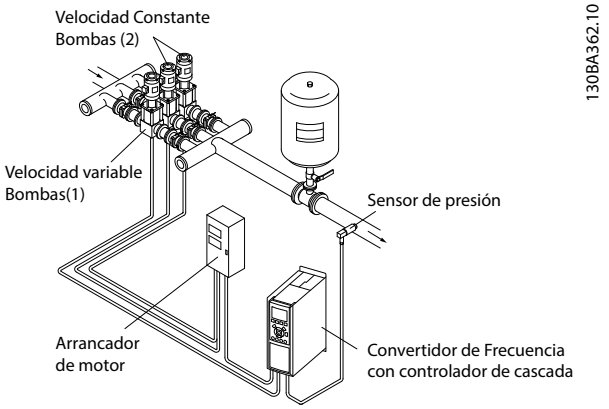


Ilustración 5.10 Controlador de cascada básico

Bomba principal fija

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

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

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

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

La carga actual del sistema determina la conexión por etapas.

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

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

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

5.5.1.1 Conexión por etapas de bombas con alternancia de bomba principal

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

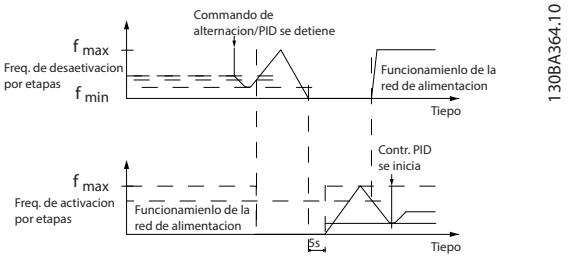


Ilustración 5.11 Alternancia bomba principal

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

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

5.5.1.2 Estado y funcionamiento del sistema

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

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

- El estado de las bombas es una lectura de datos de estado de los relés asignados a cada bomba. La pantalla muestra las bombas que están

desactivadas, apagadas, funcionando en el convertidor y funcionando con la alimentación de red o el arrancador del motor.

- El estado de cascada es una lectura de datos del estado del controlador de cascada. La pantalla muestra lo siguiente:
  - El controlador de cascada está desactivado.
  - Todas las bombas están desactivadas.
  - Una emergencia ha detenido todas las bombas.
  - Todas las bombas están en funcionamiento.
  - Las bombas de velocidad fija se están conectando/desconectando por etapas.
  - Alternancia de bomba principal.
- La desconexión por etapas cuando no hay caudal asegura que todas las bombas de velocidad fija sean detenidas individualmente hasta que desaparezca el estado de falta de caudal.

5.6 Vista general de la función de barrido

La función del barrido es eliminar los desechos del aspa de la bomba en las aplicaciones de aguas residuales, para que la bomba funcione con normalidad.
Un evento de barrido se define como el tiempo que transcurre desde que el convertidor de frecuencia empieza el barrido hasta que lo termina. Cuando se inicia un barrido, primero se detiene el convertidor de frecuencia y luego finaliza un retardo de desactivación antes de comenzar el primer ciclo.

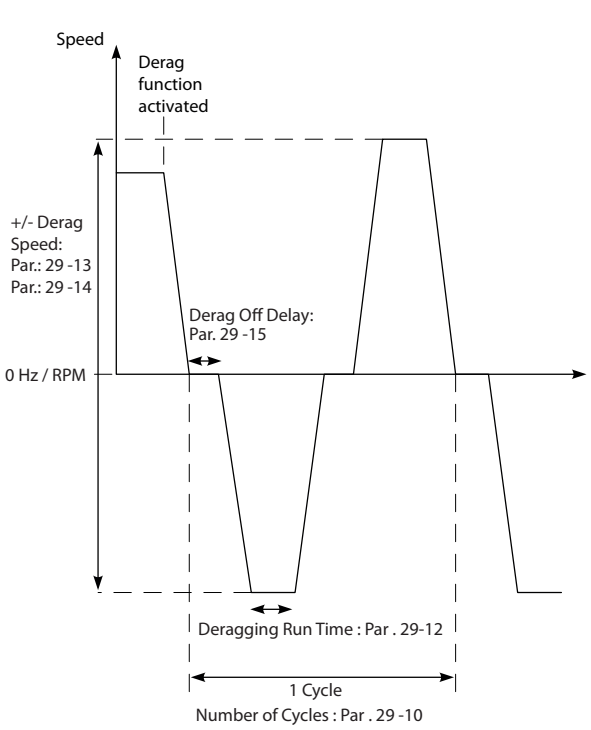


Ilustración 5.12 Función de barrido

Si se activa un barrido desde un estado de detención del convertidor de frecuencia, se omite el primer retardo de desactivación. El evento de barrido se compone de varios ciclos. Un ciclo se compone de un pulso en dirección inversa, seguido de un pulso hacia delante. Se considera que el barrido ha terminado cuando finaliza la cantidad especificada de ciclos. En concreto, en el último pulso (siempre es hacia delante) del último ciclo, el barrido se considera terminado tras finalizar el tiempo de ejecución del barrido (el convertidor de frecuencia funciona a la velocidad de barrido). Entre los pulsos, la salida del convertidor de frecuencia avanza por inercia durante un tiempo especificado de retardo de desactivación, para dejar que se asienten los residuos de la bomba.

AVISO!

No active el barrido si la bomba no puede funcionar en dirección inversa.

Hay tres avisos diferentes durante un evento de barrido en curso:

- Estado en el LCP: *Barrido remoto automático*.
- Un bit en el código de estado ampliado (bit 23, 80 0000 hex)
- Se puede configurar una salida digital para que refleje el estado del barrido activo.

Según la aplicación y el objetivo de esta, la función de barrido se puede usar como medida preventiva o reactiva, y se puede iniciar de las siguientes formas:

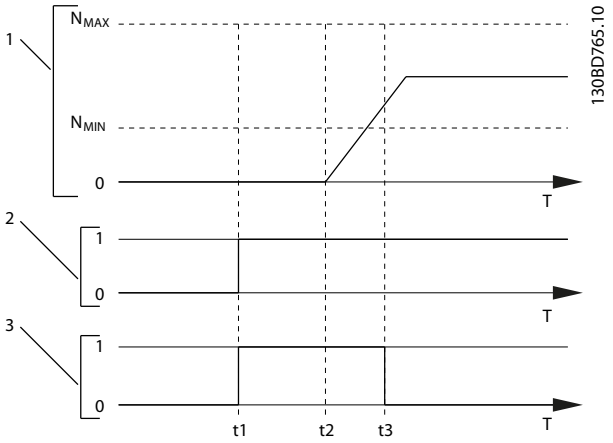
- En cada orden de arranque (*parámetro 29-11 Derag at Start/Stop*).
- En cada orden de parada (*parámetro 29-11 Derag at Start/Stop*).
- En cada orden de arranque/parada (*parámetro 29-11 Derag at Start/Stop*).
- En una entrada digital (*grupo de parámetros 5-1* Entradas digitales*).
- En una acción del convertidor de frecuencia con el controlador Smart Logic (*parámetro 13-52 SL Controller Action*).
- Como acción temporizada (*grupo de parámetros 23-** Funciones basadas en el tiempo*).
- En potencia alta (*grupo de parámetros 29-2* Derag Power Tuning*).

5.7 Vista general de la función Pre/post lube

Algunos motores requieren la lubricación de sus piezas mecánicas antes y durante su funcionamiento para evitar daños y desgaste. Esto es especialmente cierto cuando el motor no ha estado en funcionamiento durante periodos prolongados. La función de Pre Lube también admite aplicaciones que requieran el uso de ciertos ventiladores de extracción. La función de Pre Lube indica a dispositivos externos el inicio de determinadas acciones que se efectuarán durante un periodo definido por el usuario y que comenzarán en el flanco ascendente de una orden de funcionamiento (por ejemplo, una solicitud de arranque). Además, puede introducirse un retardo de arranque (*parámetro 1-71 Start Delay*) para que la función de Pre Lube solo se efectúe mientras el convertidor de frecuencia esté detenido y finalice justo antes de que el convertidor de frecuencia inicie la rampa de aceleración. La función de Pre Lube también puede configurarse para que el dispositivo externo permanezca señalizado siempre que el convertidor de frecuencia esté en funcionamiento o para que la señal permanezca una vez que el motor se haya detenido (*parámetro 29-42 Post Lube Time*). Los ejemplos de aplicación incluyen un dispositivo para lubricar las partes mecánicas de un motor/bomba o algún tipo de ventilador de extracción.

Un ejemplo de uso de un dispositivo de lubricación sería el inicio de la lubricación en el flanco ascendente de una solicitud de arranque. Retrase el arranque durante un tiempo y detenga la lubricación cuando concluya el retardo y arranque el convertidor de frecuencia.

La *Ilustración 5.13* muestra un uso diferente de la función. En este caso, el retardo finaliza cuando el convertidor de frecuencia ya está iniciando la aceleración. Consulte los parámetros relacionados en la *Tabla 5.1*.



1	Curva de velocidad.
2	Orden de arranque (por ejemplo, el terminal 18).
3	Señal externa de Pre Lube.
t_1	Orden de arranque emitida (por ejemplo, el terminal 18 se ajusta como activo) El temporizador de retardo de arranque (*parámetro 1-71 Start Delay*) y el temporizador de Pre Lube (*parámetro 29-41 Pre Lube Time*).
t_2	Concluye el temporizador de retardo de arranque. El convertidor de frecuencia comienza a acelerar.
t_3	Concluye el temporizador de Pre Lube (*parámetro 29-41 Pre Lube Time*).

Ilustración 5.13 Ejemplo de la función Pre/Post Lube

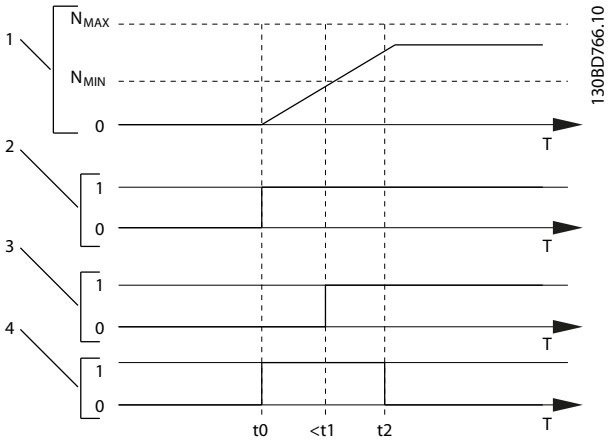
Parámetro y nombre	Descripción	Ajustes	Unidad
Parámetro 29-40 Pre/Post Lube Function	Seleccione la función Pre/Post Lube. Utilice el *parámetro 1-71 Start Delay* para ajustar el retardo antes de que el motor comience a acelerar.	*[0]*Disabled [1] Pre Lube Only [2] Pre & Running [3] Pre & Running & Post*	–
Parámetro 29-41 Pre Lube Time	Introduzca la duración de la señal tras la señal de arranque. Se usa solo cuando se seleccione *[1] Pre lube Only* en *parámetro 29-40 Pre/Post Lube Function*.	*0–600 (*10)*	s

Parámetro y nombre	Descripción	Ajustes	Unidad
Parámetro 29-42 Post Lube Time	Seleccione la duración de la señal una vez que el motor se haya detenido. Se utiliza solo cuando se seleccione *[3] Pre & running & post* en *parámetro 29-40 Pre/Post Lube Function*.	*0–600 (*10)*	s

Tabla 5.1 Parámetros de Pre/Post Lube

5.8 Vista general de la confirmación de caudal

La función de confirmación del caudal está diseñada para las aplicaciones en las que se necesita que el motor o bomba funcione mientras espera un evento externo. El monitor de confirmación del caudal espera obtener una entrada digital a partir de un sensor de una válvula de compuerta, un conmutador de caudal o un dispositivo externo similar que indique que el dispositivo está en posición abierta y que el caudal es posible. En el *parámetro 29-50 Validation Time*, defina cuánto tiempo esperará el VLT® AQUA Drive FC 202 para que la señal de entrada digital del dispositivo externo confirme el caudal. Una vez que el caudal ha sido confirmado, el convertidor de frecuencia comprueba de nuevo la señal tras el periodo de verificación del caudal y después se ejecuta con normalidad. El estado del LCP indica *Verifying flow* (comprobando el caudal) mientras el monitor de caudal está activo.
Si la señal de entrada digital esperada se apaga antes de que transcurra el periodo de validación del caudal o antes de que concluya el periodo de verificación, el convertidor salta con la *alarma 92: Falta de caudal*.



1	Curva de velocidad.
2	Orden de arranque (por ejemplo, el terminal 18).
3	Señal digital de un dispositivo externo que confirma que el caudal es posible.
4	Comprobación del caudal.
t_0	Orden de arranque emitida (por ejemplo, el terminal 18 se ajusta como activo)
t_1	La señal digital de un dispositivo externo se activa antes de que concluya *parámetro 29-50 Validation Time*.
t_2	Una vez transcurrido el tiempo del *parámetro 29-51 Verification Time*, el convertidor comprueba nuevamente la señal del dispositivo externo y después funciona con normalidad.

Ilustración 5.14 Confirmación del caudal

Parámetro y nombre	Descripción	Ajustes	Unidad
Parámetro 29-50 Validation Time	La entrada digital debe permanecer activa durante el periodo de validación.	*0,1-999,0 (*dependiente del tamaño)*	s
Parámetro 29-51 Verification Time	El caudal se confirmará si, al final del periodo de verificación, la entrada digital sigue activa.	*0.1–255.0 (*15)*	s

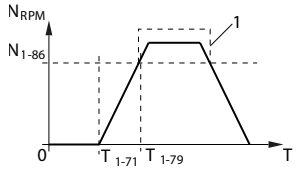
Tabla 5.2 Parámetros de confirmación del caudal

AVISO!

Los parámetros solo son visibles en el LCP cuando se configura una entrada digital como confirmación del caudal.

5.9 Vista general del control avanzado de la velocidad mínima

Algunas bombas son sensibles al funcionamiento a baja velocidad. Una refrigeración o lubricación insuficientes a baja velocidad son las causas habituales.
En condiciones de sobrecarga, el convertidor de frecuencia se protege a sí mismo mediante sus funciones de protección, entre las que se incluye la bajada de velocidad. Por ejemplo, el control del límite de corriente puede bajar la velocidad. A veces, la velocidad puede descender por debajo de la velocidad especificada en el *parámetro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* y el *parámetro 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]*.
Si la velocidad baja por debajo de un valor determinado, la función de control avanzado de la velocidad mínima desconecta el convertidor de frecuencia. Si el motor de la bomba no alcanza la velocidad especificada en el *parámetro 1-86 Trip Speed Low [RPM]* dentro del espacio de tiempo especificado en el *parámetro 1-79 Pump Start Max Time to Trip* (la rampa tarda demasiado), el convertidor de frecuencia se desconecta. Los temporizadores de *parámetro 1-71 Start Delay* y *parámetro 1-79 Pump Start Max Time to Trip* se inician simultáneamente cuando se emite una orden de arranque. Por ejemplo, si el valor del *parámetro 1-71 Start Delay* es mayor o igual al valor del *parámetro 1-79 Pump Start Max Time to Trip*, el convertidor de frecuencia no arrancará nunca.



T_{1-71}	*Parámetro 1-71 Start Delay*.
T_{1-79}	*Parámetro 1-79 Pump Start Max Time to Trip*. Este intervalo de tiempo incluye el tiempo establecido en T_{1-71}.
N_{1-86}	*Parámetro 1-86 Trip Speed Low [RPM]*. Si la velocidad desciende por debajo de este valor durante el funcionamiento normal, el convertidor de frecuencia se desconecta.
1	Funcionamiento normal.

Ilustración 5.15 Control avanzado de la velocidad mínima

5.10 Vista general del freno dinámico

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

- Freno de CA
  La energía del freno se distribuye en el motor mediante la modificación de las condiciones de pérdida del motor (*parámetro 2-10 Brake Function* = [2]). La función de freno de CA no puede utilizarse en aplicaciones con alta frecuencia de reseteo, ya que esta situación sobrecalienta el motor.
- Freno CC
  Una intensidad de CC sobremodulada añadida a la intensidad de CA funciona como un freno de corriente parásita (*parámetro 2-02 DC Braking Time* ≠ 0 s).
- Resistor brake (Freno con resistencia)
  Un IGBT del freno mantiene una sobretensión bajo un umbral determinado dirigiendo la energía del freno desde el motor a la resistencia de frenado conectada (*parámetro 2-10 Brake Function* = [1]) Para obtener más información sobre la selección de la resistencia de frenado, consulte la *Guía de diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101*.

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

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

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

La señal de puerta del IGBT del freno se origina en la tarjeta de control y se envía al IGBT de freno mediante la tarjeta de potencia y la tarjeta de accionamiento de puerta. Asimismo, las tarjetas de potencia y control vigilan el IGBT del freno por si se produjesen cortocircuitos. La tarjeta de potencia también controla la posibilidad de sobrecargas en la resistencia de frenado.

5.11 Vista general de la función de carga compartida

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

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

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

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

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

- El convertidor deberá contar con terminales de carga compartida.
- Los productos deben ser de la misma serie. Utilice exclusivamente convertidores de frecuencia VLT® AQUA Drive FC 202 con otros convertidores VLT® AQUA Drive FC 202.
- 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 5.16*, puede consultar el diagrama de una aplicación de carga compartida en la que se aplican las mejores prácticas. Para obtener más información sobre las aplicaciones de carga compartida, póngase en contacto con Danfoss.

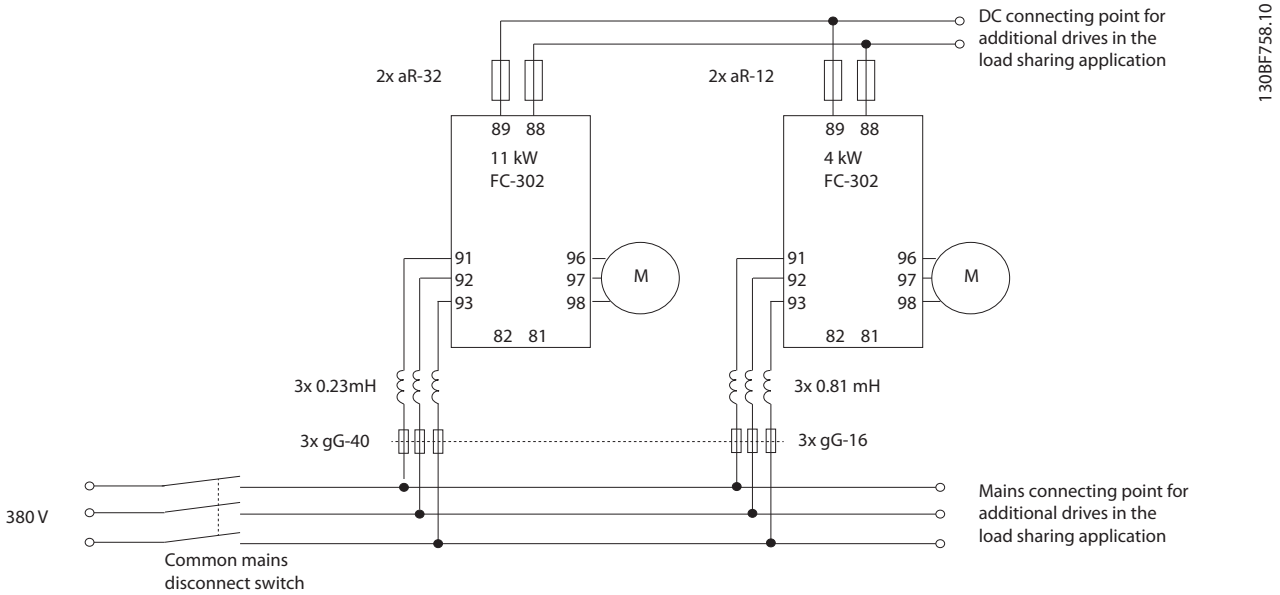


Ilustración 5.16 Diagrama de una aplicación de carga compartida en la que se aplican las mejores prácticas.

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.

5.12 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.

5.13 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.

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

5.13.1 Flujo de aire para los alojamientos D1h-D8h

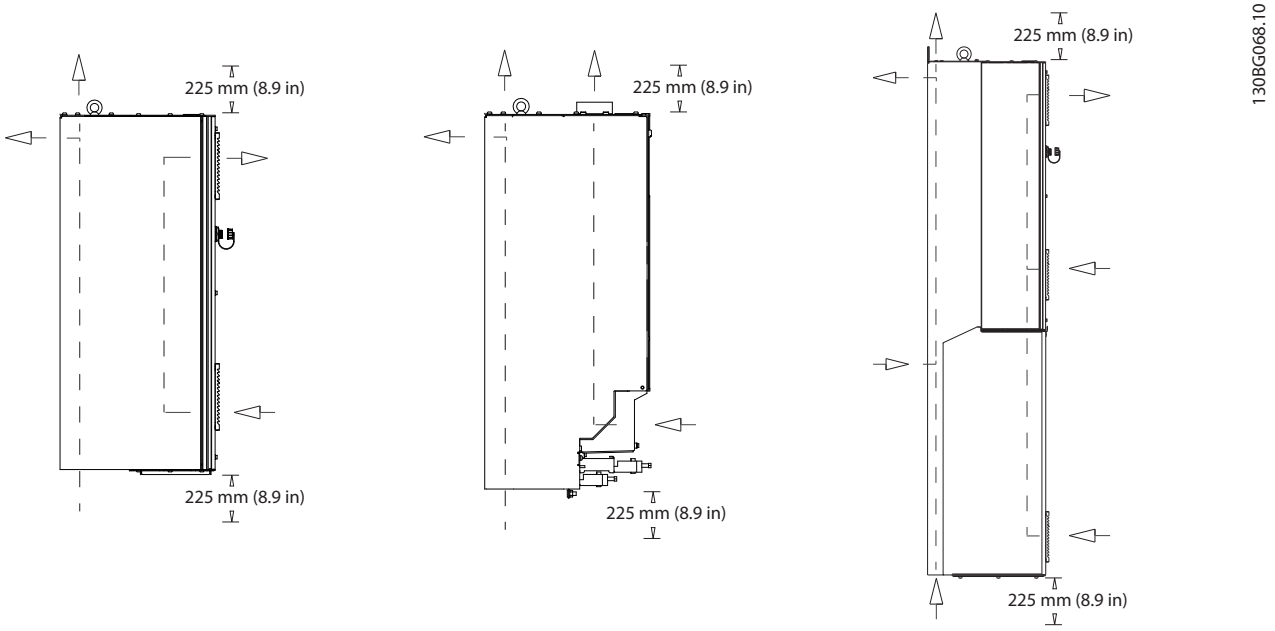


Ilustración 5.17 Configuración estándar del flujo de aire para alojamientos D1h/D2h (izquierda), D3h/D4h (centro) y D5h-D8h (derecha).

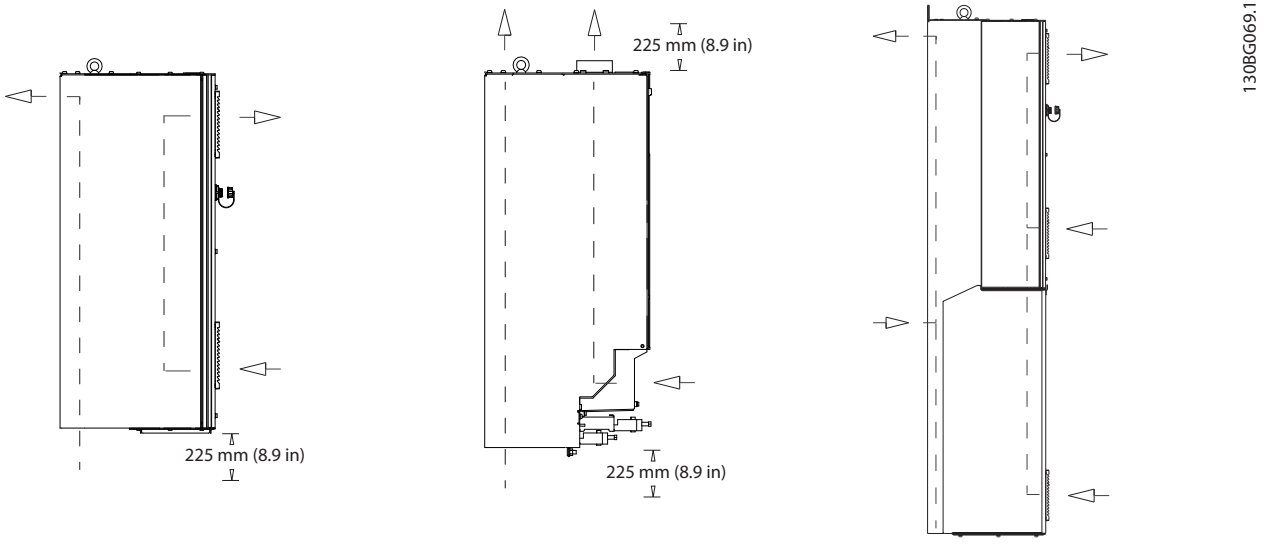


Ilustración 5.18 Configuración opcional del flujo de aire mediante kits de refrigeración de canal posterior para alojamientos D1h-D8h.
(Izquierda) Kit de refrigeración de entrada inferior y salida posterior para alojamientos D1h/D2h.
(Centro) Kit de refrigeración de entrada inferior y salida superior para alojamientos D3h/D4h.
(Derecha) Kit de refrigeración de entrada posterior y salida posterior para alojamientos D5-D8h.

5.13.2 Flujo de aire para los alojamientos E1h-E4h

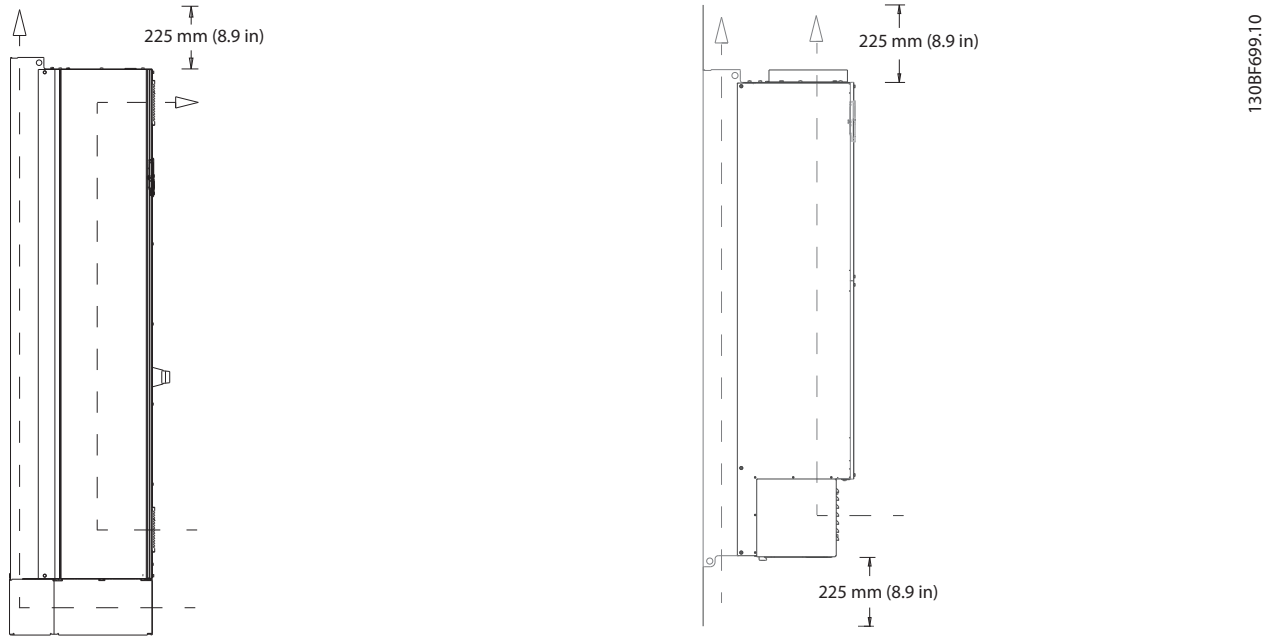


Ilustración 5.19 Configuración estándar del flujo de aire para alojamientos E1h/E2h (izquierda) y E3h/E4h (derecha)

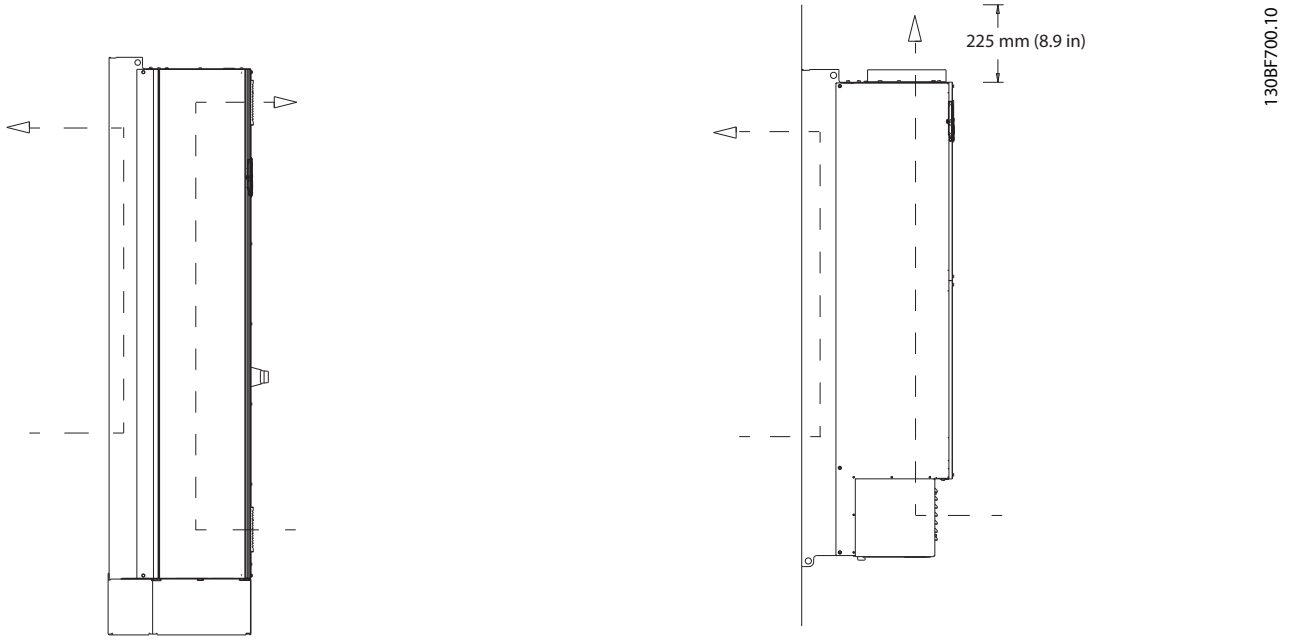


Ilustración 5.20 Configuración opcional del flujo de aire a través de la pared trasera para alojamientos E1h/E2h (izquierda) y E3h/E4h (derecha)

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® AQUA Drive FC 202. 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 VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101 proporciona:

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

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

La opción VLT® DeviceNet MCA 104 proporciona:

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

6.1.3 VLT® PROFINET MCA 120

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

- Tipos de PPO iguales a los del VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 para una sencilla migración a PROFINET.
- Servidor web incorporado para diagnóstico remoto y lectura de parámetros básicos del convertidor de frecuencia.
- Admite MRP.
- Admite DP-V1. Este diagnóstico permite un manejo sencillo, rápido y estandarizado de la información de errores y avisos en el PLC, lo que mejora el ancho de banda del sistema.
- Compatible con PROFISAFE cuando se combina con la opción de seguridad VLT® Safety Option MCB 152.
- Aplicación de acuerdo con la clase de conformidad B.

6.1.4 VLT® EtherNet/IP MCA 121

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

Esta opción ofrece funciones avanzadas, como:

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

6.1.5 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.

6.2 Extensiones funcionales

En este apartado se describen las opciones de extensión funcional disponibles para la serie VLT® AQUA Drive FC 202. 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:

- 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® Relay Card MCB 105

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

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

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

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

6.2.3 Opción VLT® Analog I/O Option MCB 109

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

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

6.2.4 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

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

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

6.2.5 Opción VLT® Sensor Input MCB 114

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

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

6.2.6 VLT® Extended Cascade Controller MCO 101

El controlador de cascada VLT® Extended Cascade Controller MCO 101, que se instala y actualiza fácilmente, puede controlar bombas adicionales y realizar un control de bombas más avanzado en el modo maestro/esclavo.

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

- Hasta seis bombas en ajuste en cascada estándar.
- Hasta cinco bombas en ajuste maestro/esclavo.

Carga máxima del terminal

- Carga resistiva CA-1: 240 V CA, 2 A.
- Carga inductiva CA-15 para cos ϕ 0,4 240 V CA, 0,2 A.
- Carga resistiva CC-1: 24 V CC, 1 A
- Carga inductiva CC-13 para cos ϕ 0,4 24 V CC, 0,1 A

Carga mínima del terminal

- 5 V CC, 10 mA.
- Frecuencia máxima de conmutación con carga nominal/mínima: 6 min–1/20 s–1.

6.2.7 VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102

Con una sencilla instalación, el controlador de cascada VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102 mejora el control en cascada integrado para utilizar hasta ocho bombas y para un control de bomba maestro/esclavo más avanzado.

- El mismo hardware del controlador de cascada es válido para toda la gama de potencias hasta 1,2 MW.
- Hasta ocho bombas en ajuste en cascada estándar. Hasta ocho bombas en ajuste maestro/esclavo.

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® AQUA Drive FC 202. Para obtener los números de pedido, consulte el *capétulo 13.2 Números de pedido para opciones y accesorios*.

6.3.1 VLT® Extended Relay Card MCB 113

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

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

6.4 Resistencias de frenado

En aplicaciones en las que el motor se utiliza como freno, se genera energía en el motor y se devuelve al convertidor de frecuencia. Si la energía no puede ser transportada de nuevo al motor, se incrementará la tensión en la línea de CC del convertidor. En aplicaciones con frenados frecuentes y/o cargas de inercia elevada, este aumento puede producir una desconexión por sobretensión en el convertidor de frecuencia y, finalmente, una parada del sistema. Se utilizan resistencias de frenado para disipar el exceso de energía resultante del frenado regenerativo. La resistencia se selecciona conforme a su valor en ohmios, su velocidad de disipación de potencia y su tamaño físico. Danfoss ofrece una amplia variedad de resistencias diferentes especialmente diseñadas para los convertidores de frecuencia de Danfoss. Para conocer los números de pedido y obtener más información sobre la selección de la resistencia de frenado, consulte la *Guía de diseño de la resistencia de frenado VLT® Brake Resistor MCE 101*.

6.5 Filtros senoidales

Cuando un convertidor de frecuencia controla un motor, se oyen ruidos de resonancias procedentes del motor. Este ruido, resultado del diseño del motor, aparece cada vez que se activa uno de los conmutadores del inversor en el convertidor de frecuencia. La frecuencia del ruido de resonancia corresponde a la frecuencia de conmutación del convertidor de frecuencia.

Danfoss suministra un filtro senoidal para amortiguar el ruido acústico del motor. El filtro reduce el tiempo de aceleración de la tensión, la tensión pico de carga (U_{PICO}) y la corriente de rizado (ΔI) al motor, lo que significa que la corriente y la tensión se vuelven casi senoidales. Así se reduce al mínimo el ruido acústico del motor.

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

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

6.6 Filtros dU/dt

Danfoss suministra filtros dU/dt, que son filtros de paso bajo de modo diferencial que reducen las tensiones pico entre fases en el terminal del motor y reducen el tiempo de subida a un nivel que rebaja la presión sobre el aislamiento de los bobinados del motor. Este es un problema habitual en configuraciones con cables de motor cortos.

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

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

6.7 Filtros de modo común

Los núcleos de modo común de alta frecuencia (núcleos HF-CM) reducen la interferencia electromagnética y eliminan el daño generado a los cojinetes por las descargas eléctricas. Son núcleos magnéticos nanocristalinos especiales que tienen un rendimiento de filtrado superior en comparación con los núcleos de ferrita habituales. El núcleo HF-CM actúa como un inductor de modo común entre fases y tierra.

Instalados alrededor de las tres fases del motor (U, V y W), los filtros de modo común reducen las intensidades de modo común de alta frecuencia. Como resultado, se reduce la interferencia electromagnética de alta frecuencia del cable de motor.

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

6.8 Filtros armónicos

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

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

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

6.9 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, 380-480 V

VLT® AQUA Drive FC 202	N110K		N132		N160	
Carga 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 480 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 460/480 V) [A]	160	190	190	240	240	302
Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 460 / 480 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 480 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 460/480 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 en 400 V [W][2) y 3)]	2031	2559	2289	2954	2923	3770
Pérdida de potencia estimada en 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 × 380-480 V CA

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

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

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N200		N250		N315	
Carga 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 480 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 460/480 V) [A]	302	361	361	443	443	535
Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 460 / 480 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 480 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 460/480 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 en 400 V [W][2) y 3)]	3093	4116	4039	5137	5005	6674
Pérdida de potencia estimada en 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 × 380-480 V CA

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

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

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N355		N400		N450	
Carga 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 480 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 460/480 V) [A]	540	590	590	678	678	730
Intermitente (sobrecarga de 60 s, a 460/480 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
Intensidad de entrada máxima						
Continua (a 400 V) [A]	578	634	634	718	670	771
Continua (a 460/480 V) [A]	520	569	569	653	653	704
Tamaño y número máximo de cables por fase (E1h)						
- Alimentación y motor sin freno [mm² (AWG)]	5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- Freno o regeneración [mm² (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 sin freno [mm² (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm² (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
- Carga compartida o regeneración [mm² (AWG)]	4 × 185 (4 × 350 mcm)		4 × 185 (4 × 350 mcm)		4 × 185 (4 × 350 mcm)	
Fusibles de red externos máximos [A][2)]	800		800		800	
Pérdida de potencia estimada en 400 V [W][2) y 3)]	6178	6928	6851	8036	7297	8783
Pérdida de potencia estimada en 460 V [W] [2), 3)]	5322	5910	5846	6933	7240	7969
Rendimiento[3)]	0.98		0.98		0.98	
Frecuencia de salida	0-590 Hz		0-590 Hz		0-590 Hz	
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 × 380-480 V CA

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

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

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	**N500**		**N560**	
Carga 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 480 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 460/480 V) [A]	730	780	780	890
Intermitente (sobrecarga de 60 s, a 460/480 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
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 400 V) [A]	771	848	848	954
Continua (a 460/480 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 sin freno [mm^2 (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con 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 en 400 V [W][2) y 3)]	8352	9473	9449	11102
Pérdida de potencia estimada en 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 × 380-480 V CA

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

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

3) Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m (16,4 ft) y en condiciones de carga y frecuencia nominales. Rendimiento medido en corriente nominal. Para conocer la clase de rendimiento energético, consulte el capétulo 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.2 Datos eléctricos, 525-690 V

VLT® AQUA Drive FC 202	**N75K**		**N90K**		**N110K**	
Carga 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]	45	55	55	75	75	90
Eje de salida típico a 575 V [CV]	60	75	75	100	100	125
Eje de salida típico a 690 V [kW]	55	75	75	90	90	110
Tamaño del alojamiento	**D1h / D3h / D5h / D6h**					
Intensidad de salida (trifásica)						
Continua (a 525 V) [A]	76	90	90	113	113	137
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	114	99	135	124	170	151
Continua (a 575 / 690 V) [A]	73	86	86	108	108	131
Intermitente (60 s de sobrecarga)(a 575/690 V) [A]	110	95	129	119	162	144
Continua kVA (a 525 V) [kVA]	69	82	82	103	103	125
Continua kVa (a 575 V) [KVA]	73	86	86	108	108	131
Continua kVa (a 690 V) [KVA]	87	103	103	129	129	157
Intensidad de entrada máxima						
Continua (a 525 V) [A]	74	87	87	109	109	132
Continua (a 575/690 V)	70	83	83	104	104	126
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)]	160		315		315	
Pérdida de potencia estimada en 575 V [W][2) y 3)]	1098	1162	1162	1428	1430	1740
Pérdida de potencia estimada en 690 V [W][2) y 3)]	1057	1204	1205	1477	1480	1798
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 7.5 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 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 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N132		N160	
Carga 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 525 V [kW]	90	110	110	132
Eje de salida típico a 575 V [CV]	125	150	150	200
Eje de salida típico a 690 V [kW]	110	132	132	160
Tamaño del alojamiento	**D1h / D3h / D5h / D6h**			
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 525 V) [A]	137	162	162	201
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	206	178	243	221
Continua (a 575 / 690 V) [A]	131	155	155	192
Intermitente (60 s de sobrecarga)(a 575/690 V) [A]	197	171	233	211
Continua kVA (a 525 V) [kVA]	125	147	147	183
Continua kVa (a 575 V) [KVA]	131	154	154	191
Continua kVa (a 690 V) [KVA]	157	185	185	230
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 525 V) [A]	132	156	156	193
Continua (a 575/690 V)	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)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	160		315	
Pérdida de potencia estimada en 575 V [W][2) y 3)]	1742	2101	2080	2649
Pérdida de potencia estimada en 690 V [W][2) y 3)]	1800	2167	2159	2740
Rendimiento[3)]	0.98		0.98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–590		0–590	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	75 (167)		75 (167)	

Tabla 7.6 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 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 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N200		N250	
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 525 V [kW]	132	160	160	200
Eje de salida típico a 575 V [CV]	200	250	250	300
Eje de salida típico a 690 V [kW]	160	200	200	250
Tamaño del alojamiento	**D2h / D4h / D7h / D8h**			
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 525 V) [A]	201	253	253	303
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	301	278	380	333
Continua (a 575 / 690 V) [A]	192	242	242	290
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	288	266	363	319
Continua kVA (a 525 V) [kVA]	183	230	230	276
Continua kVa (a 575 V) [KVA]	191	241	241	289
Continua kVa (a 690 V) [KVA]	229	289	289	347
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 525 V) [A]	193	244	244	292
Continua (a 575/690 V)	185	233	233	279
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)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	550		550	
Pérdida de potencia estimada en 575 V [W][2) y 3)]	2361	3074	3012	3723
Pérdida de potencia estimada en 690 V [W][2) y 3)]	2446	3175	3123	3851
Rendimiento[3)]	0.98		0.98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–590		0–590	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	

Tabla 7.7 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 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N315		N400	
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 525 V [kW]	200	250	250	315
Eje de salida típico a 575 V [CV]	300	350	350	400
Eje de salida típico a 690 V [kW]	250	315	315	400
Tamaño del alojamiento	**D2h / D4h / D7h / D8h**			
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 525 V) [A]	303	360	360	418
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	455	396	540	460
Continua (a 575 / 690 V) [A]	290	344	344	400
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	435	378	516	440
Continua kVA (a 525 V) [kVA]	276	327	327	380
Continua kVa (a 575 V) [KVA]	289	343	343	398
Continua kVa (a 690 V) [KVA]	347	411	411	478
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 525 V) [A]	292	347	347	403
Continua (a 575/690 V)	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)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	550		550	
Pérdida de potencia estimada en 575 V [W][2) y 3)]	3642	4465	4146	5028
Pérdida de potencia estimada en 690 V [W][2) y 3)]	3771	4614	4258	5155
Rendimiento[3)]	0.98		0.98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–590		0–590	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
Desconexión por sobretemperatura de la tarjeta de control [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	

Tabla 7.8 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 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	N450		N500	
Carga 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 525 V [kW]	315	355	315	400
Eje de salida típico a 575 V [CV]	400	450	400	500
Eje de salida típico a 690 V [kW]	355	450	400	500
Tamaño del alojamiento	**E1h/E3h**		**E1h/E3h**	
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 525 V) [A]	395	470	429	523
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	593	517	644	575
Continua (a 575 / 690 V) [A]	380	450	410	500
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	570	495	615	550
Continua kVA (a 525 V) [kVA]	376	448	409	498
Continua kVa (a 575 V) [KVA]	378	448	408	498
Continua kVa (a 690 V) [KVA]	454	538	490	598
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 525 V) [A]	381	453	413	504
Continua (a 575 / 690 V) [A]	366	434	395	482
Tamaño y número máximo de cables por fase (E1h)				
- Alimentación y motor sin freno [mm² (AWG)]	5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- Freno o regeneración [mm² (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
Tamaño y número máximo de cables por fase (E3h)				
- Alimentación y motor sin freno [mm² (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm² (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
- Carga compartida o regeneración [mm² (AWG)]	4 × 185 (4 × 350 mcm)		4 × 185 (4 × 350 mcm)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	800		800	
Pérdida de potencia estimada en 600 V [W][2) y 3)]	4989	6062	5419	6879
Pérdida de potencia estimada en 690 V [W][2) y 3)]	4920	5939	5332	6715
Rendimiento[3)]	0.98		0.98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–500		0–500	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
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 7.9 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 capétulo 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	**N560**		**N630**	
Carga 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 525 V [kW]	400	450	450	500
Eje de salida típico a 575 V [CV]	500	600	600	650
Eje de salida típico a 690 V [kW]	500	560	560	630
Tamaño del alojamiento	**E1h/E3h**		**E1h/E3h**	
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 525 V) [A]	523	596	596	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	785	656	894	693
Continua (a 575 / 690 V) [A]	500	570	570	630
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	750	627	855	693
Continua kVA (a 525 V) [kVA]	498	568	568	600
Continua kVa (a 575 V) [KVA]	498	568	568	627
Continua kVa (a 690 V) [KVA]	598	681	681	753
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 525 V) [A]	504	574	574	607
Continua (a 575 / 690 V) [A]	482	549	549	607
Tamaño y número máximo de cables por fase (E1h)				
- Alimentación y motor sin freno [mm² (AWG)]	5 × 240 (5 × 500 mcm)		5 × 240 (5 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm² (AWG)]	4x240 (4x500 mcm)		4x240 (4x500 mcm)	
- Freno o regeneración [mm² (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
Tamaño y número máximo de cables por fase (E3h)				
- Alimentación y motor sin freno [mm² (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con freno [mm² (AWG)]	2 × 185 (2 × 350 mcm)		2 × 185 (2 × 350 mcm)	
- Carga compartida o regeneración [mm² (AWG)]	4 × 185 (4 × 350 mcm)		4 × 185 (4 × 350 mcm)	
Fusibles de red externos máximos [A][1)]	800		800	
Pérdida de potencia estimada en 600 V [W][2) y 3)]	6833	8076	8069	9208
Pérdida de potencia estimada en 690 V [W][2) y 3)]	6678	7852	7848	8921
Rendimiento[3)]	0.98		0.98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–500		0–500	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
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 7.10 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 capétulo 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AQUA Drive FC 202	**N710**		**N800**	
Carga 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 525 V [kW]	500	560	560	670
Eje de salida típico a 575 V [CV]	650	750	750	950
Eje de salida típico a 690 V [kW]	630	710	710	800
Tamaño del alojamiento	**E2h/E4h**		**E2h/E4h**	
Intensidad de salida (trifásica)				
Continua (a 525 V) [A]	659	763	763	889
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 525 V) [A]	989	839	1145	978
Continua (a 575 / 690 V) [A]	630	730	730	850
Intermitente (sobrecarga de 60 s) (a 575/690 V) [A]	945	803	1095	935
Continua kVA (a 525 V) [kVA]	628	727	727	847
Continua kVa (a 575 V) [KVA]	627	727	727	847
Continua kVa (a 690 V) [KVA]	753	872	872	1016
Intensidad de entrada máxima				
Continua (a 525 V) [A]	635	735	735	857
Continua (a 575 / 690 V) [A]	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)	
- 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 sin freno [mm^2 (AWG)]	6 × 240 (6 × 500 mcm)		6 × 240 (6 × 500 mcm)	
- Alimentación y motor con 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 en 600 V [W][2) y 3)]	8543	10346	10319	12723
Pérdida de potencia estimada en 690 V [W][2) y 3)]	8363	10066	10060	12321
Rendimiento[3)]	0.98		0.98	
Frecuencia de salida [Hz]	0–500		0–500	
Desconexión por sobretemperatura del disipador [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)	
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 7.11 Datos eléctricos de los alojamientos E2h/E4h, 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 7.5 Condiciones ambientales. Para conocer las pérdidas a carga parcial, consulte drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.3 Fuente de alimentación de red

Fuente de alimentación de red (L1, L2 y L3)	
Tensión de alimentación	380-480 V ±10 %, 525-690 V ±10 %

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

Frecuencia de alimentación	50/60 Hz ±5 %
Máximo desequilibrio transitorio entre fases de red	3,0 % de la tensión de alimentación nominal[1)]
Factor de potencia real (λ)	≥0,9 nominal con carga nominal
Factor de potencia de desplazamiento (cos Φ) 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) y 2)]
Par de sobrecarga (par constante)	Máximo del 150 % durante 60 s[1) y 2)]

1) Porcentaje relativo a la corriente nominal del convertidor de frecuencia.

2) Una vez cada 10 minutos.

7.5 Condiciones ambientales

Entorno	
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 capétulo 9.6 Reducción de potencia.

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

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

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

7.6 Especificaciones del cable

Longitudes de cable y secciones transversales para cables de control[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 el *capétulo 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 el capétulo 7.1 Datos eléctricos, 380-480 V y el capétulo 7.2 Datos eléctricos, 525-690 V .

7.7 Entrada/salida de control y datos de control

Entradas digitales	
Entradas digitales programables	4 (6)
Número de terminal	18, 19, 27[1)], 29[1)], 32, 33
Lógica	PNP o NPN
Nivel de tensión	0-24 V CC
Nivel de tensión, 0 lógico PNP	<5 V CC
Nivel de tensión, 1 lógico PNP	>10 V CC
Nivel de tensión, 0 lógico NPN	>19 V CC
Nivel de tensión, 1 lógico NPN	<14 V CC
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R_i	Aproximadamente 4 kΩ

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

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

Entradas analógicas	
N.º de entradas analógicas	2
Número de terminal	53, 54
Modos	Tensión o intensidad
Selección de modo	Conmutadores A53 y A54

Modo tensión	Conmutador A53 / A54 = (U)
Nivel de tensión	De –10 V a +10 V (escalable)
Resistencia de entrada, R_i	Aproximadamente 10 kΩ
Tensión máxima	±20 V
Modo de intensidad	Conmutador A53 / A54 = (I)
Nivel de intensidad	De 0/4 a 20 mA (escalable)
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.

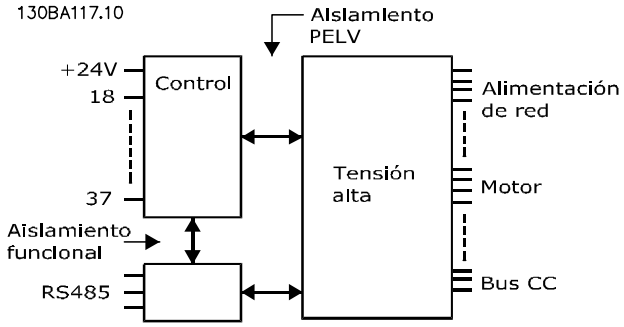


Ilustración 7.1 Aislamiento PELV

Entradas de pulsos	
Entradas de pulsos programables	2
Número de terminal de pulso	29, 33
Frecuencia máxima en el terminal 29 y 33 (en contrafase)	110 kHz
Frecuencia máxima en el terminal 29 y 33 (colector abierto)	5 kHz
Frecuencia mínima en los terminales 29 y 33	4 Hz
Nivel de tensión	Consulte *capétulo 7.7.1 Entradas digitales*.
Tensión máxima de entrada	28 V CC
Resistencia de entrada, R_i	Aproximadamente 4 kΩ
Precisión de la entrada de pulsos (0,1-1 kHz)	Error máximo: un 0,1 % de la escala completa

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

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

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

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

Salida digital	
Salidas digitales / de pulsos programables	2
Número de terminal	27, 29[1)]
Nivel de tensión en la salida digital / salida de frecuencia	0–24 V

Intensidad de salida máxima (disipador o fuente)	40 mA
Carga máxima en salida de frecuencia	1 kΩ
Carga capacitiva máxima en salida de frecuencia	10 nF
Frecuencia de salida mín. en salida de frecuencia	0 Hz
Frecuencia de salida máxima en salida de frecuencia	32 kHz
Precisión de salida de frecuencia	Error máximo: un 0,1 % de la escala completa
Resolución de salidas de frecuencia	12 bits

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

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

Tarjeta de control, salida de 24 V CC

Número de terminal	12, 13
Carga máxima	200 mA

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

Salidas de relé

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

Los contactos del relé están galvánicamente aislados con respecto al resto del circuito con un aislamiento reforzado (PELV).

1) CEI 60947 partes 4 y 5.

2) Categoría de sobretensión II.

3) Aplicaciones UL 300 V CA 2 A.

Tarjeta de control, salida de +10 V CC

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

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

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

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 7.12 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 7.13 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

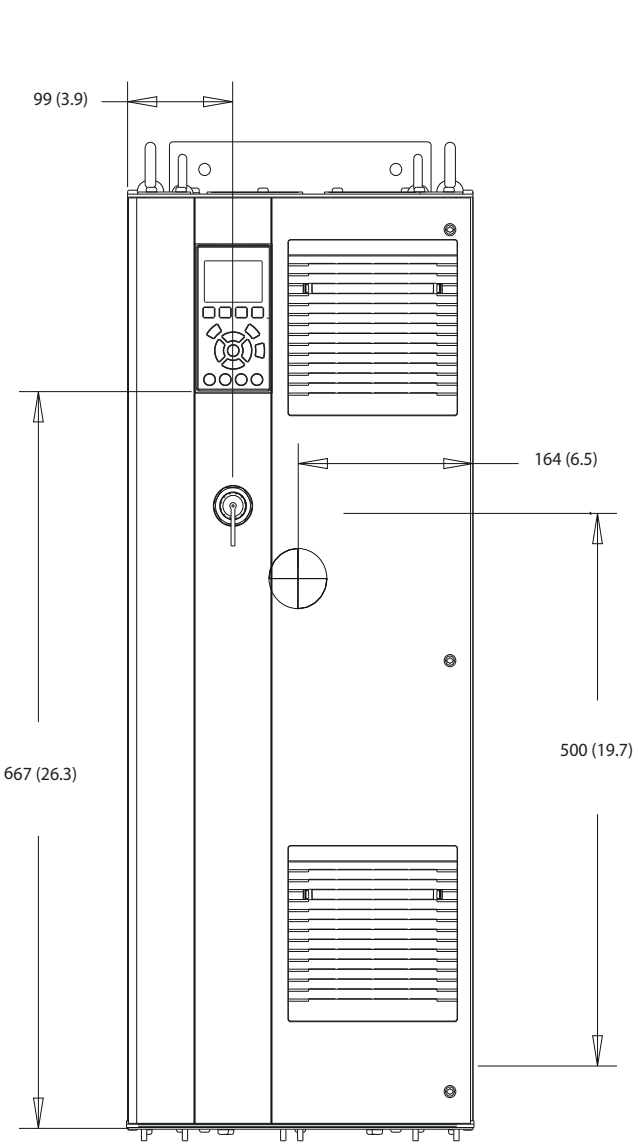


Ilustración 8.1 Vista frontal del D1h

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

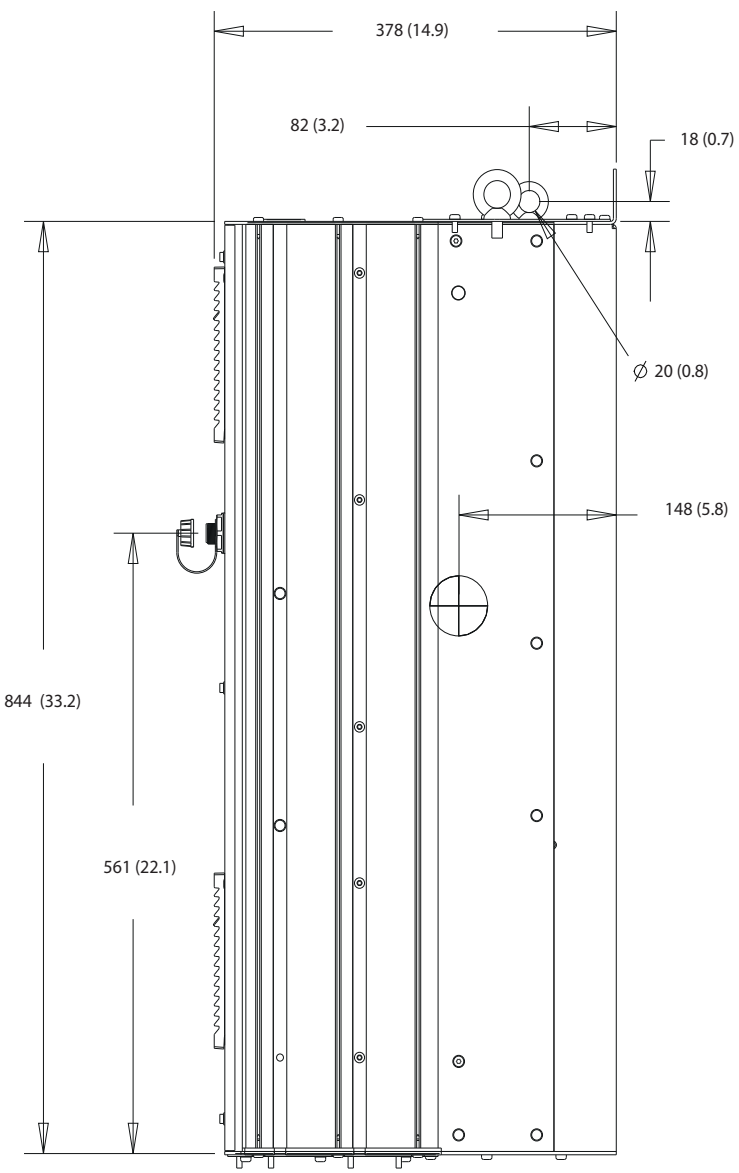


Ilustración 8.2 Vista lateral del D1h

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

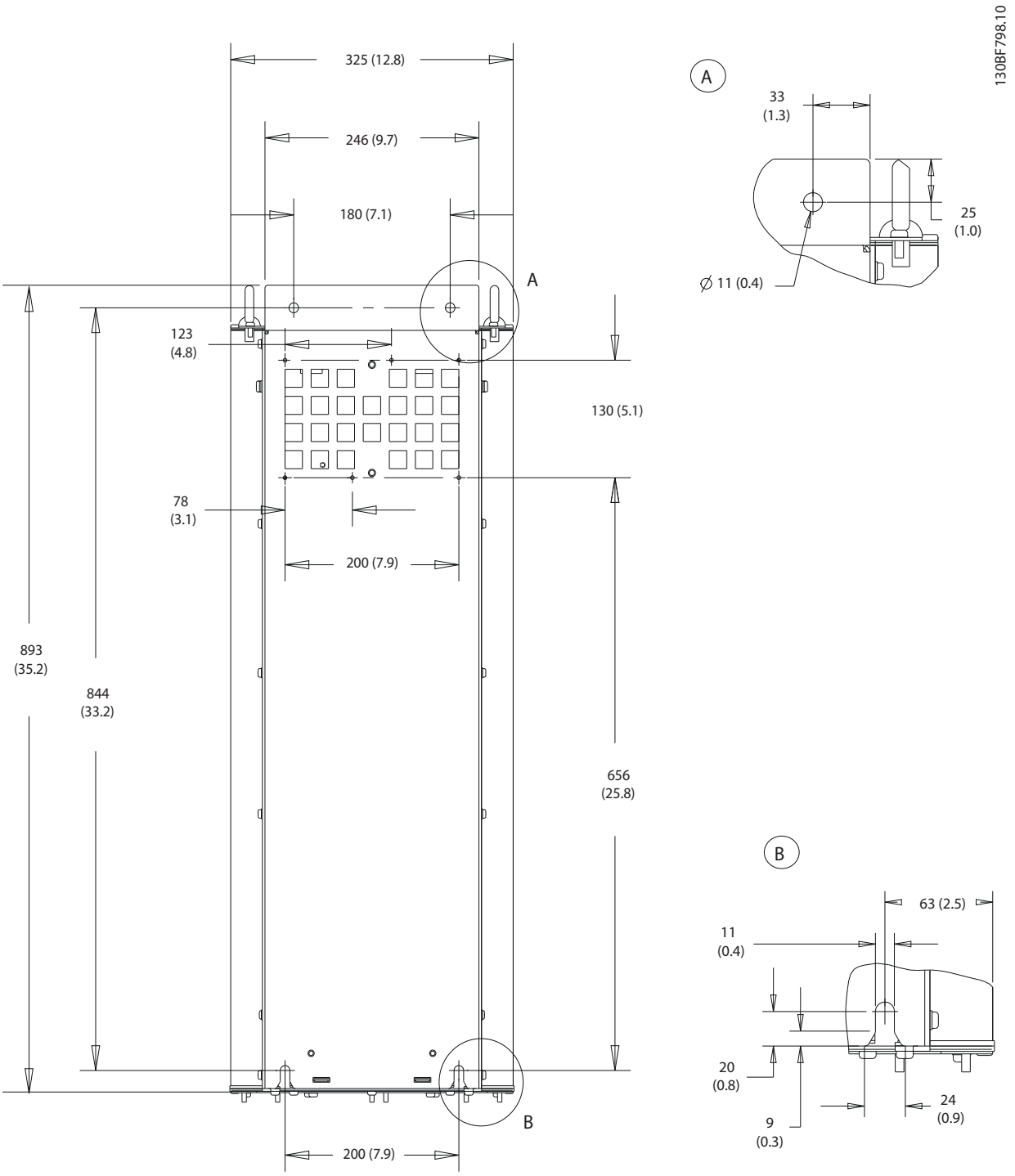


Ilustración 8.3 Vista trasera del D1h

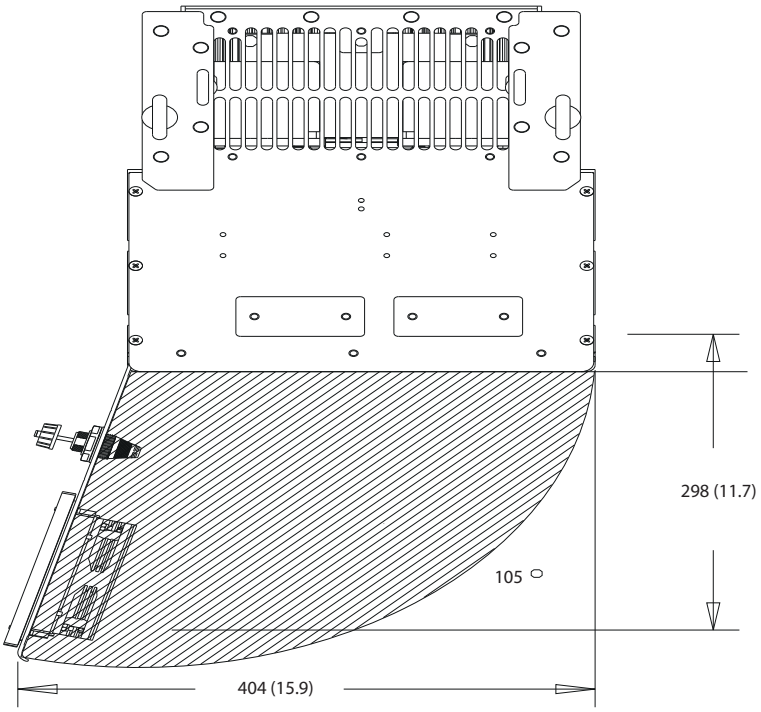
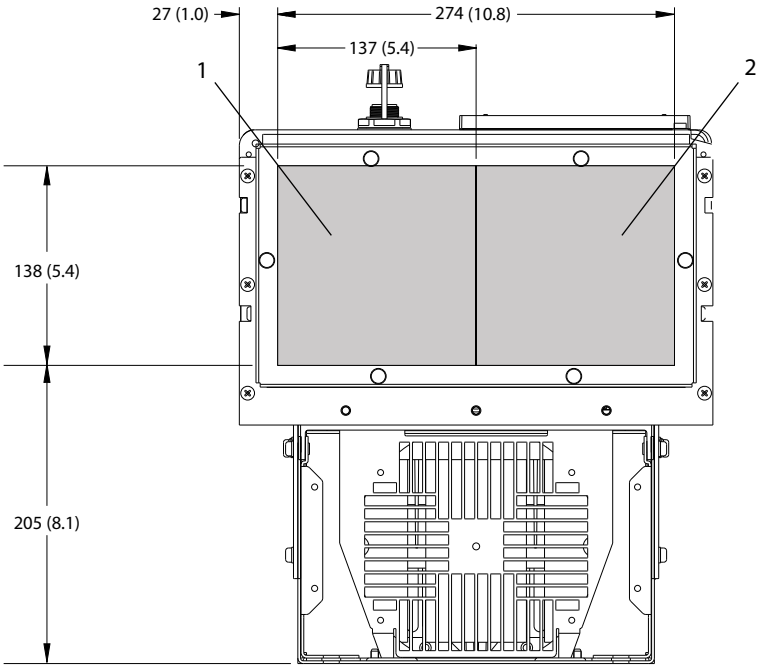


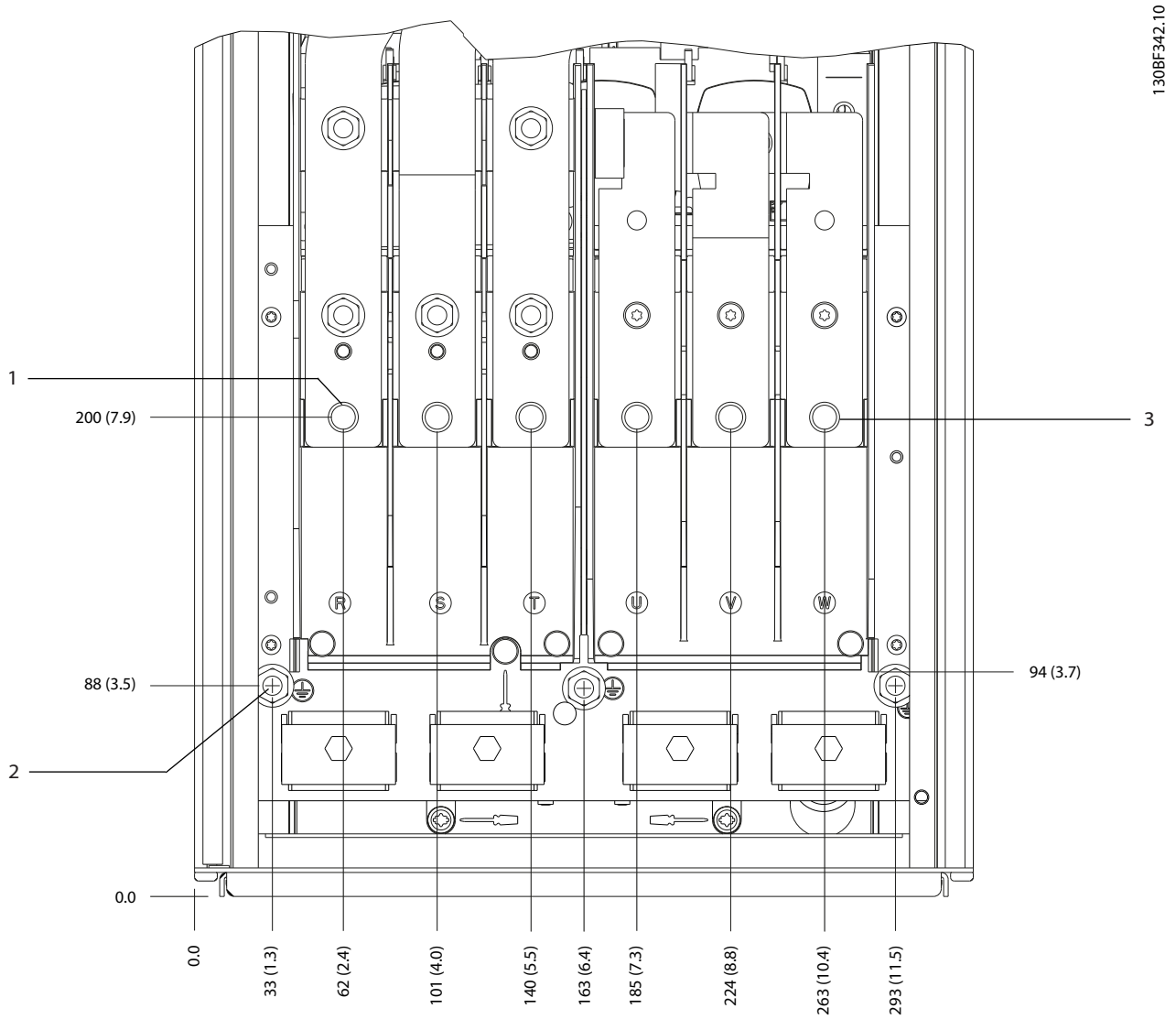
Ilustración 8.4 Espacio de la puerta del D1h



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

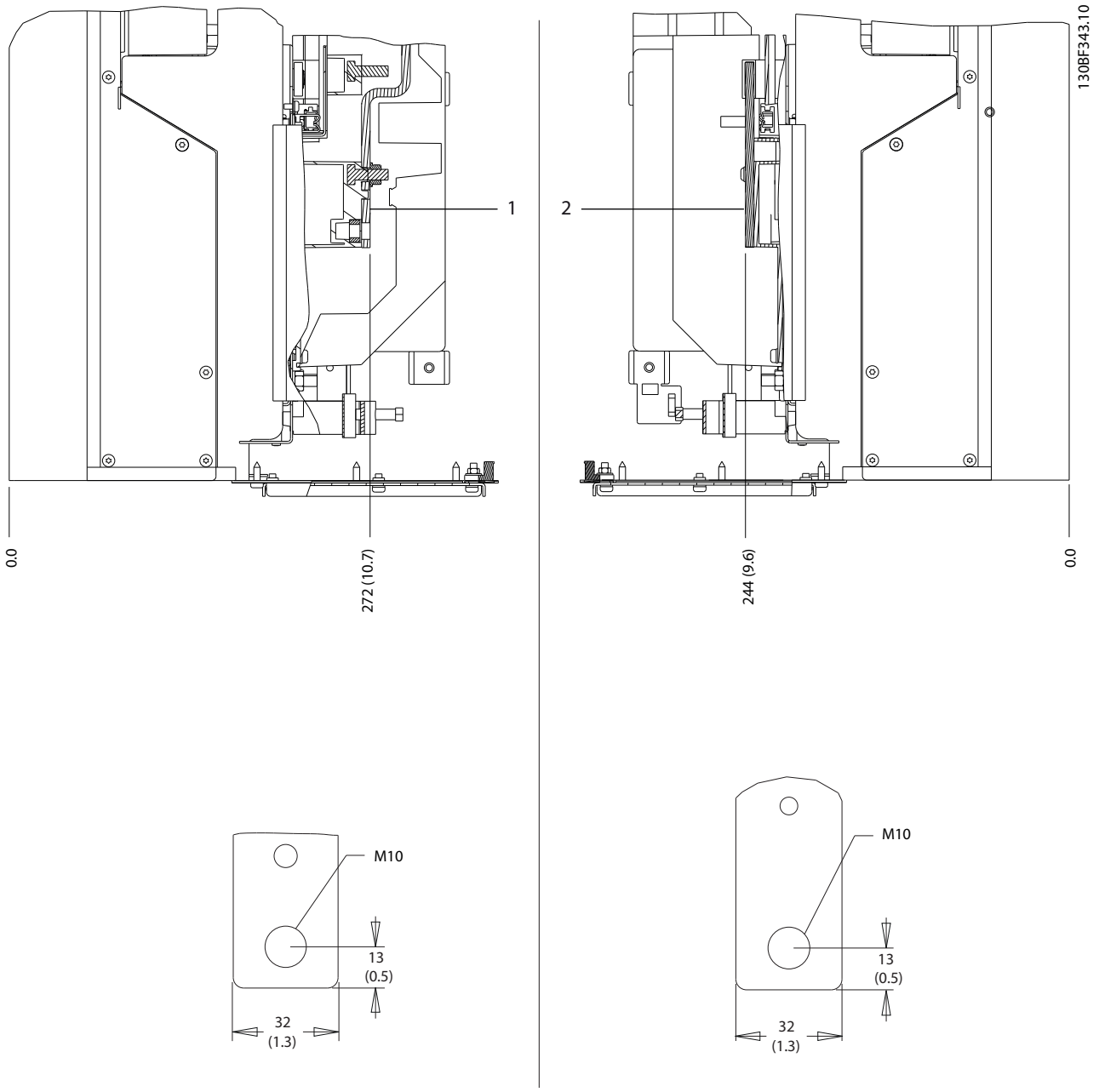
Ilustración 8.5 Dimensiones de la placa prensacables del D1h

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)



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

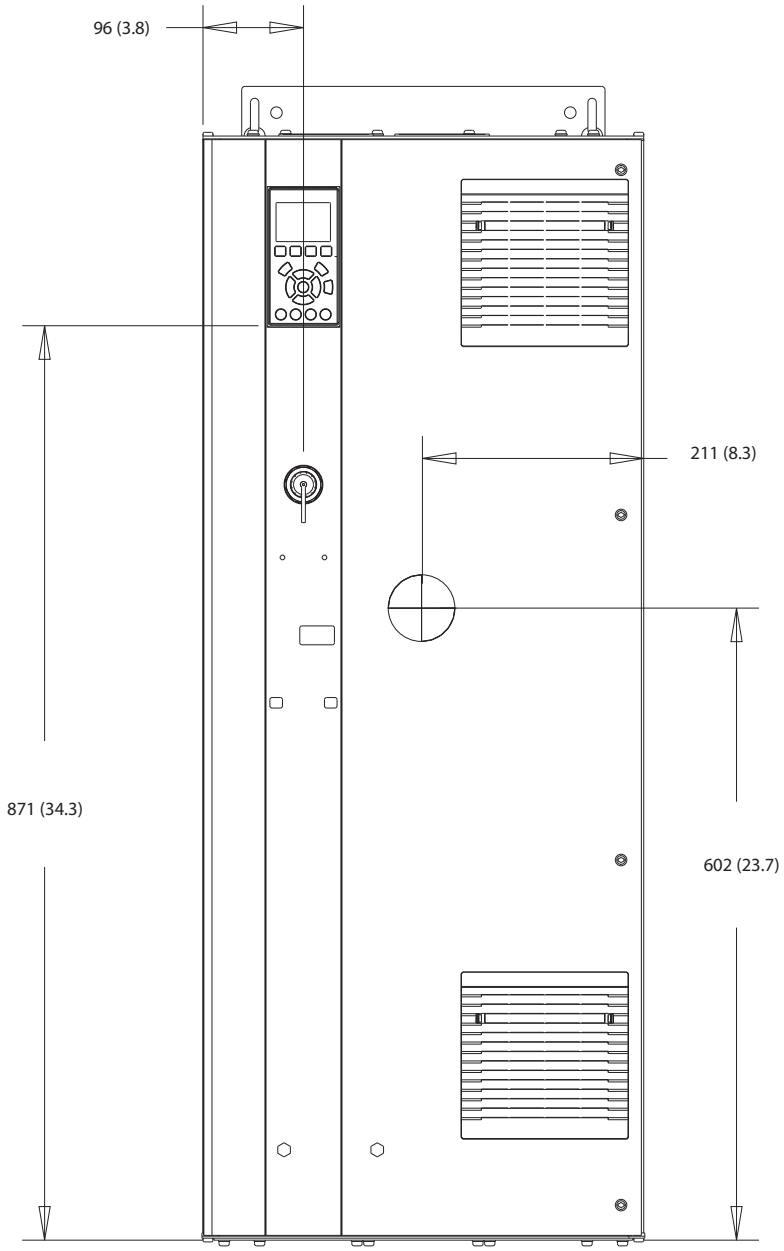


Ilustración 8.8 Vista frontal del D2h

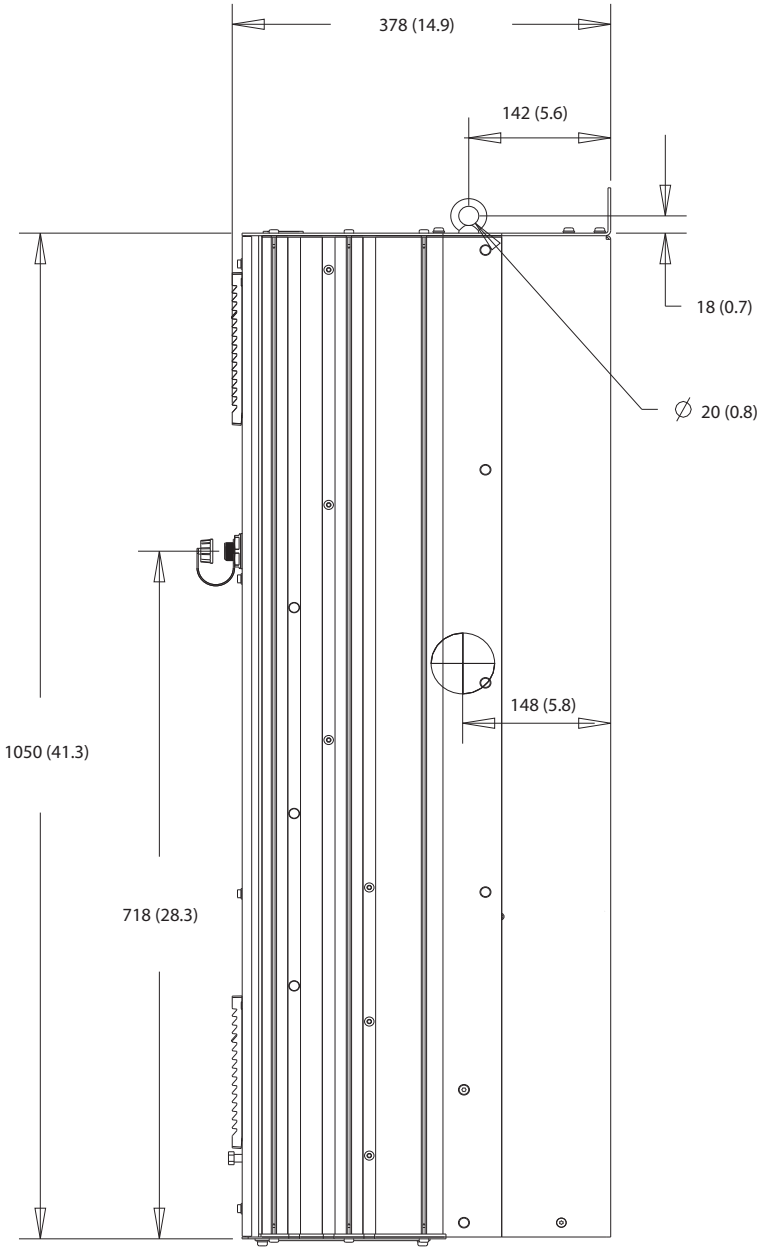


Ilustración 8.9 Vista lateral del D2h

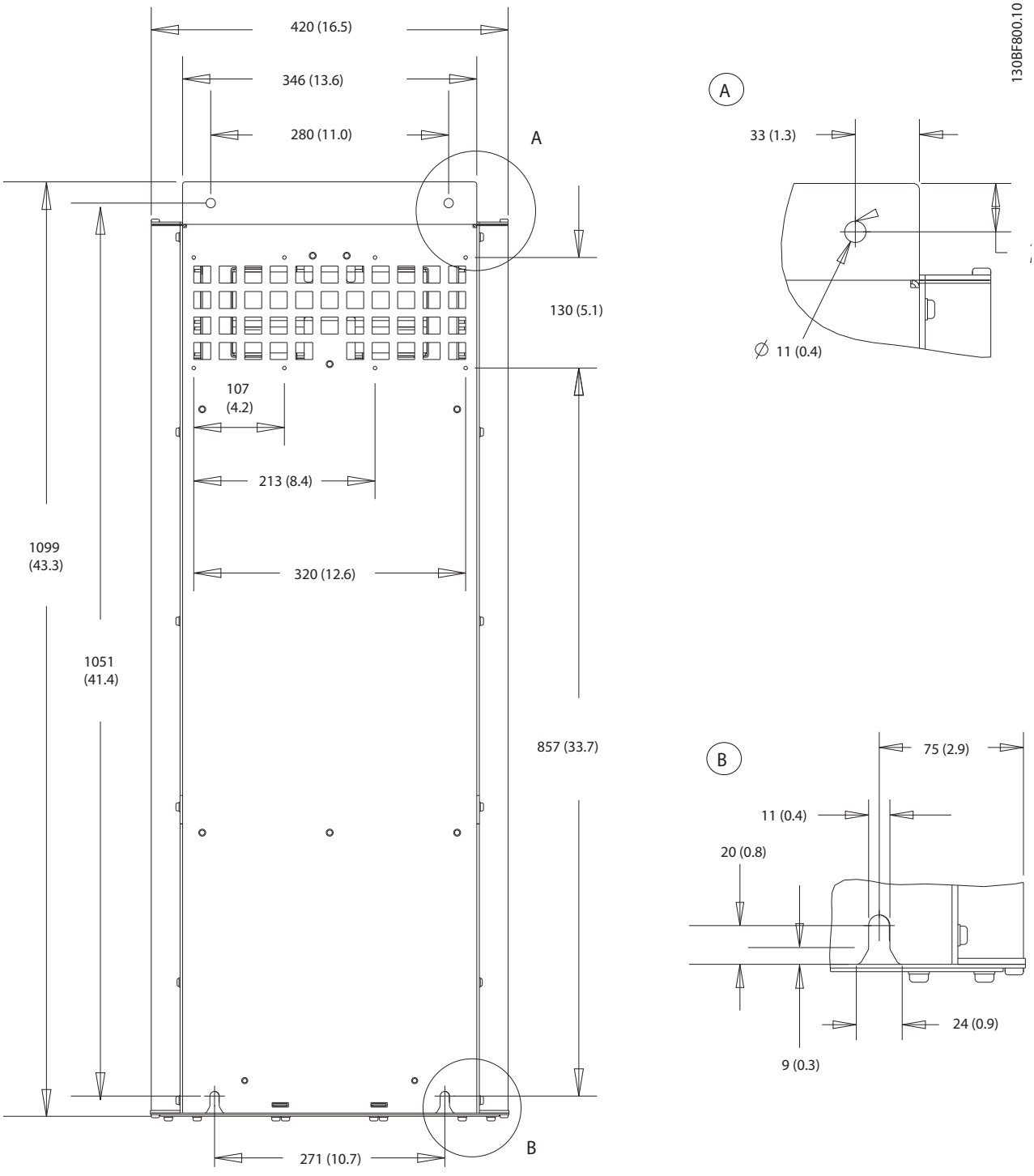


Ilustración 8.10 Vista trasera del D2h

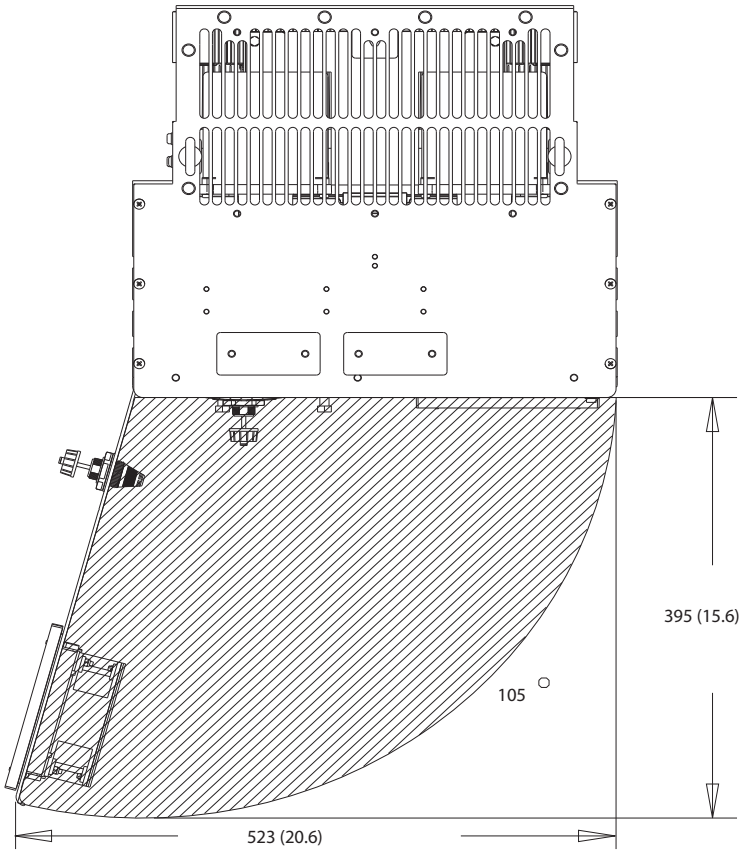
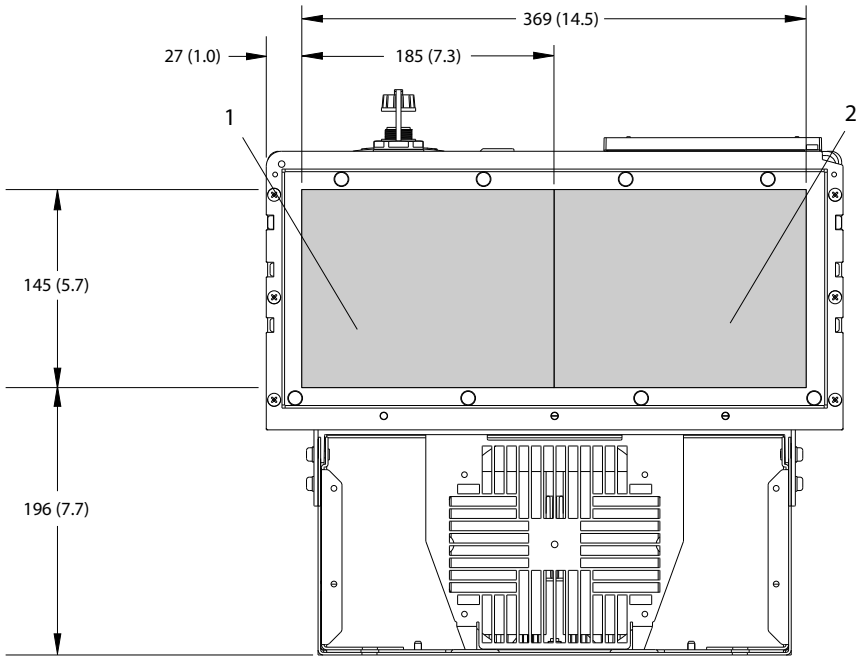


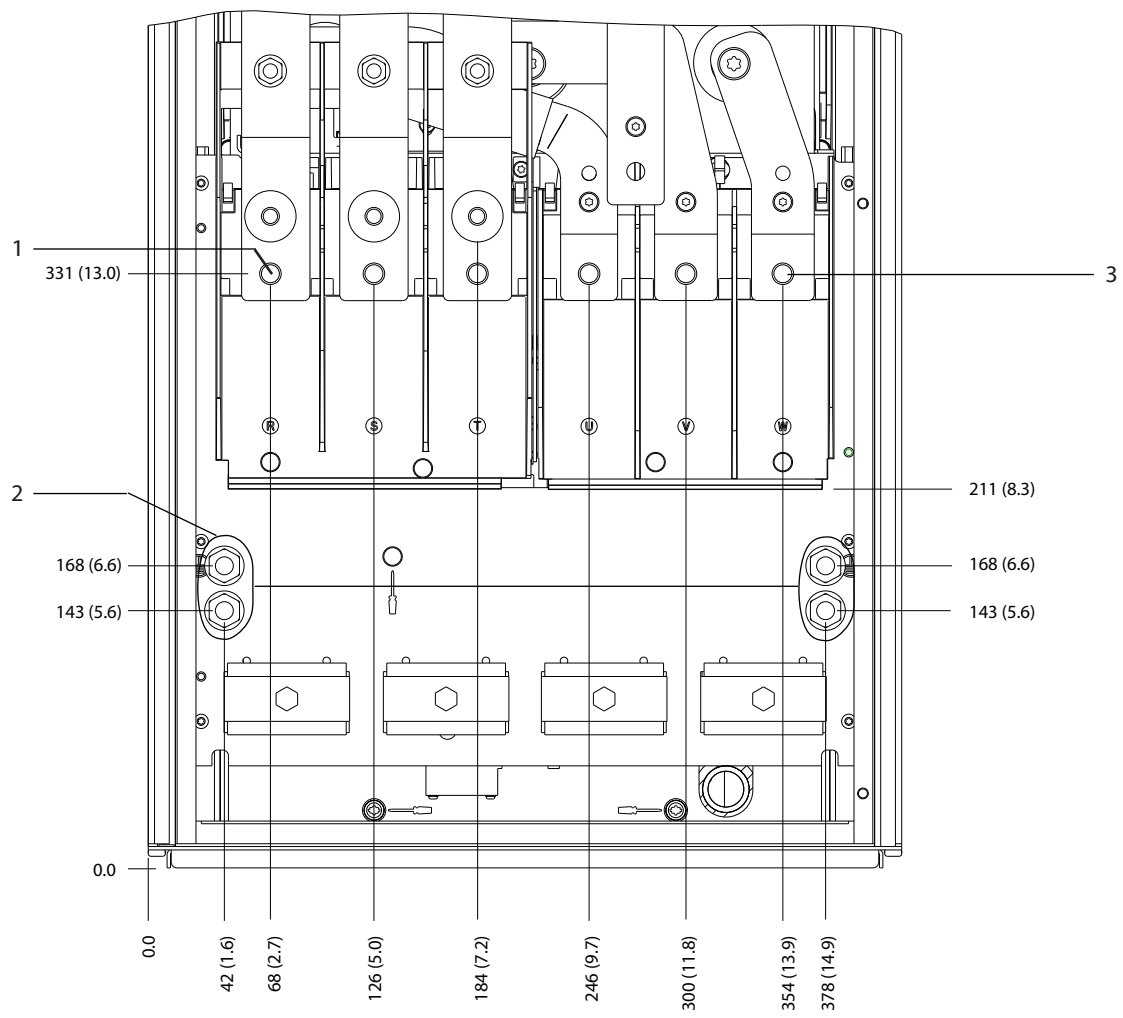
Ilustración 8.11 Espacio de la puerta del D2h



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

Ilustración 8.12 Dimensiones de la placa prensacables del D2h

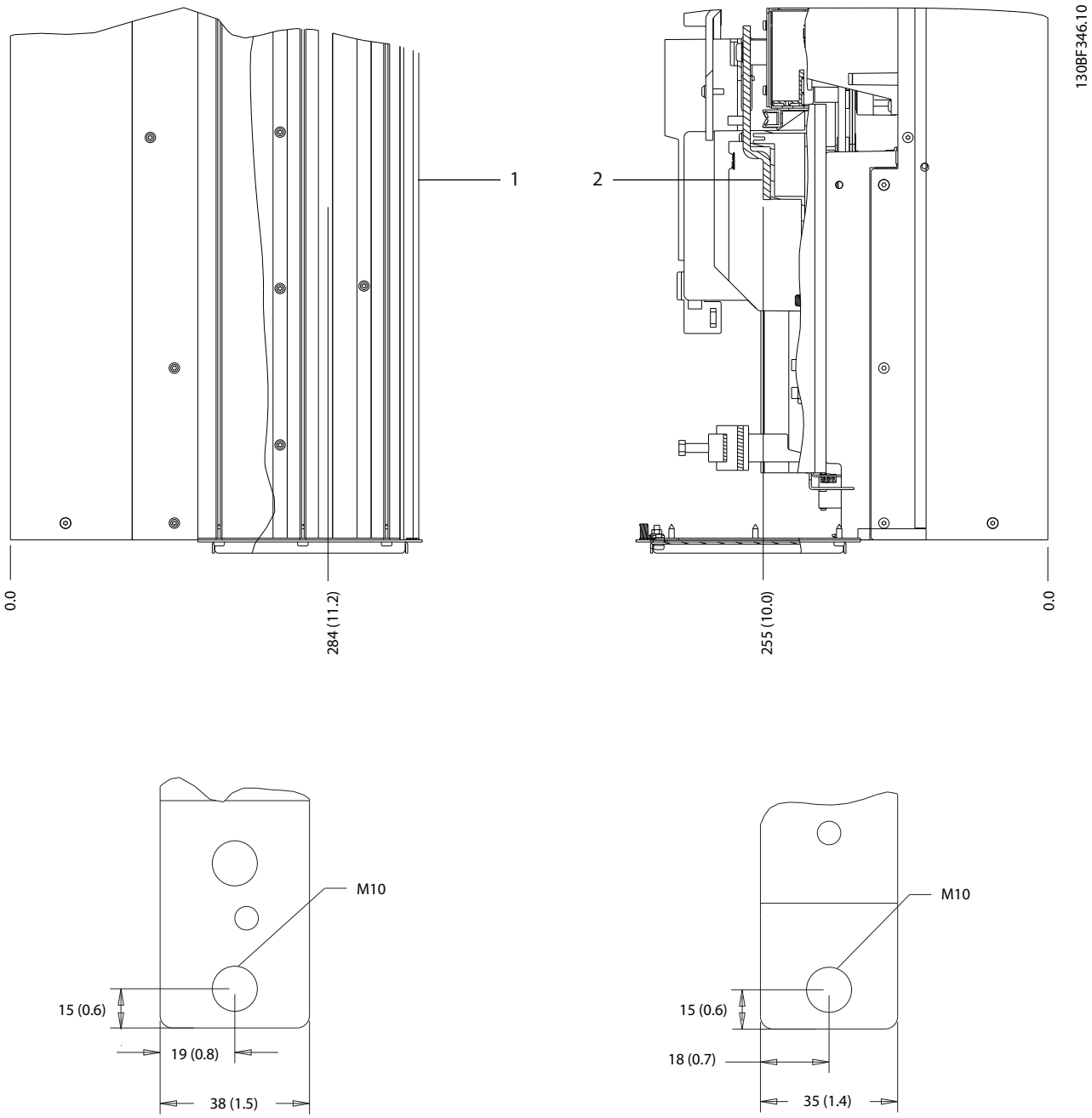
8.2.2 Dimensiones de los terminales del D2h



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)

8



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

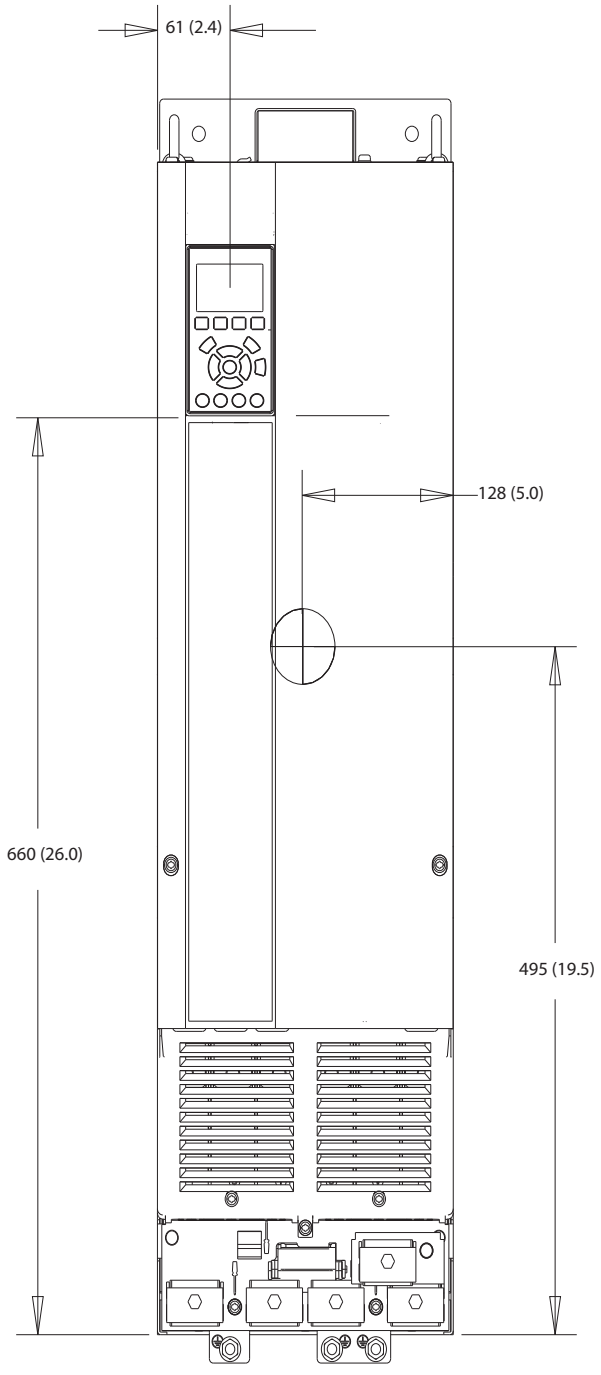


Ilustración 8.15 Vista frontal del D3h

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

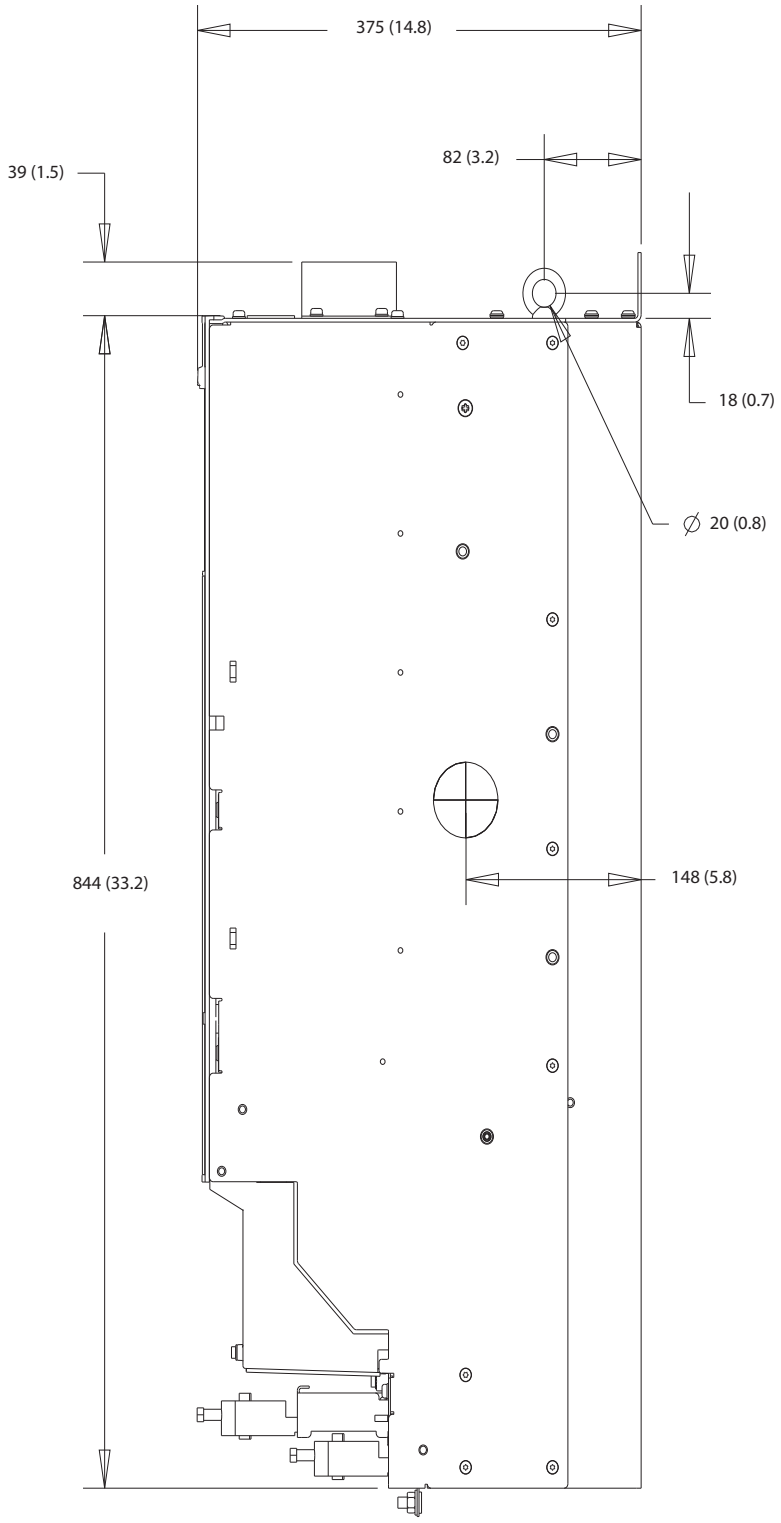


Ilustración 8.16 Vista lateral del D3h

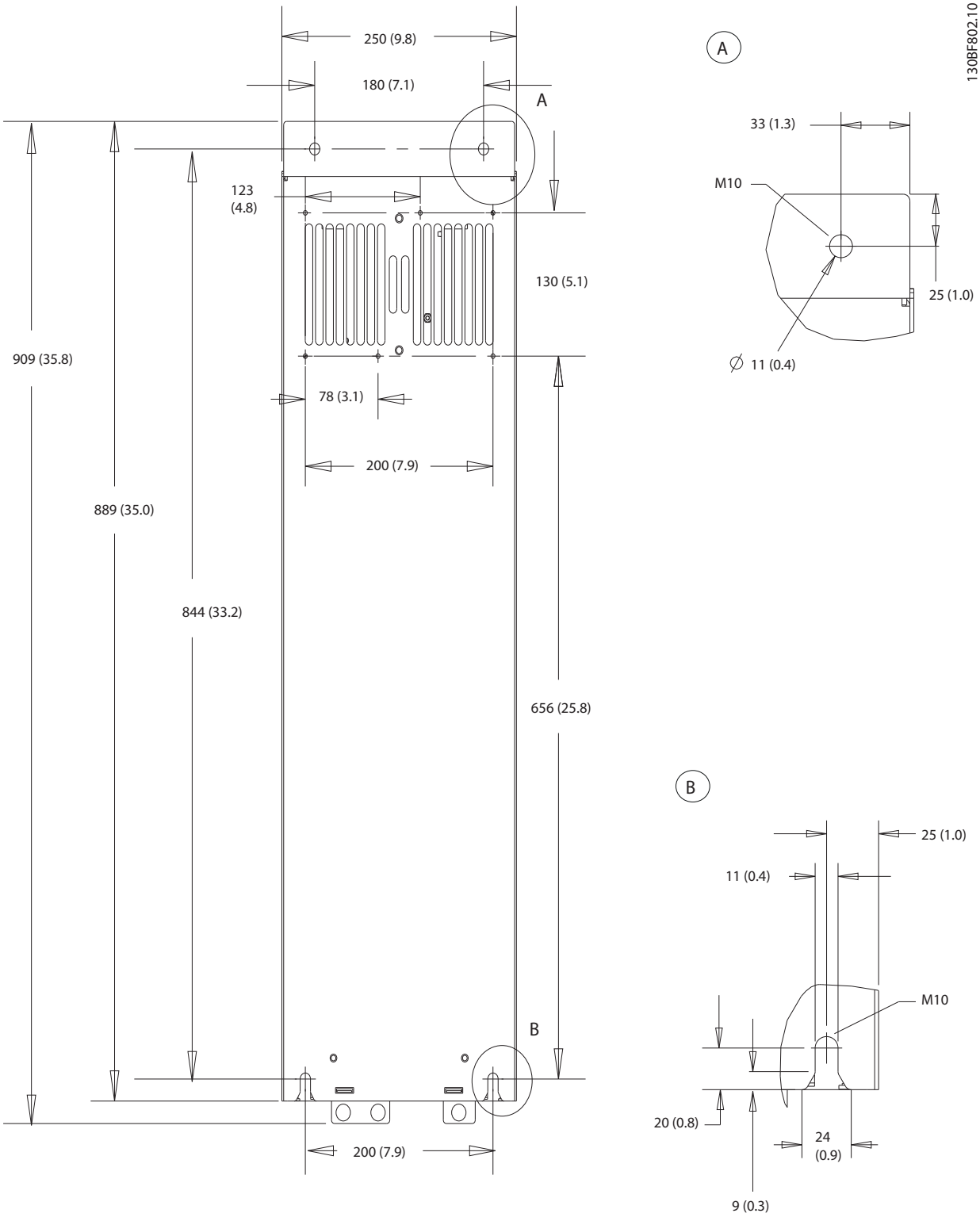
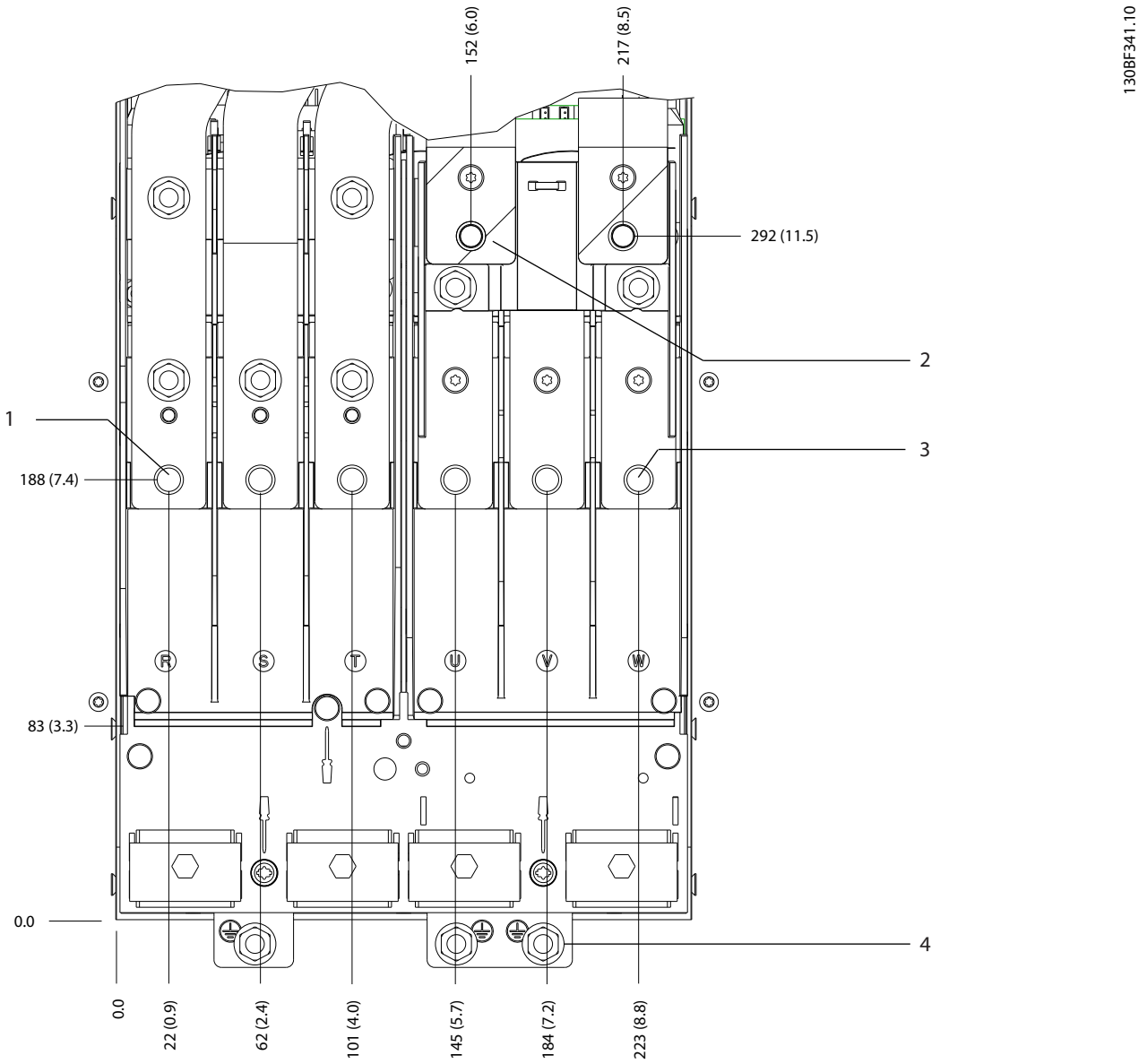


Ilustración 8.17 Vista trasera del D3h

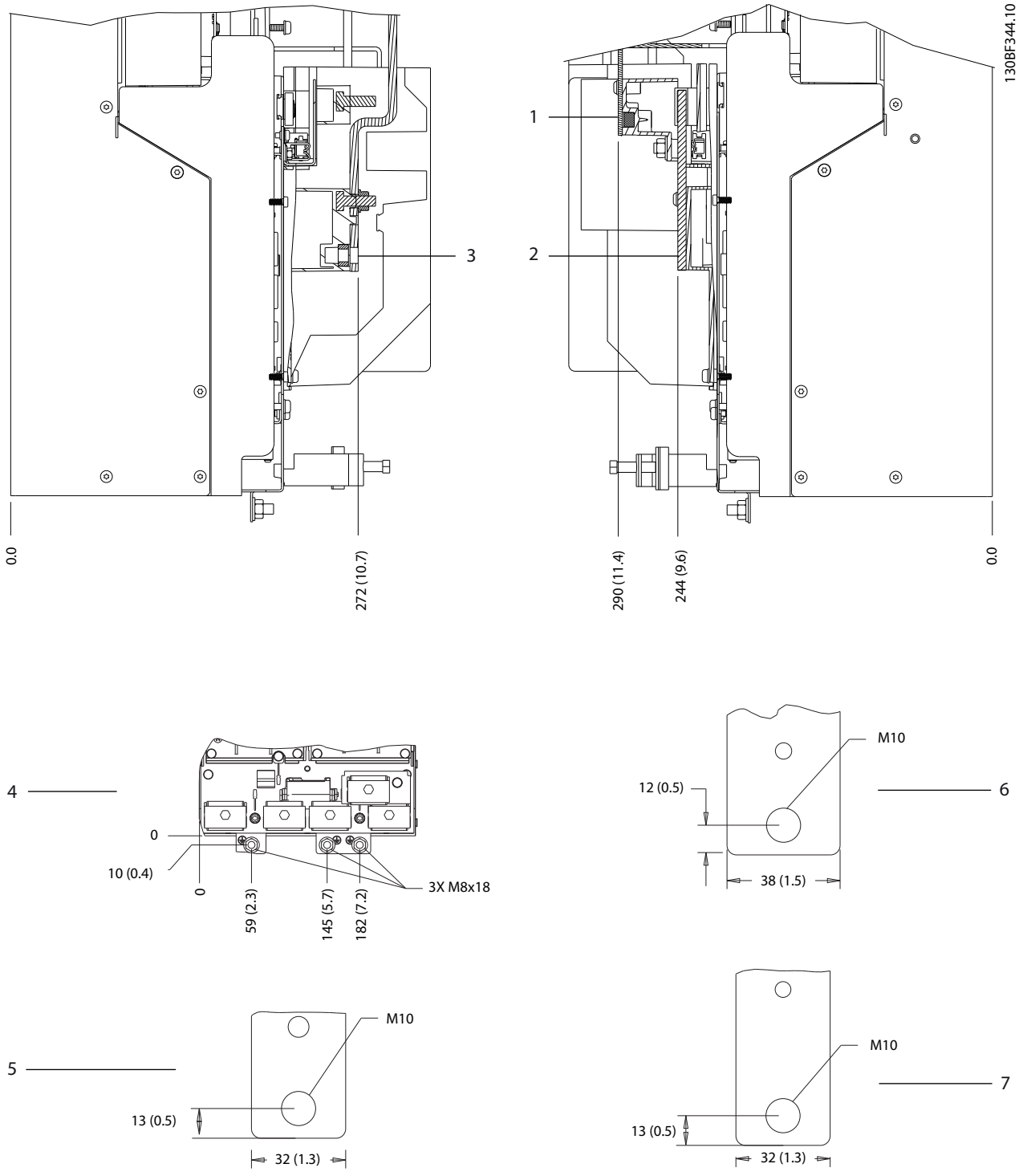
8

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)

8.4 Dimensiones exteriores y de los terminales del D4h

8.4.1 Dimensiones del alojamiento D4h

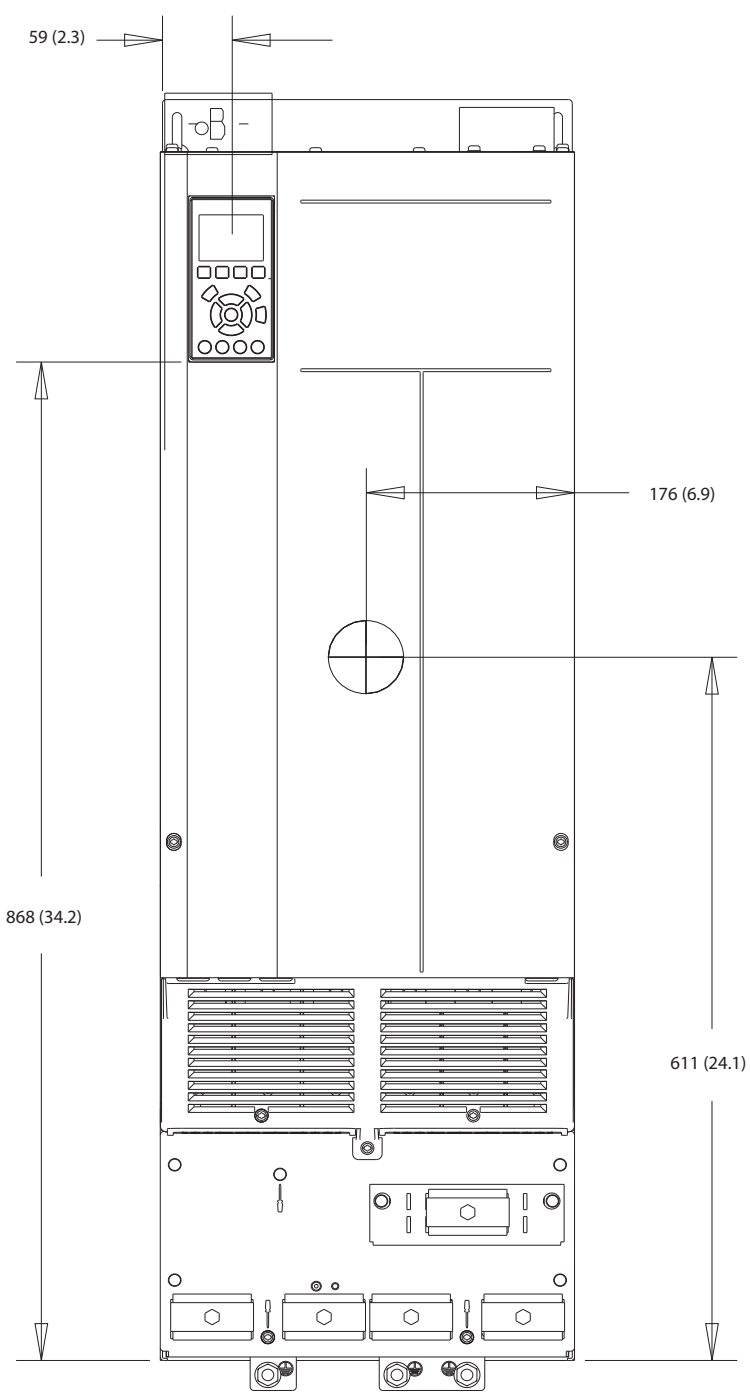


Ilustración 8.20 Vista frontal del D4h

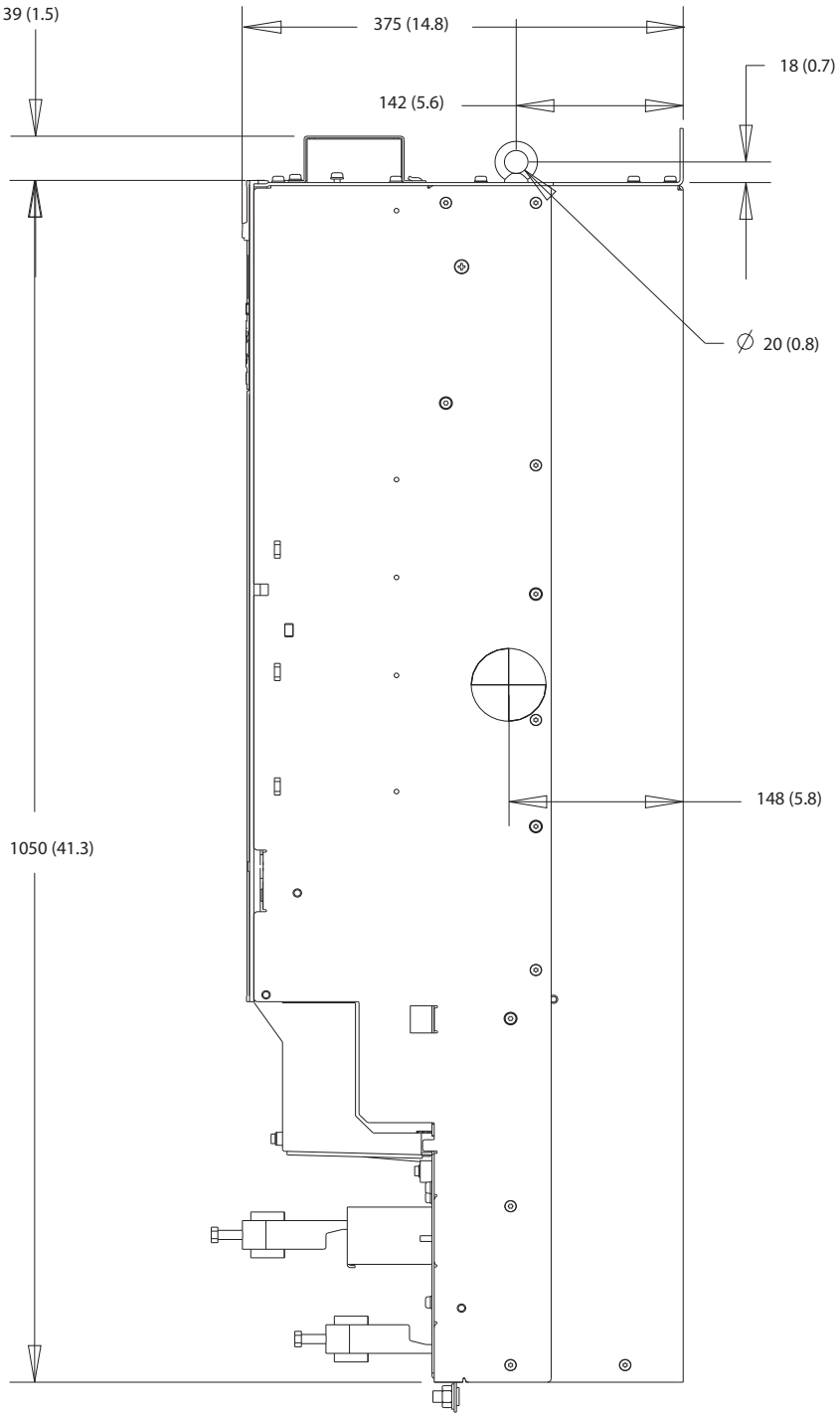


Ilustración 8.21 Dimensiones laterales del D4h

8

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

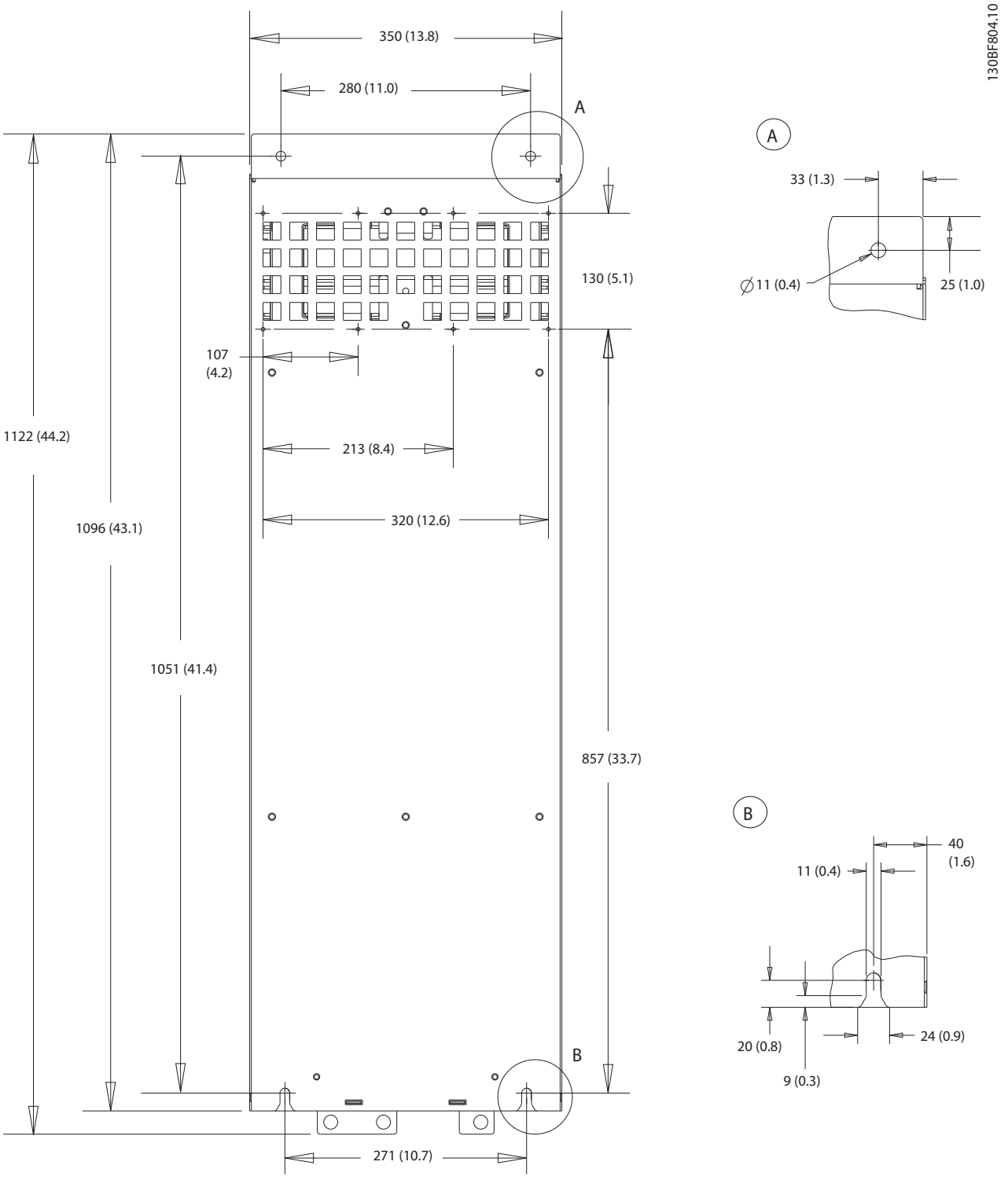
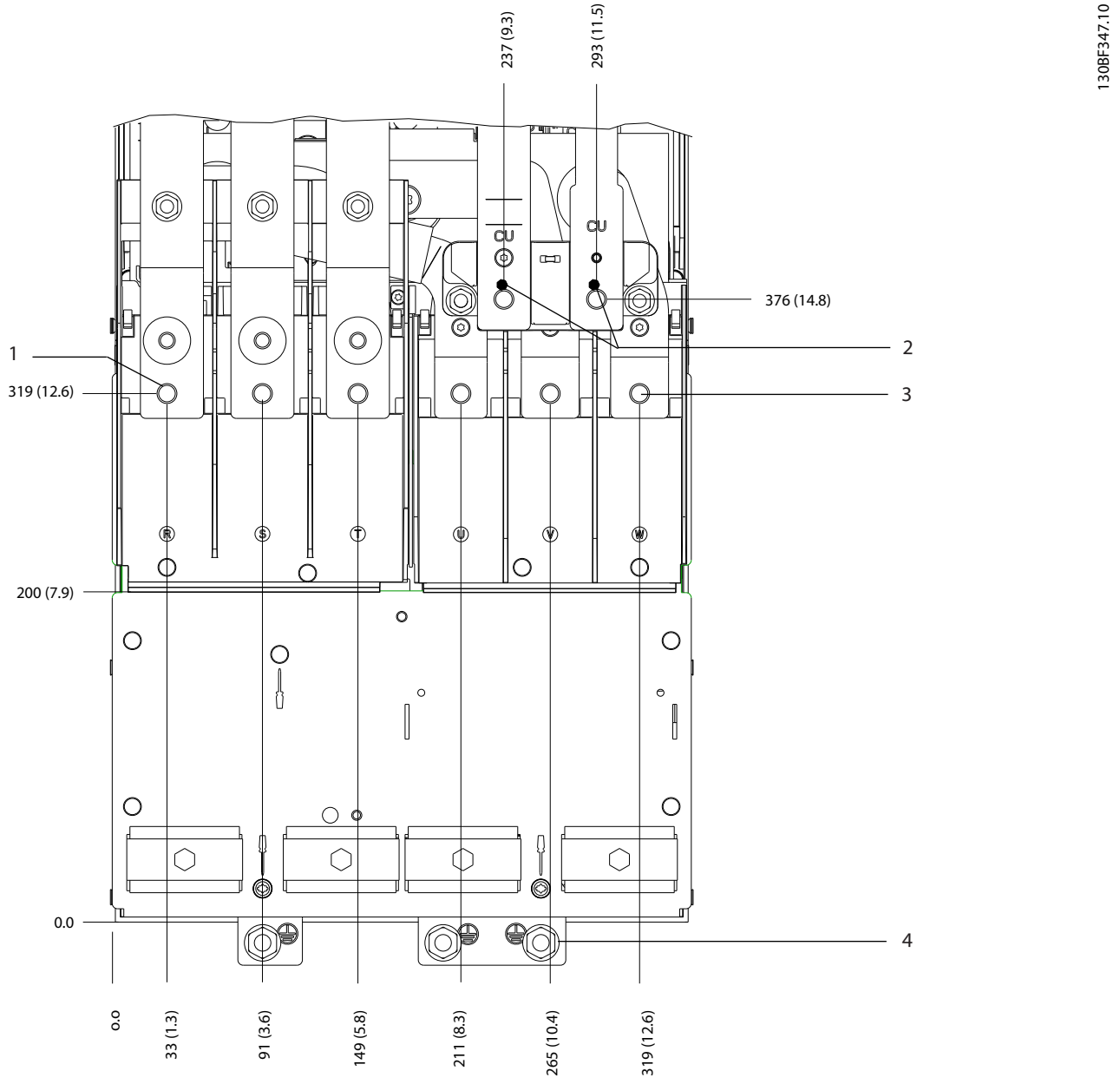


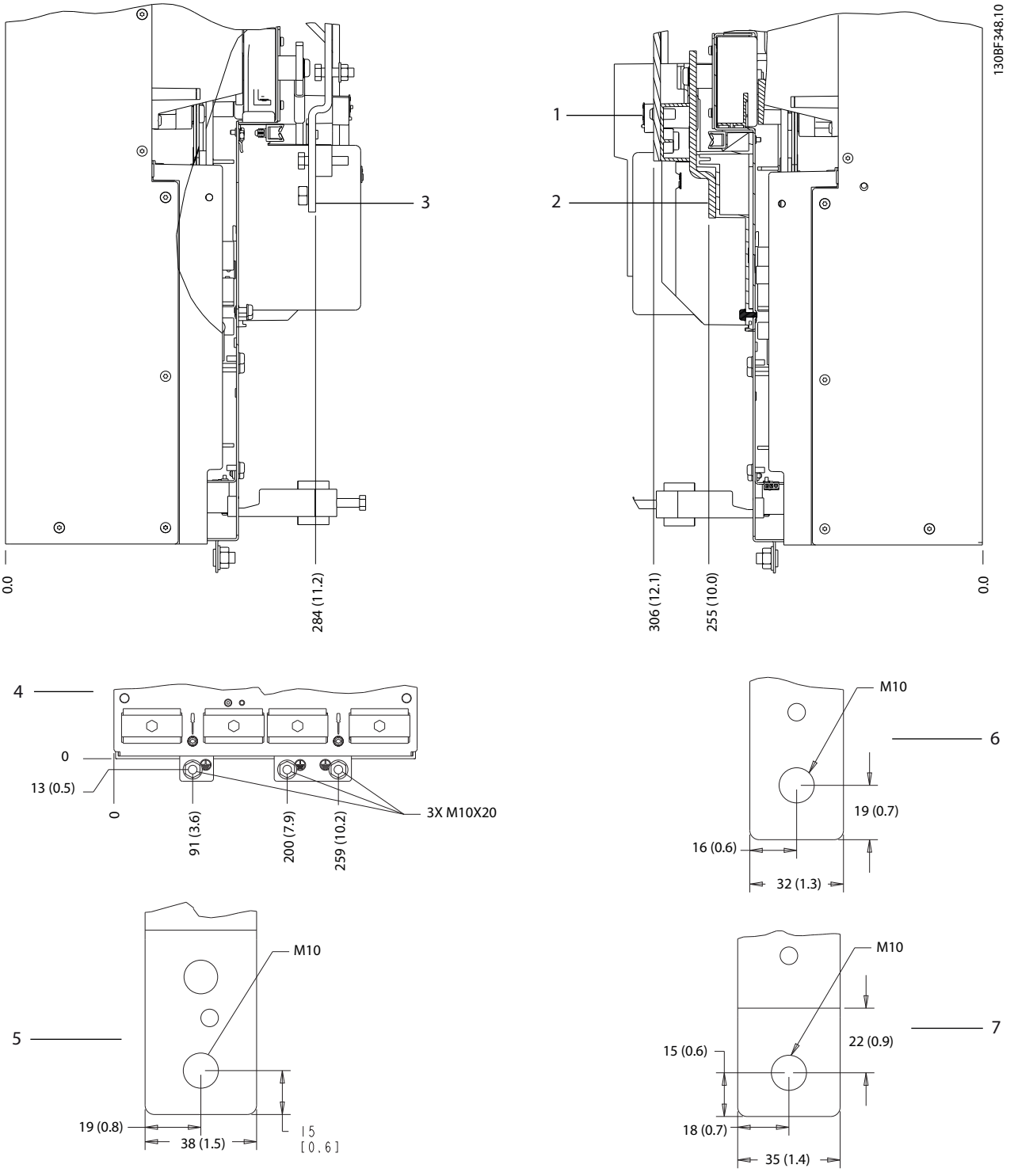
Ilustración 8.22 Dimensiones posteriores del D4h

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)



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

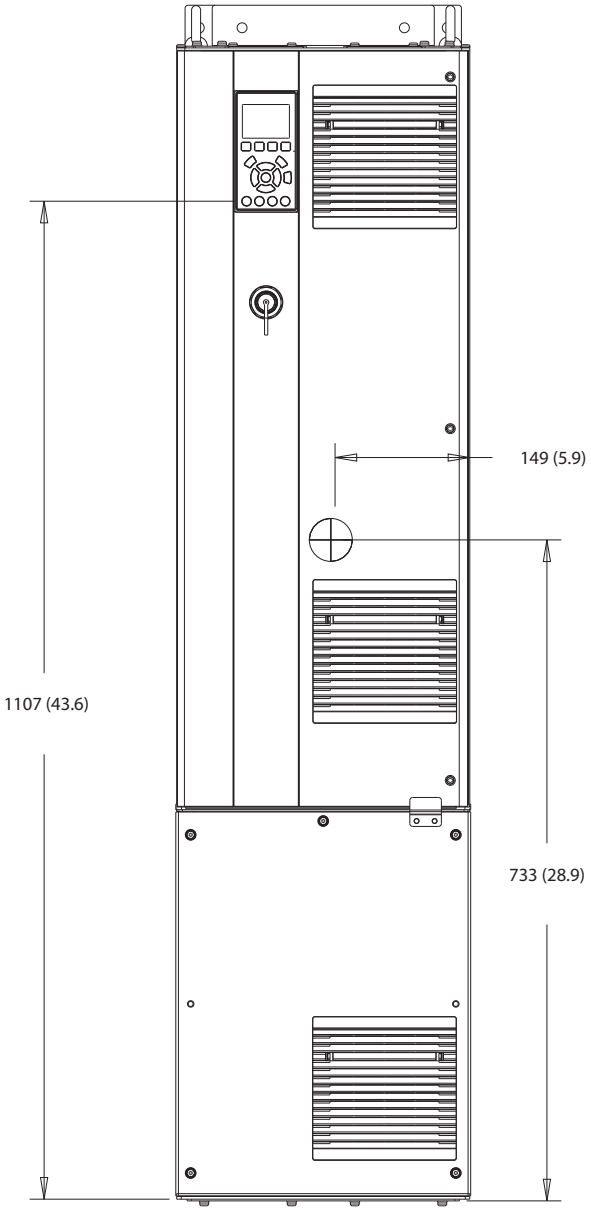


Ilustración 8.25 Vista frontal del D5h

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

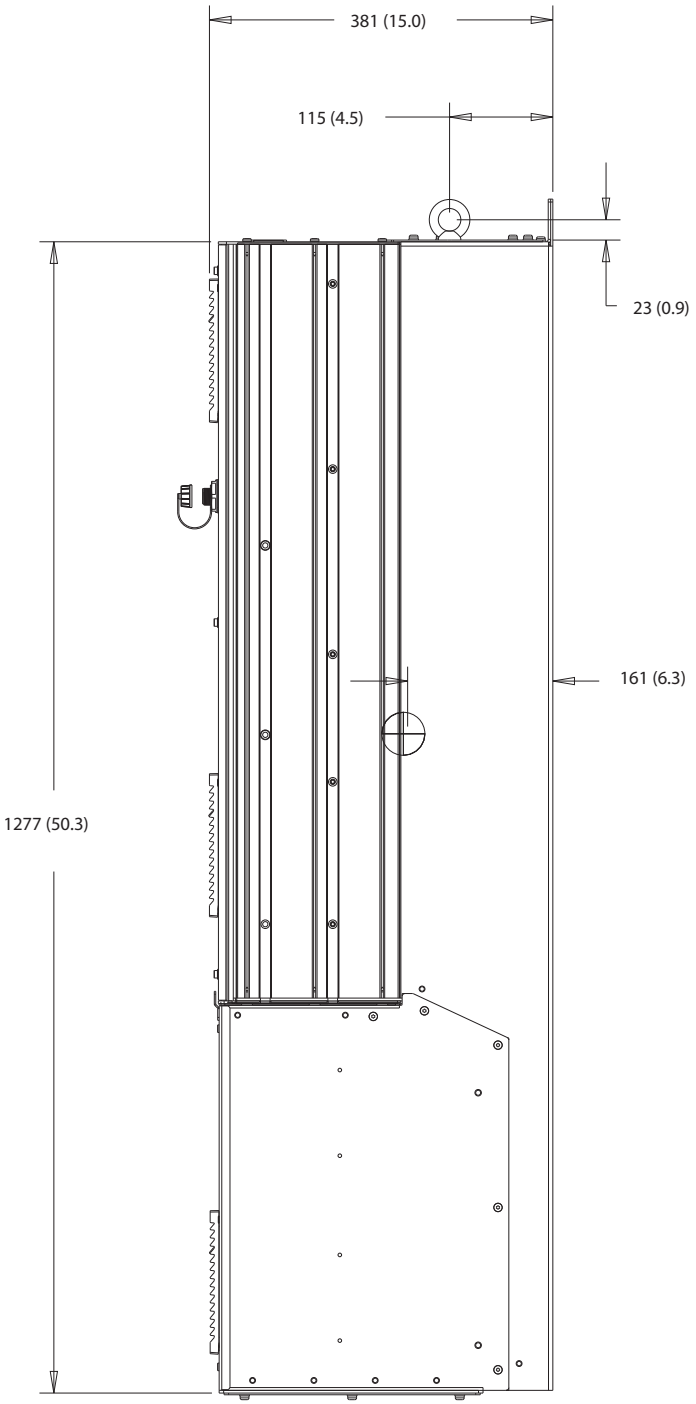


Ilustración 8.26 Vista lateral del D5h

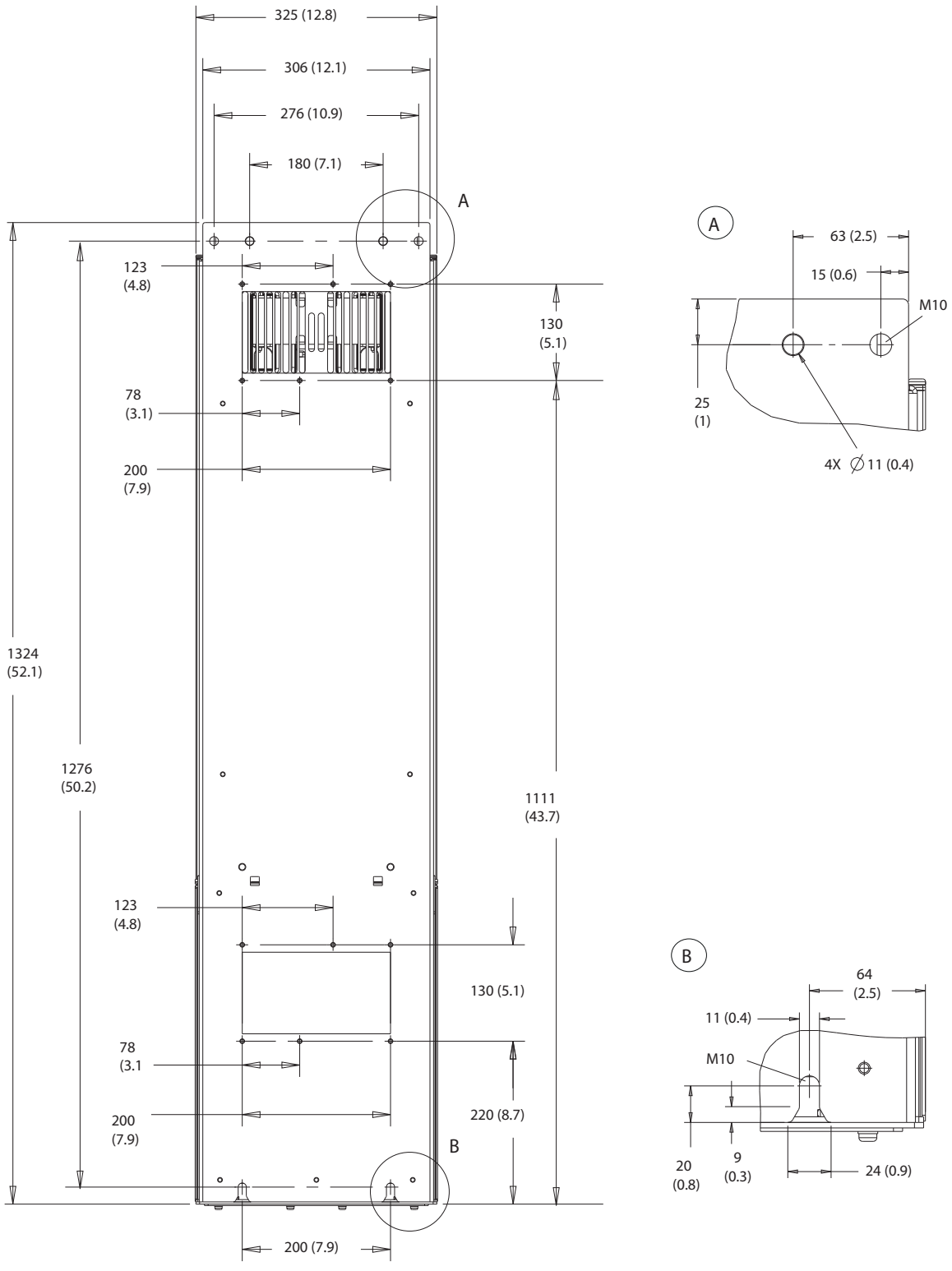


Ilustración 8.27 Vista trasera del D5h

8

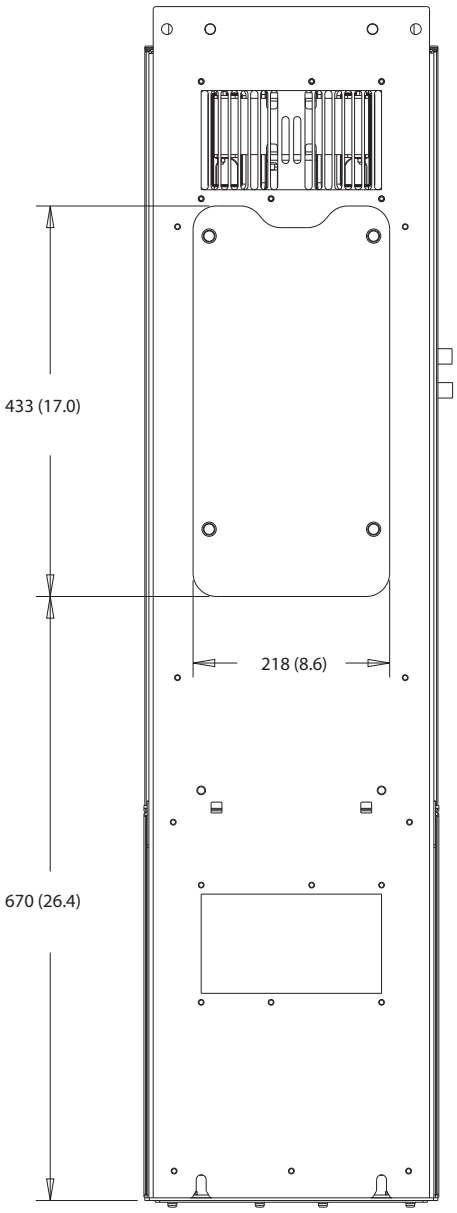


Ilustración 8.28 Panel de acceso a disipador del D5h

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

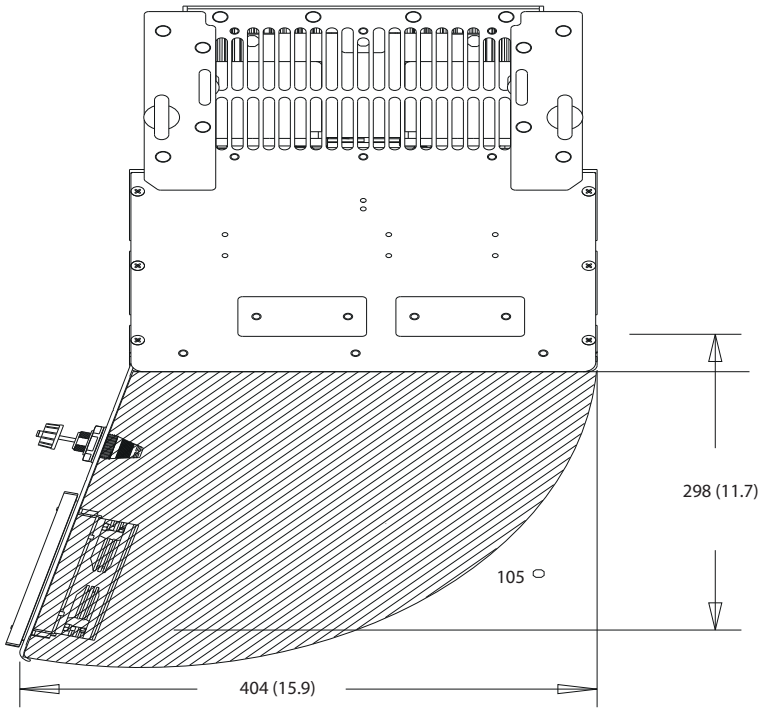
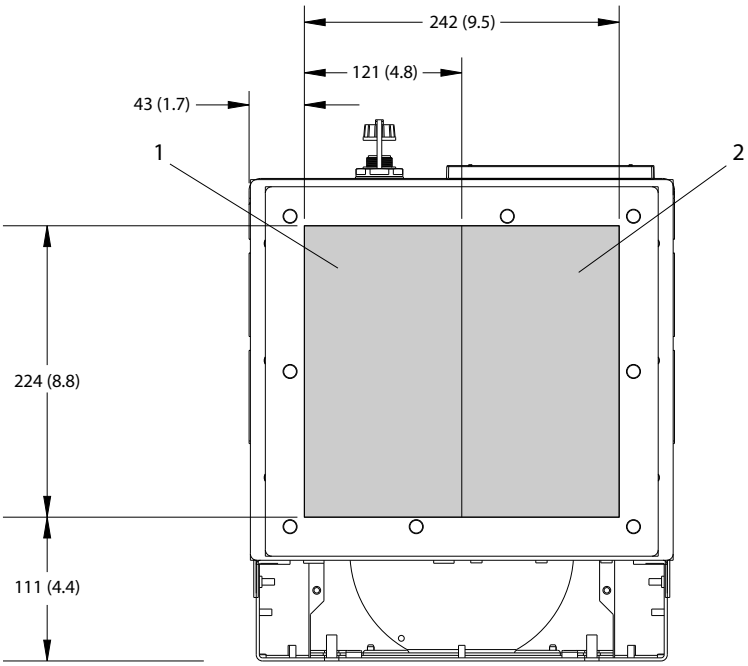


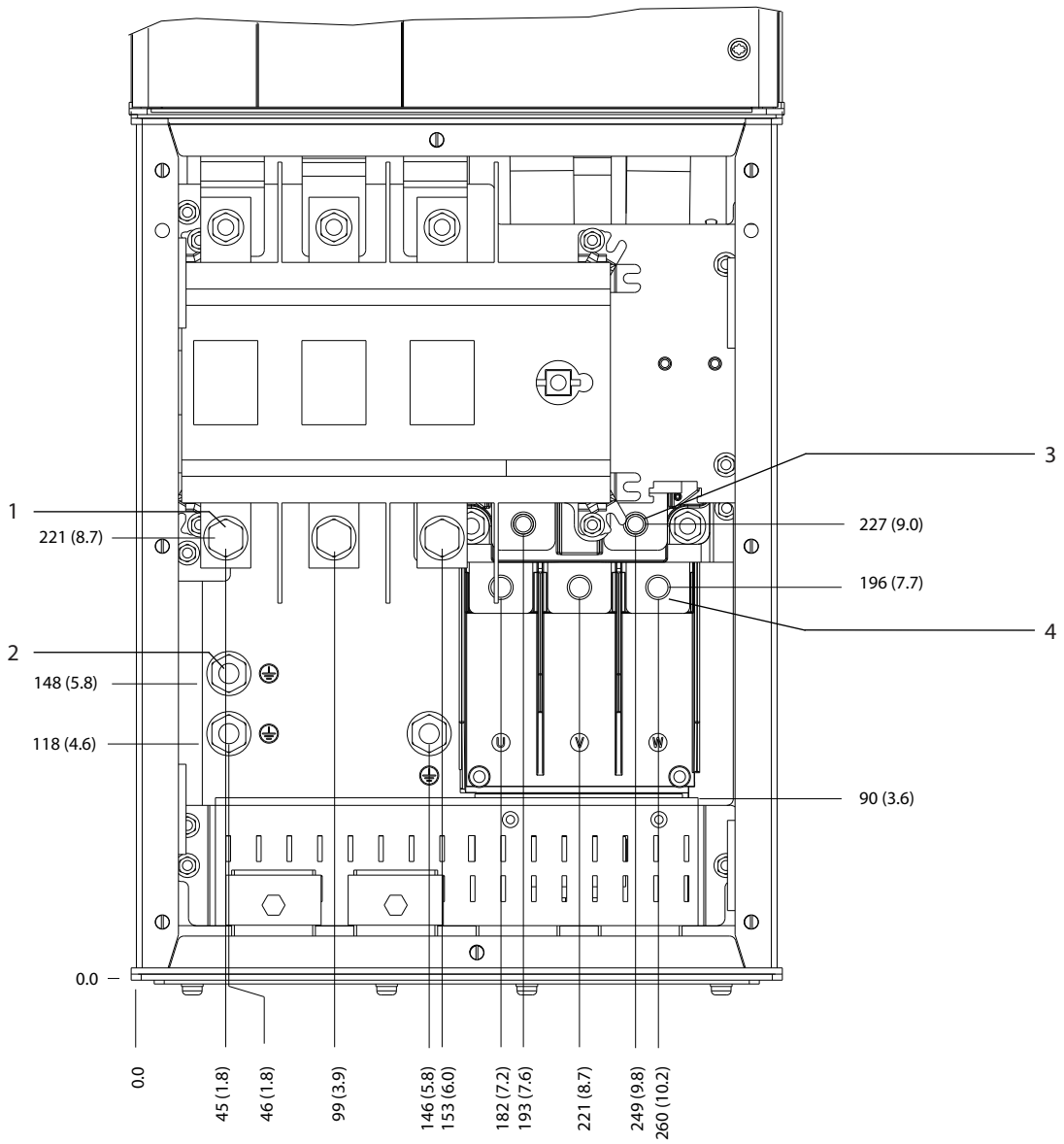
Ilustración 8.29 Espacio de la puerta del D5h



1	Lado de alimentación	2	Lado del motor

Ilustración 8.30 Dimensiones de la placa prensacables del D5h

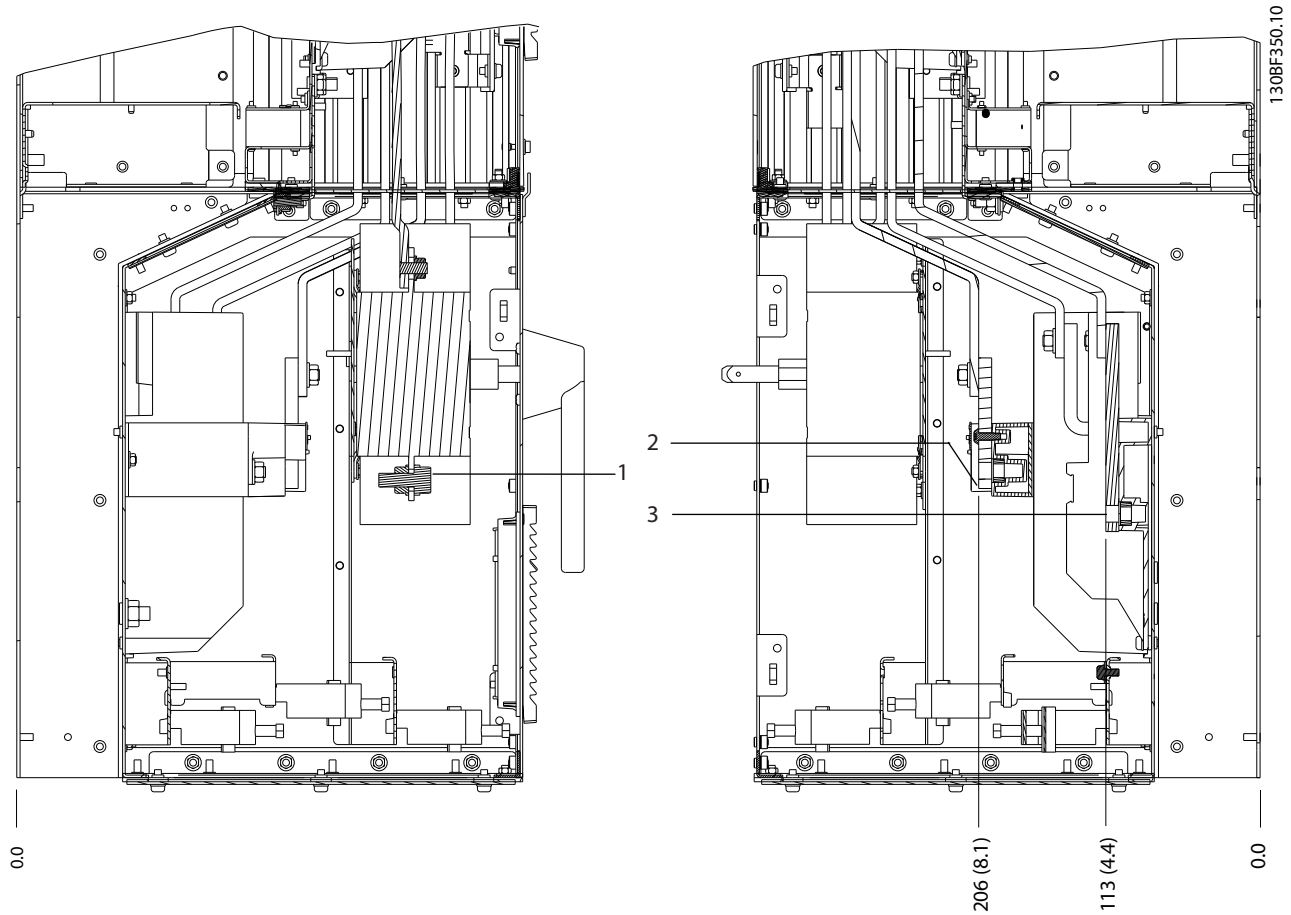
8.5.2 Dimensiones de los terminales del D5h



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)

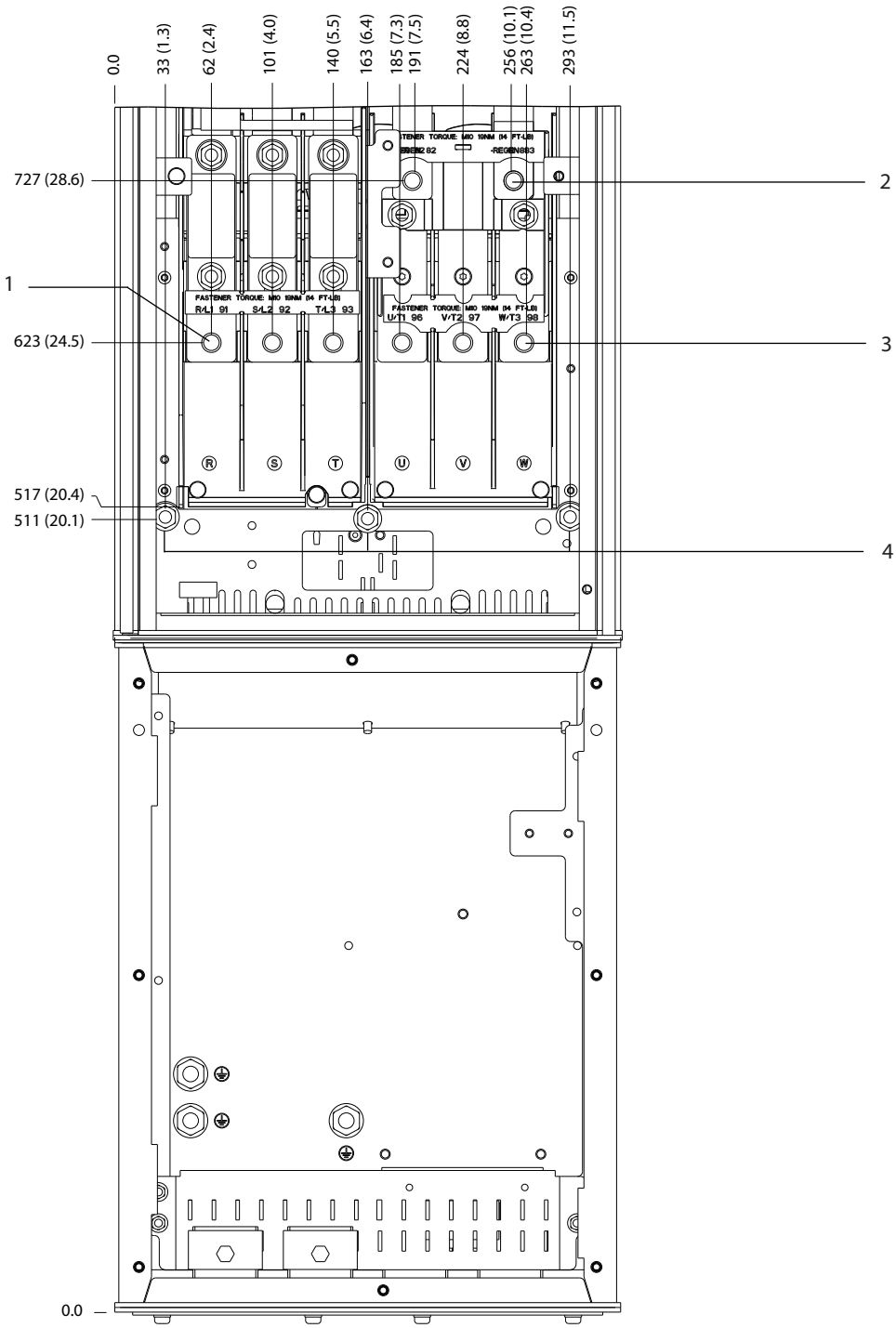
Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



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

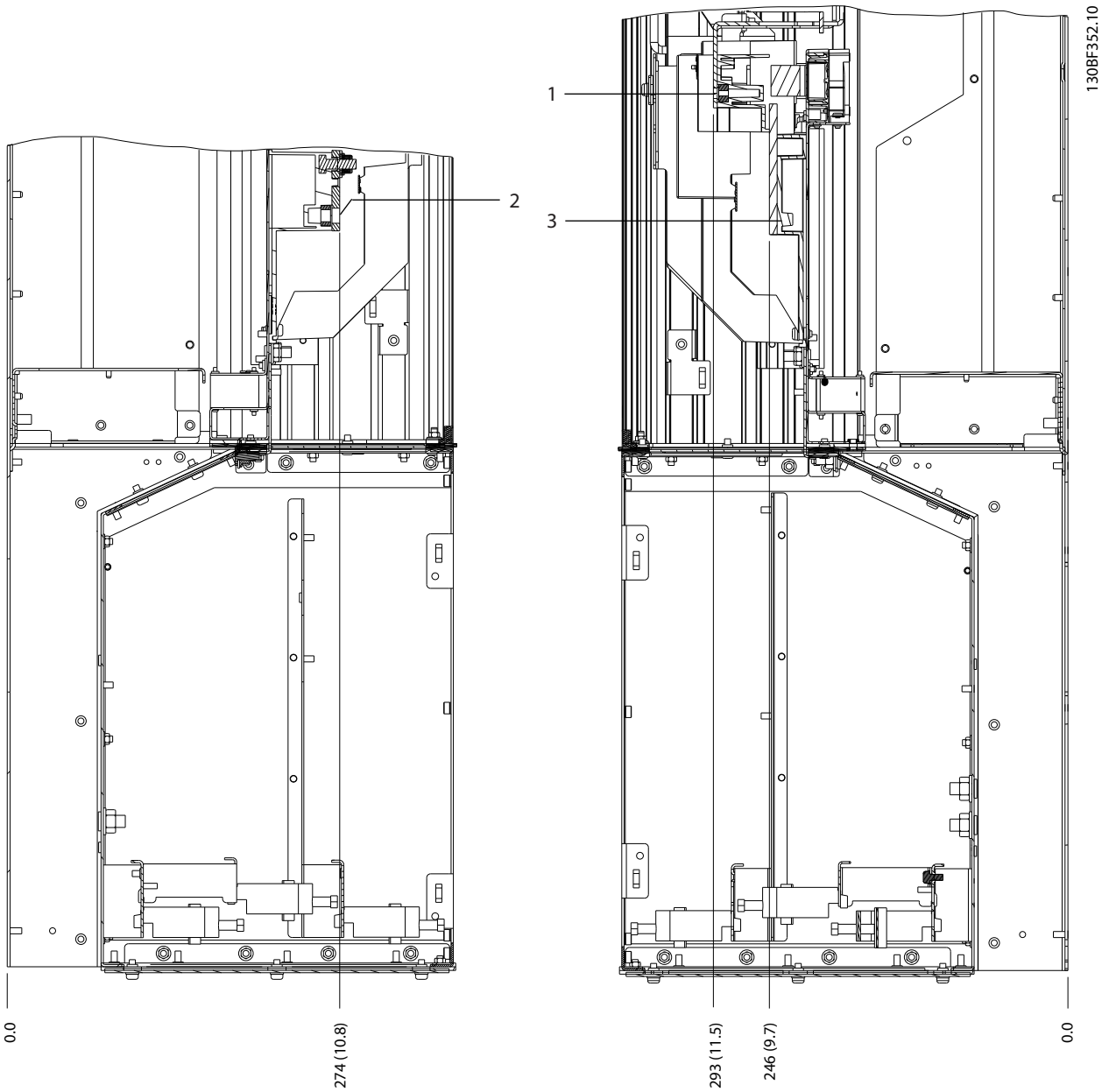
Ilustración 8.32 Dimensiones de los terminales del D5h con opción de desconexión (vistas laterales)

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)

8.6 Dimensiones exteriores y de los terminales del D6h

8.6.1 Dimensiones exteriores del D6h

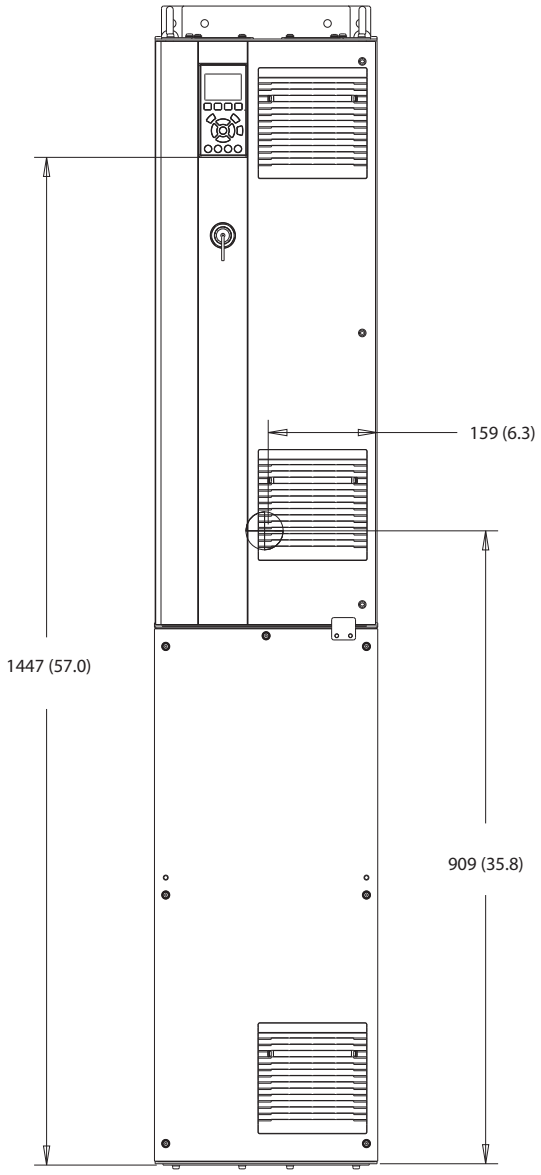


Ilustración 8.35 Vista frontal del D6h

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

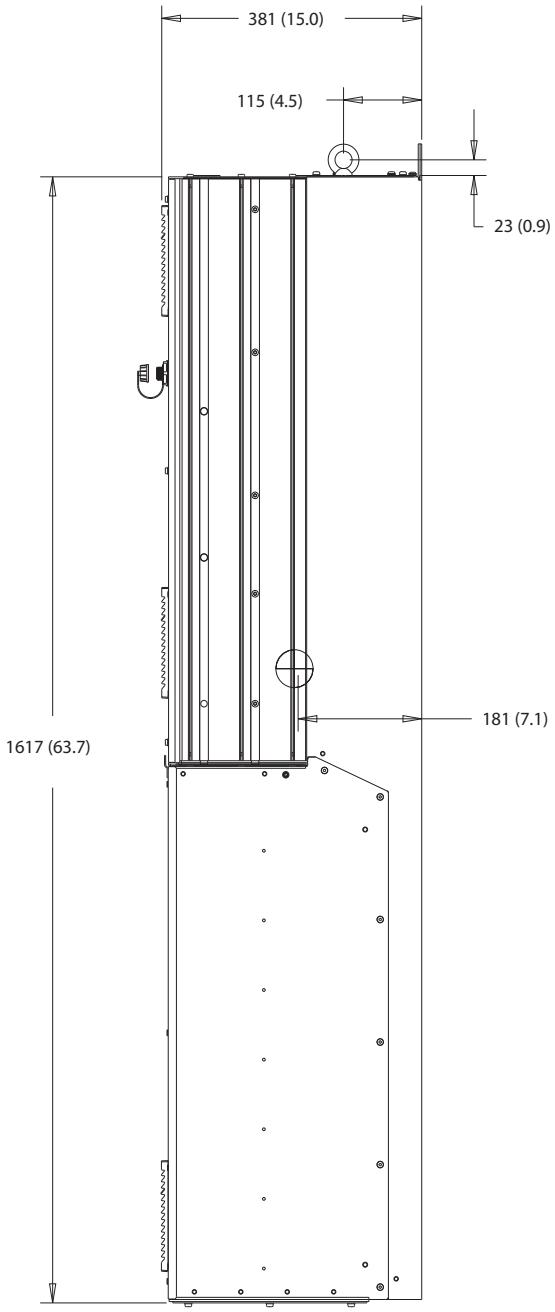


Ilustración 8.36 Vista lateral del D6h

8

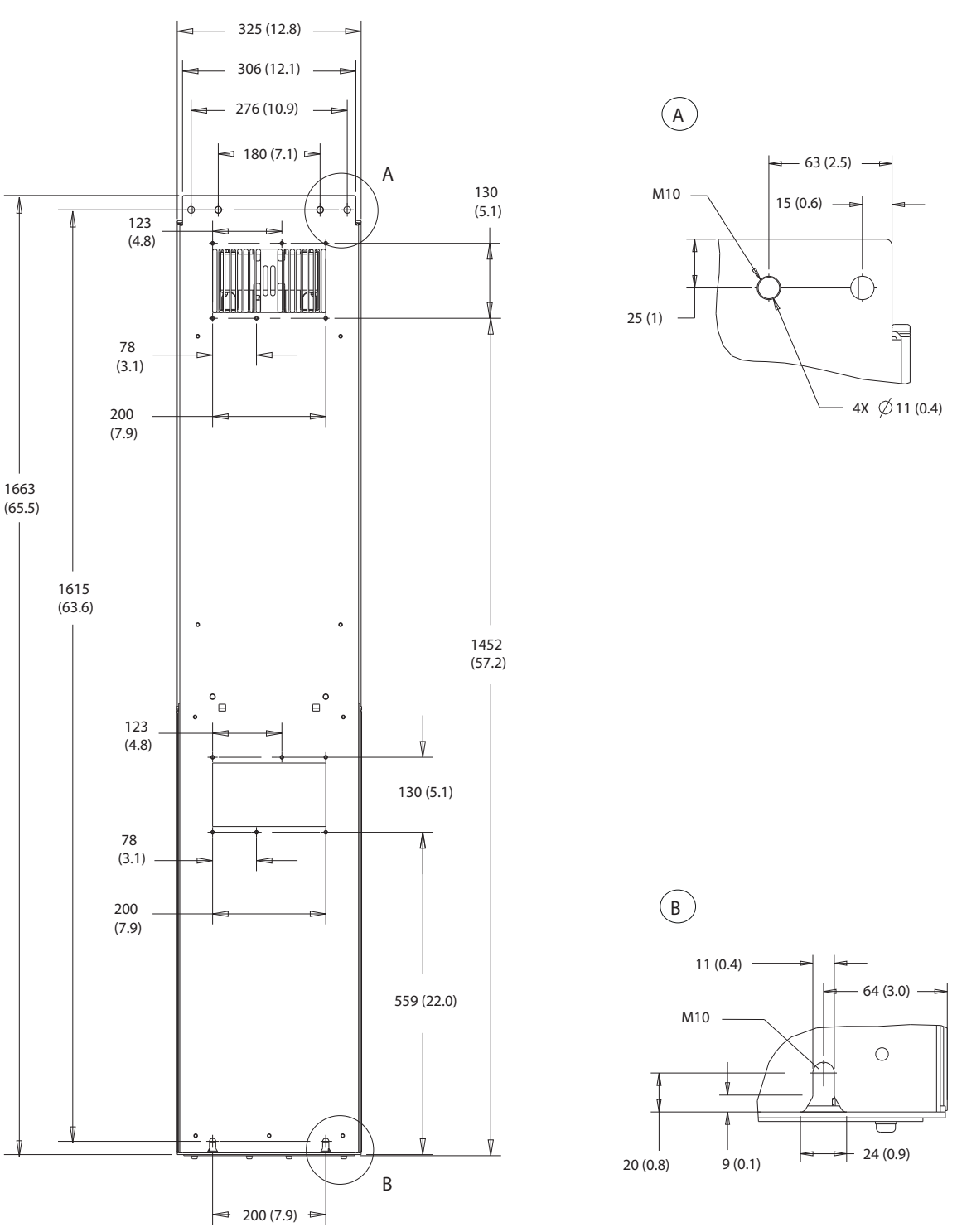
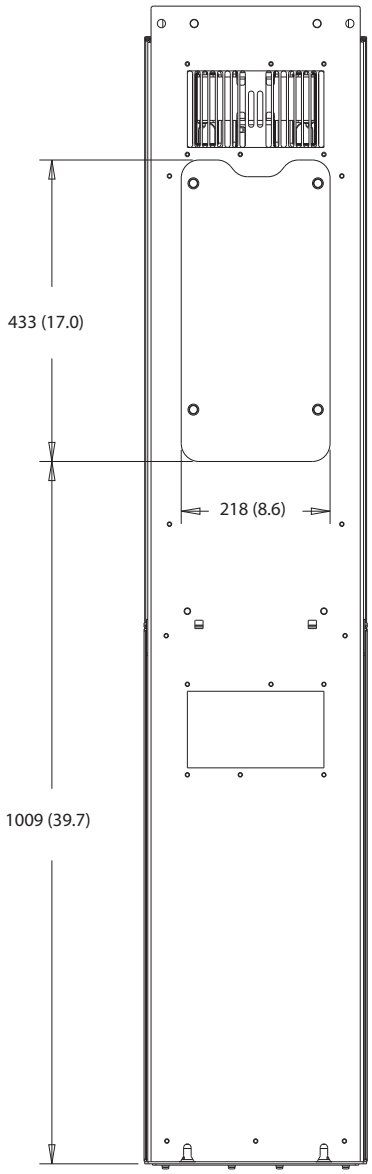


Ilustración 8.37 Vista trasera del D6h



130BF829.10

Ilustración 8.38 Panel de acceso a disipador del D6h

8

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

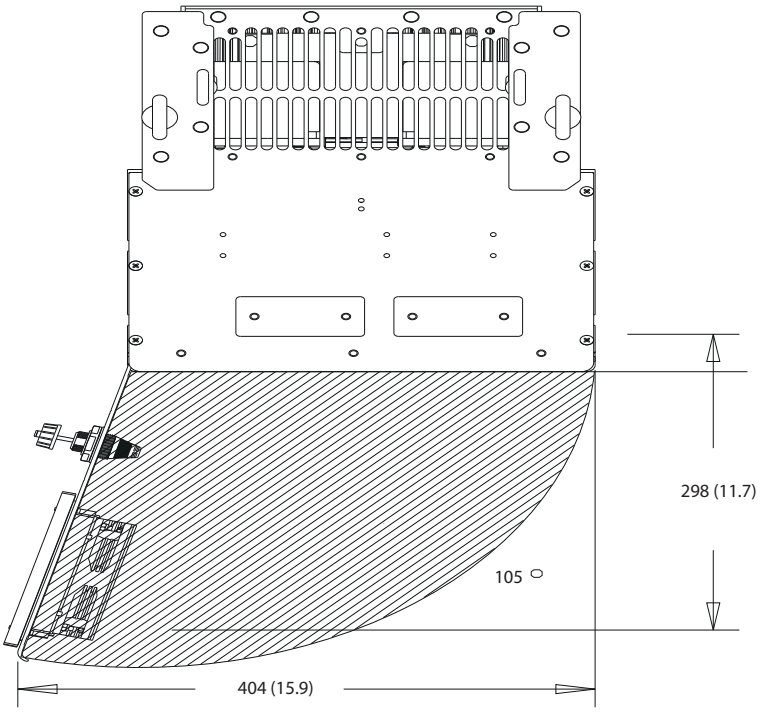
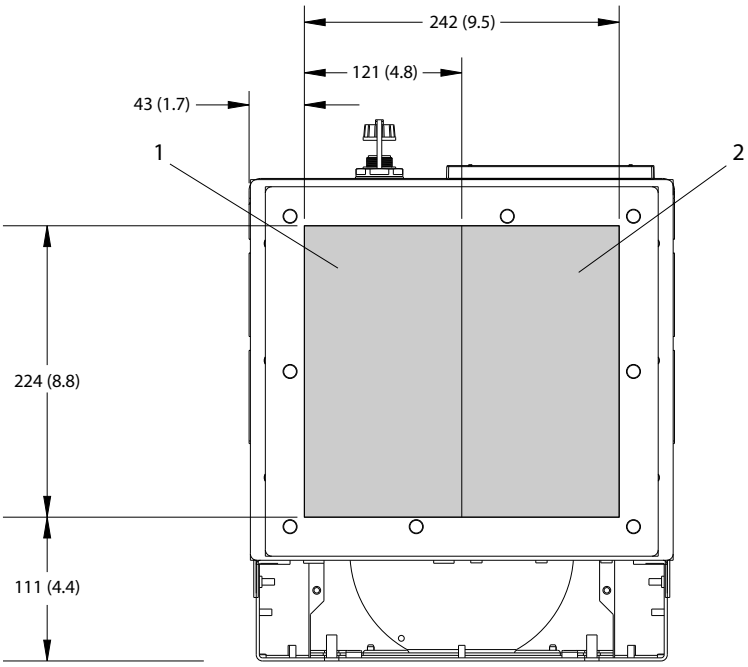


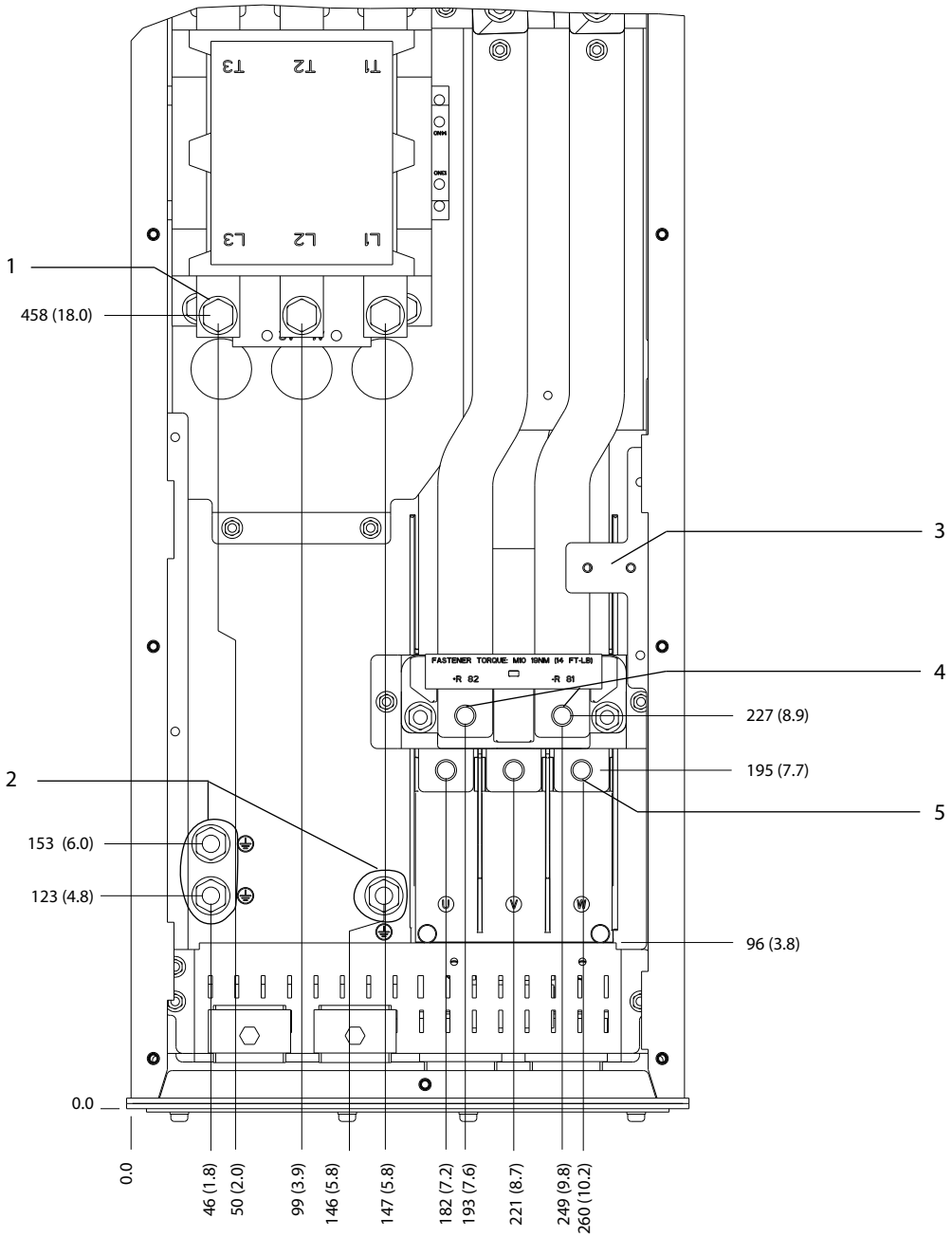
Ilustración 8.39 Espacio de la puerta del D6h



1	Lado de alimentación	2	Lado del motor

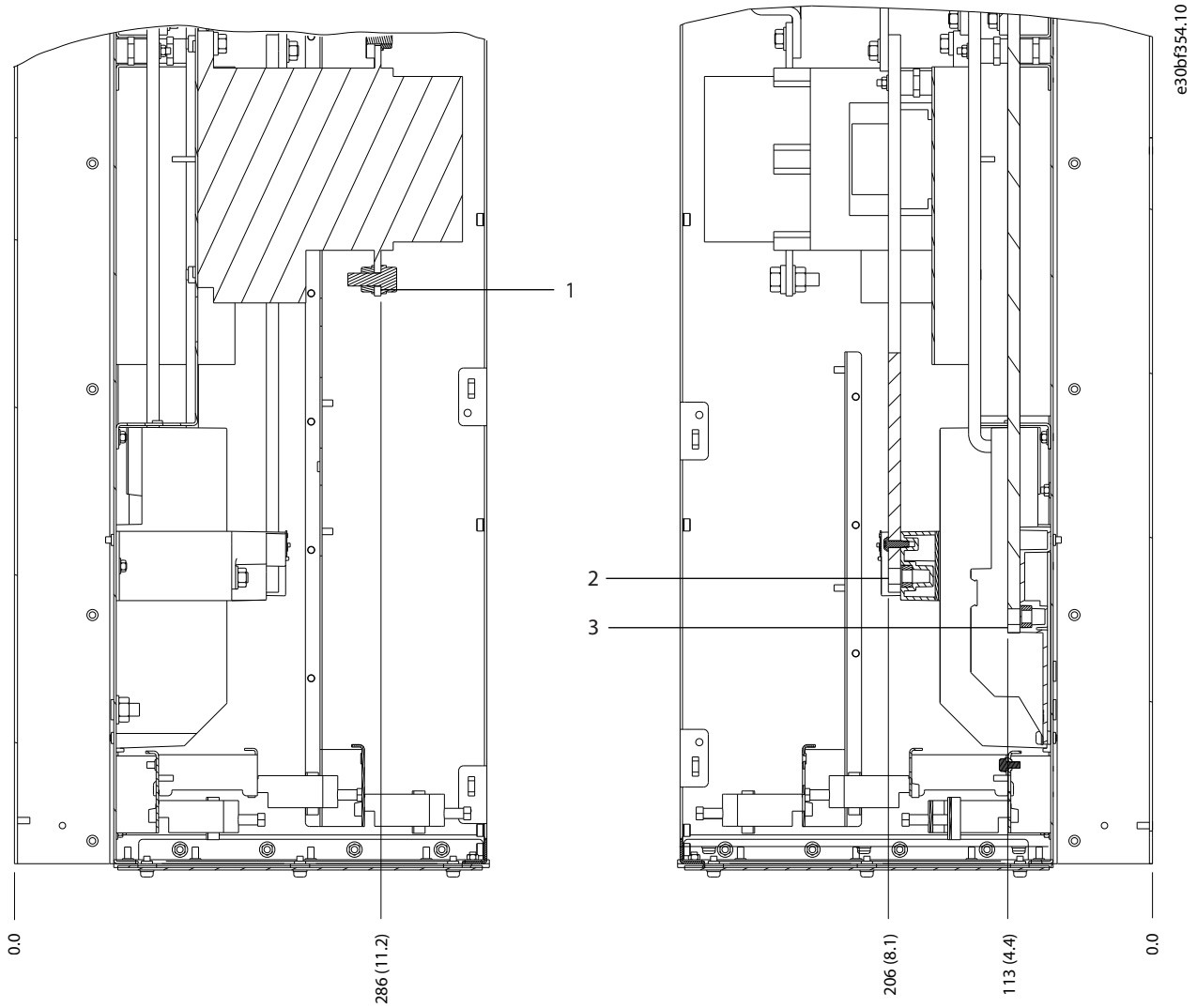
Ilustración 8.40 Dimensiones de la placa prensacables del D6h

8.6.2 Dimensiones de los terminales del D6h



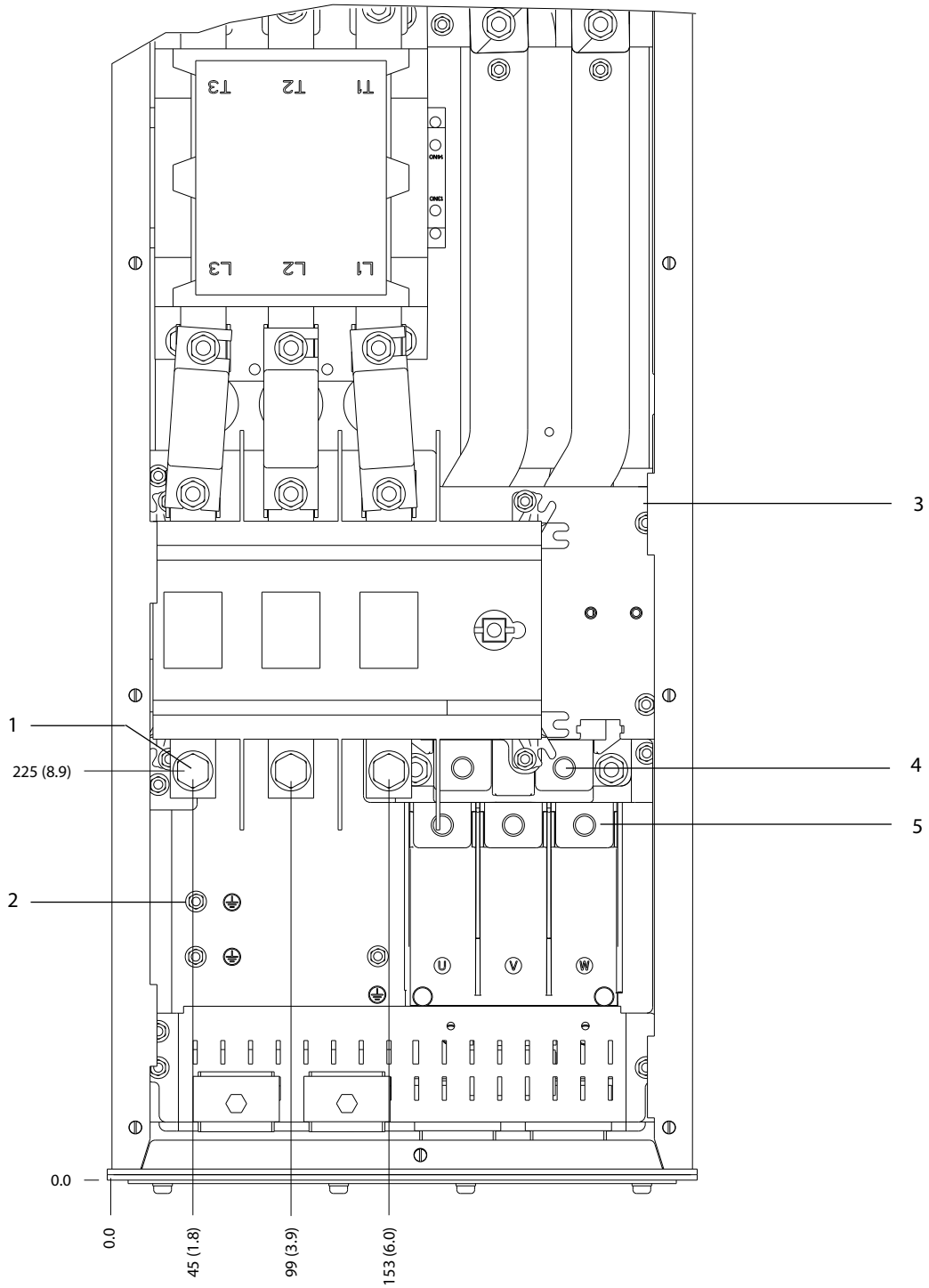
1	Terminales de alimentación	4	Terminales de freno
2	Terminales de conexión a tierra	5	Terminales de motor
3	Bloque de terminales del contactor TB6	–	–

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



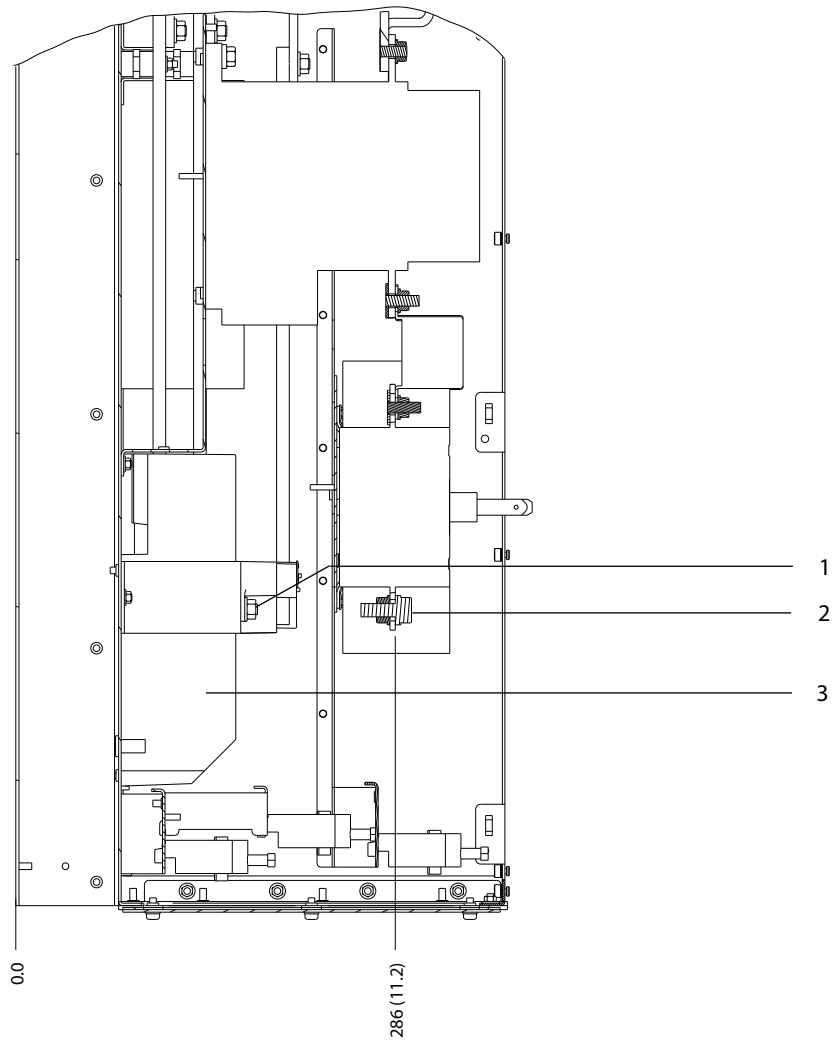
1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	–	–

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



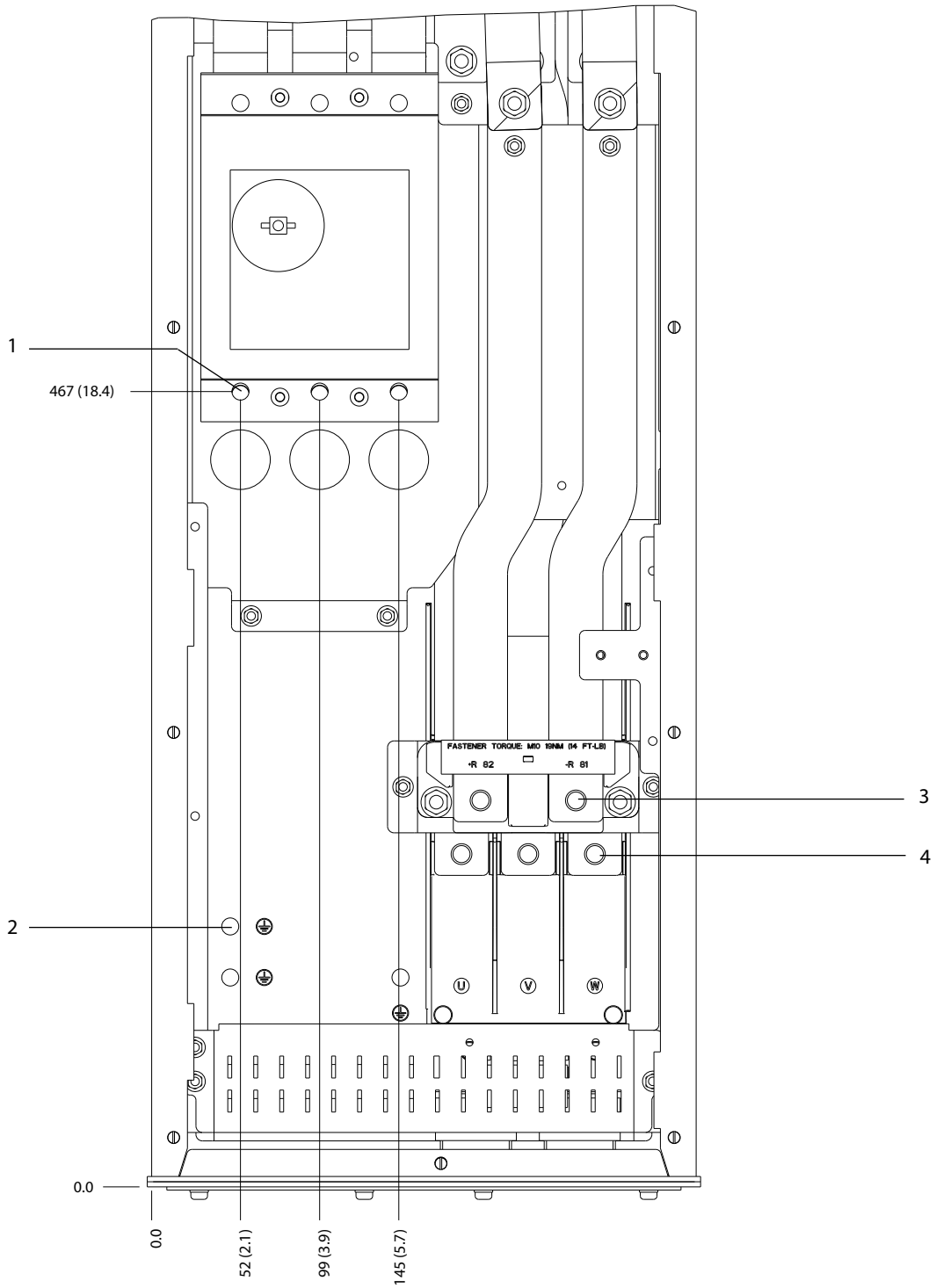
1	Terminales de alimentación	4	Terminales de freno
2	Terminales de conexión a tierra	5	Terminales de motor
3	Bloque de terminales del contactor TB6	–	–

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



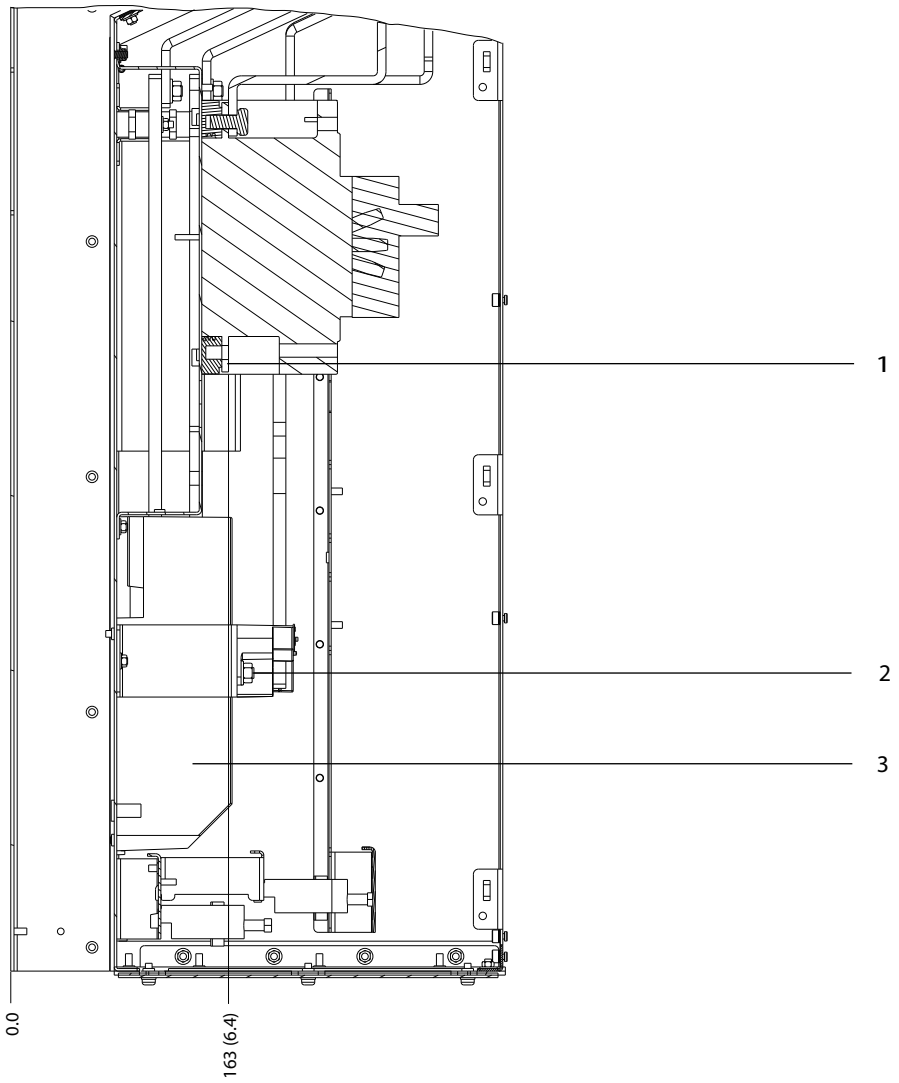
1	Terminales de freno	3	Terminales de motor
2	Terminales de alimentación	–	–

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)



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

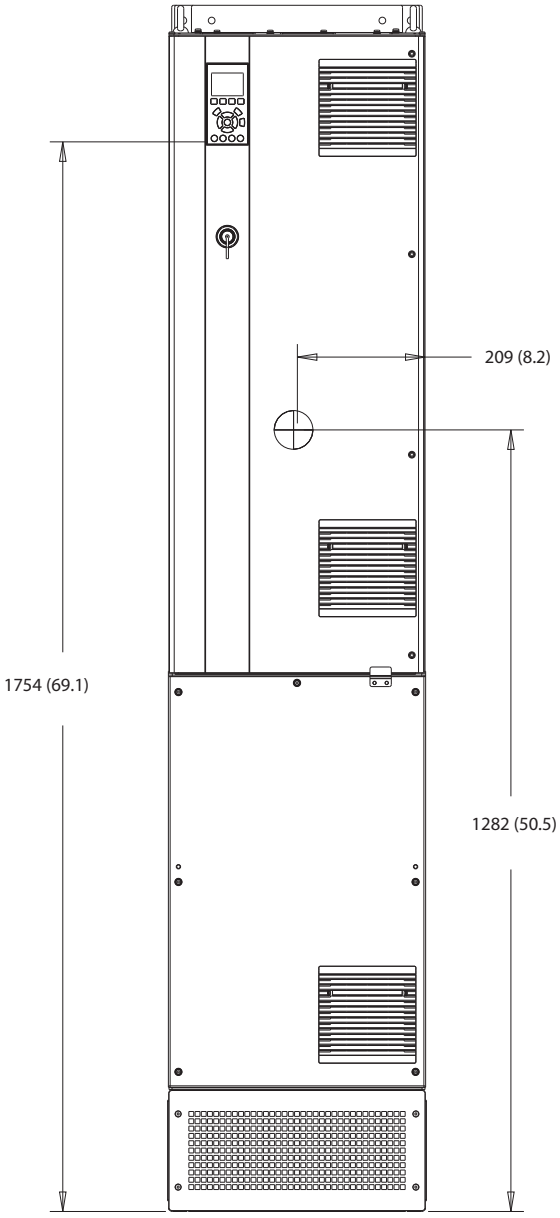
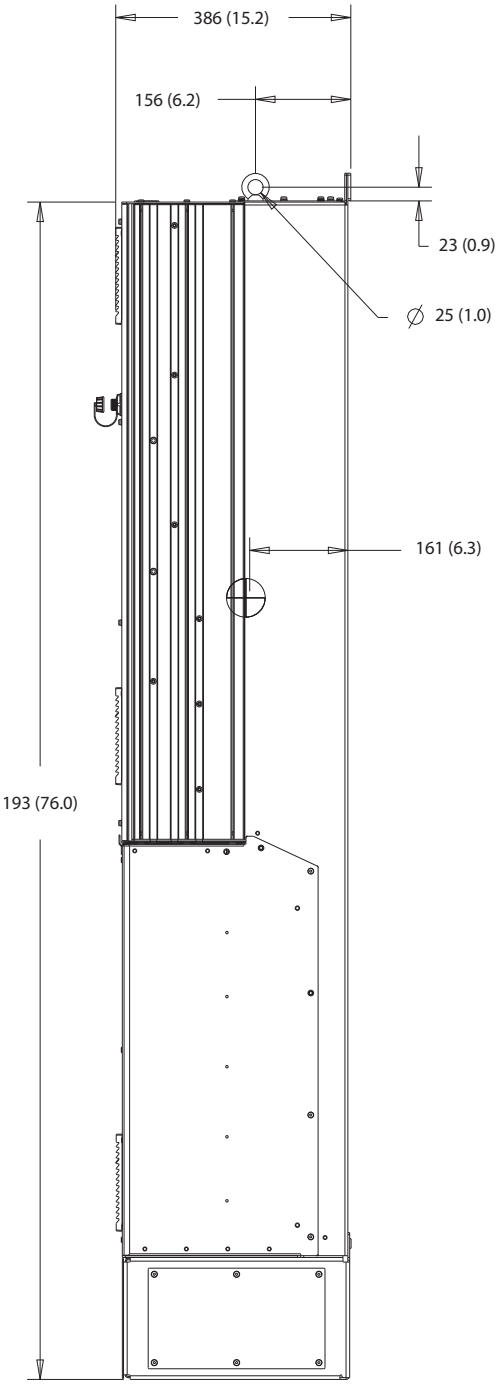


Ilustración 8.47 Vista frontal del D7h

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



130BF809.10

Ilustración 8.48 Vista lateral del D7h

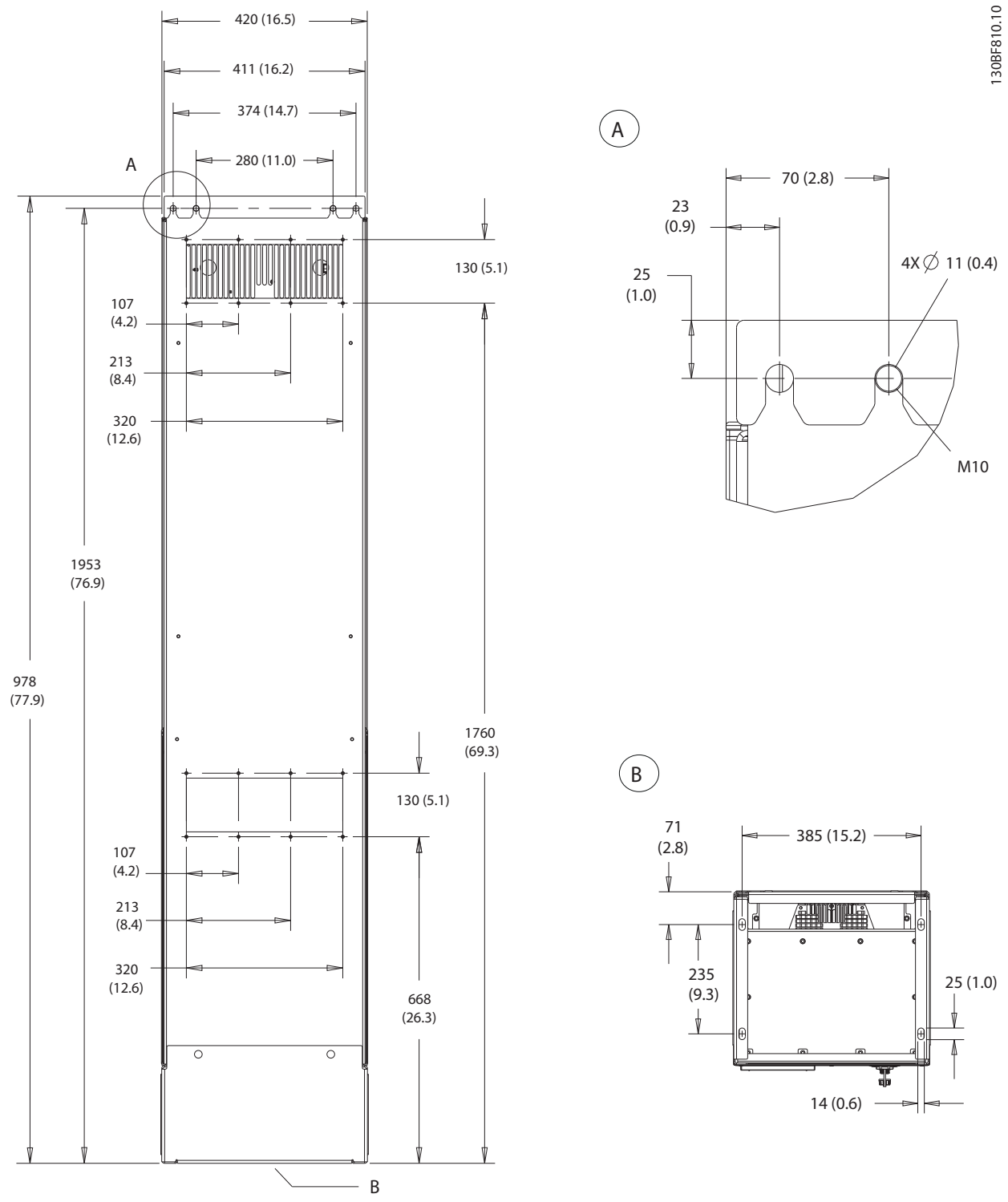
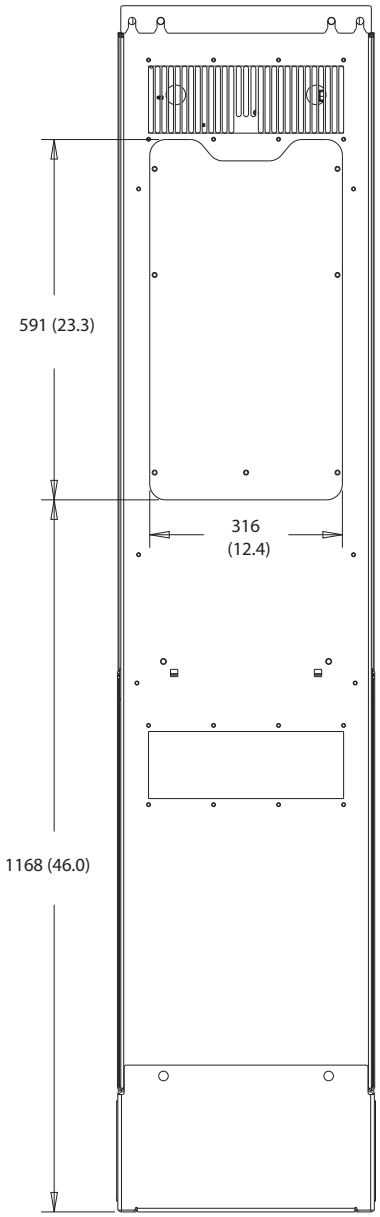


Ilustración 8.49 Vista trasera del D7h

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



130BF830.10

Ilustración 8.50 Panel de acceso a disipador del D7h

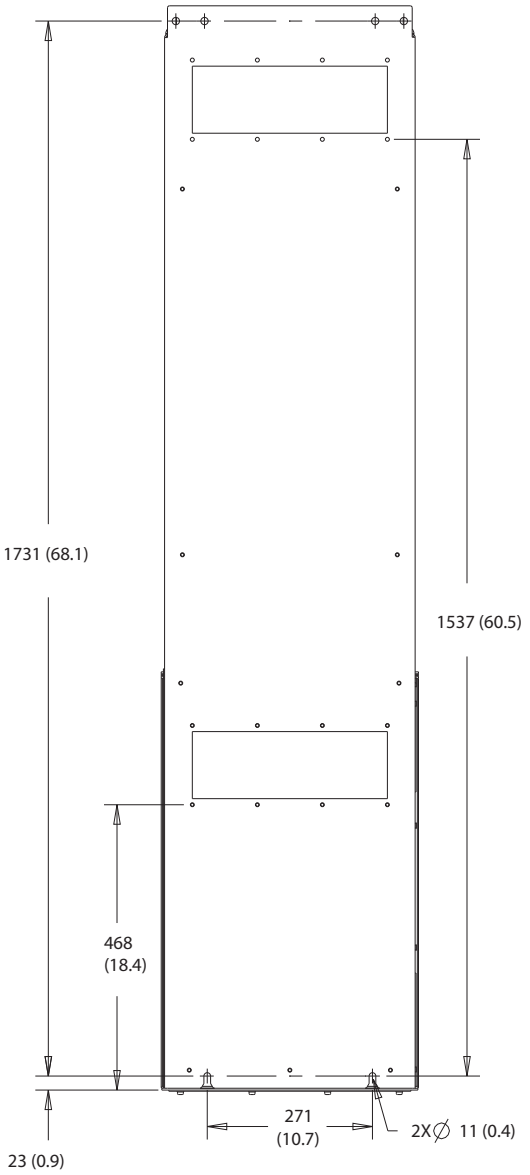


Ilustración 8.51 Dimensiones del montaje en pared del D7h

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

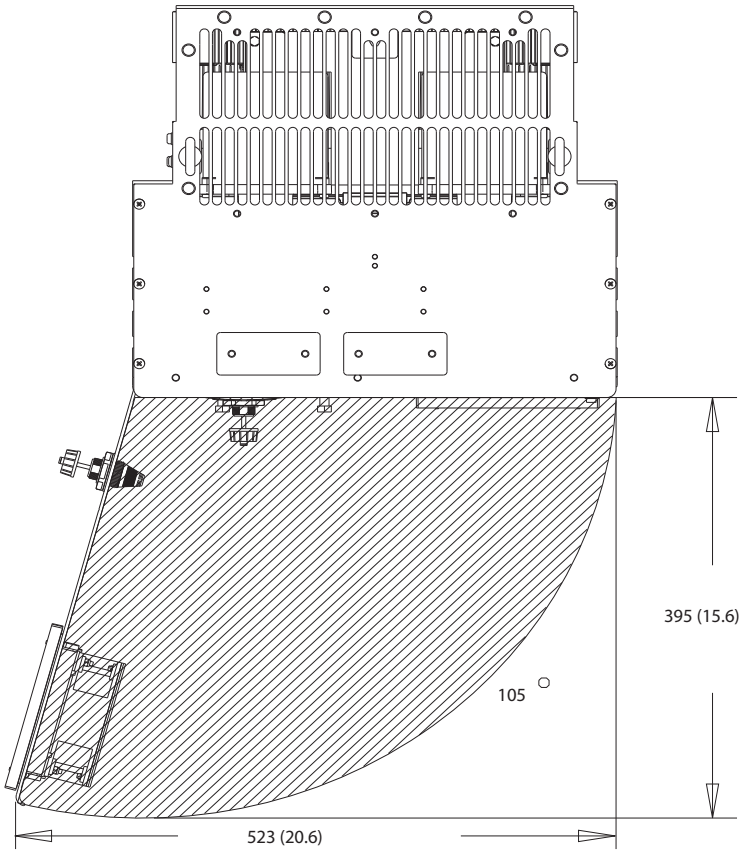
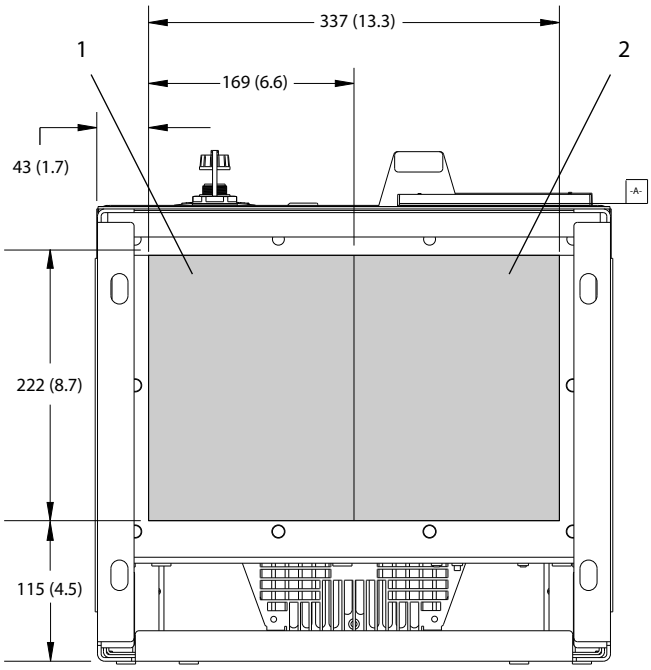


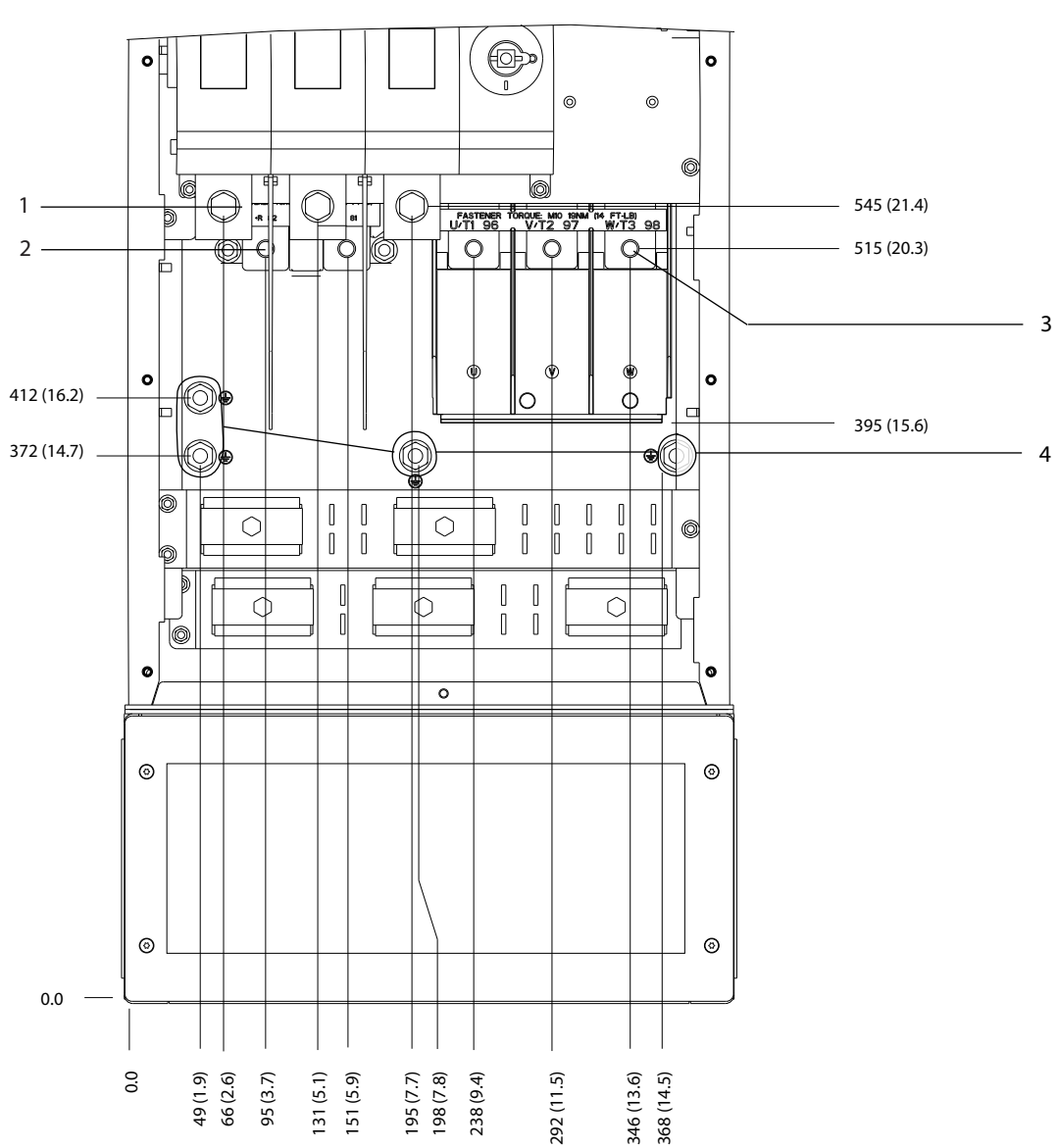
Ilustración 8.52 Espacio de la puerta del D7h



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

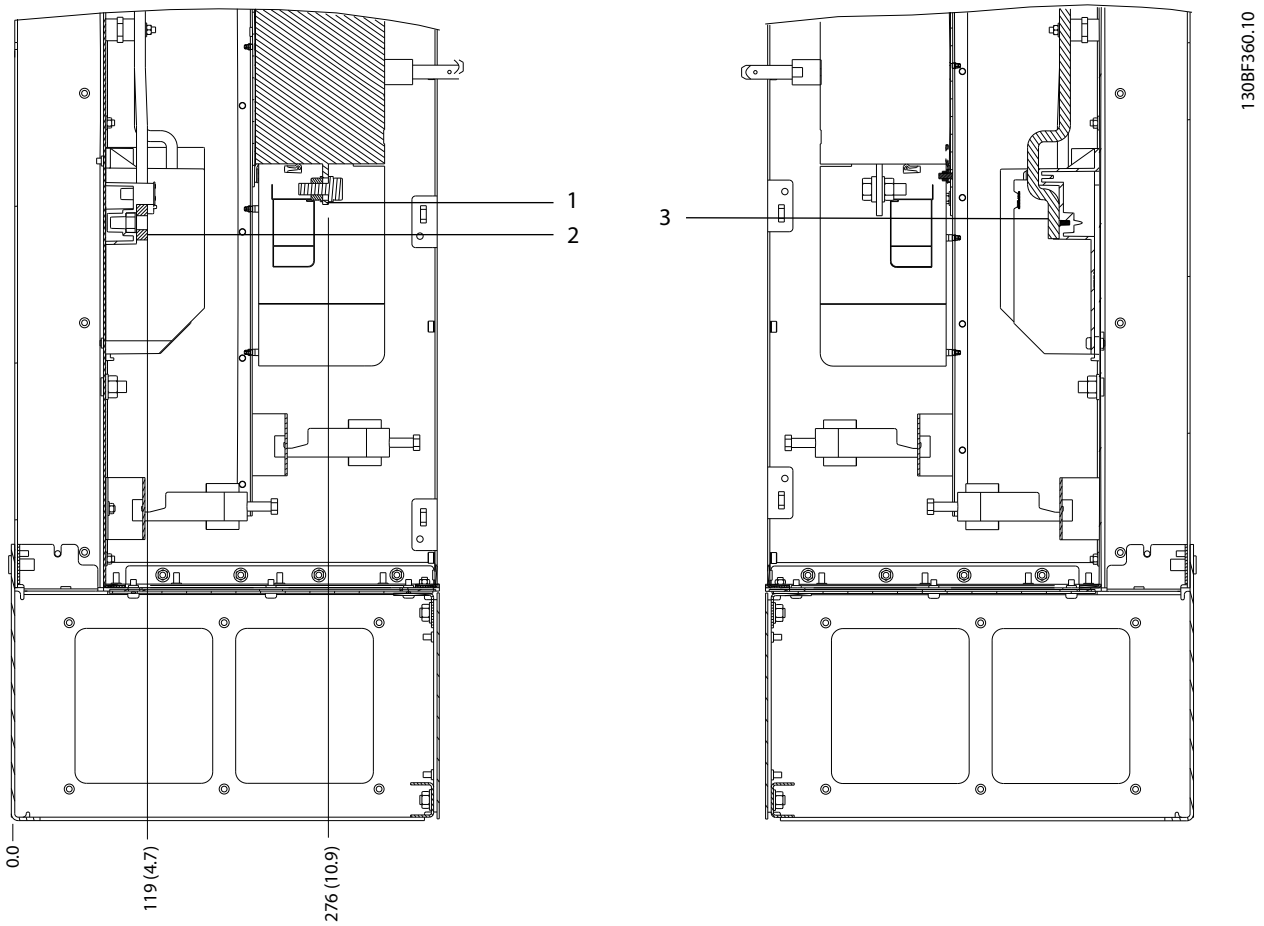
Ilustración 8.53 Dimensiones de la placa prensacables del D7h

8.7.2 Dimensiones de los terminales del D7h



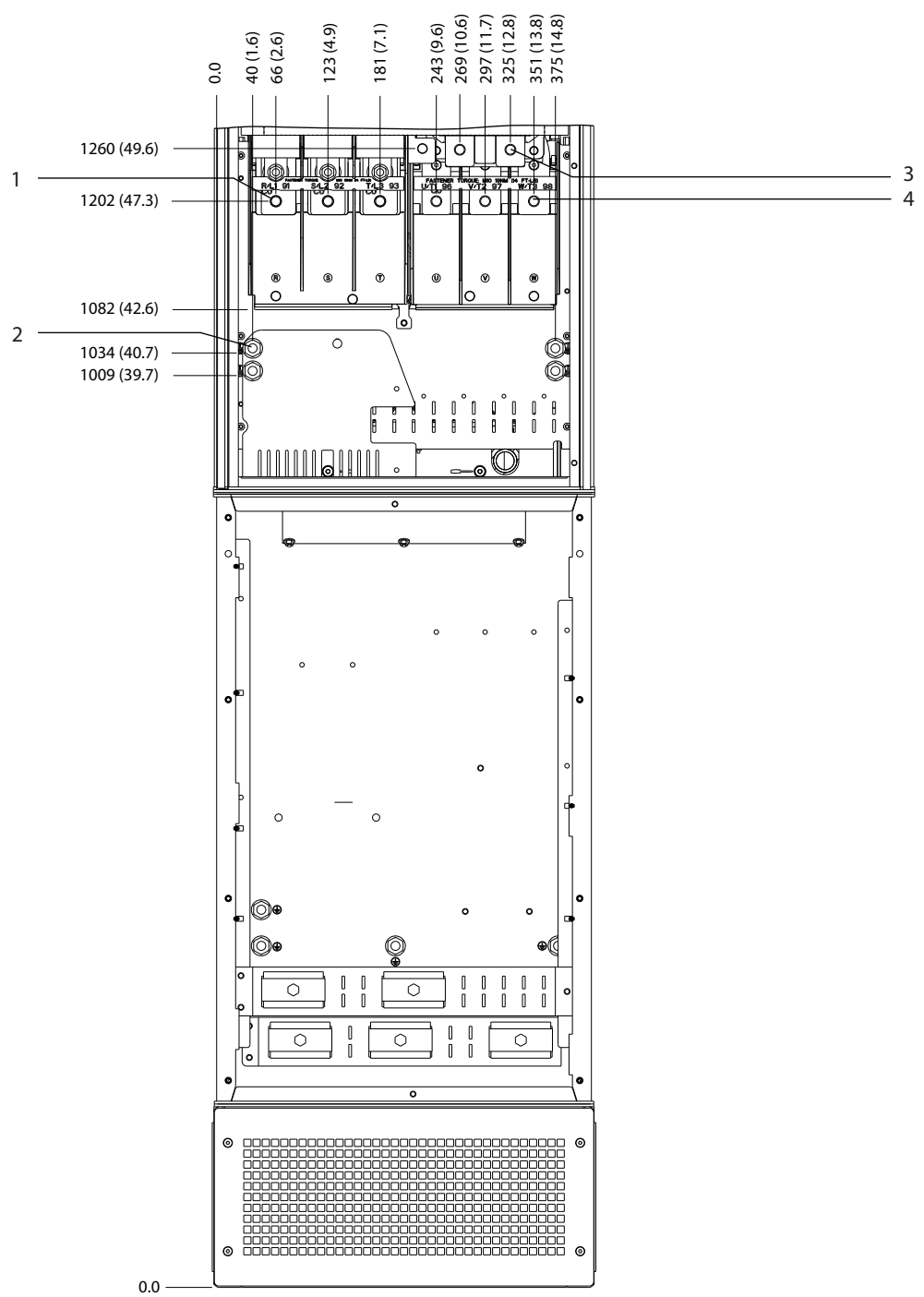
1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	4	Terminales de conexión a tierra

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



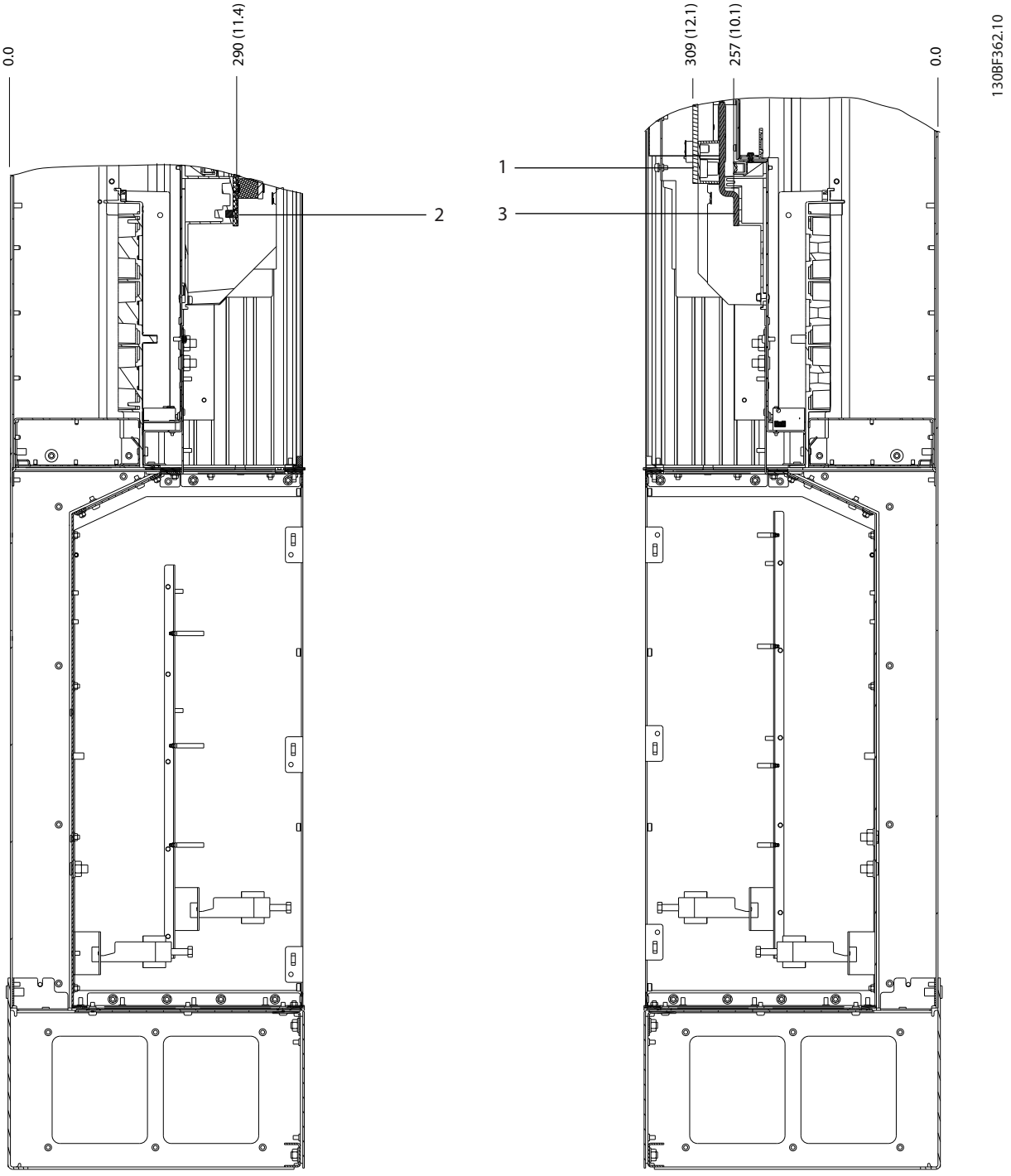
1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	–	–

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



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)



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

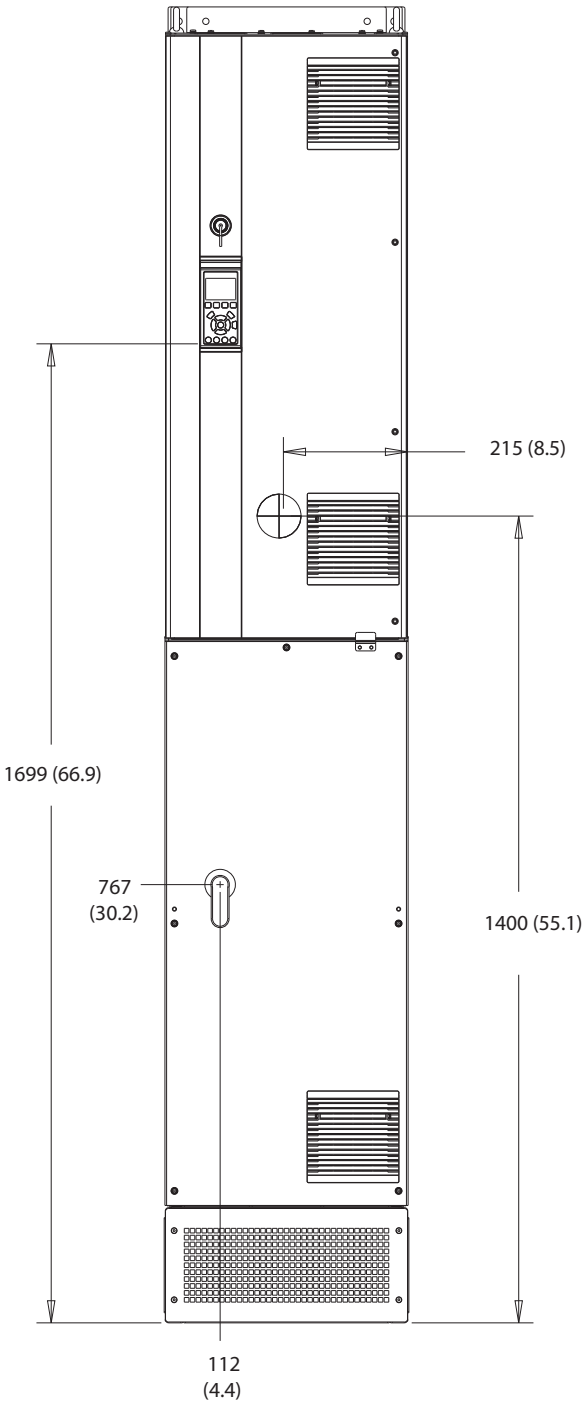


Ilustración 8.58 Vista frontal del D8h

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

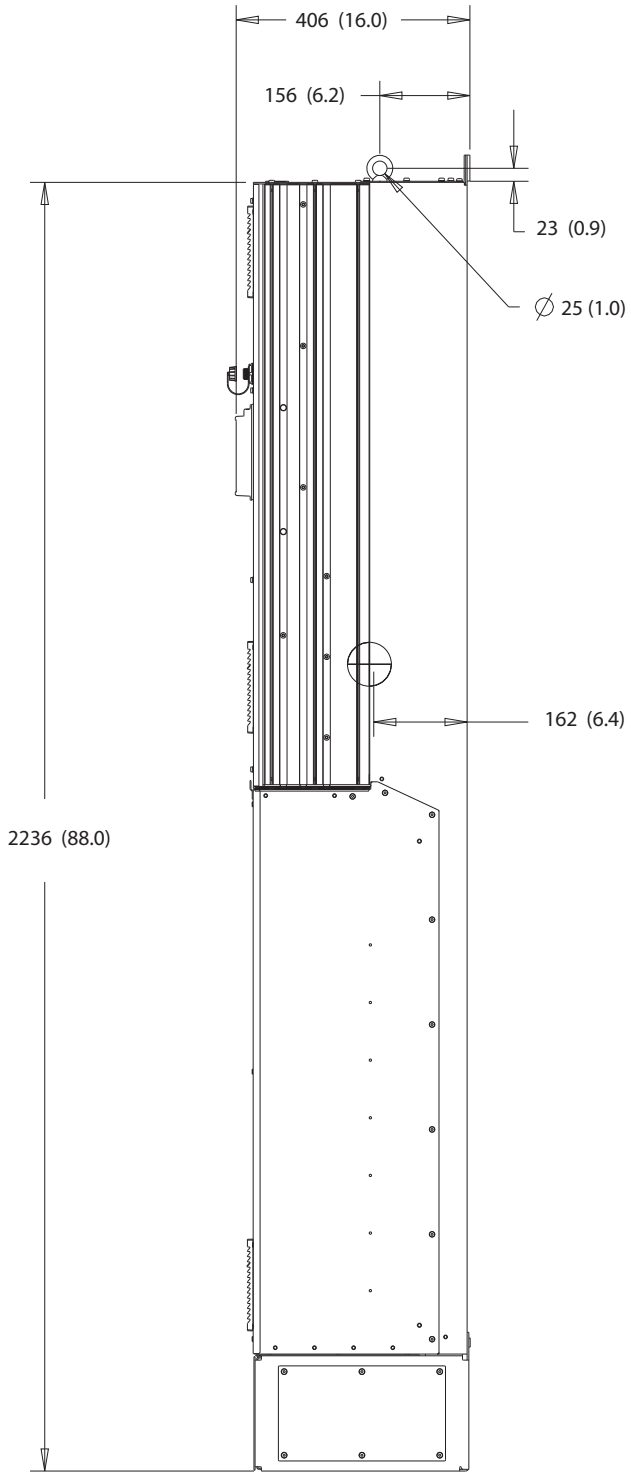


Ilustración 8.59 Vista lateral del D8h

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

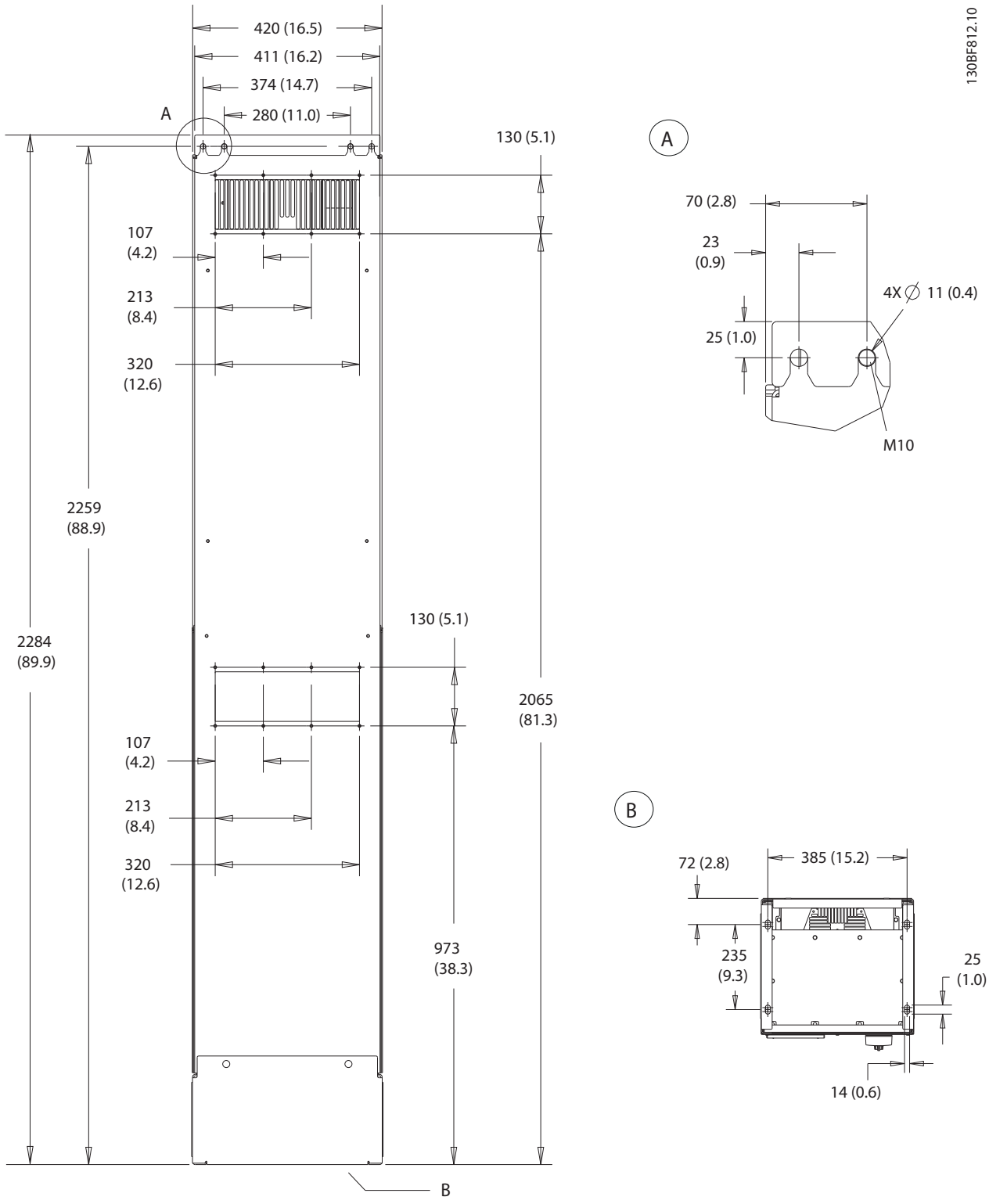


Ilustración 8.60 Vista trasera del D8h

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

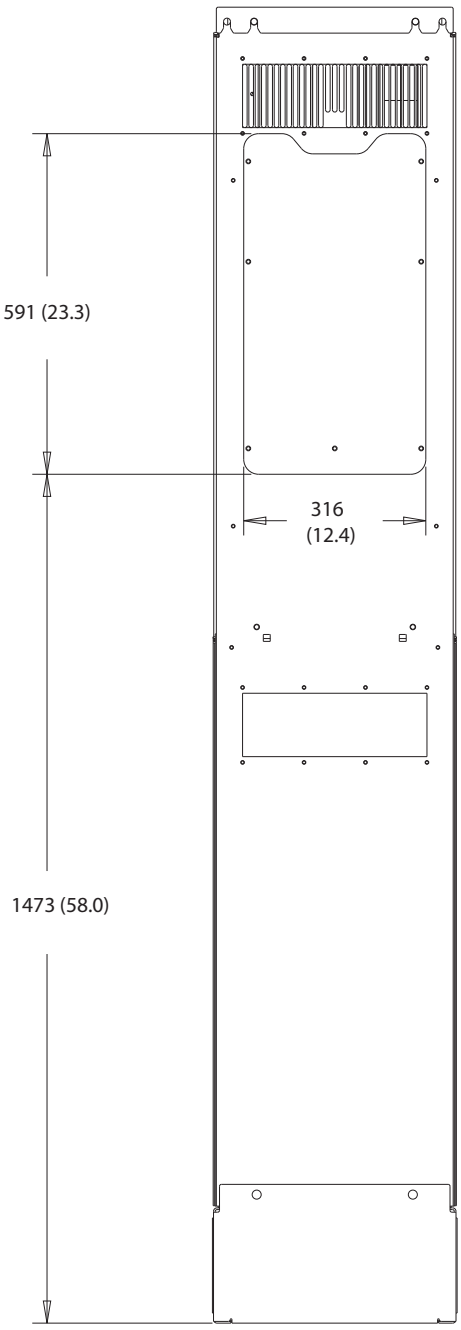


Ilustración 8.61 Panel de acceso a disipador del D8h

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

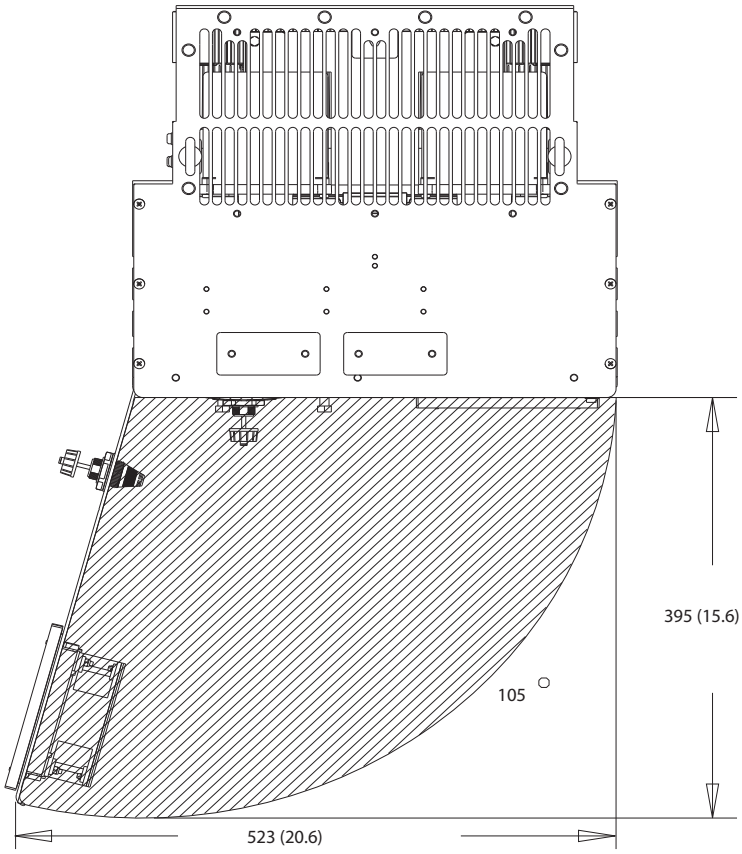
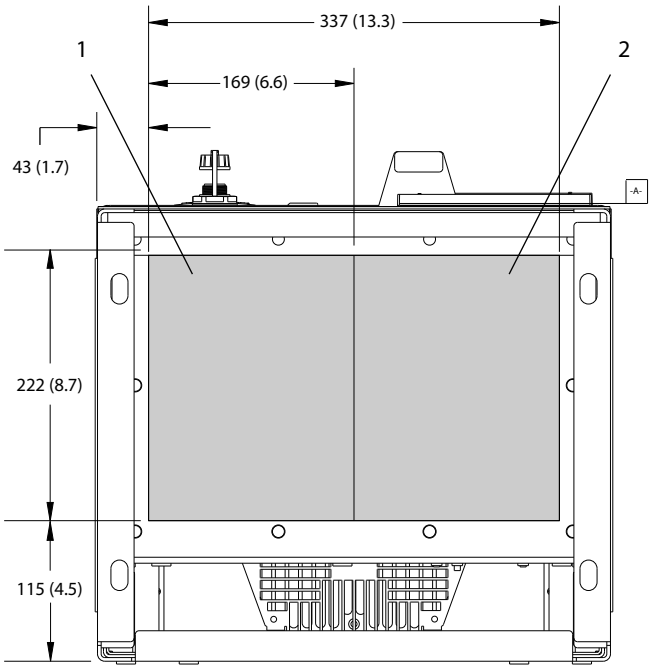


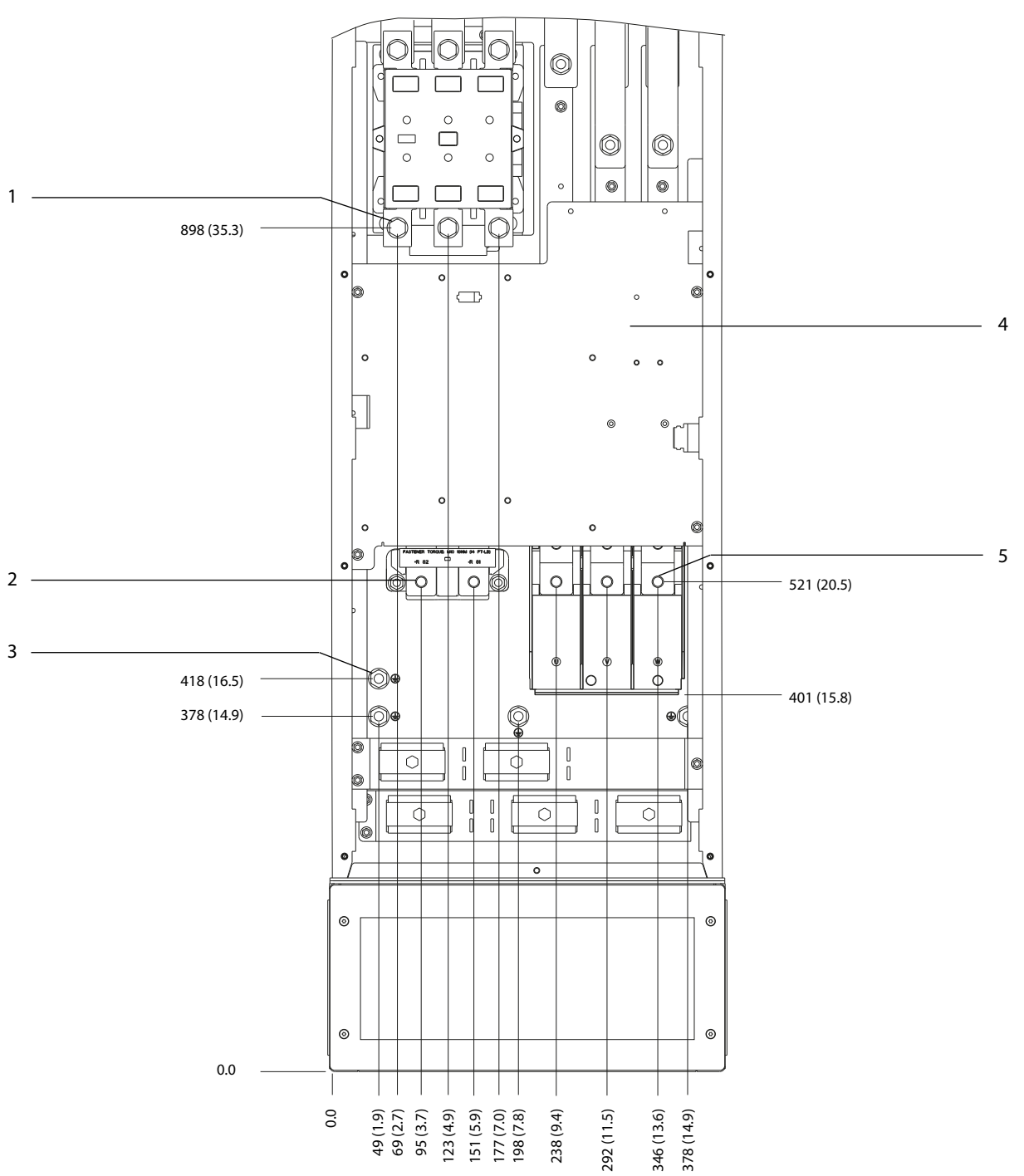
Ilustración 8.62 Espacio de la puerta del D8h



1	Lado de alimentación	2	Lateral del motor

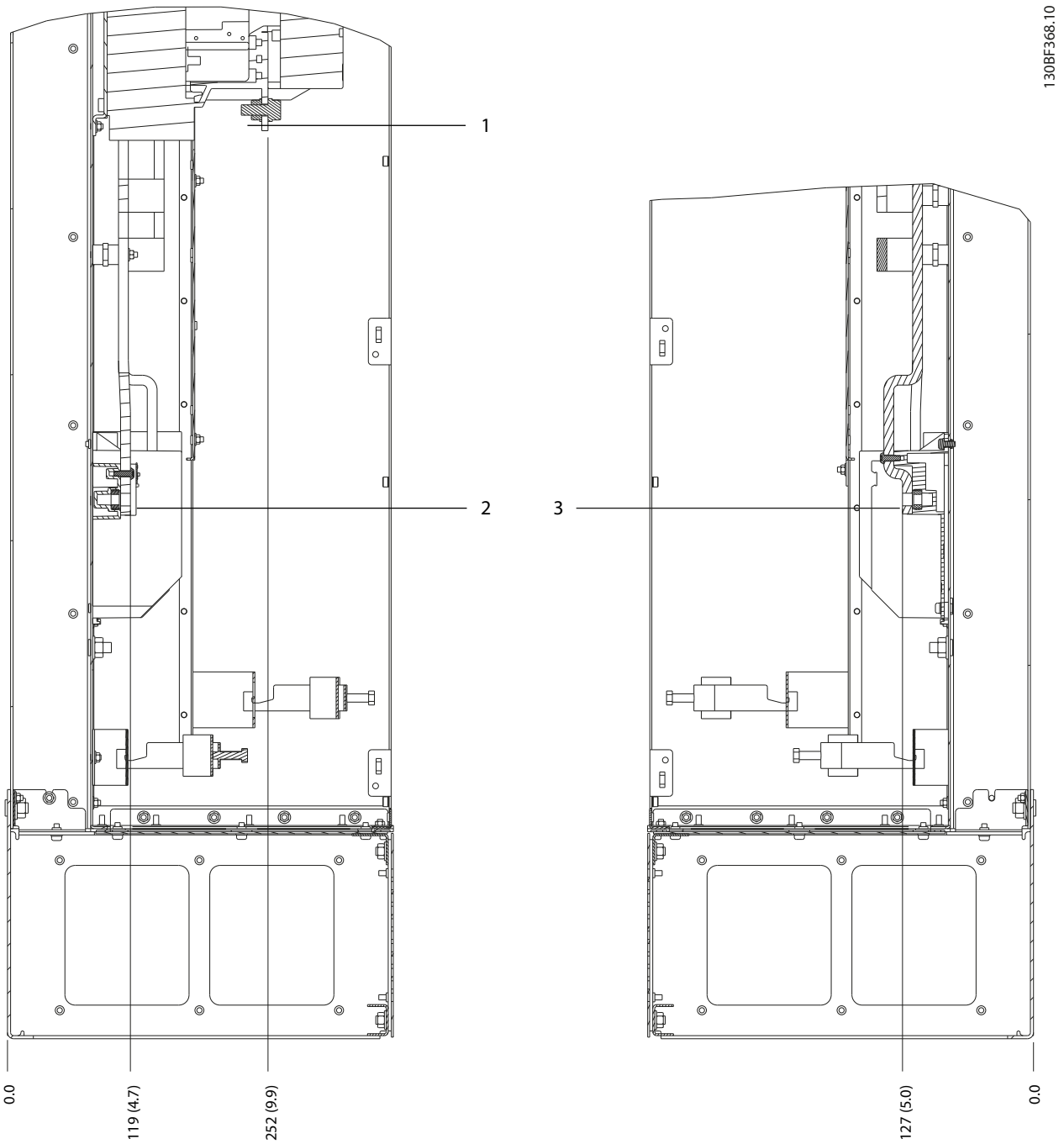
Ilustración 8.63 Dimensiones de la placa prensacables del D8h

8.8.2 Dimensiones de los terminales del D8h



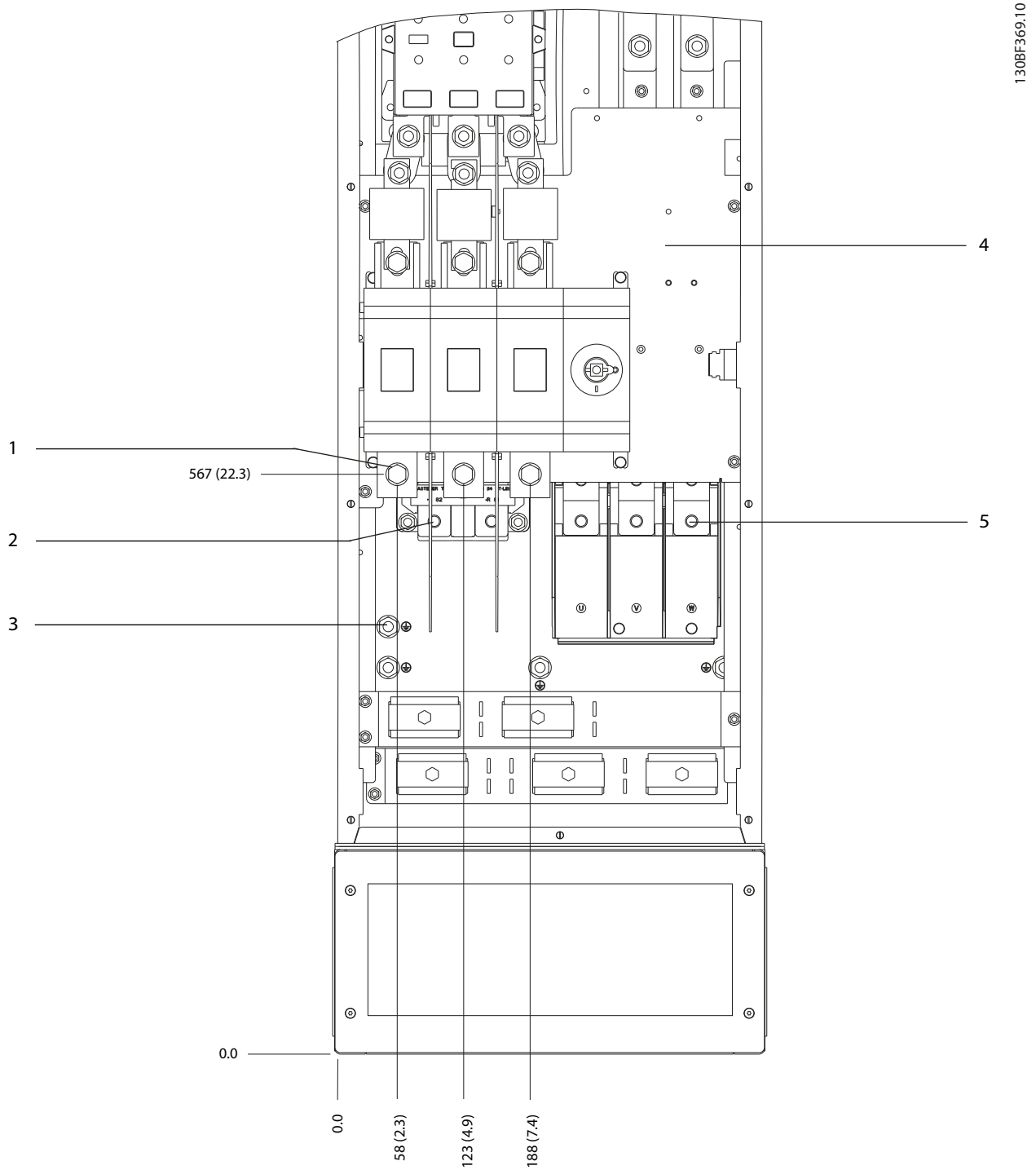
1	Terminales de alimentación	4	Bloque de terminales del contactor TB6
2	Terminales de freno	5	Terminales de motor
3	Terminales de conexión a tierra	–	–

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



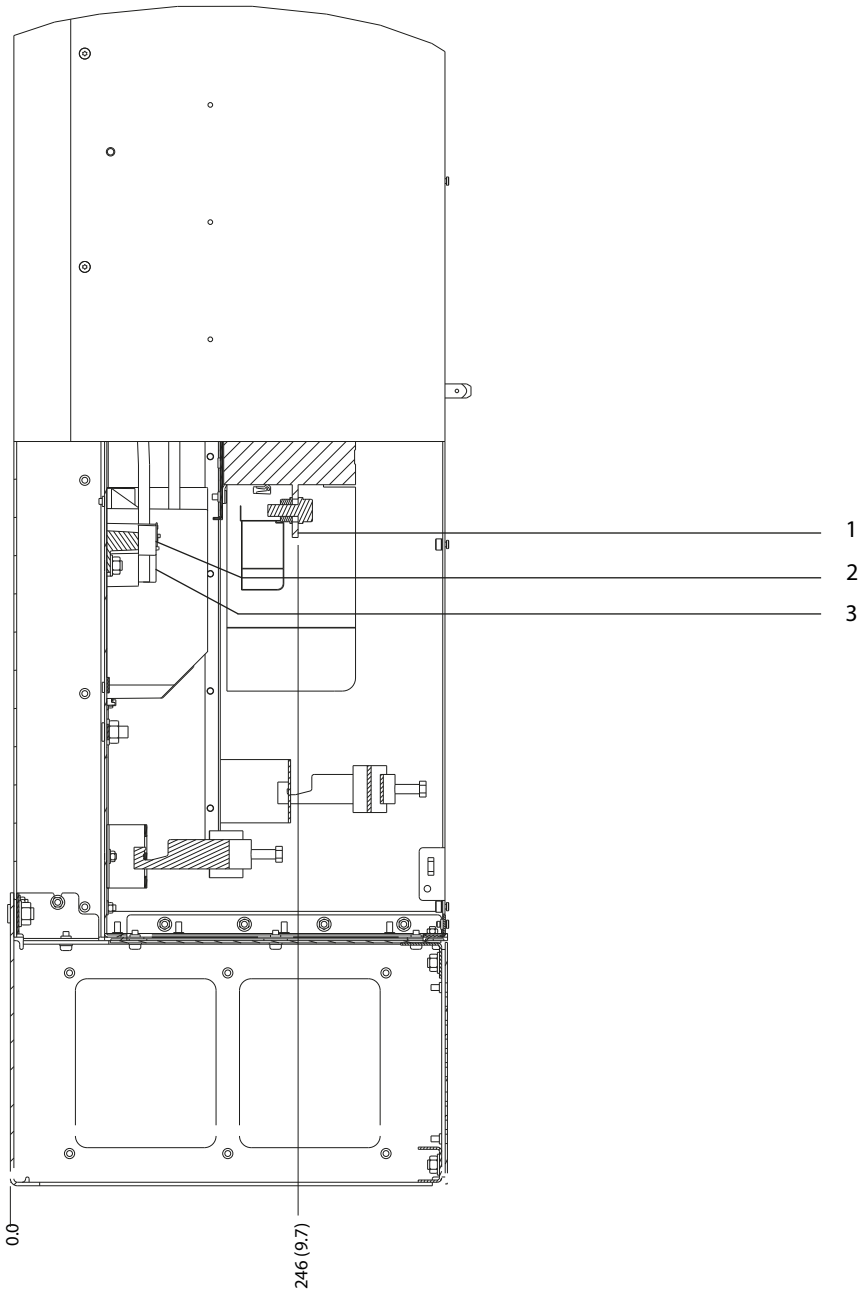
1	Terminales de alimentación	3	Terminales de motor
2	Terminales de freno	–	–

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



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	–	–

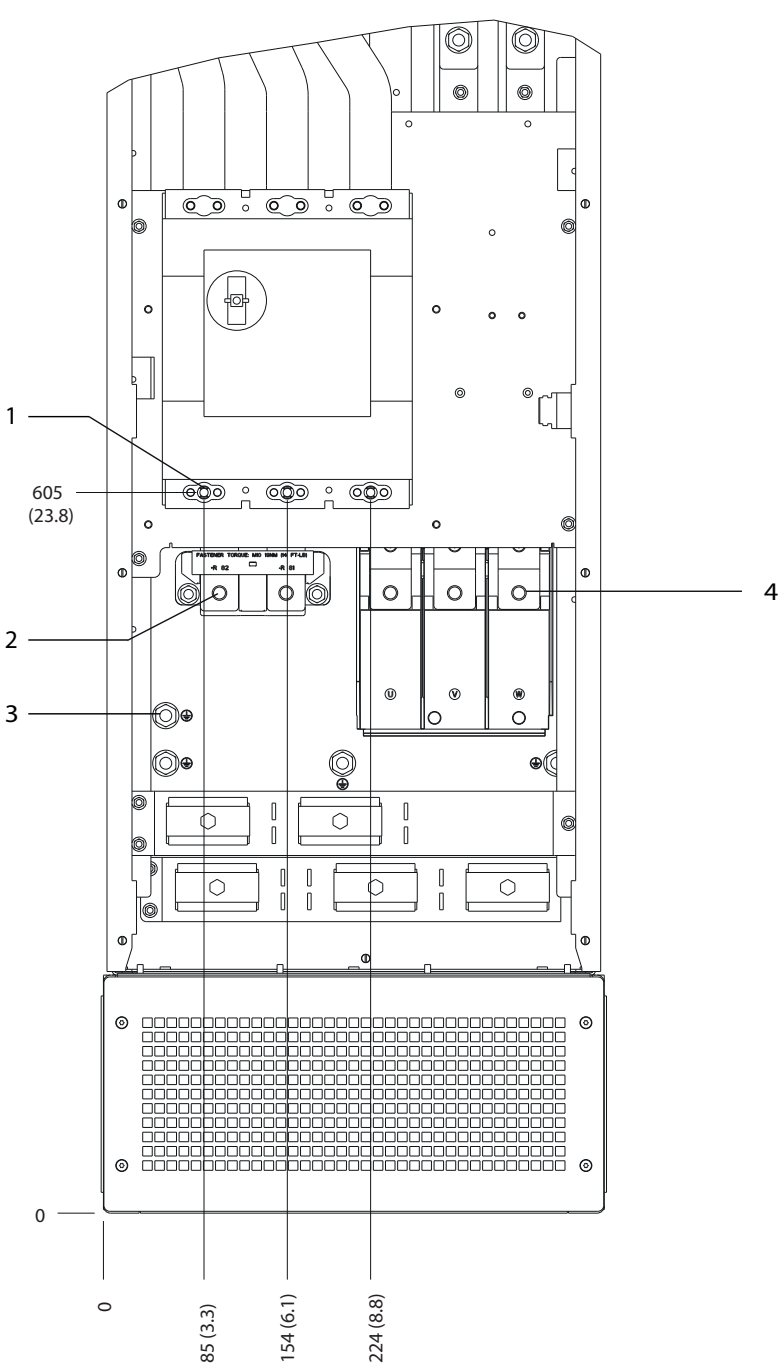
Ilustración 8.66 Dimensiones de los terminales del D8h con opciones de desconexión y contactor (vista frontal)



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

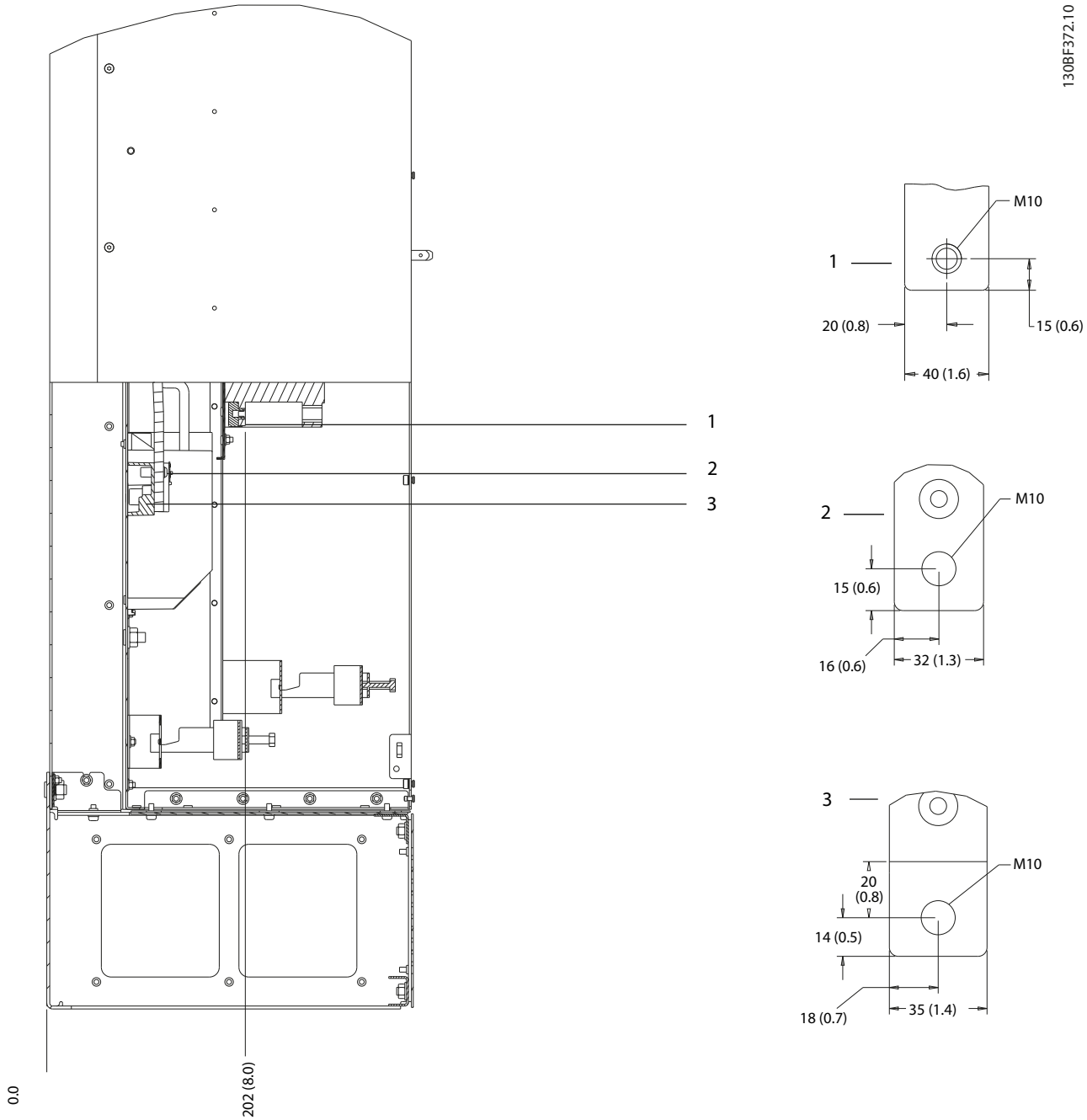
Ilustración 8.67 Dimensiones de los terminales del D8h con opciones de desconexión y contactor (vista lateral)

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

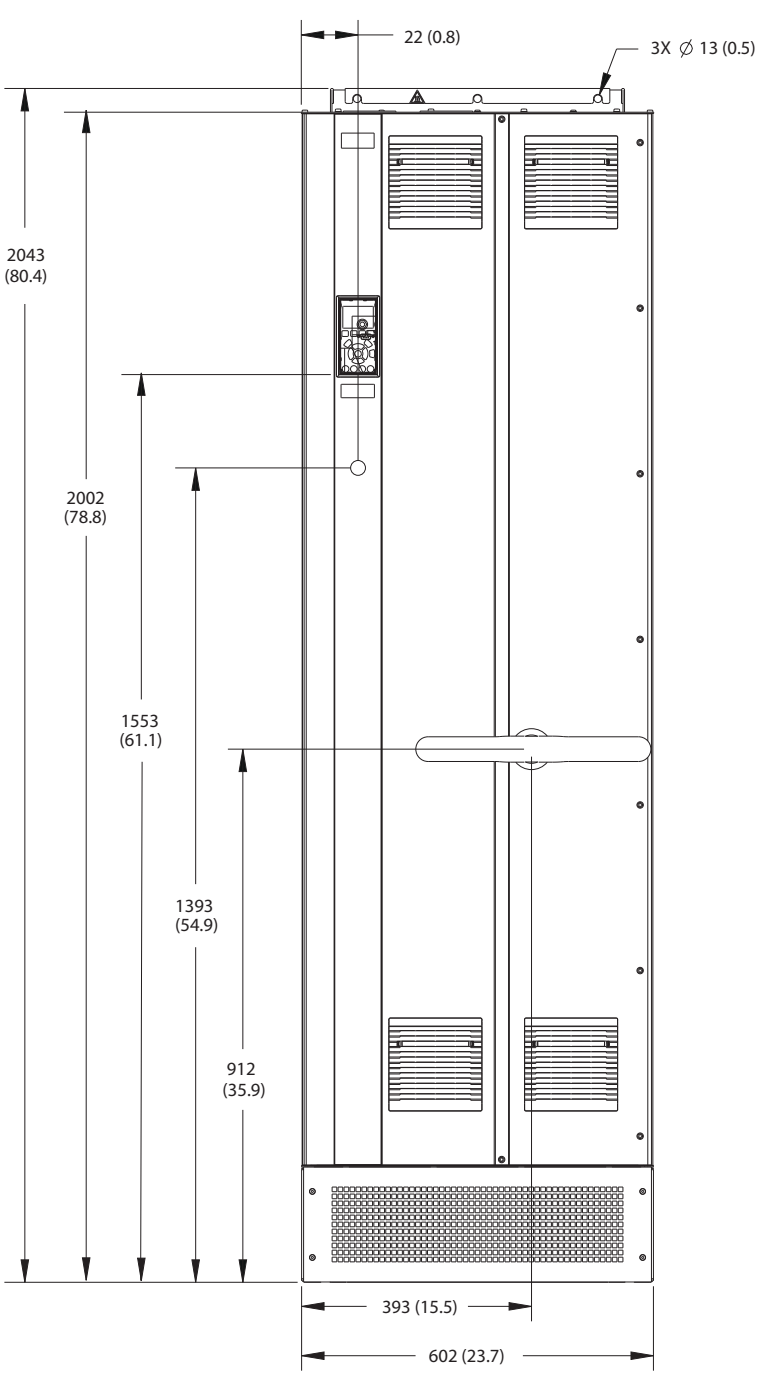
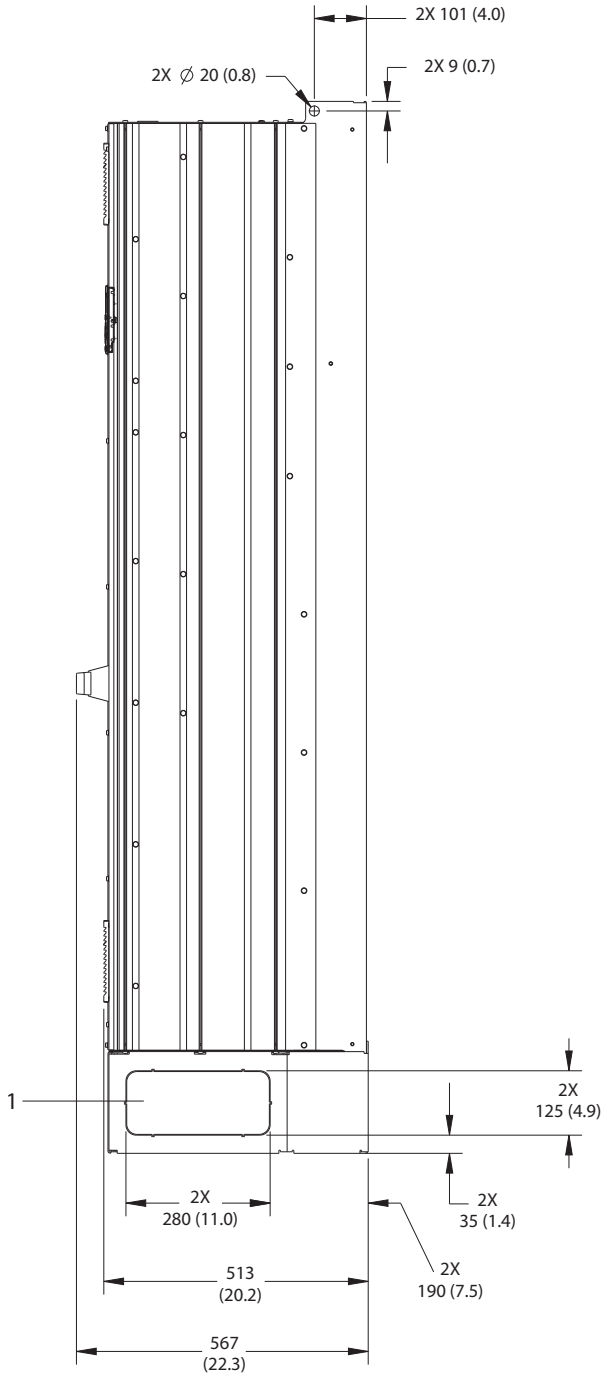


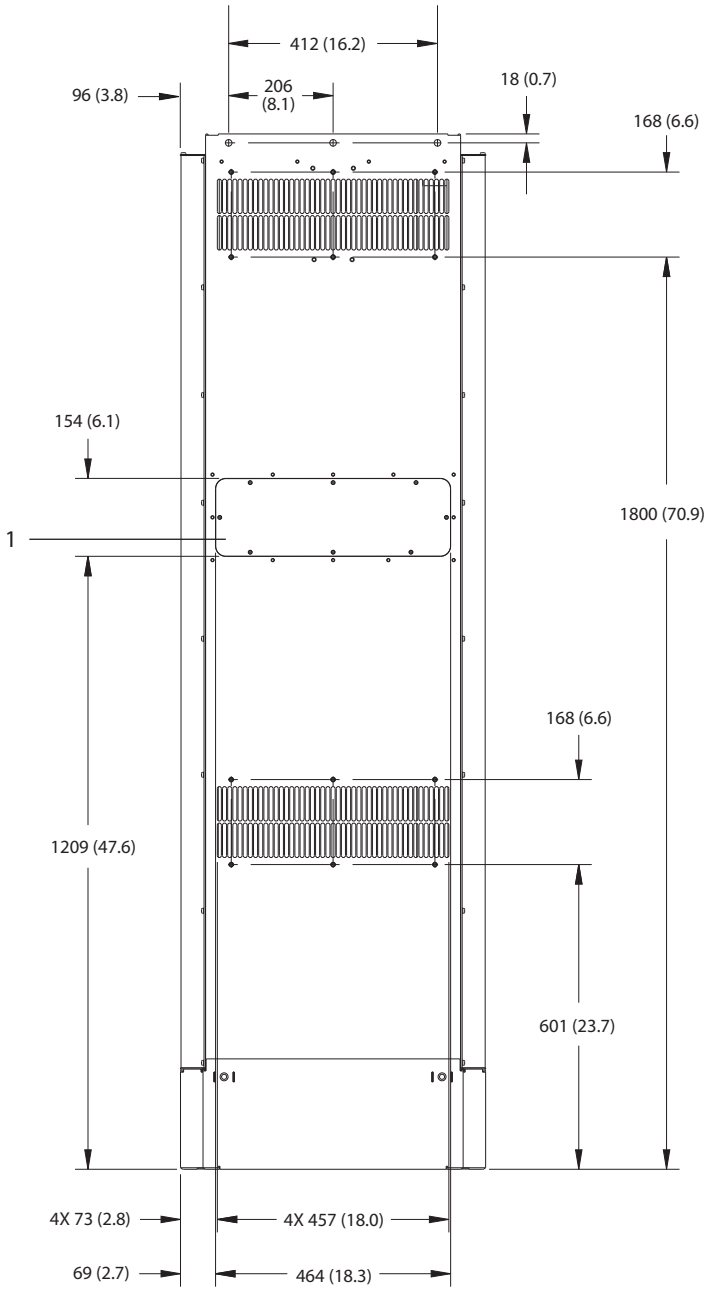
Ilustración 8.70 Vista frontal del E1h



1	Panel de troquel

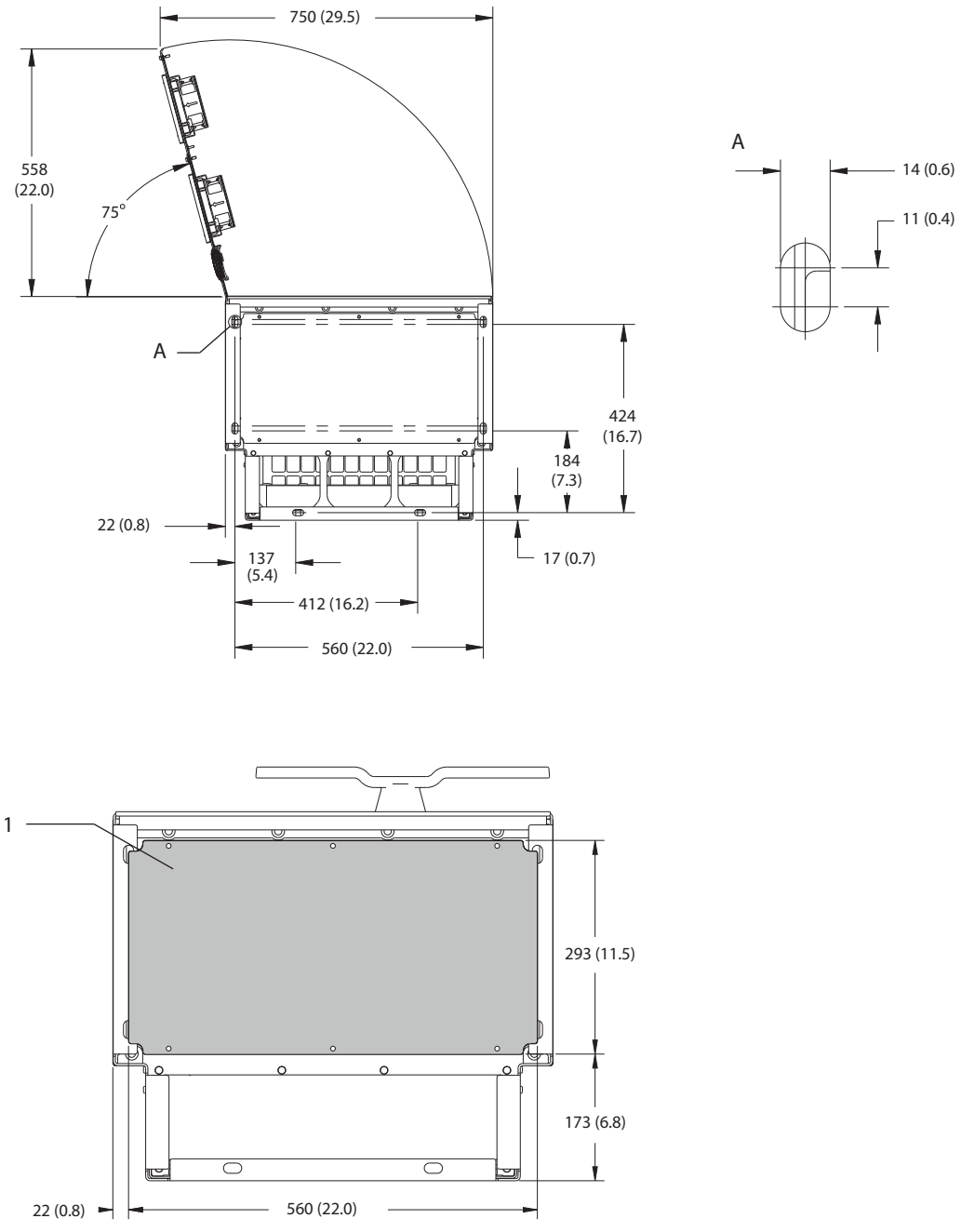
Ilustración 8.71 Vista lateral del E1h

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



1	Panel de acceso al disipador (opcional)

Ilustración 8.72 Vista trasera del E1h

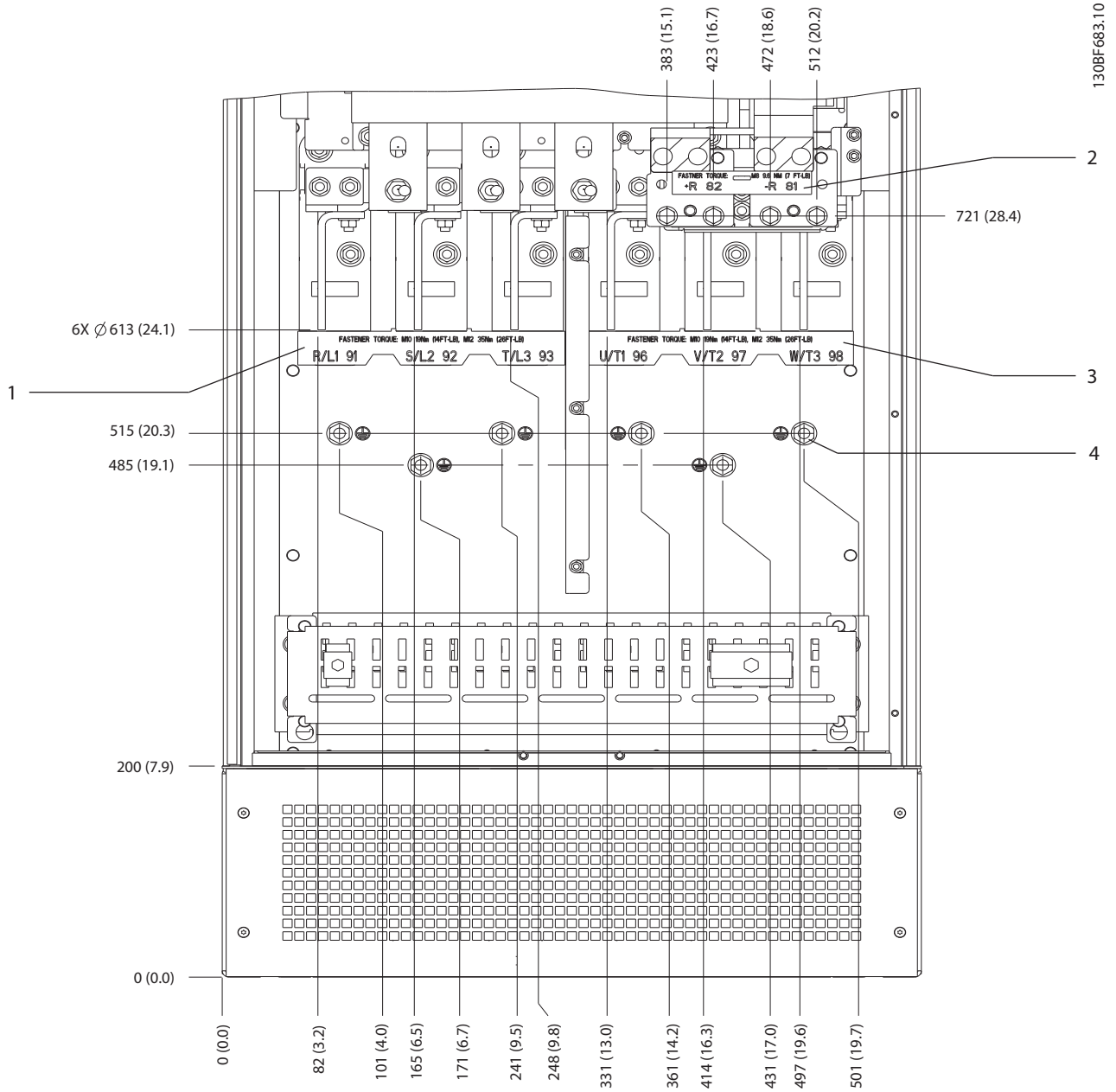


1	Placa prensacables

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

8

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)

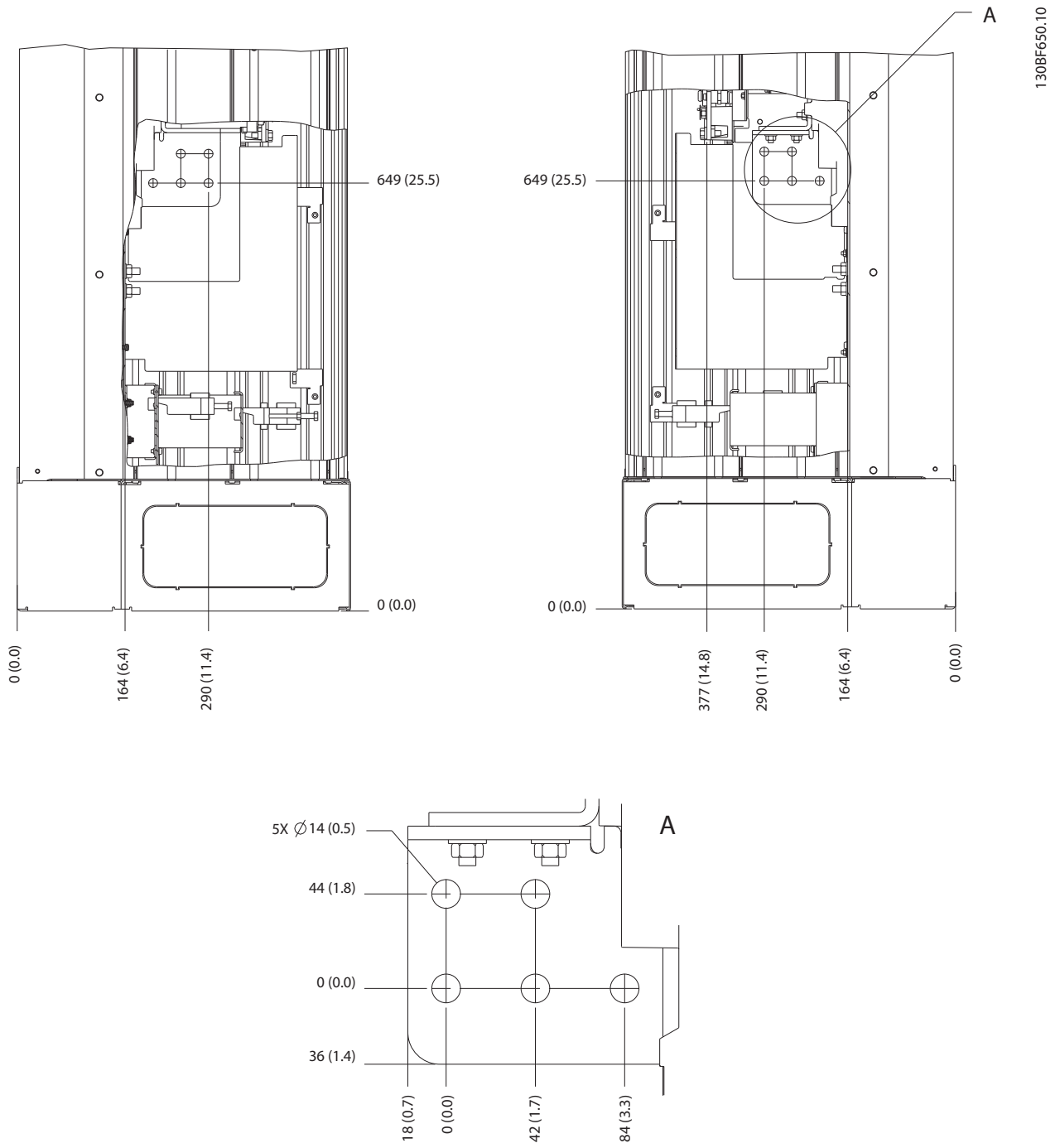


Ilustración 8.75 Dimensiones de los terminales del E1h (vistas laterales)

8.10 Dimensiones exteriores y de los terminales del E2h

8.10.1 Dimensiones exteriores del E2h

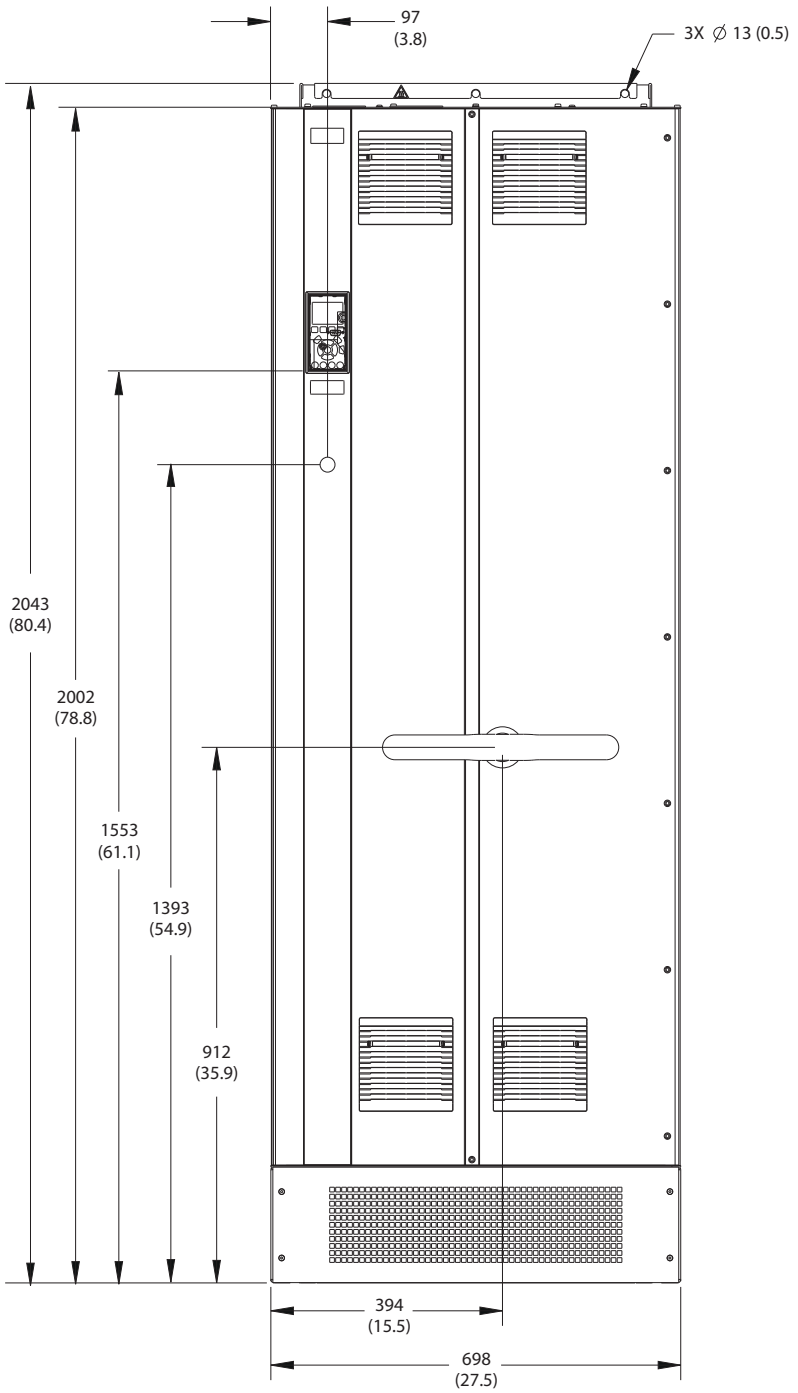
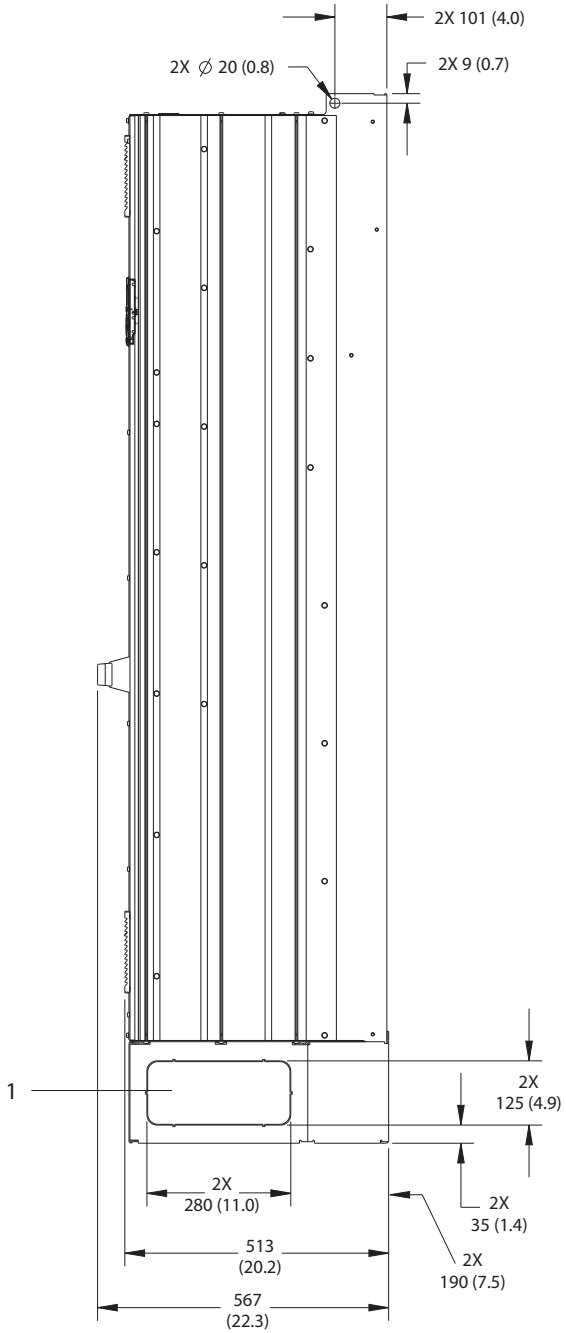


Ilustración 8.76 Vista frontal del E2h



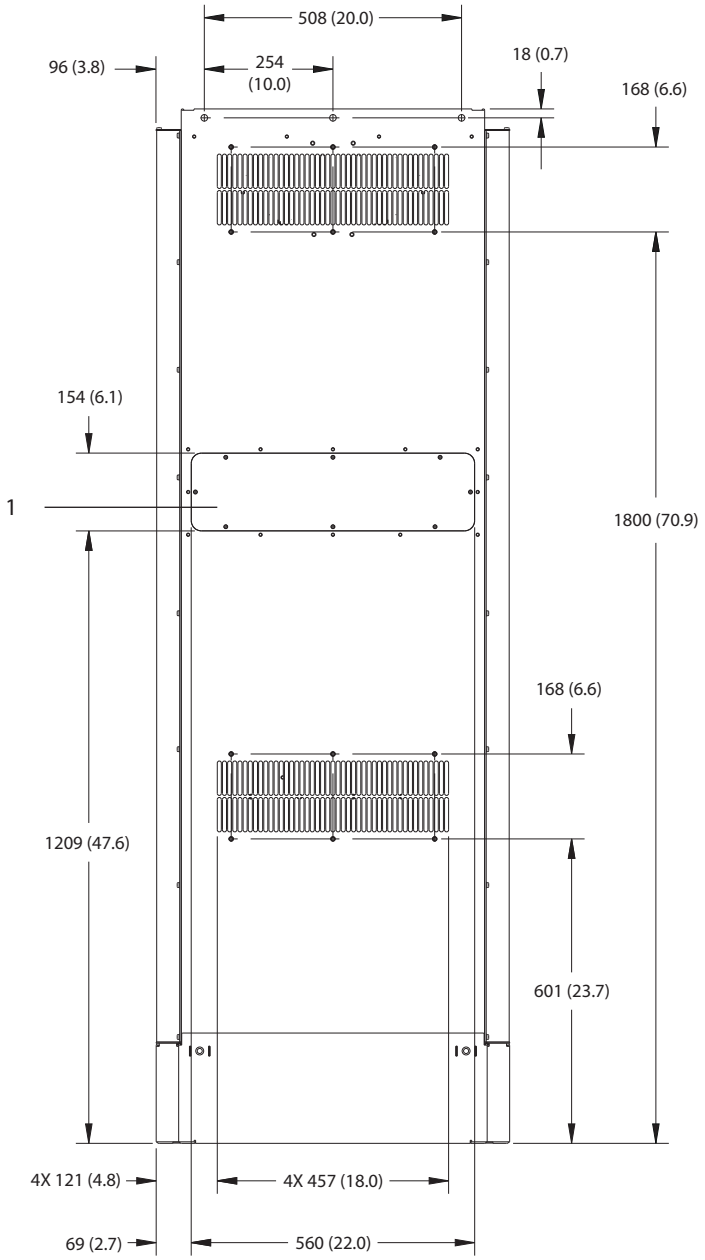
130BF653.10

8

1	Panel de troquel

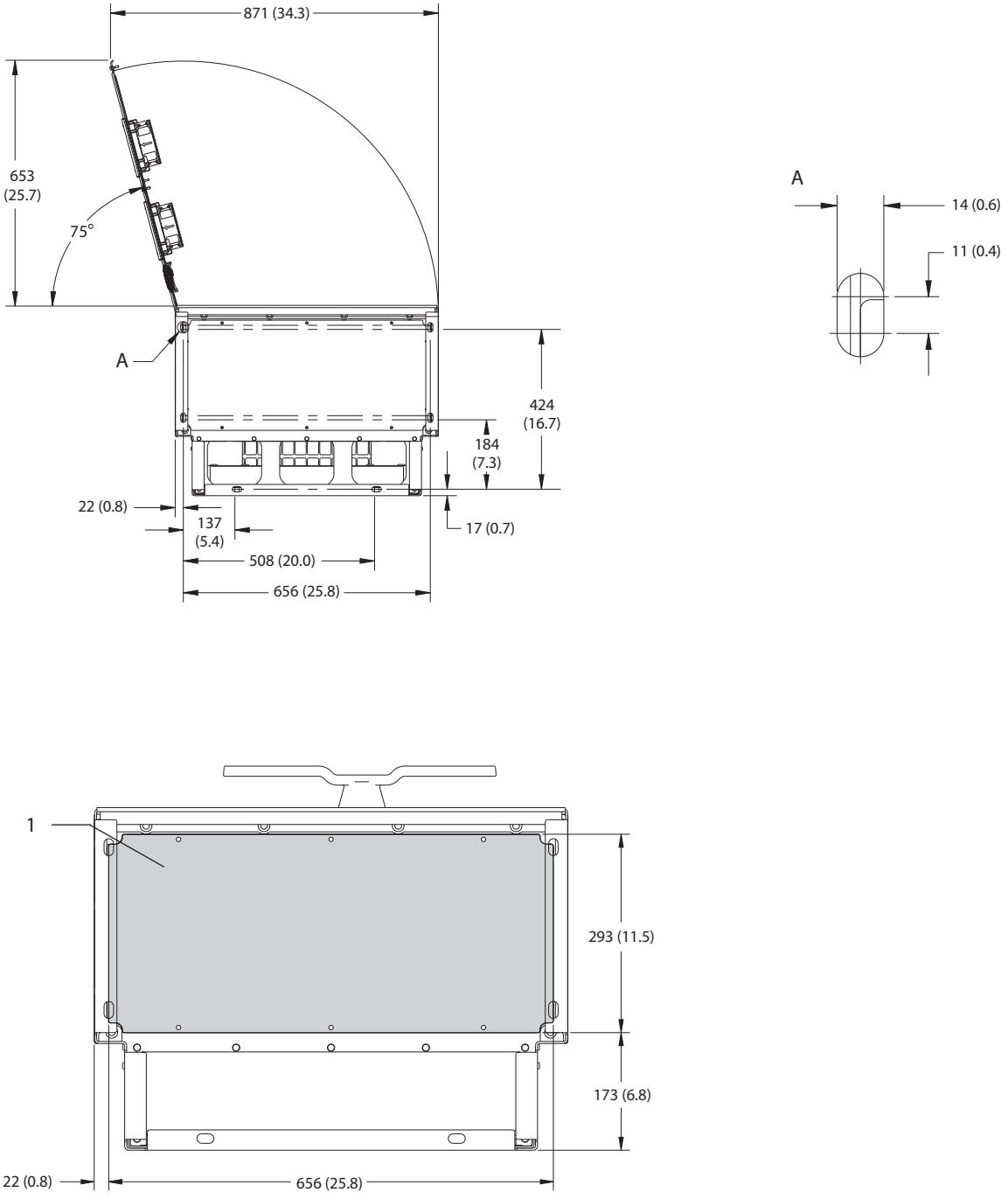
Ilustración 8.77 Vista lateral del E2h

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



1	Panel de acceso al disipador (opcional)

Ilustración 8.78 Vista trasera del E2h

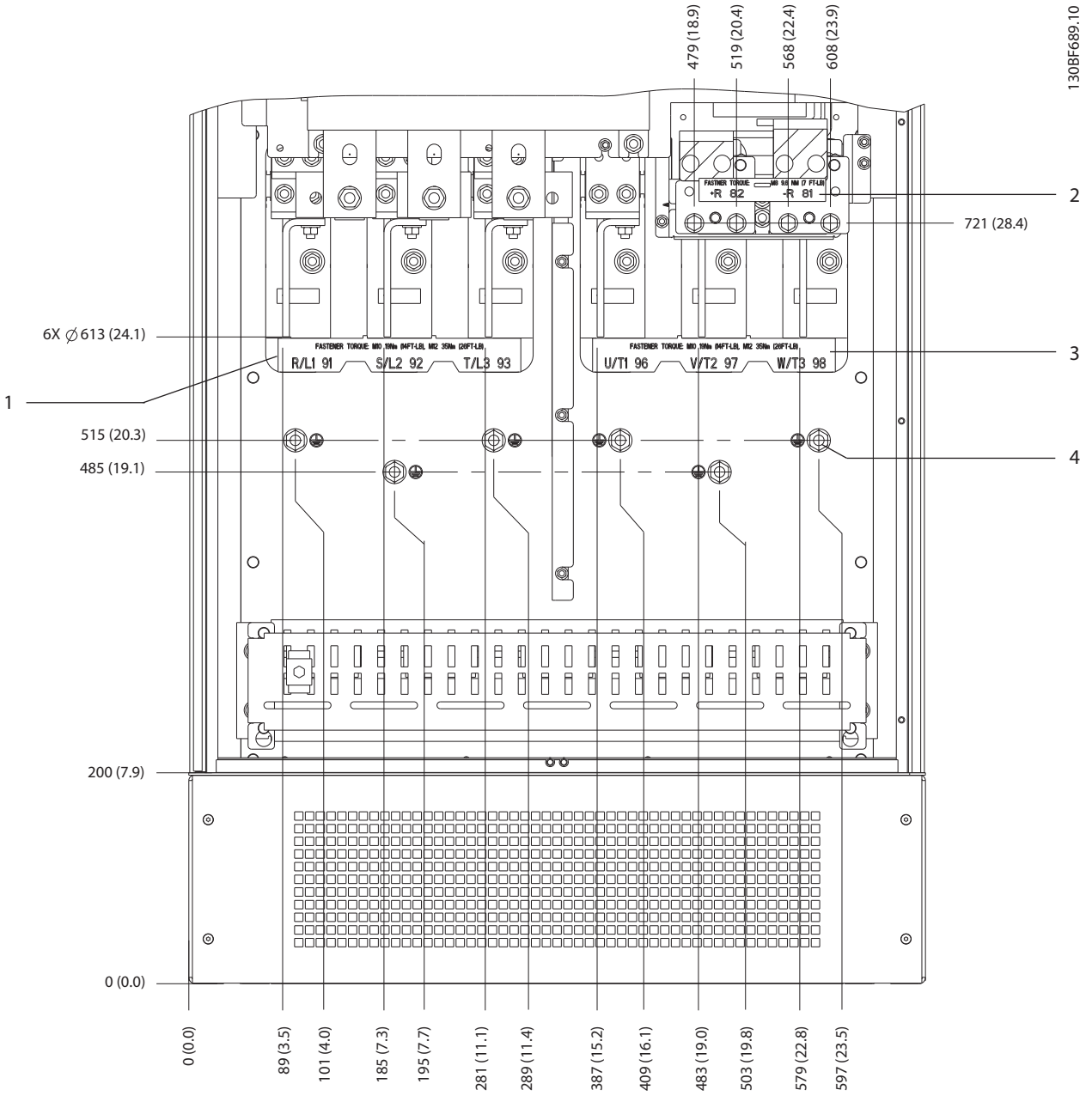


1	Placa prensacables

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

8

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)

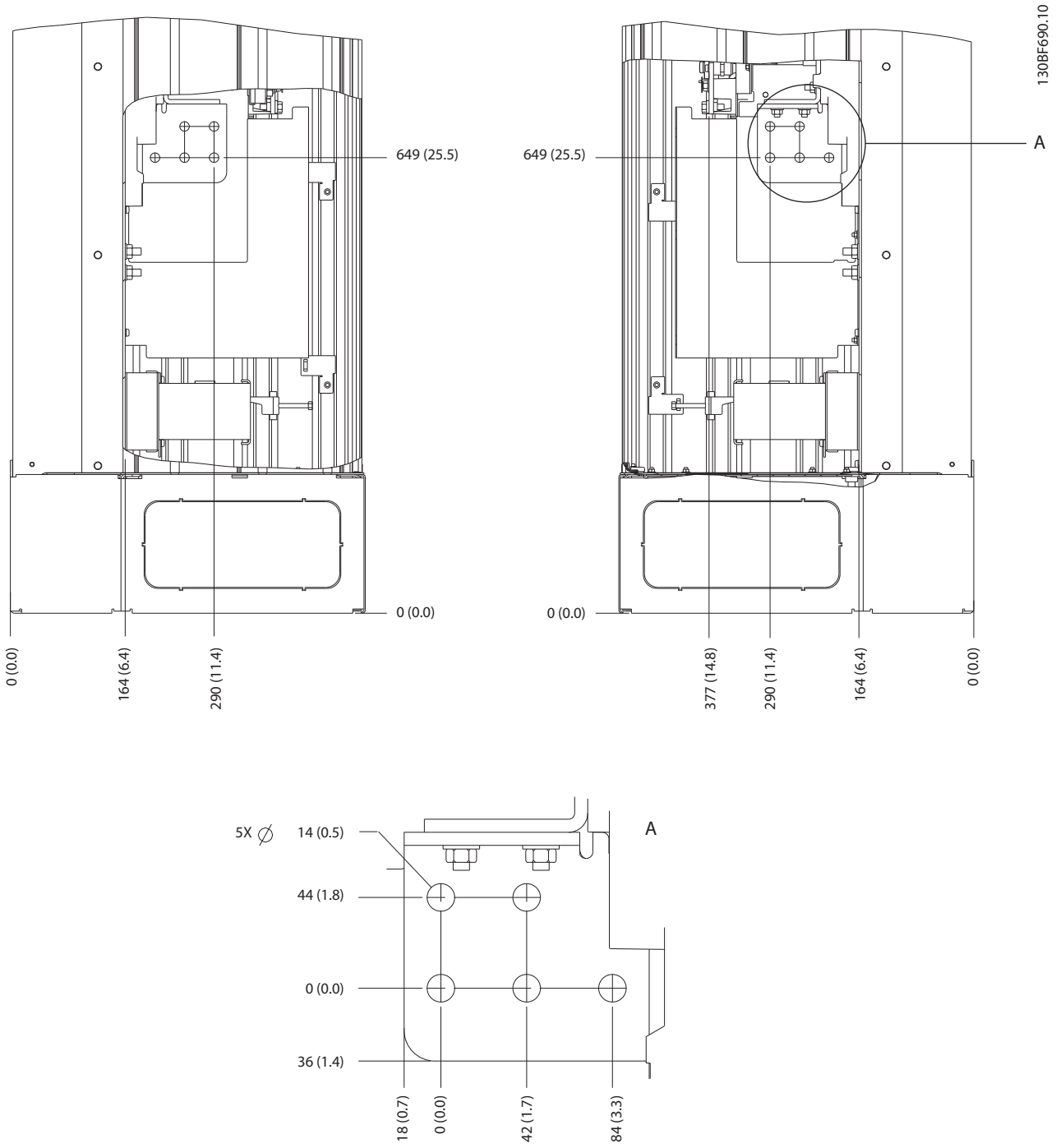
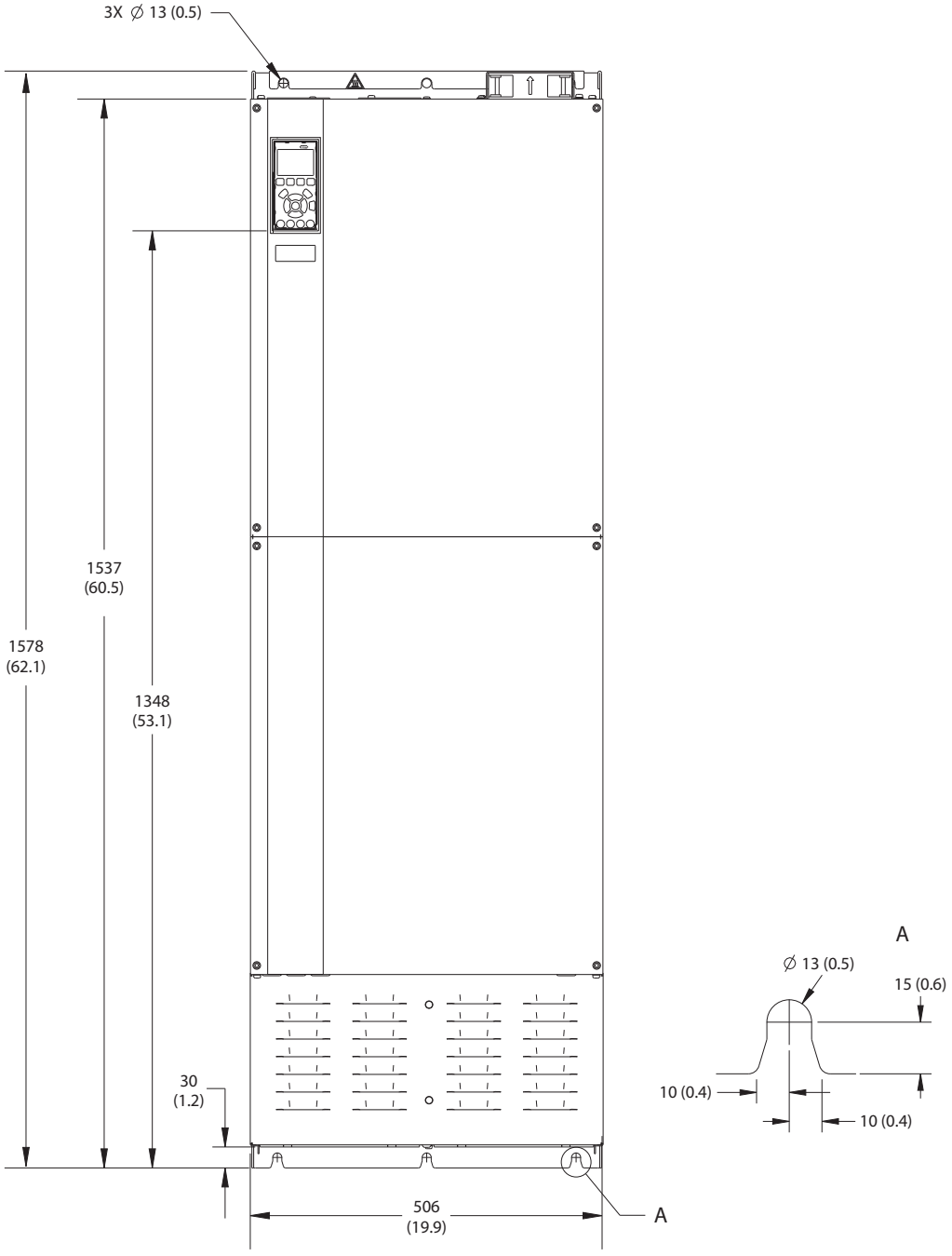


Ilustración 8.81 Dimensiones de los terminales del E2h (vistas laterales)

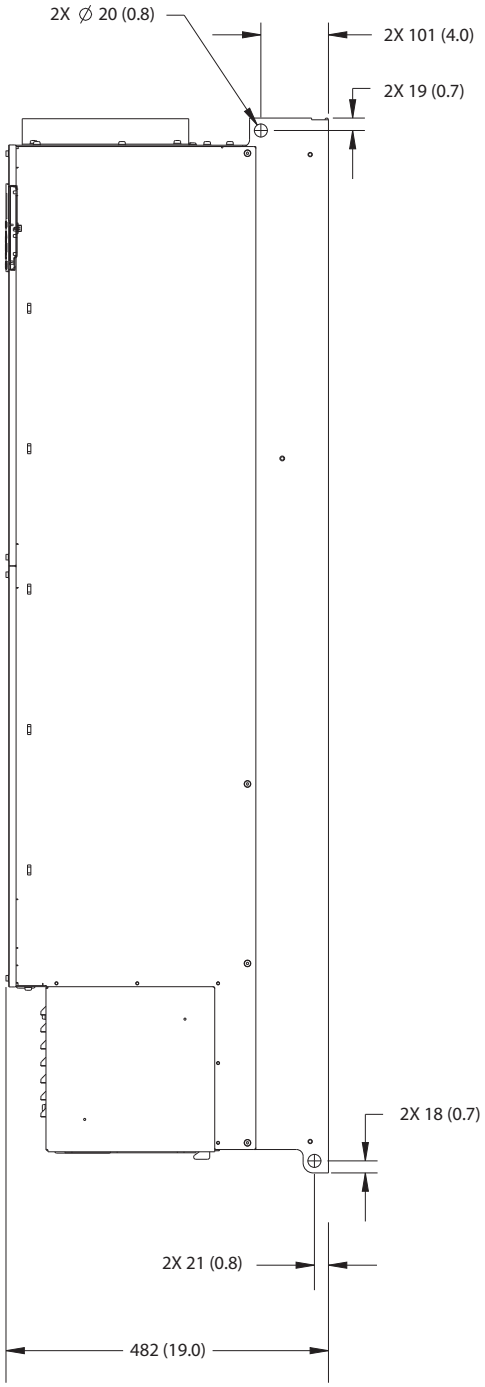
8.11 Dimensiones exteriores y de los terminales del E3h

8.11.1 Dimensiones exteriores del E3h



130BF656.10

Ilustración 8.82 Vista frontal del E3h

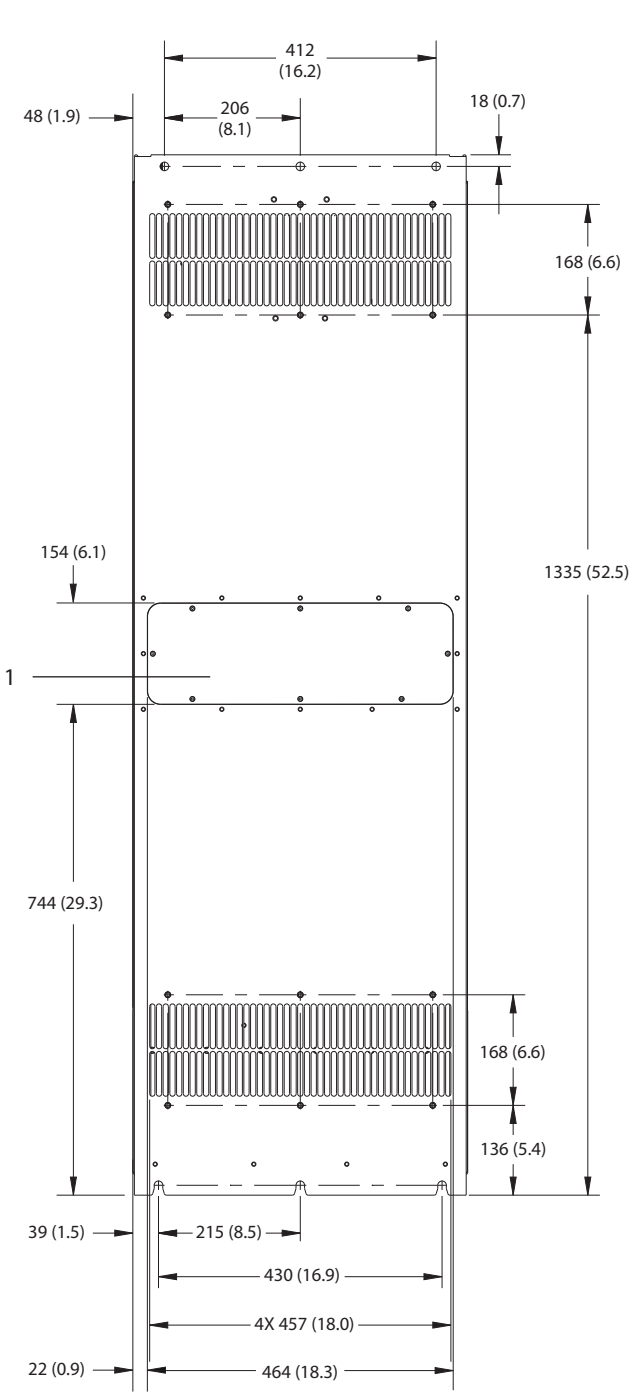


130BF658.10

Ilustración 8.83 Vista lateral del E3h

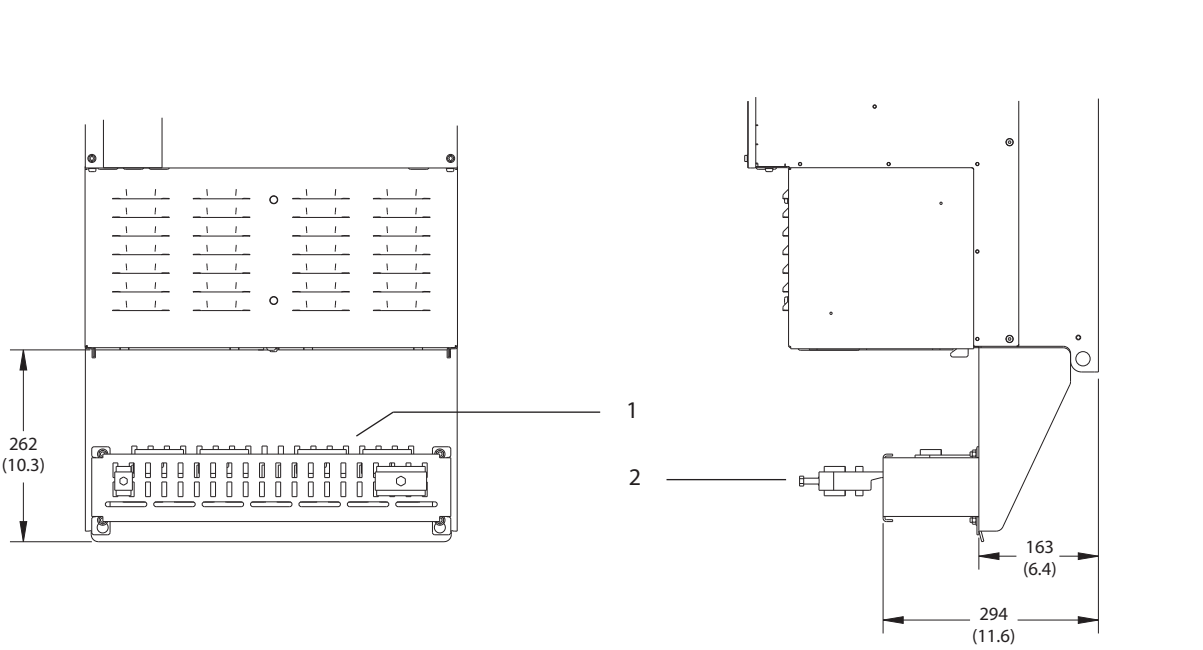
8

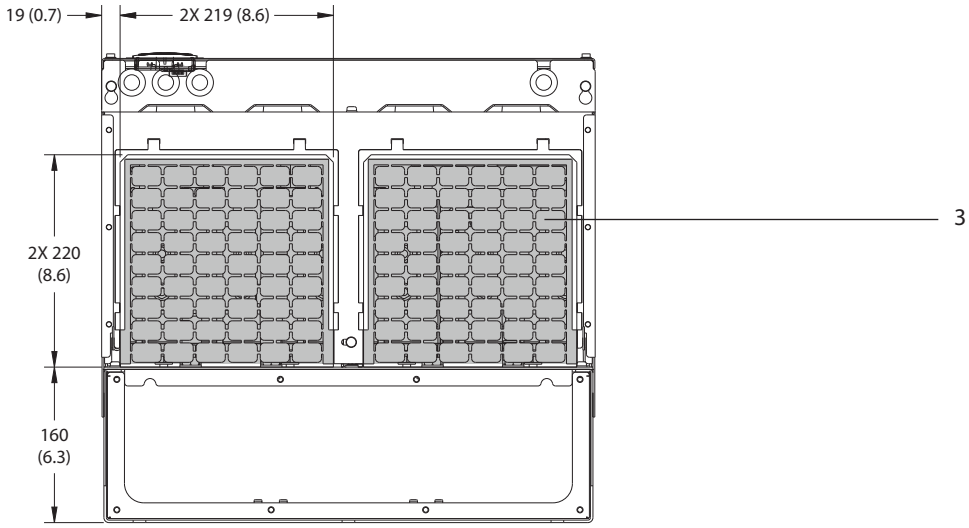
Danfoss A/S © 12/2017 Reservados todos los derechos.



1	Panel de acceso al disipador (opcional)

Ilustración 8.84 Vista trasera del E3h



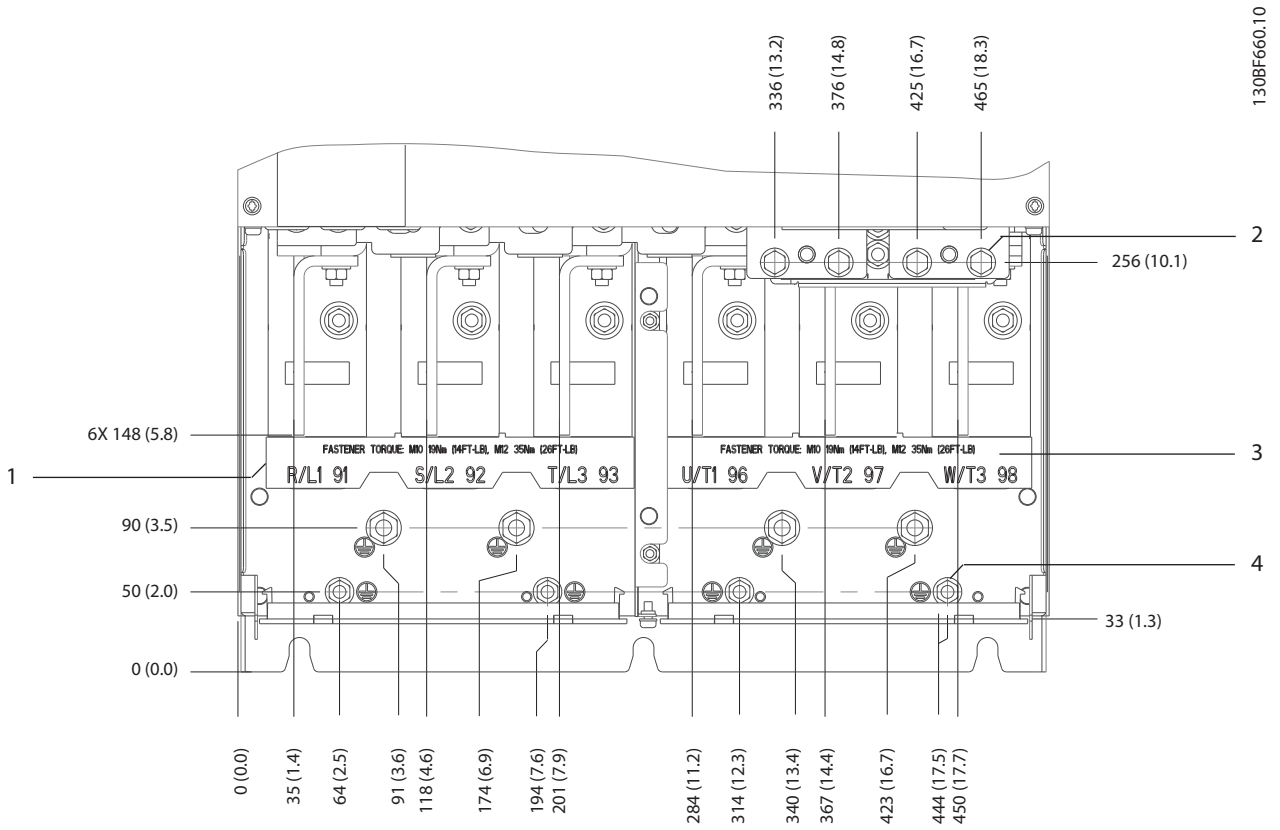


1	Terminación de pantalla RFI (estándar con la opción RFI)
2	Abrazadera de cable / CEM
3	Placa prensacables

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)

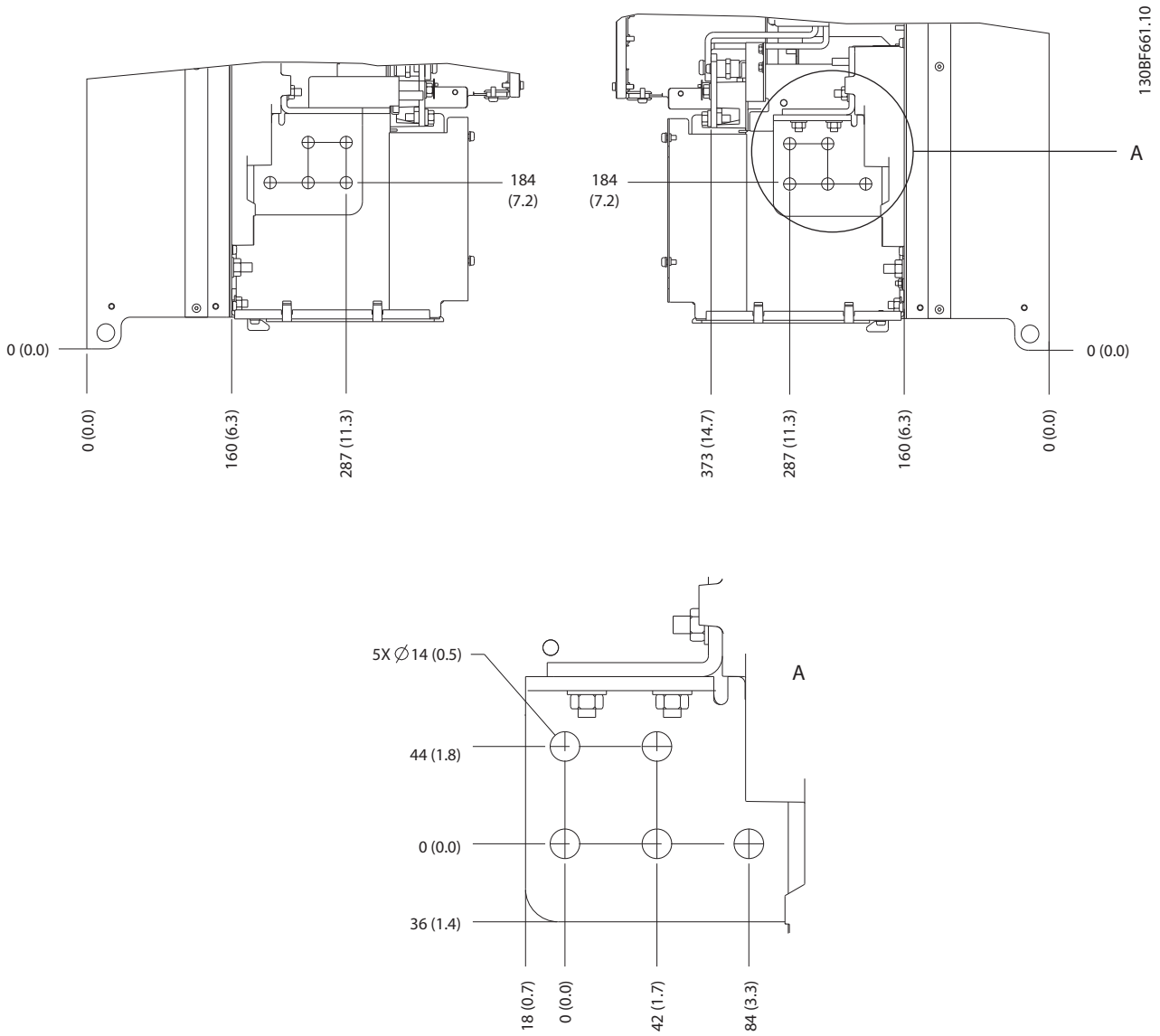


Ilustración 8.87 Dimensiones de los terminales de alimentación, motor y conexión toma a tierra del E3h (vistas laterales)

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

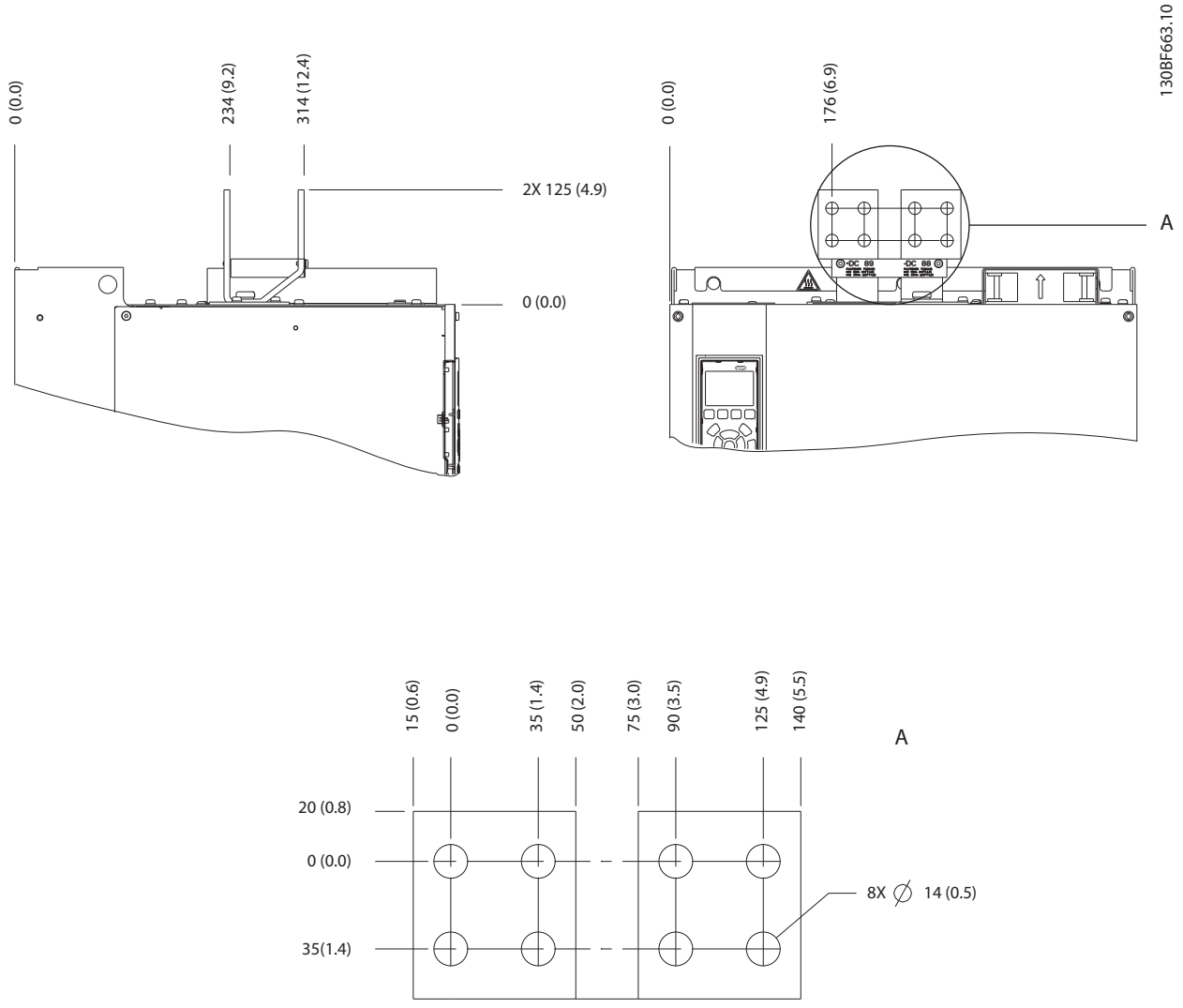
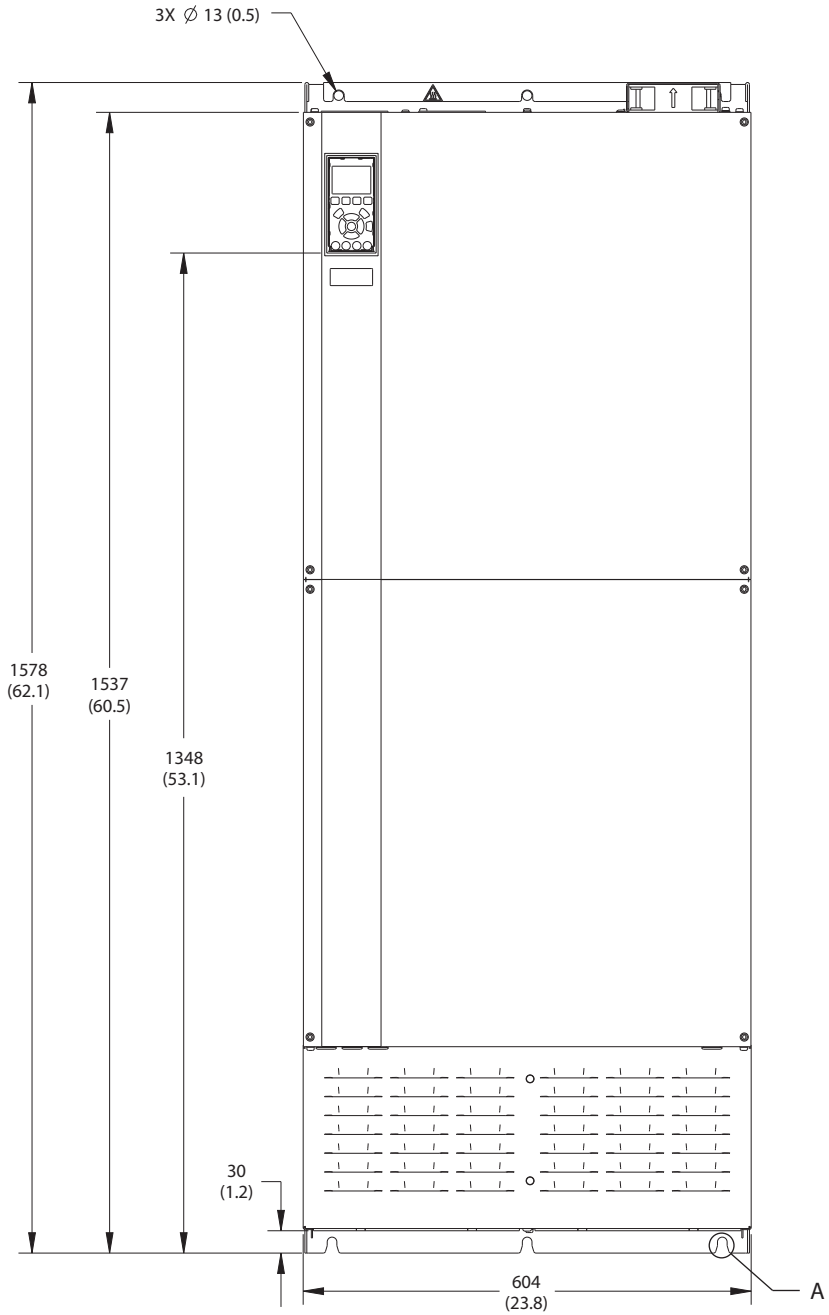


Ilustración 8.88 Dimensiones de los terminales de carga compartida / regeneración del E3h

8.12 Dimensiones exteriores y de los terminales del E4h

8.12.1 Dimensiones exteriores del E4h



130BF664.10

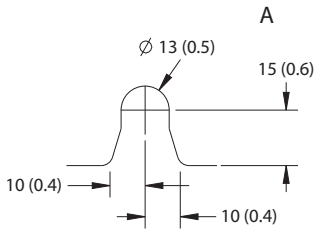


Ilustración 8.89 Vista frontal del E4h

8

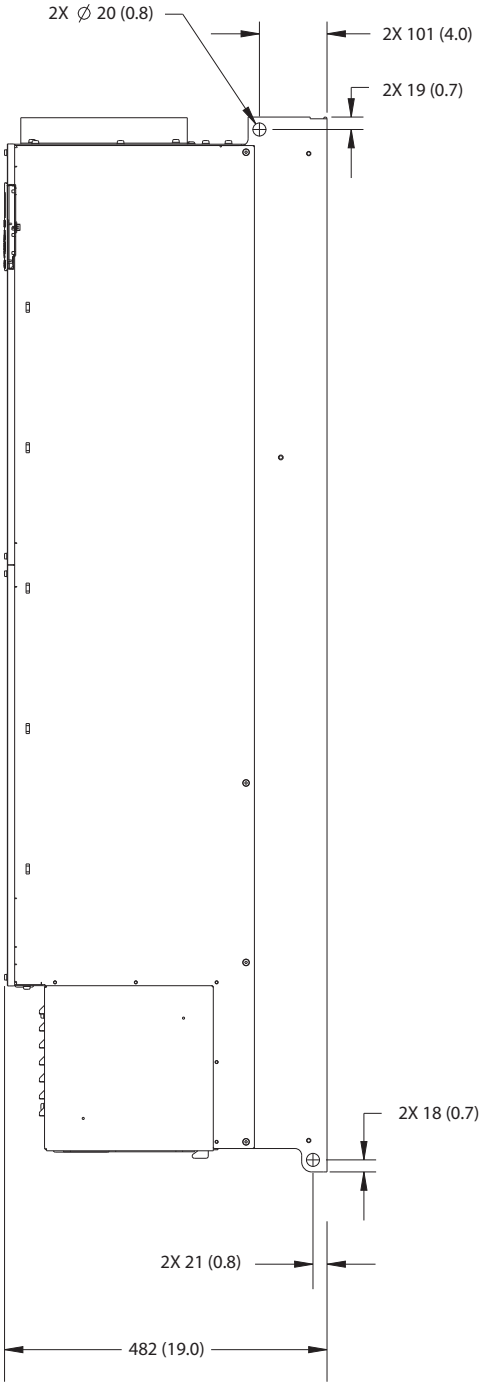
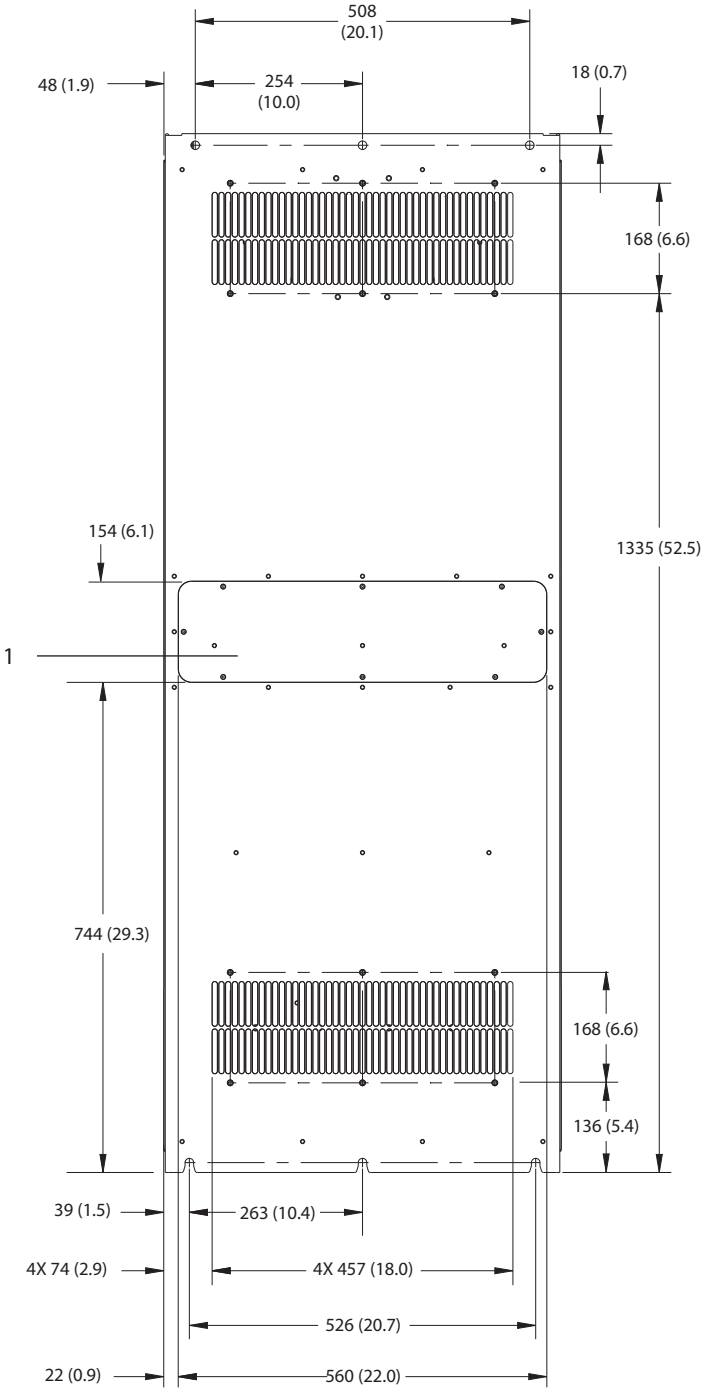


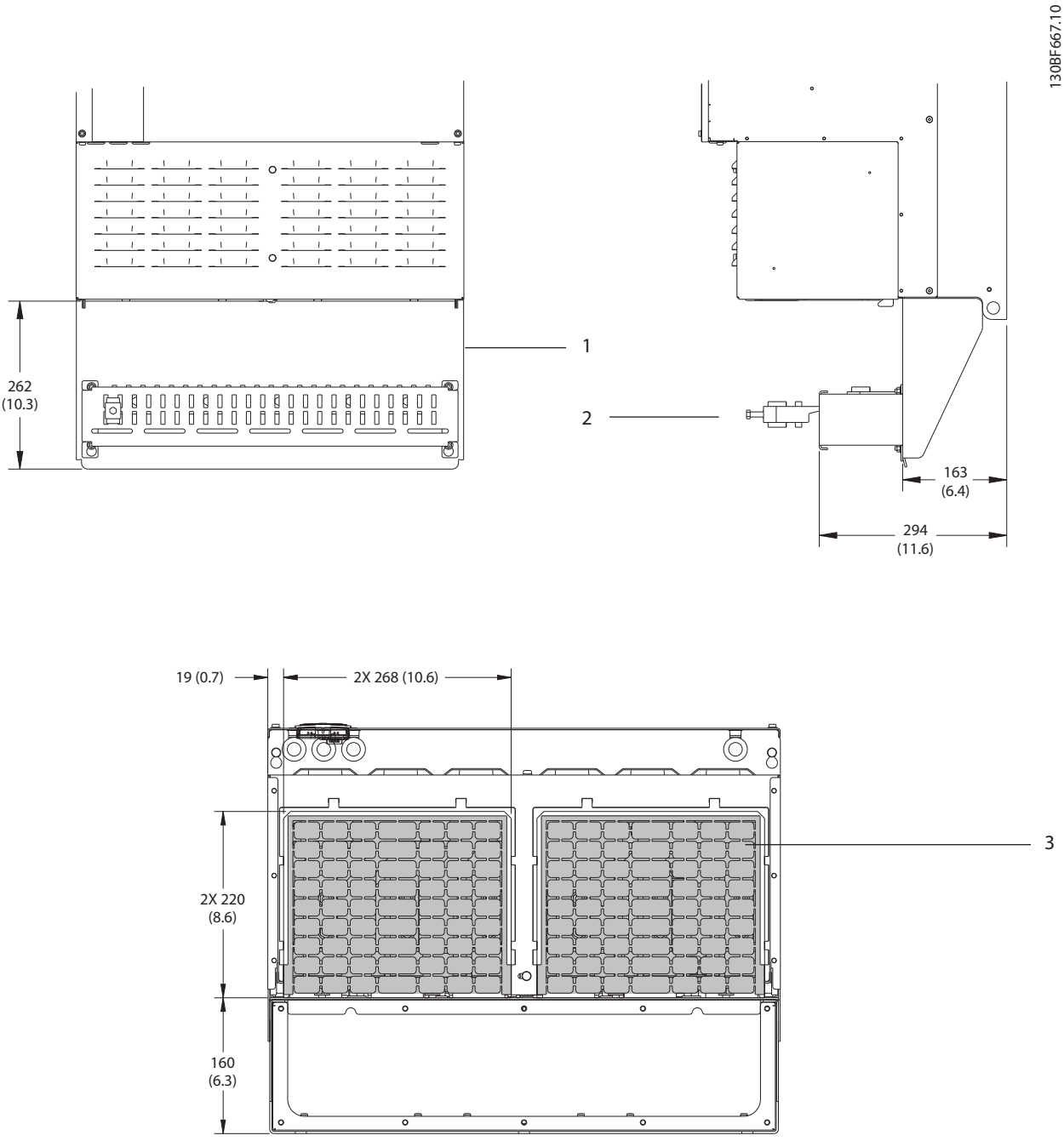
Ilustración 8.90 Vista lateral del E4h



130BF665.10

1	Panel de acceso al disipador (opcional)

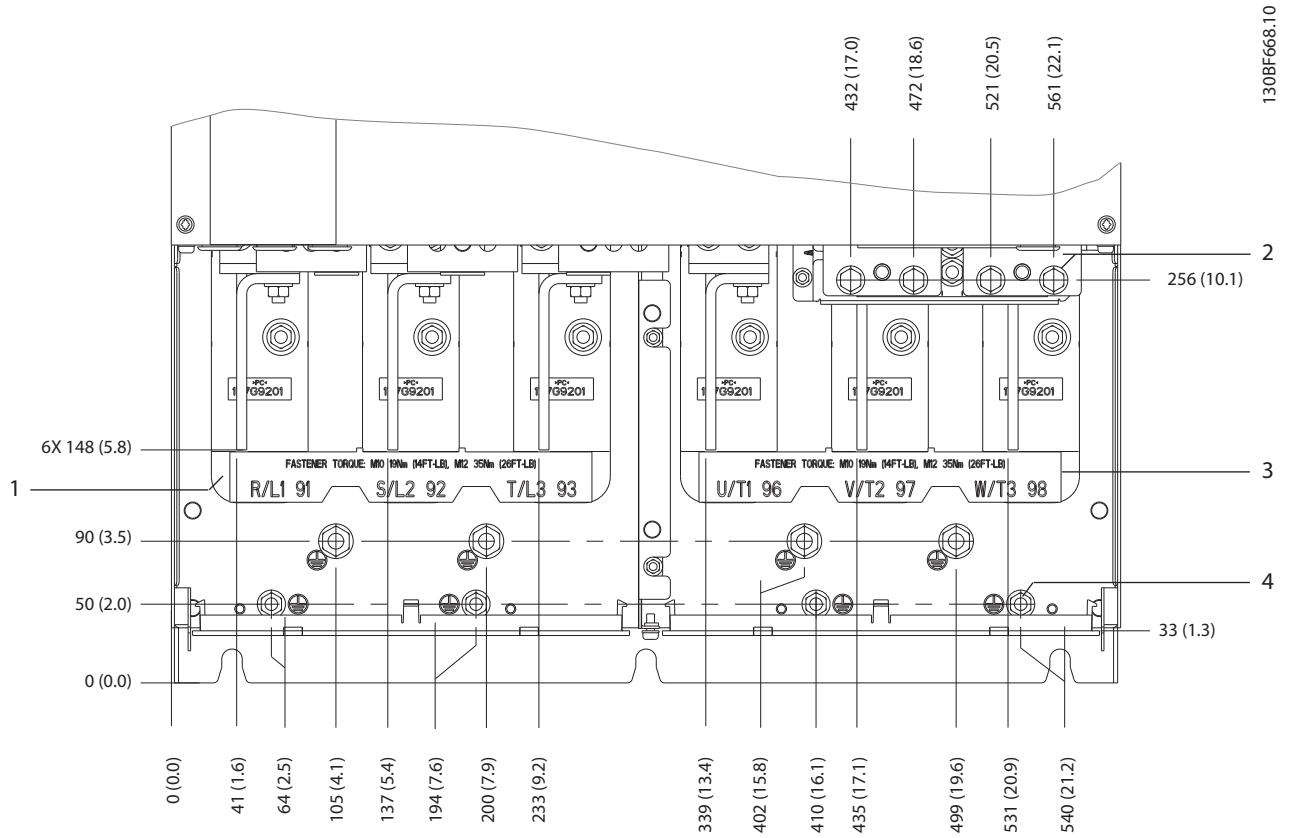
Ilustración 8.91 Vista trasera del E4h



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)

8

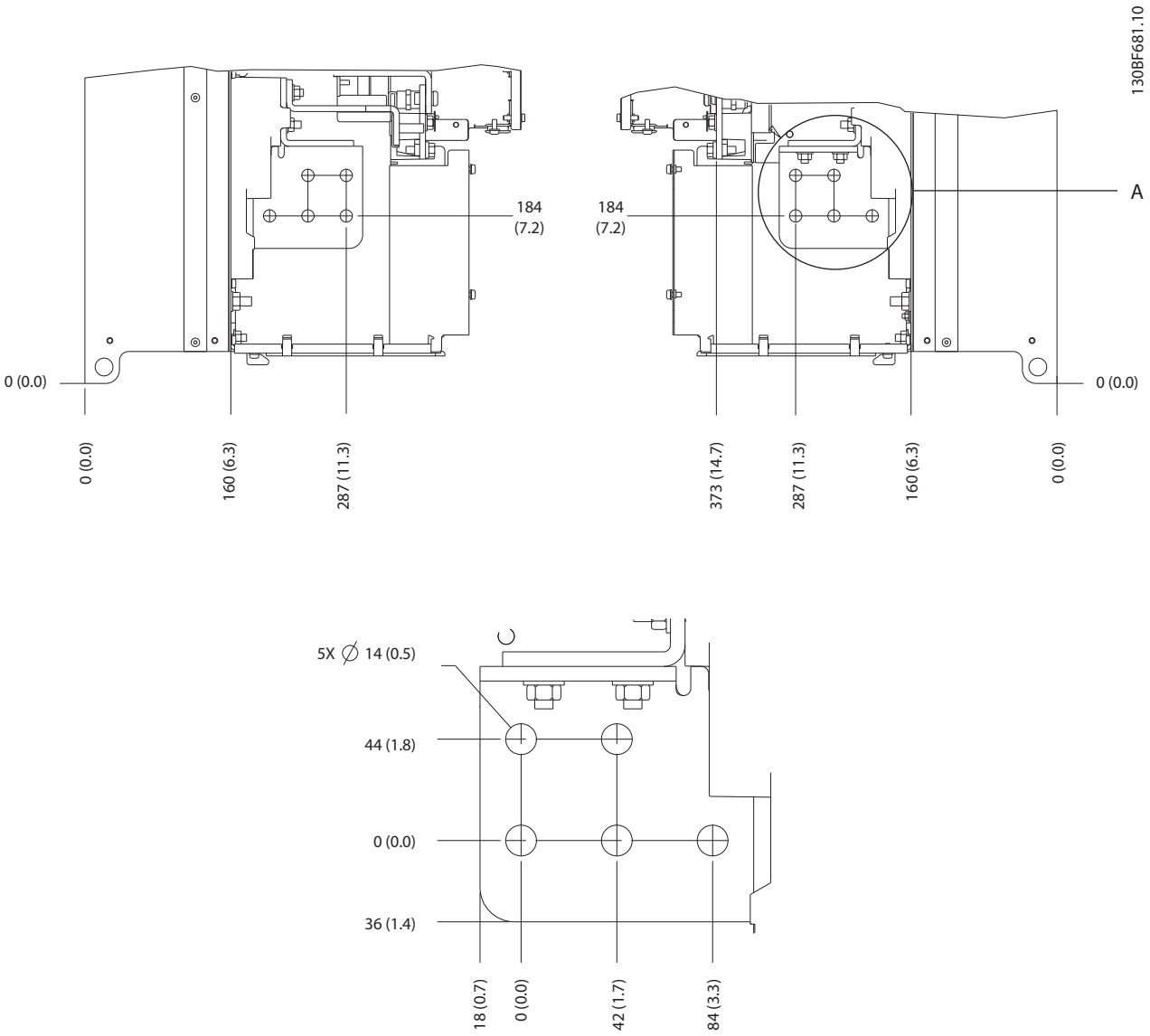


Ilustración 8.94 Dimensiones de los terminales de alimentación, motor y conexión toma a tierra del E4h (vistas laterales)

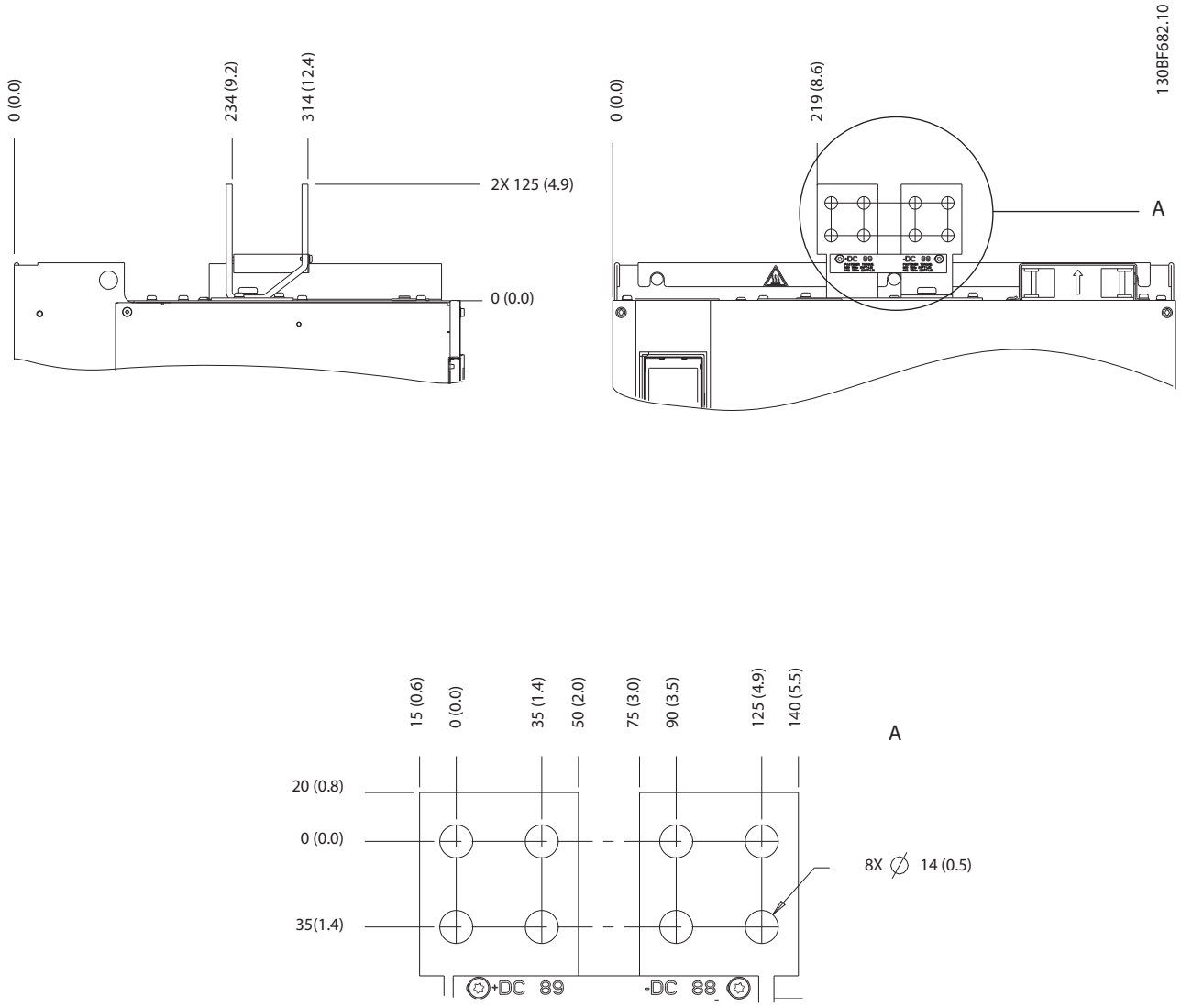


Ilustración 8.95 Dimensiones de los terminales de carga compartida / regeneración del E4h

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 el *capétulo 4 Vista general de producto* para conocer el peso de los diferentes tamaños de envolventes.**
- **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.**

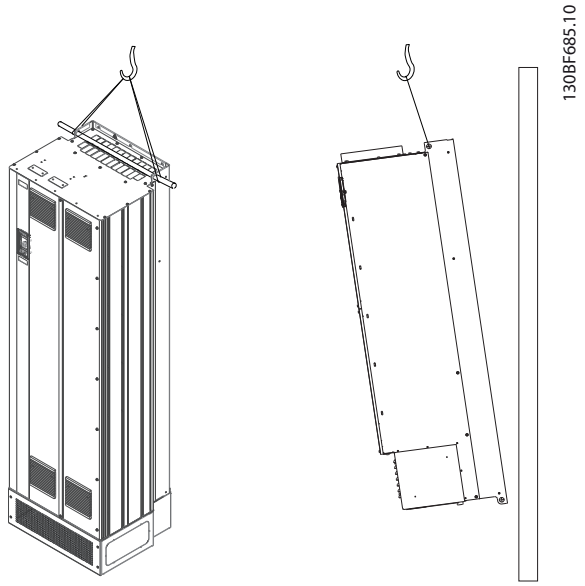


Ilustración 9.1 Método recomendado de elevación

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

9.3.3 Entornos potencialmente explosivos

⚠ADVERTENCIA

ATMÓSFERA EXPLOSIVA

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

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

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

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

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

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

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

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

AVISO!

SUPERVISIÓN DEL SENSOR DEL TERMISTOR DEL MOTOR

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

9

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. Consulte también el *capétulo 8 Dimensiones exteriores y de los terminales*.

AVISO!

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

Protección	Montaje en pared/ 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 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 el *capétulo 5.13 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 realizar un 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.

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

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 [m^3/hr (cfm)]	Ventilador del disipador [m^3/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 [m^3/hr (cfm)]	Ventilador del disipador [m^3/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 Output Filter* está ajustado en *[2] Filtro senoidal fijo.*

9.6.1 Reducción de potencia por funcionamiento a baja velocidad

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

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

Aplicaciones de par constante

Se puede producir un problema con valores bajos de r/min en aplicaciones de par constante. En una aplicación de par constante, un motor puede sobrecalentarse a velocidades bajas debido a una escasez de aire de refrigeración proveniente del ventilador integrado en el motor.

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

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

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

9.6.2 Reducción de potencia por altitud

La capacidad de refrigeración del aire disminuye al disminuir la presión atmosférica. No es necesario reducir la potencia a una altitud igual o inferior a 1000 m (3281 ft). Por encima de los 1000 m (3281 ft), debe reducirse la temperatura ambiente ($T_{AMB.}$) o la intensidad de salida máxima ($I_{MÁX.}$). Consulte la *Ilustración 9.2*.

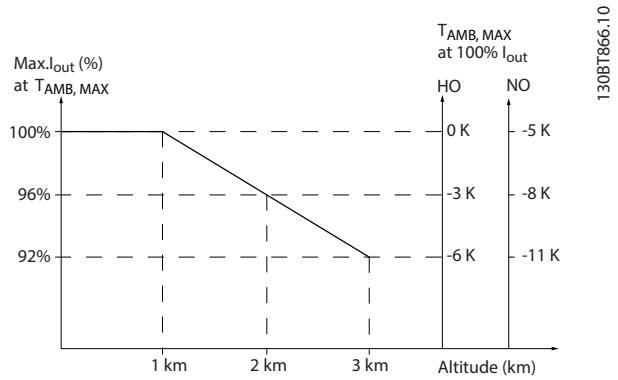


Ilustración 9.2 Reducción de potencia de la intensidad de salida en función de la altitud a $T_{AMB, MÁX.}$

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.

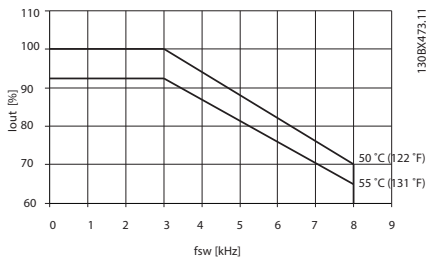
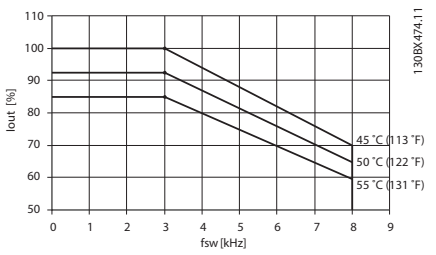
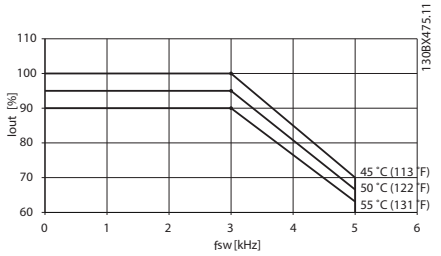
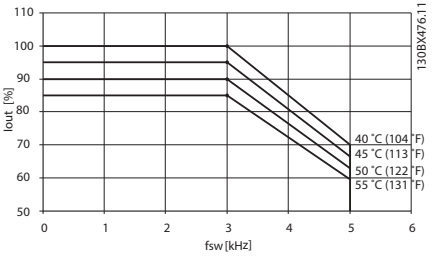
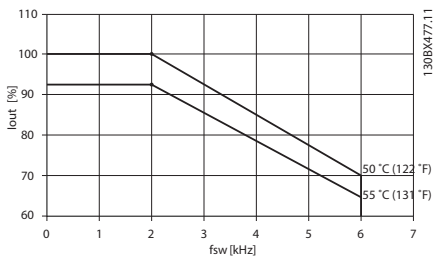
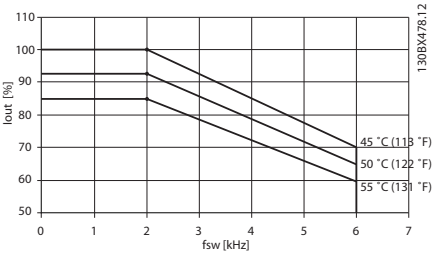
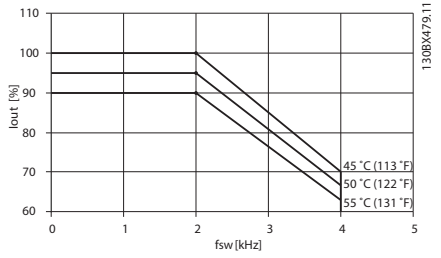
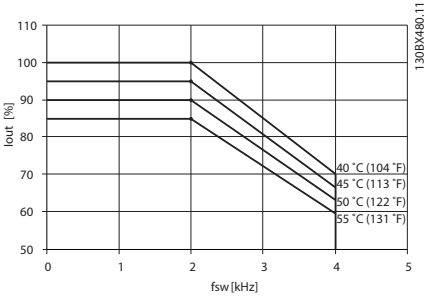
Protección	Patrón de conmutación	Sobrecarga alta HO, 150 %	Sobrecarga normal NO, 110 %
D1h-D8h De N90 a N250 380-480 V	60 AVM		
	SFAVM		
E1h-E4h De N315 a N500 380-480 V	60 AVM		
	SFAVM		

Tabla 9.4 Tablas de reducción de potencia para convertidores con clasificación nominal de 380-480 V

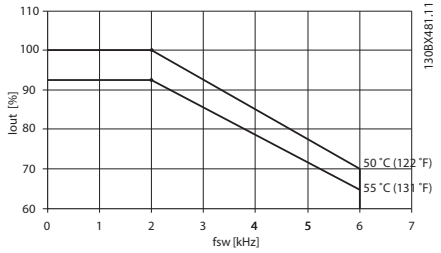
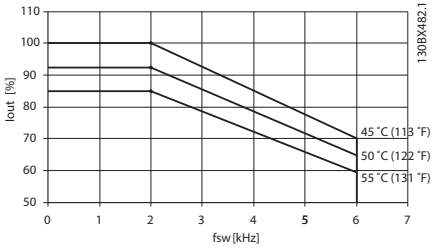
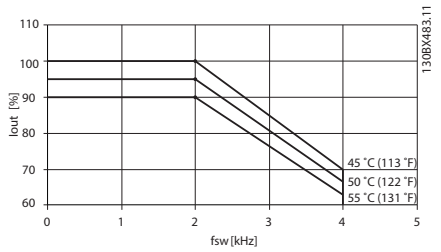
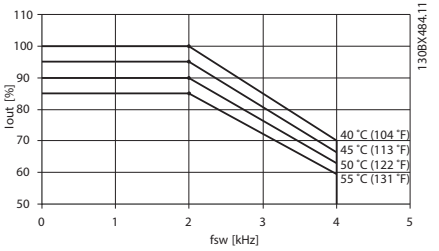
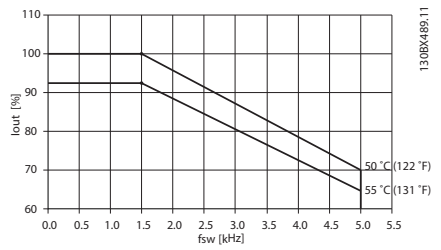
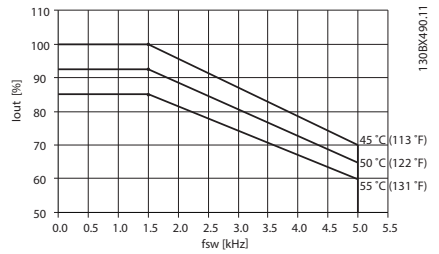
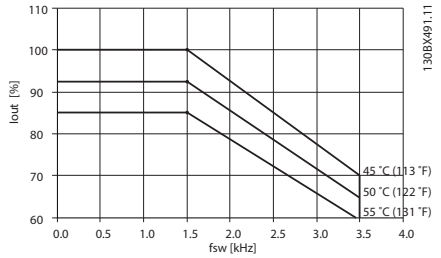
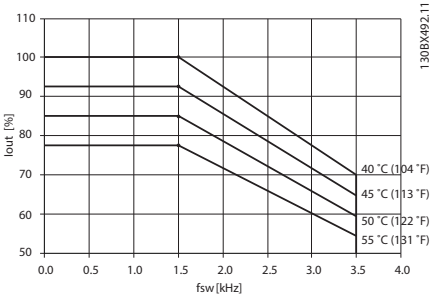
Protección	Patrón de conmutación	Sobrecarga alta HO, 150 %	Sobrecarga normal NO, 110 %
D1h-D8h De N55K a N315 525-690 V	60 AVM		
	SFAVM		
E1h-E4h De N355 a N710 525-690 V	60 AVM		
	SFAVM		

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 el *capétulo 2 Seguridad* para conocer las 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. Véase los valores nominales máximos de los fusibles en *capétulo 10.5 Fusibles y magnetotérmicos*.

Tipo de cable y clasificaciones

- Todos los cableados deben cumplir las normas nacionales y locales sobre los requisitos de sección transversal y temperatura ambiente.
- Recomendación de conexión de cable de alimentación: cable de cobre con una temperatura nominal mínima de 75 °C (167 °F).

Consulte el *capétulo 7.6 Especificaciones del cable* para obtener información sobre los tamaños y tipos de cable recomendados.

⚠PRECAUCIÓN

DAÑOS MATERIALES

La protección contra sobrecarga del motor no está incluida en los ajustes predeterminados. Para añadir esta función, ajuste el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* como *[Descon. ETR]* o *[Advert. ETR]*. Para el mercado norteamericano, la función ETR proporciona protección de sobrecarga del motor de clase 20, conforme a las normas NEC. Si no se ajusta el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* como *[Descon. ETR]* o *[Advert. ETR]*, no se dispone de protección de sobrecarga del motor y pueden producirse daños materiales en caso de sobrecalentamiento del motor.

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

10.2 Esquema de cableado

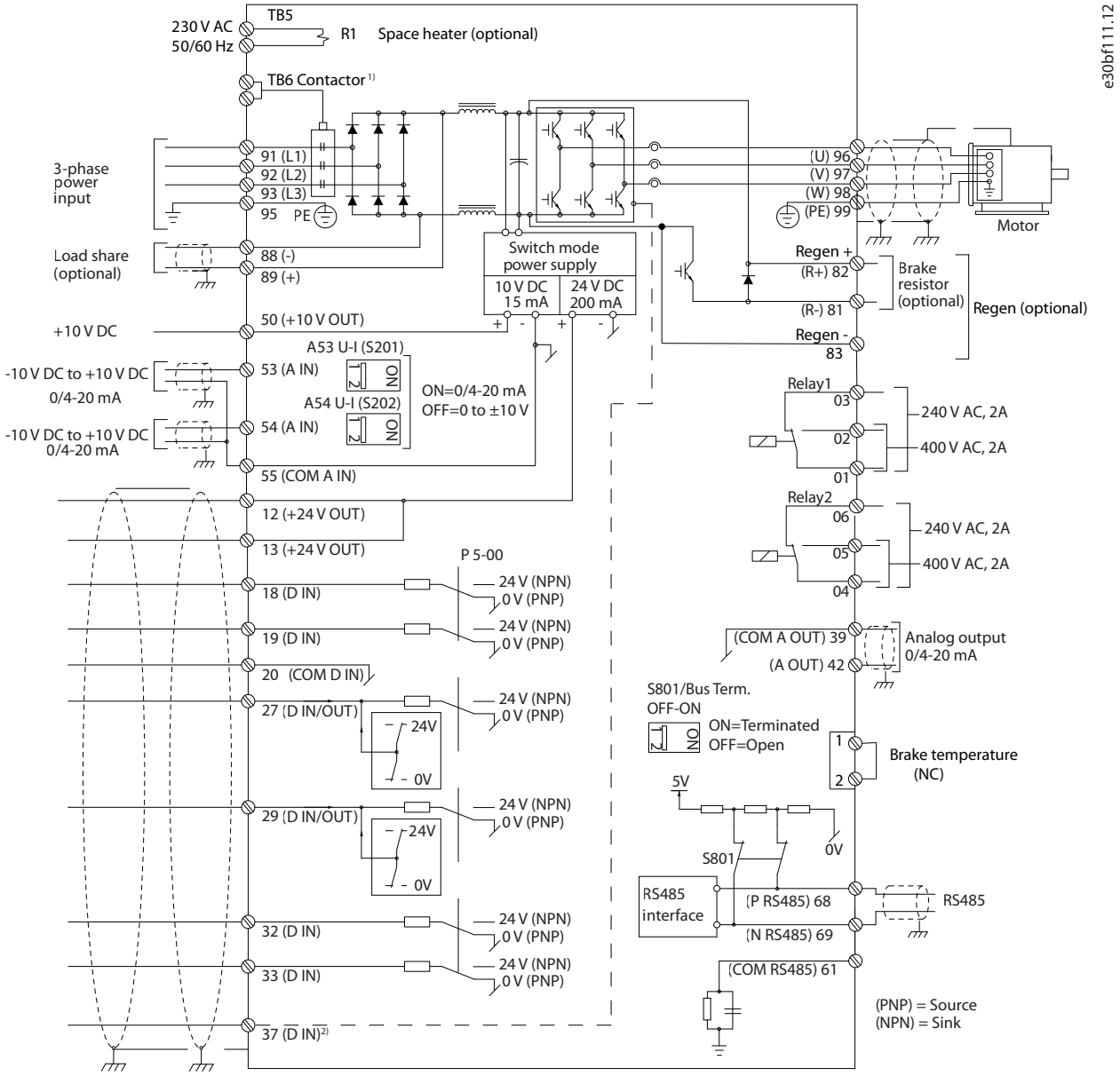


Ilustración 10.1 Esquema básico del cableado

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 7.1 Datos eléctricos, 380-480 V* y el *capétulo 7.2 Datos eléctricos, 525-690 V* para elegir las dimensiones correctas de longitud y sección transversal 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 10.15 Instalación conforme a CEM*. 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.

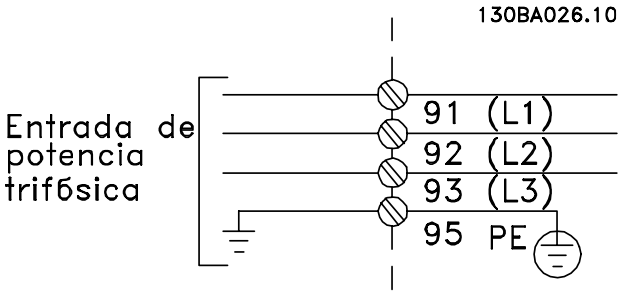


Ilustración 10.2 Conexiones de cable de alimentación

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 Switching Frequency*.

Terminal	96	97	98	99	
–	U	V	W	PE[1)]	Tensión del motor un 0-100 % de la tensión de red. Tres cables que salen del motor.
–	U1	V1	W1		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

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.

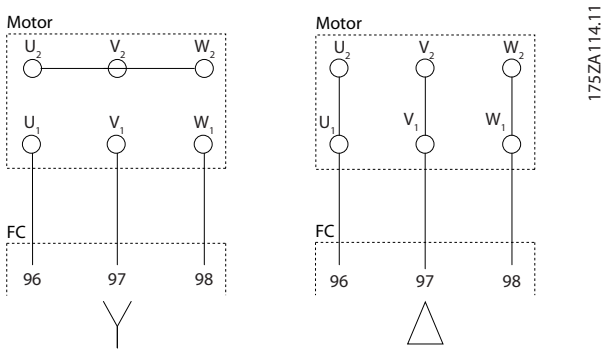


Ilustración 10.3 Conexión del cable de motor

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 Carga compartida

La carga compartida enlaza los circuitos intermedios de CC de varios convertidores de frecuencia. Para obtener una vista general, consulte el *capétulo 5.11 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 Conexión del cable de freno

El cable de conexión a la resistencia de frenado debe estar apantallado y la longitud máxima desde el convertidor de frecuencia hasta la barra de CC está limitada a 25 m (82 ft).

- Utilice abrazaderas de cables para conectar el apantallamiento a la placa posterior conductora del convertidor de frecuencia y al armario metálico de la resistencia de frenado.
- Elija un cable de freno cuya sección transversal se adecue al par de frenado.

Terminal	Función
81, 82	Terminales de resistencia de frenado

Tabla 10.4 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 módulo del freno, evite una disipación de potencia excesiva en la resistencia de frenado utilizando un contactor o conmutador de red para desconectar de la alimentación el convertidor de frecuencia.

10.3.5 Conexión de ordenador personal

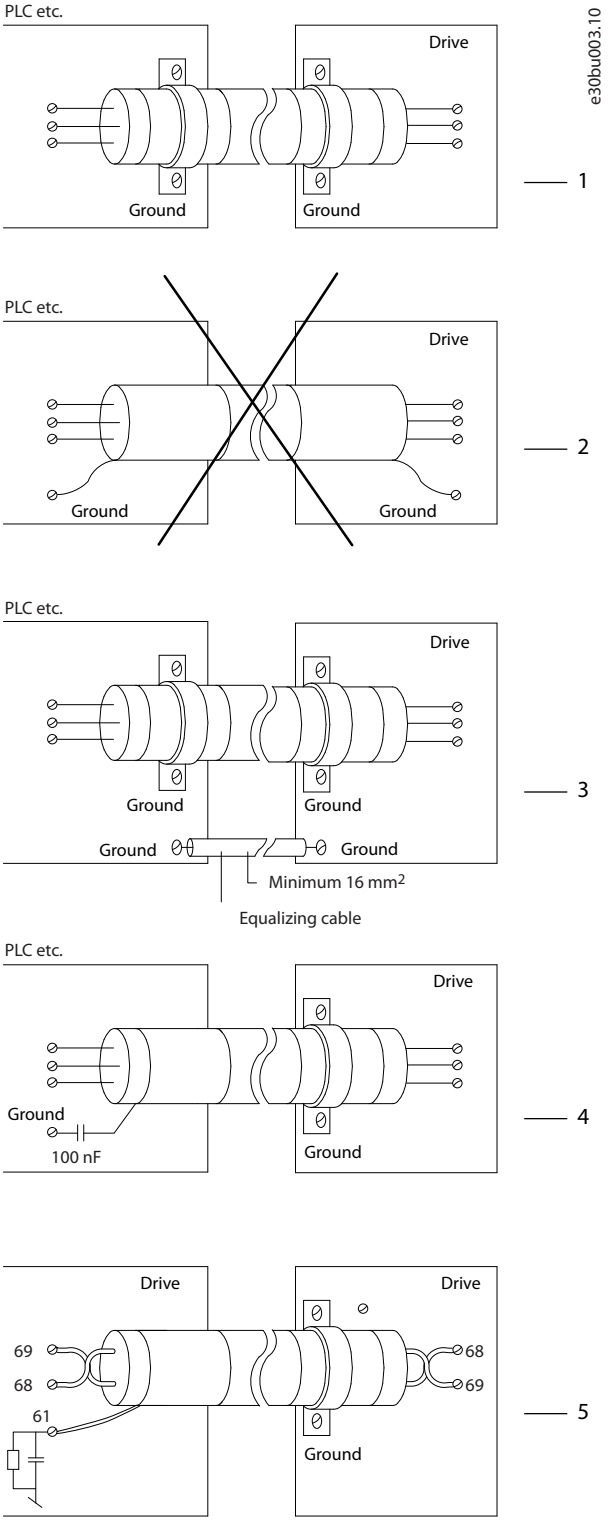
Para controlar el convertidor desde un PC, instale el software de configuración MCT 10. El PC se conecta mediante un cable USB estándar (host/dispositivo) o mediante la interfaz RS485. Para obtener más información sobre la interfaz RS485, consulte el apartado *Instalación y ajuste de RS485* de la *Guía de diseño del VLT® AQUA Drive FC 202, 355-1400 kW.*

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

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*.

10

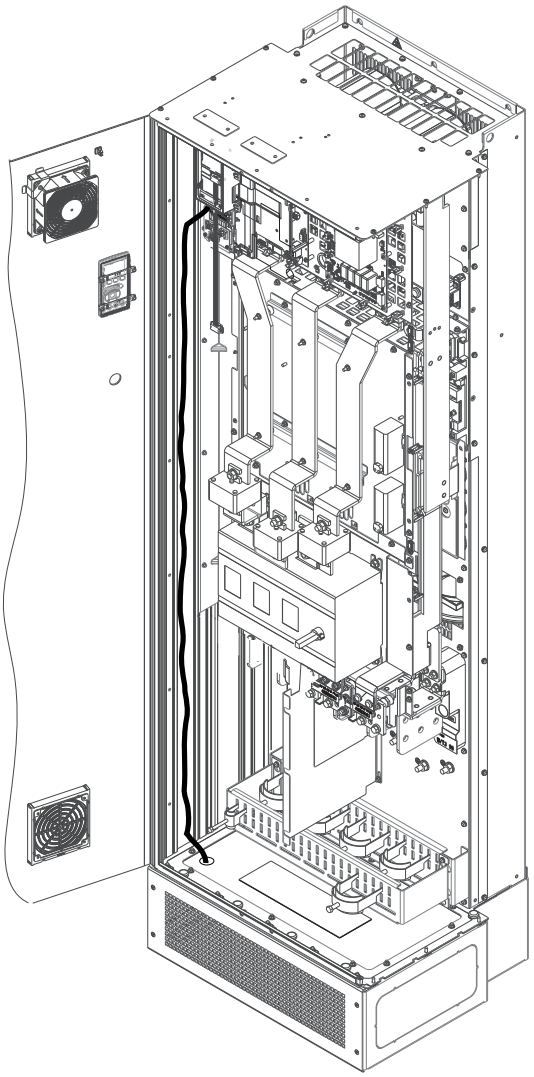


Ilustración 10.5 Trayecto del cableado de la tarjeta de control para E1h. El mismo trayecto de recorrido de los cables para los alojamientos E2h y D1h-D8h.

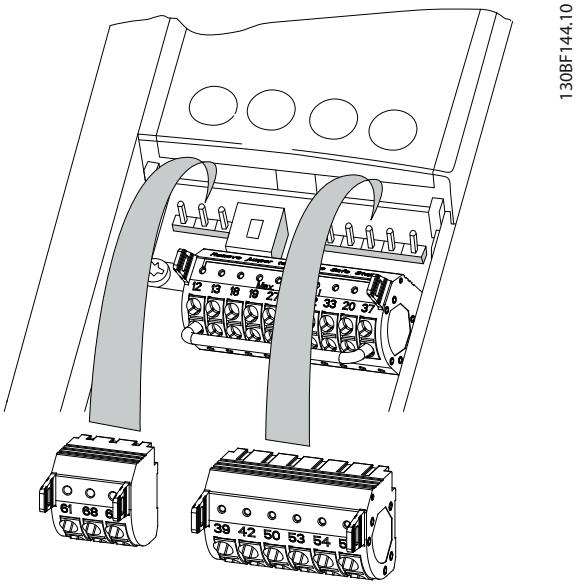
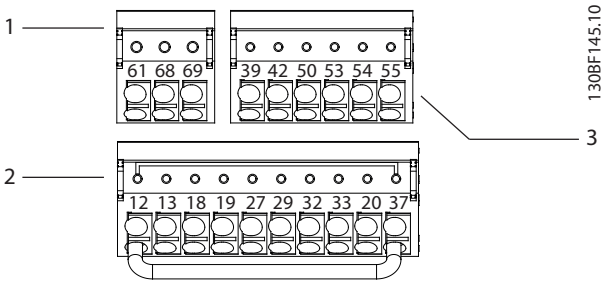


Ilustración 10.6 Ubicación de los terminales de control



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 predeterminados	Descripción
61	–	–	Filtro RC integrado para conectar el apantallamiento de cables en caso de problemas de CEM.
68 (+)	*Grupo de parámetros 8-3* Ajuste puerto FC*	–	Interfaz RS485. En la tarjeta de control, se incluye un conmutador (BUS TER.) para la resistencia de terminación de bus.
69 (-)	*Grupo de parámetros 8-3* Ajuste puerto FC*	–	

Tabla 10.5 Descripciones de los terminales de comunicación serie

Terminal	Parámetro	Ajustes predeterminados	Descripción
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 programación ajustados en fábrica.

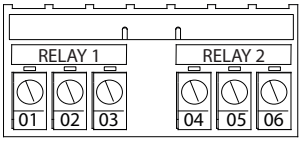
Tabla 10.6 Descripciones de los terminales de entrada/salida digital

Terminal	Parámetro	Ajustes predeterminados	Descripción
12, 13	–	+24 V CC	Tensión de suministro externo de 24 V CC para entradas digitales y transductores externos. La intensidad máxima de salida es de 200 mA para todas las cargas de 24 V.
18	*Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input*	*[8] Arranque*	Entradas digitales.
19	*Parámetro 5-11 Terminal 19 Digital Input*	*[10] Cambio de sentido*	
32	*Parámetro 5-14 Terminal 32 Digital Input*	*[0] Sin función*	
33	*Parámetro 5-15 Terminal 33 Digital Input*	*[0] Sin función*	
27	*Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input*	*[2] Inercia*	Para entrada o salida digital. El ajuste predeterminado es entrada.
29	*Parámetro 5-13 Terminal 29 Digital Input*	*[14] Velocidad fija*	
20	–	–	Común para entradas digitales y potencial de 0 V para una fuente de alimentación de 24 V.
39	–	–	Común para salida analógica.
42	*Parámetro 6-50 Terminal 42 Output*	*[0] Sin función*	Salida analógica programable. 0-20 mA o 4-20 mA a un máximo de 500 Ω.
50	–	+10 V CC	Tensión de alimentación 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)*	Realimentación	
55	–	–	Común para entradas analógicas.

Tabla 10.7 Descripciones de los terminales de entrada/salida analógica

10

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 predeterminados	Descripción
01, 02, 03	*Parámetro 5-40 Function Relay* [0]	*[0] Sin función*	Salida de relé en forma de C. Para tensión de CA o CC y cargas resistivas o inductivas.
04, 05, 06	*Parámetro 5-40 Function Relay* [1]	*[0] Sin función*	

Tabla 10.8 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*.

10

Modelo	380-480 V	525-690 V
N75K	–	ar-160
N90K	–	ar-315
N110K	ar-315	ar-315
N132	ar-350	ar-315
N160	ar-400	ar-315
N200	ar-500	ar-550
N250	ar-630	ar-550
N315	ar-800	ar-550
N400	–	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)
N110	170M2619	LA50QS300-4	L50S-300	FWH-300A	20 189 20.315	A50QS300-4	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N132	170M2620	LA50QS350-4	L50S-350	FWH-350A	20 189 20.350	A50QS350-4	6,9URD31D08A0350	A070URD31KI0350
N160	170M2621	LA50QS400-4	L50S-400	FWH-400A	20 189 20.400	A50QS400-4	6,9URD31D08A0400	A070URD31KI0400
N200	170M4015	LA50QS500-4	L50S-500	FWH-500A	20 610 31.550	A50QS500-4	6,9URD31D08A0550	A070URD31KI0550
N250	170M4016	LA50QS600-4	L50S-600	FWH-600A	20 610 31.630	A50QS600-4	6,9URD31D08A0630	A070URD31KI0630
N315	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, 380-480 V

Modelo	Bussmann	Siba	Ferraz-Shawmut de Europa	Ferraz-Shawmut de Norteamérica
N75K	170M2616	20 610 31.160	6,9URD30D08A0160	A070URD30KI0160
N90K	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110K	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N132	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N160	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
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
N400	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*.

Protección	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:

Protección	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 N315 T4)	100 000 A	100 000 A	100 000 A	100 000 A
D8h (solo el modelo N315 T4)	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
380–480	170M7309
525–690	170M7342

Tabla 10.15 Opciones de fusible para E1h-E4h

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
380–480	355–450 (500–600)	42000	Magnetotérmico
		100000	Fusible de clase L, 800 A
380–480	500–560 (650–750)	42000	Magnetotérmico
		100000	Fusible de clase L, 1200 A
525–690	450–630 (450–650)	40000	Magnetotérmico
		100000	Fusible de clase L, 800 A
525–690	710–800 (750–950)	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 Motor Speed Direction*.

La verificación de la rotación del motor puede efectuarse mediante el *parámetro 1-28 Motor Rotation Check* y siguiendo la configuración indicada en la *Ilustración 10.9*.

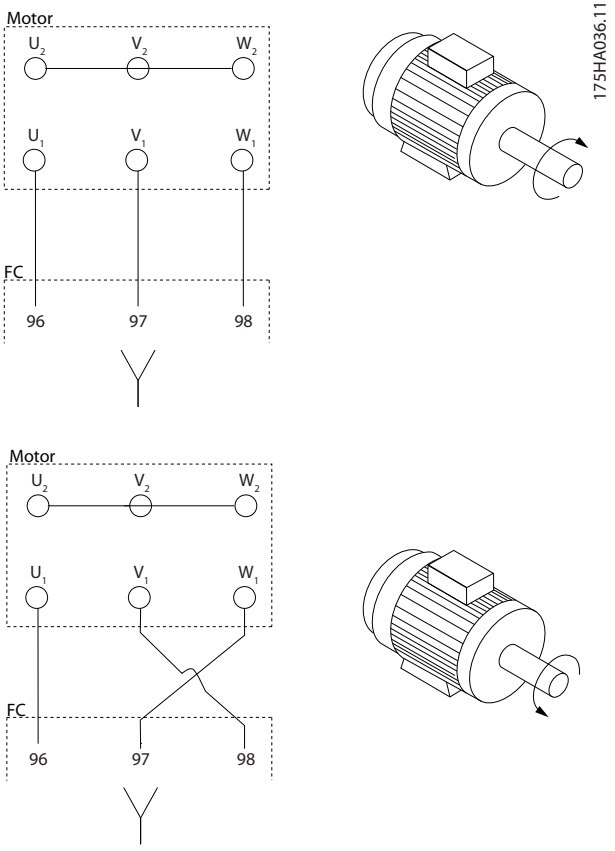


Ilustración 10.9 Cambio de giro del motor

10.6.1 Protección térmica del motor

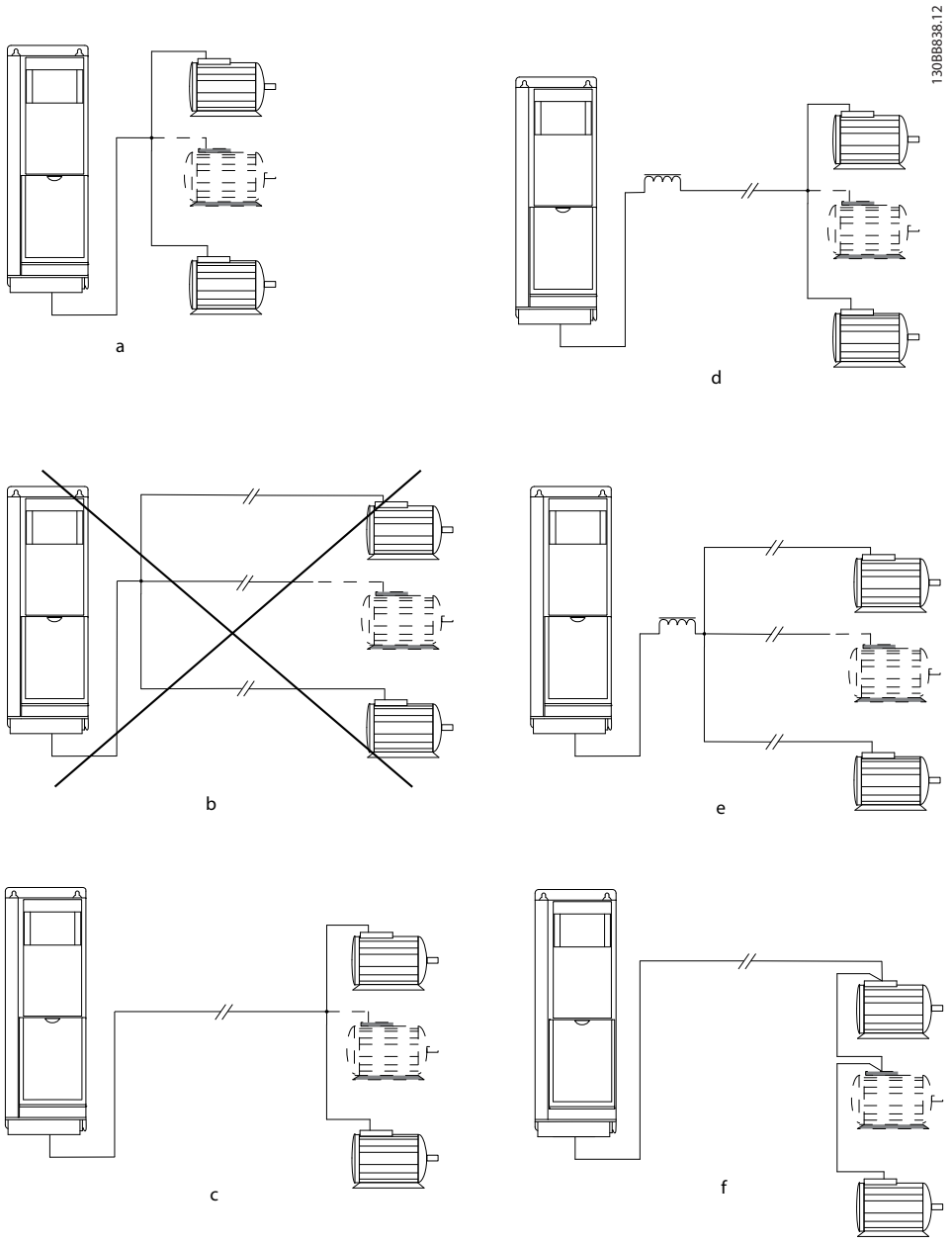
El relé termoelectrónico del convertidor de frecuencia ha recibido la aprobación UL para protección de sobrecarga de motor único cuando el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* se ajusta en *Descon. ETR* y el *parámetro 1-24 Motor Current* está ajustado a la corriente nominal del motor (consulte la placa de características del motor).
Para la protección térmica del motor, también se puede utilizar la opción de tarjeta del termistor PTC VLT® PTC Thermistor Card MCB 112. Esta tarjeta cuenta con la certificación ATEX para proteger motores en las zonas con peligro de explosiones: zona 1/21 y zona 2/22. Si el *parámetro 1-90 Motor Thermal Protection* está ajustado en *[20] ATEX ETR* y se combina con el uso de MCB 112, se puede controlar un motor Ex-e en zonas con riesgo de explosión. Consulte la *guía de programación* para más detalles sobre cómo configurar el convertidor de frecuencia para un funcionamiento seguro de motores Ex--e.

10.6.2 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. Proporciona una mayor protección de sobrecarga del motor mediante termistores en cada bobinado del motor o en los relés térmicos individuales.
- Cuando los motores se encuentran conectados en paralelo, *parámetro 1-02 Flux Motor Feedback Source* no se puede utilizar y *parámetro 1-01 Motor Control Principle* debe estar ajustado a *[0] U/f*.



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 se mantengan en menos de 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≤420 V	Estándar U_{LL}= 1300 V
420 V < U_N ≤ 500 V	Reforzada U_{LL} = 1600 V
500 V < U_N ≤ 600 V	U_{LL} reforzada = 1800 V
600 V < U_N ≤ 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 convertidor. Para reducir al mínimo las corrientes en el eje y los rodamientos de la transmisión (DE), asegure una adecuada conexión a tierra del convertidor de frecuencia, el motor, la máquina accionada y la conexión entre el motor y la máquina.

Estrategias estándar de mitigación:

- Utilizar un cojinete aislado.
- Seguir procedimientos de instalación adecuados.
  - Comprobar que el motor y el motor de carga estén alineados.
  - Seguir las directrices de instalación EMC.
  - Reforzar la PE de modo que la impedancia de alta frecuencia sea inferior en la PE que los cables de alimentación de entrada
  - Disponer una buena conexión de alta frecuencia entre el motor y el convertidor de frecuencia. Utilizar un cable apantallado con una conexión de 360º en el motor y el convertidor de frecuencia.
  - Asegurarse de que la impedancia desde el convertidor de frecuencia hasta la tierra sea inferior a la impedancia de conexión a tierra de la máquina. Este procedimiento puede resultar difícil para las bombas.
  - Realizar una conexión a tierra directa entre el motor y el motor de carga.
- Reducir la frecuencia de conmutación de IGBT.
- Modificar la forma de onda del inversor, AVM de 60 ° frente a SFAVM.
- Instalar un sistema de conexión a tierra del eje o usar un acoplador aislante.
- Aplicar un lubricante conductor.
- Usar el ajuste mínimo de velocidad, si es posible.
- Tratar de asegurar que la tensión de red esté equilibrada con la conexión a tierra. Este procedimiento puede resultar difícil para sistemas de patilla conectados a tierra, IT, TT o TN-CS.
- Usar un filtro senoidal o dU/dt.

10.7 Frenado

10.7.1 Selección de resistencias de frenado

En determinadas aplicaciones como, por ejemplo, en sistemas de ventilación de túneles o de estaciones subterráneas de ferrocarril, sería deseable poder detener el motor más rápidamente que mediante rampa de deceleración o dejándolo girar libremente. En tales aplicaciones, suele utilizarse un freno dinámico con una resistencia de frenado. El uso de una resistencia de frenado garantiza que la energía sea absorbida por esta y no por el convertidor de frecuencia. 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)

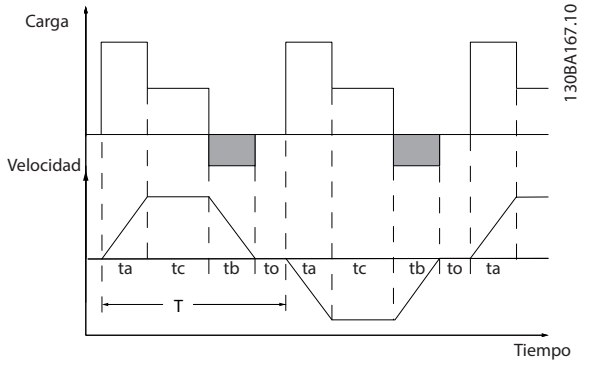


Ilustración 10.11 Ciclo de frenado típico

	Modelo					
	N110K	**N132**	**N160**	**N200**	**N250**	**N315**
Tiempo de ciclo (s)	600	600	600	600	600	600
Ciclo de trabajo de frenado al 100 % del par	Continua	Continua	Continua	Continua	Continua	Continua
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, 380-480 V

10

		Modelo				
		N355	**N400**	**N450**	**N500**	**N560**
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, 380-480 V

	Modelo								
	N75K	**N90K**	**N110K**	**N132**	**N160**	**N200**	**N250**	**N315**	**N400**
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					
		N450	N500	N560	N630	N710	N800
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)
380-480 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 102

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.

10

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.

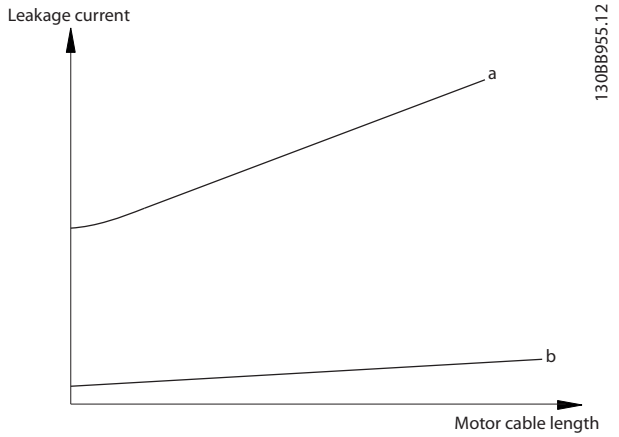


Ilustración 10.12 La longitud del cable de motor y la magnitud de potencia influyen en la corriente de fuga. Magnitud de potencia a > magnitud de potencia b.

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

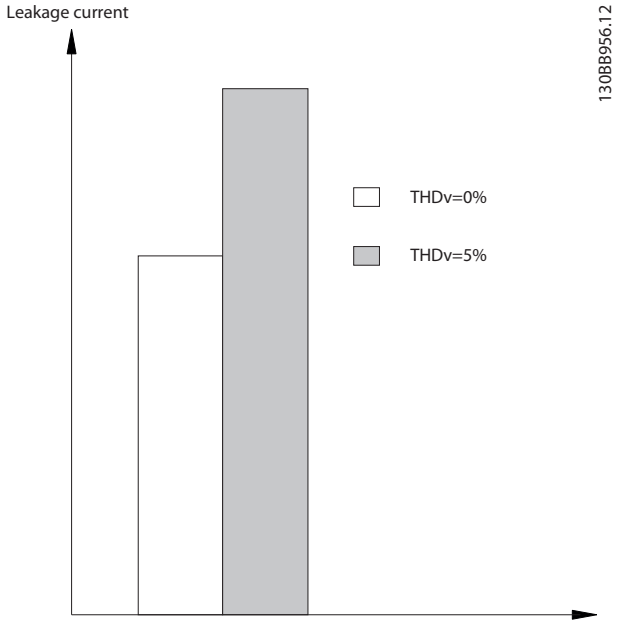


Ilustración 10.13 La distorsión de la línea influye en la corriente de fuga

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.

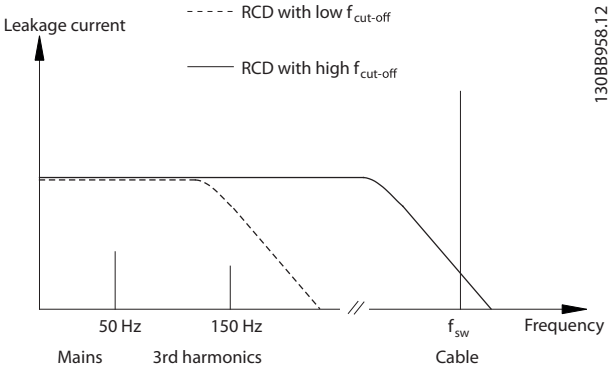


Ilustración 10.14 Contribuciones principales a la corriente de fuga

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

10

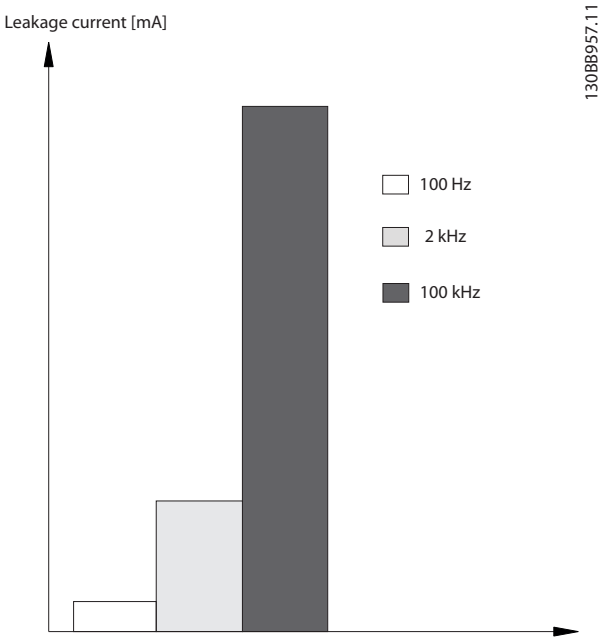


Ilustración 10.15 Influencia de la frecuencia de corte del RCD sobre la corriente de fuga

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 RFI Filter* en el convertidor y el *parámetro 14-50 RFI Filter* en el filtro. Para obtener más detalles, consulte CEI 364-3. En la posición OFF, se desconectan los condensadores de filtro entre el chasis y el enlace de CC para impedir que este último se dañe y reducir las corrientes de capacidad de conexión a tierra (conforme a la norma CEI 61800-3).
Si se necesita un rendimiento de CEM óptimo, se conectan motores paralelos o la longitud del cable del motor es de unos 25 m (82 ft), Danfoss recomienda ajustar el *parámetro 14-50 RFI Filter* a [ACTIVADO]. 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 en *capétulo 7.1 Datos eléctricos, 380-480 V* y *capétulo 7.2 Datos eléctricos, 525-690 V* .

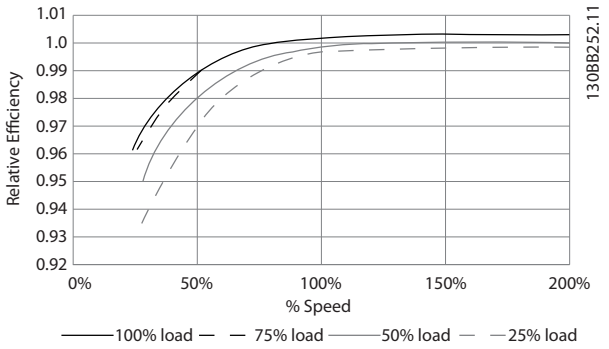


Ilustración 10.16 Curvas de rendimiento típico

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 y el rendimiento nominal para un convertidor de frecuencia de 160 kW es de 0,98. El rendimiento real es: 0,97 × 0,98 = 0,95.

Rendimiento del motor (η_{MOTOR})
El rendimiento de un motor conectado al convertidor de frecuencia depende del nivel de magnetización. En general, el rendimiento es igual de bueno que si funcionara conectado a la alimentación. El rendimiento del motor depende del tipo de motor.

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

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 mejorado (1-2 %) porque la forma sinusoidal de la intensidad del motor es casi perfecta a frecuencias de conmutación altas.

Rendimiento del sistema ($\eta_{SISTEMA}$)
Para calcular el rendimiento del sistema, el rendimiento del convertidor (η_{VLT}) se multiplica por el rendimiento del motor (η_{MOTOR}):
$\eta_{SISTEMA}=\eta_{VLT} \times \eta_{MOTOR}$

10.12 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 subida 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.

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

Resultados de las pruebas para 380-480 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
110–160 (150–250)	30 (98)	500	0,26	1180	2109
	150 (492)	500	0,21	1423	3087
	300 (984)	500	0,56	1557	1032
200–315 (300–450)	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, 380-480 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
110–160 (150–250)	30 (98)	500	0,71	1180	1339
	150 (492)	500	0,76	1423	1497
	300 (984)	500	0,91	1557	1370
200–315 (300–450)	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, 380-480 V

10

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
110–160 (150–250)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0,28	1418	2105
	300 (984)	500	0,21	1530	2450
200–315 (300–450)	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, 380-480 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
110–160 (150–250)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0,66	1418	1725
	300 (984)	500	0,96	1530	1277
200–315 (300–450)	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, 380-480 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]
75–160 (75–200)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	1,11	2135	1535
	300 (984)	690	1,28	2304	1433
200–400 (250–400)	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]
75–160 (75–200)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	1,03	2045	1590
	300 (984)	690	1,41	2132	1217
200–400 (250–400)	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 380-480 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
355–450 (500–600)	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
500–560 (650–750)	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, 380-480 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
355–450 (500–600)	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
500–560 (650–750)	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 sin filtro de salida, 380-480 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
355–450 (500–600)	5 (16)	460	0,17	1017	3176
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,41	1268	1311
500–560 (650–750)	5 (16)	460	0,17	1042	3126
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,22	1233	2356

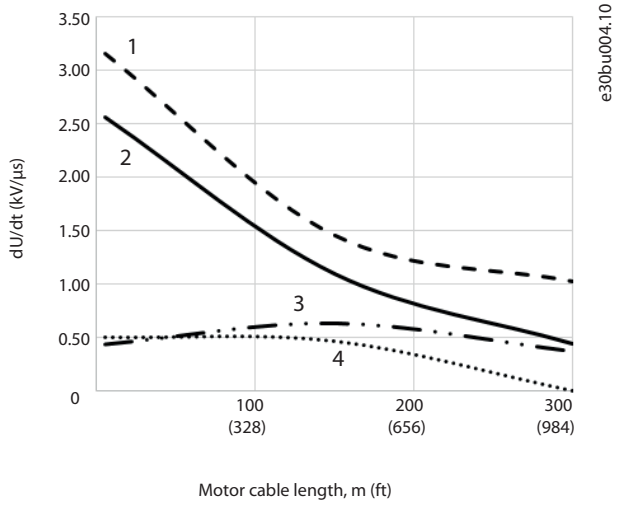
Tabla 10.33 Resultados de las pruebas dU/dt NEMA para alojamientos E1h-E4h con cables apantallados y filtro sin salida, 380-480 V

Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
355–450 (500–600)	5 (16)	460	0,26	1017	3128
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0,70	1268	1448
500–560 (650–750)	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 sin filtro de salida, 380-480 V

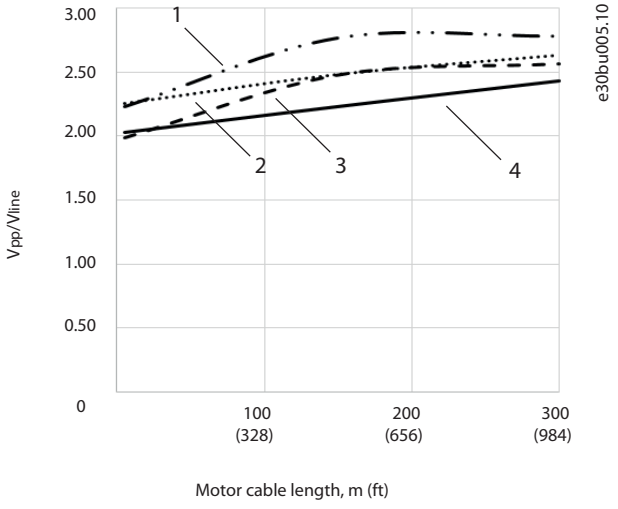
Ilustración 10.17–Ilustración 10.20 muestran la tasa de subida de tensión típica y las tensiones pico en los terminales del motor tanto para cables apantallados como no apantallados en varias configuraciones.

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.



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

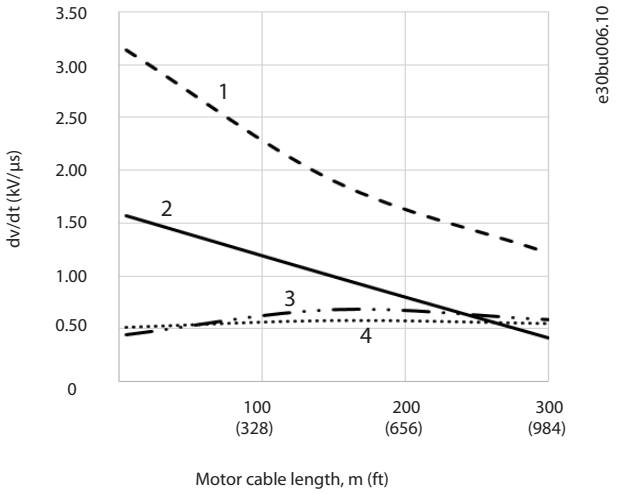
Ilustración 10.17 dU/dt en terminales del motor para alojamientos E1h/E3h, 380-480 V



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

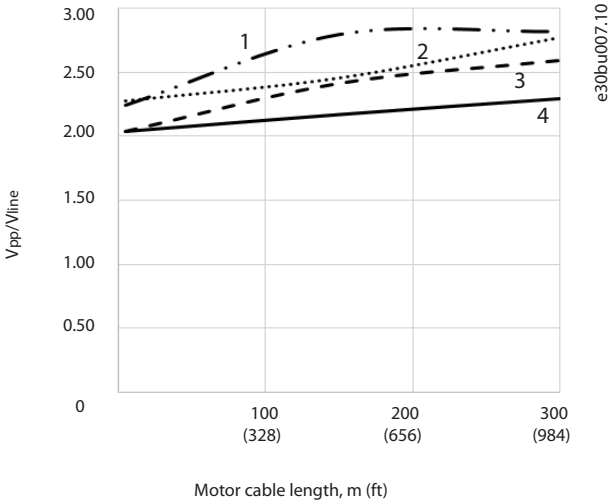
Ilustración 10.18 Tensiones pico en terminales del motor para alojamientos E1h/E3h, 380-480 V

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



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

Ilustración 10.19 Tensiones pico en terminales del motor para alojamientos E2h/E4h, 380-480 V



1	Cable no apantallado con filtro dU/dt
2	Cable apantallado con 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, 380-480 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]
450–630 (450–650)	30 (98)	690	0,37	1625	3494
	50 (164)	690	0,86	2030	1895
710–800 (750–950)	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

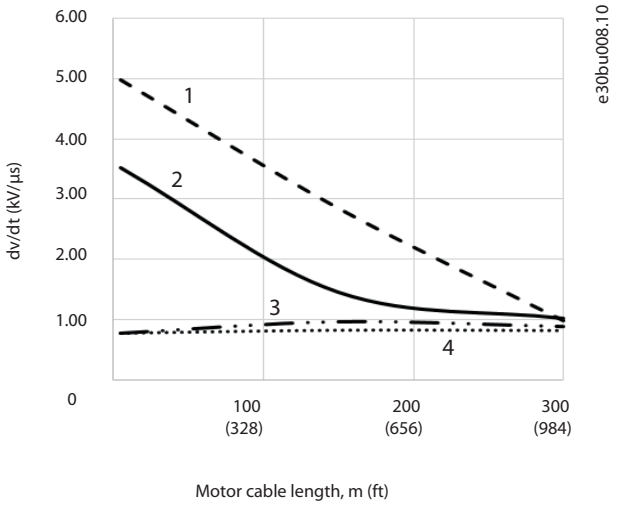
Potencia [kW (CV)]	Cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [µs]	Tensión pico [V]	dU/dt [V/µs]
450–630 (450–650)	5 (16)	690	0,23	1450	5217
	48 (157)	690	0,38	1637	3400
	150 (492)	690	0,94	1762	1502
710–800 (750–950)	5 (16)	690	0,26	1262	3894
	48 (157)	690	0,46	1625	2826
	150 (492)	690	0,94	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.

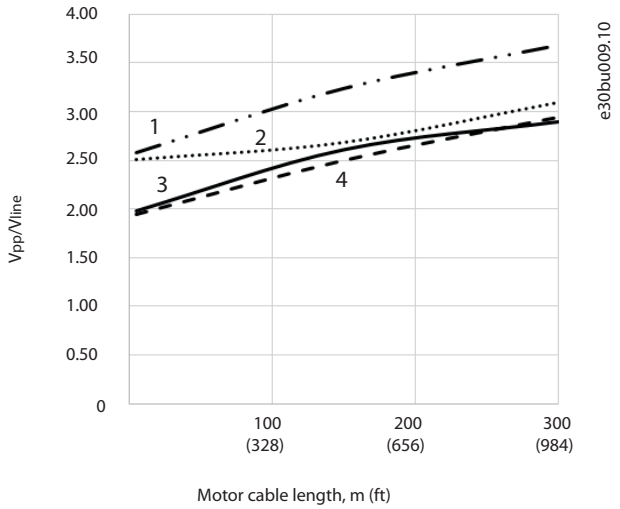
Estos valores son fieles a un funcionamiento en estado estable y a un intervalo de tensión de entrada de RMS de la V_{line} del convertidor de frecuencia. Cuando el convertidor funciona en el modo de frenado, la tensión de enlace de CC intermedia

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.



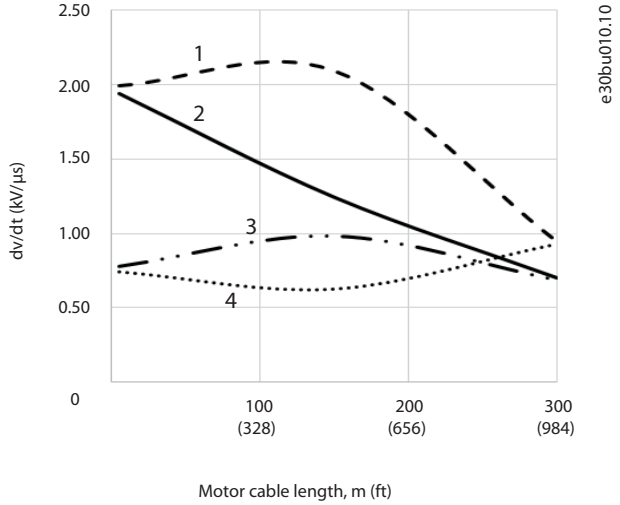
1	Cable no apantallado sin filtro
2	Cable apantallado sin filtro
3	Cable no apantallado con filtro dU/dt
4	Cable apantallado con filtro dU/dt

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



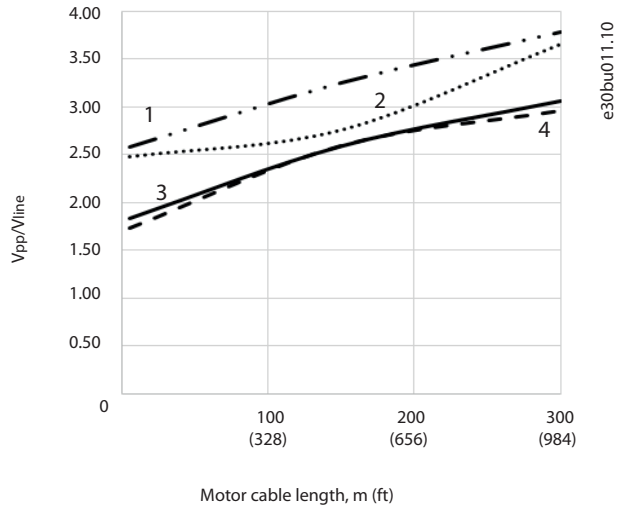
1	Cable no apantallado con filtro dU/dt
2	Cable apantallado con filtro dU/dt
3	Cable apantallado sin filtro
4	Cable no apantallado sin filtro

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 con filtro dU/dt
4	Cable apantallado con filtro dU/dt

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



1	Cable no apantallado con filtro dU/dt
2	Cable apantallado con 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

10

10.14 Vista general de compatibilidad electromagnética (CEM)

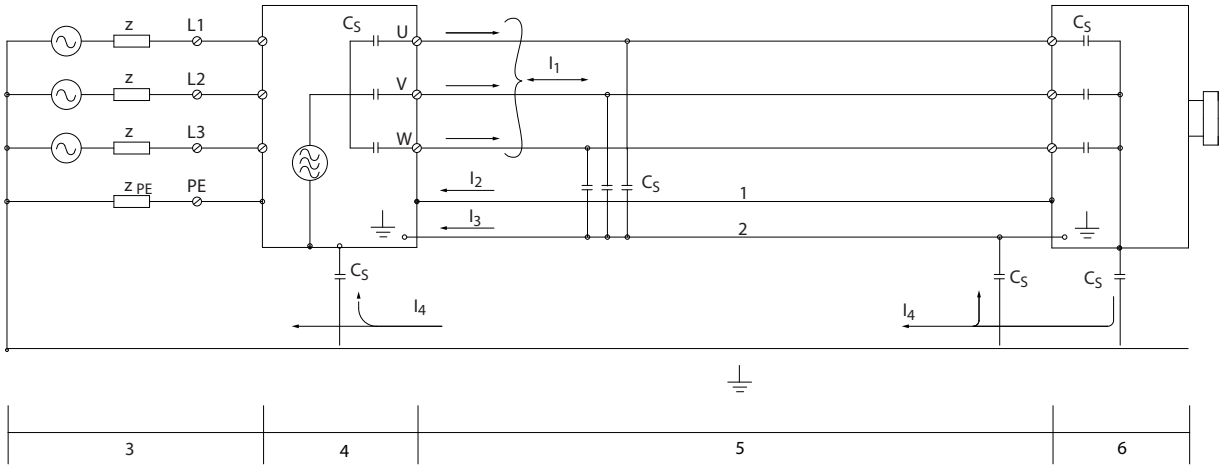
Los dispositivos eléctricos generan interferencias y también se ven afectados por las interferencias de otras fuentes. La compatibilidad electromagnética (CEM) de estos efectos depende de la potencia y de las características armónicas de los dispositivos.

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 *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	I_1	Corriente de fuga de modo común
3	Fuente de alimentación de red de CA	I_2	Cable de motor apantallado
4	Convertidor	I_3	Conexión toma a tierra de seguridad (cuarto conductor en los cables de motor)
5	Cable de motor apantallado	I_4	Corriente accidental de modo común
6	Motor	–	–

Ilustración 10.25 Modelo eléctrico que muestra posibles corrientes de fuga

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/ 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/IEC 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 202	110-560 kW 380-480 V	No	No	150 m (492 ft)	No	No	Sí
	90-800 kW 525-690 V	No	No	150 m (492 ft)	No	No	Sí
H4							
FC 202	110-560 kW 380-480 V	No	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	No	Sí	Sí
	90-800 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).

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.

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: 380-480 V, 525-600 V y 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

10

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.

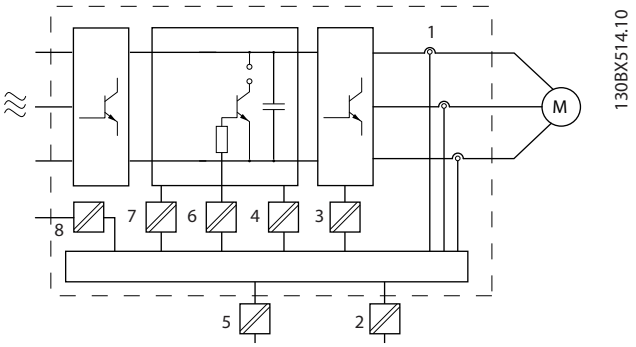
Conformidad PELV y de aislamiento galvánico

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.

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



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 puede utilizar cables de motor no apantallados dentro de un conducto metálico.

AVISO!

CABLES APANTALLADOS

Si no se utilizan cables apantallados ni conductos metálicos, la unidad y la instalación no cumplirán los límites normativos de los niveles de emisión de radiofrecuencias.

- Asegúrese de que los cables de motor y de freno sean lo más cortos posible para reducir el nivel de interferencias de todo el sistema.
- Los cables con un nivel de señal sensible no deben colocarse junto a los cables de motor y de freno.
- Para líneas de comunicación y de control/órdenes, siga los protocolos estándar de comunicación que correspondan. Por ejemplo, para USB deben utilizarse cables apantallados, pero para RS485/Ethernet pueden usarse cables UTP apantallados o sin apantallar.
- Asegúrese de que todas las conexiones de terminales de control sean PELV.

AVISO!

INTERFERENCIA DE CEM

Utilice cables apantallados para el cableado de control y del motor. Asegúrese de separar los cables de entrada de alimentación, de motor y de control los unos de los otros. Si no se aíslan estos cables se puede provocar un comportamiento inesperado o un rendimiento inferior. Se requiere un espacio libre mínimo de 200 mm (7,9 in) entre los cables de entrada de alimentación, de motor y de control.

AVISO!

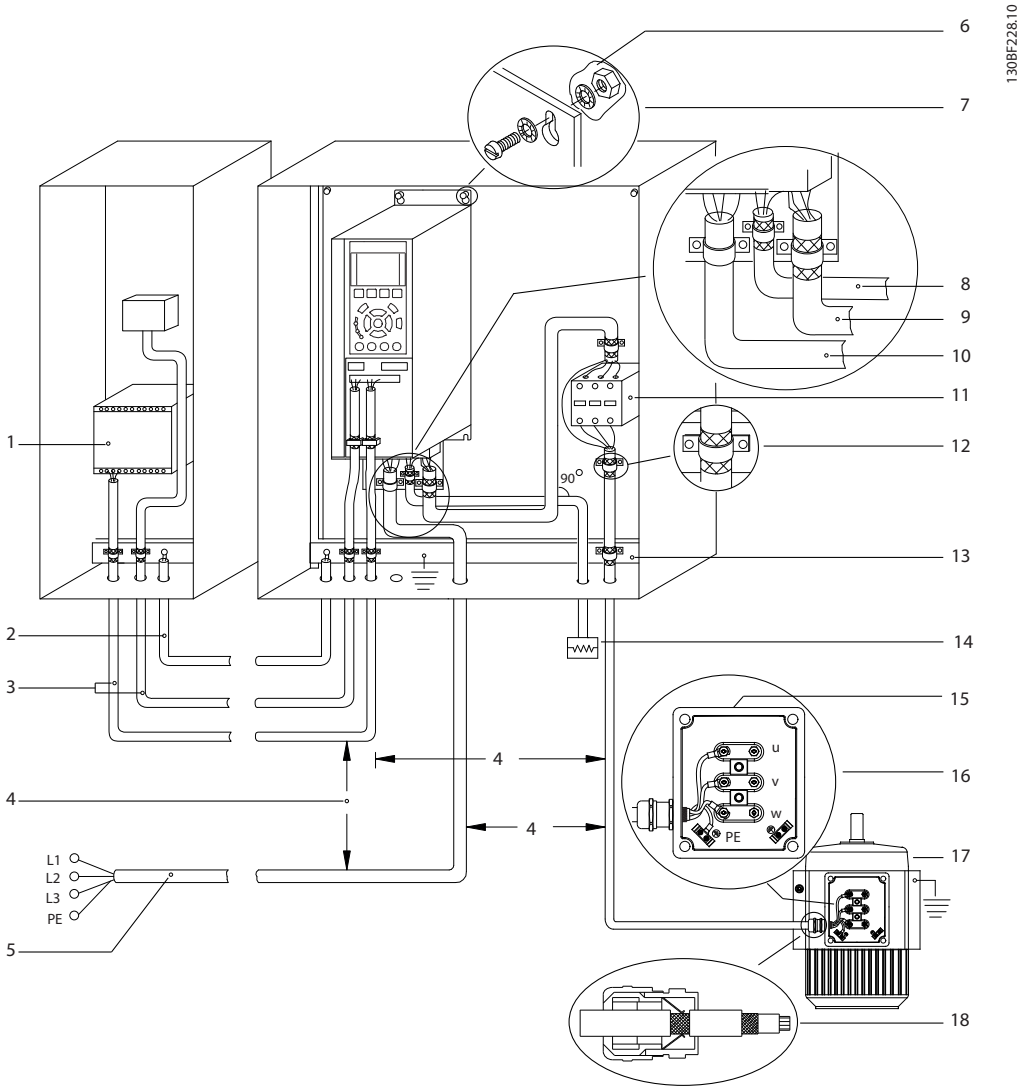
INSTALACIÓN EN ALTITUDES ELEVADAS

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

AVISO!

CONFORMIDAD CON PELV

Evite las descargas eléctricas mediante el uso de una fuente de alimentación eléctrica con tensión de protección muy baja (PELV) y cumpliendo con las normativas locales y nacionales de PELV.



1	PLC	10	Cable de red (no apantallado)
2	Cable de ecualizador de un mínimo de 16 mm² (6 AWG).	11	Contactor de salida
3	Los cables de control	12	Aislamiento de cable pelado
4	Espacio mínimo de 200 mm (7,9 in) entre los cables de control, de motor y de red.	13	Barra conductora de tierra a común. Siga las normativas locales y nacionales para la conexión a tierra de alojamientos.
5	Fuente de alimentación de red	14	Resistencia de frenado
6	Superficie no aislada (sin pintar)	15	Caja metálica
7	Arandelas de estrella	16	Conexión al motor
8	Cable de freno (apantallado)	17	Motor
9	Cable de motor (apantallado)	18	Prensacables CEM

Ilustración 10.27 Ejemplo de instalación correcta en cuanto a CEM

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	50 Hz	250 Hz	350 Hz	550 Hz

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

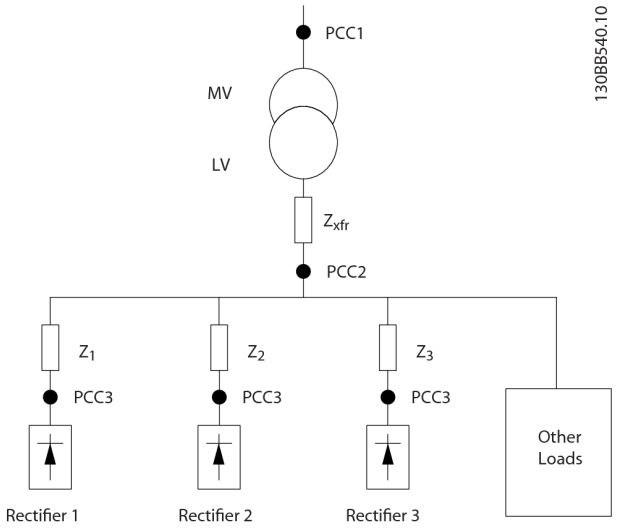
Tabla 10.43 Corrientes armónicas en comparación con la corriente de entrada RMS Corriente

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:

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

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.

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 %).

Orden armónico (h)	Clase 1 (V_h %)	Clase 2 (V_h %)	Clase 3 (V_h %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17<h≤49	2,27 × (17/h) – 0,27	2,27 × (17/h) – 0,27	4,5 × (17/h) – 0,5

Tabla 10.45 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

10.16.5 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*.

11 Principios básicos de funcionamiento de un convertidor

Este capítulo ofrece una visión general de los principales conjuntos y circuitos de un convertidor de frecuencia Danfoss. En él se describen las funciones eléctricas internas y de procesamiento de señal. También se incluye una descripción de la estructura de control interna.

11.1 Descripción del funcionamiento

Un convertidor de frecuencia es un controlador electrónico que suministra una cantidad regulada de alimentación de CA a un motor de inducción trifásico. Al suministrar frecuencia y tensión variables al motor, el convertidor de frecuencia varía la velocidad del motor o mantiene una velocidad constante aunque cambie la carga en el motor. Asimismo, el convertidor puede detener y arrancar un motor sin la tensión mecánica asociada a los arranques directos.

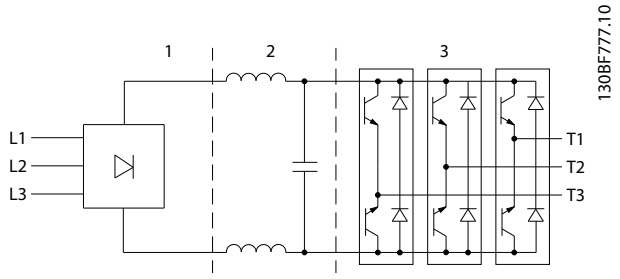
En su forma básica, el convertidor se puede dividir en las siguientes cuatro secciones principales:

Rectificador
El rectificador consiste en una serie de SCR o diodos que convierten la tensión de CA trifásica en tensión pulsatoria de CC.

Enlace de CC (bus de CC)
El enlace de CC consiste en una serie de inductores y bancos de condensadores que estabilizan la tensión pulsatoria de CC.

Inversor
El inversor utiliza los IGBT para convertir la tensión de CC en tensión variable y frecuencia variable de CA.

Control
El área de control consiste en un programa que hace funcionar el hardware para que produzca la tensión variable que controla y regula el motor de CA.



1	Rectificador (SCR/diodos)
2	Enlace de CC (bus de CC)
3	Inversor (IGBT)

Ilustración 11.1 Procesamiento interno

11.2 Controles de la unidad

Los siguientes procesos se utilizan para controlar y regular el motor:

- Referencia/entrada de usuario.
- Gestión de la realimentación.
- Estructura de control definida por el usuario.
  - Modo lazo abierto / lazo cerrado.
  - Control del motor (velocidad, par o proceso).
- Algoritmos de control (VVC+, control de flujo sin realimentación, flujo con realimentación del motor y control de corriente interna VVC+).

11.2.1 Referencias/entradas de usuario

El convertidor utiliza una fuente de entrada (también denominada referencia) para controlar y regular el motor. El convertidor recibe esta entrada de una de las siguientes maneras:

- Manualmente mediante el LCP. Este método se conoce como «local» (Hand On).
- A distancia, mediante las entradas digitales/ analógicas y diferentes interfaces serie (RS485, USB o un fieldbus opcional). Este método se conoce como «remoto» (Auto On) y es el ajuste de entrada predeterminado.

Referencia activa
El término «referencia activa» hace referencia a la fuente de entrada activa. La referencia activa se configura en el *parámetro 3-13 Reference Site*. Consulte *Ilustración 11.2* y *Tabla 11.1*.

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

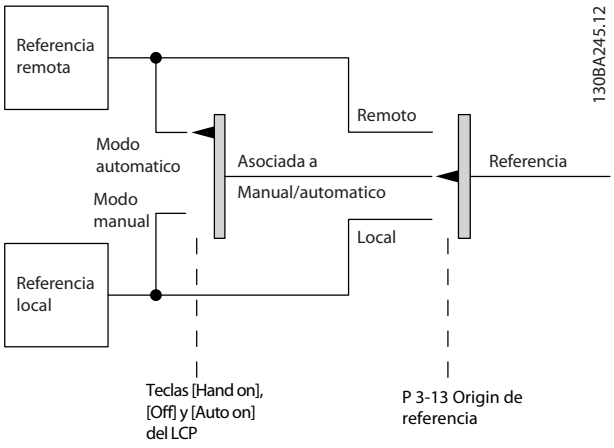


Ilustración 11.2 Selección de la referencia activa

Teclas LCP	*Parámetro 3-13 Reference Site*	Referencia activa
[Hand On]	Conex. a manual/auto	Local
[Hand On]⇒(Off)	Conex. a manual/auto	Local
[Auto On]	Conex. a manual/auto	Remoto
[Auto On]⇒(Off)	Conex. a manual/auto	Remoto
Todas las teclas	Local	Local
Todas las teclas	Remoto	Remoto

Tabla 11.1 Configuraciones de referencia remota y referencia local

11.2.2 Manejo de referencias a distancia

El manejo de referencias a distancia se aplica tanto al funcionamiento en lazo abierto como en lazo cerrado. Consulte *Ilustración 11.3*.

Es posible programar hasta 8 referencias internas distintas en el convertidor de frecuencia. La referencia interna activa puede seleccionarse de forma externa utilizando entradas de control digitales o mediante el bus de comunicación serie.

También pueden suministrarse referencias externas al convertidor, generalmente a través de una entrada de control analógico. Todas las fuentes de referencias y la referencia de bus se suman para producir la referencia externa total.

La referencia activa puede seleccionarse entre las siguientes:

- Referencia externa
- Referencia interna
- Valor de consigna
- Suma de la referencia externa, la referencia interna y el valor de consigna

La referencia activa puede escalarse. La referencia escalada se calcula de la siguiente forma:

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

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

Si Y, *parámetro 3-14 Preset Relative Reference*, se ajusta a 0 %, el escalado no afectará a la referencia.

11

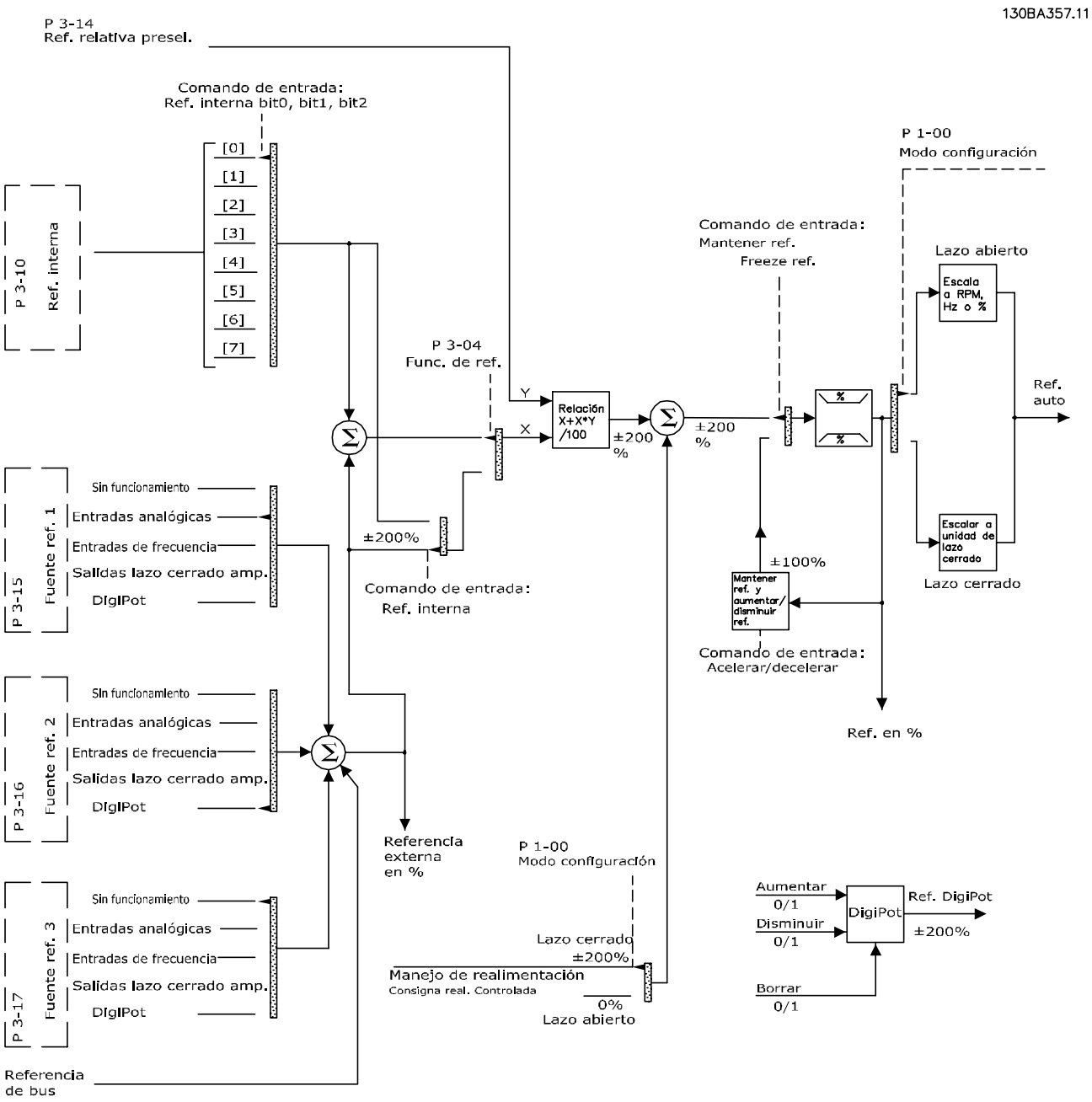


Ilustración 11.3 Manejo de referencias a distancia

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 consignas 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).

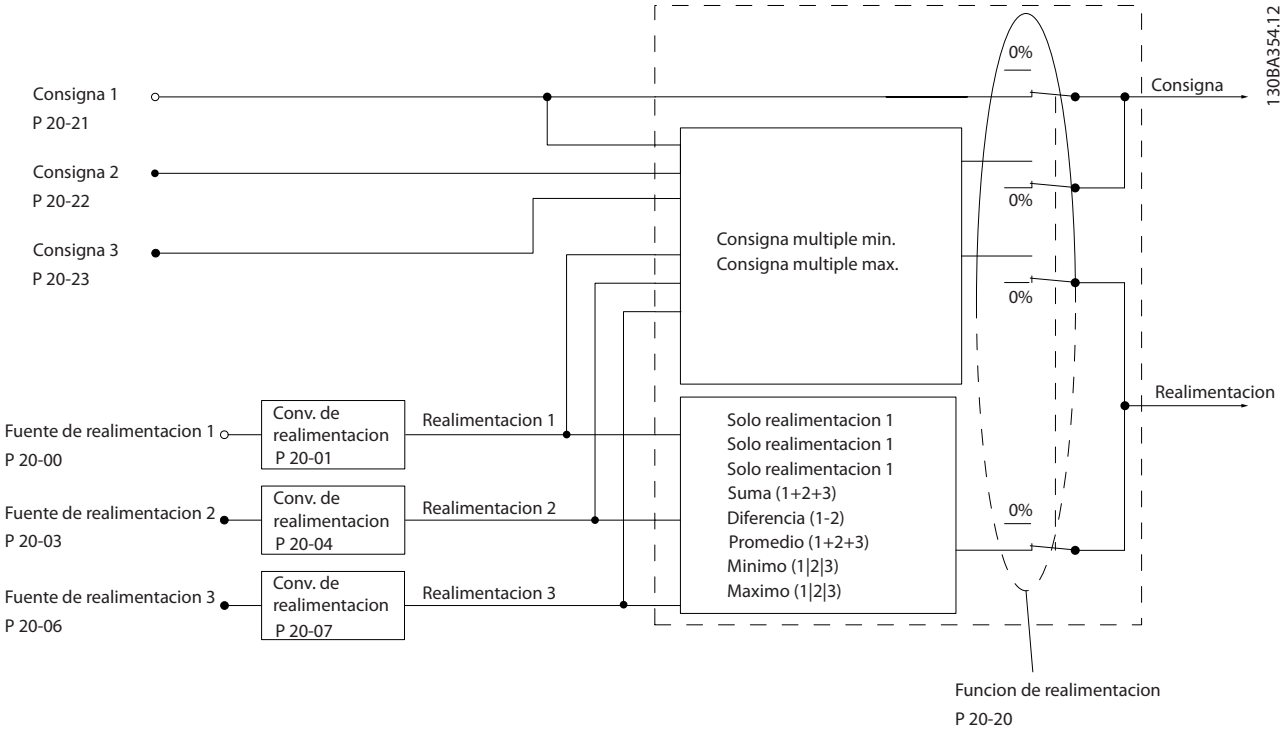


Ilustración 11.4 Diagrama de bloques de procesamiento de señal de realimentación

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*.

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

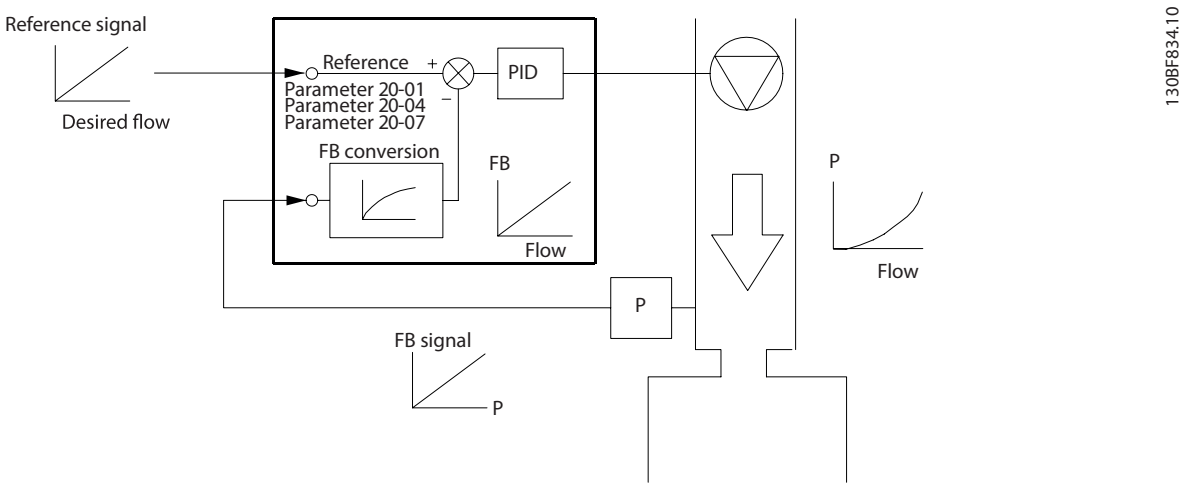


Ilustración 11.5 Conversión de realimentación

11.2.4 Aspectos generales de la estructura de control

La estructura de control es un proceso de software que controla el motor conforme a las referencias definidas por el usuario (por ejemplo, RPM) y en función de que se use realimentación o no (lazo cerrado / lazo abierto). El operador define el control en el *parámetro 1-00 Configuration Mode*.

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 la *capétulo 12 Ejemplos de aplicaciones*.

En la configuración que se muestra en la *Ilustración 11.6*, el convertidor de frecuencia funciona en modo de lazo abierto. Recibe datos de entrada desde el LCP (modo manual) o mediante una señal remota (modo automático). La señal (referencia de velocidad) se recibe y condiciona conforme a lo siguiente:

- Límites de velocidad del motor máximo y mínimo programados (en RPM y Hz).
- Tiempos de deceleración y aceleración.
- Sentido de giro del motor.

A continuación, se transmite la referencia para controlar el motor.

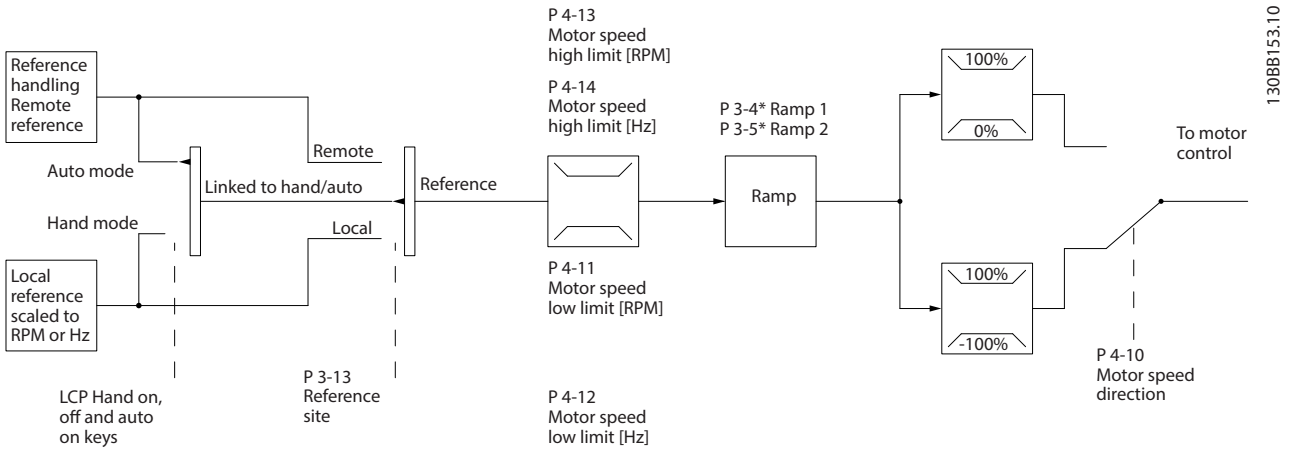


Ilustración 11.6 Diagrama de bloques de una estructura de control de lazo abierto

11.2.6 Estructura de control de lazo cerrado

En el modo de lazo cerrado, el convertidor utiliza una o más referencias (locales o remotas) y sensores de realimentación para controlar el motor. El convertidor de frecuencia recibe una señal de realimentación desde un sensor en el sistema. A continuación, compara esta señal con un valor de referencia y determina si existe alguna discrepancia entre ambas señales. Finalmente, el convertidor ajusta la velocidad del motor para corregir la discrepancia.

Por ejemplo, consideremos una aplicación de bombas en la que la velocidad de la bomba se controla para que la presión estática en una tubería sea constante (consulte la *Ilustración 11.7*). El convertidor de frecuencia recibe una señal de realimentación desde un sensor en el sistema. A continuación, compara esta señal con un valor de referencia y determina la discrepancia entre ambas señales, si la hubiese. Finalmente, ajusta la velocidad del motor para compensar dicha discrepancia.

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 Speed PID Feedback Source*.

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

- 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 Configuration Mode*, 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 Speed Limit Factor Source*. 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.

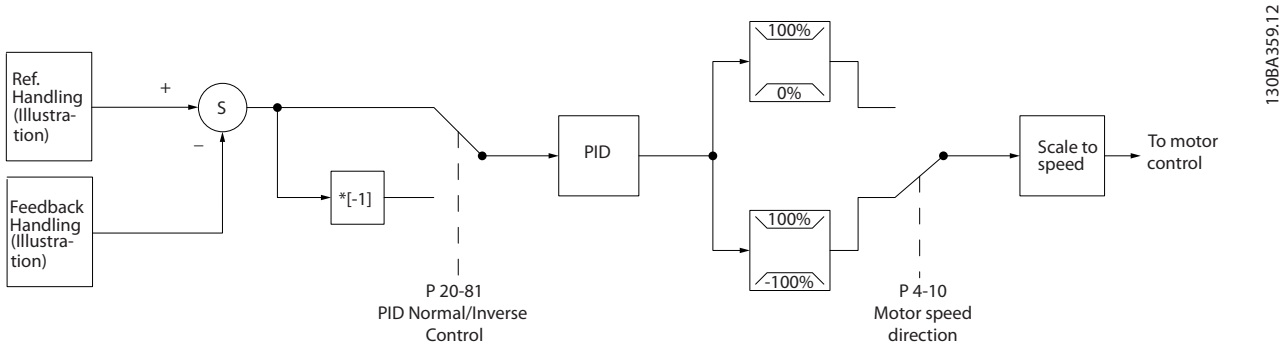


Ilustración 11.7 Diagrama de bloques del controlador de lazo cerrado

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.

11.2.7.1 Estructura de control en el VVC+

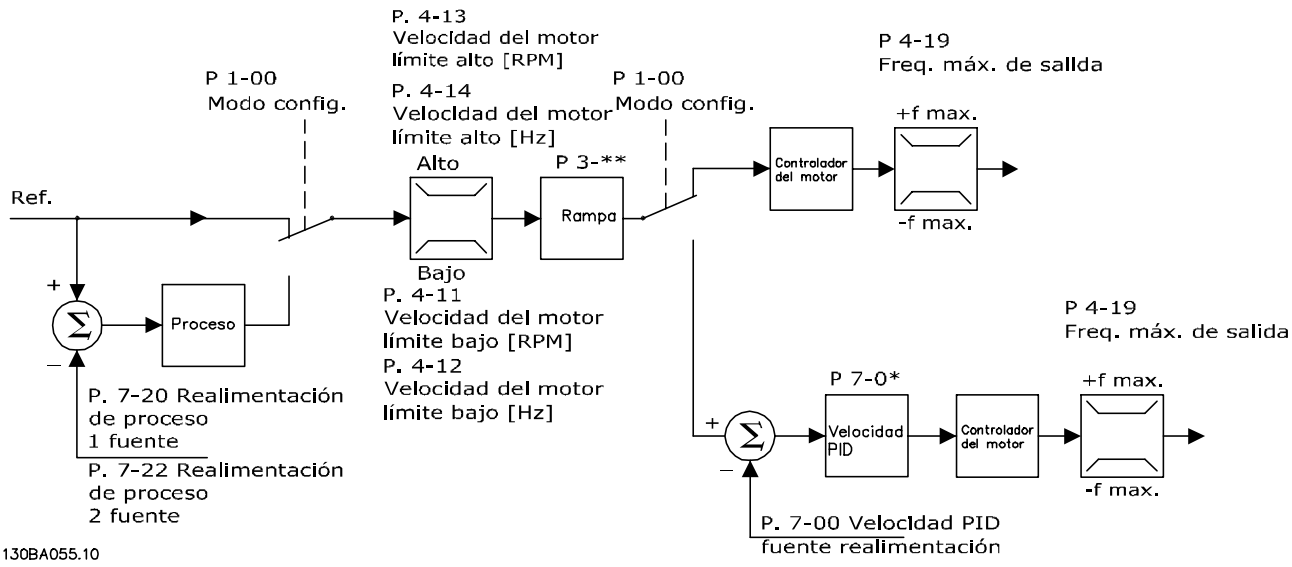


Ilustración 11.8 Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y cerrado VVC+

En la *Ilustración 11.8*, se recibe la referencia resultante del sistema de manejo de referencias y se transfiere a la limitación de rampa y de velocidad antes de enviarse al control del motor. La salida del control del motor se limita entonces según el límite de frecuencia máxima.

El *Parámetro 1-01 Motor Control Principle* se ajusta a *[1] VVC+* y el *parámetro 1-00 Configuration Mode* se ajusta a *[0] Veloc. lazo abierto.* Si *parámetro 1-00 Configuration Mode* 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 Configuration Mode* 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

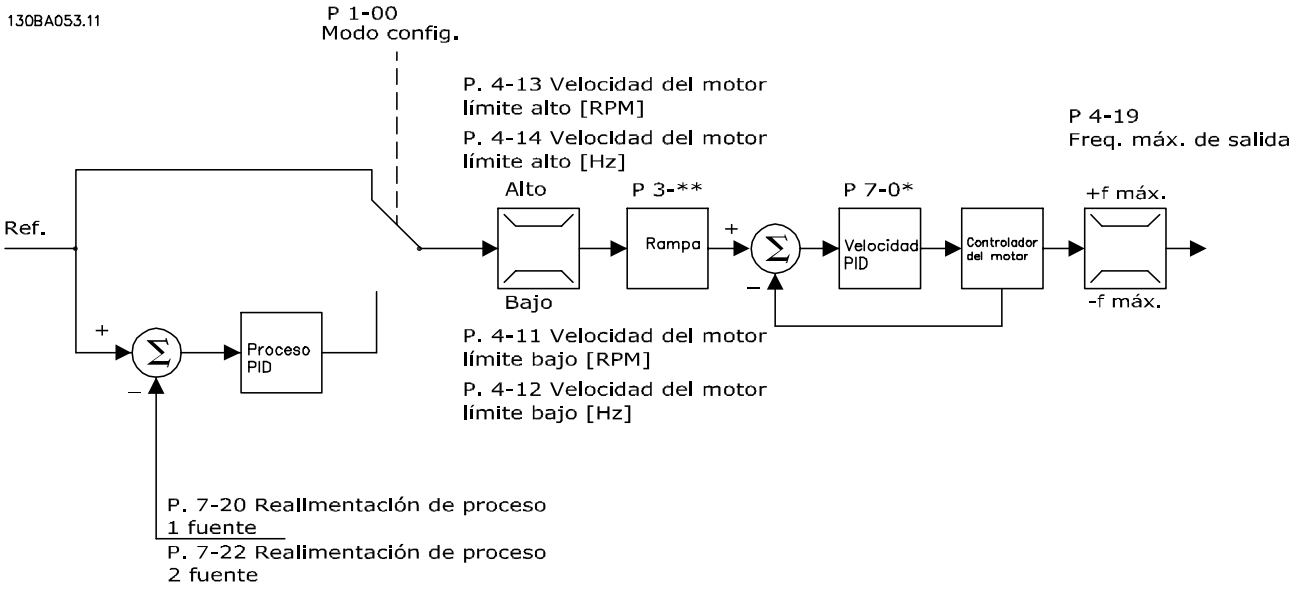


Ilustración 11.9 Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y lazo cerrado de control de flujo sin realimentación

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 Motor Control Principle* se ajusta a *[2] Flux sensorless* y el *parámetro 1-00 Configuration Mode* 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.*).

11

Seleccione *[3] Proceso* en el *parámetro 1-00 Configuration Mode* 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

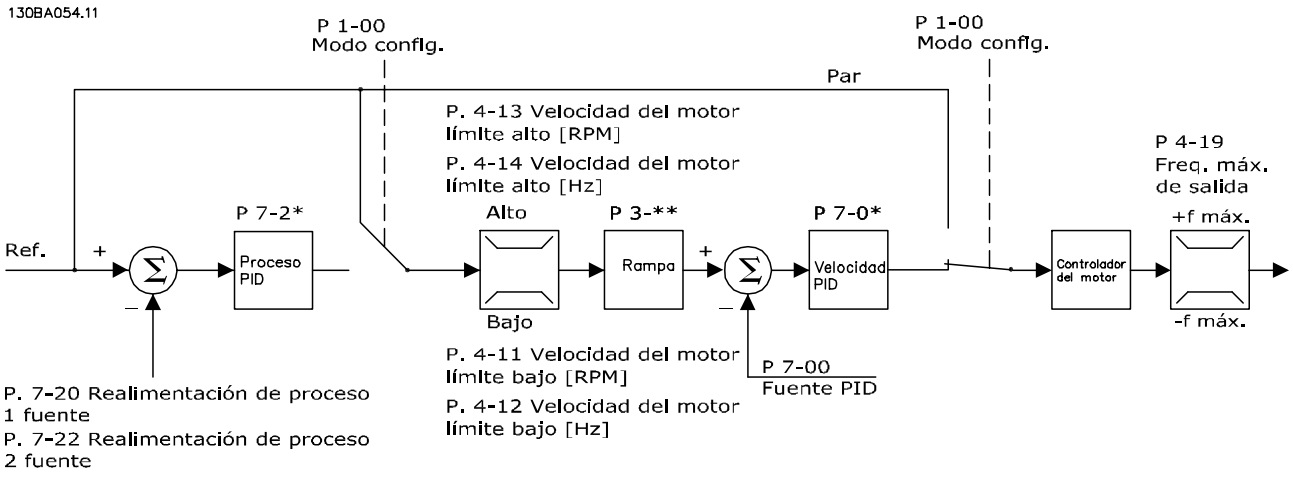


Ilustración 11.10 Estructura de control en flujo con configuración de realimentación del motor

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 Flux Motor Feedback Source*). La

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

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

El *Parámetro 1-01 Motor Control Principle* se ajusta a *[3] Lazo Cerrado Flux* y el *parámetro 1-00 Configuration Mode* 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 Motor Control Principle*). 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+

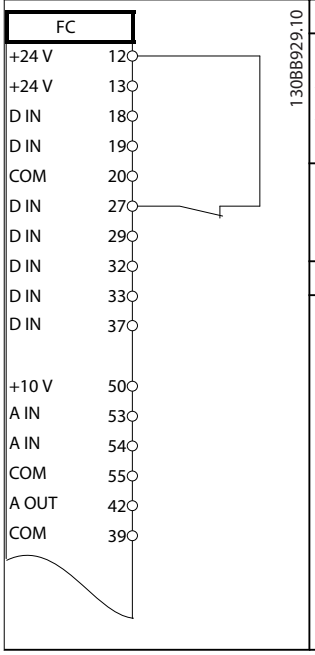
Cuando el par del motor supera los límites de par ajustados en el *parámetro 4-16 Torque Limit Motor Mode*, el *parámetro 4-17 Torque Limit Generator Mode* y el *parámetro 4-18 Current Limit*, se activa el control del límite de corriente integral.
Cuando el convertidor de frecuencia está al límite de intensidad durante el funcionamiento del motor o el funcionamiento regenerativo, intentará situarse lo más rápidamente posible por debajo de los límites de par predeterminados sin perder el control del motor.

12 Ejemplos de aplicaciones

Los ejemplos de esta sección pretenden ser una referencia rápida para aplicaciones comunes.

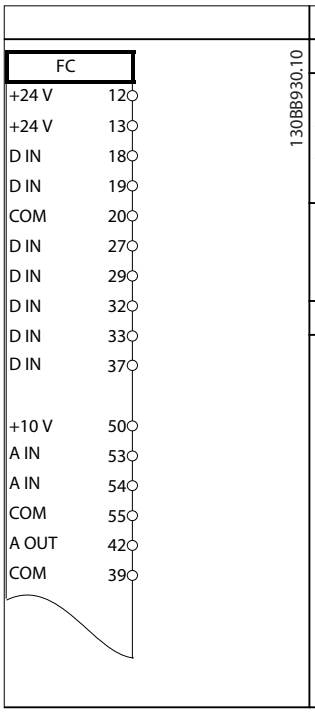
- Los ajustes de parámetros son los valores regionales predeterminados, salvo que se indique lo contrario (seleccionado en *parámetro 0-03 Regional Settings*).
- Los parámetros asociados con los terminales y sus ajustes se muestran al lado de los dibujos.
- Los ajustes de conmutador para los terminales analógicos A53 o A54 se mostrarán cuando se necesiten.
- Con la función de STO, puede ser necesario un puente entre el terminal 12 y el 37 al usar los valores de programación ajustados en fábrica.

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



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] Act. AMA completo*
	Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[2]* Inercia*
	*=Valor por defecto	
	Notas / comentarios: ajuste el *grupo de parámetros 1-2* Datos de motor* conforme a la placa de características del motor.	

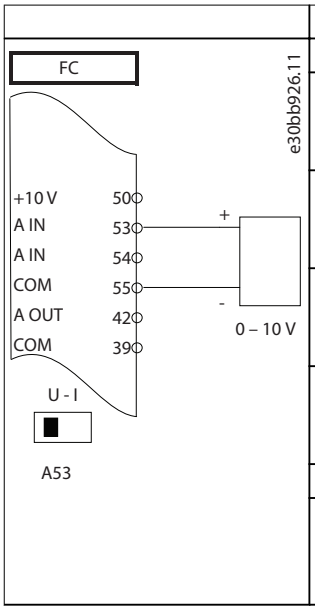
Tabla 12.1 Configuración de cableado para AMA con T27 conectado



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)	*[1] Act. AMA completo*
	Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Sin función*
	*=Valor por defecto	
	Notas / comentarios: ajuste el *grupo de parámetros 1-2* Datos de motor* conforme a la placa de características del motor.	

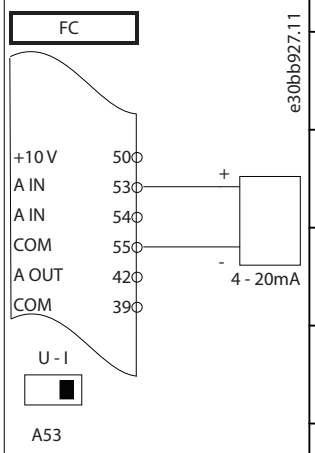
Tabla 12.2 Configuración de cableado para AMA sin T27 conectado

12.2 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
	Parámetro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
	Parámetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 r/min
	Parámetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 r/min
	*=Valor por defecto	
	Notas / comentarios:	

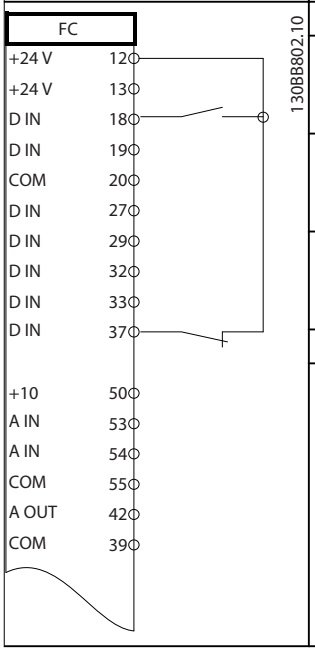
Tabla 12.3 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad (tensión)



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 6-12 Terminal 53 Low Current	4 mA*
	Parámetro 6-13 Terminal 53 High Current	20 mA*
	Parámetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 r/min
	Parámetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 r/min
*=Valor por defecto		
Notas / comentarios:		

Tabla 12.4 Configuraciones de cableado para referencia analógica de velocidad (Corriente)

12.3 Configuraciones de cableado de arranque/parada



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Arranque**
	Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Sin función*
	Parámetro 5-19 Terminal 37 Digital Input	*[1] Safe Torque Off Alarm*
*=Valor por defecto		
Notas / comentarios: si el *parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input* se ajusta a *[0] Sin función*, no se necesita un puente al terminal 27.		

Tabla 12.5 Configuraciones de cableado de la orden de arranque/parada con Safe Torque Off

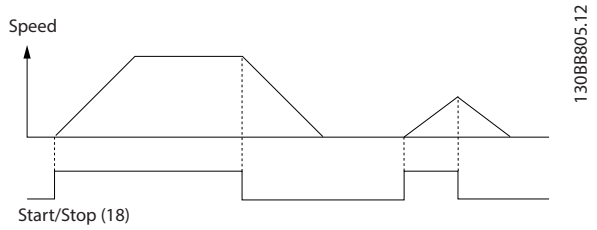
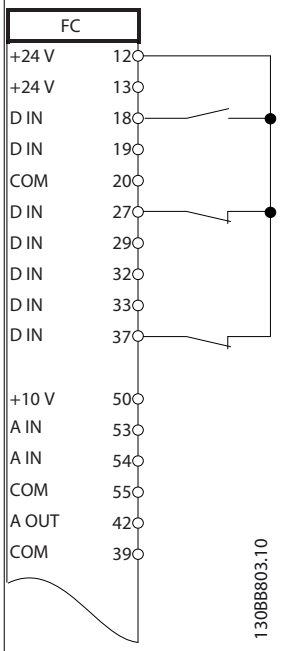


Ilustración 12.1 Arranque/parada con Safe Torque Off

12



Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[9] Arranque por pulsos*
Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[6] Parada*
*=Valor por defecto	
Notas / comentarios: si el *parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input* se ajusta a *[0] Sin función*, no se necesita un puente al terminal 27.	

Tabla 12.6 Configuración de cableado del arranque/parada por pulsos

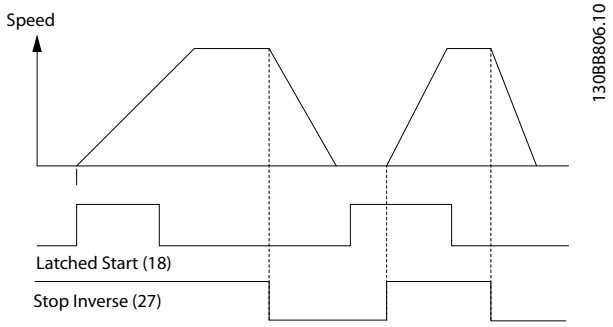
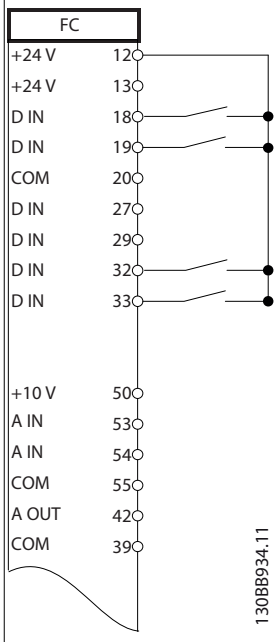


Ilustración 12.2 Arranque por pulsos / parada

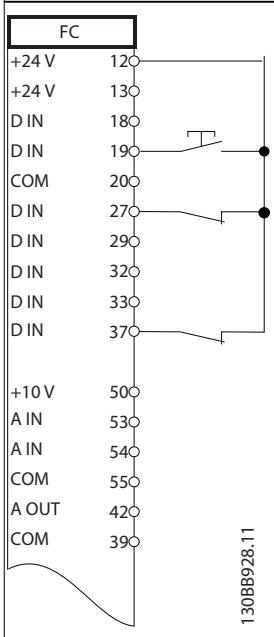


Parámetros	
Función	**Ajuste**
Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Arranque*
Parámetro 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[10] Cambio de sentido**
Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[0] Sin función*
Parámetro 5-14 Terminal 32 Digital Input	*[16] Ref.interna LSB*
Parámetro 5-15 Terminal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

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

12

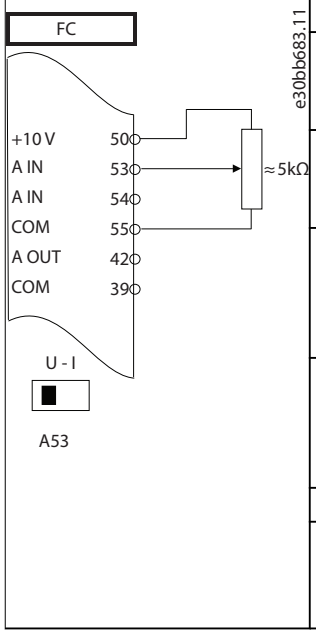
12.4 Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 5-11 Terminal 19 Digital Input	*[1] Reinicio*
	*=Valor por defecto	
	Notas/comentarios:	

Tabla 12.8 Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa

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

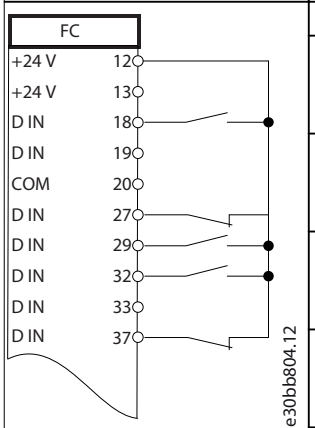


	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 V*
	Parámetro 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 V*
	Parámetro 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 r/min
	Parámetro 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 r/min
	*=Valor por defecto	
	Notas / comentarios:	

Tabla 12.9 Configuración de cableado para velocidad de referencia (Usando un potenciómetro manual)

12

12.6 Configuración de cableado para aceleración/desaceleración



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 5-10 Terminal 18 Digital Input	*[8] Arranque**
	Parámetro 5-12 Terminal 27 Digital Input	*[19] Mantener referencia*
	Parámetro 5-13 Terminal 29 Digital Input	*[21] Aceleración*
	Parámetro 5-14 Terminal 32 Digital Input	*[22] Decele-ración*
	*=Valor por defecto	
	Notas / comentarios:	

Tabla 12.10 Configuración de cableado para aceleración/desaceleración

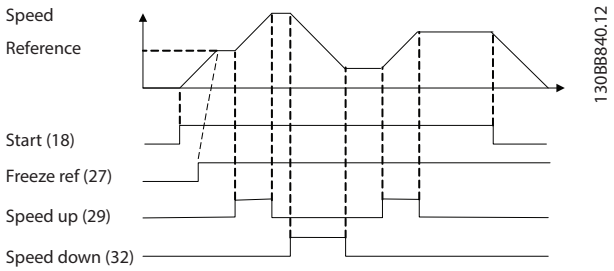
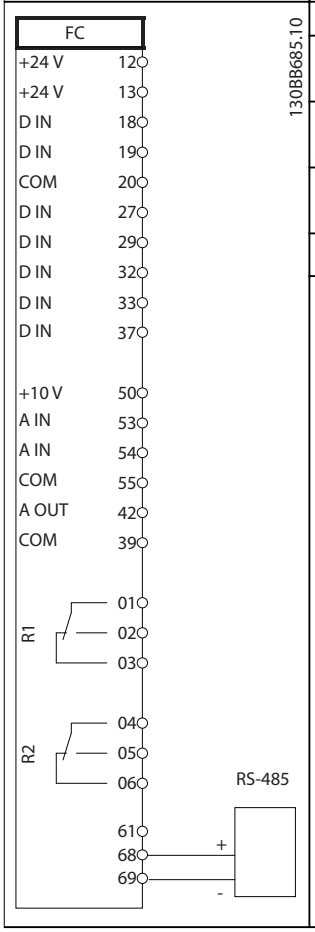


Ilustración 12.3 Aceleración/desaceleración

12.7 Configuración de cableado para la conexión de red RS485



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

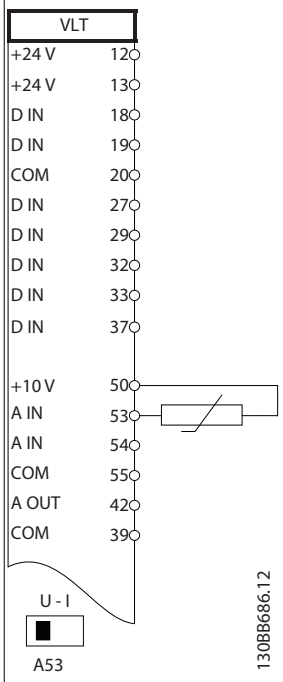
Tabla 12.11 Configuración de cableado para la conexión de red RS485

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

12.8 Configuración de cableado de un termistor del motor

AVISO!

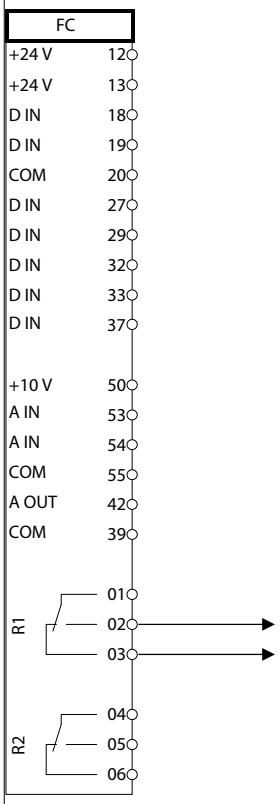
Los termistores deben utilizar aislamiento reforzado o doble para cumplir los requisitos de aislamiento PELV.



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

Tabla 12.12 Configuración de cableado de un termistor del motor

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



	Parámetros	
	Función	**Ajuste**
	Parámetro 4-30 Motor Feedback Loss Function	*[1] Warning*
	Parámetro 4-31 Motor Feedback Speed Error	100 r/min
	Parámetro 4-32 Motor Feedback Loss Timeout	5 s
	Parámetro 7-00 Speed PID Feedback Source	*[2] MCB 102*
	Parámetro 17-11 Resolution (PPR)	1024*
	Parámetro 13-00 SL Controller Mode	*[1] Activado*
	Parámetro 13-01 Start Event	*[19] Advertencia*
	Parámetro 13-02 Stop Event	*[44] Botón Reset*
	Parámetro 13-10 Comparator Operand	*[21] Número de adv.*
	Parámetro 13-11 Comparator Operator	*[1] ≈ (igual)**
	Parámetro 13-12 Comparator Value	90
	Parámetro 13-51 SL Controller Event	*[22] Comparador 0*
	Parámetro 13-52 SL Controller Action	*[32] Aj. sal.dig. A baja*
	Parámetro 5-40 Function Relay	*[80] Salida digital SL A*
	*=Valor por defecto	
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

12.10 Configuración de cableado para una bomba sumergible

El sistema consta de una bomba sumergible controlada por un Danfoss VLT® AQUA Drive y un transmisor de presión. El transmisor ofrece una señal de realimentación de 4-20 mA al convertidor, que mantiene una presión constante al controlar la velocidad de la bomba. Para diseñar un convertidor de frecuencia para una aplicación de bomba sumergible, se deben tener en cuenta ciertos puntos importantes. Seleccione el convertidor en función de la intensidad del motor.

- El motor CAN posee un tambor de acero inoxidable entre el rotor y el estátor, y contiene un espacio de aire más grande y más resistente al magnetismo que un motor normal. Este campo más débil da como resultado unos motores diseñados con una corriente nominal superior a la de un motor normal con una potencia nominal similar.
- La bomba contiene cojinetes de empuje que se dañarán si se utilizan a una velocidad inferior a la mínima, que normalmente es de 30 Hz.
- La reactancia del motor es no lineal en motores para bombas sumergibles y, por lo tanto, puede que no sea posible la adaptación automática del motor (AMA). Normalmente, las bombas sumergibles se accionan con cables largos de motor que pueden eliminar la reactancia de motores no lineales y permitir que se lleve a cabo el AMA. Si falla el AMA, los datos del motor pueden ajustarse en el *grupo de parámetros 1-3* Dat avanz. motor* (consulte la hoja de datos del motor). Si el AMA se efectúa correctamente, el convertidor compensa la caída de tensión de los cables de motor largos. Si los datos avanzados del motor se ajustan manualmente, la longitud del cable de motor debe tenerse en cuenta para optimizar el rendimiento del sistema.
- Es importante que el sistema se accione con un desgaste mínimo de la bomba y del motor. Un filtro senoidal de Danfoss puede reducir la tensión de aislamiento del motor y aumentar su vida útil (comprobar la capacidad de aislamiento del motor y las especificaciones dU/dt del convertidor). La mayoría de los fabricantes de bombas sumergibles requiere el uso de filtros de salida.
- El rendimiento de CEM puede dificultarse debido a que el cable de la bomba especial, que puede soportar las condiciones de humedad del pozo, normalmente no está apantallado. Una solución podría ser utilizar un cable apantallado por encima del pozo y fijar la pantalla al tubo del pozo, si este es de acero. Un filtro senoidal también reducirá las EMI en cables de motor no apantallados.

El motor de tambor especial se utiliza debido a las condiciones de instalación en zonas húmedas. El sistema debe diseñarse de acuerdo con la intensidad de salida que puede hacer funcionar el motor a potencia nominal.

Para evitar daños en los cojinetes de empuje de la bomba y para conseguir la correcta refrigeración del motor lo más rápido posible, es importante pasar la bomba de parada a velocidad mínima de la forma más rápida posible. La mayoría de los fabricantes de bombas sumergibles recomiendan que la bomba efectúe una rampa hasta la velocidad mínima (30 Hz) en un máximo de 2-3 s. El VLT® AQUA Drive FC 202 está diseñado con una rampa inicial y otra final para estas aplicaciones. Las rampas inicial y final son 2 rampas individuales en las que la rampa inicial, si está activada, hace que el motor pase de modo de parada a velocidad mínima y que cambie de forma automática a rampa normal, momento en el que se alcanza la velocidad mínima. La rampa final hace lo contrario, desde velocidad mínima a parada en una situación de parada. Considere también la posibilidad de activar un control avanzado de la velocidad mínima, tal y como se describe en el *capétulo 5.9 Vista general del control avanzado de la velocidad mínima*.

Para conseguir protección de bomba adicional, utilice la función de detección de funcionamiento en seco. Para obtener más información, consulte la *Guía de programación*.

El modo llenado de tuberías puede activarse para evitar los golpes de ariete. El convertidor de Danfoss puede llenar las tuberías verticales mediante el controlador PID para aumentar lentamente la presión a una tasa especificada por el usuario (unidades/segundo). Si está activado, el convertidor accede al modo llenado de tuberías cuando alcanza la velocidad mínima tras el arranque. La presión aumenta lentamente hasta alcanzar el valor de consigna establecido por el usuario para el llenado de tuberías, momento en el que el convertidor desactiva automáticamente el modo llenado de tuberías y continúa con un funcionamiento normal de lazo cerrado.

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

Cableado eléctrico

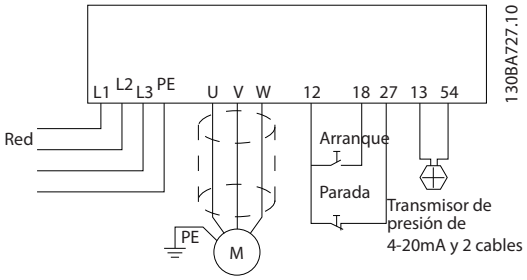


Ilustración 12.4 Cableado para aplicación de bomba sumergible

AVISO!

Ajuste el formato de la entrada analógica 2 (terminal 54) a mA. (conmutador 202).

Ajustes de parámetros

Parámetro
Parámetro 1-20 Motor Power [kW]/parámetro 1-21 Motor Power [HP]
Parámetro 1-22 Motor Voltage
Parámetro 1-24 Motor Current
Parámetro 1-28 Motor Rotation Check
Asegúrese de que el *parámetro 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA)* esté ajustado en *[2] Act. AMA reducido*.

Tabla 12.14 Parámetros importantes para bombas sumergibles Aplicación

Parámetro	Ajuste
Parámetro 3-02 Minimum Reference	La unidad de referencia mínima coincide con la unidad de *parámetro 20-12 Reference/ Feedback Unit*
Parámetro 3-03 Maximum Reference	La unidad de referencia máxima coincide con la unidad de *parámetro 20-12 Reference/ Feedback Unit*
Parámetro 3-84 Initial Ramp Time	(2 s)
Parámetro 3-88 Final Ramp Time	(2 s)
Parámetro 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time	(8 s, en función del tamaño)
Parámetro 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time	(8 s, en función del tamaño)
Parámetro 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]	(30 Hz)
Parámetro 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]	(50/60 Hz)
Utilice el *Asistente de lazo cerrado* en *Menú Rápido⇒Ajuste de funciones* para configurar los ajustes de realimentación del controlador PID.	

Tabla 12.15 Ejemplo de ajustes para bomba sumergible Aplicación

Parámetro	Ajuste
Parámetro 29-00 Pipe Fill Enable	Desactivado
Parámetro 29-04 Pipe Fill Rate	(Unidades de realimentación)
Parámetro 29-05 Filled Setpoint	(Unidades de realimentación)

Tabla 12.16 Ejemplo de ajustes del modo llenado de tuberías

Rendimiento

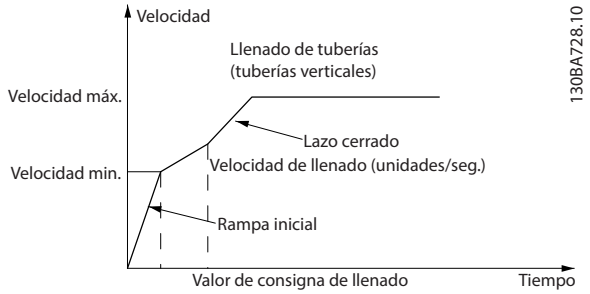


Ilustración 12.5 Curva de rendimiento del modo llenado de tuberías

12

12.11 Configuración de cableado para un controlador de cascada

La *Ilustración 12.6* muestra un ejemplo del controlador de cascada integrado básico con una bomba de velocidad variable (principal) y dos bombas de velocidad fija, un transmisor de 4-20 mA y un enclavamiento de seguridad del sistema.

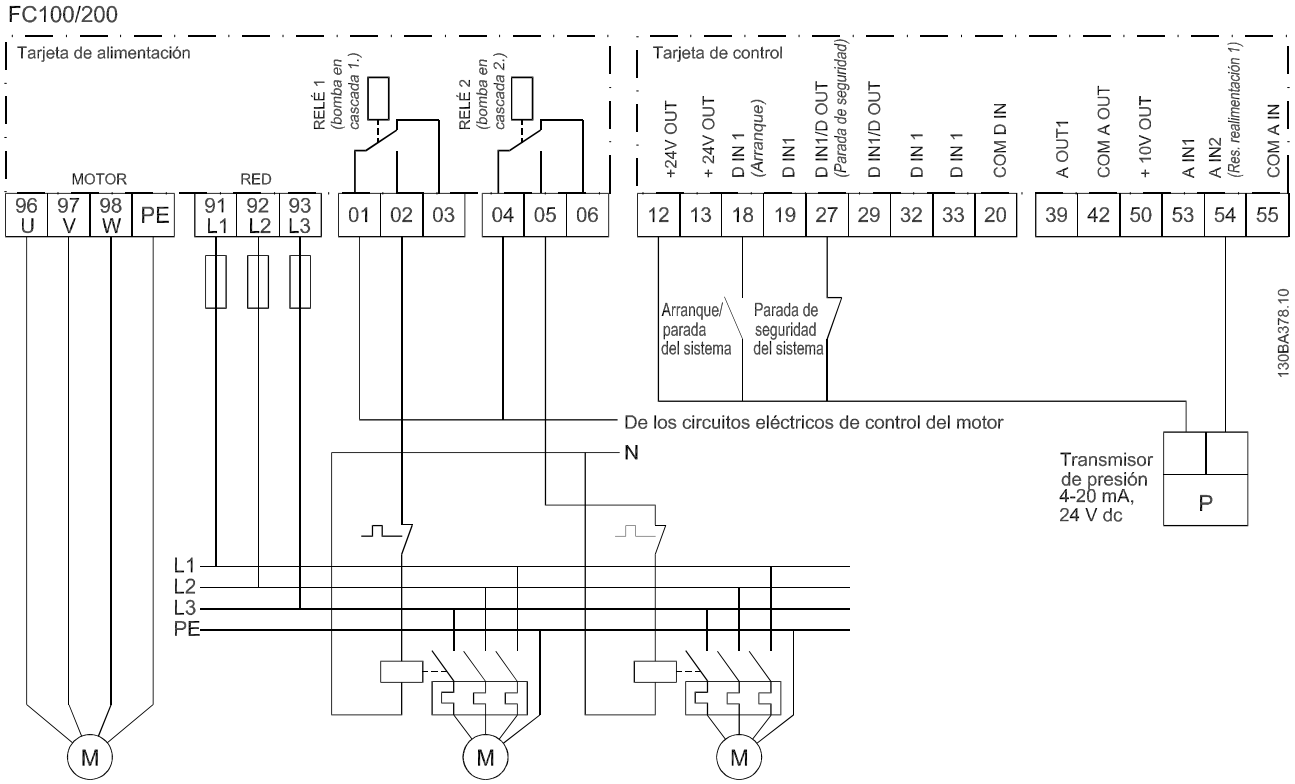


Ilustración 12.6 Diagrama de cableado del controlador de cascada

12

12.12 Configuración de cableado para una bomba de velocidad fija/variable

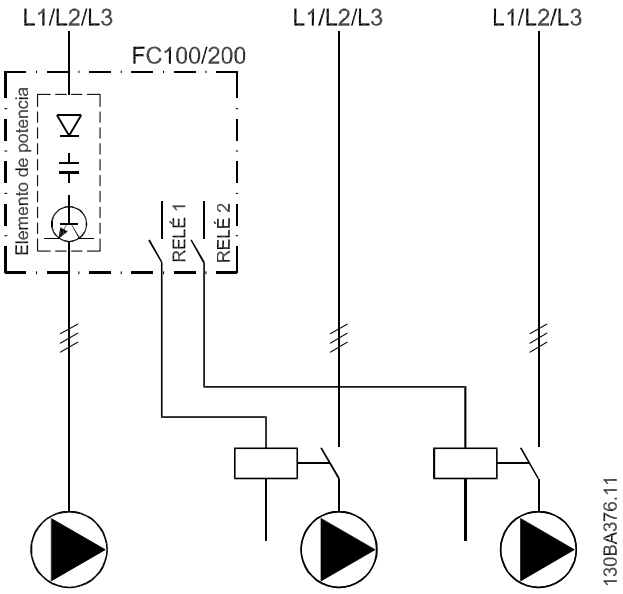


Ilustración 12.7 Diagrama de cableado de bombas de velocidad fija variable

12.13 Configuración de cableado para alternancia de bomba principal

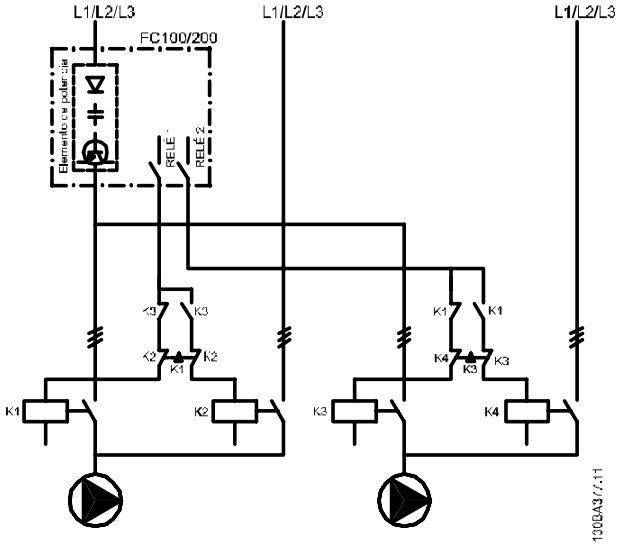


Ilustración 12.8 Diagrama de cableado de alternancia de bomba principal.

Cada bomba debe estar conectada a dos contactores (K1/K2 y K3/K4) con un sistema de enclavamiento mecánico. Deben utilizarse relés térmicos u otros dispositivos de protección contra sobrecarga del motor conformes a las normas locales y/o a las necesidades individuales.

- El relé 1 (R1) y el relé 2 (R2) son los relés integrados en el convertidor.
- Cuando todos los relés están sin alimentación, el primer relé integrado que recibe alimentación conecta el contactor correspondiente a la bomba controlada por el relé. Por ejemplo, el relé 1 conecta el contactor K1, que se convierte en la bomba principal.
- El K1 bloquea el K2 mediante el sistema de enclavamiento mecánico, evitando que se conecte la alimentación a la salida del convertidor de frecuencia (a través del K1).
- Un interruptor de corte auxiliar en el K1 evita que el K3 se conecte.
- El relé 2 controla el contactor K4 para controlar el encendido/apagado de la bomba de velocidad fija.
- En la alternancia, ambos relés dejan de recibir alimentación y, a continuación, el relé 2 recibe alimentación como primer relé.

Para una descripción detallada de la puesta en servicio de aplicaciones de combinación de bombas y maestro/esclavo, consulte el *Manual de funcionamiento de opciones VLT® Cascade Controller MCO 101/102*.

12

13 Cómo encargar un convertidor de frecuencia

13.1 Configurador de convertidores de frecuencia

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

130BC530.10

Tabla 13.1 Código descriptivo

Grupo de productos	1–6	
Modelo	7–10	
Tensión de red	11–12	
Protección	13–15	
Configuración de hardware	16–23	
Filtro RFI	16–17	
Freno	18	
Pantalla (LCP)	19	
Barnizado PCB	20	
Opción de alimentación	21	
Adaptación A	22	
Adaptación B	23	
Versión de software	24–27	
Idioma del software	28	
Opciones A	29–30	
Opciones B	31–32	
Opciones C0, MCO	33–34	
Opciones C1	35	
Software de opción C	36–37	
Opciones D	38–39	

Tabla 13.2 Ejemplo de código descriptivo para pedir un convertidor

Configure el convertidor correcto para la aplicación adecuada con ayuda del configurador de convertidores de frecuencia disponible en internet. El configurador de convertidores de frecuencia puede encontrarse en el sitio de internet: *www.danfoss.com/Spain*. El configurador crea un código descriptivo y un número de ventas de ocho dígitos para su envío a la oficina local de ventas. También puede establecerse una lista de proyectos con varios productos y enviársela a un representante de ventas de Danfoss.

Un ejemplo de código descriptivo sería:

FC-202N355T5E20H4BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

El significado de los caracteres de la cadena puede encontrarse en la *Tabla 13.4*. En el ejemplo anterior, se incluyen un Profibus DP V1 y una opción de alimentación auxiliar de 24 V.

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

Paquete de idioma 1
Inglés, alemán, francés, danés, holandés, español, sueco, italiano y finés.

Paquete de idioma 2
Inglés, alemán, chino, coreano, japonés, tailandés, chino tradicional e indonesio.

Paquete de idioma 3
Inglés, alemán, esloveno, búlgaro, serbio, rumano, húngaro, checo y ruso.

Paquete de idioma 4
Inglés, alemán, español, inglés americano, griego, portugués brasileño, turco y polaco.

13

 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-202
Modelo	7–10	N55: 55 kW (75 CV) N75: 75 kW (100 CV) N90: 90 kW (125 CV) N110: 110 kW (150 CV) N132: 132 kW (200 CV) N160: 160 kW (250 CV) N200: 200 kW (300 CV) N250: 250 kW (350 CV) N315: 315 kW (400-450 CV)
Tensión de red	11-12	T4: 380-480 V CA T7: 525-690 V CA
Protección	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
Barnizado PCB	20	C: PCB barnizada 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.

13

13.1.2 Código descriptivo de pedido de los alojamientos E1h-E4h

Descripción	Posición	Opción posible
Grupo de productos	1–6	FC-202
Modelo	7–10	N355: 355 kW (500 CV) N400: 400 kW (550-600 CV) N450: 450 kW (450-600 CV) N500: 500 kW (500-650 CV) N560: 560 kW (600-750 CV) N630: 630 kW (650 CV) N710: 710 kW (750 CV) N800: 800 kW (950 CV)
Tensión de red	11–12	T4: 380-480 V CA T7: 525-690 V CA
Protección	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 interruptor de freno B: Chopper de frenado instalado T: Safe Torque Off (STO) U: Interruptor de freno + Safe Torque Off R: Terminales regenerativos 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 barnizada	20	C: PCB barnizada R: PCB 3C3 barnizada y reforzada
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

13

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® AQUA Drive FC 202

Descripción	Pos.	Opción posible
Opciones A	29–30	AX: sin opción A A0: VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 A4: VLT® DeviceNet MCA 104 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® POWERLINK MCA 122
Opciones B	31–32	BX: sin opción B0: Opción VLT® Analog I/O Option MCB 109 B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: Opción VLT® Sensor Input MCB 114 BK: VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105 BR: VLT® Encoder Input MCB 102 BY: VLT® Extended Cascade Controller MCO 101
Opciones C0/ E0	33–34	CX: sin opción
Opciones C1 / A/B en adaptador de opción C	35	X: sin opción R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software de opción C / Opciones E1	36–37	XX: Sin opción de software
Opciones D	38–39	DX: sin opción D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabla 13.5 Código descriptivo de pedido para las opciones FC 202

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® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296

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® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Analog I/O MCB 109	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Extended Cascade Controller MCO 101	130B1108	130B1208

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® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264
VLT® Advanced Cascade Controller MCO 102	130B1154	130B1254

Tabla 13.8 Códigos de pedido para las opciones C

13.2.4 Números de pedido para la opción D: fuente de alimentación de seguridad de 24 V

Descripción	Código 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
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

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

Tipo	Descripción	Código de pedido	
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
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	–

13

Tipo	Descripción	Código de pedido	
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	
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	–

Tipo	Descripción	Código de pedido	
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

13

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.

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

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

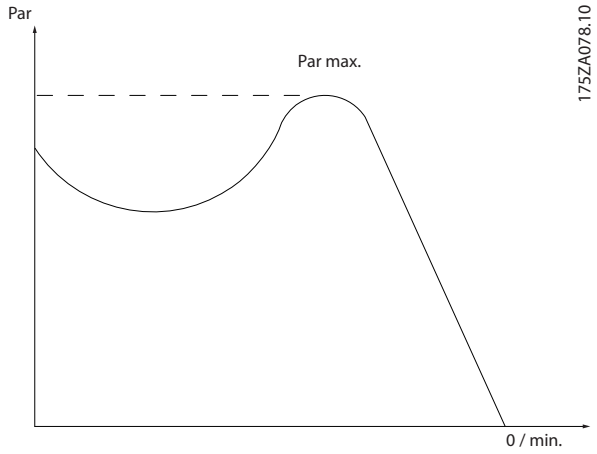


Ilustración 14.1 Gráfico de par de arranque

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 Operation Mode*), el convertidor de frecuencia vuelve a los ajustes predeterminados.

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

Factor de potencia
El factor de potencia real (lambda) tiene en cuenta todos los armónicos y siempre es inferior al factor de potencia (cos φ), que solo tiene en cuenta el armónico fundamental de corriente y de tensión.

$$\cos\phi = \frac{P\ (\mathrm{kW})}{P\ (\mathrm{kVA})} = \frac{U\lambda\ x\ I\lambda\ x\ \cos\phi}{U\lambda\ x\ I\lambda}$$

Cos φ también se conoce como «factor de potencia de desplazamiento».

Tanto lambda como cos φ están indicados para los convertidores de frecuencia VLT® de Danfoss en el *capétulo 7.3 Fuente de alimentación de red*.

El factor de potencia indica hasta qué punto el convertidor de frecuencia impone una carga a la alimentación. Cuanto menor es el factor de potencia, mayor es I_{RMS} para el mismo rendimiento en kW. Además, un factor de potencia elevado indica que las corrientes armónicas son bajas.

Todos los convertidores de frecuencia de Danfoss tienen bobinas de CC integradas en el enlace de CC para producir un factor de potencia alto y reducir el THD en la fuente de alimentación principal.

Entrada de pulsos / codificador incremental
Un sensor digital externo utilizado para proporcionar información sobre la velocidad y la dirección del motor. Los encoders se utilizan para realimentación de precisión para alta velocidad en aplicaciones altamente dinámicas.

Compensación de deslizamiento
El convertidor de frecuencia compensa el deslizamiento del motor añadiendo un suplemento a la frecuencia que sigue a la carga medida del motor, manteniendo la velocidad del mismo casi constante.

Smart logic control (SLC)
SLC es una secuencia de acciones definidas por el usuario que se ejecuta cuando el SLC evalúa como verdaderos los eventos asociados definidos por el usuario. (*Grupo de parámetros 13-** Lógica inteligente*).

Bus estándar FC
Incluye el bus RS485 con el protocolo FC o el protocolo MC. Consulte *parámetro 8-30 Protocol*.

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 ... 156
Abreviaturas ... 216
Adaptación automática del motor (AMA)
  Bomba sumergible ... 202
  Configuración de cableado ... 196
  Descripción general ... 20
Advert ... 153
Advertencia de alta tensión ... 6
Advertencias ... 6
Aislamiento ... 165
Aislamiento galvánico ... 20, 54, 180
Alimentación
  Especificaciones ... 52
  Especificaciones de alimentación ... 52
  Fluctuaciones ... 19
  Pantalla ... 7
Alimentación aislada de tierra (IT) ... 170
Almacenamiento ... 146
Almacenamiento del condensador ... 146
Altitud ... 150
Ambiente ... 146
Amortiguación de resonancia ... 19
Análisis de series de Fourier ... 183
Analógica
  Configuraciones de cableado para velocidad de referencia ... 196
  Descripciones de entrada/salida y ajustes predeterminados ... 159
  Especificaciones de entrada ... 53
  Especificaciones de salida ... 54
Apantallamiento
  Alimentación ... 7
  Cables ... 155, 156
  Extremos trenzados ... 181
  Terminación RFI ... 135
Armónicos
  Definición de factor de potencia ... 216
  Descripción general ... 183
  Filtro ... 40
  Mitigación ... 185
  Normas CEI ... 184
  Normas EN ... 184
Atmósfera explosiva ... 147
Auto on ... 186

B

Barrido ... 29
Bomba
  Conexión por etapas ... 28
  Rendimiento ... 27
Bomba sumergible
  Ajustes ... 203
  Diagrama de cableado ... 202
  Uso con control avanzado de la velocidad mínima ... 32
Bus de CC
  Descripción del funcionamiento ... 186
  Terminales ... 156
Bypass de frecuencia ... 23

C

Cables
  Abertura ... 57, 63, 79, 88, 99, 109, 120
  Apantallamiento ... 155, 181
  de motor ... 162
  Conexiones de potencia ... 155
  Control ... 156
  Ecualizador ... 157
  Especificaciones ... 41, 45, 53
  Freno ... 156
  Recorrido ... 157
  Tamaño y número máximo por fase ... 41, 43
  Tipo de cable y clasificaciones ... 153
Cables ... 153
  consulte también *Cables*
Cables de control ... 156
Cables de pantalla retorcidos y embornados ... 181
Cálculos
  Ciclo de trabajo de la resistencia ... 165
  Par de frenado ... 167
  Referencia escalada ... 187
  Relación de cortocircuito ... 184
  Resistencia de frenado ... 167
  Software de cálculo de armónicos ... 185
  THDi ... 183
Calentador
  Esquema de cableado ... 154
  Uso ... 146
Carga compartida
  Advertencia ... 6
  Descripción general ... 33
  Esquema de cableado ... 154
  Protección ante cortocircuitos ... 17
  Terminales ... 34, 156
CEM
  Aspectos generales ... 177
  Compatibilidad ... 180
  Directiva ... 8
  Instalación ... 182
  Interferencia ... 181
  Resultados de pruebas ... 178
Certificación marítima ... 9
Certificado TÜV ... 9
Certificado UKrSEPRO ... 9
Ciclo de trabajo
  Cálculo ... 165
  Definición ... 216
Clasificación de protección NEMA ... 10

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

Clasificación IP..... 10
Código descriptivo..... 206
Compensación de deslizamiento..... 216
Comunicación serie..... 159
Condensación..... 146
Condiciones ambientales
Descripción general..... 146
Especificaciones..... 52
Conexión a PC..... 156
Conexión a tierra..... 20, 156, 169
Configuración de cableado de arranque/parada..... 197, 198
Configuración de cableado para el reinicio de alarma externa 199
Configuraciones de montaje..... 148
Confirmación del caudal..... 31
Conformado periódico..... 146
Conformidad
Con el acuerdo ADN..... 7
Directivas..... 8
Conmutador
A53 y A54..... 53, 159
Conmutadores
Desconexión..... 162
Control
Características..... 56
Descripción del funcionamiento..... 186
Estructuras..... 190
Tipos de..... 191, 192
Control ATEX..... 21, 147
Control avanzado de la velocidad mínima..... 32
Control de proceso..... 192
Controlador de cascada
Descripción general..... 25
Diagrama de cableado..... 204
Utilización con un contactor..... 26
Convenciones..... 5
Convertidor
Configurador..... 206
Dimensiones de la serie de productos..... 13
Potencias de salida..... 13
Requisitos de espacio libre..... 148
Corriente
armónica..... 183
fundamental..... 183
Distorsión..... 184
Mitigación del motor..... 165
Corriente de fuga..... 7, 168
Cortocircuito
Cálculo de la relación..... 184
Frenado..... 32
Protección..... 17

D

Desconexión
Puntos de los convertidores de 380-480 V..... 41
Puntos de los convertidores de 525-690 V..... 45
Desconexión..... 162
Desequilibrio de tensión..... 18
DeviceNet..... 37, 209
Diagrama de cableado
Alternancia de bomba principal..... 205
Bomba de velocidad fija variable..... 205
Controlador de cascada..... 204
Digital
Descripciones de entrada/salida y ajustes predeterminados 159
Especificaciones de entrada..... 53
Especificaciones de salida..... 54
Dimensiones
Exterior del D1h..... 57
Exterior del D2h..... 63
Exterior del D3h..... 69
Exterior del D4h..... 74
Exterior del D5h..... 79
Exterior del D6h..... 88
Exterior del D7h..... 99
Exterior del D8h..... 109
Exterior del E1h..... 120
Exterior del E2h..... 126
Exteriores del E3h..... 132
Exteriores del E4h..... 139
Terminal del D1h..... 61
Terminal del D2h..... 67
Terminal del D3h..... 72
Terminal del D4h..... 77
Terminal del D5h..... 84
Terminal del D6h..... 93
Terminal del D7h..... 105
Terminal del D8h..... 114
Terminales del E1h..... 124
Terminales del E2h..... 130
Terminales del E3h..... 136
Terminales del E4h..... 143
Vista general de la serie de productos..... 13
Dimensiones de los terminales
D1h..... 61
D2h..... 67
D3h..... 72
D4h..... 77
D5h..... 84
D6h..... 93
D7h..... 105
D8h..... 114
E1h..... 124
E2h..... 130
E3h..... 136
E4h..... 143

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

Dimensiones exteriores
D1h... 57
D2h... 63
D3h... 69
D4h... 74
D5h... 79
D6h... 88
D7h... 99
D8h... 109
E1h... 120
E2h... 126
E3h... 132
E4h... 139
Directiva de máquinas... 8
Directiva ErP... 9
Disipador
Flujo de aire necesario... 149
Limpieza... 147
Panel de acceso... 122
Punto de desconexión por sobretemperatura... 41, 43
Dispositivo de corriente diferencial... 168, 169
DU/dt
Descripción general... 171
Resultados de las pruebas para D1h-D8... 172
Resultados de las pruebas para E1h-E4h... 173

E

Elevación... 146
Emisión conducida... 178
Emisión irradiada... 178
Energía
Clase de rendimiento energético... 52
Energía regenerativa... 22
Entorno... 52
Entorno comercial... 178
Entorno residencial... 178
Entrada de usuario... 186
Espacio de la puerta... 57, 63, 79, 88, 99, 109, 120
Especificaciones de entrada... 53
Especificaciones de USB... 56
Especificaciones eléctricas... 41, 45
Especificaciones eléctricas 380-480 V... 42
Especificaciones eléctricas 525-690 V... 45
Esquema de cableado
Convertidor... 154
Ejemplos de aplicación típicos... 196
EtherNet/IP... 37

F

Fieldbus... 37, 157
Filtro de modo común... 40
Filtro senoidal... 39, 155
Filtros
Filtro armónico... 40
Filtro de modo común... 40
Filtro dU/dt... 39
Filtro RFI... 180
Filtro senoidal... 39, 155
Pedidos... 214
Flujo
Estructura de control en control de flujo sin realimentación... 194
Estructura de control en flujo con realimentación del motor... 194
Flujo de aire
Caudales... 149
Configuraciones... 35, 36
Fórmula
Intensidad de salida... 215
Límite de intensidad... 215
Potencia nominal de la resistencia de frenado... 215
Rendimiento del convertidor... 215
Frecuencia de conmutación
Conexiones de potencia... 155
Filtro senoidal... 39, 155
Reducción de potencia... 18, 151
Uso con RCD... 169
Frenado
Control con función de freno... 168
dinámico... 32
Gráfico de capacidad... 166, 167
Límites... 167
Uso como función de freno alternativa... 168
Freno CC... 32
Freno de CA... 32
Función de Motor en giro... 22
Funcionamiento a baja velocidad... 149
Fusibles
Especificaciones... 160
Para las conexiones de potencia... 155
Protección de sobreintensidad... 153

G

Gases... 147
Gestión del ancho de banda... 28
Guía de funcionamiento... 5
Guía de programación... 5

H

Hand on... 186
Homologación CSA/cUL... 9
Humedad... 146

I

Inercia... 29

Instalación
Eléctrico... 153
Personal cualificado... 6
Requisitos... 148
Instalación a gran altitud... 181
Intensidad
Conexión toma a tierra transitoria... 169
Control de corriente interna... 195
Corriente de fuga... 168, 169
Corriente nominal de salida... 215
Fórmula para el límite de intensidad... 215
Interferencias de radiofrecuencia... 20
Interferencias electromagnéticas... 20
Inversor... 186

K

Kits
Códigos de pedido... 213, 214
Descripciones... 213, 214
Disponibilidad de los alojamientos... 16

M

Magnetotérmico... 162, 169
Mantenimiento... 147
Marca CE... 8
Marca RCM... 9
Menú rápido... 25
Modbus
Opción... 37
Modo de lazo abierto
Descripción general... 190
Diagrama de bloques... 190
Opción de controlador de cascada... 26
Modo de lazo cerrado
Descripción general... 190
Diagrama de bloques... 191
Modo llenado de tuberías... 203
Modulación... 19, 215, 216
Modulación automática de frecuencia de conmutación... 19
Módulo de opción de E/S general... 38
Motor
Aislamiento... 165
Cables... 162, 169
Clases de protección... 147
Conexión en paralelo... 163
Configuración de cableado de termistor... 201
Corriente de fuga... 169
Definición de par de arranque... 216
Detección de caída de fase... 18
Especificaciones de salida... 52
Esquema de cableado... 154
Ex-d... 38
Ex-e... 21
Mitigación de corrientes en los cojinetes... 165
de tambor... 202
Par completo... 22
Placa de características... 22
Protección térmica... 20, 163
Realimentación... 194
Rotación... 162
Tensión de aislamiento... 202
Motor de tambor... 202

N

Normativa de control de exportación... 9

O

Opción de entrada de sensor... 38
Opciones
Control de movimiento... 39
Controlador de cascada... 25
Disponibilidad de alojamientos... 13
Extensiones funcionales... 38
Fieldbus... 37
Pedidos... 209, 210
Tarjetas de relé... 39
Optimización automática de energía (AEO)... 19
Ordenador personal... 156

P

Panel de troquel... 121
Paquetes de idioma... 206
Par
Característica... 52
Control... 192
Par de arranque... 216
Pedidos... 206
PELV... 20, 54, 180
Personal cualificado... 6
PID
Controlador... 20, 189, 192
Placa prensacables... 57, 63, 79, 88, 99, 109, 120
PLC... 157

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

Potencia
Clasificación ... 11, 41, 45
Conexiones ... 155
Especificaciones ... 41, 43
Factor ... 216
Pérdidas ... 41, 45
Potenciómetro ... 159, 199
Pre/Post Lube ... 30, 31
Precalentamiento ... 23
PROFIBUS ... 37, 209
PROFINET ... 37
Protección
Clasificación ... 10
Clasificación de protección ... 13
Cortocircuito ... 17
Desequilibrios en la tensión de alimentación ... 18
Función de freno ... 17
Sobrecarga ... 18
Sobrecorriente ... 153
Sobretensión ... 17
Térmico motor ... 20
Protección de sobreintensidad ... 153
Protección del armario ... 10
Pulso
Configuración de cableado de arranque/parada ... 198
Especificaciones de entrada ... 54
Punto de acoplamiento común ... 183

R

Realimentación
Conversión ... 189
Manejo ... 188
Señal ... 191
Rectificador ... 186
Red
Corte ... 22
Reducción de potencia
Altitud ... 150
Aspectos que hay que tener en cuenta sobre la temperatura ... 53, 148
Frecuencia de conmutación alta ... 19
Función automática ... 18
Funcionamiento a baja velocidad ... 149
Temperatura y frecuencia de conmutación ... 151
Vista general y causas ... 149
Referencia
Entrada de velocidad ... 196, 197
Manejo a distancia de ... 187
activa ... 186
remota ... 187
Referencia activa ... 186
Referencia escalada ... 187
Referencia remota ... 187
Refrigeración
Advertencia de polvo ... 147
Requisitos ... 148
Vista general de la refrigeración mediante canal posterior ... 34
Refrigeración de tuberías ... 148
Refrigeración del canal posterior ... 34, 148
Regeneración
Descripción general ... 34
Disponibilidad ... 13
Terminales ... 72, 124
Reinicio ... 22
Relé
Controlador de cascada ... 25
Especificaciones ... 55
Instalación conforme al acuerdo ADN ... 7
Opción ... 38
Opción de tarjeta de relé ampliada ... 39
Tarjeta ... 39
Terminales ... 160
Relé termoelectrónico (ETR) ... 153
Rendimiento
Cálculo ... 170
Especificaciones ... 41, 45
Fórmula para el rendimiento del convertidor ... 215
Utilización del AMA ... 20
Repuestos ... 214
Requisitos de inmunidad ... 179
Requisitos en materia de emisiones ... 178
Resistencia de frenado
Definición ... 216
Descripción general ... 39
Esquema de cableado ... 154
Fórmula para la potencia nominal ... 215
Guía de diseño ... 5
Pedidos ... 214
Selección ... 165
Terminales ... 156
Resistor brake (Freno con resistencia) ... 32
RFI
Filtro ... 180
Ubicación de la terminación de pantalla del E3h ... 135
Ubicación de la terminación de pantalla del E4h ... 142
Uso de conmutador con alimentación IT ... 170
Rotor ... 18
RS485
Bus estándar FC ... 216
Configuración de cableado ... 200
Esquema de cableado ... 154
Terminales ... 159
Ruido acústico ... 171

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

S

Safe Torque Off
Configuración de cableado... 197
Cumplimiento de la Directiva de máquinas... 8
Descripción general... 24
Esquema de cableado... 154
Guía de funcionamiento... 5
Ubicación del terminal... 159

Salida
Conmutador... 18
Contactor... 170, 182
Especificaciones... 54

Seguridad
Instrucciones... 6, 153

Sello EAC... 9

Short circuit (Cortocircuito)
Clasificación de SCCR... 161
Definición... 217
Frenado... 168

Smart Logic Control
Configuración de cableado... 201
Descripción general... 23

SmartStart... 25

Sobrecarga
Límites... 18
Problema con los armónicos... 183
termoelectrónica... 20

Sobrecarga termoelectrónica... 20

Sobretemperatura... 217

Sobretensión
Frenado... 39
Función de freno alternativa... 168
Protección... 17

STO... 5
consulte también *Safe Torque Off*

Suministro externo de 24 V CC... 159

T

Tarjeta de control
Especificaciones... 56
Especificaciones de RS485... 54
Punto de desconexión por sobretemperatura... 41, 43

Tarjeta de relé ampliada... 39

Tarjeta del termistor PTC... 38

Temperatura... 147

Tensión baja
Directiva... 8

Terminales
Carga compartida... 156
Comunicación serie... 159
Descripciones de control y ajustes predeterminados... 158
Entrada/salida analógica... 159
Entrada/salida digital... 159
Resistencia de frenado... 156
RS485... 159
Terminal 37... 159
de relé... 160

Terminales de control... 158

Termistor
Configuración de cableado... 201
Definición... 216
Recorrido de los cables... 157
Ubicación del terminal... 159

Tiempo de descarga... 6

Tiempo de subida... 171

Transductor... 159

Transformador... 183

U

UL
Clasificación de protección del alojamiento... 10
Logotipo del certificado... 9

V

Velocidad
Configuración de cableado para aceleración/desaceleración... 200
Configuraciones de cableado para velocidad de referencia... 199
Control... 191
Realimentación PID... 191

Ventiladores
Flujo de aire necesario... 149
controlados por temperatura... 19

Versiones de software... 209

VVC+... 193, 195

 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

130R0798 MG22B205 12/2017