

Guía de diseño

Convertidores de frecuencia iC2-Micro



Contenido

1	Introducción y seguridad	7
1.1	Finalidad de esta Guía de diseño	7
1.2	Recursos adicionales	7
1.3	Materiales de apoyo para la planificación y el diseño	7
1.4	Historial de versiones	7
1.5	Símbolos de seguridad	8
1.6	Dispositivos médicos	8
1.7	Consideraciones generales sobre seguridad	8
1.8	Personal cualificado	10
2	Homologaciones y certificaciones	11
2.1	Homologaciones y certificados del producto	11
2.2	Normas	12
2.3	Normativa de control de exportaciones	12
3	Convertidores de frecuencia iC2-Micro	14
3.1	Uso previsto	14
3.2	Diagrama de bloques	14
3.3	Diseño ecológico para los sistemas Power Drive	15
3.3.1	Pérdidas de potencia y eficiencia	15
3.4	Hardware de potencia	16
3.5	Control e interfaces	17
3.5.1	Terminales de control	17
3.5.2	Puerto RJ45 y conmutador de terminación RS485	18
3.5.3	Panel de control y panel de control 2.0 OP2	18
3.5.4	Teclas e indicadores del panel de control	19
3.5.5	Teclas e indicadores del panel de control 2.0 OP2	21
3.5.6	Puerta corredera en la tapa de terminales	23
3.6	Software de aplicación	24
3.6.1	Descripción general	24
3.6.2	Funciones básicas	24
3.6.3	Control y lecturas de E/S	26
3.6.4	Funciones de control del motor	26
3.6.5	Frenado de la carga	27
3.6.6	Funciones de protección	27
3.6.7	Funciones de monitorización	28
3.6.8	Herramientas de software	28

3.7	Funciones de freno	28
3.7.1	Freno de retención mecánico	28
3.7.2	Frenado dinámico	29
3.7.3	Selección de resistencias de frenado	29
3.7.3.1	Introducción	29
3.7.3.2	Cálculo de la resistencia de frenado	30
3.7.3.3	Cálculo de la resistencia de frenado recomendada por Danfoss	30
3.7.4	Control con función de freno	31
4	Especificaciones	32
4.1	Datos eléctricos	32
4.1.1	Alimentación de red 1 × 200-240 V CA	32
4.1.2	Alimentación de red 3 × 380-480 V CA	32
4.2	Especificaciones técnicas generales	34
4.2.1	Protección y funciones	34
4.2.2	Lado de red	34
4.2.3	Salida del motor y datos del motor	34
4.2.4	Características de par	35
4.2.5	E/S de control	35
4.2.5.1	Entrada digital y de pulsos	35
4.2.5.2	Salida digital y de pulsos	36
4.2.5.3	Entrada analógica	36
4.2.5.4	Salida analógica	37
4.2.5.5	Relay Output (Salida de relé)	37
4.2.5.6	Tensiones auxiliares	38
4.2.6	Comunicación serie RS485	38
4.2.7	Condiciones ambientales	38
4.2.7.1	Condiciones ambientales durante el almacenamiento	38
4.2.7.2	Condiciones ambientales durante el transporte	39
4.2.7.3	Condiciones ambientales durante el funcionamiento	39
4.3	Fusibles y magnetotérmicos	39
4.4	Conectores de alimentación	40
4.5	Ruido acústico	41
4.6	Niveles de conformidad EMC	42
4.6.1	Requisitos en materia de emisiones	42
4.6.2	Requisitos de inmunidad EMC	43
4.7	Compatibilidad EMC y longitud del cable de motor	44
4.8	Condiciones du/dt	45

4.9	Reducción de potencia	46
4.9.1	Reducción de potencia manual	46
4.9.2	Reducción de potencia automática	47
5	Dimensiones exteriores	48
5.1	Tamaños y dimensiones del alojamiento IP20 / Tipo abierto	48
5.2	Tamaños y dimensiones del alojamiento IP21/UL Tipo 1	49
5.3	Tamaños y dimensiones del alojamiento NEMA 1	50
6	Consideraciones sobre la instalación mecánica	51
6.1	Contenido del envío	51
6.2	Etiquetas de los productos	51
6.2.1	Etiquetas de los productos en los convertidores de frecuencia	51
6.2.2	Etiquetas del paquete	52
6.3	Eliminación recomendada	53
6.4	Almacenamiento hasta la instalación	53
6.4.1	Reacondicionamiento de los condensadores	53
6.4.2	Transporte y almacenamiento seguros	54
6.5	Requisitos previos para la instalación	55
6.5.1	Entorno de funcionamiento	55
6.6	Consideraciones acerca del mantenimiento	56
6.6.1	Mantenimiento periódico	56
6.6.2	Programa de mantenimiento	56
6.6.3	Acceso de servicio	56
6.6.4	Mantenimiento y servicio de disipadores térmicos y ventiladores	57
6.7	Instalación mecánica	57
6.7.1	Consideraciones sobre el montaje	57
6.7.2	Ubicaciones de montaje	58
6.7.3	Direcciones de montaje	58
6.7.4	Tornillos y pernos recomendados	59
6.7.5	Patrones de perforación	59
6.7.6	Colocación del convertidor en la instalación	60
6.7.7	Refrigeración	60
6.7.8	Espacio recomendado para el acceso de servicio	61
7	Consideraciones sobre la instalación eléctrica	63
7.1	Precauciones para la instalación eléctrica	63
7.2	Diagrama del cableado	64
7.3	Tipo de red y protección	64

7.3.1	Tipos de red	64
7.3.2	Corrientes en la conexión a tierra de protección y corrientes equipotenciales/de fuga	65
7.3.3	Medición de intensidad PE	65
7.3.4	Protección del dispositivo de corriente diferencial (RCD)	67
7.3.5	Dispositivos de monitorización del aislamiento	67
7.4	Directrices de instalación conforme a EMC	67
7.4.1	Cables de alimentación y conexión a tierra	69
7.4.2	Cables de control	70
7.5	Aislamiento galvánico	70
7.6	Corriente de fuga a tierra	71
7.7	Consideraciones acerca de la instalación del motor	72
7.7.1	Tipos de motores compatibles	73
7.7.2	Aislamiento del motor	73
7.7.3	Corrientes en los cojinetes	73
7.7.4	Protección térmica del motor	74
7.8	Condiciones de funcionamiento extremas	75
7.9	Consideraciones acerca de los cables de alimentación	75
7.9.1	Requisitos de par	76
7.10	Instalación eléctrica	76
7.10.1	Conexión a tierra, de alimentación y de motor	76
7.10.2	Conexión del motor	78
7.10.3	Conexión a la red de CA	79
7.10.4	Tipos de terminales de control	79
7.10.5	Tamaños y longitudes de desforrado de los cables de control	81
7.10.6	Conexión de apantallamiento de cables	81
7.10.7	Carga compartida / freno	82
8	Procedimiento para realizar pedidos	85
8.1	Código de modelo	85
8.2	Pedidos de accesorios y repuestos	85
8.3	Pedidos de resistencias de freno	87
8.3.1	Introducción	87
8.3.2	Pedidos de resistencias de freno del 10 %	87
8.3.3	Pedidos de resistencias de freno del 40 %	88

1 Introducción y seguridad

1.1 Finalidad de esta Guía de diseño

Esta guía de diseño se dirige a personal cualificado, como:

- 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 iC2-Micro Frequency Converters en los sistemas de control y seguimiento de motores. Su finalidad es proporcionar consideraciones de diseño y datos de planificación para la integración del convertidor en un sistema. En ella se aborda una selección de convertidores de frecuencia y opciones para diversas aplicaciones e instalaciones. Revisar la información detallada del producto en la fase de diseño permite el desarrollo de un sistema bien concebido, con una funcionalidad y un rendimiento óptimos.

Esta guía se dirige a una audiencia mundial. Por lo tanto, cuando proceda, se mostrarán tanto las unidades imperiales como las del sistema internacional.

1.2 Recursos adicionales

Disponemos de recursos adicionales para ayudar a comprender las características y para instalar y utilizar de forma segura el iC2-Micro Frequency Converters:

- La guía de funcionamiento, que proporciona información sobre la instalación, la puesta en servicio y el mantenimiento del convertidor de frecuencia.
- La guía de aplicación, que proporciona información acerca de cómo programar el equipo e incluye descripciones completas de los parámetros.
- Datos que deben conocerse sobre los convertidores de frecuencia, disponibles para su descarga en www.danfoss.com.
- En www.danfoss.com encontrará otras publicaciones, planos y guías adicionales.

Las versiones más recientes de la documentación del producto Danfoss están disponibles para su descarga en <http://drives.danfoss.com/downloads/portal/>.

1.3 Materiales de apoyo para la planificación y el diseño

Danfoss proporciona acceso a un entorno de producto consolidado que puede utilizarse durante todo el ciclo de vida del producto.

Documentos

La guía de funcionamiento, la guía de aplicación y la guía de diseño de iC2-Micro Frequency Converters están disponibles para su descarga en www.danfoss.com. También es posible solicitar guías impresas.

Planos

Para cada convertidor, los planos 2D y 3D y los diagramas de cableado están disponibles en formatos de archivo estándar.

Software

Los archivos de configuración para iC2-Micro Frequency Converters están disponibles. MyDrive® Suite proporciona herramientas que respaldan todo el ciclo de vida del convertidor, desde el diseño del sistema hasta su mantenimiento. MyDrive® Suite está disponible en <https://suite.mydrive.danfoss.com/>.

Configurador

El configurador de productos ayuda a la selección de productos. Una vez finalizado el proceso, el configurador de productos proporciona una lista de la documentación y los accesorios relevantes.

1.4 Historial de versiones

Esta guía se revisa y actualiza de forma periódica. Le agradecemos cualquier sugerencia de mejora.

La versión original de esta guía está redactada en inglés.

Tabla 1: Historial de versiones

Versión	Comentarios
AJ402315027937, versión 0201	Para los tamaños de protección MA03a/MA04a. ⁽¹⁾

¹ Los datos de MA05a estarán disponibles en la próxima versión.

1.5 Símbolos de seguridad

En esta guía se han utilizado los siguientes símbolos:

⚠ PELIGRO ⚠

Indica situaciones peligrosas que, si no se evitan, producirán lesiones graves e incluso la muerte.

⚠ ADVERTENCIA ⚠

Indica situaciones peligrosas que, de no evitarse, pueden dar lugar a lesiones graves e incluso la muerte.

⚠ PRECAUCIÓN ⚠

Indica situaciones peligrosas que, de no evitarse, pueden dar lugar a lesiones leves o moderadas.

A V I S O

Indica información importante pero no relativa a peligros (por ejemplo, mensajes relacionados con daños materiales).

1.6 Dispositivos médicos

⚠ ADVERTENCIA ⚠

ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE

AC drives and filters may produce electromagnetic interference up to 300 GHz that may affect the functionality of pacemakers and other implanted medical devices.

1.7 Consideraciones generales sobre seguridad

Al instalar o utilizar el convertidor de frecuencia, preste atención a la información de seguridad que se proporciona en las instrucciones. Para obtener más información sobre las directrices de seguridad relacionadas con la instalación y el funcionamiento, consulte la guía de funcionamiento del convertidor de frecuencia.

Directrices de funcionamiento seguro

- El convertidor no es adecuado como único dispositivo de seguridad del sistema. Asegúrese de que se instalen dispositivos adicionales de supervisión y protección en los convertidores, motores y accesorios de acuerdo con las directrices de seguridad y las normativas de prevención de accidentes.
- Antes de activar cualquier función de restablecimiento automático tras fallo o cambiar los valores límite, asegúrese de que no se produzcan situaciones de peligro tras el reinicio. Si la función de reinicio automático está activada, el motor arrancará automáticamente tras un restablecimiento automático tras fallo.
- Mantenga todas las puertas y cubiertas cerradas y las cajas de terminales atornilladas durante el funcionamiento del convertidor de frecuencia y cuando la alimentación de red esté conectada.
- Los componentes y accesorios del convertidor de frecuencia pueden seguir energizados y conectados a la alimentación de red incluso después de que los indicadores de funcionamiento hayan dejado de iluminarse.

⚠ ADVERTENCIA ⚠

FALTA DE PRECAUCIÓN RESPECTO A LAS CUESTIONES DE SEGURIDAD

Esta guía ofrece información importante sobre cómo evitar lesiones y daños a los equipos o al sistema. Si no se tiene en cuenta esta información, podrían producirse importantes desperfectos en los equipos, lesiones graves o incluso muertes.

- Asegúrese de comprender plenamente los peligros y las medidas de seguridad presentes en la aplicación.
- Antes de realizar cualquier trabajo eléctrico en el convertidor, bloquee y etiquete todas las fuentes de alimentación del convertidor.

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

TENSIÓN PELIGROSA

Los convertidores de frecuencia contienen una tensión peligrosa cuando están conectados a la red de CA o a terminales de CC. Si la instalación, la puesta en marcha y el mantenimiento no son efectuados por personal cualificado, pueden causarse lesiones graves o incluso la muerte.

- La instalación, el arranque y el mantenimiento deben ser realizados exclusivamente por personal cualificado.

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

TIEMPO DE DESCARGA

El convertidor contiene condensadores en el Bus de CC que podrán seguir cargados aunque el convertidor esté apagado. Puede haber una tensión elevada en el equipo, aunque las luces del indicador de aviso estén apagadas.

- Pare el motor, y desconecte la red de CA, y los motores de imanes permanentes. Desconecte también del Bus CC fuentes de alimentación, incluyendo baterías de respaldo, UPS, y conexiones al bus CC a otros equipos.
- Espere a que los condensadores se descarguen por completo y realice la medición pertinente antes de efectuar actividades de mantenimiento o trabajos de reparación.
- El tiempo mínimo de espera se especifica en la tabla *Tiempo de descarga*.

Tabla 2: Tiempo de descarga

Tamaño del alojamiento	Tensión [V CA]	Gama de potencias (kW [CV])	Tiempo de espera mínimo (minutos)
MA01c	1 × 200-240	0,37-0,75 (0,5-1,0)	4
MA02c	1 × 200-240 V	1,5 (2,0)	4
MA02a	1 × 200-240	2,2 (3,0)	4
MA01a	3 × 380-480	0,37-1,5 (0,5-2,0)	4
MA02a	3 × 380-480	2,2-4,0 (3,0-5,5)	4
MA03a	3 × 380-480	5,5-7,5 (7,5-10)	4
MA04a	3 × 380-480	11-15 (15-20)	15
MA05a	3 × 380-480	18,5-22 (25-30)	15

⚠ P R E C A U C I Ó N ⚠

PELIGRO DE FALLO INTERNO

Si el convertidor de frecuencia no está correctamente cerrado, un fallo interno en el mismo puede causar lesiones graves.

- Asegúrese de que todas las cubiertas de seguridad estén colocadas y fijadas de forma segura antes de suministrar electricidad.

⚠ P R E C A U C I Ó N ⚠

SUPERFICIES CALIENTES

Algunos convertidores contienen componentes metálicos que permanecerán calientes tras el apagado del equipo. Si no se presta atención al símbolo de temperatura elevada del convertidor (triángulo amarillo), pueden producirse graves quemaduras.

- Tenga en cuenta que hay componentes internos que pueden permanecer extremadamente calientes incluso tras el apagado del convertidor.
- No toque las zonas exteriores marcadas con el símbolo de temperatura elevada (triángulo amarillo). Estas superficies estarán calientes mientras el convertidor esté en uso e inmediatamente después de su desconexión.

1.8 Personal cualificado

Para un funcionamiento seguro y sin problemas de la unidad, solo el personal cualificado que posea competencias demostradas al respecto estará autorizado a realizar el transporte, el almacenamiento, el montaje, la instalación, la programación, la puesta en marcha, el mantenimiento y el desmontaje de este equipo.

Se entenderá por personas con competencias demostradas:

- Ingenieros eléctricos u otras personas que hayan recibido formación por parte de ingenieros eléctricos cualificados y cuenten con la experiencia necesaria para manipular los dispositivos, sistemas, plantas y maquinaria conforme a las normativas y la legislación vigentes.
- Aquellas personas que estén familiarizadas con las normativas básicas de salud, seguridad y prevención de accidentes.
- Aquellas personas que hayan leído y comprendido las guías de seguridad proporcionadas en todos los manuales suministrados con la unidad y, especialmente, las instrucciones del manual de funcionamiento del convertidor.
- Aquellas personas que conozcan a la perfección las normas generales y especializadas correspondientes a la aplicación específica.

2 Homologaciones y certificaciones

2.1 Homologaciones y certificados del producto

Los convertidores iC2-Micro Frequency Converters cumplen con las normas y directivas requeridas. Para obtener más información sobre las homologaciones y certificaciones que posee un producto, consulte la etiqueta de tipo de producto y www.danfoss.com.

Los certificados y las declaraciones de conformidad están disponibles previa solicitud o en www.danfoss.com.

Tabla 3: Homologaciones y certificaciones aplicables a los convertidores de frecuencia









Homologación	Descripción
	El convertidor de frecuencia cumple con las directivas pertinentes y las normativas relacionadas para el Mercado Único ampliado del Espacio Económico Europeo. Para obtener más información, consulte el Tabla 4 .
	El sello del Underwriters Laboratory (UL) indica la seguridad de los productos y sus declaraciones ambientales a partir de pruebas estandarizadas. El convertidor de frecuencia cumple lo establecido en la norma UL 61800-5-1. Para ver el número de expediente UL, consulte la etiqueta del producto.
	La homologación CSA/cUL corresponde a convertidores con una tensión nominal de 600 V o menos. El cumplimiento de la normativa UL/CSA correspondiente asegura que, cuando el convertidor de frecuencia se instale y se mantenga de acuerdo con la guía de instalación o funcionamiento suministrada, el diseño de seguridad, junto con la información y los marcados pertinentes, garantizará que el equipo cumpla con las normas UL de seguridad eléctrica y térmica. Este marcado indica que el producto se ajusta a todas las especificaciones y pruebas de ingeniería requeridas. Podrá emitirse un certificado de conformidad si así se solicita.
	El convertidor de frecuencia cumple con la normativa pertinente y sus normas relacionadas para Gran Bretaña. Información de contacto de UKCA: Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, Gran Bretaña
	El sello RCM indica el cumplimiento de los estándares técnicos aplicables de compatibilidad electromagnética (EMC). El sello RCM es necesario para la distribución de dispositivos eléctricos y electrónicos en el mercado australiano y en el neozelandés. Las disposiciones normativas de la marca RCM solo conciernen a las emisiones por conducción y radiación. En el caso de los convertidores, se aplicarán los límites de emisiones especificados en la norma EN/IEC 61800-3. Podrá emitirse una declaración de conformidad si así se solicita.
	El convertidor de frecuencia cumple con las directivas pertinentes y sus normas relacionadas para el mercado marroquí. Descargue las guías de productos en español desde https://www.danfoss.com/es-es/service-and-support/ .
	El sello de certificación de Corea (KC) indica que el producto cumple con las normas coreanas pertinentes.

Tabla 4: Directivas de la UE aplicables a los convertidores de frecuencia

Directiva de la UE	Descripción
Directiva de tensión baja (2014/35/UE)	El objetivo de la Directiva sobre baja tensión es proteger a las personas, los animales domésticos y los bienes materiales frente a los peligros causados por los equipos eléctricos cuando estos se emplean para su aplicación prevista tras una instalación y un mantenimiento correctos. Esta directiva se aplica a todos los equipos eléctricos en el rango de tensión de 50-1000 V CA y 75-1500 V CC.
Directiva EMC (2014/30/UE)	La finalidad de la Directiva sobre compatibilidad electromagnética es reducir las interferencias electromagnéticas y mejorar la inmunidad de las instalaciones y los equipos eléctricos. Los requisitos de protección básicos de la Directiva EMC indican que los dispositivos que generan interferencias electromagnéticas (EMI) o los dispositivos cuyo funcionamiento pueda verse afectado por las EMI deben diseñarse para limitar la gen-

Directiva de la UE	Descripción
	eración de interferencias electromagnéticas y deben tener un grado adecuado de inmunidad a las EMI cuando se instalan correctamente, se mantienen y se usan conforme a lo previsto. Los dispositivos eléctricos que se utilizan independientemente o como parte de un sistema deben disponer del marcado CE. Los sistemas no necesitan el marcado CE, pero deben cumplir con los requisitos básicos de protección de la Directiva EMC.
Directiva de máquinas (2006/42/CE)	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 que al menos uno sea capaz de realizar un movimiento mecánico. Aquellos convertidores que poseen una función de seguridad funcional integrada deben cumplir la Directiva de máquinas. Los convertidores sin función de seguridad funcional 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 las medidas de seguridad pertinentes.
Directiva ErP (2009/125/CE)	La Directiva ErP es la directiva europea de diseño ecológico de productos relacionados con la energía. La directiva establece requisitos de diseño ecológico para productos relacionados con la energía, incluidos los convertidores de frecuencia, y tiene como objetivo reducir el consumo energético y el impacto medioambiental de los productos mediante la creación de estándares mínimos de rendimiento energético.
Directiva RoHS	The Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Directive is an EU directive that restricts the use of hazardous materials in the manufacturing of electronic and electrical products. Read more on www.danfoss.com .
Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (2012/19/UE) 	La Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Directiva RAEE) establece objetivos de recogida, reciclaje y recuperación para todo tipo de aparatos eléctricos.

2.2 Normas

La instalación debe realizarse de acuerdo con las normas nacionales, por ejemplo, la serie de normas NEC NFPA 70 o IEC 60364.

Se recomienda utilizar las siguientes normas como directrices para la instalación y el funcionamiento de los convertidores de frecuencia:

- **EN IEC 61800-2:2015 Sistemas Power Drive eléctricos de velocidad ajustable. Parte 2:** Requisitos generales. Especificaciones de clasificación para sistemas Power Drive de CA con velocidad variable y baja tensión.
- **EN IEC 61800-3:2018 Sistemas Power Drive eléctricos de velocidad ajustable. Parte 3:** Requisitos EMC y métodos de prueba específicos.
- **EN IEC 61800-5-1:2017 Sistemas de convertidores de potencia eléctrica de velocidad variable. Parte 5-1:** Requisitos de seguridad: eléctrica, térmica y energética.
- **EN IEC 61800-9-2:2017 Sistemas de convertidores de potencia eléctrica de velocidad variable. Parte 9-2:** Diseño ecológico para sistemas Power Drive, arrancadores de motores, componentes electrónicos y sus aplicaciones accionadas: indicadores de eficiencia energética para sistemas Power Drive y arrancadores de motores.

Las declaraciones de conformidad están disponibles en www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/.

2.3 Normativa de control de exportaciones

Los convertidores de frecuencia pueden estar sujetos a normativas regionales o nacionales de control de exportaciones. Tanto la UE como EE. UU. cuentan con normativas para los denominados productos de doble uso (tanto para uso militar como no militar), que actualmente incluyen convertidores de frecuencia con capacidad para funcionar a partir de 600 Hz. Estos productos todavía se pueden vender, pero requieren un conjunto de medidas, por ejemplo, una licencia o una declaración de usuario final.

Los EE. UU. también cuentan con normativas para convertidores de frecuencia con capacidad para funcionar a 300-600 Hz con restricciones a las ventas para determinados países. Las regulaciones de EE. UU. se aplican a todos los productos fabricados en EE. UU., exportados desde o a través de EE. UU., o con un contenido de EE. UU. superior al 25 % o al 10 % en algunos países.

Aquellos convertidores sujetos a normativas de control de exportaciones se clasificarán con un código ECCN. El código ECCN se incluye en la documentación que acompaña al convertidor. En caso de reexportación del convertidor de frecuencia, recaerá en el exportador la responsabilidad de asegurar la conformidad con las normativas pertinentes de control de exportaciones.

Para obtener más información, póngase en contacto con Danfoss Drives Global o con la oficina de ventas local.

3 Convertidores de frecuencia iC2-Micro

3.1 Uso previsto

El convertidor de frecuencia es un controlador electrónico del motor diseñado para:

- Regular la velocidad del motor en respuesta a la retroalimentación del sistema o a órdenes remotas de controladores externos. Un sistema Power Drive está formado por el convertidor de frecuencia y el motor.
- Supervisión del estado del motor y el sistema.

El convertidor de frecuencia también puede utilizarse como protección de sobrecarga del motor.

En función de la configuración, el convertidor de frecuencia puede utilizarse en aplicaciones independientes o formar parte de un equipo o instalación de mayor tamaño.

El convertidor de frecuencia es apto para su uso en entornos residenciales, industriales y comerciales, de acuerdo con la legislación y la normativa locales.

A V I S O

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

Posible uso indebido

No utilice el convertidor de frecuencia en aplicaciones que no cumplan con los entornos y las condiciones de funcionamiento especificados. Garantice la conformidad con las condiciones especificadas en *el capítulo Especificaciones*.

3.2 Diagrama de bloques

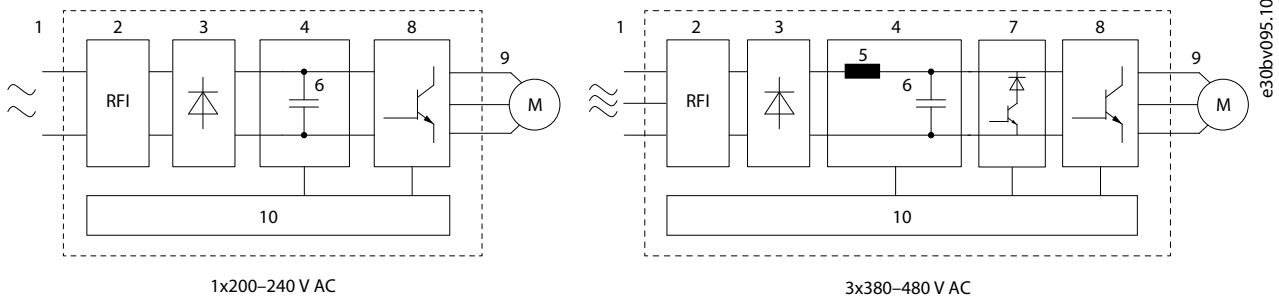


Ilustración 1: Diagrama de bloques de iC2-Micro Frequency Converters

Tabla 5: Funciones de cada componente

Área	Componente	Funciones
1	Entrada de alimentación	Alimentación de red de CA al convertidor.
2	Filtro RFI	El filtro RFI se utiliza para cumplir los requisitos normativos de compatibilidad electromagnética.
3	Rectificador	El puente del rectificador convierte la entrada de CA en intensidad de CC para suministrar electricidad al inversor.
4	Bus de CC	El circuito de bus de CC intermedio gestiona la intensidad de CC.
5	Reactor de CC ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Filtra la corriente del enlace de CC. • Ofrece protección frente a transitorios de red. • Reduce la corriente eficaz (RMS). • Eleva el factor de potencia reflejado de vuelta a la línea. • Reduce los armónicos en la entrada de CA.

Área	Componente	Funciones
6	Banco de condensadores	<ul style="list-style-type: none"> Almacena la potencia de CC. Proporciona protección ininterrumpida para pérdidas de potencia cortas.
7	Chopper de frenado ⁽²⁾	El chopper de frenado se utiliza en el enlace de CC para controlar la tensión de CC cuando la carga devuelve energía.
8	Inversor	Convierte la CC en una forma de onda de CA PWM controlada para una salida variable controlada al motor.
9	Salida al motor	Regula la potencia de salida trifásica al motor.
10	Circuitos de control	<ul style="list-style-type: none"> La potencia de entrada, el procesamiento interno, la salida y la intensidad del motor se monitorizan para proporcionar un funcionamiento y un control eficaces. Se monitorizan y se ejecutan los comandos externos y la interfaz de usuario. Puede suministrarse salida de estado y control.

¹ El reactor de CC solo se aplica a MA05a.

² El chopper de frenado no se aplica a MA01a.

3.3 Diseño ecológico para los sistemas Power Drive

La eficiencia energética de todo el sistema es importante y se requiere el cumplimiento de la legislación pertinente en el mercado único ampliado del Espacio Económico Europeo.

Los convertidores de frecuencia están clasificados según las clases de rendimiento energético IE0 a IE2 de acuerdo con lo establecido en las normas IEC 61800-9-2 y EN 50598-2. De acuerdo con la norma, las pérdidas de potencia se miden como porcentajes de la potencia de salida aparente nominal en 8 puntos de carga, como se muestra en [Ilustración 2](#). Junto con la información sobre otros elementos del sistema, esta información se puede utilizar para calcular la eficiencia a nivel de sistema (IES).

Los elementos que causan pérdidas se describen en [3.3.1 Pérdidas de potencia y eficiencia](#).

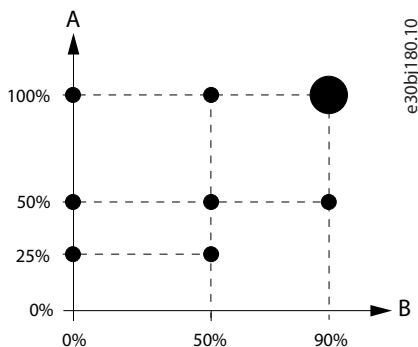


Ilustración 2: Punto de funcionamiento conforme a IEC 61800-9-2 (EN 50598)

El convertidor de frecuencia está etiquetado con la clase de rendimiento energético y las pérdidas de potencia al 100 % de la intensidad nominal que produce el par y al 90 % de la frecuencia nominal del estator del motor.

[MyDrive® ecoSmart™](#) se puede utilizar para:

- Buscar los datos de carga parcial según se definen en la norma IEC 61800-9-2.
- Calcular la clase de rendimiento y la eficiencia a carga parcial del convertidor y del sistema Power Drive.
- Crear informes para documentar los datos de pérdidas de carga parcial y las clases de rendimiento IE e IES.

3.3.1 Pérdidas de potencia y eficiencia

Los elementos que causan pérdida de potencia en el sistema se muestran en [Ilustración 3](#).

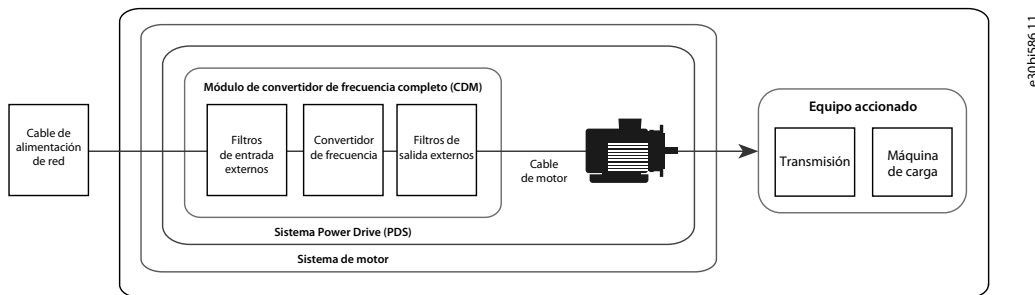


Ilustración 3: Diseño del accionamiento eléctrico de potencia

Los siguientes componentes pueden causar pérdidas en el sistema:

- Cable de alimentación de red.
- Filtro de entrada externo (si está instalado).
- Convertidor de frecuencia, incluidos los filtros integrados.
- Filtro de salida externo (si está instalado).
- Cable de motor.
- Motor.

El propio convertidor de frecuencia solo genera una parte de las pérdidas totales del sistema.

Cable de alimentación de red

Las pérdidas en el cable de alimentación de red se deben principalmente a la resistencia óhmica del cable. Para mantener las pérdidas al mínimo, la longitud del cable debe ser corta y tener unas dimensiones adecuadas para la intensidad nominal.

Filtro de entrada externo

Los filtros de entrada añadidos externamente añaden pérdidas del sistema. Las reactancias en línea utilizadas para equilibrar la carga entre varios convertidores de frecuencia en un ajuste con reparto de carga suelen tener una caída de tensión de alrededor del 1 %, lo que provoca hasta un 1 % de pérdidas a plena carga.

Los filtros de armónicos específicos suelen tener pérdidas de entre el 2 y el 5 %.

Convertidor de frecuencia

El fallo del convertidor de frecuencia depende de la carga. Las clasificaciones específicas y los datos de pérdida de potencia se muestran en la etiqueta del producto, y los detalles se pueden ver en [MyDrive® ecoSmart™](#).

Filtro de salida externo

Los filtros de salida conectados externamente añaden pérdidas al sistema:

- Los filtros de onda senoidal suprimen el patrón PWM de la frecuencia de salida, lo que da como resultado una salida de onda senoidal. La pérdida resultante depende de la carga y puede ser de hasta un 1-1,5 % de la potencia máxima. El uso de un filtro de onda senoidal puede mejorar el rendimiento global en instalaciones con cables de motor largos.
- Los filtros du/dt limitan el tiempo de subida de tensión del patrón PWM. Como resultado, los filtros introducen una pérdida en el sistema: la pérdida depende de la carga y puede ser de hasta el 0,5-1 % de la potencia máxima.
- Los núcleos de modo común atenúan el ruido de alta frecuencia en el cable de motor. Como resultado, se añaden unas pérdidas limitadas al sistema.

Cable de motor

Las pérdidas en el cable de motor se deben principalmente a pérdidas óhmicas, pero a causa de la frecuencia de conmutación del convertidor de frecuencia, las pérdidas también se deben al acoplamiento capacitivo a tierra. Las pérdidas debidas al acoplamiento capacitivo pueden reducirse mediante una selección cuidadosa del cable de motor y el mantenimiento de la longitud lo más corta posible del cable. Si se utiliza un filtro de onda senoidal en la salida del convertidor de frecuencia, la pérdida causada por la carga capacitiva será menor.

Motor

Las pérdidas del motor dependen del tipo de motor y de la categoría de rendimiento seleccionada. IEC 60034-30-1 define las diferentes clases de rendimiento energético de IE1 a IE4.

3.4 Hardware de potencia

Los iC2-Micro Frequency Converters están diseñados para adaptarse a una amplia variedad de ubicaciones de instalación. Las unidades están disponibles con diferentes clasificaciones de protección, lo que las hace adecuadas para su instalación en armarios, directamente en máquinas, en salas de control dedicadas y en instalaciones libres.

- El IP20 / Tipo abierto está diseñado para su instalación en armarios cerrados y configuraciones similares.
- El IP21/UL Tipo 1 (kit de conversión IP21/Tipo 1 opcional) está diseñado para instalaciones en interiores.

Los iC2-Micro Frequency Converters son adecuados para su uso en un amplio intervalo de temperaturas. El intervalo de temperaturas de funcionamiento estándar es de -10 °C a +50 °C (14 °F a +122 °F). Con reducción de potencia, el intervalo de temperaturas de funcionamiento es de -20 °C a +55 °C (-4 °F a +131 °F).

Los iC2-Micro Frequency Converters están diseñados para su uso en altitudes de hasta 4000 m (13 123 ft). La reducción de potencia debe tenerse en cuenta para altitudes superiores a 1000 m (3280 ft).

La salida del motor del iC2-Micro Frequency Converters está protegida contra cortocircuitos, fallos de conexión a tierra y sobrecarga. También se proporciona un control térmico para proteger el motor. La conmutación ilimitada en la salida permite utilizar un contactor o una desconexión entre el convertidor de frecuencia y el motor.

Los filtros integrados optimizan el rendimiento EMC, reducen los armónicos en la red y se adaptan a las necesidades de salida. Los filtros EMC integrados se pueden configurar para adaptarse a los requisitos de instalación relacionados con EMC. La oferta incluye:

- Convertidores sin filtro (variantes conformes con C4).
- Convertidores de frecuencia con filtros para su uso en redes industriales (variantes conformes con C2) e instalaciones domésticas (variantes conformes con C1).

3.5 Control e interfaces

3.5.1 Terminales de control

- Todos los terminales de los cables de control se encuentran situados bajo la tapa de terminales, en la parte delantera del convertidor.
- Consulte en la parte posterior de la tapa de terminales un esquema de los terminales y conmutadores de control.

A V I S O

Desmonte la tapa de terminales con un destornillador; consulte el apartado [Ilustración 4](#).

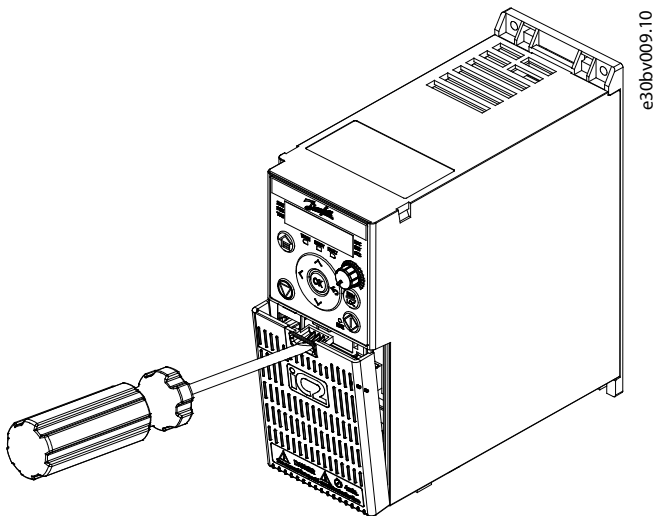


Ilustración 4: Desmontaje de la tapa de terminales

Todos los terminales de control del iC2-Micro Frequency Converters se muestran en [Ilustración 5](#).

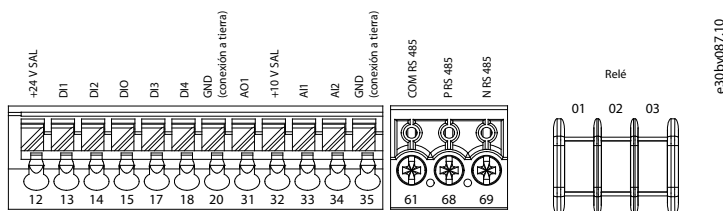
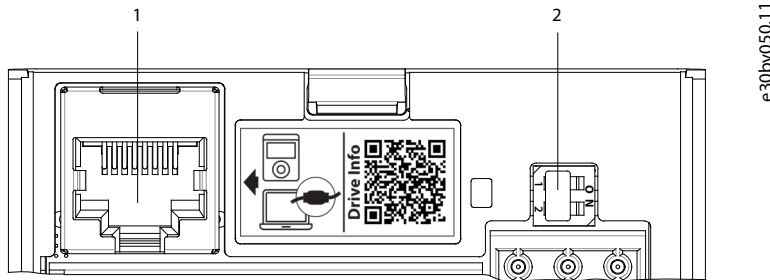


Ilustración 5: Vista general de los terminales de control

3.5.2 Puerto RJ45 y conmutador de terminación RS485

El convertidor cuenta con un puerto RJ45 que cumple con el protocolo Modbus 485. El puerto RJ45 se utiliza para conectar:

- Panel de control externo (Panel de control 2.0 OP2).
- Herramienta para PC (MyDrive® Insight) a través de una opción de adaptador (no disponible actualmente).
- Herramienta de configuración sin conexión para ajustes de parámetros cuando el convertidor no está encendido (no disponible actualmente).



e30bv050.11

Ilustración 6: Puerto RJ45 y conmutador de terminación RS485

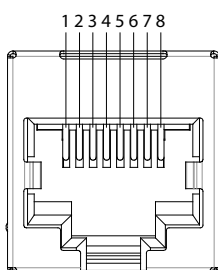
1	Puerto RJ45
2	Conmutador de terminación RS485 (ON = RS485 terminado, OFF = abierto)

A V I S O

El puerto RJ45 admite hasta 3 m (9,8 ft) de cable CAT5e apantallado que **NO** se utiliza para conectar directamente el convertidor de frecuencia a un PC. Si no se sigue esta indicación, se producirán daños en el PC.

A V I S O

- El conmutador de terminación RS485 debe ajustarse en la posición ON si el convertidor se encuentra al final del bus de campo.
- No accione el conmutador de terminación RS485 cuando el convertidor esté encendido.



e30bv088.10

Ilustración 7: Definición de las clavijas del puerto RJ45

1	Fuente de alimentación de 5 V	5	RS485_N
2	Fuente de alimentación de 5 V	6	GND (conexión a tierra)
3	GND (conexión a tierra)	7	Reservado
4	RS485_P	8	Reserved (Reservado)

3.5.3 Panel de control y panel de control 2.0 OP2

El convertidor tiene dos tipos de paneles de control:

- **Panel de control:** Está integrado y se entrega de forma predeterminada con el convertidor. Las teclas y los indicadores del panel de control se describen en [3.5.4 Teclas e indicadores del panel de control](#).
- **Panel de control 2.0 OP2:** Un panel de control (accesorio) opcional que ofrece una mejor experiencia al usuario. Este tipo de panel de control permite ajustar de forma sencilla el convertidor a través de parámetros, supervisar el estado del convertidor y visualizar las notificaciones de eventos. Las teclas e indicadores del panel de control 2.0 OP2 se describen en [3.5.5 Teclas e indicadores del panel de control 2.0 OP2](#).

A continuación, se ofrece una visión general más detallada del panel de control 2.0 OP2:

- Interfaz de usuario monocromática de 2,03".
- LED visuales para identificar el estado del convertidor.
- Control del convertidor de frecuencia y cambio sencillo entre funcionamiento local y remoto.
- Pantalla multilingüe que muestra los parámetros, las selecciones y los estados de forma más clara.
- La pantalla de parámetros admite caracteres alfanuméricos y especiales, números enteros, coma flotante, listas de selección y comandos para la configuración de los datos de la aplicación.
- Los ajustes de parámetros del convertidor pueden copiarse en otros convertidores para facilitar la puesta en servicio.
- Instalación en una puerta del armario utilizando una opción de kit de montaje.

3.5.4 Teclas e indicadores del panel de control

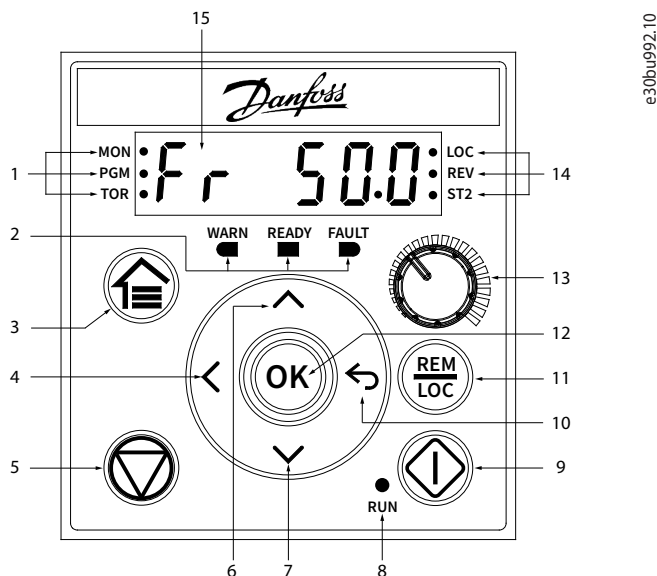


Ilustración 8: Panel de control

1	Indicadores de estado	9	Start (Arranque)
2	Indicadores de funcionamiento	10	Atrás
3	Inicio/Menú	11	Remoto/Local
4	Izquierda	12	OK
5	Parada/Reset	13	Potentiometer (Potenciómetro)
6	Arriba	14	Indicadores de estado
7	Abajo	15	Pantalla principal
8	Indicador de funcionamiento		

Tabla 6: Teclas de funcionamiento y potenciómetro

Nombre	Función
Inicio/Menú	Cambia entre la vista de estado y el menú principal. Mantenga pulsado para acceder al menú de acceso rápido para leer y editar rápidamente los parámetros.
Arriba/Abajo	Cambia los números de estado/grupo de parámetros/parámetros y ajusta los valores de los parámetros.
Izquierda	Mueve el cursor 1 bit a la izquierda.
Atrás	Navega al paso anterior en la estructura del menú o cancela el ajuste durante el reajuste de los valores de los parámetros.
OK	Confirma la operación.
Remoto/Local	Alterna entre el modo remoto y el modo local.
Start (Arranque)	Arranca el convertidor de frecuencia en modo local.
Parada/Reset	Detiene el funcionamiento del convertidor de frecuencia en modo local.
	Restablece el convertidor para eliminar un fallo.
Potentiometer (Potenciómetro)	Cambia el valor de referencia cuando se selecciona el valor de referencia como potenciómetro.

Tabla 7: Luces indicadoras de estado

Nombre	Función
MON	On (Activado): la pantalla principal muestra el estado del convertidor.
PGM	On (Activado): el convertidor está en estado de programación.
TOR	On (Activado): el convertidor está en modo de par.
	Off (Desactivado): el convertidor está en modo de velocidad.
LOC	On (Activado): el convertidor está en modo local.
	Off (Desactivado): el convertidor está en modo remoto.
REV	On (Activado): el convertidor funciona hacia atrás.
	Off (Desactivado): el convertidor funciona hacia delante.
ST2	Consulte el apartado Tabla 10 .

Tabla 8: Luces indicadoras de funcionamiento

Nombre	Función
WARN	Se enciende de forma constante cuando se produce una advertencia.
READY	Se enciende de forma permanente cuando el convertidor está listo.
FAULT	Parpadea cuando se produce un fallo.

Tabla 9: Luz indicadora de funcionamiento

Nombre	Función
RUN	On (Activado): el convertidor está en funcionamiento normal.
	Off (Desactivado): el convertidor se ha detenido.
	Parpadeo: en el proceso de parada del motor; o el convertidor ha recibido un comando de <i>ejecución</i> , pero no una salida de frecuencia.

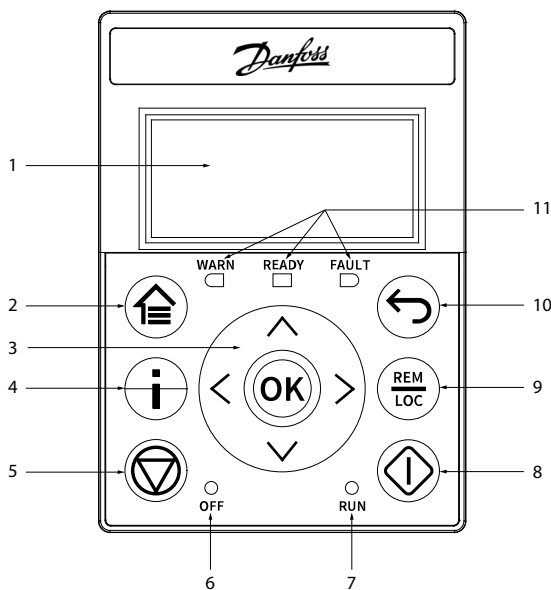
Tabla 10: Luz indicadora de ajustes múltiples.

ST2	Off (Desactivado)	On (Activado)	Parpadeo	Parpadeo rápido
Ajuste activo ⁽¹⁾	Ajuste 1	Ajuste 2	Ajuste 1	Ajuste 2
Ajuste de programación ⁽²⁾	Ajuste 1	Ajuste 2	Ajuste 2	Ajuste 1

¹ Seleccione el ajuste activo en el parámetro P 6.6.1 Active Setup (Ajuste activo).

² Seleccione el ajuste de programación en el parámetro P 6.6.2 Programming Setup (Ajuste de programación).

3.5.5 Teclas e indicadores del panel de control 2.0 OP2



e30bv123.10

Ilustración 9: Vista general del panel de control 2.0 OP2

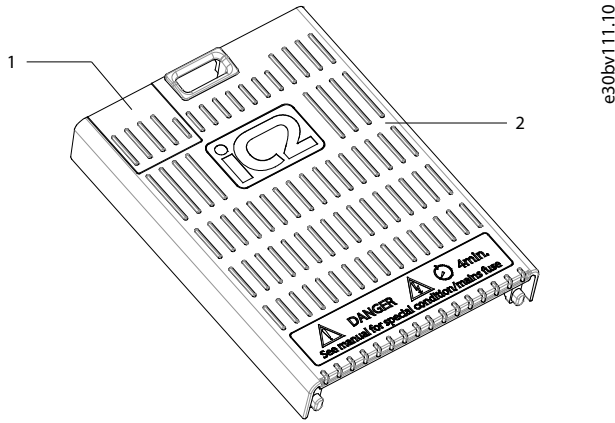
Tabla 11: Descripción de los elementos del panel de control

Leyenda	Nombre del elemento	Descripción
1	Pantalla	Proporciona acceso al contenido y a los ajustes. La pantalla proporciona información detallada sobre el estado del convertidor.
2	Inicio/Menú	<ul style="list-style-type: none"> Cambia entre la vista de estado y el menú principal. Mantenga pulsado para acceder al menú de acceso rápido para leer y editar rápidamente los parámetros.
3	Flechas y [OK]	<ul style="list-style-type: none"> Flechas: Navega por las diferentes pantallas y menús, y ajusta los valores de los parámetros. [OK]: Confirma las selecciones y los datos en la pantalla del panel de control.

Leyenda	Nombre del elemento	Descripción
4	Info	Proporciona información sobre el convertidor de frecuencia al pulsar el botón de <i>Info</i> (Información) de la pantalla de inicio, por ejemplo, el tipo de convertidor, el código de modelo solicitado, el número de serie del convertidor de frecuencia o la versión de la aplicación.
5	Parada/Reset	Detiene el funcionamiento del convertidor.
6	LED OFF (APAGADO)	El indicador tiene los siguientes estados: <ul style="list-style-type: none"> • Encendido de forma constante: El indicador está en este estado cuando: <ul style="list-style-type: none"> - El convertidor no es modulante y funciona en modo de inercia. - Se aplica la señal de parada o inercia. Los tiempos de rampa, las protecciones y las funciones de parada pueden prolongar este estado. • Off (Desactivado): El convertidor está en funcionamiento, se aplica una señal de arranque y la salida está activa. Esto también incluye rampa, funcionamiento en referencia y AMA.
7	LED RUN (FUNCIONAMIENTO)	El indicador tiene los siguientes estados: <ul style="list-style-type: none"> • On (Activado): el convertidor está en funcionamiento normal. • Desactivado: el convertidor se ha detenido. • Parpadeo: El indicador está en este estado cuando: <ul style="list-style-type: none"> - En el proceso de parada del motor (rampa de desaceleración). - El convertidor ha recibido un comando de <i>ejecución</i>, pero no una salida de frecuencia.
8	En funcionamiento	Inicia el funcionamiento del convertidor.
9	REM/LOC	Alterna entre funcionamiento remoto y local en el convertidor de frecuencia.
10	Atrás	Se dirige a la pantalla visualizada previamente o a un nivel de menú por encima del menú actual.
11	Indicadores de estado del convertidor	Los LED relacionados indican el estado del convertidor. <ul style="list-style-type: none"> • [WARN]: Una luz amarilla fija indica una advertencia. • [READY]: Una luz verde fija indica que el convertidor está listo. • [FAULT]: Una luz roja intermitente indica un fallo.

3.5.6 Puerta corredera en la tapa de terminales

Una puerta corredera, que es la cubierta protectora del puerto RJ45, está diseñada para su uso en la tapa de terminales del convertidor. Cuando el convertidor de frecuencia esté conectado con la opción OP2 del panel de control 2.0, que se puede instalar en la puerta del armario, solo tendrá que retirar la puerta corredera para asegurarse de que la tapa de terminales permanezca en el convertidor de frecuencia, para así garantizar un funcionamiento seguro.



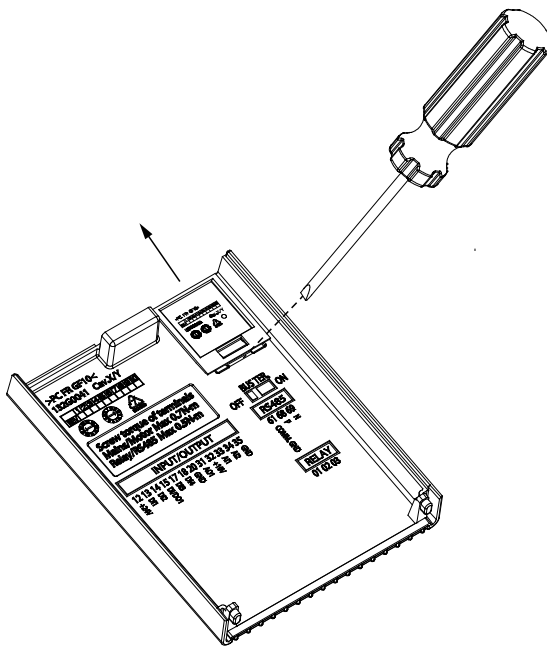
e30bv111.10

Ilustración 10: Puerta corredera en la tapa de terminales

- | | |
|---|--------------------|
| 1 | Puerta corredera |
| 2 | Tapa de terminales |

Desmontaje

1. Desmonte la tapa de terminales con un destornillador; consulte [3.5.1 Terminales de control](#).
2. Desde la parte interior de la tapa de terminales, presione la ranura con un destornillador para soltar la puerta corredera y hágala deslizar hacia fuera.

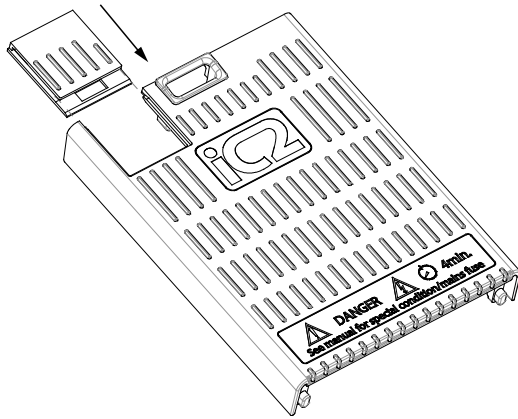


e30bv109.11

Ilustración 11: Desmontaje de la puerta corredera

Volver a montar

1. Deslice la puerta corredera en la tapa de terminales.



e30bv110.10

Ilustración 12: Instalación de la puerta corredera

3.6 Software de aplicación

3.6.1 Descripción general

El software de la aplicación es el software estándar y predeterminado suministrado con el iC2-Micro Frequency Converters. Las características se describen brevemente en los siguientes apartados:

- Funciones básicas
- Controladores
- Funciones de protección
- Herramientas de software

3.6.2 Funciones básicas

El software de la aplicación está formado por una amplia variedad de funciones básicas que permiten al convertidor de frecuencia controlar cualquier aplicación mediante el convertidor iC2-Micro.

3.6.2.1 Manejo de referencias

Las referencias de diferentes fuentes, que se ajustan a las necesidades de control de la aplicación, se pueden definir libremente.

Las fuentes de referencia externas son:

- Entradas analógicas
- Entradas digitales como entrada de pulsos
- Referencia de un bus de campo
- Ajustes internos
- Referencia local desde el panel de control
- Potenciómetro integrado en el panel de control

Se pueden añadir señales de referencia que generen la referencia para el convertidor de frecuencia. La referencia final se escala del -100 % al 100 %.

3.6.2.2 Dos configuraciones

El convertidor de frecuencia ofrece dos configuraciones. Cada configuración se puede ajustar independientemente para adaptarse a las distintas necesidades de la aplicación. El cambio entre configuraciones es posible durante el funcionamiento, lo que permite un cambio rápido.

3.6.2.3 Rampas

El convertidor de frecuencia admite las rampas lineales, sinusoidales y sinusoidales 2. Las rampas lineales proporcionan una aceleración constante. Las rampas sinusoidales proporcionan una aceleración no lineal con transición gradual al inicio y al final del proceso de aceleración.

3.6.2.4 Quick Stop

En algunos casos, puede ser necesario detener la aplicación rápidamente. Para ello, el convertidor de frecuencia admite un tiempo de rampa de desaceleración específico desde la velocidad del motor síncrona de hasta 0 r/min.

3.6.2.5 Límite de dirección de rotación

La dirección de rotación del motor puede preajustarse para que funcione solo en un sentido (hacia la derecha o hacia la izquierda), evitando así una dirección de rotación no deseada.

3.6.2.6 Conmutador de fase del motor

Si los cables de fase del motor se han instalado en un orden incorrecto durante la instalación, puede cambiarse la dirección de rotación. Esto elimina la necesidad de cambiar el orden de las fases del motor.

3.6.2.7 Marcha gradual con modos de velocidad fija

El convertidor de frecuencia tiene ajustes de velocidad predefinidos para su uso durante la puesta en servicio, el mantenimiento o el servicio. El funcionamiento en modo de velocidad fija se ajusta a la velocidad preajustada.

3.6.2.8 Bypass de frecuencia

Las frecuencias específicas del motor pueden omitirse durante el funcionamiento. Esta característica ayuda a minimizar y evitar la resonancia mecánica de la máquina, limitando la vibración y el ruido del sistema.

3.6.2.9 Rearranque automático

En caso de un fallo y una alarma menores, el convertidor de frecuencia puede realizar un rearranque automático, lo que elimina un reinicio manual del convertidor de frecuencia. Esto mejora el funcionamiento automatizado en sistemas controlados de forma remota. Asegúrese de que no puedan producirse situaciones de peligro al utilizar el rearranque automático.

3.6.2.10 Función de motor en giro

La función de motor en giro permite que el convertidor de frecuencia se sincronice con un motor de giro libre, antes de tomar el control del motor. Tomar el control del motor a la velocidad real minimiza el estrés mecánico del sistema. Por ejemplo, esta función es relevante en aplicaciones de ventiladores y centrífugas.

3.6.2.11 Corte de red

En caso de corte en la red eléctrica, cuando el convertidor de frecuencia no pueda seguir funcionando, será posible seleccionar acciones predefinidas como, por ejemplo, desconexión, inercia o ejecución de una rampa de desaceleración controlada.

3.6.2.12 Energía regenerativa

La energía regenerativa permite que el convertidor de frecuencia permanezca bajo control si hay suficiente energía en el sistema, por ejemplo, en situaciones de inercia o al bajar una carga. Esto permite una parada controlada de la máquina.

3.6.2.13 Amortiguación de resonancia

Los ruidos de resonancias del motor a alta frecuencia se pueden eliminar con el uso de la amortiguación de resonancia. Están disponibles tanto la amortiguación de frecuencia automática como la seleccionada manualmente.

3.6.2.14 Control de freno mecánico

En aplicaciones como elevadores simples, paletizadoras, almacenes estereoscópicos o cintas transportadoras descendentes, cuando el motor no está controlado por el controlador o cuando se desconecta la alimentación, se utiliza un freno mecánico para mantener la carga en situación de parada.

La función de control de freno mecánico garantiza una transición suave entre el freno mecánico y el motor que retiene la carga, controlando la activación y desactivación del freno mecánico.

3.6.2.15 Controladores

El convertidor de frecuencia tiene tres controladores diferentes que proporcionan un control óptimo de la aplicación real. Los controladores cubren

- Control de proceso
- Control de velocidad en lazo abierto
- Control de par en lazo abierto

3.6.2.15.1 Controlador de procesos

El controlador de procesos puede controlar un proceso, por ejemplo, en un sistema en el que se necesita una presión, un caudal o una temperatura constantes. Se conecta al convertidor una realimentación de la aplicación, que proporciona el valor de salida real. El controlador asegura que la salida coincida con la referencia proporcionada al controlar la velocidad del motor. La fuente de referencia y las señales de realimentación se convierten y escalan a los valores reales controlados.

3.6.2.15.2 Controlador de velocidad

El control de velocidad en lazo abierto proporciona un control preciso de la velocidad de rotación de los motores.

En el modo de lazo abierto (sin señal de realimentación externa de velocidad), no se necesitan sensores externos, lo que facilita la instalación y la puesta en servicio, además de eliminar el riesgo de sensores defectuosos.

3.6.2.15.3 Controlador de par

Un controlador de par integrado proporciona un control óptimo del par y es compatible con el control de lazo abierto.

3.6.3 Control y lecturas de E/S

En función de la configuración del hardware del convertidor de frecuencia, estarán disponibles las entradas digitales y analógicas, las salidas digitales y analógicas, y las salidas de relé. Las E/S se pueden configurar y utilizar para controlar la aplicación desde el convertidor de frecuencia.

Todas las E/S se pueden utilizar como nodos de E/S remotos, ya que todos ellos están direccionados por el bus de campo del convertidor.

3.6.4 Funciones de control del motor

El control del motor cubre una amplia variedad de aplicaciones, desde las más básicas hasta las que requieren un control del motor de alto rendimiento.

3.6.4.1 Tipos de motores

El convertidor de frecuencia admite motores estándar, como:

- Motores asíncronos
- Motores de magnetización permanente

3.6.4.2 Características de la carga

Se admiten diferentes características de carga para adaptarse a las necesidades reales de la aplicación:

- **Par variable:** Características de carga típicas de ventiladores y bombas centrífugas, donde la carga es proporcional al cuadrado de la velocidad.
- **Par constante:** Característica de carga utilizada en maquinaria en la que se necesita un par en todo el rango de velocidades. Algunos ejemplos de aplicaciones habituales son cintas transportadoras, extrusoras, decantadores, compresores y cabrestantes.

3.6.4.3 Principio de control del motor

Es posible seleccionar diferentes principios de control del motor en función de las necesidades de la aplicación:

- Control U/f para control especial
- Control VVC+ para las necesidades de aplicaciones de uso general

3.6.4.4 Placa de características del motor y catálogo

Los datos típicos del motor para el convertidor de frecuencia vienen preconfigurados de fábrica, lo que permite su funcionamiento con la mayoría de los motores. Durante la puesta en servicio, los datos reales del motor se introducen en los ajustes del convertidor de frecuencia, lo que optimiza el control del motor.

3.6.4.5 Adaptación automática del motor (AMA)

La adaptación automática del motor (AMA) optimiza los parámetros del motor para mejorar el rendimiento del eje. Basándose en los datos de la placa de características del motor y en las mediciones del motor en parada, se vuelven a calcular los parámetros clave del motor y se utilizan para ajustar con precisión el algoritmo de control del motor.

3.6.4.6 Optimización automática de energía (AEO)

La función de optimización automática de energía (AEO) optimiza el control centrándose en reducir el consumo energético en el punto de carga real.

3.6.5 Frenado de la carga

Al frenar el motor controlado por el convertidor, se pueden utilizar varias funciones. La función específica se selecciona en función de la aplicación y la rapidez con la que debe detenerse.

3.6.5.1 Frenado con resistencia

En aplicaciones en las que se requiere un frenado continuo o a gran velocidad, se suele utilizar un convertidor de frecuencia equipado con un chopper de frenado. El exceso de energía generado por el motor durante el frenado de la aplicación se disipará en una resistencia de freno conectada. El rendimiento de frenado depende de la clasificación específica del convertidor de frecuencia y de la resistencia de freno seleccionada.

3.6.5.2 Control de sobretensión (OVC)

Si el tiempo de frenado no es crítico o la carga varía, la función de control de sobretensión (OVC) se utiliza para controlar la parada de la aplicación. El convertidor de frecuencia amplía el tiempo de la rampa de desaceleración cuando no es posible realizar el frenado dentro del periodo de desaceleración definido. Esta función no debe utilizarse en aplicaciones de elevación, sistemas de alta inercia o cuando se requiera un frenado continuo.

3.6.5.3 Freno CC

Cuando se frena a baja velocidad, el frenado del motor puede mejorarse utilizando la función de freno de CC. Añade una pequeña intensidad de CC por encima de la intensidad de CA, aumentando levemente la capacidad de frenado.

3.6.5.4 Freno de CA

En aplicaciones con funcionamiento no cíclico del motor, el frenado de CA puede utilizarse para reducir el tiempo de frenado y solo será compatible con motores asíncronos. El exceso de energía se disipa aumentando las pérdidas en el motor durante el frenado.

3.6.5.5 CC mantenida

La CC mantenida proporciona un par mantenido limitado en el rotor en situación de parada.

3.6.5.6 Reparto de carga

En algunas aplicaciones, dos o más convertidores controlan la aplicación al mismo tiempo. Si uno de los convertidores está frenando un motor, el exceso de energía puede llegar al enlace de CC de un convertidor que acciona un motor, con una reducción del consumo total de energía. Esta función resulta de utilidad, por ejemplo, en decantadores y máquinas de cardado, donde los convertidores de frecuencia de menor potencia funcionan en modo generador.

3.6.6 Funciones de protección

3.6.6.1 Protecciones de red

El convertidor de frecuencia ofrece protección frente a condiciones de la red eléctrica que puedan afectar a su correcto funcionamiento.

Se controla el desequilibrio de tensión de alimentación y la pérdida de fase de la red. Si el desequilibrio supera los límites internos, se emite una advertencia y el usuario puede iniciar las acciones correctas.

En caso de sobretensión o subtensión en la red, el convertidor de frecuencia emitirá una advertencia y detendrá su funcionamiento si la situación se mantiene o supera los límites críticos.

3.6.6.2 Funciones de protección del convertidor

El convertidor se supervisa y protege durante su funcionamiento.

Los sensores de temperatura integrados miden la temperatura real y proporcionan información relevante para proteger el convertidor de frecuencia. Si la temperatura supera sus valores nominales de temperatura, se aplicará la reducción de potencia. Si la temperatura está fuera del intervalo de funcionamiento permitido, el convertidor dejará de funcionar.

La intensidad del motor se controla continuamente en las tres fases. En caso de cortocircuito entre dos fases o de fallo a tierra, el convertidor lo detectará y se apagará inmediatamente. Si la intensidad de salida sobrepasa sus valores nominales durante el funcionamiento durante períodos de tiempo superiores a los admisibles, el convertidor de frecuencia se detendrá y emitirá una alarma de sobrecarga.

Se monitoriza la tensión del enlace de CC del convertidor. Si supera los niveles críticos, se emite una advertencia y el convertidor se detiene. Si no se soluciona el problema, el convertidor emitirá una alarma.

3.6.6.3 Funciones de protección contra sobrecarga del motor

El convertidor de frecuencia proporciona varias funciones para proteger el motor y la aplicación.

La medida de la intensidad de salida proporciona información para proteger el motor. Pueden detectarse sobreintensidades, cortocircuitos, fallos de conexión a tierra y pérdidas de las conexiones de fase del motor, e iniciar las protecciones pertinentes.

El control de los límites de velocidad, intensidad y par proporciona una protección adicional del motor y de la aplicación.

La protección del rotor bloqueado garantiza que el convertidor no arranque con un rotor bloqueado del motor.

La protección térmica del motor se proporciona para calcular la temperatura del motor basándose en la carga real o mediante sensores de temperatura externos, por ejemplo, PTC.

3.6.6.4 Protección de los componentes conectados externamente

Se pueden controlar opciones conectadas externamente, como resistencias de freno.

Las resistencias de freno se controlan en busca de sobrecarga térmica, cortocircuito y ausencia de conexión.

3.6.6.5 Reducción de potencia automática

La reducción de potencia automática del convertidor de frecuencia permite un funcionamiento continuo incluso en caso de superarse las condiciones de funcionamiento nominales. Los factores que suelen afectar a esto son la temperatura, una tensión alta del enlace de CC, una carga alta del motor o un funcionamiento cercano a 0 Hz. La reducción de potencia suele aplicarse como una reducción de la frecuencia de conmutación o como un cambio en el patrón de conmutación, lo que provoca menores pérdidas térmicas.

3.6.7 Funciones de monitorización

El convertidor de frecuencia ofrece una amplia variedad de funciones de monitorización que proporcionan información sobre las condiciones de funcionamiento, las condiciones de la red y los datos históricos del convertidor. El acceso a esta información ayuda a analizar las condiciones operativas y a identificar fallos.

3.6.7.1 Supervisión de la velocidad

La velocidad del motor puede controlarse durante el funcionamiento. Si la velocidad supera los límites mínimo y máximo, el usuario recibe una notificación y puede iniciar las acciones adecuadas.

3.6.7.2 Registro de eventos y contadores de operaciones

Un registro de eventos ofrece acceso a los fallos registrados más recientes, proporcionando información relevante para analizar lo que ha sucedido en el convertidor.

Los contadores de operaciones ofrecen información sobre el uso del convertidor. Los valores como las horas operativas, las horas de funcionamiento, los kWh utilizados, el número de arranques, las sobretensiones y las sobretemperaturas son ejemplos de las lecturas disponibles.

3.6.8 Herramientas de software

MyDrive® Insight es una herramienta de software para la puesta en servicio, el control de ingeniería y la monitorización de convertidores de frecuencia. MyDrive® Insight se puede utilizar para configurar los parámetros, actualizar el software y configurar las funciones.

3.7 Funciones de freno

3.7.1 Freno de retención mecánico

Un freno de retención mecánico montado directamente en el eje del motor realiza generalmente un frenado estático.

A V I S O

Cuando el freno de retención se incluye en una cadena de seguridad, un convertidor de frecuencia no puede proporcionar un control seguro de un freno mecánico.

- Incluya un sistema de circuitos redundante para el control de freno en la instalación general.

3.7.2 Frenado dinámico

El frenado dinámico se establece por:

- 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 P3.2.1 Activar chopper de frenado = [1] Activar*). Ajustar el umbral en el *parámetro P3.2.2 Reducción de tensión del chopper de frenado*, con un rango de 70 V para 3 × 380-480 V.
- Freno de CA: La energía del freno se distribuye en el motor mediante la modificación de las condiciones de pérdida del motor. La función de freno de CA no puede utilizarse en aplicaciones con alta frecuencia de reseteo, ya que esto sobrecalienta el motor (*parámetro P3.2.1 Activar chopper de frenado = [1] Activar*).
- Freno de CC: Una intensidad de CC sobremodulada añadida a la intensidad de CA funciona como freno de corriente parásita (*parámetro P5.7.3 Tiempo frenado CC≠0 s*).

3.7.3 Selección de resistencias de frenado

3.7.3.1 Introducción

Para gestionar mayores demandas debidas a un frenado generador, es necesaria una resistencia de frenado. El uso de una resistencia de freno garantiza que el calor sea absorbido por esta y no por el convertidor de frecuencia.

Si no se conoce la cantidad de energía cinética transferida a la resistencia en cada periodo de frenado, calcule la potencia media a partir del tiempo de ciclo y del tiempo de frenado. El ciclo de trabajo intermitente de la resistencia es un indicador del ciclo de trabajo con el que esta funciona. Un ciclo de frenado típico se muestra en [Ilustración 13](#).

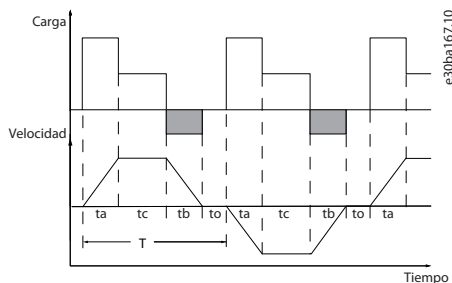


Ilustración 13: Ciclo de frenado típico

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

$$\text{Ciclo de trabajo} = t_b / T$$

t_b es el tiempo de frenado en segundos.

T = tiempo de ciclo en segundos.

Tabla 12: Frenado con nivel alto de par de sobrecarga

Rango de potencias: 0,37-22 kW (0,5-30 CV) 3 × 380-480 V	
Tiempo de ciclo (s)	120
Ciclo de trabajo de frenado al 100 % del par	Continuo
Ciclo de trabajo de frenado con exceso de par (150/160 %)	40 %

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

A V I S O

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

3.7.3.2 Cálculo de la resistencia de frenado

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

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{cc, br}^2 \times 0,83}{P_{pico}}$$

donde

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

Tal como se muestra, la resistencia de frenado depende de la tensión del enlace de CC (U_{cc}).

Tabla 13: Umbral de la resistencia de frenado

Tamaño	Freno activo $U_{cc, br}$	Advertencia antes de desconexión	Desconexión
3 x 380-480 V	770 V	800 V	800 V

El límite puede ajustarse en el *parámetro P3.2.2 Reducción de tensión del chopper de frenado*, con un intervalo de 70 V.

A V I S O

Cuanto mayor sea el valor de reducción, más rápida será la reacción a una sobrecarga del generador. Solo deberá utilizarse si hay algún problema de sobretensión en la tensión del enlace de CC.

A V I S O

Asegúrese de que la resistencia de frenado pueda admitir una tensión de 800 V.

3.7.3.3 Cálculo de la resistencia de frenado recomendada por Danfoss

Danfoss recomienda calcular la resistencia de frenado R_{rec} conforme a la siguiente fórmula. La resistencia de frenado recomendada garantiza que el convertidor sea capaz de frenar con el par máximo de frenado ($M_{br[\%]}$) del 150 %.

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{cc}^2 \times 100 \times 0,83}{P_{motor} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

El valor η_{motor} suele ser 0,80 ($\leq 7,5$ kW/10 CV); 0,85 (11–22 kW/15–30 CV).

El valor η_{VLT} suele ser 0,97.

Para el iC2-Micro Frequency Converters, el valor de R_{rec} a un par de frenado del 150 % se escribe de la siguiente manera:

$$480V : R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}} [\Omega]$$

para convertidores con salida de eje $\leq 7,5$ kW (10 CV).

$$480V : R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}} [\Omega]$$

para convertidores con salida de eje de 11-22 kW (15-30 CV).

A V I S O

La resistencia de freno no debería ser superior al valor recomendado por Danfoss. En resistencias de freno con un valor en ohmios más alto, tal vez no se consiga el par de frenado del 150 % porque el convertidor puede desconectarse por motivos de seguridad. La resistencia debe ser superior a R_{min} .

A V I S O

En caso de producirse un cortocircuito en el transistor de freno, evite la disipación de potencia en la resistencia de freno utilizando un contactor o conmutador de alimentación para desconectar de la red el convertidor. El convertidor puede controlar el contactor.

A V I S O

No toque nunca la resistencia de freno, ya que puede calentarse durante el frenado. Para evitar el riesgo de incendio, coloque la resistencia de freno en un entorno seguro.

3.7.4 Control con función de freno

El freno está protegido contra cortocircuitos en la resistencia de freno y el transistor de freno está controlado para garantizar la detección de cortocircuitos en el transistor. Puede utilizarse una salida digital / de relé para proteger la resistencia de freno de sobrecargas causadas por fallos en el convertidor.

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 P3.3.3 Límite de potencia de la resistencia de freno*.

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

El control de la potencia de frenado no es una función de seguridad. Se necesita un conmutador térmico para evitar que la potencia de frenado supere el límite. El circuito de resistencia de frenado no tiene protección de fuga a tierra.

El control de sobretensión (OVC) (resistencia de freno exclusiva) puede seleccionarse como función de freno alternativa en el *parámetro P2.3.1 Activar controlador sobretensión*. Esta función está activada para todas las unidades. La función asegura que se pueda evitar una desconexión si aumenta la tensión del enlace de CC. Esto se realiza incrementando la frecuencia de salida para limitar la tensión del enlace de CC. Es una función útil, por ejemplo, si el tiempo de desaceleración es demasiado corto para evitar la desconexión del convertidor. En esta situación, se amplía el tiempo de desaceleración.

A V I S O

El OVC puede activarse cuando está funcionando un motor PM (cuando el *parámetro P4.2.1.1 Tipo de motor* está ajustado en [1] PM, SPM no saliente).

4 Especificaciones

4.1 Datos eléctricos

4.1.1 Alimentación de red 1 × 200-240 V CA

Tabla 14: Alimentación de red 1 × 200-240 V CA

Sobrecarga normal del 150 % durante 1 minuto				
Convertidor	02A2	04A2	06A8	09A6
Salida típica de eje (kW)	0,37	0,75	1,5	2,2
Salida típica de eje (CV)	0,5	1,0	2,0	3,0
Clasificación de protección del alojamiento IP20	MA01c	MA01c	MA02c	MA02a
Intensidad de salida				
Continua (a 3 × 200-240 V CA) [A]	2,2	4,2	6,8	9,6
Intermitente (3 × 200-240 V CA) [A]	3,3	6,3	10,2	14,4
Dimensión máxima del cable				
(Alimentación y motor) [mm ² /AWG]	4/10			
Intensidad de entrada máxima				
Continua (1 × 200-240 V) [A]	6,1	11,6	18,7	26,4
Intermitente (1 × 200-240 V) [A]	8,3	15,6	26,4	37
Entorno				
Pérdida de potencia [W] ⁽¹⁾	16	31	46	61
Rendimiento [%] ⁽¹⁾	97,5	97,6	97,6	97,9

¹ El valor se mide al 100 % de la intensidad productora de par nominal y al 90 % de la frecuencia nominal del estator del motor según lo establecido en las normas IEC 61800-9-2 y EN 50598-2.

4.1.2 Alimentación de red 3 × 380-480 V CA

Tabla 15: Fuente de alimentación de red 3×380-480 V CA, MA01a-MA02a

Sobrecarga normal del 150 % durante 1 minuto						
Convertidor	01A2	02A2	03A7	05A3	07A2	09A0
Salida típica de eje (kW)	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0
Salida típica de eje (CV)	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5
Clasificación de protección del alojamiento IP20	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a
Intensidad de salida						
Continua (3×380-440 V) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0
Intermitente (3×380-440 V) [A]	1,8	3,3	5,6	8,0	10,8	13,7
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2

Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	1,7	3,2	5,1	7,2	9,5	12,3
Dimensión máxima del cable						
(Alimentación y motor) [mm ² /AWG]	4/10					
Intensidad de entrada máxima						
Continua (3×380-440 V) [A]	1,9	3,5	5,9	8,5	11,5	14,4
Intermitente (3×380-440 V) [A]	2,6	4,7	8,7	12,6	16,8	20,2
Continua (3 × 440-480 V) [A]	1,7	3,0	5,1	7,3	9,9	12,4
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	2,3	4,0	7,5	10,8	14,4	17,5
Entorno						
Pérdida de potencia [W] ⁽¹⁾	17	25	34	48	58	74
Rendimiento [%] ⁽¹⁾	97,3	97,8	98,0	98,3	98,5	98,3

¹ El valor se mide al 100 % de la intensidad productora de par nominal y al 90 % de la frecuencia nominal del estator del motor según lo establecido en las normas IEC 61800-9-2 y EN 50598-2.

Tabla 16: Fuente de alimentación de red 3 × 380-480 V CA MA03a-MA05a

Sobrecarga normal del 150 % durante 1 minuto						
Convertidor	12A0	15A5	23A0	31A0	37A0	43A0
Salida típica de eje (kW)	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Salida típica de eje (CV)	7,5	10	15	20	25	30
Clasificación de protección del alojamiento IP20	MA03a	MA03a	MA04a	MA04a	MA05a	MA05a
Intensidad de salida						
Continua (3 × 380-440 V) [A]	12	15,5	23	31	37	43
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	18	23,5	34,5	46,5	55,5	64,5
Continua (3 × 440-480 V) [A]	11	14	21	27	34	40
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	16,5	21,3	31,5	40,5	51	60
Dimensión máxima del cable						
(Alimentación y motor) [mm ² /AWG]	4/10		16/6			
Intensidad de entrada máxima						
Continua (3 × 380-440 V) [A]	19,2	24,8	33	42	34,7	41,2
Intermitente (3 × 380-440 V) [A]	27,4	36,3	47,5	60	49	57,6
Continua (3 × 440-480 V) [A]	16,6	21,4	29	36	31,5	37,5
Intermitente (3 × 440-480 V) [A]	23,6	30,1	41	52	44	53

Entorno						
Pérdida de potencia [W] ⁽¹⁾	104	127	213	285	_(2)	_(2)
Rendimiento [%] ⁽¹⁾	98,3	98,4	98,2	98,3	_(2)	_(2)

¹ El valor se mide al 100 % de la intensidad productora de par nominal y al 90 % de la frecuencia nominal del estator del motor según lo establecido en las normas IEC 61800-9-2 y EN 50598-2.

² Los datos de MA05a estarán disponibles en la próxima versión.

4.2 Especificaciones técnicas generales

4.2.1 Protección y funciones

- Protección termoelectrónica del motor contra sobrecargas.
- El control de la temperatura del disipador garantiza la desconexión del convertidor de frecuencia en caso de sobretemperatura.
- El convertidor está protegido frente a cortocircuitos entre los terminales U, V y W del motor.
- Cuando falta una fase del motor, el convertidor se desconecta y genera un fallo.
- Cuando falta una fase de red, el convertidor se desconecta o emite una advertencia (en función de la carga).
- El control de la tensión del enlace de CC garantiza que el convertidor se desconecte cuando la tensión de enlace de CC es demasiado baja o demasiado elevada.
- El convertidor de frecuencia está protegido contra fallos de conexión a tierra en los terminales U, V y W del motor

4.2.2 Lado de red

Tabla 17: Alimentación de red

Función	Datos
Tensión de alimentación	1 × 200-240 V CA ±10 %, -15 % con rendimiento de par reducido, en función del tipo de motor.
	3 × 380-480 V CA ±10 %, -15 % con rendimiento de par reducido, en función del tipo de motor.
Tipos de red	TN, TT, IT, redes en triángulo conectadas a tierra. Para obtener más información, consulte el apartado 7.3.1 Tipos de red . Para obtener más información sobre los parámetros relacionados con los tipos de red, consulte la guía de aplicación.
Frecuencia de alimentación	50/60 Hz ±5 %
Máximo desequilibrio transitorio entre fases de red	3 % de la tensión nominal, en función de la impedancia de la red.
Factor de potencia real (λ)	≥0,9 nominal con carga nominal
Factor de potencia de desplazamiento	Prácticamente uno (>0,98)
Activación de la alimentación de entrada desde un convertidor descargado	MA01a-MA03a: Dos veces por minuto, como máximo
	MA04a-MA05a: Una vez por minuto, como máximo
Entorno	Categoría de sobretensión III / Grado de contaminación 2

4.2.3 Salida del motor y datos del motor

Tabla 18: Salida del motor (U, V y W)

Función	Datos
Tensión de salida	0-100 % de la tensión de alimentación
Frecuencia de salida ⁽¹⁾	Motor de inducción <ul style="list-style-type: none"> • 0–200 Hz (modo VVC++) • 0–500 Hz (modo U/f) Motor PM <ul style="list-style-type: none"> • 0–400 Hz (modo VVC++)
Resolución de frecuencia	0,001 Hz
Conmutación en la salida	±0,003 Hz

¹ Depende de la tensión, la corriente y el modo de control.

4.2.4 Características de par

Tabla 19: Características de par

Función	Datos
Par de sobrecarga	150 % durante 60 s cada 10 min
Par de sobrecarga en el arranque	200 % durante 1 s
Tiempo de subida de par (VVC++)	50 ms

4.2.5 E/S de control

Este capítulo cubre las especificaciones generales de las E/S de control.

La configuración estándar de iC2-Micro Frequency Converters es:

- 4 entradas digitales.
- 1 E/S digital (el usuario selecciona la entrada o salida digital).
- 2 entradas analógicas (tensión o intensidad).
- 1 salida analógica (intensidad).
- 1 salida de relé (NC/NA).
- Referencia de 24 V y 10 V para E/S digitales y analógicas.

Todas las entradas y salidas de control tienen aislamiento galvánico PELV respecto a la tensión de alimentación y al resto terminales de tensión alta, a menos que se especifique lo contrario.

4.2.5.1 Entrada digital y de pulsos

Las entradas y salidas de control tienen aislamiento galvánico PELV respecto a la tensión de alimentación y al resto de terminales de tensión alta, a menos que se especifique lo contrario.

Tabla 20: Entrada digital y de pulsos

Función	Datos	
Número de terminal	T13, T14, T15 ⁽¹⁾ , T17 y T18 ⁽²⁾ .	
Entrada digital	Lógica	PNP o NPN seleccionables
	Niveles de tensión	0/24 V

Función		Datos
	PNP	<ul style="list-style-type: none"> «0»: <5 V CC «1»: >11 V CC
	NPN	<ul style="list-style-type: none"> «0»: >19 V CC «1»: <13 V CC
	Tensión máxima permitida	28 V CC
	Resistencia de entrada	Aproximadamente 4 kΩ
Entrada de termistor	PTC ⁽³⁾	Según DIN 44081/DIN 44082
Entrada de pulsos	Rango de frecuencia de pulsos	4 Hz-32 kHz
	Ciclo de trabajo mínimo	40 %
	Precisión	1 % de la escala completa

¹ T15 se puede seleccionar como entrada digital, salida digital o salida de pulsos. El ajuste predeterminado es entrada digital.

² T18 también se pueden utilizar para la entrada de pulsos.

³ Para la conformidad con PELV será necesario un aislamiento externo del sensor.

4.2.5.2 Salida digital y de pulsos

Las entradas y salidas de control tienen aislamiento galvánico PELV respecto a la tensión de alimentación y al resto de terminales de tensión alta, a menos que se especifique lo contrario.

Tabla 21: Salida digital y de pulsos

Función		Datos
Número de terminal		T15 ⁽¹⁾
Salida digital (24 V)	Nivel de tensión	0/24 V
	Carga máxima de salida (disipador/fuente)	40 mA
	Rango de frecuencia - Salida de pulsos	4 Hz-32 kHz
	Carga máxima	1 kΩ
	Carga capacitiva máxima a frecuencia máxima	10 nF
	Precisión de la salida de pulsos	0,1 % de la escala completa
	Resolución de la salida de pulsos	10 bits

¹ T15 se puede seleccionar como entrada digital, salida digital o salida de pulsos. El ajuste predeterminado es entrada digital.

4.2.5.3 Entrada analógica

Las entradas y salidas de control tienen aislamiento galvánico PELV respecto a la tensión de alimentación y al resto de terminales de tensión alta, a menos que se especifique lo contrario.

Tabla 22: Entrada analógica

Función	Datos
Número de terminal	T33 y T34
Modo de entrada	Corriente o tensión ⁽¹⁾

Función	Datos
Modo de tensión	<ul style="list-style-type: none"> Rango de tensión: 0-10 V (escalable) Impedancia de entrada 10 kΩ Tensión máxima: +20 V/-12 V
Modo de intensidad	<ul style="list-style-type: none"> Intervalo de intensidad: 0/4-20 mA (escalable) Impedancia de entrada 200 Ω Corriente máxima: 30 mA
Resolución	0,1 % de la escala completa
Precisión	1 % de la escala completa
Ancho de banda	100 Hz

¹ La selección se realiza en el software. Para obtener más información, consulte la guía de aplicación.

4.2.5.4 Salida analógica

Las entradas y salidas de control tienen aislamiento galvánico PELV respecto a la tensión de alimentación y al resto de terminales de tensión alta, a menos que se especifique lo contrario.

Tabla 23: Salida analógica

Función	Datos
Número de terminal	T31
Rango de salida: Intensidad	0/4-20 mA
Resistencia de carga máxima a GND (conexión a tierra)	500 Ω
Resolución	0,1 % de la escala completa
Precisión	1 % de la escala completa

4.2.5.5 Relay Output (Salida de relé)

Los relés proporcionan aislamiento PELV para la tensión de alimentación, otros terminales de alta tensión y control de baja tensión.

Tabla 24: Salida de relé

Función	Datos
Número de terminal	01, 02 y 03
Configuración de relés	SPDT (NA/NC)
Carga máxima del terminal (CA-1): Carga resistiva	250 V CA, 2 A
Carga máxima del terminal (CA-15): Carga inductiva con $\cos\phi=0,4$	250 V CA, 0,2 A
Carga máxima del terminal (CC-1): Carga resistiva	30 V CC, 2 A
Carga máxima del terminal (CC-13): Carga inductiva	24 V CC, 0,1 A
Carga mínima	<ul style="list-style-type: none"> 24 V CC, 10 mA 24 V CA, 20 mA

4.2.5.6 Tensiones auxiliares

Las salidas de tensión auxiliar se utilizan como referencia para las entradas analógicas y digitales.

Tabla 25: Tensiones auxiliares

Función		Datos
Salida de 10 V	Tensión de salida	+10,5 V \pm 0,5 V
	Carga máxima	25 mA
Salida de 24 V	Tensión de salida	+24 V \pm 20 %
	Carga máxima	100 mA

4.2.6 Comunicación serie RS485

Tabla 26: Comunicación serie RS485

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

Para obtener más información sobre la comunicación RS485 y su configuración, consulte la Guía de aplicación de iC2-Micro Frequency Converters.

4.2.7 Condiciones ambientales

Los iC2-Micro Frequency Converters están diseñados para su instalación y uso en entornos protegidos contra la intemperie. Las clasificaciones de protección disponibles son:

- IP20 / Tipo abierto
- IP21/UL Tipo 1 (kit de conversión IP21/Tipo 1 opcional)

Los entornos utilizados como referencia para los criterios de diseño se describen en las normas IEC 60721-3-1:2019, IEC 60721-3-2:2018 e IEC 60721-3-3:2019, a menos que se especifique lo contrario.

Se dan las condiciones para:

- Almacenamiento (consulte el apartado [4.2.7.1 Condiciones ambientales durante el almacenamiento](#))
- Transporte (consulte el apartado [4.2.7.2 Condiciones ambientales durante el transporte](#))
- Funcionamiento (consulte el apartado [4.2.7.3 Condiciones ambientales durante el funcionamiento](#))

4.2.7.1 Condiciones ambientales durante el almacenamiento

Tabla 27: Condiciones ambientales durante el almacenamiento

Función	Datos
Temperatura ambiente	-25°...+65 °C (-13°...+149 °F)
Condiciones climáticas	1K21, máxima 95 % sin condensación
Sustancias químicamente activas	1C2
Partículas sólidas (partículas no conductoras/únicamente polvo)	1S11
Vibración	1M11
Impacto	1M11
Ambiente biológico	1B1

4.2.7.2 Condiciones ambientales durante el transporte

Tabla 28: Condiciones ambientales durante el transporte

Función	Datos
Temperatura ambiente	-25°...+70 °C (-13°...+158 °F)
Condiciones climáticas	2K11, máxima 95 % sin condensación
Sustancias químicamente activas	2C2
Partículas sólidas (partículas no conductoras o solamente polvo)	2S5
Vibración	2M5
Impacto	2M4
Ambiente biológico	2B1

4.2.7.3 Condiciones ambientales durante el funcionamiento

Tabla 29: Condiciones ambientales durante el funcionamiento

Función	Datos
Temperatura ambiente	-10°...+50 °C (14°...+122 °F)
	Con reducción de potencia: -20°...+55 °C (-4°...+131 °F)
Condiciones climáticas	3K22, máxima 95 % sin condensación ⁽¹⁾
Sustancias químicamente activas	C3
Partículas sólidas (partículas no conductoras/polvo)	3S6
Vibración	3M11
Impacto	3M11
Ambiente biológico	3B1
Altitud máx. sobre el nivel del mar	Sin reducción de potencia: 1000 m (3280 ft)
	Con reducción de potencia: 1000-4000 m (3280-13 123 ft) con reducción de potencia.
	Se admite una altura máxima de 4000 m (13 123 ft) para convertidores trifásicos en relación con PELV para sistemas TN y TT. Se admite una altitud máxima de 2000 m (6562 ft) para los sistemas Delta y TI.

¹ Asegúrese de que la tasa máxima de cambio de temperatura sea de 0,1 °C/min (0,18 °F/min) para evitar la condensación.

4.3 Fusibles y magnetotérmicos

Para una protección adecuada del cable de instalación y del convertidor de frecuencia, deben utilizarse fusibles y/o magnetotérmicos. Si se produce un cortocircuito, los fusibles y los magnetotérmicos protegen el cable de alimentación y limitan los daños al convertidor de frecuencia y a los componentes conectados al mismo.

Cuando utilice magnetotérmicos, tenga en cuenta la limitación de la capacidad de cortocircuito de la fuente de alimentación y siga las instrucciones de instalación del fabricante. La clasificación de cortocircuito debe ser conforme a los valores indicados en el apartado [Tabla 30](#).

Deben seguirse las recomendaciones en materia de fusibles y magnetotérmicos para cumplir con las normativas pertinentes. Si no se siguen las recomendaciones y surgen problemas, la garantía puede verse afectada. Para obtener más información, póngase en contacto con Danfoss.

Tabla 30: Fusibles y magnetotérmicos

iC2-Micro	Sin armario					Con armario			
	Fusibles UL				Fusibles CE	Magneto-térmico UL	Magneto-térmico CE	Tamaño del armario de pruebas [Altura x Anchura x Profundidad] [mm (pulgadas)]	Volumen mínimo del armario [L]
kW (CV)	RK1	T	J	CC	gG	Nivel de desconexión máximo ABB MS165	Nivel de desconexión máximo Eaton PKZM4		
Corriente de fallo estándar SCCR	5 kA	5 kA			5 kA	5 kA	5 kA		
Corriente de fallo alta, SCCR	–	100 kA			–	65 kA	–		
1x200-240 V									
0,37 (0,5)	25 A				25 A	25 A	25 A	500 x 400 x 260 (19,7 x 15,7 x 10,2)	52
0,75 (1,0)									
1,5 (2,0)	35 A				35 A	32 A	32 A		
2,2 (3,0)	40 A				50 A	42 A	50 A		
3x380-480 V									
0,37 (0,5)	15 A				16 A	16 A	16 A	500 x 400 x 260 (19,7 x 15,7 x 10,2)	52
0,75 (1,0)									
1,5 (2,0)									
2,2 (3,0)	30 A				40 A	32 A	32 A		
3,0 (4,0)									
4,0 (5,5)									
5,5 (7,5)	40 A				40 A	42 A	40 A		
7,5 (10)									
11 (15)	60 A				63 A	65 A	63 A	800 x 400 x 300 (31,5 x 15,7 x 11,8)	96
15 (20)									

4.4 Conectores de alimentación

Para garantizar un funcionamiento correcto, observe las dimensiones de la sección transversal, la longitud de desferrado y los pares de apriete.

Las dimensiones se aplican tanto a cables sólidos como trenzados. Los convertidores de frecuencia están diseñados para su uso con cables de cobre para una temperatura nominal de 70 °C (158 °F). A menos que se indique lo contrario, la temperatura ambiente del convertidor de frecuencia coincide con la clasificación del cable. Los cables de aluminio se pueden utilizar a partir de 35 mm². Las conexiones adecuadas deben fijarse eliminando la capa de óxido y aplicando compuesto para juntas.

A V I S O

El uso de un cable con la sección transversal máxima permitida requiere más esfuerzo durante la instalación.

Tabla 31: Dimensionamiento del cable de alimentación

Tamaño del alojamiento	Terminal	Sección transversal [mm ² (AWG)]	Par [Nm (lb-in)]	Longitud de desforrado [mm (in)]	Tipo de conector	Tipo tornillo/terminal
MA01c	Conexión de red, motor y CC	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Bloque de terminales	Ranura
	Relé del cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Bloque de terminales	Ranura
MA02c	Conexión de red, motor y CC	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Bloque de terminales	Ranura
	Relé del cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Bloque de terminales	Ranura
MA01a	Red eléctrica y motor	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Bloque de terminales	Ranura
	Conexión de CC	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Receptáculos rectos	–
	Relé del cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Bloque de terminales	Ranura
MA02a	Red eléctrica y motor	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Bloque de terminales	Ranura
	Freno ⁽¹⁾ y conexión de CC	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Receptáculos rectos	–
	Relé del cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Bloque de terminales	Ranura
MA03a	Red eléctrica y motor	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Bloque de terminales	Ranura
	Freno y conexión de CC	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Receptáculos rectos	–
	Relé del cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Bloque de terminales	Ranura
MA04a	Alimentación	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Bloque de terminales	Ranura
	Conexión de motor, freno y CC	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Bloque de terminales	Ranura
	Relé del cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Bloque de terminales	Ranura
MA05a	Alimentación	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Bloque de terminales	Ranura
	Conexión de motor, freno y CC	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Bloque de terminales	Ranura
	Relé del cliente	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Bloque de terminales	Ranura

¹ Para MA02a, solo 3 convertidores de 380–480 V tienen función de freno

4.5 Ruido acústico

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

- Bobinas de enlace de CC.
- El ventilador incorporado.
- La bobina de choque del filtro RFI.

Valores típicos calculados a una distancia de 1 m (3,3 ft) de la unidad:

Tabla 32: Valores habituales calculados

Tamaño del alojamiento	Velocidad máxima del ventilador [dBA]
MA01c	–
MA02c	45,9
MA01a	39,8
MA02a	54,1
MA03a	59,5
MA04a	63,8
MA05a	68,7

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.

4.6 Niveles de conformidad EMC

Los convertidores de frecuencia se han diseñado y comprobado de conformidad con las normas EMC correspondientes. El nivel de rendimiento depende del convertidor de frecuencia y del nivel de conformidad EMC seleccionado.

Los niveles de conformidad EMC se prueban en las siguientes condiciones:

- El convertidor de frecuencia (con opciones, si procede).
- Cables de control y comunicación apantallados.
- Control externo con E/S digital y control analógico.
- Motor único conectado con cable apantallado para la prueba de emisión y cable no apantallado para la prueba de inmunidad.
- Cables de carga compartida y de freno.
- Configuración estándar del convertidor de frecuencia.

A V I S O

Según la Directiva EMC, un sistema se define como una combinación de varios tipos de equipos, productos acabados y/o componentes combinados, diseñados y/o ensamblados por la misma persona (fabricante del sistema) con el fin de comercializarse para su distribución como una única unidad funcional para un usuario final, además de instalarse y funcionar conjuntamente en el desempeño de una tarea específica.

La directiva EMC se aplica a productos/sistemas e instalaciones, pero en caso de que la instalación esté formada por productos/sistemas con marcado CE, la instalación también puede considerarse conforme con la Directiva EMC. Las instalaciones no cuentan con el marcado CE.

De acuerdo con la Directiva EMC, Danfoss, como fabricante de productos/sistemas, es responsable de cumplir los requisitos esenciales de la Directiva EMC y de adjuntar el marcado CE. En el caso de aquellos sistemas que impliquen una carga compartida y otros terminales de CC, Danfoss solo puede garantizar el cumplimiento de la Directiva EMC cuando se conecten combinaciones de productos Danfoss del modo descrito en la documentación técnica.

Si se instala en entornos residenciales y no cumple con la clase C1, es posible que el convertidor de frecuencia no proporcione la protección adecuada para la recepción de radio en dichas ubicaciones.

- En tales casos, pueden ser necesarias medidas de mitigación adicionales, por ejemplo, el uso de un apantallamiento o el aumento de la distancia entre los productos afectados.

4.6.1 Requisitos en materia de emisiones

De acuerdo con la norma EN/IEC 61800-3 de productos EMC para convertidores de frecuencia, los requisitos EMC dependen del uso previsto del convertidor. La norma de productos EMC define cuatro categorías diferentes. Las definiciones de las cuatro categorías, junto con los requisitos en materia de emisiones conducidas de la tensión de alimentación, se proporcionan en la [Tabla 33](#).

Tabla 33: Requisitos en materia de emisiones

Clase de conformidad	Uso previsto del convertidor
C1	Convertidores de frecuencia instalados en el 1.º ambiente (hogar y oficina) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.
C2	Convertidores de frecuencia instalados en el 1.º ambiente (hogar y oficina) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V, que no son ni enchufables ni desplazables y que están previstos para su instalación y su puesta en marcha por profesionales.
C3	Convertidores de frecuencia instalados en el 2.º ambiente (industrial) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.
C4	Convertidores de frecuencia instalados en el 2.º ambiente (industrial) con una tensión de alimentación igual o superior a 1000 V o una intensidad nominal igual o superior a 400 A o previstos para su uso en sistemas complejos.

Los convertidores están diseñados para estar conformes con 1 de las siguientes 4 categorías, definidas en la norma sobre productos EMC, EN/IEC 61800-3.

4.6.2 Requisitos de inmunidad EMC

Los requisitos de inmunidad para convertidores de frecuencia dependen del entorno en 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. Por consiguiente, también cumplen los requisitos mínimos de los entornos domésticos y de oficina, con un amplio margen de seguridad.

Para documentar la inmunidad ante transitorios de ráfagas provocados por fenómenos eléctricos, se han realizado las siguientes pruebas de inmunidad en un sistema compuesto por:

- Un convertidor de frecuencia (con opciones, si procede).
- Un cable de control apantallado.
- Un cuadro de mandos con potenciómetro, cable del motor y motor.

Las pruebas se realizaron de acuerdo con las siguientes normas básicas:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2) Descargas electrostáticas (ESD):** simulación de descargas electrostáticas de seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3) Inmunidad radiada:** simulación modulada en amplitud de los efectos producidos por equipos de radar y de comunicación por radio, así como por equipos de comunicaciones móviles.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4) Transitorios de ráfagas:** simulación de la interferencia causada por el acoplamiento de un contactor, un relé o un dispositivo similar.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5) Transitorios de sobretensión:** simulación de transitorios causados, por ejemplo, por la caída de rayos cerca de las instalaciones.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6) Inmunidad conducida:** simulación del efecto del equipo transmisor de radio conectado a cables de conexión.

Los requisitos de inmunidad deben respetar la norma de producto IEC 61800-3. Consulte el apartado [Tabla 34](#) para obtener más información.

Tabla 34: Inmunidad EMC

Norma de producto	61800-3				
	ESD	Inmunidad radiada	Ráfaga	Sobretensión	Inmunidad conducida
Criterios de aceptación	B	A	B	B	A
Cable de red	–	–	2 kV CN	1 kV/2 Ω DM 2 kV/12 Ω CM	10 V _{RMS}
Cable de motor	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}

Norma de producto	61800-3				
Prueba	ESD	Inmunidad radiada	Ráfaga	Sobretensión	Inmunidad conducida
Cable de freno	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Cable de carga compartida	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Cable de relé	–	–	2 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Cable de control	–	–	Longitud >2 m (6,6 pies) 1 kV CCC	Sin apantallar: 1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
Cable estándar/de field-bus	–	–	Longitud >2 m (6,6 pies) 1 kV CCC	Sin apantallar: 1 kV/42 Ω CM	10 V _{RMS}
Cable del panel de control	–	–	Longitud >2 m (6,6 pies) 1 kV CCC	–	10 V _{RMS}
Protección	4 kV CD 8 kV AD	10 V/m	–	–	–
Definiciones					
CD: descarga por contacto AD: descarga por el aire		DM: modo diferencial CM: modo común		CN: inyección directa mediante red de acoplamiento CCC: inyección mediante abrazadera de acoplamiento capacitivo	

4.7 Compatibilidad EMC y longitud del cable de motor

Basándose en diferentes tipos de filtros EMC, el convertidor de frecuencia incluye dos variantes:

- Convertidor de frecuencia con filtro EMC integrado.
- Convertidor de frecuencia con filtro ECM no integrado.

Tabla 35: Longitud del cable de motor con compatibilidad EMC

Convertidor de frecuencia con filtro EMC integrado	Longitud máxima del cable de motor (apantallado), a 4kHz	
	C1 (conducida)	C2 (conducida)
1 × 200-240 V	5 m (16,4 ft)	–
3 × 400-480 V	–	15 m (49,2 ft)

Tabla 36: Longitud máxima del cable de motor

Longitud máxima del cable de motor (apantallado)	Longitud máxima del cable de motor (sin apantallar)
50 m (164 ft)	75 m (246 ft)

- El convertidor de frecuencia con filtro EMC integrado cumple los límites C2 de emisión radiada.
- El convertidor de frecuencia con filtro EMC no integrado cumple los requisitos de emisión conducida/radiada C4.
- El convertidor de frecuencia está diseñado para funcionar con un rendimiento óptimo dentro de las longitudes máximas del cable de motor definidas en [Tabla 36](#).

4.8 Condiciones du/dt

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

- El tipo del cable de motor.
- La sección transversal del cable de motor.
- La longitud del cable de motor.
- Si el cable de motor está apantallado o no.
- La inductancia.

La inducción natural produce una sobremodulación U_{PICO} en la tensión del motor antes de que se autoestabilice en un nivel dependiente de la tensión en el enlace de CC. Tanto el tiempo de subida como la tensión pico U_{PICO} influyen en la vida útil del motor. Si la tensión pico es demasiado alta, esto afectará a los motores sin aislamiento de fase en la bobina. Cuanto más largo sea el cable de motor, mayores serán el tiempo de subida y la tensión pico.

La conmutación de los dispositivos IGBT produce tensión pico en los terminales del motor. El convertidor iC2-Micro Frequency Converters cumple con las especificaciones de la norma IEC 60034-25 con relación a motores diseñados para ser controlados mediante convertidores. El convertidor iC2-Micro Frequency Converters cumple también con la norma IEC 60034-17 relativa a los motores Norm controlados por convertidores de frecuencia.

Los siguientes datos du/dt se miden en el lado del terminal del motor con un par del 50 % para IEC:

Tabla 37: Datos du/dt para iC2-Micro Frequency Converters

Tamaño del alojamiento	Potencia [kW (hp)]	Longitud del cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [μ s]	U_{PICO} [kV]	du/dt [kV/ μ s]
MA01c	0,75 (1,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,75 (1,0)	50 (164)	1 × 240	0,286	0,618	1,73
MA02c	1,5 (2,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,5 (2,0)	50 (164)	1 × 240	0,31	0,622	1,62
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 400	0,132	0,732	4,46
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 400	0,389	1,056	2,18
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 480	0,143	0,848	4,76
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 480	0,417	1,232	2,36
MA02a	2,2 (3,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,078	0,562	5,71
MA02a	2,2 (3,0)	50 (164)	1 × 240	0,214	0,614	2,29
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 400	0,136	0,752	4,47
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 400	0,254	1,048	3,30
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 480	0,149	0,896	4,85
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 480	0,305	1,232	3,23
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 400	0,098	0,804	6,08
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 400	0,288	1,02	2,83
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 480	0,112	0,926	6,02
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 480	0,304	1,22	3,23
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3 × 400	0,144	0,71	3,96

Tamaño del alojamiento	Potencia [kW (hp)]	Longitud del cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [μ s]	U _{PICO} [kV]	du/dt [kV/ μ s]
MA04a	15 (20)	50 (164)	3 × 400	0,28	1,0	2,88
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3 × 480	0,172	0,794	3,71
MA04a	15 (20)	50 (164)	3 × 480	0,298	1,19	3,20

4.9 Reducción de potencia

Tenga en cuenta la posibilidad de utilizar la reducción de potencia si el convertidor de frecuencia se ve sometido a desafíos en algunas condiciones especiales. La reducción de potencia del convertidor incluye:

- Reducción de potencia manual
- Reducción de potencia automática

4.9.1 Reducción de potencia manual

La reducción de potencia manual debe tenerse en cuenta para:

- Presión atmosférica: para la instalación en altitudes superiores a 1000 m (3281 ft).
- Velocidad del motor: en funcionamiento continuo con r/min bajas en aplicaciones de par constante.
- Temperatura ambiente: por encima de 40 °C (104 °F); para obtener más información, consulte las siguientes ilustraciones.

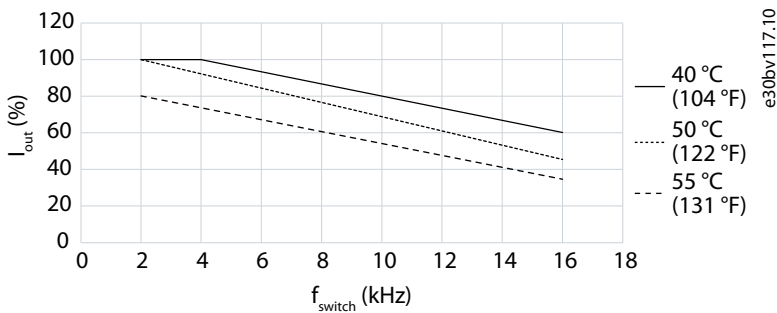


Ilustración 14: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA01c 1 × 200-240 V CA)

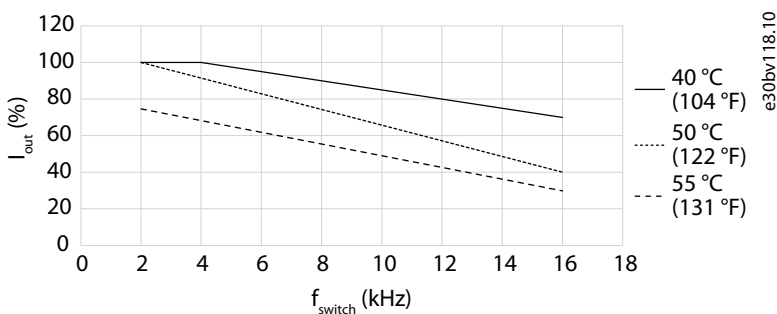


Ilustración 15: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA02c 1 × 200-240 V CA)

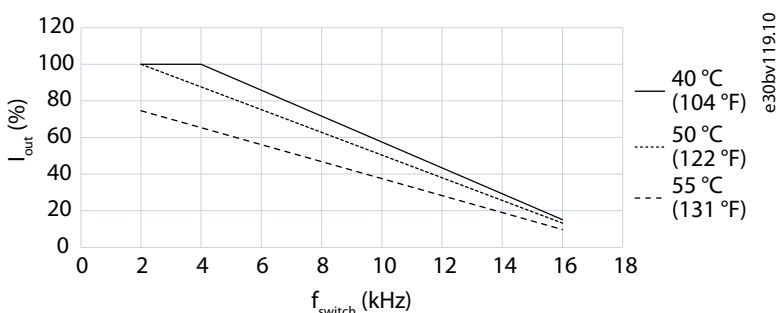


Ilustración 16: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA01a 3 × 380-480 V CA)

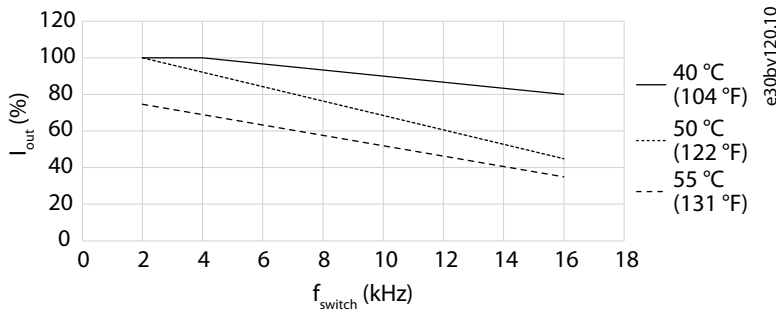


Ilustración 17: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA02a 1 × 200-240 V CA)

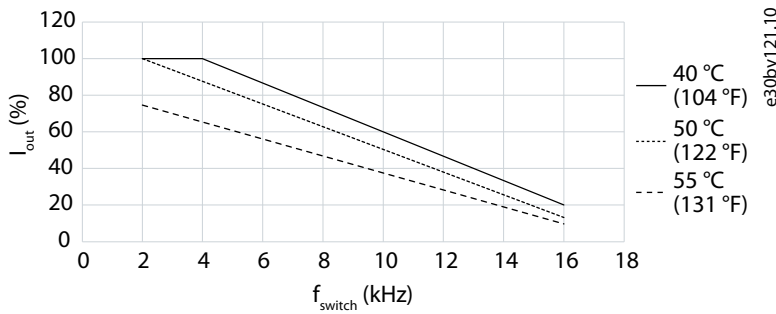


Ilustración 18: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA02a 3 × 380-480 V CA)

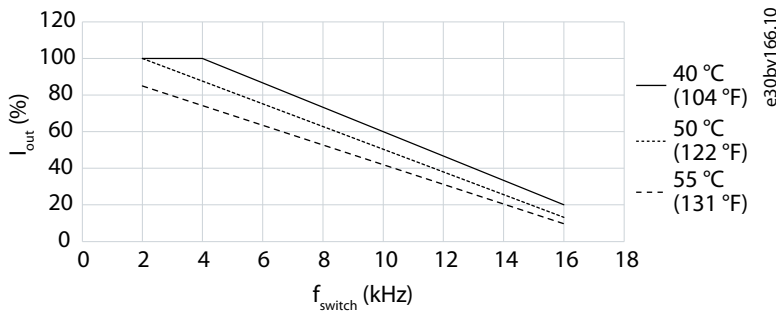


Ilustración 19: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA03a 3 × 380-480 V CA)

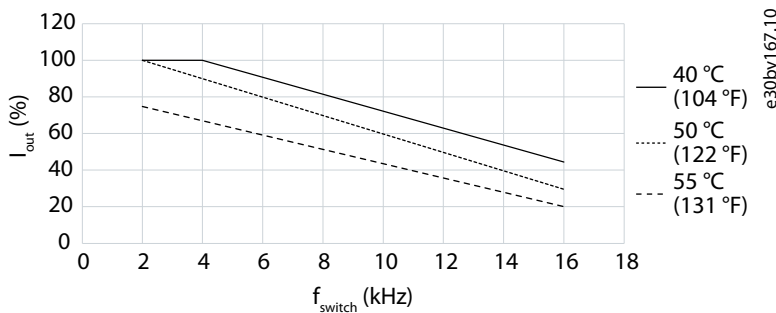


Ilustración 20: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA04a 3 × 380-480 V CA)

4.9.2 Reducción de potencia automática

Para garantizar el rendimiento en las etapas críticas, el convertidor de frecuencia comprueba constantemente los siguientes niveles críticos y ajusta la frecuencia de conmutación automáticamente.

- Temperatura alta crítica en el disipador térmico
- Carga del motor alta
- Velocidad del motor baja
- Las señales de protección (sobretensión / baja tensión, sobrecorriente, fallo de conexión a tierra y cortocircuito) están activadas.

5 Dimensiones exteriores

5.1 Tamaños y dimensiones del alojamiento IP20 / Tipo abierto

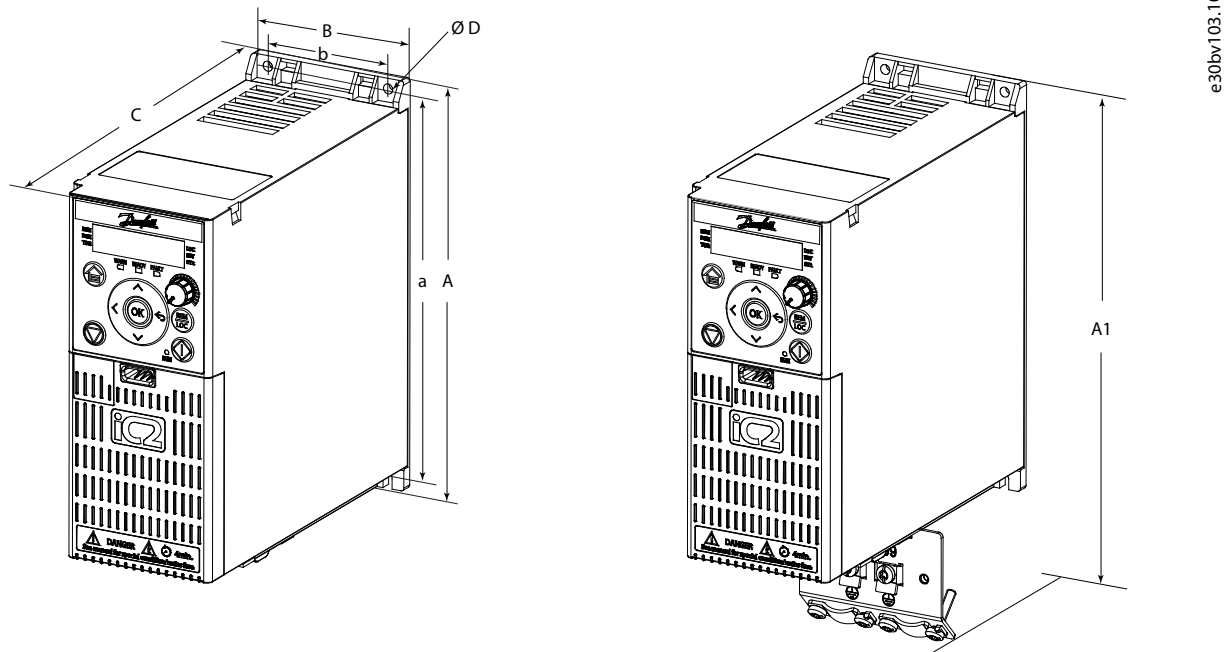


Ilustración 21: Tamaños y dimensiones del alojamiento IP20 / Tipo abierto

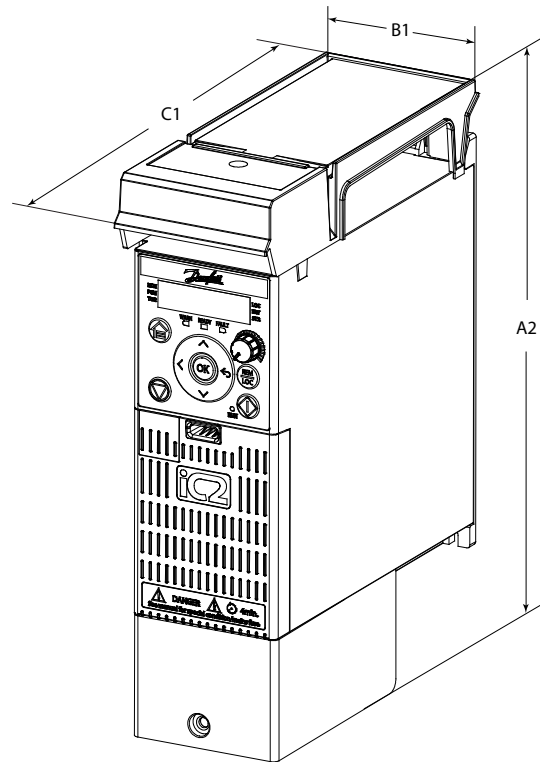
Tabla 38: Tamaños y dimensiones del alojamiento IP20 / Tipo abierto

Protección	Potencia (kW [CV])		Altura (mm [in])			Anchura (mm [in])		Profundidad [mm (pulgadas)] ⁽¹⁾	Agujeros de montaje [mm (pulg.)]
	1 x 200-240 V	3 x 380-480 V	A	A1 ⁽²⁾	a	B	b		
MA01c	0,37-0,75 (0,5-1,0)	–	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)
MA02c	1,5 (2,0)	–	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)
MA01a	–	0,37-1,5 (0,5-2,0)	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,5)	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)
MA03a	–	5,5-7,5 (7,5-10)	238,5 (9,4)	291 (11,5)	226 (8,9)	90 (3,5)	69 (2,7)	200 (7,9)	5,5 (0,22)
MA04a	–	11-15 (15-20)	292 (11,5)	365,5 (14,4)	272,4 (10,7)	125 (4,9)	97 (3,8)	244,5 (9,6)	7 (0,28)

¹ El potenciómetro del panel de control local se extiende 6,5 mm (0,26 pulgadas) desde el convertidor.

² Placa de desacoplamiento incluida.

5.2 Tamaños y dimensiones del alojamiento IP21/UL Tipo 1



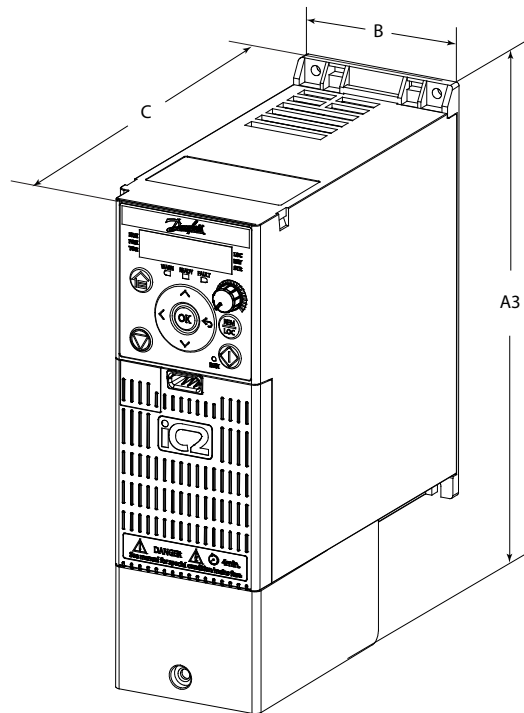
e30bv104.10

Ilustración 22: Tamaños y dimensiones del alojamiento IP21/UL Tipo 1

Tabla 39: Tamaños y dimensiones del alojamiento IP21/UL Tipo 1

Protección	Potencia (kW [CV])		Altura (mm [in])	Anchura de la cubierta superior [mm (pulgadas)]	Profundidad [mm (in)]
	1 × 200-240 V	3 × 380-480 V			
MA01c	0,37-0,75 (0,5-1,0)	–	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)
MA02c	1,5 (2,0)	–	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)
MA01a	–	0,37-1,5 (0,5-2,0)	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,5)	255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)
MA03a	–	5,5-7,5 (7,5-10)	298 (11,7)	98 (3,9)	210 (8,3)
MA04a	–	11-15 (15-20)	381,5 (15,0)	133 (5,2)	255 (10,0)

5.3 Tamaños y dimensiones del alojamiento NEMA 1



e30bv105.10

Ilustración 23: Tamaños y dimensiones del alojamiento NEMA 1

Tabla 40: Tamaños y dimensiones del alojamiento NEMA 1

Protección	Potencia (kW [CV])		Altura (mm [in])	Anchura (mm [in])	Profundidad [mm (pulgadas)] ⁽¹⁾
	1 × 200-240 V	3 × 380-480 V			
MA01c	0,37-0,75 (0,5-1,0)	–	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	1,5 (2,0)	–	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	–	0,37-1,5 (0,5-2,0)	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2-4,0 (3,0-5,5)	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)
MA03a	–	5,5-7,5 (7,5-10)	283 (11,1)	90 (3,5)	200 (7,9)
MA04a	–	11-15 (15-20)	352,5 (13,9)	125 (4,9)	244,5 (9,6)

¹ El potenciómetro del panel de control local se extiende 6,5 mm (0,26 pulgadas) desde el convertidor.

6 Consideraciones sobre la instalación mecánica

6.1 Contenido del envío

El envío incluye:

- El convertidor.
- La tapa de terminales.
- La guía de funcionamiento, que proporciona información sobre la instalación, la puesta en servicio y el mantenimiento del convertidor de frecuencia.

6.2 Etiquetas de los productos

El convertidor de frecuencia y su paquete cuentan con etiquetas que contienen información necesaria por motivos jurídicos o normativos, una identificación única de cada componente y otra información relevante.

6.2.1 Etiquetas de los productos en los convertidores de frecuencia

La etiqueta del producto en el convertidor de frecuencia contiene información para la identificación del producto, así como información jurídica y reglamentaria. Consulte el apartado [Tabla 41](#) para conocer la ubicación de la etiqueta del convertidor.

Tabla 41: Ubicación de la etiqueta

Tamaño del alojamiento	Ubicación de la etiqueta
MA01c-MA02c	En el lateral del convertidor.
MA01a-MA05a	En la parte superior del convertidor.

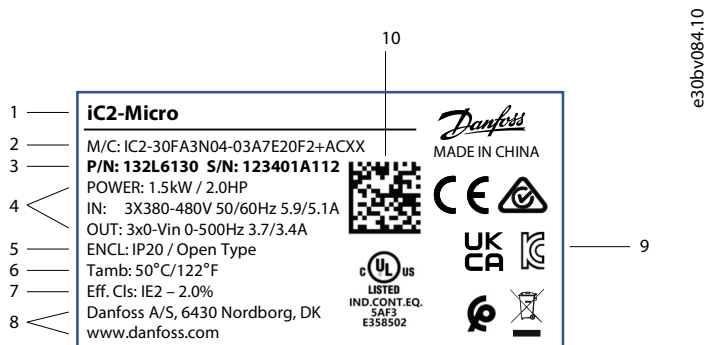


Ilustración 24: Ejemplo de una etiqueta de producto

Guía de diseño

<p>1 Nombre del producto</p> <p>2 Código del modelo: M/C incluye 27 caracteres del código de modelo.</p> <p>3 P/N y S/N</p> <ul style="list-style-type: none"> • P/N es el código numérico del producto real. • S/N contiene el número de serie. <p>4 Potencia de salida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La primera línea indica la clasificación de potencia del motor con las tensiones de referencia. • La segunda línea indica los valores nominales de entrada (intervalo de tensión, frecuencia e intensidad de entrada con unas tensiones de entrada determinadas). • La tercera línea indica los valores nominales de salida (intervalo de tensión, frecuencia e intensidades nominales de salida con la tensión de entrada especificada). <p>5 Protección: Indica la clasificación de protección del convertidor, tanto la clasificación de protección contra entrada como la clasificación de conformidad con UL.</p>	<p>6 Temperatura ambiente: Indica el rango de temperatura ambiente sin necesidad de reducción de potencia.</p> <p>7 Clase de rendimiento: Clase de rendimiento según la directiva ErP. El valor ofrecido para un punto de funcionamiento con un 90 % de frecuencia/100 % de intensidad.</p> <p>8 Nombre, dirección y sitio web de la empresa.</p> <p>9 Advertencias e información sobre conformidad.</p> <p>10 Código 2D: El código 2D contiene información sobre el convertidor de frecuencia y puede leerse con las herramientas MyDrive®. El código contiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P/N: Código numérico. • S/N: Número de serie.
--	---

6.2.2 Etiquetas del paquete

La etiqueta del paquete se encuentra en el embalaje del convertidor de frecuencia y contiene información sobre este.

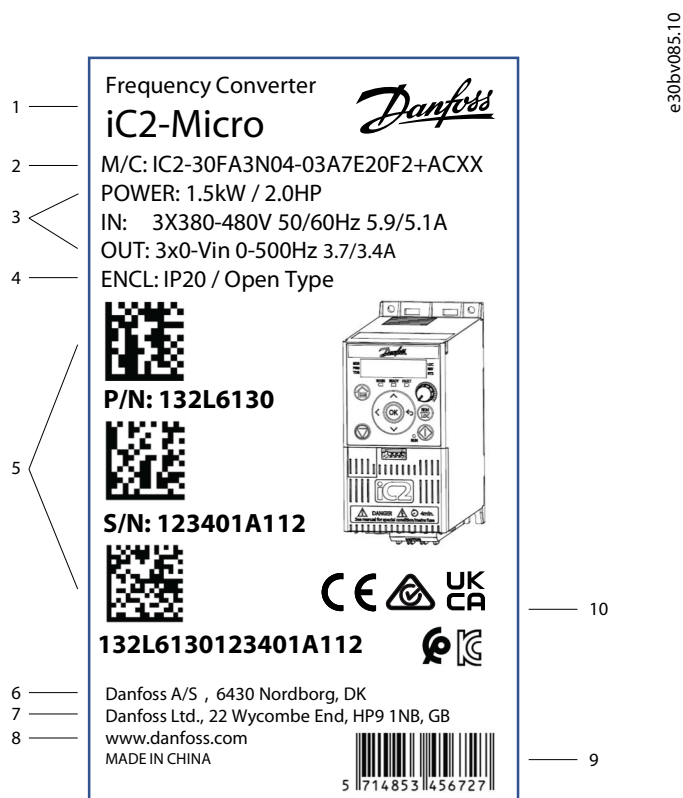


Ilustración 25: Ejemplo de etiqueta del paquete

1	Nombre del producto	6	Nombre y dirección de la empresa.
2	Código del modelo: M/C incluye 27 caracteres del código de modelo.	7	Dirección UKAC.
3	Potencia de salida: <ul style="list-style-type: none"> La 1ª línea indica la clasificación de potencia del motor con las tensiones de referencia. La 2ª línea indica los valores nominales de entrada (intervalo de tensión, frecuencia e intensidad de entrada con unas tensiones de entrada determinadas). La 3ª línea indica los valores nominales de salida (intervalo de tensión, frecuencia e intensidades nominales de salida con la tensión de entrada especificada). 	8	Sitio web de la empresa.
4	Protección: Indica la clasificación de protección del convertidor, tanto la clasificación de protección contra entrada como la clasificación de conformidad con UL.	9	Código de barras para el número de artículo europeo (EAN).
5	Código 2D con información sobre el pedido.	10	Marcado de homologación necesario en el embalaje (más marcados de homologación en el convertidor).


6.3 Eliminación recomendada

Cuando el convertidor de frecuencia llega al final de su vida útil, sus componentes principales pueden reciclarse.

Antes de poder retirar los materiales, se debe desmontar el convertidor. Las piezas y los materiales del producto pueden desmontarse y separarse. Por lo general, todos los metales, como el acero, el aluminio, el cobre y sus aleaciones, así como los metales preciosos, son materiales reciclables. Los plásticos, el caucho y el cartón se pueden utilizar para la recuperación de energía. Las placas de circuitos impresos y los condensadores electrolíticos de gran tamaño con un diámetro inferior a 25 mm (1 pulgada) necesitan un tratamiento posterior de acuerdo con la norma IEC 62635. Para facilitar el reciclaje, las piezas de plástico están marcadas con un código de identificación adecuado.

Póngase en contacto con la oficina local de Danfoss para obtener más información sobre aspectos medioambientales e instrucciones de reciclaje para empresas profesionales de reciclaje. El tratamiento al final de la vida útil debe seguir las normas nacionales e internacionales.

Todos los convertidores de frecuencia están diseñados y fabricados de acuerdo con las directrices empresariales de Danfoss sobre sustancias prohibidas y restringidas. Encontrará una lista de estas sustancias en www.danfoss.com.

	<p>This symbol on the product indicates that it must not be disposed of as household waste. Do not dispose of equipment containing electrical components together with domestic waste.</p> <p>It must be handed over to the applicable take-back scheme for the recycling of electrical and electronic equipment.</p> <ul style="list-style-type: none"> Dispose of the product through channels provided for this purpose. Comply with all local and currently applicable laws and regulations.
---	--

6.4 Almacenamiento hasta la instalación

6.4.1 Reacondicionamiento de los condensadores

Los convertidores de frecuencia que estén almacenados y sin tensión, podrían que tener que someterse a un mantenimiento de los capacitores del convertidor.

Es necesario realizar un reacondicionamiento si el convertidor se ha almacenado sin tensión durante más de 3 años. El reacondicionamiento solo es posible con convertidores de frecuencia con terminales de CC. Consulte el apartado [Tabla 42](#) para realizar el mantenimiento y reacondicionamiento del condensador del enlace de CC.

Al reacondicionar los condensadores:

- La tensión de red de reacondicionamiento debe ser 1,35-1,45 veces la tensión de red nominal. Si la tensión del enlace de CC se mantiene en un nivel bajo y no alcanza aproximadamente $1,41 \times U_{red}$, póngase en contacto con el servicio técnico local.
- El consumo de corriente de alimentación no debe superar los 500 mA.

Cuando el convertidor de frecuencia está en funcionamiento, los condensadores del enlace de CC que no se hayan reacondicionado podrían sufrir daños.

Tabla 42: Duración del almacenamiento del convertidor y recomendaciones para el reacondicionamiento

Duración del almacenamiento	Diretrizes para el reacondicionamiento
Menos de 2 años	No es necesario el reacondicionamiento. Conecte a la tensión de red.
2-3 años	Conecte a la tensión de red y espere un mínimo de 30 minutos antes de cargar el convertidor.
Más de 3 años	Utilizando un suministro de CC conectado directamente a los terminales de enlace de CC del convertidor de frecuencia, aumente la tensión del 0 al 100 % de la tensión del bus de CC en incrementos del 25 %, 50 %, 75 % y 100 % de la tensión nominal sin carga durante 30 minutos con cada incremento. Consulte Ilustración 26 .

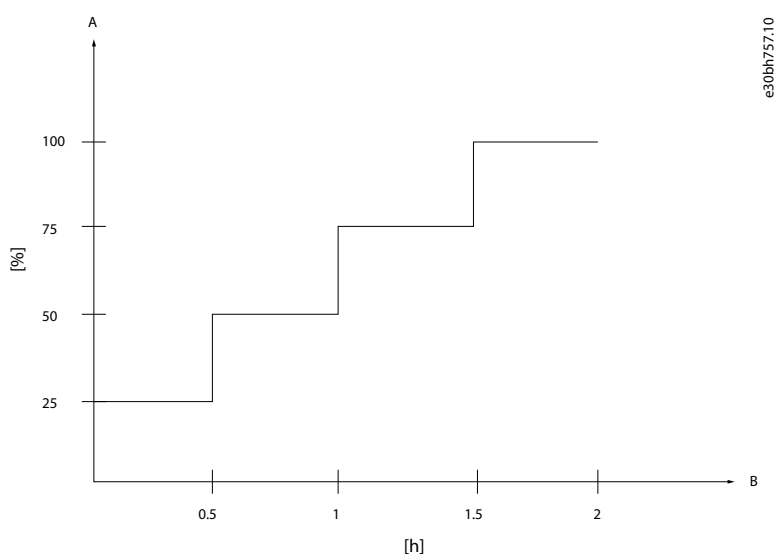


Ilustración 26: Procedimiento de reacondicionamiento de los condensadores de CC

A	Tensión de reacondicionamiento (porcentaje de la tensión nominal)
B	Horas

Tabla 43: Valor de aceleración de la tensión del bus de CC

Tensión de entrada de CA	Tensión a través del enlace de CC
3 × 380-480 V CA	650 V CC
1 × 200-240 V CA	+320 V CC

6.4.2 Transporte y almacenamiento seguros

Siga toda la información sobre transporte, almacenamiento y manipulación adecuados que se proporciona en la documentación específica del producto. Esto incluye:

- Si el convertidor de frecuencia se almacena antes de su instalación, asegúrese de que las condiciones ambientales coincidan con las especificaciones indicadas en [4.2.7.1 Condiciones ambientales durante el almacenamiento](#).
- Si el paquete se almacena durante más de 4 meses, manténgalo en condiciones controladas:
 - Asegúrese de que la variación de temperatura sea pequeña.
 - Asegúrese de que la humedad sea inferior al 50 %.
- Mantenga el convertidor en su embalaje hasta la instalación. Después de desembalarlo, proteja el convertidor de frecuencia del polvo, los residuos y la humedad.

6.5 Requisitos previos para la instalación

Para garantizar las mejores condiciones y el mejor funcionamiento posible del convertidor de frecuencia en su aplicación, se recomienda comprobar los siguientes puntos antes de seleccionar un convertidor:

- Compruebe el entorno de funcionamiento en comparación con las condiciones ambientales. Consulte el apartado [4.2.7.3 Condiciones ambientales durante el funcionamiento](#).
- Tenga en cuenta la ubicación del convertidor y su manipulación durante la instalación. Para conocer los pesos y las dimensiones mecánicas de los convertidores, consulte el apartado [5.1 Tamaños y dimensiones del alojamiento IP20 / Tipo abierto](#).
- Tenga en cuenta las necesidades de acceso al convertidor durante el funcionamiento. Consulte el apartado [6.7 Instalación mecánica](#).
- Tenga en cuenta las necesidades de acceso para el mantenimiento. Consulte el apartado [6.7.8 Espacio recomendado para el acceso de servicio](#).

6.5.1 Entorno de funcionamiento

Para garantizar un funcionamiento correcto y la vida útil prevista del producto, asegúrese de que el convertidor de frecuencia se instale en las condiciones de instalación especificadas.

Tabla 44: Especificaciones del entorno de funcionamiento

Entorno	Especificaciones
Temperatura	<p>El convertidor de frecuencia debe instalarse en una ubicación en la que el intervalo de temperatura de funcionamiento cumpla las especificaciones del convertidor. Tenga en cuenta tanto la temperatura de funcionamiento como la temperatura de almacenamiento (convertidor sin alimentación). Si se supera el valor de temperatura nominal, deberá aplicarse una reducción de potencia.</p> <p>Para obtener más información sobre la reducción de potencia, consulte los apartados 4.2.7 Condiciones ambientales y 4.9 Reducción de potencia.</p>
Altitud	<p>Asegúrese de que el convertidor de frecuencia esté instalado a la altitud permitida para, de este modo, obtener una refrigeración adecuada y el espacio necesario para el aislamiento. A altitudes superiores a 1000 m (3300 ft), se aplica la reducción de potencia del rendimiento del convertidor de frecuencia. La reducción de potencia debe aplicarse a la intensidad de salida máxima o a la temperatura de funcionamiento máxima. Asegúrese de que el convertidor de frecuencia tenga los valores nominales necesarios para la aplicación real. La altura máxima depende de la configuración de la red eléctrica y de la tensión de red.</p> <p>Las limitaciones se indican en 4.2 Especificaciones técnicas generales. Para obtener más información, consulte los apartados 4.2.7 Condiciones ambientales y 4.9 Reducción de potencia.</p>
Vibración e impactos	<p>Asegúrese de que el convertidor de frecuencia se instale en una ubicación en la que no esté expuesto a niveles de vibraciones e impactos que superen los detallados en sus especificaciones. Si se expone a niveles más altos de vibraciones e impactos, se recomienda utilizar amortiguadores para la instalación. Los requisitos especiales se cumplen cuando el convertidor de frecuencia se solicita con homologación marina.</p> <p>Para obtener más información, consulte el apartado 4.2.7 Condiciones ambientales.</p>
Humedad	<p>El convertidor de frecuencia debe instalarse en una ubicación en la que el nivel de humedad sea conforme a las especificaciones del convertidor. Si el área de instalación no cumple con las condiciones necesarias, se podrán adoptar medidas alternativas seleccionando otros armarios de protección para la instalación, elementos de calefacción integrados o un deshumidificador.</p> <p>Para obtener más información, consulte el apartado 4.2.7 Condiciones ambientales.</p>
Polvo, fibra y partículas suspendidas en el aire	<p>Los alojamientos con protección IP20 / Tipo abierto y IP21/UL Tipo 1 (kit de conversión IP21 / Tipo 1 opcional) no cuentan con protección contra el polvo, las fibras y otras partículas suspendidas en el aire, por lo que deben instalarse en lugares donde no estén presentes o dentro de una protección específica.</p> <p>Asegúrese de que las partículas suspendidas en el aire no obstruyan el disipador de calor ni el ventilador, ya que las obstrucciones limitarán la refrigeración del convertidor. El convertidor detecta obstrucciones y reduce el rendimiento o detiene su funcionamiento. No instale el convertidor de frecuencia en una ubicación donde esté expuesto a partículas conductoras.</p> <p>Para obtener más información, consulte el apartado 4.2.7 Condiciones ambientales.</p>

Entorno	Especificaciones
	Para obtener más información sobre el mantenimiento del disipador y del ventilador, consulte el apartado 6.6.4 Mantenimiento y servicio de disipadores térmicos y ventiladores .
Gases	Durante la instalación del convertidor se deberá tener en cuenta su exposición a gases. El convertidor no está diseñado para instalarse en un lugar expuesto a gases explosivos. En caso de exposición a gases corrosivos, deberán tomarse las precauciones pertinentes. Estas medidas de precaución incluyen la selección de un convertidor de frecuencia con un mayor grado de protección, la adición de un revestimiento de protección opcional al convertidor de frecuencia o la instalación del convertidor en un armario de protección. Para obtener más información, consulte el apartado 4.2.7 Condiciones ambientales .

6.6 Consideraciones acerca del mantenimiento

Durante la vida útil del convertidor, puede que sea necesario realizar acciones de mantenimiento o servicio periódicos, por lo que se deberá garantizar el acceso a los componentes relevantes del convertidor.

⚠ PRECAUCIÓN ⚠

SUPERFICIES CALIENTES

Algunos convertidores contienen componentes metálicos que permanecerán calientes tras el apagado del equipo. Si no se presta atención al símbolo de temperatura elevada del convertidor (triángulo amarillo), pueden producirse graves quemaduras.

- Tenga en cuenta que hay componentes internos que pueden permanecer extremadamente calientes incluso tras el apagado del convertidor.
- No toque las zonas exteriores marcadas con el símbolo de temperatura elevada (triángulo amarillo). Estas superficies estarán calientes mientras el convertidor esté en uso e inmediatamente después de su desconexión.

6.6.1 Mantenimiento periódico

Entre los casos habituales de mantenimiento se incluyen:

- Comprobación de la señal de E/S en el convertidor.
- Comprobación periódica de las conexiones de alimentación y la conexión a tierra.
- Lectura de datos o ajustes mediante la conexión de un PC al convertidor de frecuencia.

6.6.2 Programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento del convertidor depende del uso y del entorno de funcionamiento del convertidor.

Tabla 45: Programa de mantenimiento

Intervalo de mantenimiento	Tarea de mantenimiento
6-24 meses (dependiendo del entorno)	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe los pares de apriete de los terminales de alimentación. • Asegúrese de que el ventilador de refrigeración funcione correctamente. • Compruebe si hay corrosión en los terminales y en el resto de superficies. • Limpie el disipador térmico y el canal de refrigeración.

Un plan de mantenimiento para cada convertidor de frecuencia favorece el rendimiento y la vida útil óptimos del convertidor. Danfoss ofrece varios productos de servicio para, por ejemplo, el servicio de mantenimiento preventivo DrivePro® con el fin de ayudar a determinar la configuración correcta. Para obtener más información sobre los servicios DrivePro®, visite www.danfoss.com. Para obtener más información, póngase en contacto con Danfoss.

6.6.3 Acceso de servicio

Para garantizar una vida útil prolongada del convertidor de frecuencia, Danfoss recomienda realizar inspecciones regulares y acciones de servicio en el convertidor de frecuencia, el motor, el sistema y el armario/protección. Para evitar averías, peligros y daños, examine periódicamente, por ejemplo, el apriete de las conexiones de los terminales y la acumulación de polvo en el convertidor de frecuencia, en función de las condiciones de funcionamiento.

Si el convertidor de frecuencia Danfoss se utiliza en entornos cercanos a los límites o fuera de los límites de diseño, será necesario realizar un mantenimiento.

Sustituya las piezas desgastadas o dañadas por piezas de repuesto originales. Para necesidades de mantenimiento y asistencia, póngase en contacto con el proveedor local de Danfoss. Los servicios DrivePro® prolongan la vida útil y aumentan el rendimiento del iC2-Micro Frequency Converters con la puesta en servicio y los servicios de mantenimiento oportunamente programados. Los servicios DrivePro® se adaptan a las aplicaciones y condiciones de funcionamiento.

Al planificar la instalación, se deberá tener en cuenta el acceso correcto para las necesidades de servicio y mantenimiento. En general, se recomienda garantizar:

- El acceso al cableado de alimentación y a los conectores.
- El acceso al cableado de control.
- El acceso para limpiar el sistema de refrigeración (canal de refrigeración y filtros del ventilador).
- El acceso al puerto para conectar el convertidor a un PC.

6.6.4 Mantenimiento y servicio de disipadores térmicos y ventiladores

El polvo del aire de refrigeración se acumula en las aletas del disipador. Si el disipador no está limpio, el convertidor de frecuencia emite advertencias y fallos de sobretensión. Cuando sea necesario, limpie el disipador.

La vida útil del ventilador de refrigeración del convertidor de frecuencia depende del tiempo de funcionamiento del ventilador, la temperatura ambiente y la concentración de polvo. Seleccionar el modo de control del ventilador en el *parámetro P6.5.1 Modo de control del ventilador* y controlar el ventilador permite prolongar automáticamente la vida útil del ventilador. El fallo del ventilador puede predecirse mediante el aumento del ruido de los cojinetes del ventilador. Si el convertidor se utiliza en una parte crítica de un proceso, se recomienda sustituir el ventilador una vez que se observen estos síntomas.

Los ventiladores se pueden retirar del convertidor para su limpieza. La sustitución de los ventiladores también está disponible en Danfoss.

- Para ver los códigos numéricos de los ventiladores de refrigeración sustituibles, consulte el apartado [8.2 Pedidos de accesorios y repuestos](#).
- Para obtener información detallada sobre cómo sustituir los ventiladores, consulte las guías de instalación para la sustitución de ventiladores de iC2-Micro Frequency Converters.

6.7 Instalación mecánica

El convertidor de frecuencia se monta principalmente en una pared o en un armario cerrado. Para obtener más detalles, consulte el apartado [6.7.2 Ubicaciones de montaje](#).

6.7.1 Consideraciones sobre el montaje

Al seleccionar y planificar el lugar de instalación, tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- La superficie de montaje soporta el peso del convertidor.
- La superficie de montaje no debe ser inflamable.
- El convertidor se instala verticalmente, pero en casos especiales también se puede montar en direcciones alternativas. La instalación del convertidor en direcciones alternativas afecta al rendimiento del convertidor. Para obtener más información, consulte el apartado [6.7.3 Direcciones de montaje](#).
- Un espacio libre adecuado en la entrada y la salida garantizará un flujo de aire libre sobre el disipador que, a su vez, permitirá una refrigeración adecuada.
- Los convertidores de frecuencia pueden montarse lado a lado para ahorrar espacio en los armarios o en las paredes de las salas de control.
- Debe haber suficiente espacio delante del convertidor para poder manipular el panel de control.
- Asegúrese de que dispone del espacio adecuado para la instalación y colocación de los cables utilizados para conectar el convertidor.

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

RIESGO DE DESCARGA

Tocar un terminal o un enchufe de conexión de CC, red o motor no cubiertos puede provocar lesiones graves o incluso la muerte.

- Todas las cubiertas de protección de los conectores y terminales del motor, la alimentación de red y las conexiones de CC deben instalarse dentro de un alojamiento IP20 para así obtener una clasificación de protección IP20. Si las cubiertas de los conectores y terminales no están instaladas, la clasificación de protección se considera IP00.

- Para retirar las cubiertas o abrir las puertas para el acceso de servicio, deberá haber un espacio suficiente delante del convertidor.

6.7.2 Ubicaciones de montaje

Los convertidores de frecuencia están diseñados para su instalación en entornos protegidos contra la intemperie. Para obtener más información, consulte el apartado [4.2.7 Condiciones ambientales](#).

Al montar el convertidor de frecuencia en la pared o en un armario, la superficie de montaje deberá ser sólida, plana y no inflamable.

6.7.3 Direcciones de montaje

El convertidor puede montarse vertical u horizontalmente, en función del tamaño de la protección. Consulte el apartado [Tabla 46](#) para obtener más información sobre los efectos de la dirección de montaje en el rendimiento del convertidor.

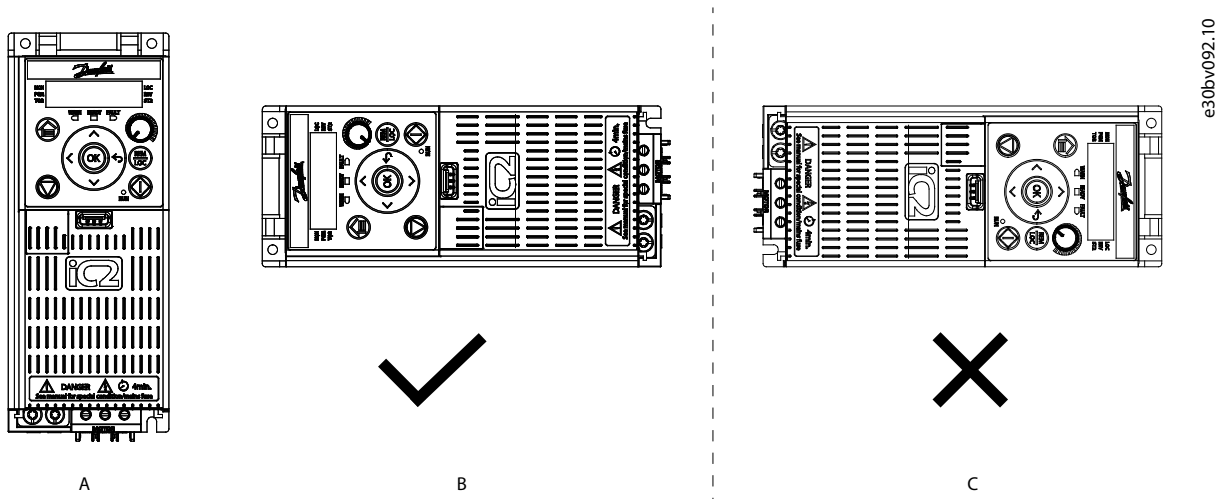


Ilustración 27: Direcciones de montaje de los convertidores

Tabla 46: Direcciones de montaje permitidas para convertidores de frecuencia IP20/tipo abierto y efectos de la dirección de montaje en el rendimiento

Instrucciones de instalación	Tamaño de protección permitido	Efectos en el rendimiento
A: Instalación vertical	Todos los tamaños de alojamiento	None (Ninguno)
B: Instalación horizontal (lado izquierdo orientado hacia abajo)	MA02c, MA01a-MA05a	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia limitada a las vibraciones y los impactos. • No es posible el montaje lado a lado.
C: Instalación horizontal (lado derecho orientado hacia abajo)	-	No está permitido para todos los tamaños de protección.

A V I S O

Cuando se instalan verticalmente, los convertidores de frecuencia con clasificación IP21/UL Tipo 1 cuentan con una protección contra goteo de agua.

6.7.4 Tornillos y pernos recomendados

Consulte los tamaños recomendados de los tornillos y pernos para el montaje del convertidor de frecuencia en la tabla [Tabla 47](#).

Tabla 47: Tornillos y pernos recomendados

Clasificación de protección	Tamaño del alojamiento	Peso máximo [kg (lb)] ⁽¹⁾	Tornillo/perno recomendado	Par máximo [Nm (in-lb)]
IP20 / Tipo abierto	MA01c	1,0 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	1,3 (2,9)	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	1,1 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	1,6 (3,5)	M4	1,5 (13,3)
	MA03a	3,0 (6,6)	M5	1,5 (13,3)
	MA04a	6,0 (13,2)	M6	1,5 (13,3)

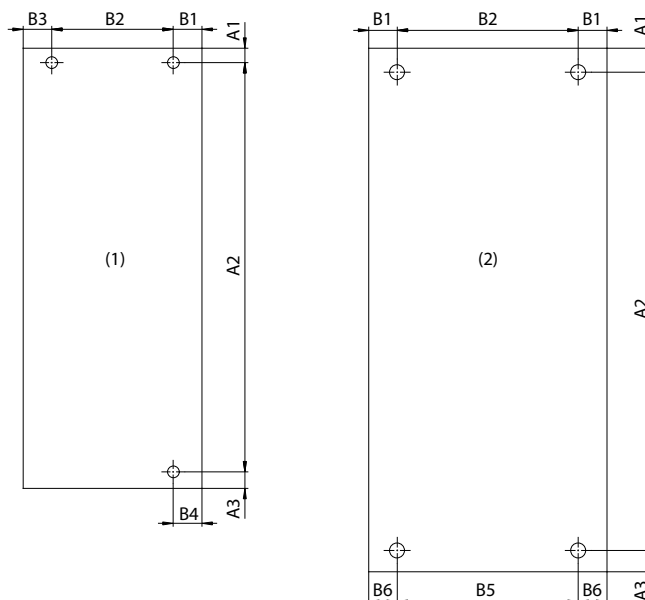
¹ Sin incluir la placa de desacoplamiento.

6.7.5 Patrones de perforación

Utilice los patrones de perforación a la hora de preparar los orificios de montaje para la instalación. El patrón de perforación se corresponde con la placa de montaje del convertidor.

El espacio necesario para la refrigeración, las placas EMC y otras extensiones no se incluye en los patrones de perforación.

Para obtener información sobre el espacio total necesario, consulte los planos del capítulo *Dimensiones exteriores y de los terminales*.



e30bv096.11

Ilustración 28: Patrones de perforación

Tabla 48: Dimensiones del patrón de perforación para convertidores de montaje en pared

Tamaño del alojamiento	Patrón de perforación	A1 [mm (pulgadas)]	A2 [mm (pulgadas)]	A3 [mm (pulgadas)]	B1 [mm (pulgadas)]	B2 [mm (pulgadas)]	B3 [mm (pulgadas)]	B4 [mm (pulgadas)]	B5 [mm (pulgadas)]	B6 [mm (pulgadas)]
MA01c	1	5,5 (0,22)	140,4 (5,53)	4,1 (0,16)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	7,5 (0,30)	–	–
MA02c	1	5,5 (0,22)	150,5 (5,93)	4,0 (0,16)	6,75 (0,27)	59 (2,32)	9,25 (0,36)	6,75 (0,27)	–	–
MA01a	1	4,8 (0,19)	140,4 (5,53)	4,8 (0,19)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	7,5 (0,30)	–	–
MA02a	1	4,8 (0,19)	176,4 (6,94)	4,8 (0,19)	8,0 (0,31)	59 (2,32)	8,0 (0,31)	8,0 (0,31)	–	–
MA03a	1	7,6 (0,30)	226,1 (8,90)	4,8 (0,19)	10,5 (0,41)	69 (2,72)	10,5 (0,41)	8,1 (0,32)	–	–
MA04a	2	11,1 (0,44)	272,4 (10,72)	8,5 (0,33)	14 (0,55)	97 (3,82)	272,4 (10,72)	–	99 (3,90)	13 (0,51)
MA05a	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–

6.7.6 Colocación del convertidor en la instalación

Antes de montar el convertidor, prepare la ubicación de montaje con los elementos de fijación adecuados para que el convertidor se pueda colocar de forma segura. Asegúrese de que haya suficiente espacio para manipular el convertidor de forma segura durante la instalación.

Los tornillos o pernos inferiores se pueden montar antes de la instalación. Coloque el convertidor sobre los pernos inferiores y monte los tornillos o pernos superiores. El par de apriete de los orificios de los tornillos en la superficie de montaje no debe ser inferior a 1,5 Nm (13,3 in-lb).

6.7.7 Refrigeración

Para una refrigeración adecuada de los convertidores de frecuencia, asegúrese de que haya suficiente espacio por encima y por debajo del convertidor. Consulte la [Tabla 49](#) para obtener más información sobre el espacio libre necesario para la refrigeración.

Para todas las instalaciones, la temperatura del lugar de instalación debe mantenerse dentro del intervalo de temperatura de funcionamiento especificado mediante ventilación o refrigeración. La calidad del aire de refrigeración debe corresponder a las condiciones ambientales definidas en las especificaciones técnicas (polvo, partículas suspendidas en el aire, sustancias químicas).

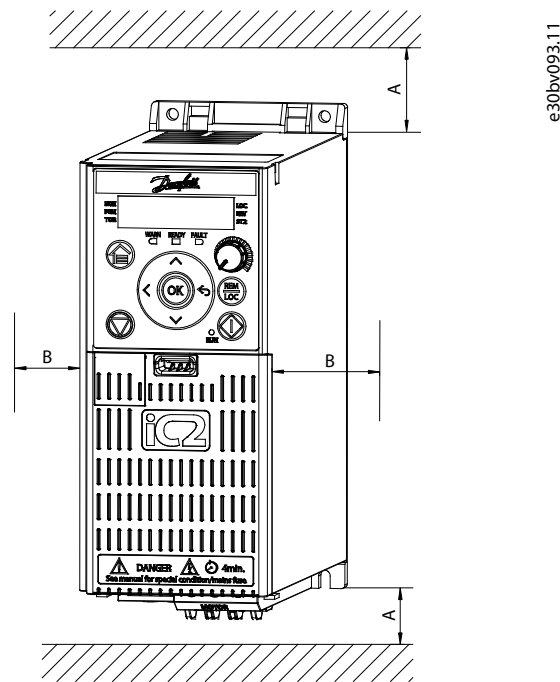


Ilustración 29: Espacio libre mínimo para refrigeración

Tabla 49: Espacios libres mínimos de refrigeración para convertidores IP20/de tipo abierto

Tamaño del alojamiento	A (mm [in])	B (mm [in])	Tipo de refrigeración
MA01c	100 (3,9)	<ul style="list-style-type: none"> De 0 (0) a 40 °C (104 °F). 10 (0,39) o más a 50 °C (122 °F). 	Refrigeración por aire natural
MA02c, MA01a-MA05a	100 (3,9)	0 (0)	Refrigeración forzada por aire

6.7.8 Espacio recomendado para el acceso de servicio

Para garantizar el acceso al convertidor de frecuencia para su servicio y mantenimiento, se recomienda mantener un espacio suficiente alrededor de la unidad.

Las recomendaciones generales incluyen:

- Espacio suficiente en la parte delantera del convertidor para quitar las cubiertas y acceder a la tarjeta de control.
- Espacio suficiente debajo del convertidor para acceder a la entrada del canal de refrigeración para limpiar o sustituir los ventiladores.

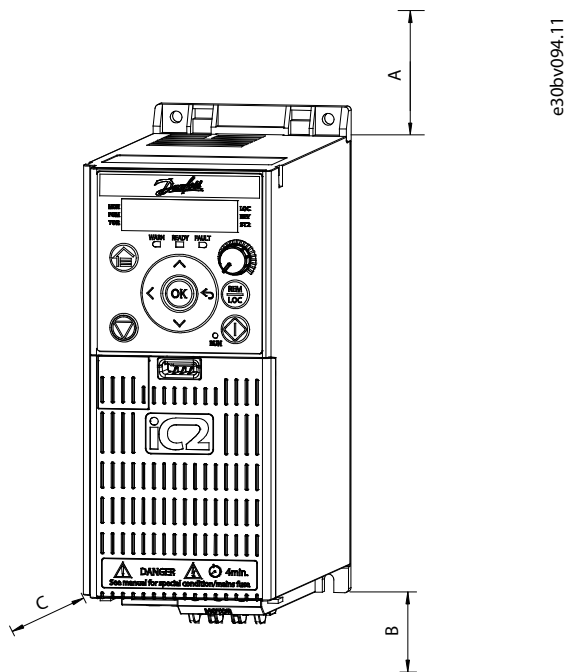


Ilustración 30: Espacio libre recomendado para el acceso de servicio

Tabla 50: Espacios libres recomendados para el acceso de servicio

Tamaño del alojamiento	Espacio libre recomendado para el acceso		
	Por encima (A) [mm (pulgadas)]	Por debajo (B) [mm (pulgadas)]	Parte delantera (C) [mm (pulgadas)]
Todos los tamaños de alojamiento	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)

¹ Espacio suficiente para el conducto de refrigeración, que supere las necesidades de refrigeración. Como alternativa, desconecte el convertidor y retirelo de la instalación para realizar tareas de servicio.

7 Consideraciones sobre la instalación eléctrica

7.1 Precauciones para la instalación eléctrica

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

TENSIÓN INDUCIDA

La tensión inducida desde los cables de motor de salida que están juntos puede cargar los condensadores del equipo, incluso si este está apagado y bloqueado/etiquetado. No colocar separados los cables de salida del motor 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/etiquete todos los convertidores de frecuencia de forma simultánea.

⚠ P R E C A U C I Ó N ⚠

AISLAMIENTO DEL TERMISTOR

Riesgo de lesiones personales o daños al equipo.

- Para cumplir los requisitos de aislamiento PELV, utilice únicamente termistores con aislamiento reforzado o doble.

A V I S O

EXCESO DE CALOR Y DAÑOS MATERIALES

La sobreintensidad puede generar un exceso de calor en el interior del convertidor. Si no se proporciona una protección de sobreintensidad, podrá producirse un riesgo de incendio y daños materiales.

- Es necesario un dispositivo de protección adicional, como protección contra cortocircuitos o protección térmica del motor, entre el convertidor y el motor para aplicaciones con varios motores.
- Es necesario un fusible de entrada para proporcionar protección de sobreintensidad y contra cortocircuitos. Si no vienen instalados de fábrica, el instalador deberá suministrar los fusibles. Consulte la documentación específica del producto para conocer las especificaciones de los fusibles.

A V I S O

DAÑOS MATERIALES

La protección contra sobrecarga del motor no está incluida en los ajustes predeterminados. La función ETR proporciona una protección de sobrecarga del motor de clase 20. Si no se ajusta la función de ETR, no se dispondrá de la protección de sobrecarga del motor y podrán producirse daños materiales en caso de sobrecalentamiento del motor.

- Active la función ETR. Para obtener más información, consulte la guía de aplicación.

7.2 Diagrama del cableado

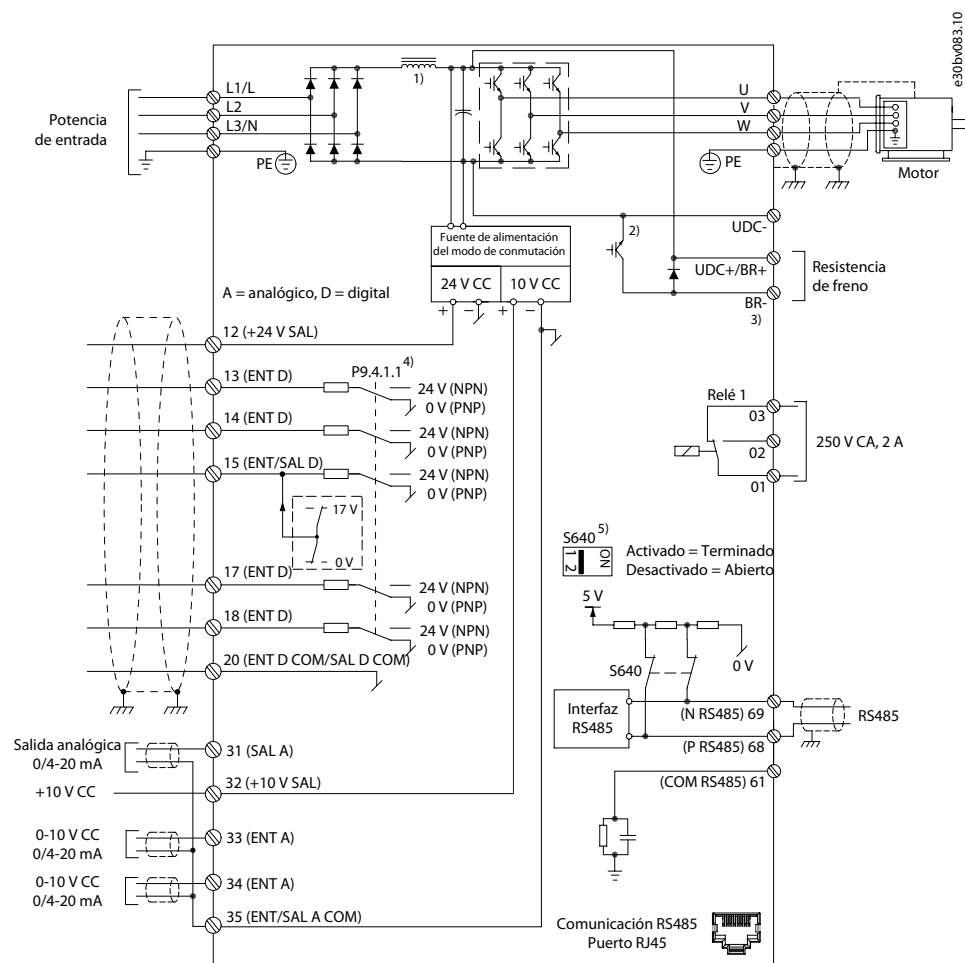


Ilustración 31: Diagrama del cableado

1	Reactancia de CC única en MA05a.	4	Seleccione el modo PNP o el modo NPN a través del parámetro P9.4.1.1 Modo E/S digital (PNP=Fuente, NPN=Receptor).
2	El chopper de frenado integrado solo se aplica a convertidores de frecuencia en el intervalo de potencia de 3 x 380-480 V 2,2 kW (3,0 CV) o superior.	5	Utilice el conmutador S640 (terminal de bus) para activar la terminación del puerto RS485 (terminales 68 y 69).
3	Sin terminales BR para 1 convertidor de frecuencia de 200-240 V y 3 convertidores de frecuencia de 380-480 V, 0,37-1,5 kW (0,5-2,0 CV).		

7.3 Tipo de red y protección

7.3.1 Tipos de red

El convertidor de frecuencia puede funcionar en diferentes tipos de red con una tensión de alimentación de red nominal:

- TN-S
- TN-C
- TN-C-S
- TT
- IT (solo compatible con la versión C4)
- Redes con conexión a tierra en triángulo (solo compatibles con la versión C4)

Para obtener más información sobre los parámetros relacionados con los tipos de red, consulte la guía de aplicación.

7.3.2 Corrientes en la conexión a tierra de protección y corrientes equipotenciales/de fuga

Una conexión a tierra de protección (PE) del tamaño adecuado es esencial para la seguridad del sistema de convertidor de frecuencia que protege contra las descargas eléctricas. Las conexiones de PE de la instalación del convertidor de frecuencia garantizan que el sistema de convertidor permanezca seguro, lo que evita que las corrientes de fallo únicas generen tensiones peligrosas en piezas conductoras accesibles, como las piezas conductoras de la protección.

El convertidor de frecuencia debe instalarse de acuerdo con los requisitos de conexión de PE y unión protectora adicional especificados en la norma EN 60364-5-54:2011 cl. 543 y 544.

Para la desconexión automática en caso de fallo en el lado del motor, deberá asegurarse de que la impedancia de la conexión de PE entre el convertidor de frecuencia y el motor sea lo suficientemente baja como para garantizar el cumplimiento de la norma IEC/EN 60364-4-41:2017 cl. 411 o 415.

La impedancia debe verificarse mediante una prueba inicial y pruebas periódicas de acuerdo con la norma IEC/EN 60364-4-41:2017. Es posible que se apliquen requisitos locales.

El diseño del sistema conforme a la norma IEC/EN 61800-5-1:2017 garantiza la idoneidad para la conexión de PE y la unión protectora de piezas conductoras accesibles conforme a la norma EN 60364-5-54:2011.

Cuando el convertidor de frecuencia se utiliza como componente dentro de aplicaciones específicas, pueden aplicarse requisitos especiales para una conexión adecuada a la toma de tierra, por ejemplo, los especificados en las normas EN 60204-1:2018 e IEC/EN 61439-1:2021.

En las redes de baja tensión pueden producirse corrientes en el conductor de protección (PE) y en los conductores de conexión equipotencial, así como en las estructuras conectadas al potencial de tierra como efecto no deseado. Dado que estas corrientes tienen diferentes causas, es beneficioso conocerlas para evitarlas.

Una configuración del convertidor de frecuencia se compone de una alimentación de red, el inversor del convertidor de frecuencia, su cableado y un motor con el lado de carga. Debido al comportamiento de los componentes activos y pasivos, y a la configuración eléctrica de la instalación, pueden producirse varios fenómenos que provoquen corrientes en el conductor de protección.

- El acoplamiento inductivo debido a la asimetría en los cables de red y/o barras conductoras puede causar corriente PE en la frecuencia de red y sus armónicos
- El acoplamiento inductivo, debido a la asimetría en los cables del motor, puede causar corriente PE en la frecuencia fundamental del motor
- Como parte del filtro EMI, el desacoplamiento capacitivo del enlace de CC a PE puede causar corrientes PE a 150 Hz/180 Hz
- La distorsión de tensión/contenido armónico en la red de alimentación principal puede provocar corrientes PE en el intervalo de 150 Hz a 2000 Hz.
- Las intensidades de modo común, debido a la capacidad del cable de motor desde las fases del motor hasta PE, suelen producir corrientes PE en la frecuencia de conmutación y armónicos que por norma general están por encima de 2 kHz.

Tal como se ha mencionado anteriormente, la corriente PE está compuesta por varias contribuciones y depende de las diversas configuraciones del sistema, incluidos:

- Filtro RFI
- Longitud del cable del motor
- Apantallamiento del cable de motor
- Potencia del convertidor

7.3.3 Medición de intensidad PE

Dado que las intensidades tienen frecuencias diferentes, no será útil medir únicamente un valor efectivo. En su lugar, será necesario realizar una medición de frecuencia/FFT. Esto se puede hacer utilizando un osciloscopio adecuado o un equipo de medición específico. El simple análisis del valor efectivo con una pinza amperimétrica en la conexión PE del convertidor de frecuencia provoca resultados insuficientes y engañosos.

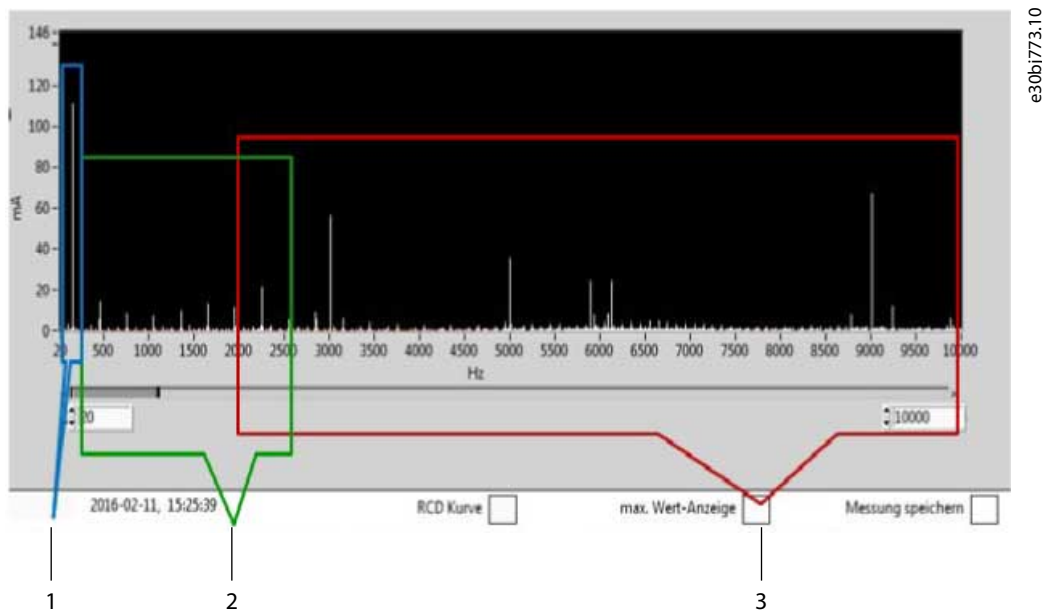


Ilustración 32: Ejemplo de medición de FFT

<p>1 $f < 50$ Hz: Típica para acoplamiento inductivo en cables y conductores asimétricos.</p> <p>2 $f = 150\text{--}2500$ Hz: Componentes armónicos típicos en la red. $f = 150$ Hz: Corriente de modo común típica debido al rectificador con bus de CC.</p>	<p>3 $f > 2$ kHz: Corriente de modo común típica debido al acoplamiento capacitivo entre el cable/motor y la toma de tierra.</p>
---	--

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA - PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. Si no se conecta el convertidor de frecuencia correctamente a la toma de tierra de protección, pueden producirse lesiones graves o incluso la muerte.

- Asegúrese de que el conductor de conexión a tierra de protección reforzado cumpla con la norma IEC 60364-5-54 cl. 543.7, o que esté de acuerdo con las normas de seguridad locales para equipos con alta corriente de contacto. La conexión protectora a tierra reforzada del convertidor puede realizarse mediante:
- Un conductor de PE con una sección transversal de al menos 10 mm² (8 AWG) de Cu o 16 mm² (6 AWG) de Al.
- Un conductor de PE adicional con un área de sección transversal similar a la del conductor de PE original, según se especifica en la norma IEC 60364-5-54, con una sección transversal mínima de 2,5 mm² (14 AWG) (con protección mecánica) o 4 mm² (12 AWG) (sin protección mecánica).
- Un conductor de PE totalmente recubierto con una protección o protegido de cualquier otra manera en toda su longitud contra daños mecánicos.
- Una parte del conductor de PE de un cable de alimentación multiconductor con una sección transversal del conductor de PE mínima de 2,5 mm² (14 AWG) (conectado de forma permanente o enchufable mediante un conector industrial). El cable de alimentación multiconductor se debe instalar con un protector de cable adecuado.
- NOTA: En la norma IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 y en algunas normas de aplicación (por ejemplo, IEC/EN 60204-1), el límite para que se necesite un conductor de conexión a tierra de protección reforzado es una corriente de fuga de 10 mA.

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠**PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA**

Las corrientes de fuga pueden superar el 5 %. No realizar una toma de tierra adecuada del convertidor de frecuencia puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

- Asegúrese de que el tamaño mínimo del conductor de tierra cumpla con las normas de seguridad locales para equipos con una alta corriente de contacto.

Por lo general, la conexión equipotencial y la conexión a tierra de protección (PE) están conectadas entre sí, de modo que las corrientes equipotenciales de conexión también se distribuyen por todo el sistema de PE.

Las corrientes de PE y su impacto en el sistema pueden evitarse o reducirse utilizando cables de motor cortos, cables simétricos (especialmente para intensidades nominales > 50 A) o cables apantallados con baja capacitancia entre los conductores y la PE.

7.3.4 Protección del dispositivo de corriente diferencial (RCD)

Los dispositivos de corriente residual (RCD) se pueden utilizar para proporcionar una protección adicional contra descargas eléctricas e incendios debidos a fallos de aislamiento o corrientes de fuga altas. Cuando se utilicen RCD delante del convertidor de frecuencia, será necesario tener en cuenta otros factores. Los RCD deben instalarse siempre de acuerdo con la norma nacional.

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠**RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA E INCENDIO: CONFORMIDAD CON RCD**

El convertidor puede generar una corriente de fallo de CC en el conductor PE. Si no se utiliza un dispositivo de protección de intensidad residual de tipo B (RCD), es posible que el RCD no proporcione la protección prevista y, por lo tanto, pueda producirse la muerte, un incendio u otros peligros graves.

- Cuando se utilice un RCD para protección frente a descargas eléctricas o incendios, en la fuente de alimentación solo se permitirá el uso de un dispositivo de tipo B.

Los dispositivos RCD/RCM no pueden diferenciar entre corrientes de funcionamiento y de fallo, y su función puede verse afectada. Los RCD pueden activarse aunque no haya ningún fallo de aislamiento en la instalación.

La corriente medida por un RCD/RCM en las fases de red puede diferir de la corriente PE medida. Esto se debe a que no hay corriente PE de acoplamiento magnético en las fases de red.

La frecuencia característica de los RCD de tipo B no está completamente estandarizada y seguramente existirán diferencias específicas entre proveedores con respecto al rango de frecuencia más alto. Para obtener más información, consulte la documentación del RCD en cuestión.

7.3.5 Dispositivos de monitorización del aislamiento

Cuando se trabaja en una red IT, se pueden utilizar dispositivos de monitorización del aislamiento para observar la integridad del aislamiento del motor, el cableado del motor y el convertidor.

Las aplicaciones típicas son:

- Detección preventiva de la degradación del sistema de aislamiento.
- Detección de fallos de conexión a tierra en la red IT.

El dispositivo de monitorización del aislamiento es un elemento clave en una instalación de red IT. Permite el mantenimiento preventivo y advierte cuando se produce un fallo de conexión a tierra. Existen varios tipos de dispositivos de monitorización del aislamiento con diferentes principios de funcionamiento, por ejemplo: inyección de tensión de CC, tensión de CC con inyección de polarización e inyección de corriente. Debido a las capacitancias a tierra y a que los convertidores de frecuencia producen tensiones de modo común, no todos los dispositivos de monitorización del aislamiento son compatibles con los sistemas de convertidores de frecuencia. Es esencial que el dispositivo de monitorización del aislamiento utilizado en una instalación de sistema de convertidores de frecuencia sea compatible con estos convertidores de frecuencia.

7.4 Directrices de instalación conforme a EMC

En este capítulo se ofrece una introducción general a las prácticas de instalación conformes a EMC.

Para conseguir una instalación conforme a EMC, siga las instrucciones que se proporcionan en la guía de funcionamiento suministrada con el convertidor.

Consulte el apartado [Ilustración 33](#) para obtener un ejemplo de cómo garantizar una instalación conforme a ECM adecuada.

e-30bv100.10

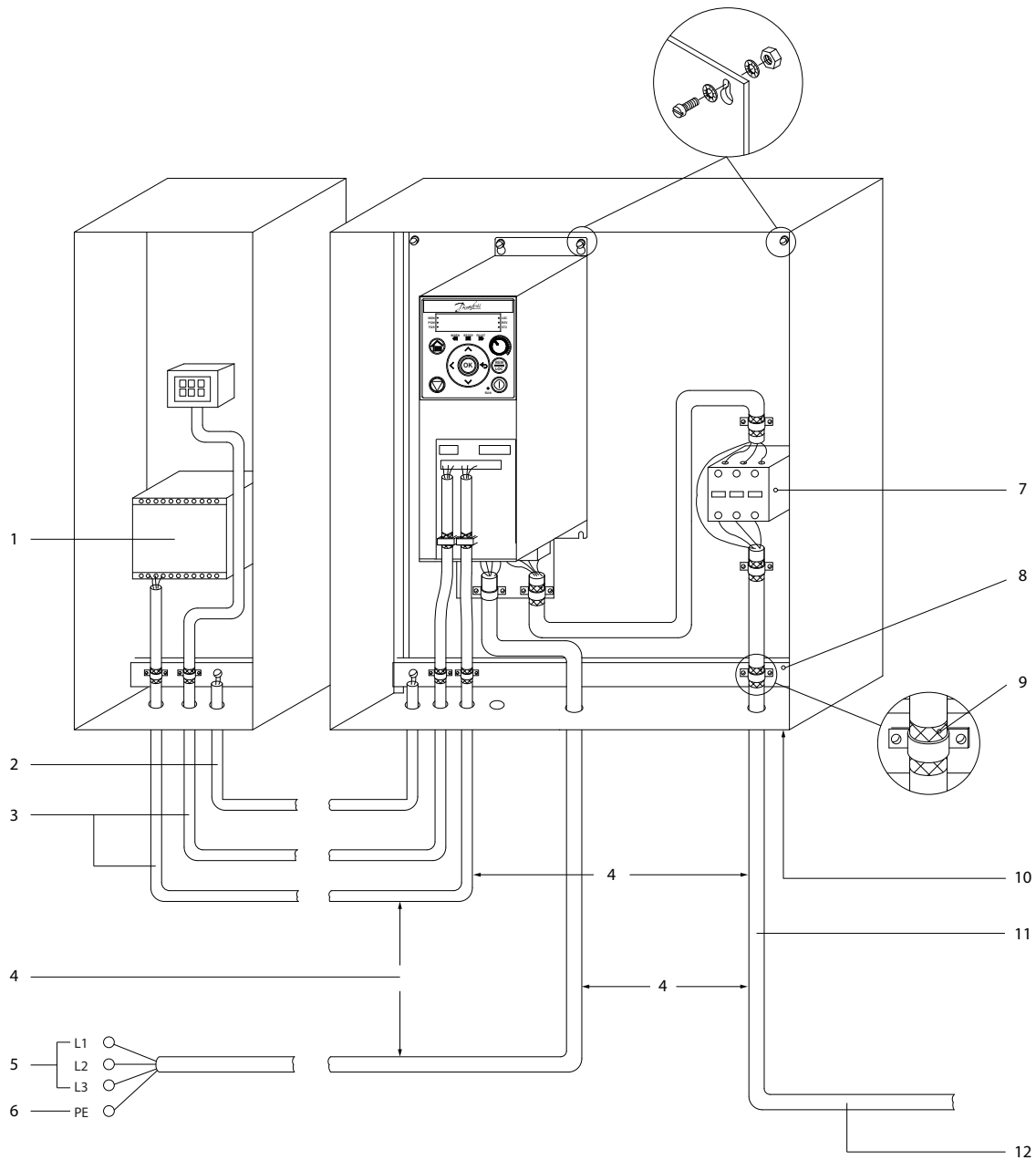


Ilustración 33: Ejemplo de instalación correcta en cuanto a EMC

1	Controlador lógico programable (PLC)	7	Contactora de salida, y así sucesivamente.
2	Cable ecualizador de un mínimo de 16 mm ² (6 AWG)	8	Rail de conexión tierra
3	Cables de control	9	Aislamiento de cable pelado
4	Espacio mínimo de 200 mm (7,9 pulgadas) entre los cables de control, del motor y de red	10	Todas las entradas de cables en un lado del panel
5	Fuente de alimentación de red	11	Cable de motor
6	Conexión a tierra de protección reforzada	12	Conexión al motor (trifásico y conexión a tierra de protección)

7.4.1 Cables de alimentación y conexión a tierra

En función de la instalación y del nivel de conformidad EMC requerido, será necesario utilizar cables apantallados para las conexiones de motor, freno y CC. Como alternativa, también se pueden utilizar cables no apantallados dentro de un conducto metálico.

Si se utiliza un cable apantallado, será importante conectar el apantallamiento a través de una conexión de 360°. Conecte el apantallamiento con las abrazaderas proporcionadas y evite los cables de pantalla retorcidos, ya que limitan la funcionalidad del apantallamiento.

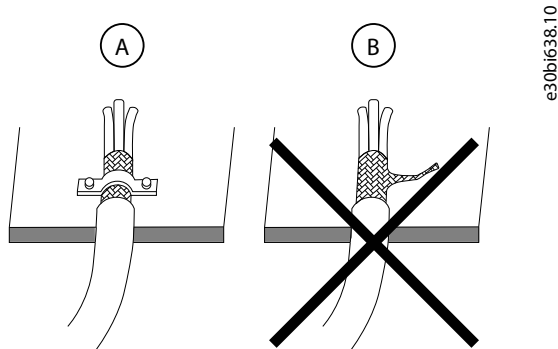


Ilustración 34: Instalación del apantallamiento de cables

A V I S O

CABLES APANTALLADOS

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

Si se utiliza un cable no apantallado para la conexión de una resistencia de freno, se recomienda trenzar los cables para reducir el ruido eléctrico.

Asegúrese de que los cables sean lo más cortos posibles para reducir el nivel de interferencias de todo el sistema y minimizar las pérdidas.

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA - PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. Si no se conecta el convertidor de frecuencia correctamente a la toma de tierra de protección, pueden producirse lesiones graves o incluso la muerte.

- Asegúrese de que el conductor de conexión a tierra de protección reforzado cumpla con la norma IEC 60364-5-54 cl. 543.7, o que esté de acuerdo con las normas de seguridad locales para equipos con alta corriente de contacto. La conexión protectora a tierra reforzada del convertidor puede realizarse mediante:
 - Un conductor de PE con una sección transversal de al menos 10 mm² (8 AWG) de Cu o 16 mm² (6 AWG) de Al.
 - Un conductor de PE adicional con un área de sección transversal similar a la del conductor de PE original, según se especifica en la norma IEC 60364-5-54, con una sección transversal mínima de 2,5 mm² (14 AWG) (con protección mecánica) o 4 mm² (12 AWG) (sin protección mecánica).
 - Un conductor de PE totalmente recubierto con una protección o protegido de cualquier otra manera en toda su longitud contra daños mecánicos.
 - Una parte del conductor de PE de un cable de alimentación multiconductor con una sección transversal del conductor de PE mínima de 2,5 mm² (14 AWG) (conectado de forma permanente o enchufable mediante un conector industrial). El cable de alimentación multiconductor se debe instalar con un protector de cable adecuado.
- NOTA: En la norma IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 y en algunas normas de aplicación (por ejemplo, IEC/EN 60204-1), el límite para que se necesite un conductor de conexión a tierra de protección reforzado es una corriente de fuga de 10 mA.

Conecte a tierra el convertidor de frecuencia de acuerdo con las normas y directivas aplicables. Utilice un cable de conexión a tierra específico para el cableado de control, la potencia de entrada y la potencia del motor. Termine por separado dos cables de conexión a tierra que cumplan con los requisitos de longitud.

Observe los requisitos de cableado del fabricante del motor a la hora de realizar la conexión a los motores.

Mantenga el cable de conexión a tierra lo más corto posible. La sección transversal mínima del cable para los cables de conexión a tierra es de 10 mm² (7 AWG). Alternativamente, es posible utilizar dos cables de conexión a tierra nominales terminados por separado. No conecte a tierra los convertidores entre sí en cadena (consulte el apartado [Ilustración 35](#)).

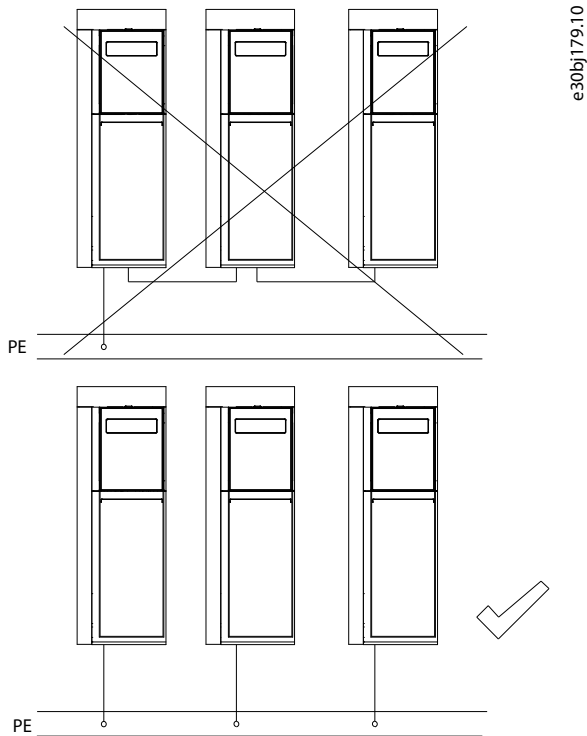


Ilustración 35: Principio de conexión a tierra

7.4.2 Cables de control

Utilice cables apantallados para el cableado de control y evite colocar los cables de control junto a los cables de alimentación. Lo ideal es aislar los cables de control de los cables de alimentación (red, motor, freno y CC) enrutándolos por separado o manteniéndolos a una distancia mínima de 200 mm (7,9 pulgadas). Para la opción de apantallamiento, los dos extremos de los cables de control apantallados deben tener el apantallamiento conectado.

Mantenga los cables de señal de 24 V alejados de las señales de 110 V o 230 V de los relés, por ejemplo.

Cuando el convertidor esté conectado a un termistor, asegúrese de que el cableado esté apantallado y reforzado o doblemente aislado. Se recomienda una tensión de alimentación de 24 V CC.

Para fines de comunicación y líneas de comando/control, siga el protocolo estándar específico. Por ejemplo, Ethernet puede utilizar una protección apantallada (STP).

7.5 Aislamiento galvánico

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

Todos los terminales de control y de relé 01-03 cumplen con los requisitos de PELV (protección de muy baja tensión).

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

Los componentes que constituyen el aislamiento eléctrico, como se muestra en [Ilustración 36](#), también se ajustan a los requisitos de aislamiento superior y a las pruebas descritas en la norma EN 61800-5-1.

El aislamiento galvánico PELV puede mostrarse en 3 ubicaciones (consulte el apartado [Ilustración 36](#)):

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

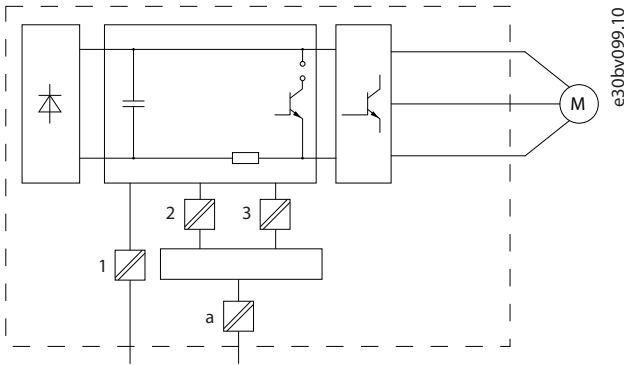


Ilustración 36: Aislamiento galvánico

1	Relé del cliente	3	Fuente de alimentación (SMPS) para la tarjeta de control
2	Comunicación entre tarjeta de potencia y la tarjeta de control	a	Aislamiento galvánico funcional para la interfaz del bus estándar RS485

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

Antes de tocar cualquiera de los componentes eléctricos, asegúrese de que se hayan desconectado las demás entradas de tensión, como la carga compartida (enlace del enlace de CC) y la conexión del motor para energía regenerativa. Respete el tiempo de descarga indicado en el capítulo Seguridad de la guía de funcionamiento. Si no se siguen estas recomendaciones, se puede producir la muerte o lesiones graves.

7.6 Corriente de fuga a tierra

Siga las normas locales y nacionales sobre la conexión protectora a tierra de equipos con una corriente de fuga >3,5 mA. La tecnología del convertidor implica una conmutación de alta frecuencia con potencias elevadas. Esta conmutación genera una corriente de fuga en la conexión a tierra. Es posible que una intensidad a tierra en los terminales de potencia de salida del convertidor contenga un componente de CC que pueda cargar los condensadores de filtro y provocar una intensidad a tierra transitoria. La corriente de fuga a tierra está compuesta por varias contribuciones y depende de las diversas configuraciones del sistema, incluidos:

- Filtrado RFI.
- Cables de motores apantallados.
- Longitud del cable del motor.
- Potencia del convertidor.

Guía de diseño

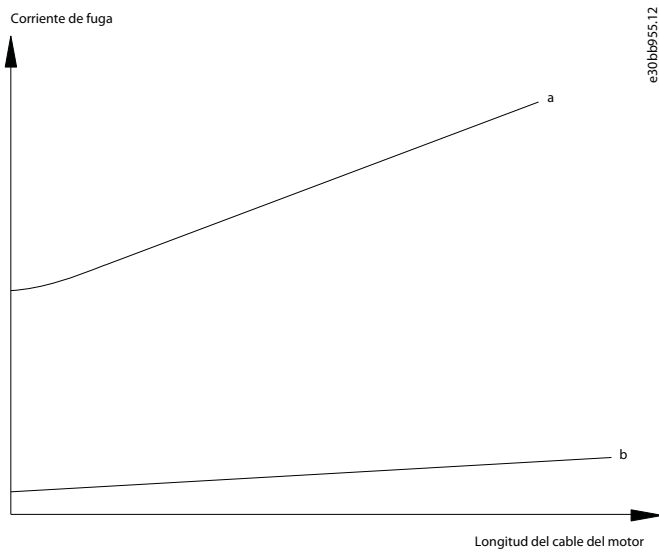


Ilustración 37: Influencia de la longitud del cable y la potencia nominal en la corriente de fuga, $P_a > P_b$

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

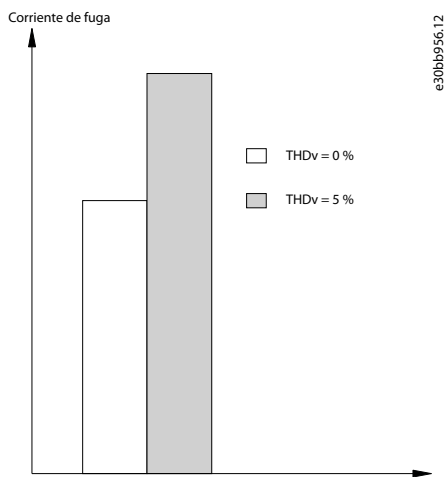


Ilustración 38: Influencia de la distorsión de la línea en la corriente de fuga

La norma EN/IEC 61800-5-1 (estándar de producto de sistemas Power Drive) requiere una atención especial si la corriente de fuga supera los 3,5 mA. Refuerce la conexión a tierra con los siguientes requisitos de conexión a tierra de protección:

- Cable de conexión a tierra (terminal 95) con sección transversal de al menos 10 mm² (8 AWG).
- Dos cables de conexión a tierra independientes que cumplan con las normas de dimensionamiento.

Consulte la norma EN/IEC 61800-5-1 para obtener más información.

7.7 Consideraciones acerca de la instalación del motor

A la hora de seleccionar un convertidor de frecuencia, tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- **Límites de par:** Cuando un convertidor de frecuencia controla un motor, se pueden establecer límites de par para ese motor. La selección de un convertidor de frecuencia con una potencia de salida aparente que coincida con la intensidad nominal o la potencia nominal del motor garantiza el uso de la carga necesaria con fiabilidad. No obstante, se necesita una reserva adicional para permitir una aceleración suave de la carga y también para cargas pico ocasionales.
- **Valores nominales de intensidad** del convertidor y del motor. La potencia de salida es solo una guía aproximada.
- **Tensión de funcionamiento** correcta.
- Asegúrese de que el motor soporte la **tensión pico máxima** en los terminales del motor.

- **Rango de velocidad requerido:** El funcionamiento por encima de la frecuencia de alimentación nominal del motor (50 Hz o 60 Hz) solo es posible con una potencia reducida. El funcionamiento a baja frecuencia y con un par alto puede hacer que el motor se sobrecaliente debido a la ausencia de refrigeración.
- **Reducción de potencia:** Los motores síncronos requieren una reducción de potencia, generalmente de 2 a 3 veces, porque el factor de potencia y, por lo tanto, la intensidad, pueden ser altos a baja frecuencia.
- **Rendimiento de sobrecarga:** El convertidor de frecuencia limita la intensidad al 150 % de la intensidad máxima de forma rápida. Un motor estándar de velocidad fija tolera estas sobrecargas.
- **Parada del motor:** Si fuera necesario parar el motor rápidamente, debería considerarse el uso de una resistencia de freno (seleccione los terminales de freno en iC2-Micro Frequency Converters) para absorber la energía.
- **La dirección de rotación** cuando se establece la conexión a los terminales de salida U-V-W del convertidor de frecuencia sigue las especificaciones de NEMA MG1 e IEC 60034-8. Asegúrese de que la dirección de rotación sea la correcta en la aplicación final para evitar una situación de peligro potencial. Si solo se requiere 1 dirección de rotación, se recomienda parametrizar el convertidor de frecuencia para que funcione solo en el sentido correspondiente.

Para conocer los aspectos básicos de la protección del aislamiento del motor y los cojinetes de los sistemas de convertidores de frecuencia de CA, consulte [7.7.2 Aislamiento del motor](#) y [7.7.3 Corrientes en los cojinetes](#).

7.7.1 Tipos de motores compatibles

Los convertidores iC2-Micro Frequency Converters son compatibles con:

- Motor de inducción asíncrono de CA.
- Motor de magnetización permanentes síncrono.

Los convertidores de frecuencia son independientes del motor y se pueden conectar a cualquier marca de motor. Para obtener instrucciones sobre cómo ajustar los motores, consulte la guía de aplicación.

Para obtener información detallada sobre los tipos de motores compatibles, póngase en contacto con Danfoss.

7.7.2 Aislamiento del motor

Debido a la rapidez de los cambios y las reflexiones en los cables, los motores están sometidos a más tensión en los bobinados cuando se alimentan con convertidores de frecuencia que con una tensión de alimentación senoidal.

Con independencia de la frecuencia, la salida del convertidor incluye pulsos de, aproximadamente, la tensión del bus de CC del convertidor con un tiempo de subida breve. La tensión de pulso puede casi doblarse en los terminales del motor, en función de las propiedades de atenuación y reflexión del cable del motor y los terminales. Esto aplica tensión al aislamiento del bobinado del motor y puede hacer que se rompa, provocando posibles chispas.

En función de la tensión y de la longitud del cable, será necesario un filtro o un aislamiento reforzado del motor.

7.7.3 Corrientes en los cojinetes

Los convertidores de frecuencia pueden provocar tensiones de modo común, que inducen tensiones a través de los cojinetes del motor, lo que provoca que la corriente fluya a través de los cojinetes del motor. Para protegerse de las corrientes en los cojinetes, utilice filtros de onda senoidal o filtros de modo común.

Debido a su principio de funcionamiento, los convertidores de frecuencia producen una serie de efectos secundarios no deseados:

- Tensión de aislamiento del bobinado del motor
- Tensión de apoyo
- Ruido de conmutación acústico en el motor
- Interferencias electromagnéticas

Aunque, en la mayoría de las aplicaciones, estos efectos están en un nivel aceptable, otras veces deberán mitigarse. Para mitigar estos efectos, se instalan filtros en la salida de los convertidores de frecuencia. Los filtros más conocidos son los filtros du/dt, los filtros de onda senoidal y los filtros de modo común.

La elevada velocidad de conmutación de la tensión de salida del convertidor de frecuencia, junto con la tensión de modo común propia del convertidor, genera tensión en el eje. Las asimetrías del motor, o el uso de cables de motor asimétricos, especialmente en aplicaciones de alta potencia en las que la intensidad del motor supera los 100-200 A, también pueden provocar tensión en el eje.

Tabla 51: Mitigación de los efectos de la corriente en los cojinetes con filtros

Tipo de filtro	
Filtros du/dt	Los filtros du/dt reducen la velocidad de giro de los pulsos de tensión en la salida del convertidor de frecuencia a velocidades que suelen ser inferiores a 500 V/μs. Esto reduce la tensión del aislamiento del bobinado del motor.

Tipo de filtro	
	La forma de la tensión permanece modulada por anchura de pulsos. Los filtros du/dt opcionales también protegen el sistema de aislamiento del motor y reducen las corrientes en los cojinetes.
Filtros de onda senoidal	Un filtro de onda senoidal reduce las corrientes en los cojinetes y las reflexiones de tensión, así como el ruido del motor. Si se utiliza un transformador de salida, el filtro de onda senoidal elimina los componentes de alta frecuencia que podrían generar tensión en el transformador. El filtro de onda senoidal también permite el uso de cables de motor considerablemente más largos.
Filtros de modo común	Los filtros de modo común reducen las corrientes de modo común de alta frecuencia entre el convertidor de frecuencia y los motores. Los filtros de modo común de alta frecuencia son una buena solución para la reducción de la tensión de la corriente de los cojinetes eléctricos, pero el uso de dichos filtros no elimina la necesidad de una instalación conforme a EMC.

7.7.4 Protección térmica del motor

Durante el funcionamiento, el motor conectado al convertidor de frecuencia puede supervisarse para evitar el sobrecalentamiento. Dependiendo de la criticidad del sobrecalentamiento, se pueden utilizar diferentes métodos de monitorización:

- Supervisión termoelectrónica integrada del motor
- Sensores conectados externamente (PTC según DIN 44081)

Función del relé termoelectrónico

La función del relé termoelectrónico (ETR) protege el motor de la sobrecarga térmica sin necesidad de conectar un dispositivo externo, calculando la temperatura del motor en función de la carga actual y el tiempo.

La función ETR satisface los requisitos relevantes de la norma UL 61800-5-1, incluido el requisito de retención de memoria térmica, y garantiza un nivel de protección de clase 20.

El ETR es un dispositivo electrónico que simula un relé bimetálico basado en mediciones internas. Esta característica se muestra en [Ilustración 39](#).

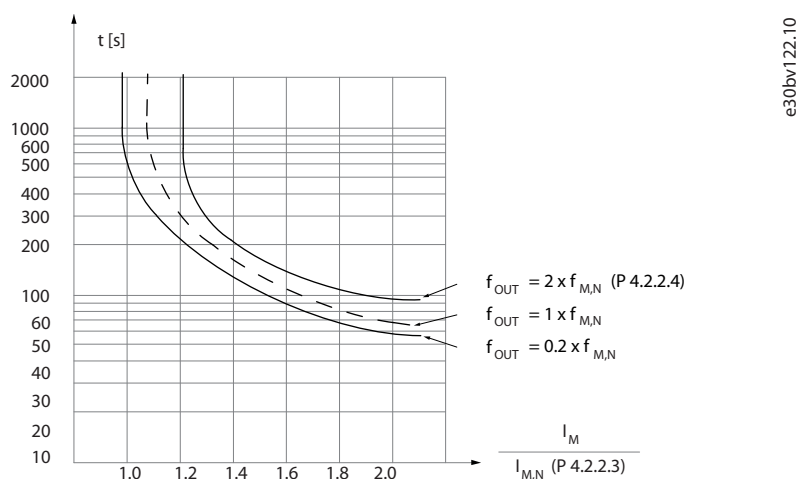


Ilustración 39: ETR

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 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 P4.1.5 Carga térmica del motor*.

Sensores conectados externamente

La monitorización se puede realizar utilizando entradas analógicas o digitales en la tarjeta de E/S o con opciones de extensión de funciones. Los sensores deben tener un aislamiento doble o un aislamiento reforzado entre el motor y el control del convertidor.

La entrada analógica permite medir la temperatura mediante el uso de sensores externos.

El uso de una entrada digital permite la supervisión con un sensor PTC. El PTC debe conectarse entre 24 V CC y la entrada digital.

Para obtener más información sobre la configuración de las funcionalidades, consulte la guía de aplicación.

7.8 Condiciones de funcionamiento extremas

Cortocircuito (de fase a fase del motor)

El convertidor está protegido contra cortocircuitos mediante la medición de la intensidad en cada una de las tres fases del motor o en el enlace de CC. Un cortocircuito entre dos fases de salida provoca una sobreintensidad en el convertidor. El convertidor se apaga individualmente cuando la intensidad de cortocircuito supera el valor admisible (fallo 16, cortocircuito).

Conmutación en la salida

La conmutación a la salida entre el motor y el convertidor está totalmente permitida y no dañará el convertidor. Sin embargo, es posible que aparezcan mensajes de fallo.

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 acciona al motor (a una frecuencia de salida constante del convertidor).
- Si el momento de inercia es alto durante la desaceleración (rampa de desaceleración), la fricción es baja y el tiempo de rampa de desaceleración es demasiado corto para que la energía se disipe como una pérdida en el convertidor, el motor y la instalación.
- Un ajuste de compensación de deslizamiento incorrecto puede provocar una tensión de enlace de CC más elevada.

La unidad de control puede intentar corregir la rampa, si es posible (*parámetro P2.3.1 Activar controlador sobretensión*). El convertidor se apaga para proteger los transistores y los condensadores del enlace de CC cuando se alcanza un determinado nivel de tensión.

Para seleccionar el método utilizado para controlar el nivel de tensión del enlace de CC, consulte el *parámetro P2.3.1 Activar controlador sobretensión*, el *parámetro P3.2.1 Activar chopper de freno* y el *parámetro P4.4.2.1 Activar freno de CA*.

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, que es:

- 314 V para 3 x 380-480 V.
- 180 V para 1 x 200-240 V.

La tensión de red antes del corte y la carga del motor determinan el tiempo necesario para la parada de inercia del inversor.

Sobrecarga estática en modo VVC+

Cuando el convertidor de frecuencia está sobrecargado, el límite de par del *parámetro P5.10.1 Límite de par del motor/parámetro P5.10.2 Límite de par regenerativo* se alcanza y la unidad de control reduce la frecuencia de salida para reducir la carga.

Si la sobrecarga es excesiva, puede producirse una sobrecorriente que provoque una desconexión del convertidor después de unos 5-10 segundos.

El tiempo de funcionamiento dentro del límite de par se limita (0-60 s) en el *parámetro P5-10.6 Retardo descon. con lím. de par*.

Límite de par

El límite de par protege el motor de sobrecargas, independientemente de la velocidad. El límite de par se controla en el *parámetro P5.10.1 Límite de par del motor* y en el *parámetro P5.10.2 Límite de par regenerativo*. El *parámetro P5.10.6 Retardo descon. con lím. de par* controla el tiempo antes de que la advertencia de límite de par se active.

Límite de intensidad

El *parámetro P2.7.1 Límite de intensidad de salida %* controla el límite de intensidad, mientras que el *parámetro P2.7.5 Retardo descon. con lím. de int.* controla el tiempo antes de que la advertencia de límite de intensidad se active.

Límite de velocidad mínima

El *parámetro P5.8.3 Límite bajo de velocidad del motor [Hz]* establece la velocidad de salida mínima que puede proporcionar el convertidor.

Límite máximo de velocidad

El *parámetro P5.8.2 Límite alto veloc. motor [Hz]* o el *parámetro P2.3.144 Frecuencia salida máx.* establecen la velocidad de salida máxima que el convertidor puede proporcionar.

7.9 Consideraciones acerca de los cables de alimentación

Al seleccionar los cables de alimentación, tenga en cuenta lo siguiente:

Guía de diseño

- Todos los cableados deben cumplir las normas nacionales y locales sobre requisitos de sección transversal y temperatura ambiente.
- Los convertidores de frecuencia están diseñados para funcionar con cables de cobre para una temperatura nominal de 70 °C (158 °F). A menos que se indique lo contrario, la temperatura ambiente del convertidor de frecuencia coincide con la clasificación del cable.
- No se recomienda el uso de conductores de aluminio. Si se utilizan conductores de aluminio, asegúrese de que la superficie del conductor esté limpia, se haya eliminado el óxido y, a continuación, se haya sellado con un lubricante neutro sin ácido antes de conectarlo. Debido a la poca dureza del aluminio, vuelva a apretar el tornillo del terminal después de 2 días. Es sumamente importante que la conexión sea impermeable a gases; de lo contrario, la superficie de aluminio volvería a oxidarse.
- Se requieren terminales de cable para el cable PE.
 - Para MA01c-MA02c, el terminal de cable recomendado para el cable PE es JST 8-4 (lengüeta de anillo para terminales sin soldadura).

Para obtener más información sobre el tamaño de los conectores de alimentación, consulte [4.4 Conectores de alimentación](#). Las dimensiones se aplican tanto a cables sólidos como trenzados.

7.9.1 Requisitos de par

Las conexiones deben apretarse al par de apriete correcto, consulte la siguiente tabla.

Tabla 52: Requisitos de par

Tamaño del alojamiento	Alimentación de red y motor [Nm (in-lb)]	Conexión de CC [Nm (in-lb)]	Freno [Nm (in-lb)]	Relé del cliente [Nm (in-lb)]	Conexión a tierra [Nm (in-lb)]
MA01c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA01a	0,7 (6,2)	Receptáculos rectos	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02a	0,7 (6,2)	Receptáculos rectos	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA03a	0,7 (6,2)	Receptáculos rectos	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA04a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)
MA05a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)

7.10 Instalación eléctrica

7.10.1 Conexión a tierra, de alimentación y de motor

La conexión a tierra, de alimentación y de motor de los convertidores monofásicos y trifásicos se muestran en las siguientes ilustraciones. Las configuraciones reales pueden variar según los tipos de unidades y el equipo opcional.

A V I S O

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 de onda senoidal en la salida del convertidor.

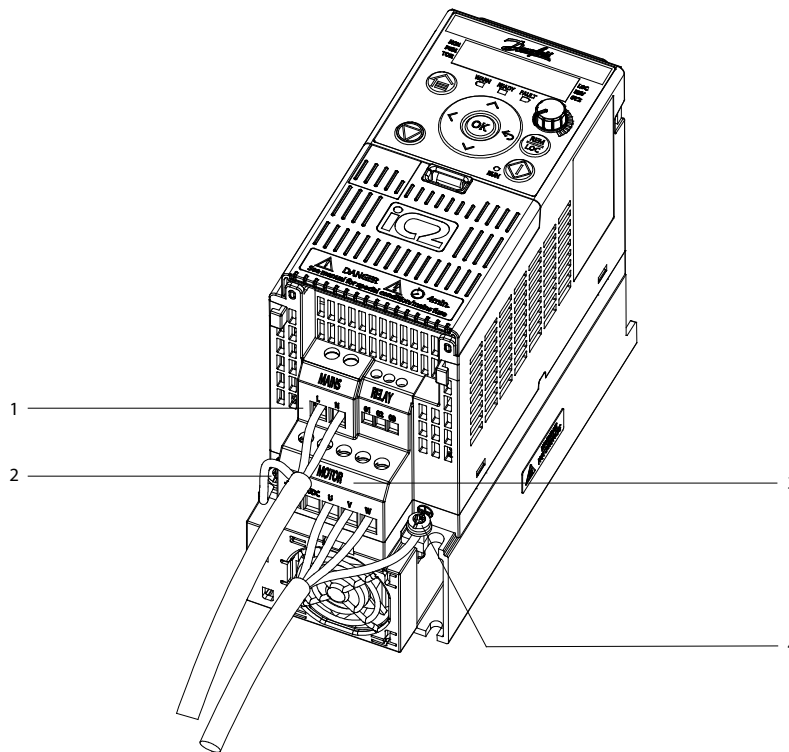


Ilustración 40: Conexión a tierra, de alimentación y de motor para unidades monofásicas (ejemplo: MA02c)

1	Alimentación	3	Motor
2	Punto de conexión a tierra A	4	Punto de conexión a tierra B

A V I S O

Para los convertidores MA01c y MA02c, el punto de conexión a tierra A admite el uso de un cable de 10 mm² (7 AWG) a través de un terminal de cable, siendo el tipo de terminal de cable recomendado el terminal tubular de cobre *JST TUB-4*.

A V I S O

Para los convertidores MA01c y MA02c, se necesitarán placas de separación si se utilizan tres terminales de conexión a tierra.

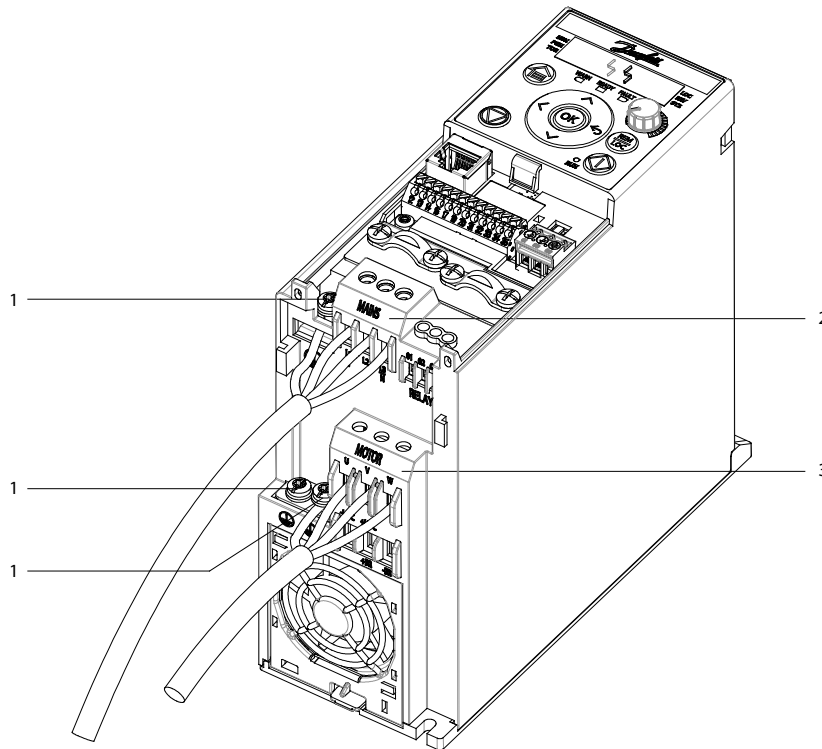


Ilustración 41: Conexión a tierra, de alimentación y de motor para unidades trifásicas (por ejemplo: MA02a)

1	Conexión a tierra	3	Motor
2	Alimentación		

7.10.2 Conexión del motor

⚠ A D V E R T E N C I A ⚠

TENSIÓN INDUCIDA

La tensión inducida desde los cables de motor de salida que están juntos puede cargar los condensadores del equipo, incluso si este está apagado y bloqueado/etiquetado. No colocar separados los cables de salida del motor 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/etiquete todos los convertidores de frecuencia de forma simultánea.

- Cumpla los códigos eléctricos locales y nacionales en las dimensiones de los cables. Consulte las dimensiones máximas del cable en el apartado [4.4 Conectores de alimentación](#).
- Observe los requisitos de cableado del fabricante del motor.
- En la base de las unidades IP21/Tipo 1, se suministran troqueles o paneles de acceso para el cableado del motor.
- No conecte un dispositivo de arranque o de cambio de polaridad (por ejemplo, un motor Dahlander o un motor de inducción de anillo colector) entre el convertidor y el motor.

7.10.3 Conexión a la red de CA

- El tamaño del cableado depende de la intensidad de entrada del convertidor de frecuencia. Consulte los tamaños máximos de cable en el apartado [4.4 Conectores de alimentación](#).
- Cumpla los códigos eléctricos locales y nacionales en las dimensiones de los cables.

Procedimiento

1. Conecte los cables de alimentación de entrada de CA a los terminales N y L en unidades monofásicas, o a los terminales L1, L2 y L3 en unidades trifásicas, tal como se muestra en la siguiente ilustración (consulte [7.10.1 Conexión a tierra, de alimentación y de motor](#) para obtener más información).

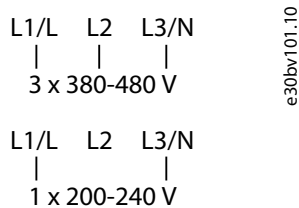


Ilustración 42: Conexiones de cables monofásicos y trifásicos

2. En función de la configuración del equipo, conecte la potencia de entrada a los terminales de entrada de red o al dispositivo de desconexión de entrada.
3. Conecte a tierra el cable según las instrucciones de conexión a tierra; consulte [7.4.1 Cables de alimentación y conexión a tierra](#).

7.10.4 Tipos de terminales de control

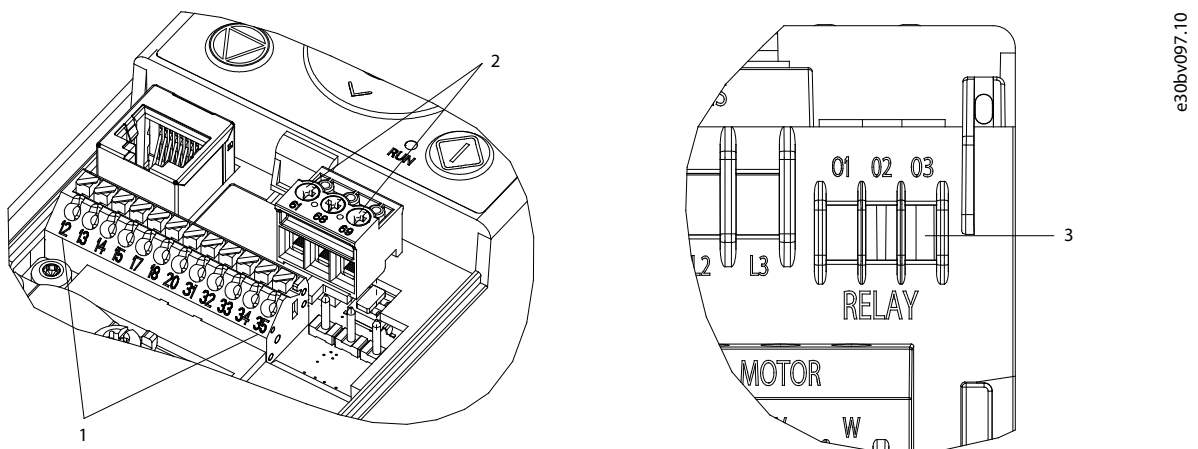


Ilustración 43: Números y ubicaciones de los terminales de control

1	Terminales de E/S de control	3	Relé
2	Comunicación serie		

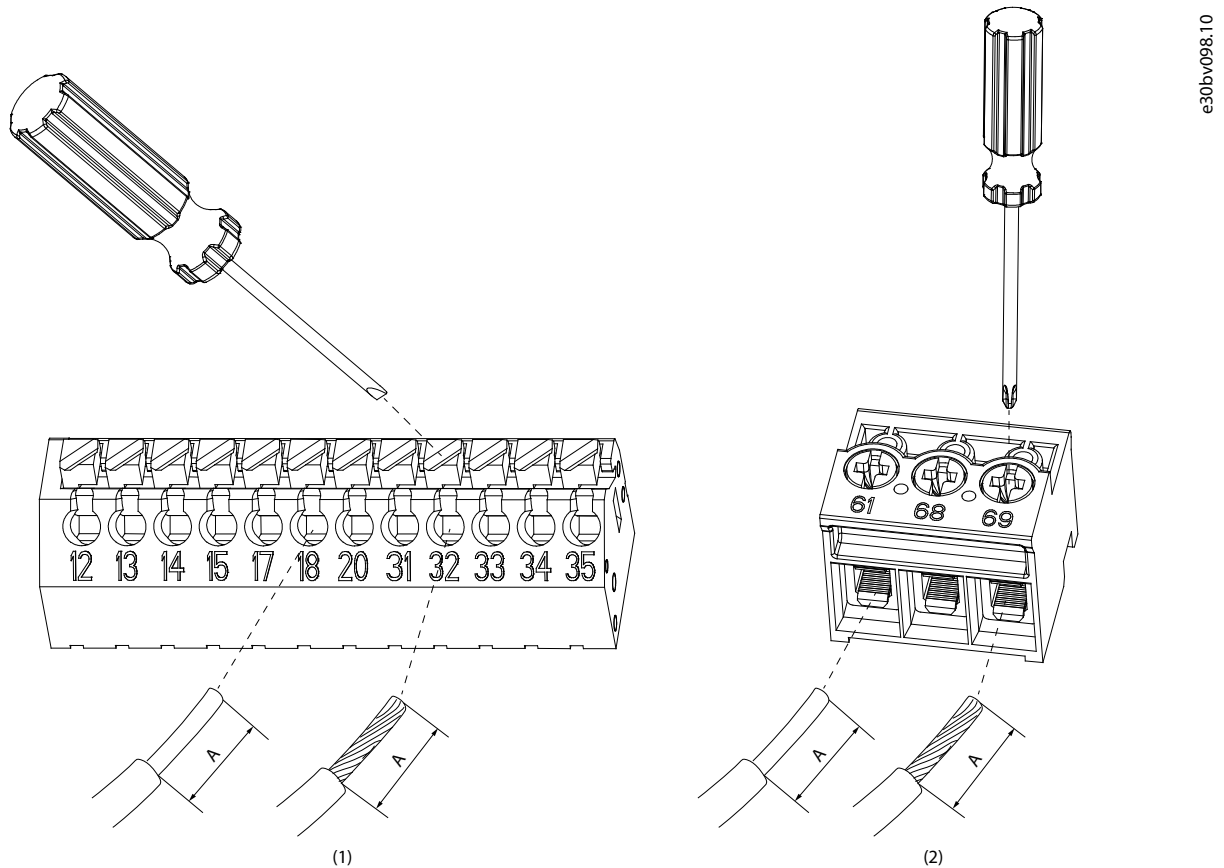
Tabla 53: Descripción de los terminales

Terminal	Parámetro	Ajustes predeterminados	Descripción
E/S digitales, E/S de pulsos			
12	-	+24 V CC	Tensión de alimentación de 24 V CC. La intensidad máxima de salida es 100 mA.

Terminal	Parámetro	Ajustes predeterminados	Descripción
13	Parámetro P9.4.1.2 Terminal 13 entrada digital	[8] Arranque	Entrada digital.
14	Parámetro P9.4.1.3 Terminal 14 entrada digital	[10] Cambio de sentido	Entrada digital.
15	Parámetro P9.4.1.4 Terminal 15 entrada digital	[1] Reinicio	Se puede seleccionar como entrada digital, salida digital o salida de pulsos. El ajuste predeterminado es entrada digital.
	Parámetro P9.4.2.2 Terminal 15 salida digital	[0] Sin función	
	Parámetro P9.4.5.1 Terminal 15 salida de pulsos	[0] Sin función	
17	Parámetro P9.4.1.5 Terminal 17 entrada digital	[14] Velocidad fija	Entrada digital.
18	Parámetro P9.4.1.6 Terminal 18 entrada digital	[0] Sin función	Entrada digital, también puede utilizarse para entrada de pulsos.
20	–	–	Común para entradas digitales y analógicas.
Entradas/salidas analógicas			
31	Parámetro P9.5.1.1 Terminal 31 Modo	[0] 0-20 mA	Salida analógica programable. La señal analógica es de 0-20 mA o 4-20 mA, a un máximo de 500 Ω.
32	–	+10 VCC	Tensión de alimentación analógica de 10 V CC. Se utiliza normalmente un máximo de 25 mA para un potenciómetro o termistor.
33	Parámetro P9.5.2.1 Terminal 33 Modo	[1] Modo de tensión	Entrada analógica. Seleccionable entre el modo tensión o el modo intensidad.
34	Parámetro P9.5.3.1 Terminal 34 Modo	[1] Modo de tensión	Entrada analógica. Seleccionable entre el modo tensión o el modo intensidad.
35	–	–	Común para entradas digitales y analógicas.
Comunicación serie			
61	–	–	Filtro RC integrado para el apantallamiento de cables. SOLO para conectar el apantallamiento cuando se produzcan problemas de EMC.
68 (+)	Grupo de parámetros G10.1 Ajustes del puerto FC	–	Interfaz RS485. Se suministra un conmutador para la resistencia de terminación.
69 (-)	Grupo de parámetros G10.1 Ajustes del puerto FC	–	
Relés			
01, 02, 03	Parámetro P9.4.3.1 Relé de función	[9] Fallo	Salida de relé en forma de C. Estos relés se encuentran en diferentes ubicaciones en función de la configuración y el tamaño del convertidor. Se utiliza para tensión de CA o CC y cargas resistivas o inductivas.

7.10.5 Tamaños y longitudes de desforrado de los cables de control

Las conexiones se realizan introduciendo un cable sólido en el conector. Si se utiliza un cable flexible (multinúcleo), se recomienda el uso de casquillos. Cuando se utiliza un cable flexible sin casquillos, el conector se empuja con un pequeño destornillador, como se muestra en [Ilustración 44](#). El tamaño máximo del destornillador es de 3 mm.



e30bv098.10

Ilustración 44: Inserción de cables en el conector

1	Terminal de E/S
2	Terminal RS485

Tabla 54: Dimensionamiento del cable para el terminal de E/S

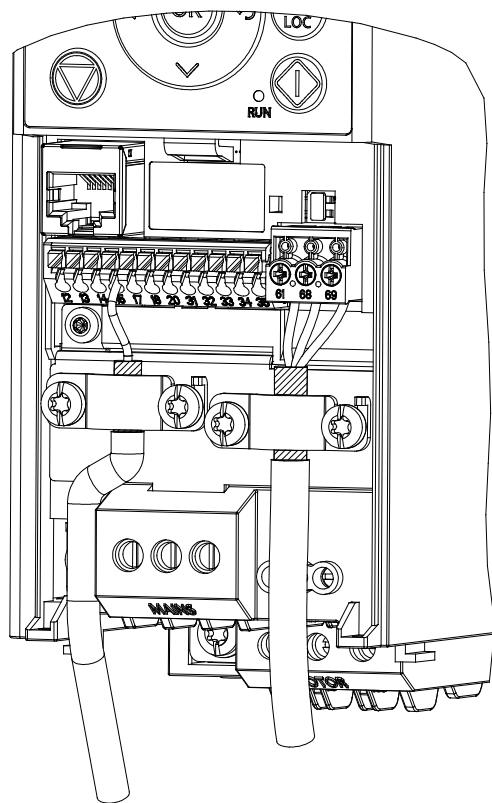
Tipo de cable	Sección transversal [mm ² (AWG)]	Longitud de desforrado A [mm (pulgadas)]
Sólido	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)
Flexible con casquillo	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)

Tabla 55: Dimensionamiento del cable para el terminal RS485

Tipo de cable	Sección transversal [mm ² (AWG)]	Longitud de desforrado A [mm (pulgadas)]
Sólido	0,25–1,5 (24–16)	5–6 (0,20–0,24)
Flexible con casquillo	0,25–1,5 (24–16)	5–6 (0,20–0,24)

7.10.6 Conexión de apantallamiento de cables

El apantallamiento de cables debe estar completamente en contacto con la abrazadera EMC de la placa EMC. Se debe retirar el aislamiento de los cables y exponer el apantallamiento de cables en toda su superficie. Evite los cables de pantalla retorcidos.



e30bv091.10

Ilustración 45: Conexión correcta del apantallamiento de cables

7.10.7 Carga compartida / freno

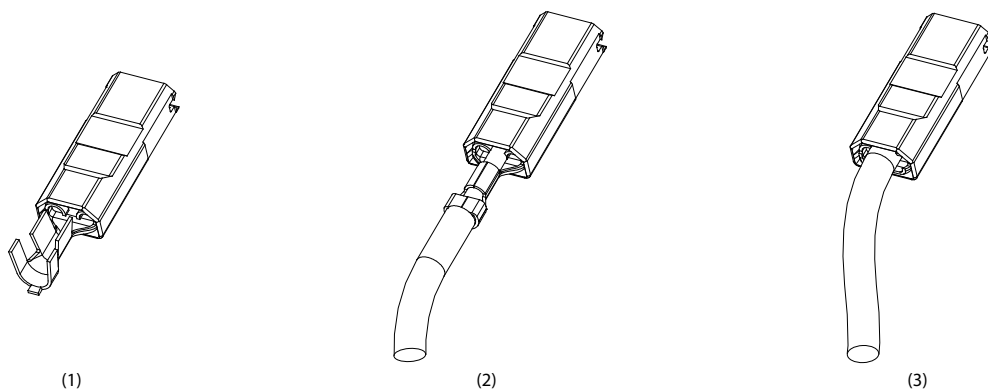
Tabla 56: Terminales de conexión

Reparto de carga	-UDC y +UDC/+BR
Freno	-BR y +UDC/+BR

- Para los convertidores MA01a, MA02a y MA03a, monte los cables con el conector recomendado (receptáculos y lengüetas FASTON Ultra-Pod totalmente aislados, 521366-2, conectividad TE).
- Para otros tamaños de alojamientos, monte los cables en el terminal correspondiente y apriételos. Para conocer el par de apriete máximo requerido, consulte la parte posterior de la tapa de terminales.

A V I S O

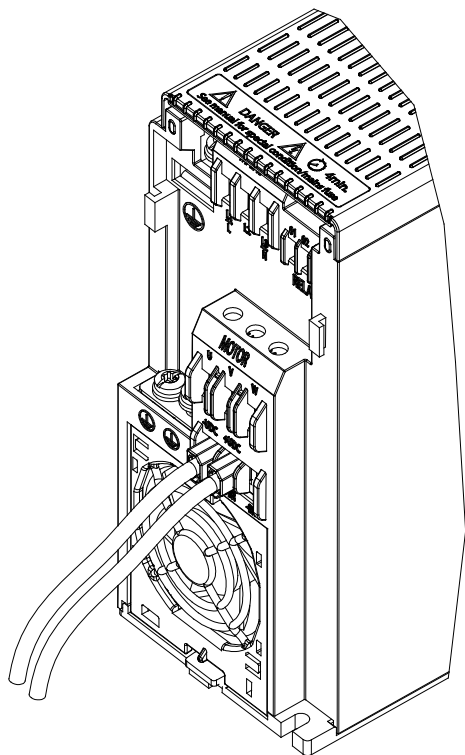
Entre los terminales +UDC/+BR y -UDC pueden producirse niveles de tensión de hasta 850 V CC. Sin protección contra cortocircuitos.



e30bv089.10

Ilustración 46: Cableado del conector para carga compartida y freno

1	Conector	3	Cableado completado
2	Cableado del conector		



e30bv090.10

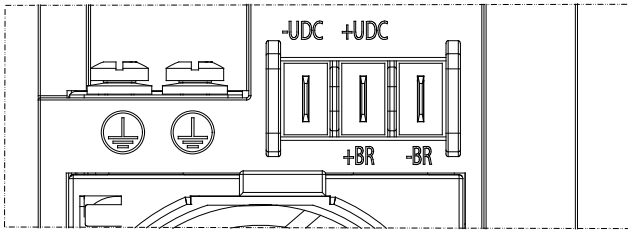
Ilustración 47: Conexión a la carga compartida y al freno

AVISO

FUNCIÓN DE FRENO DE MA02A

Para MA02a, solo 3 convertidores de 380-480 V tienen función de freno.

- No conecte el cable de freno al convertidor MA02a de 200-240 V.



e30bv102.10

Ilustración 48: Función de freno de MA02a (3x380-480 V)

8 Procedimiento para realizar pedidos

8.1 Código de modelo

La configuración del convertidor de frecuencia se muestra en el código de modelo. El código de modelo puede utilizarse para identificar la configuración específica del convertidor de frecuencia y sus características integradas.

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
i	C	2	-	3	0	F	A	3	N	0	4	-	0	1	A	2	E	2	0	F	0	+	A	C	B	C
								1	N	0	2									F	2		A	C	X	X
																				F	4					

e30by086.10

Ilustración 49: Código de modelo

Tabla 57: Ejemplo de un código de modelo final

Descripción	Posición	Función
Grupo de producto	1–6	iC2-30
Categoría de producto	7–8	FA: Convertidor de frecuencia, refrigerado por aire
Tipo de producto	9–10	<ul style="list-style-type: none"> 3N: Fuente de alimentación trifásica 1N: Fuente de alimentación monofásica
Tensión de red	11–12	<ul style="list-style-type: none"> 04: 380-480 V CA 02: 200-240 V CA
Intensidad nominal	14–17	01A2–43A0
Clasificación de protección	18–20	E20: IP20 / Tipo abierto
Categoría EMC	21–22	<ul style="list-style-type: none"> F0: Categoría C1 (con filtro EMC integrado) F2: Categoría C2 (con filtro EMC integrado) F4: Categoría C4 (sin filtro EMC integrado)
Chopper de frenado integrado	Código adicional	<ul style="list-style-type: none"> +ACBC: Con chopper de frenado integrado +ACXX: Sin chopper de frenado integrado

8.2 Pedidos de accesorios y repuestos

Tabla 58: Códigos numéricos para pedidos de accesorios

Categoría	Nombre del repuesto	Código numérico
Kits de conversión IP21/Tipo 1	Kit de conversión IP21/Tipo 1, MA01c	132G0188
	Kit de conversión IP21/Tipo 1, MA02c	132G0189
	Kit de conversión IP21/Tipo 1, MA01a	132G0190
	Kit de conversión IP21/Tipo 1, MA02a	132G0191
	Kit de conversión IP21/Tipo 1, MA03a	132G0192
Kits de conversión NEMA 1	Kit de conversión NEMA 1, MA01c	132G0195
	Kit de conversión Nema 1, MA02c	132G0196

Categoría	Nombre del repuesto	Código numérico
	Kit de conversión Nema 1, MA01a	132G0197
	Kit de conversión Nema 1, MA02a	132G0198
	Kit de conversión Nema 1, MA03a	132G0199
	Kit de conversión Nema 1, MA04a	132G0200
	Kit de conversión Nema 1, MA05a ⁽¹⁾	132G0201
Kits de montaje de la placa de desacoplamiento	Kit de montaje de placa de desacoplamiento, MA01c	132G0202
	Kit de montaje de placa de desacoplamiento, MA02c	132G0203
	Kit de montaje de placa de desacoplamiento, MA01a	132G0204
	Kit de montaje de placa de desacoplamiento, MA02/03a	132G0205
	Kit de montaje de placa de desacoplamiento, MA04/05a	132G0206
Conectores	Conector para resistencia de freno / CC común	132G0207
HMI y accesorios relacionados	Panel de control 2.0 OP2	132G0234
	Kit de montaje en superficie OA2	132G0235
	Kit de montaje en puerta OA2	132G0236
	Cable del panel de control 1,5 m OA2	132G0237
	Cable del panel de control 3 m OA2	132G0238

¹ No disponible actualmente.

Tabla 59: Códigos numéricos para pedidos de repuestos

Categoría	Nombre del repuesto	Código numérico
Ventiladores de refrigeración	Ventilador de refrigeración, MA02c	132G0215
	Ventilador de refrigeración, MA01a	132G0216
	Ventilador de refrigeración, MA02a	132G0217
	Ventilador de refrigeración, MA03a	132G0218
	Ventilador de refrigeración, MA04a	132G0219
	Ventilador de refrigeración, MA05a ⁽¹⁾	132G0220
Kits de piezas de repuesto	Kit de piezas de repuesto, MA01c	132G0221
	Kit de piezas de repuesto, MA02c	132G0222
	Kit de piezas de repuesto, MA01a	132G0223
	Kit de piezas de repuesto, MA02a	132G0224

Categoría	Nombre del repuesto	Código numérico
	Kit de piezas de repuesto, MA03a	132G0225
	Kit de piezas de repuesto, MA04a	132G0226
	Kit de piezas de repuesto, MA05a ⁽¹⁾	132G0227

¹ No disponible actualmente.

8.3 Pedidos de resistencias de freno

8.3.1 Introducción

Danfoss ofrece una amplia variedad de resistencias diferentes especialmente diseñadas para nuestros convertidores. En este apartado se enumeran los códigos numéricos para las resistencias de freno. La resistencia de la resistencia de freno indicada por el código numérico puede ser superior a R_{rec} . En este caso, el par de frenado real podría ser inferior al mayor par de frenado que pueda suministrar el convertidor.

8.3.2 Pedidos de resistencias de freno del 10 %

Tabla 60: iC2-Micro Frequency Converters - Alimentación: 3 × 380-480 V CA, 10 % del ciclo de trabajo

Potencia de salida	P_m (HO)	$R_{mín.}$	$R_{br. nom.}$	R_{rec}	$P_{br media}$	Código numérico	Período	Sección transversal del cable ⁽¹⁾	Relé térmico	Máximo par de freno con resistencia
Trifásico 380-480 V	[kW (CV)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (CV)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,190 (0,255)	3008	120	1,5 (16)	0,9	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	0,262 (0,351)	3300	120	1,5 (16)	1,3	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	0,354 (0,475)	3335	120	1,5 (16)	1,9	128
12A0	5,5 (7,5)	54	63,33	60	0,492 (0,666)	3336	120	1,5 (16)	2,5	127
15A5	7,5 (10)	38	46,05	43	0,677 (0,894)	3337	120	1,5 (16)	3,3	132
23A0	11 (15)	27	32,99	31	0,945 (1,267)	3338	120	1,5 (16)	5,2	130
31A0	15 (20)	19	24,02	22	1,297 (1,739)	3339	120	1,5 (16)	6,7	129
37A0	18,5 (25)	16	19,36	18	1,610 (2,158)	3340	120	1,5 (16)	8,3	132
43A0	22 (30)	16	18,00	17	1,923 (2,578)	3357	120	1,5 (16)	10,1	128

¹ Todo el cableado debe cumplir con las normas nacionales y locales sobre la sección transversal del cable y temperatura ambiente.

8.3.3 Pedidos de resistencias de freno de 40 %

Tabla 61: iC2-Micro Frequency Converters - Alimentación: 3 × 380-480 V CA, 40 % del ciclo de trabajo

Potencia de salida	P _m (HO)	R _{mín.}	R _{br. nom.}	R _{rec}	P _{br media}	Código numérico	Período	Sección transversal del cable ⁽¹⁾	Relé térmico	Máximo par de freno con resistencia
Trifásica 380-480 V (T4)	[kW (CV)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (CV)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,807 (1,082)	3312	120	1,5 (16)	2,1	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	1,113 (1,491)	3313	120	1,5 (16)	2,7	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	1,504 (2,016)	3314	120	1,5 (16)	3,7	128
12A0	5,5 (7,5)	54	63,33	60	2,088 (2,799)	3315	120	1,5 (16)	5	127
15A5	7,5 (10)	38	46,05	43	2,872 (3,850)	3316	120	1,5 (16)	7,1	132
23A0	11 (15)	27	32,99	31	4,226 (5,665)	3236	120	2,5 (14)	11,5	130
31A0	15 (20)	19	24,02	22	5,804 (7,780)	3237	120	2,5 (14)	14,7	129
37A0	18,5 (25)	16	19,36	18	7,201 (9,653)	3238	120	4 (12)	19	132
43A0	22 (30)	16	18,00	17	8,604 (11,534)	3203	120	4 (12)	23	128

¹ Todo el cableado debe cumplir con las normas nacionales y locales sobre la sección transversal del cable y temperatura ambiente.

Índice

A

Acceso de servicio..... 56, 61
 Accesorios..... 85
 Almacenamiento..... 54

B

Banco de condensadores..... 15

C

CA

Alimentación..... 14
 Entrada..... 14,79
 Forma de onda..... 15
 Freno..... 29

Cable apantallado..... 78

CC

Intensidad..... 14
 Bus..... 14
 Reactor..... 14
 Freno..... 29

Certificación para Corea..... 11

Certificado UL..... 11

Certificados..... 11

Chopper de frenado..... 15

Circuitos de control..... 15

Condiciones ambientales

Almacenamiento..... 38
 Transporte..... 39
 Funcionamiento..... 39

Condiciones de funcionamiento extremas..... 75

Conectores de alimentación..... 40

Conexión a tierra..... 76, 79

Conexión de apantallamiento de cables..... 81

Conexión de red..... 76

Configurador..... 7

Conmutación en la salida..... 75

Conocimiento de MyDrive®..... 28

Consideraciones acerca de los cables de alimentación..... 75

Consideraciones acerca del mantenimiento..... 56

Consideraciones generales sobre seguridad..... 8

Consideraciones sobre EMC

Cables de alimentación..... 69
 Conexión a tierra..... 69
 Cables de control..... 70

Contenido del envío..... 51

Controlador externo..... 14

Corriente de fuga..... 66, 67, 69, 71

Corriente de raíz cuadrática media..... 14

Corte de red..... 75

Cortocircuito..... 75

Cumplimiento de la Directiva de máquinas..... 12

Código del modelo..... 85

D

Datos técnicos

Red..... 34
 Salida del motor..... 34
 Características de par..... 35
 Entrada digital..... 35
 Entrada de pulsos..... 35

Salida digital..... 36
 Salida de pulsos..... 36
 Entrada analógica..... 36
 Salida analógica..... 37
 Salida de relé..... 37
 Tensiones auxiliares..... 38

Diagrama de bloques..... 14

Diagrama de cableado..... 7, 64

Dimensiones

IP20 / Tipo abierto..... 48
 IP21/UL, tipo 1..... 49
 NEMA 1..... 50

Dimensión del cable..... 78

Direcciones

sobre el montaje..... 57
 Ubicaciones..... 58
 de montaje..... 58

Directiva ErP..... 12

Directiva sobre baja tensión..... 11

Directivas..... 11

Directrices de funcionamiento seguro..... 8

Diseño ecológico..... 15

Disipador..... 57

Disposal..... 53

Documentación adicional..... 7

du/dt..... 45

E

E/S de control..... 35

EAN..... 53

Eficiencia energética..... 15

Electromagnetic interference..... 8

Eliminación..... 53

EMC

Directiva..... 12
 Nivel de conformidad..... 42
 Requisitos en materia de emisiones..... 43
 Requisitos de inmunidad..... 43
 Compatibilidad..... 44

Entorno comercial..... 43

Entorno de funcionamiento..... 55

Entorno residencial..... 43

Entrada analógica..... 36

Entrada de alimentación..... 14

Espacio libre mínimo para refrigeración..... 60

Etiquetas..... 51

Etiquetas de los convertidores..... 51

Etiquetas de los productos..... 51, 51

Etiquetas del paquete..... 52

ETR..... 74

F

Factor de potencia..... 14

Filtro EMC integrado..... 17, 44

Filtro integrado..... 17

Filtro RFI..... 14

Frenado dinámico..... 29

Freno..... 82

Freno con resistencia..... 29

Freno de retención mecánico..... 28

Fuente de alimentación de red..... 32, 32, 33, 34

Función de freno.....	31	P	Panel de control.....	19
Fusibles.....	39		Panel de control 2.0 OP2.....	19
H			Patrones de perforación.....	59
Hardware de potencia.....	16		PELV.....	70
Historial de versiones.....	7		Pernos.....	59
Homologaciones.....	11		Personal cualificado.....	7, 10
Homologación CSA/cUL.....	11		Planos.....	7
I			Posible uso indebido.....	14
Información del producto.....	7		Potencia de entrada.....	15, 79
Instrucciones de seguridad.....	8		Potentiometer (Potenciómetro).....	20
Inversor.....	15		Protección de sobrecarga.....	34
IP20 / Tipo abierto.....	16, 48, 55		Puerta corredera	
IP21/UL, tipo 1.....	16, 49, 55		Desmontaje.....	23
K			Volver a montar.....	24
Kit de conversión IP21/Tipo 1.....	85		Puerto RJ45.....	18
Kit de conversión NEMA 1.....	85		Pérdidas de potencia.....	15
Kit de montaje de la placa de desacoplamiento.....	86	R		
Kit de piezas de repuesto.....	86		Reacondicionamiento del condensador.....	53
L			Rectificador.....	14
Luces indicatoras.....	20		Recycling.....	53
Límite de intensidad.....	75		Reducción de potencia.....	17, 46, 46, 47
Límite de par.....	75		Refrigeración forzada por aire.....	61
Límite de velocidad mínima.....	75		Refrigeración por aire natural.....	61
Límite máximo de velocidad.....	75		Registro de cambios.....	7
M			Relé termoelectrónico.....	74
Magnetotérmicos.....	39		Rendimiento del sistema.....	15
Marcado CE.....	11		Reparto de carga.....	82
Marcado KC.....	11		Repuestos.....	86
Marcado RCM de conformidad.....	11		Requisitos de par.....	76
Material de apoyo.....	7		Requisitos previos para la instalación.....	55
Medical devices.....	8		Resistencia de frenado.....	87
Momento de inercia.....	75		Resistencia de freno.....	30
Motor			Retroalimentación del sistema.....	14
Supervisión del estado.....	14		RMS.....	14
Protección de sobrecarga.....	14		RoHS directive.....	12
Intensidad.....	15		RS485.....	18, 38, 81
Protección térmica.....	17		Ruido acústico.....	41
Longitud del cable.....	44	S		
Tensión.....	45		Sensores externos.....	74
Instalación.....	72		Sistema Power Drive.....	15
Tipos.....	73		Sobrecalentamiento.....	74
Aislamiento.....	73		Sobrecarga estática en modo VVC+.....	75
Fase.....	75		Sobretensión generada por el motor.....	75
Conexión.....	76		Supervisión térmica.....	74
N			Símbolos.....	8
NEMA 1.....	50		T	
Normativa de control de exportaciones.....	13		Tamaños de los cables de control.....	81
Número de artículo europeo.....	53		Tapa de terminales.....	17
O			Tensión	
Objetivo de la guía.....	7		Advertencia de seguridad.....	9
			Terminales de control.....	17, 79
			Tiempo de subida.....	45
			Tipos de homologaciones.....	11
			Tipos de red.....	64, 64
			Tornillos.....	59
			Transporte.....	54
			Troquel.....	78

U

UKCA..... 11
Uso previsto.....14

Ó

Órdenes remotas..... 14

V

Ventilador de refrigeración.....57, 86

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
drives.danfoss.com

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 a 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.

