

Guía de diseño

Convertidores de frecuencia iC2-Micro



Contenidos

1 Introducción y seguridad

1.1 Finalidad de esta Guía de diseño	9
1.2 Recursos adicionales	9
1.3 Materiales de apoyo para la planificación y el diseño	9
1.4 Historial de versiones	10
1.5 Símbolos de seguridad	10
1.6 Dispositivos médicos	11
1.7 Consideraciones generales sobre seguridad	11
1.8 Personal cualificado	12

2 Homologaciones y certificaciones

2.1 Homologaciones y certificados del producto	14
2.2 Normas	15
2.3 Normativa de control de exportaciones	16

3 Convertidores de frecuencia iC2-Micro

3.1 Uso previsto	17
3.2 Diagrama de bloques	17
3.3 Diseño ecológico para los sistemas Power Drive	18
3.3.1 Descripción general	18
3.3.2 Pérdidas de potencia y eficiencia	19
3.4 Hardware de potencia	20
3.5 Control e interfaces	20
3.5.1 Terminales de control	20
3.5.2 Puerto RJ45 y conmutador de terminación RS485	21
3.5.3 Panel de control y panel de control 2.0 OP2	22
3.5.4 Botones e indicadores del panel de control	23
3.5.5 Botones e indicadores del panel de control 2.0 OP2	25
3.5.6 Puerta corredera en la tapa de terminales	26
3.6 Software de aplicación	27
3.6.1 Visión general del software de aplicación iC2-Micro	27
3.6.2 Funciones básicas	28
3.6.2.1 Vista general de las funciones básicas	28
3.6.2.2 Manejo de referencias	28

3.6.2.3	Dos configuraciones	28
3.6.2.4	Rampas	28
3.6.2.5	Paro rápido	28
3.6.2.6	Límite de dirección de rotación	28
3.6.2.7	Conmutador de fase del motor	28
3.6.2.8	Marcha gradual con modos de velocidad fija	28
3.6.2.9	Bypass de frecuencia	29
3.6.2.10	Rearranque automático	29
3.6.2.11	Arranque al vuelo	29
3.6.2.12	Corte de red	29
3.6.2.13	Energía regenerativa	29
3.6.2.14	Amortiguación de resonancia	29
3.6.2.15	Control de freno mecánico	29
3.6.2.16	Controladores	29
3.6.3	Control y lecturas de E/S	30
3.6.4	Funciones del control del motor	30
3.6.4.1	Vista general de las funciones de control del motor	30
3.6.4.2	Tipos de motores	30
3.6.4.3	Características de la carga	30
3.6.4.4	Principio de control del motor	30
3.6.4.5	Placa de características del motor y catálogo	30
3.6.4.6	Adaptación automática del motor (AMA)	30
3.6.4.7	Optimización automática de energía (AEO)	31
3.6.5	Frenado de la carga	31
3.6.5.1	Vista general del frenado de la carga	31
3.6.5.2	Frenado con resistencia	31
3.6.5.3	Control de sobretensión (OVC)	31
3.6.5.4	Freno de CC	31
3.6.5.5	Frenado por CA	31
3.6.5.6	CC mantenida	31
3.6.5.7	Carga compartida	31
3.6.6	Funciones de protección	31
3.6.6.1	Protecciones de red	31
3.6.6.2	Funciones de protección del convertidor	32
3.6.6.3	Funciones de protección contra sobrecarga del motor	32
3.6.6.4	Protección de los componentes conectados externamente	32
3.6.6.5	Reducción de potencia automática	32
3.6.7	Funciones de monitorización	32

3.6.7.1	Vista general de las funciones de monitorización	32
3.6.7.2	Supervisión de la velocidad	32
3.6.7.3	Registro de eventos y contadores de operaciones	32
3.6.8	Herramientas de software	33
3.6.8.1	Vista general de las herramientas de software	33
3.6.8.2	MyDrive® Select	33
3.6.8.3	MyDrive® Harmonics	33
3.6.8.4	MyDrive® ecoSmart™	33
3.6.8.5	Conocimiento de MyDrive®	33
3.7	Funciones de freno	34
3.7.1	Freno de retención mecánico	34
3.7.2	Frenado dinámico	34
3.7.3	Selección de resistencias de frenado	34
3.7.3.1	Introducción	34
3.7.3.2	Cálculo de la resistencia de frenado	35
3.7.3.3	Cálculo de la resistencia de frenado recomendada por Danfoss	35
3.7.3.4	Control con función de freno	36

4 Especificaciones

4.1	Datos eléctricos	37
4.1.1	Fuente de alimentación de red 1 × 100-120 V CA	37
4.1.2	Alimentación de red 1 × 200-240 V CA	37
4.1.3	Fuente de alimentación de red 3 × 200-240 V CA	38
4.1.4	Alimentación de red 3 × 380-480 V CA	38
4.2	Especificaciones técnicas generales	40
4.2.1	Protección y funciones	40
4.2.2	Lado de red	40
4.2.3	Salida del motor y datos del motor	41
4.2.4	Características de par	41
4.2.5	E/S de control	41
4.2.5.1	Descripción general de las I/O de control	41
4.2.5.2	Entrada digital y de pulsos	41
4.2.5.3	Salida digital y de pulsos	42
4.2.5.4	Entrada analógica	42
4.2.5.5	Salida analógica	43
4.2.5.6	Relay Output (Salida de relé)	43
4.2.5.7	Tensiones auxiliares	44

4.2.6	Comunicación serie RS485	44
4.2.7	Condiciones ambientales	44
4.2.7.1	Descripción general de las condiciones ambientales	44
4.2.7.2	Condiciones ambiente durante el almacenamiento	44
4.2.7.3	Condiciones ambiente durante el transporte	45
4.2.7.4	Condiciones ambientales durante el funcionamiento	45
4.3	Fusibles y magnetotérmicos	46
4.4	Conectores de alimentación	47
4.5	Ruido acústico	48
4.6	Niveles de conformidad EMC	48
4.6.1	Descripción general de los niveles de conformidad EMC	48
4.6.2	Requisitos en materia de emisiones	49
4.6.3	Requisitos de inmunidad EMC	50
4.7	Compatibilidad EMC y longitud del cable de motor	51
4.8	Condiciones du/dt	51
4.9	Reducción de potencia	53
4.9.1	Descripción general de la reducción de potencia	53
4.9.2	Reducción de potencia manual	53
4.9.3	Reducción de potencia automática	56

5 Dimensiones exteriores

5.1	Tamaños y dimensiones del alojamiento IP20 / Tipo abierto	57
5.2	Tamaños y dimensiones del alojamiento IP21/UL Tipo 1	58
5.3	Tamaños y dimensiones del alojamiento NEMA 1	59

6 Consideraciones sobre la instalación mecánica

6.1	Contenido del envío	60
6.2	Etiquetas de producto	60
6.2.1	Descripción general de las etiquetas de los productos	60
6.2.2	Etiquetas de los productos en los convertidores de frecuencia	60
6.2.3	Etiquetas del paquete	61
6.3	Eliminación recomendada	62
6.4	Almacenamiento hasta la instalación	62
6.4.1	Reacondicionamiento de los condensadores	62
6.4.2	Transporte y almacenamiento seguros	64
6.5	Requisitos previos para la instalación	64

6.5.1 Descripción general de los requisitos previos a la instalación	64
6.5.2 Entorno de funcionamiento	64
6.6 Consideraciones acerca del mantenimiento	65
6.6.1 Mantenimiento periódico	65
6.6.2 Recomendaciones sobre el mantenimiento preventivo	66
6.6.3 Acceso de servicio	68
6.6.4 Mantenimiento y servicio de disipadores térmicos y ventiladores	69
6.7 Instalación mecánica	69
6.7.1 Consideraciones sobre el montaje	69
6.7.2 Ubicaciones de montaje	70
6.7.3 Direcciones de montaje	70
6.7.4 Tornillos y pernos recomendados	71
6.7.5 Patrones de perforación	71
6.7.6 Colocación del convertidor en la instalación	72
6.7.7 Refrigeración	72
6.7.8 Espacio recomendado para el acceso de servicio	73

7 Consideraciones sobre la instalación eléctrica

7.1 Precauciones para la instalación eléctrica	75
7.2 Diagrama del cableado	76
7.3 Tipo de red y protección	77
7.3.1 Tipos de red	77
7.3.2 Corrientes en la conexión a tierra de protección y corrientes equipotenciales/de fuga	77
7.3.3 Medición de intensidad PE	78
7.3.4 Protección del dispositivo de corriente diferencial (RCD)	79
7.3.5 Dispositivos de monitorización del aislamiento	80
7.4 Instalación conforme a EMC	80
7.4.1 Directrices de instalación conforme a EMC	80
7.4.2 Cables de alimentación y conexión a tierra	82
7.4.3 Cables de control	84
7.5 Aislamiento galvánico	84
7.6 Corriente de fuga a tierra	85
7.7 Instalación del motor	87
7.7.1 Consideraciones acerca de la instalación del motor	87
7.7.2 Tipos de motores compatibles	87
7.7.3 Aislamiento del motor	87

7.7.4	Corrientes en los cojinetes	88
7.7.5	Protección térmica del motor	88
7.8	Condiciones de funcionamiento extremas	89
7.9	Cable de alimentación	90
7.9.1	Consideraciones acerca de los cables de alimentación	90
7.9.2	Requisitos de par	91
7.10	Instalación eléctrica	91
7.10.1	Conexión a tierra, de alimentación y de motor	91
7.10.2	Conexión del motor	93
7.10.3	Conexión a la red de CA	93
7.10.4	Tipos de terminales de control	94
7.10.5	Tamaño de cables de control y longitudes de desforrado	95
7.10.6	Conexión de apantallamiento de cables	96
7.10.7	Carga compartida / freno	98
8	Procedimiento para realizar pedidos	
8.1	Código de modelo	100
8.2	Pedidos de accesorios y repuestos	100
8.3	Pedidos de resistencias de freno	102
8.3.1	Introducción	102
8.3.2	Pedidos de resistencias de freno del 10 %	102
8.3.3	Pedidos de resistencias de freno del 40 %	103

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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro 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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro:

- 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 <http://www.danfoss.com>.
- En <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/> 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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro están disponibles para su descargar 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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro 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 0401	Actualización para la versión general 4.

1.5 Símbolos de seguridad

En los documentos de Danfoss se utilizan 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.	

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

La guía también incluye símbolos de advertencia ISO relacionados con superficies calientes y riesgo de quemaduras, tensión alta y descarga eléctrica, con referencias a las instrucciones.

	Símbolo de advertencia ISO para riesgo de superficies calientes y quemaduras
	Símbolo de advertencia ISO de tensión alta y descarga eléctrica
	Símbolo de acción ISO para consultar las instrucciones

1.6 Dispositivos médicos



ADVERTENCIA

INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS

Los convertidores de frecuencia y los filtros pueden generar interferencias electromagnéticas de hasta 300 GHz que podrían afectar a la funcionalidad de los marcapasos y otros dispositivos médicos implantados.

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.



ADVERTENCIA



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, la puesta en marcha y el mantenimiento deberá realizarse exclusivamente por personal cualificado.

ADVERTENCIA

TIEMPO DE DESCARGA

El convertidor contiene condensadores en el bus de CC que podrán seguir energizados aunque el convertidor esté apagado. Puede haber una tensión alta en el equipo, aunque las luces indicadoras de aviso estén apagadas.

- Detenga el motor, desconecte la red de AC, y los motores de imanes permanentes. Desconecte también del bus de DC las fuentes de alimentación, incluyendo baterías de respaldo, UPS, y conexiones al bus de DC 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	Tiempo de espera mínimo (minutos)
MA01c–MA02c y MA01a–MA03a	4
MA04a–MA05a	15

PRECAUCIÓN

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.

PRECAUCIÓN

SUPERFICIES CALIENTES

El convertidor contiene 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, como las barras conductoras, 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 de frecuencia iC2-Micro cumplen con las normas y directivas requeridas. Para obtener más información sobre las homologaciones y certificados que posee un producto, consulte la etiqueta del tipo de producto y <http://www.danfoss.com>.

Los certificados y las declaraciones de conformidad están disponibles previa solicitud o en <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/>.

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 apartado .
	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. Homologación UL CCN LZGH2/8 que cubre componentes protegidos contra llamas para su uso en equipos de refrigeración y aire acondicionado que utilizan refrigerantes A2L, construidos para funcionar en condiciones normales o en condiciones anómalas del producto final.
	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/en/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 sobre baja tensión (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 generación de interferencias electromagnéticas y deben tener un grado adecuado de inmunidad a las EMI cuando se instalan correctamente, se mantienen y se usan conforme a lo previsto. 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 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 (2011/65/UE)	La Directiva RoHS (restricción de sustancias peligrosas) es una directiva de la UE que restringe el uso de materiales peligrosos en la fabricación de productos eléctricos y electrónicos. Obtenga más información en 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: 2021 Sistemas de convertidores de potencia eléctrica de velocidad variable. 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 de convertidores de potencia eléctrica de velocidad variable. Parte 3:** Requisitos EMC y métodos de prueba específicos.
- **EN IEC 61800-5-1: 2021 Sistemas de convertidores de potencia eléctrica de velocidad variable. Parte 5-1:** Requisitos de seguridad: eléctrica, térmica y energética.
- **EN IEC 61800-9-2: 2023 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.

- **EN IEC UL 60335-2-40: 2022 Electrodomésticos y aparatos eléctricos similares. Parte 2-40:** Requisitos específicos para bombas de calor eléctricas, equipos de aire acondicionado y deshumidificadores - Anexo JJ, Apertura permitida de relés y componentes similares para evitar la ignición de refrigerantes A2L.

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 de un conjunto de medidas, tales como, por ejemplo, una licencia o una declaración de usuario final.

EE. UU. también cuenta con normativas para convertidores de frecuencia con capacidad para funcionar a 300-600 Hz con restricciones a la venta 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, la responsabilidad de asegurar la conformidad con las normativas pertinentes de control de exportaciones recaerá en el exportador.

Para obtener más información, póngase en contacto con Danfoss.

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.

AVISO

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

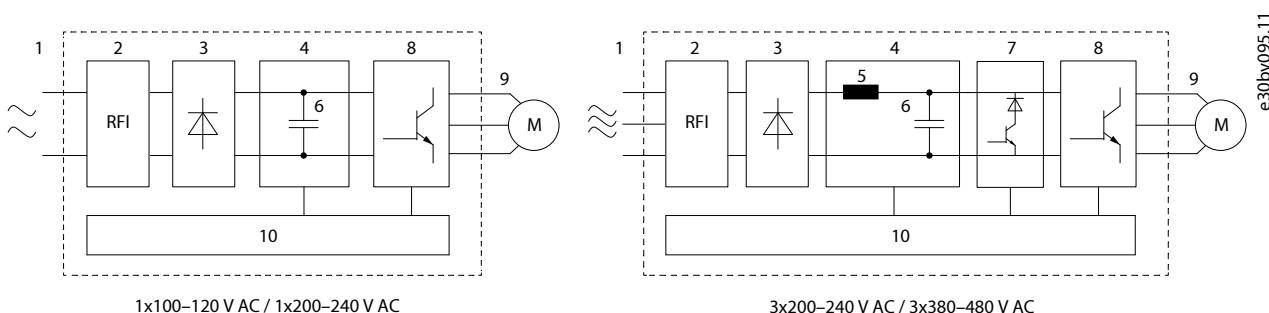


Figura 1: Diagrama de bloques de los convertidores de frecuencia iC2-Micro

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.

Tabla 5: Funciones de cada componente (continuación)

Área	Componente	Funciones
5	Bobina de CC ⁽¹⁾	- 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.
6	Banco de condensadores	- 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	- 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) La bobina de CC solo es aplicable al tamaño de bastidor MA05a.

2) El chopper de frenado no es aplicable al tamaño de bastidor MA01a.

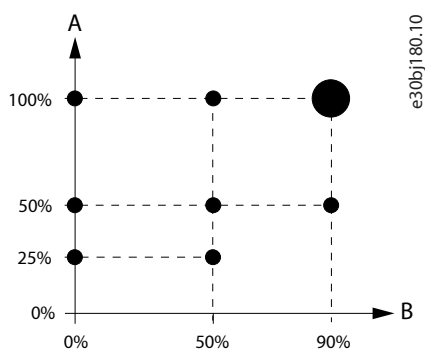
3.3 Diseño ecológico para los sistemas Power Drive

3.3.1 Descripción general

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 . 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 [3.3.2 Pérdidas de potencia y eficiencia](#).


Figura 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.

3.3.2 Pérdidas de potencia y eficiencia

Los elementos que causan pérdidas de potencia en el sistema se muestran en la .

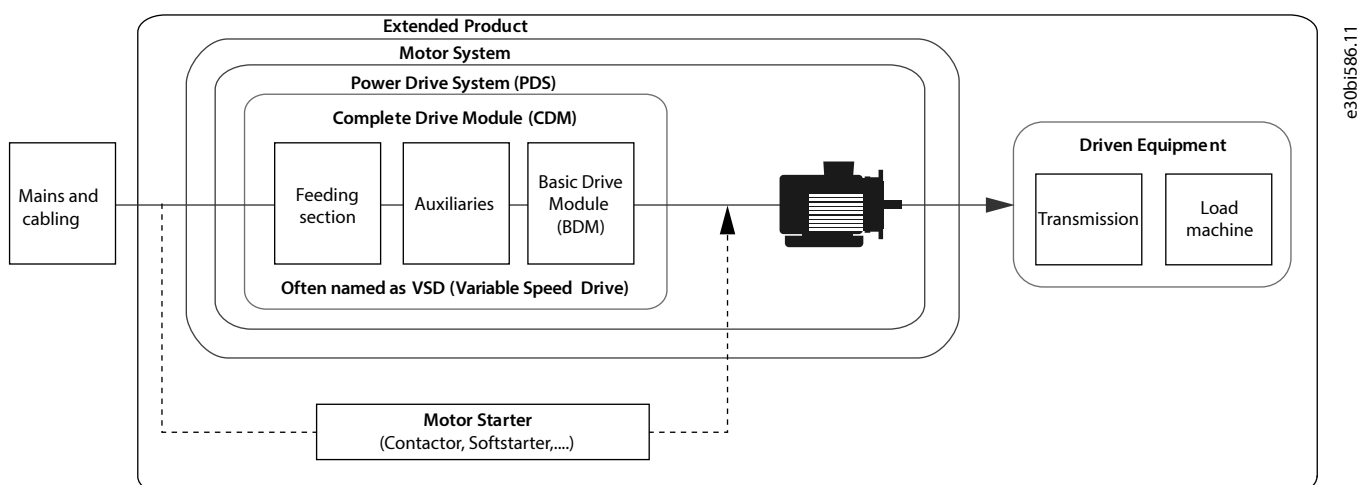


Figura 3: Diseño del accionamiento eléctrico de potencia

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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro 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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro son adecuados para su uso en un amplio intervalo de temperaturas. El rango de temperatura de funcionamiento es de -20 °C a +55 °C (de -4 °F a +131 °F) y de -10 °C a +50 °C (de 14 °F a +122 °F) sin reducción de potencia.

La salida del motor del Convertidores de frecuencia iC2-Micro 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.

AVISO

- Desmonte la tapa de terminales con un destornillador; consulte .

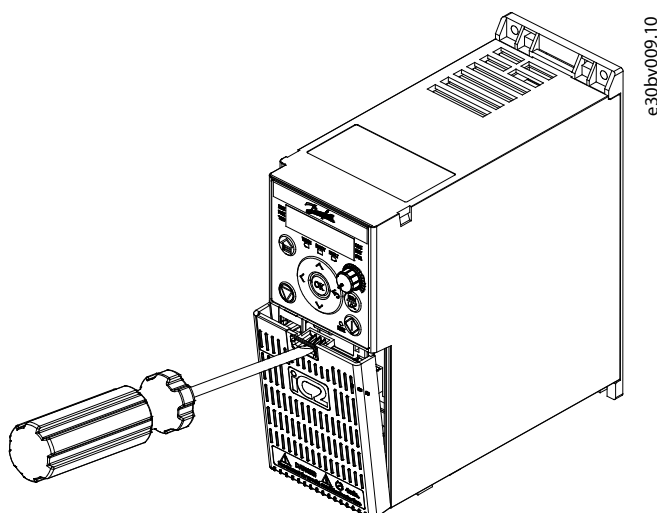


Figura 4: Desmontaje de la tapa de terminales

Todos los terminales de control de los Convertidores de frecuencia iC2-Micro se muestran en la .

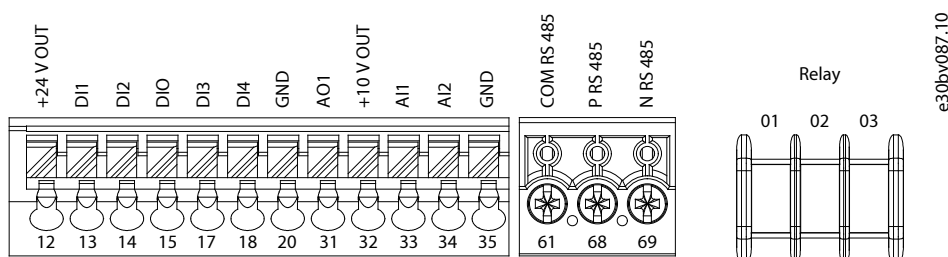


Figura 5: Vista general de los terminales de control

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) mediante adaptador rápido USB-C/RJ45 OAX00

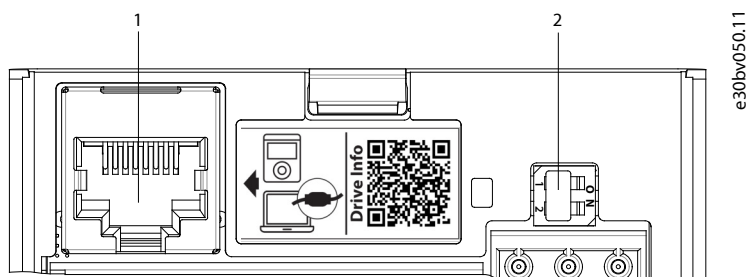


Figura 6: Puerto RJ45 y conmutador de terminación RS485

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

AVISO

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.

AVISO

- 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.

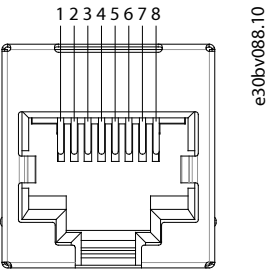


Figura 7: Definición de las clavijas del puerto RJ45

1	Fuente de alimentación de 5 V	2	Fuente de alimentación de 5 V
3	GND (conexión a tierra)	4	RS485_P
5	RS485_N	6	GND (conexión a tierra)
7	Reservado	8	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. Los botones y los indicadores del panel de control se describen en [3.5.4 Botones 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. Los botones y los indicadores del panel de control 2.0 OP2 se describen en [3.5.5 Botones 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.

Tabla 7: Luces indicadoras de estado

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

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	Activado: el convertidor está en funcionamiento normal.
	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	Apagado	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 Ajuste activo.

2) Seleccione el ajuste de programación en el parámetro P 6.6.2 Ajuste activo.

3.5.5 Botones e indicadores del panel de control 2.0 OP2

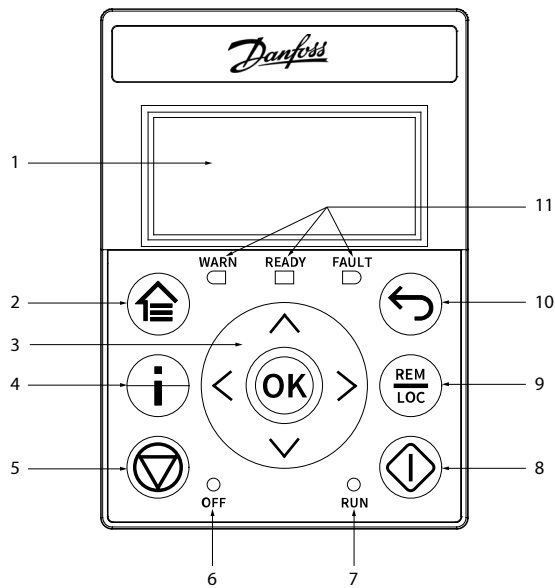


Figura 9: Vista general del panel de control 2.0 OP2

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	- 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]	Flechas: Navegue por las diferentes pantallas y menús, y ajuste los valores de los parámetros. [OK]: Confirma las selecciones y los datos en la pantalla del panel de control.
4	Informe	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: Encendido de forma constante: El indicador está en este estado cuando: - 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. 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.

Tabla 11: Descripción de los elementos del panel de control (continuación)

Leyenda	Nombre del elemento	Descripción
7	LED RUN (FUNCIONAMIENTO)	El indicador tiene los siguientes estados: • Activado: el convertidor está en funcionamiento normal. • Desactivado: el convertidor se ha detenido. • Parpadeo: El indicador está en este estado cuando: - 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 marcha	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. • [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.

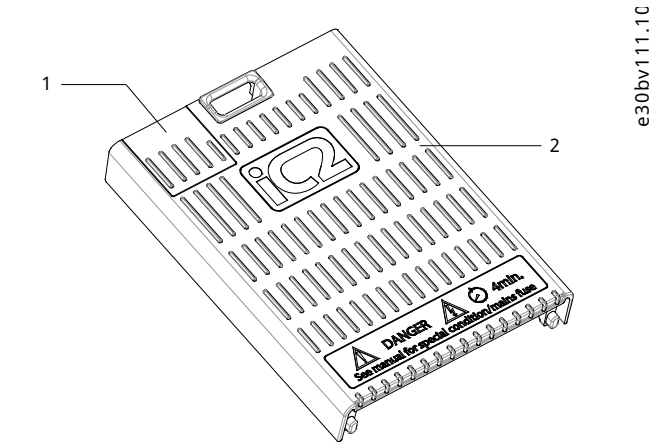


Figura 10: Puerta corredera en la tapa de terminales

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.

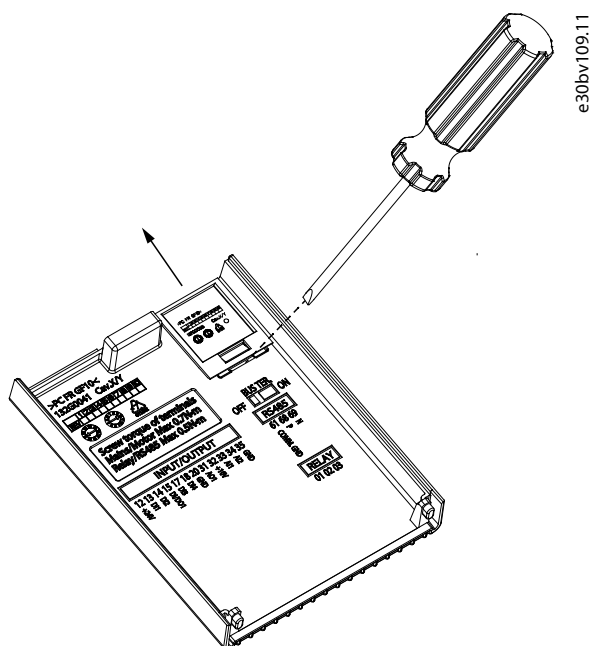


Figura 11: Desmontaje de la puerta corredera

Volver a montar

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

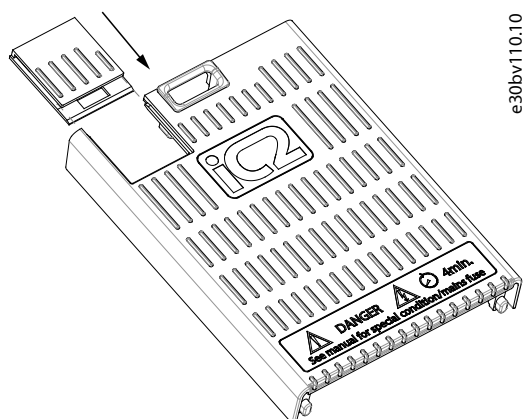


Figura 12: Instalación de la puerta corredera

3.6 Software de aplicación

3.6.1 Visión general del software de aplicación iC2-Micro

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

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

3.6.2 Funciones básicas

3.6.2.1 Vista general de las 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.

3.6.2.2 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 desde un fieldbus
- 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 %.

3.6.2.3 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.

3.6.2.4 Rampas

El convertidor de frecuencia admite las rampas lineares, 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.

3.6.2.5 Paro rápido

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 rpm.

3.6.2.6 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.

3.6.2.7 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.

3.6.2.8 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.

3.6.2.9 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.

3.6.2.10 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.

3.6.2.11 Arranque al vuelo

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.

3.6.2.12 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.

3.6.2.13 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.

3.6.2.14 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.

3.6.2.15 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.

3.6.2.16 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

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.

Controlador de velocidad

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

En modo de lazo abierto (sin señal de realimentación externa de la velocidad), no se necesitan sensores externos. El control de velocidad de lazo abierto facilita la instalación y la puesta en servicio, y elimina el riesgo de que los sensores presenten defectos.

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 pueden configurarse y utilizarse 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 del control del motor

3.6.4.1 Vista general de las 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.

3.6.4.2 Tipos de motores

El convertidor de frecuencia admite motores estándar, como:

- Motores de inducción
- Motores de magnetización permanente

3.6.4.3 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.

3.6.4.4 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

3.6.4.5 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.

3.6.4.6 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.

3.6.4.7 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

3.6.5.1 Vista general del 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.

3.6.5.2 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.

3.6.5.3 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.

3.6.5.4 Freno de 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.

3.6.5.5 Frenado por 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 de inducción. El exceso de energía se disipa aumentando las pérdidas en el motor durante el frenado.

3.6.5.6 CC mantenida

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

3.6.5.7 Carga compartida

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

3.6.7.1 Vista general de las 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.

3.6.7.2 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.

3.6.7.3 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 sobretensiones son ejemplos de las lecturas disponibles.

3.6.8 Herramientas de software

3.6.8.1 Vista general de las herramientas de software

Danfoss ofrece un conjunto de herramientas de software de escritorio que se han diseñado para proporcionar un funcionamiento sencillo y el máximo nivel de personalización de los convertidores de frecuencia.

Las API y la interfaz de dispositivos de Danfoss permiten la integración de las herramientas en sistemas y procesos empresariales propios. Las herramientas MyDrive® respaldan toda la vida útil del convertidor, desde el diseño del sistema hasta el mantenimiento. Algunas de las herramientas están disponibles de forma gratuita y algunas requieren una suscripción.

Para obtener más información sobre las herramientas MyDrive®, consulte la documentación de MyDrive.

3.6.8.2 MyDrive® Select

MyDrive® Select realiza el dimensionamiento del convertidor de frecuencia basándose en el cálculo de las intensidades de carga del motor, la temperatura ambiente y las limitaciones de intensidad. Los resultados del dimensionamiento están disponibles en formato gráfico y numérico e incluyen el cálculo del rendimiento, las pérdidas de potencia y las intensidades de carga de los inversores. La documentación resultante está disponible en formato .pdf o .xls y puede importarse a MyDrive® Harmonics para evaluar la distorsión armónica o validar la conformidad con la mayoría de las normas y directrices sobre armónicos.

MyDrive® Select está disponible como herramienta basada en la web en select.mydrive.danfoss.com y como aplicación para dispositivos móviles que puede descargarse en las tiendas de aplicaciones.

3.6.8.3 MyDrive® Harmonics

MyDrive® Harmonics estima los beneficios de añadir soluciones de mitigación de armónicos a una instalación y calcula la distorsión armónica del sistema. La evaluación se puede realizar tanto para instalaciones nuevas como en la aplicación de una instalación existente.

La versión gratuita proporciona una visión general rápida del rendimiento general esperado del sistema. La versión para expertos de MyDrive® Harmonics requiere una suscripción, lo que ofrece más funciones, como la posibilidad de guardar y compartir proyectos de armónicos, la importación de proyectos desde MyDrive® Select y la posibilidad de añadir productos de mitigación de armónicos de Danfoss.

3.6.8.4 MyDrive® ecoSmart™

MyDrive® ecoSmart™ determina el rendimiento energético del convertidor utilizado y la clase de rendimiento del accionamiento según la norma IEC 61800-9.

MyDrive® ecoSmart™ utiliza información sobre el motor seleccionado, los puntos de carga y el convertidor de frecuencia para el cálculo de la clase de rendimiento energético y el rendimiento con carga parcial de un convertidor de frecuencia de Danfoss, ya sea para un convertidor de frecuencia independiente (CDM) o para un convertidor de frecuencia con motor (PDS).

MyDrive® ecoSmart™ está disponible como herramienta basada en la web en ecosmart.mydrive.danfoss.com y como aplicación para dispositivos móviles que puede descargarse en las tiendas de aplicaciones.

3.6.8.5 Conocimiento de MyDrive®

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 de seguridad funcional y la monitorización basada en condiciones.

Realizar copias de seguridad, la restauración del sistema desde una copia de seguridad y el registro de datos en MyDrive® Insight permiten utilizar una tarjeta micro SD como dispositivo de almacenamiento.

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.

AVISO

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 P 3.2.1 Activar chopper de frenado = [1] Activar**). Ajustar el umbral en el **parámetro P 3.2.2 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 P 3.2.1 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 P 5.7.3 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. En la se muestra un ciclo típico de frenado.

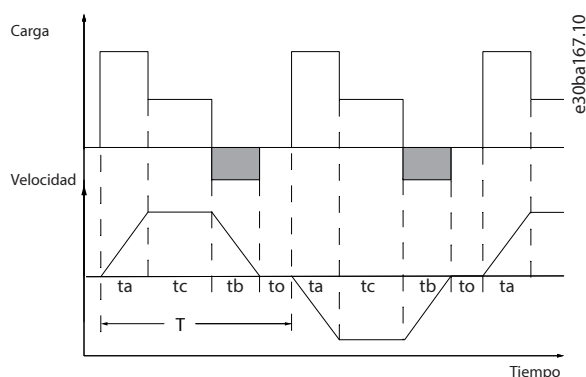


Figura 13: Ciclo de frenado típico

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

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.

AVISO

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:

$$R_{br}[\Omega] = \frac{U_{dc,br}^2 \times 0.83}{P_{peak}}$$

donde

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

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 P 3.2.2 Reducción de tensión del chopper de frenado**, con un intervalo de 70 V.

AVISO

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.

AVISO

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 %.

$$R_{rec}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100 \times 0.83}{P_{motor} \times M_{br}[\%] \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

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

480V : $R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}}$ [Ω] para convertidores con salida de eje $\leq 7,5$ kW (10 CV).

480V : $R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}}$ [Ω] para convertidores con salida de eje de 11-22 kW (15-30 CV).

AVISO

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} .

AVISO

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.

AVISO

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.

3.7.3.4 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 P 3.3.3 Límite de potencia de la resistencia de frenado**.

ADVERTENCIA

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 frenado exclusiva) puede seleccionarse como función de freno alternativa en el **parámetro P 2.3.1 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.

AVISO

El OVC puede activarse cuando está funcionando un motor de magnetización permanente (cuando el **parámetro P 4.2.1.1 Tipo de motor** está ajustado en [1] PM, SPM no saliente).

4 Especificaciones

4.1 Datos eléctricos

4.1.1 Fuente de alimentación de red 1 × 100-120 V CA

Tabla 14: Fuente de alimentación de red 1 × 100-120 V CA

Sobrecarga normal del 150 % durante 1 minuto		
Convertidor de frecuencia	02A4	04A8
Salida típica de eje (kW)	0,37	1,1
Salida típica de eje (CV)	0,5	1,5
Tamaño del alojamiento	MA01c	MA02c
Intensidad de salida		
Continua (a 3 × 200-240 V CA) [A]	2,4	4,8
Intermitente (3 × 200-240 V CA) [A]	3,6	7,2
Dimensión máxima del cable		
(Alimentación y motor) [mm ² /AWG]	4/10	
Intensidad de entrada máxima		
Continua (1 × 100-120 V) [A]	11,6	25,6
Intermitente (1 × 100-120 V) [A]	17,4	38,4
Tipo de filtro EMC	C4	
Entorno		
Pérdida de potencia [W] ⁽¹⁾	18	24
Rendimiento [%] ⁽¹⁾	97,4	98,2

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.

4.1.2 Alimentación de red 1 × 200-240 V CA

Tabla 15: Alimentación de red 1 × 200-240 V CA

Sobrecarga normal del 150 % durante 1 minuto				
Convertidor de frecuencia	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
Tamaño del alojamiento	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				

Tabla 15: Alimentación de red 1 × 200-240 V CA (continuación)

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
Tipo de filtro EMC	C1/C4			
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.

4.1.3 Fuente de alimentación de red 3 × 200-240 V CA

Tabla 16: Fuente de alimentación de red 3 × 200-240 V CA

Sobrecarga normal del 150 % durante 1 minuto								
Convertidor de frecuencia	02A4	04A2	07A8	11A0	15A2	24A2	31A0	46A2
Salida típica de eje (kW)	0,37	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11
Salida típica de eje (CV)	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10	15
Tamaño del alojamiento	MA01a	MA01a	MA02a	MA03a	MA03a	MA04a	MA04a	MA05a
Intensidad de salida								
Continua (a 3 × 200-240 V CA) [A]	2,4	4,2	7,8	11	15,2	24,2	31	46,2
Intermitente (3 × 200-240 V CA) [A]	3,6	6,3	11,7	16,5	22,8	36,3	46,5	69,3
Dimensión máxima del cable								
(Alimentación y motor) [mm ² /AWG]	4/10					16/6		
Intensidad de entrada máxima								
Continua (3 × 200-240 V) [A]	3,8	6,7	12,5	17,7	24,3	33,0	42,0	42,0
Intermitente (3 × 200-240 V) [A]	5,7	8,3	18,8	26,6	35,3	49,5	63,0	63,0
Tipo de filtro EMC	C4							
Entorno								
Pérdida de potencia [W] ⁽¹⁾	21	36	53	80	92	162	228	385
Rendimiento [%] ⁽¹⁾	97,3	97,4	97,9	97,7	97,5	97,7	97,6	97,3

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.

4.1.4 Alimentación de red 3 × 380-480 V CA

Tabla 17: Fuente de alimentación de red 3×380-480 V CA, MA01a-MA02a

Sobrecarga normal del 150 % durante 1 minuto						
Convertidor de frecuencia	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
Tamaño del alojamiento	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a

Tabla 17: Fuente de alimentación de red 3×380-480 V CA, MA01a-MA02a (continuación)

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
Tipo de filtro EMC	C2/C4					
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 18: Fuente de alimentación de red 3 × 380-480 V CA MA03a-MA05a

Sobrecarga normal del 150 % durante 1 minuto						
Convertidor de frecuencia	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
Tamaño del alojamiento	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) [mm²/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
Tipo de filtro EMC	C2/C4					

Tabla 18: Fuente de alimentación de red 3 × 380-480 V CA MA03a-MA05a (continuación)

Entorno						
Pérdida de potencia [W] ⁽¹⁾	104	127	213	285	358	466
Rendimiento [%] ⁽¹⁾	98,3	98,4	98,2	98,3	98,2	98

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.

4.2 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 sobrettemperatura.
- 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 19: Alimentación de red

Función	Datos
Tensión de alimentación	1 × 100-120 V CA ±10 %, -15 % con rendimiento de par reducido, en función del tipo de motor.
	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 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 20: 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 • 0-200 Hz (modo VVC++) • 0-500 Hz (modo U/f) Motor PM • 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 21: 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

4.2.5.1 Descripción general de las I/O de control

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

La configuración estándar de Convertidores de frecuencia iC2-Micro es:

- 4 entradas digitales.
- 1 I/O digital (seleccionar 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 de terminales de tensión alta, a menos que se especifique lo contrario.

4.2.5.2 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 22: 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
	PNP	0: <5 V CC 1: >11 V CC
	NPN	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	1 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.

4.2.5.3 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 23: 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.

4.2.5.4 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 24: Entrada analógica

Función	Datos
Número de terminal	T33 y T34
Modo de entrada	Corriente o tensión ⁽¹⁾
Modo de tensión	- Rango de tensión: 0-10 V (escalable) - Impedancia de entrada 10 kΩ - Tensión máxima: +20 V/-12 V
Modo de intensidad	- 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.

4.2.5.5 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 25: 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

4.2.5.6 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 26: Relay Output (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 $\cos\varphi = 0,4$	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	24 V CC, 10 mA 24 V CA, 20 mA

4.2.5.7 Tensiones auxiliares

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

Tabla 27: 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 28: 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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro*.

4.2.7 Condiciones ambientales

4.2.7.1 Descripción general de las condiciones ambientales

Los Convertidores de frecuencia iC2-Micro 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 [4.2.7.2 Condiciones ambiente durante el almacenamiento](#))
- Transporte (consulte el apartado [4.2.7.3 Condiciones ambiente durante el transporte](#))
- Funcionamiento (consulte el apartado [4.2.7.4 Condiciones ambientales durante el funcionamiento](#))

4.2.7.2 Condiciones ambiente durante el almacenamiento

Tabla 29: Condiciones ambiente 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

Tabla 29: Condiciones ambiente durante el almacenamiento (continuación)

Función	Datos
Vibración	1M11
Impacto	1M11
Ambiente biológico	1B1

4.2.7.3 Condiciones ambiente durante el transporte

Tabla 30: Condiciones ambiente 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

4.2.7.4 Condiciones ambientales durante el funcionamiento

Tabla 31: Condiciones ambientales durante el funcionamiento

Función	Datos
Temperatura ambiente	De -20 °C a 55 °C (de -4 °F a 131 °F) y de -10 °C a 50 °C (de 14 °F a 131 °F) sin reducción de potencia
Condiciones climáticas	3K22, máxima 95 % sin condensación ¹⁾
Sustancias químicamente activas	C4
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: De 1000°m (3280°ft) a 4000°m (13 123 ft), reducción de la intensidad de salida en un 1 % por cada 100 m (328 ft). Con respecto a la conformidad con la norma IEC 61800-5-1, la altitud máxima predeterminada es de 2000 m (6562 ft). Si el lugar de instalación se encuentra a una altitud de entre 2000 m (6562 ft) y 4000 m (13 123 ft), póngase en contacto con Danfoss para obtener más información.

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 corresponderse con los valores indicados en .

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 32: Fusibles y magnetotérmicos

iC2-Micro	Sin armario					Con armario			
	Fusibles UL				Fusi- bles CE	Magnetotér- mico UL	Magnetotér- mico CE	Tamaño del armario de pruebas [Altura × Anchura × Profundidad] [mm (in)]	Volumen mínimo del arma- rio [L]
kW (CV)	RK1	T	J	CC	gG	Nivel de des- conexión má- ximo ABB MS165	Nivel de des- conexión má- ximo Eaton	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
Corriente de fallo estándar SCCR	5 kA	5 kA			5 kA	5 kA	5 kA		
Corriente de fallo alta, SCCR	–	100 kA			–	65 kA ⁽¹⁾	–		
1 × 100-120 V CA									
0,37 (0,5)	25 A				25 A	25 A	PKZM4-25	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,1 (1,5)	35 A				50 A	42 A	PKZM4-50		
1 × 200-240 V CA									
0,37-0,75 (0,5-1,0)	25 A				25 A	25 A	PKZM4-25	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,5 (2,0)	35 A				35 A	32 A	PKZM4-32		
2,2 (3,0)	40 A				50 A	42 A	PKZM4-50		
3 × 200-240 V CA									
0,37-0,75 (0,5-1,0)	15 A				16 A	16 A	PKZM0-16	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,5 (2,0)	30 A				32 A	32 A	PKZM4-32		
2,2-3,7 (3,0-5,0)	40 A				40 A	42 A	PKZM4-40		
5,5-7,5 (7,5-10)	60 A				63 A	65 A	PKZM4-63	800 × 400 × 300 (31,5 × 15,7 × 11,8)	96
11 (15)	60 A				80 A	80 A	NZMN1-A80		
3×380-480 V									
0,37-1,5 (0,5-2,0)	15 A				16 A	16 A	PKZM0-16	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
2,2–4,0 (3,0–5,5)	30 A				40 A	32 A	PKZM4-32		
5,5-7,5 (7,5-10)	40 A				40 A	42 A	PKZM4-40		

Tabla 32: Fusibles y magnetotérmicos (continuación)

11-15 (15-20)	60 A	63 A	65 A	PKZM4-63	800 × 400 × 300 (31,5 × 15,7 × 11,8)	96
18,5-22 (25-30)	60 A	80 A	80 A	NZMN1-A80		

1) Las potencias de salida de Convertidores de frecuencia iC2-Micro hasta 15 kW (20 CV) son de 65 kA cuando están protegidas por CMC de tipo E; las potencias de los modelos de 18,5 kW (25 CV) y 22 kW (30 CV) son de 50 kA cuando están protegidas por CMC de tipo E.

4.4 Conectores de alimentación

Para garantizar un funcionamiento correcto, observe las dimensiones de la sección transversal, la longitud de desforrado 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.

AVISO

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

Tabla 33: 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

Tabla 33: Dimensionamiento del cable de alimentación (continuación)

Tamaño del alojamiento	Terminal	Sección transversal [mm ² (AWG)]	Par [Nm (lb-in)]	Longitud de desforrado [mm (in)]	Tipo de conector	Tipo tornillo/terminal
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 200–240 V y 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 34: 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

4.6.1 Descripción general de los 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.

AVISO

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.

4.6.2 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 requerimientos en materia de emisiones de la alimentación de red, se proporcionan en .

Tabla 35: Requisitos en materia de emisiones

Clase de conformidad	Uso previsto del convertidor
C1	Convertidores de frecuencia instalados en el 1er ambiente (hogar y oficina) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.
C2	Convertidores de frecuencia instalados en el 1er 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.

AVISO

Cuando el convertidor de frecuencia est´w conectado a la red de alimentación pública sin las reactancias externas instaladas, es posible que no cumpla los requisitos de emisiones de armónicos establecidos en las normas IEC/EN 61000-3-2 e IEC/EN 61000-3-12.

4.6.3 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 (CEI 61000-4-2) Descargas electrostáticas (ESD):** simulación de descargas electrostáticas de seres humanos.
- **EN 61000-4-3 (CEI 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 para obtener mas información.

Tabla 36: Inmunidad EMC

Norma de producto	61800-3				
Prueba	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}
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 fieldbus	–	–	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}

Tabla 36: Inmunidad EMC (continuación)

Norma de producto	61800-3				
Prueba	ESD	Inmunidad radiada	Ráfaga	Sobretensión	Inmunidad conducida
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

- 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 37: 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 38: 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)

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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro cumple con las especificaciones de la norma IEC 60034-25 en relación con motores diseñados para ser controlados mediante convertidores. El convertidor Convertidores de frecuencia iC2-Micro 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 39: Datos du/dt para Convertidores de frecuencia iC2-Micro

Tamaño del alojamiento	Potencia [kW (hp)]	Longitud del cable [m (ft)]	Tensión de red [V]	Tiempo de subida [μs]	U_{PICO} [kV]	du/dt [kV/ μs]
MA01c	0,37 (0,5)	5 (16,4)	1x120	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,37 (0,5)	50 (164)	1x120	0,286	0,618	1,73
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	1,1 (1,5)	5 (16,4)	1x120	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,1 (1,5)	50 (164)	1x120	0,31	0,622	1,62
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	0,75 (1,0)	5 (16,4)	3x240	0,092	0,458	3,96
MA01a	0,75 (1,0)	50 (164)	3x240	0,296	0,616	1,66
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	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3x240	0,09	0,52	4,69
MA02a	1,5 (2,0)	50 (164)	3x240	0,23	0,56	1,95
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	3,7 (5,0)	5 (16,4)	3x240	0,078	0,529	5,46
MA03a	3,7 (5,0)	50 (164)	3x240	0,228	0,636	2,23
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	7,5 (10)	5 (16,4)	3x240	0,116	0,5	3,47
MA04a	7,5 (10)	50 (164)	3x240	0,288	0,574	1,60
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3 × 400	0,144	0,71	3,96

Tabla 39: Datos du/dt para Convertidores de frecuencia iC2-Micro (continuación)

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
MA05a	11 (15)	5 (16,4)	3x240	0,078	0,407	4,14
MA05a	11 (15)	50 (164)	3x240	0,492	0,59	0,96
MA05a	22 (30)	5 (16,4)	3 × 400	0,108	0,66	4,89
MA05a	22 (30)	50 (164)	3 × 400	0,404	1,02	2,02
MA05a	22 (30)	5 (16,4)	3 × 480	0,148	0,78	4,26
MA05a	22 (30)	50 (164)	3 × 480	0,404	1,19	2,36

4.9 Reducción de potencia

4.9.1 Descripción general de la 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

4.9.2 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.

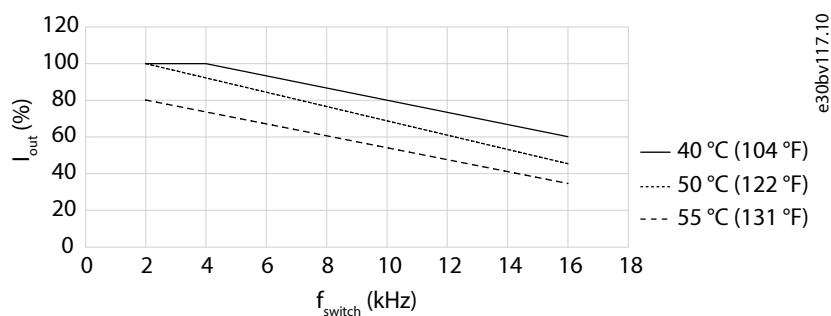


Figura 14: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA01c 1 × 100–120 V CA y 1 × 200–240 V CA)

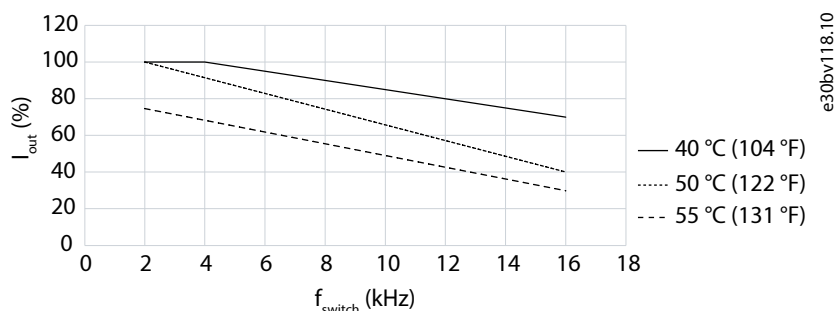


Figura 15: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA02c 1 × 100–120 V CA y 1 × 200–240 V CA)

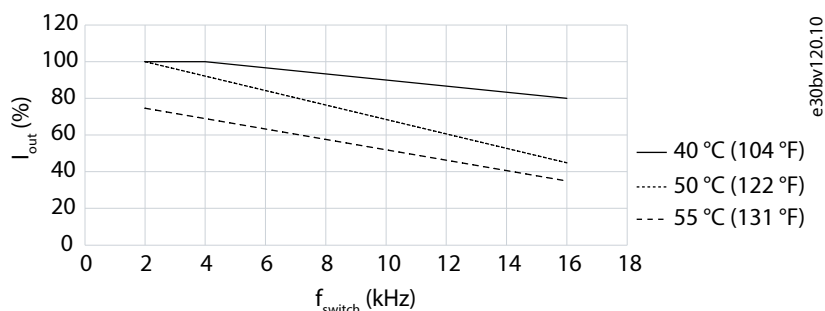


Figura 16: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA02a 1 × 200-240 V CA)

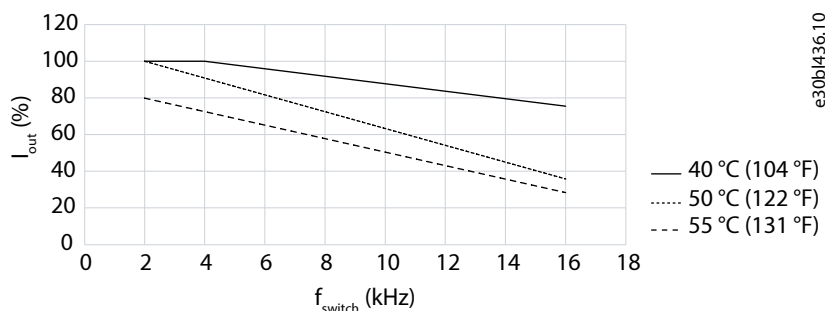


Figura 17: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA01a 3 × 200-240 V CA)

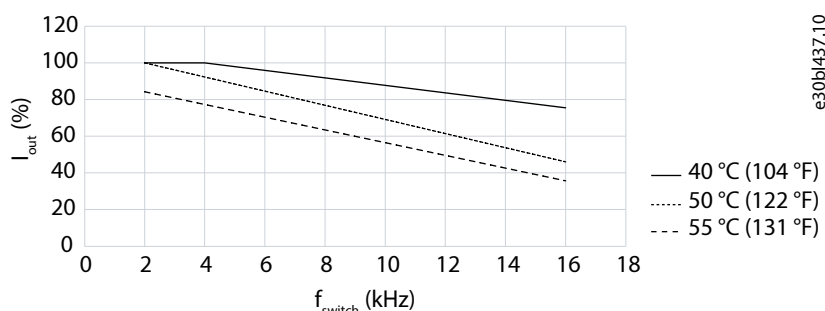


Figura 18: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA02a 3 × 200-240 V CA)

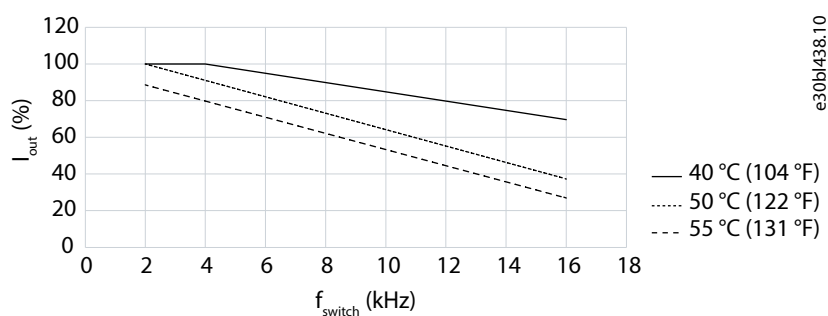


Figura 19: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA03a 3 x 200-240 V CA)

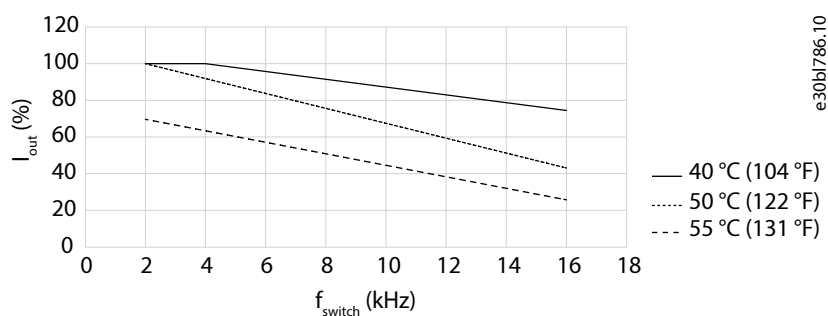


Figura 20: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA04a 3 x 200-240 V CA)

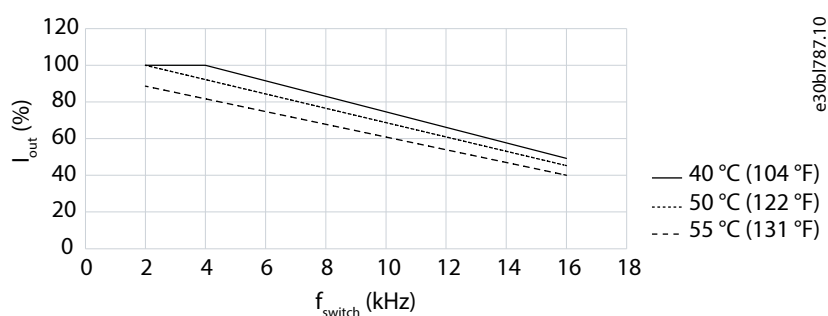


Figura 21: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA05a 3 x 200-240 V CA)

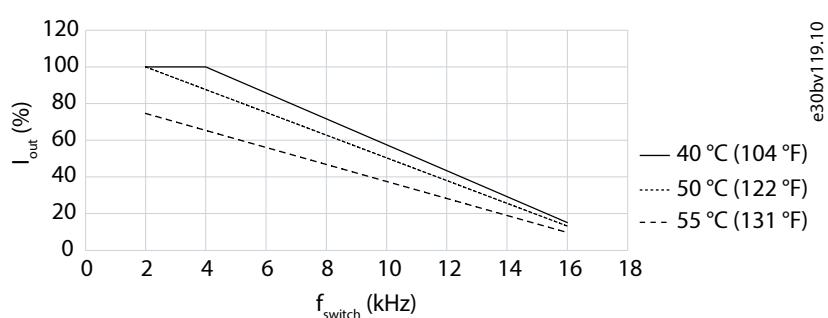


Figura 22: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA01a 3 x 380-480 V CA)

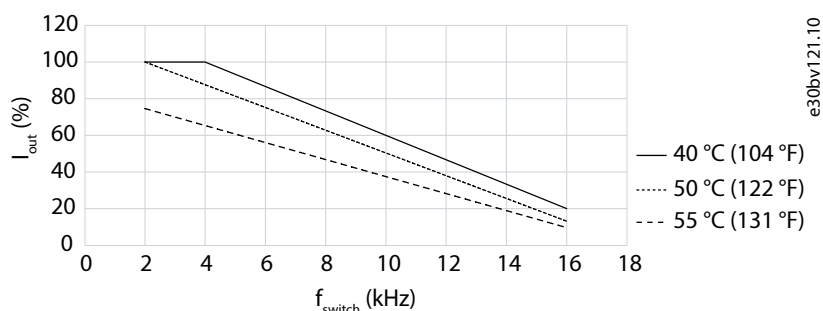


Figura 23: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA02a 3 x 380-480 V CA)

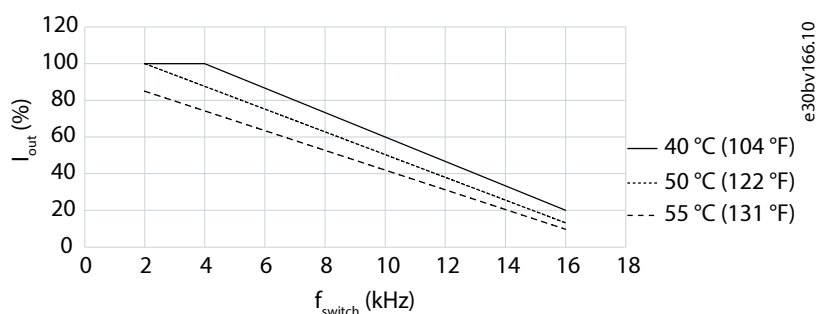


Figura 24: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA03a 3 x 380-480 V CA)

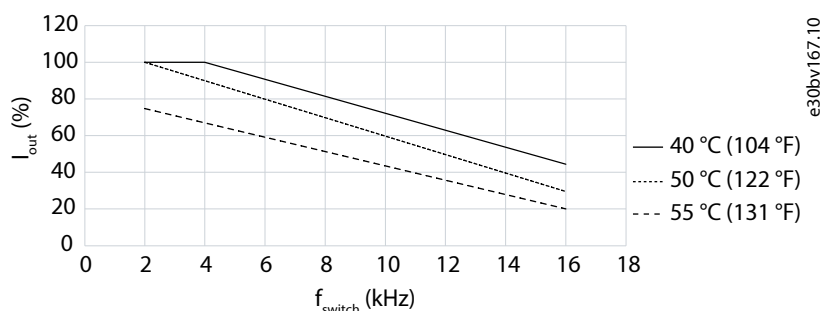


Figura 25: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA04a 3 x 380-480 V CA)

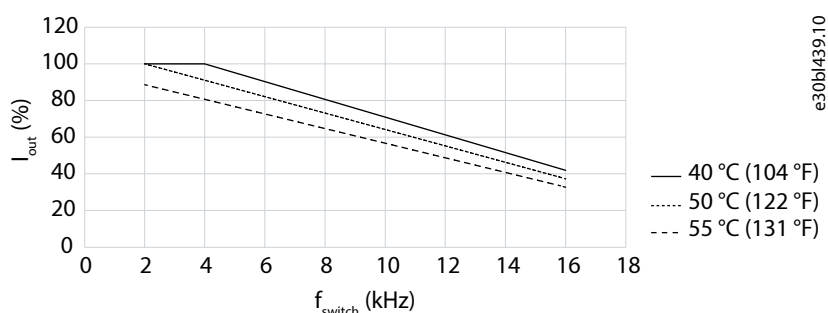


Figura 26: Reducción de potencia de la intensidad de salida en comparación con la frecuencia de conmutación (MA05a 3 x 380-480 V CA)

4.9.3 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

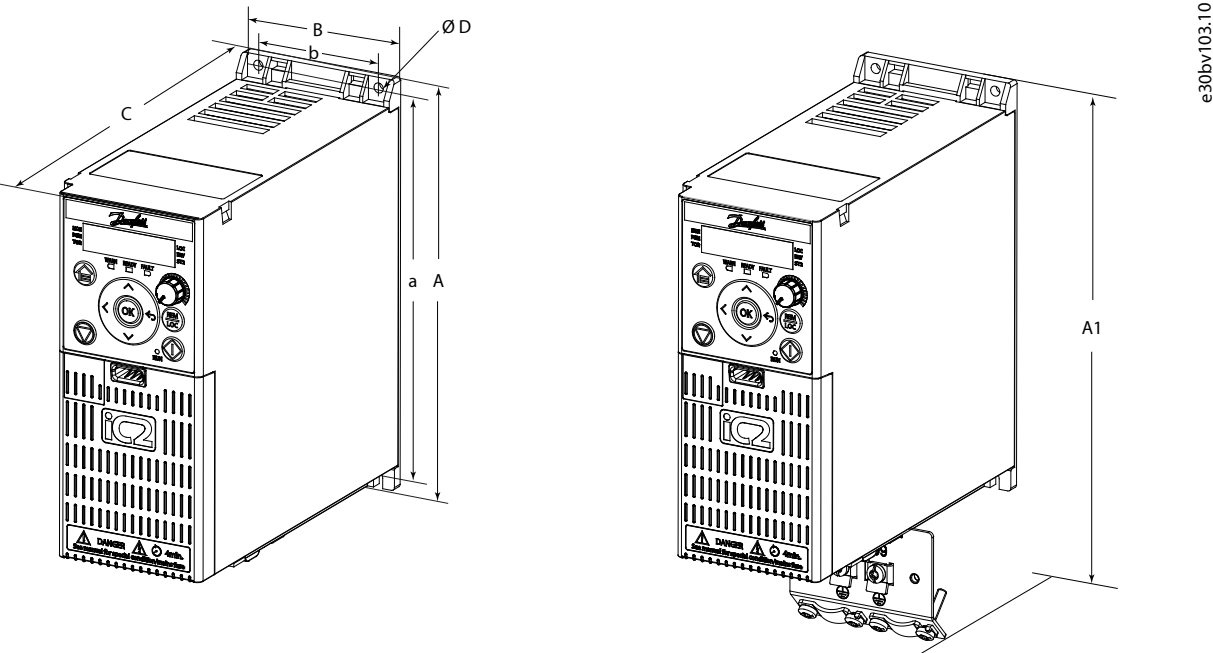


Figura 27: Tamaños y dimensiones del alojamiento IP20 / Tipo abierto

Tabla 40: Tamaños y dimensiones del alojamiento IP20 / Tipo abierto

Protección	Altura (mm [in])			Anchura (mm [in])		Profundidad [mm (pulgadas)] ⁽¹⁾	Agujeros de montaje [mm (pulg.)]	Peso máximo [kg (lb)] ⁽²⁾
	A	A1 ⁽³⁾	a	B	b	C	D	
MA01c	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)	1,0 (2,4)
MA02c	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)	1,3 (2,9)
MA01a	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)	1,1 (2,4)
MA02a	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)	1,6 (3,5)
MA03a	238,5 (9,4)	291 (11,5)	226 (8,9)	90 (3,5)	69 (2,7)	200 (7,9)	5,5 (0,22)	3,0 (6,6)
MA04a	292 (11,5)	365,5 (14,4)	272,4 (10,7)	125 (4,9)	97 (3,8)	244,5 (9,6)	7,0 (0,28)	6,0 (13,2)
MA05a	335 (13,2)	396,5 (15,6)	315 (12,4)	165 (6,5)	140 (5,5)	248 (9,8)	7,0 (0,28)	9,5 (20,9)

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

2) Sin incluir la placa de desacoplamiento.

3) Placa de desacoplamiento incluida.

5.2 Tamaños y dimensiones del alojamiento IP21/UL Tipo 1

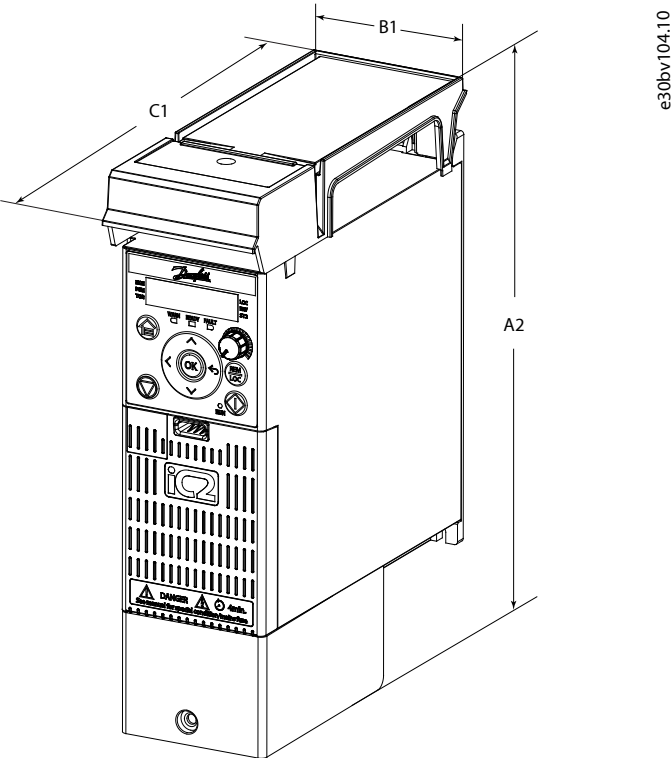


Figura 28: Tamaños y dimensiones del alojamiento IP21/UL Tipo 1

Tabla 41: Tamaños y dimensiones del alojamiento IP21/UL Tipo 1

Protección	Altura (mm [in])	Anchura de la cubierta superior [mm (pulgadas)]	Profundidad [mm (in)]
	A2	B1	C1
MA01c	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)
MA02c	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)
MA01a	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)
MA02a	255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)
MA03a	298 (11,7)	98 (3,9)	210 (8,3)

5.3 Tamaños y dimensiones del alojamiento NEMA 1

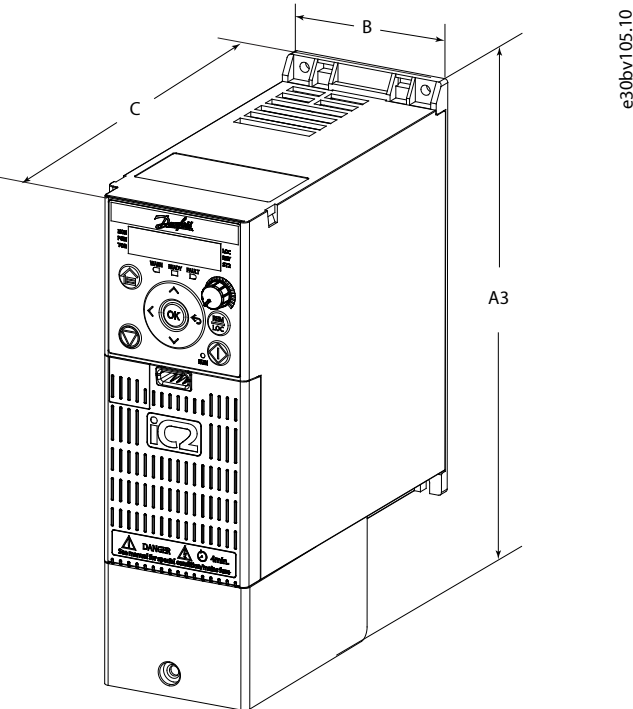


Figura 29: Tamaños y dimensiones del alojamiento NEMA 1

Tabla 42: Tamaños y dimensiones del alojamiento NEMA 1

Protección	Altura (mm [in])	Anchura (mm [in])	Profundidad [mm (pulgadas)]
	A3	B	C
MA01c	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)
MA03a	283 (11,1)	90 (3,5)	200 (7,9)
MA04a	352,5 (13,9)	125 (4,9)	244,5 (9,6)
MA05a	392 (15,4)	165 (6,5)	248 (9,8)

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 producto

6.2.1 Descripción general de las 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.

6.2.2 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 para conocer la ubicación de la etiqueta del convertidor de frecuencia.

Tabla 43: 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.

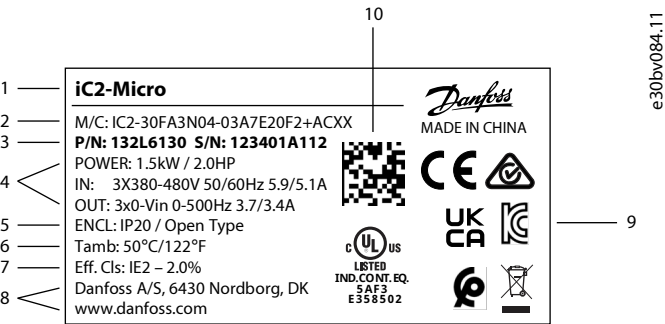


Figura 30: Ejemplo de una etiqueta de producto

- | | |
|---|---|
| 1 | Nombre del producto |
| 2 | Código del modelo: M/C incluye 27 caracteres del código de modelo. |
| 3 | P/N y S/N <ul style="list-style-type: none">• P/N es el código numérico del producto real.• S/N contiene el número de serie. |

- 4
- Potencia de salida:
- 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).
- 5
- Protección: Indica la clasificación de protección del convertidor, tanto la clasificación de protección contra entrada de elementos externos como la clasificación de conformidad con UL.
- 6
- Temperatura ambiente: Indica el rango de temperatura ambiente sin necesidad de reducción de potencia.
- 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.
- 8
- Nombre, dirección y sitio web de la empresa.
- 9
- Advertencias e información sobre conformidad.
- 10
- Código 2D: El código 2D contiene información sobre el convertidor de frecuencia y se puede escanear con un dispositivo inteligente. El código contiene:
- P/N: Código numérico.

• S/N: Número de serie.

6.2.3 Etiquetas del paquete

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

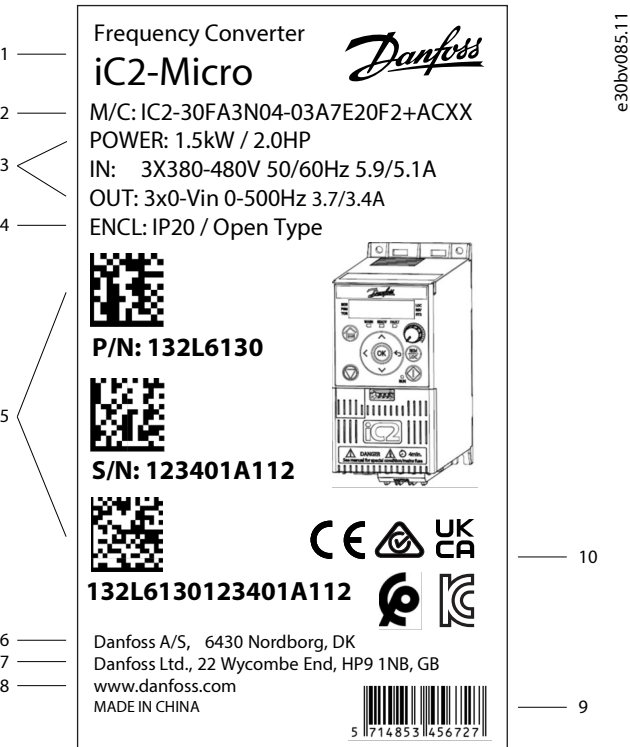


Figura 31: Ejemplo de etiqueta del paquete

- 1
- Nombre del producto
- 2
- Código del modelo: M/C incluye 27 caracteres del código de modelo.

- 3 Potencia de salida:
 - 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).
- 4 Protección: Indica la clasificación de protección del convertidor, tanto la clasificación de protección contra entrada de elementos externos como la clasificación de conformidad con UL.
- 5 Código 2D con información sobre el pedido.
- 6 Nombre y dirección de la empresa.
- 7 Dirección UKAC.
- 8 Sitio web de la empresa.
- 9 Código de barras para el número de artículo europeo (EAN).
- 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.



Este símbolo en el producto indica que no debe desecharse junto con los residuos domésticos. No deseche equipos que contengan componentes eléctricos junto con los desperdicios domésticos.

Debe entregarse al programa de recuperación aplicable para el reciclaje de equipos eléctricos y electrónicos.

- Deseche el producto a través de los canales previstos a tal efecto.
- Cumpla con todas las leyes y reglamentos locales y vigentes.

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 la para ver el mantenimiento y el reacondicionamiento de los condensadores del bus 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 bus 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 intensidad no debe superar los 500 mA.

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

Tabla 44: Duración del almacenamiento del convertidor y recomendaciones para el reacondicionamiento

Duración del almacenamiento	Directrices 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 del bus 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 .

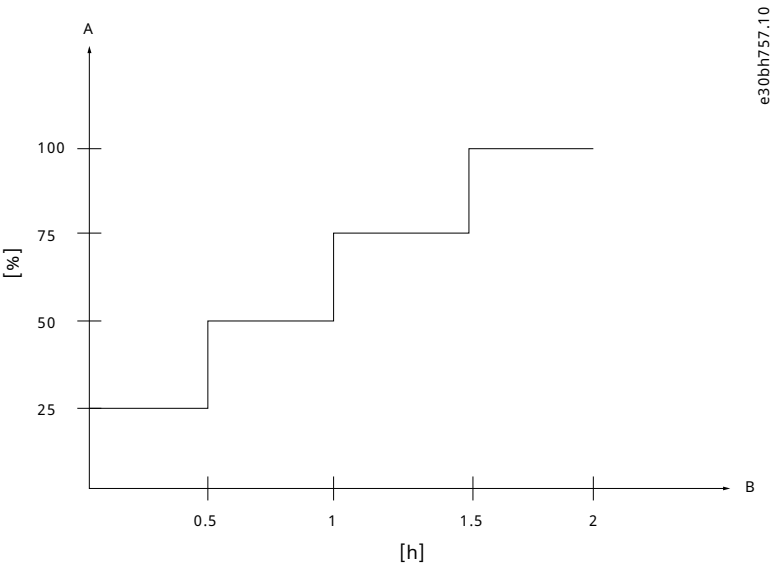


Figura 32: Procedimiento de reacondicionamiento de los condensadores de CC

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

Tabla 45: Valor de aceleración de la tensión del bus de CC

Tensión de entrada de CA	Tensión en el bus de CC
1 × 100–120 V CA	+320 V CC
1 × 200-240 V CA	+320 V CC

Tabla 45: Valor de aceleración de la tensión del bus de CC (continuación)

Tensión de entrada de CA	Tensión en el bus de CC
3 × 200-240 V CA	+320 V CC
3 × 380-480 V CA	650 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 ambiente coincidan con las especificaciones indicadas en [4.2.7.2 Condiciones ambiente 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 contra el polvo, los residuos y la humedad.

6.5 Requisitos previos para la instalación

6.5.1 Descripción general de los requisitos previos a 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 ambiente. Consulte [4.2.7.4 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 [capítulo Instalación mecánica](#).
- Tenga en cuenta las necesidades de acceso para el mantenimiento. Consulte [6.7.8 Espacio recomendado para el acceso de servicio](#).

6.5.2 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 46: Especificaciones del entorno de funcionamiento

Entorno	Especificaciones
Temperatura	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. Para obtener más información sobre la reducción de potencia, consulte los apartados 4.2.7.1 Descripción general de las condiciones ambientales y 4.9.1 Descripción general de la reducción de potencia.
Altitud	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. Las limitaciones se indican en el capítulo <i>Datos técnicos generales</i>. Para obtener más información, consulte 4.2.7.1 Descripción general de las condiciones ambientales y 4.9.1 Descripción general de la reducción de potencia.
Vibración e impactos	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. Para obtener más información, consulte el apartado 4.2.7.1 Descripción general de las condiciones ambientales.
Humedad	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. Para obtener más información, consulte el apartado 4.2.7.1 Descripción general de las condiciones ambientales.
Polvo, fibra y partículas suspendidas en el aire	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. Asegúrese de que las partículas suspendidas en el aire no obstruyan el radiador ni el ventilador, ya que limitarían 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. Para obtener más información, consulte el apartado 4.2.7.1 Descripción general de las condiciones ambientales. Para obtener más información sobre el mantenimiento del radiador 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 4.2.7.1 Descripción general de las condiciones ambientales.

6.6 Consideraciones acerca del mantenimiento

6.6.1 Mantenimiento periódico

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

El convertidor contiene 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, como las barras conductoras, 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.

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 Recomendaciones sobre el mantenimiento preventivo

Por lo general, todos los equipos técnicos, incluidos los convertidores de frecuencia Danfoss, necesitan un nivel mínimo de mantenimiento preventivo. Para garantizar un funcionamiento sin problemas y una larga vida útil del convertidor de frecuencia, se recomienda realizar un mantenimiento regular. También se recomienda como buena práctica de servicio rellenar un registro de mantenimiento con valores de contador, fecha y hora que describan las acciones de mantenimiento y servicio.

Danfoss recomienda las siguientes inspecciones e intervalos de servicio para convertidores/sistemas refrigerados por aire.

AVISO

El programa de servicio para la sustitución de piezas puede variar en función de las condiciones de servicio. En condiciones específicas, la combinación de un funcionamiento y unas condiciones ambientales estresantes contribuyen a reducir significativamente la vida útil de los componentes. Estas condiciones pueden incluir, por ejemplo, la temperatura extrema, el polvo, la humedad elevada, las horas de uso, el entorno corrosivo y la carga.

Para el funcionamiento en condiciones estresantes, Danfoss ofrece el servicio de mantenimiento preventivo DrivePro®. Los servicios DrivePro® amplían la vida útil y aumentan el rendimiento del producto con un mantenimiento programado que incluye la sustitución de piezas personalizadas. Los servicios DrivePro® se adaptan a las aplicaciones y condiciones de funcionamiento específicas.

Tabla 47: Programa de mantenimiento para convertidores refrigerados por aire

Componente	Intervalo de inspección ⁽¹⁾	Programa de servicio ⁽²⁾	Acciones de mantenimiento preventivo
Instalación			
Inspección visual	1 año	–	Compruebe si hay algo inusual, por ejemplo, signos de sobrecalentamiento, envejecimiento, corrosión y componentes polvorientos y dañados.

Tabla 47: Programa de mantenimiento para convertidores refrigerados por aire (continuación)

Componente	Intervalo de inspección ⁽¹⁾	Programa de servicio ⁽²⁾	Acciones de mantenimiento preventivo
Equipos auxiliares	1 año	De acuerdo con las recomendaciones del fabricante	Inspeccione los equipos, conmutadores, relés, dispositivos de desconexión o fusibles/magnetotérmicos. Examine el funcionamiento y el estado en busca de posibles causas de fallos de funcionamiento o defectos. La comprobación de la continuidad de los fusibles debe realizarla el personal de servicio debidamente formado.
Consideraciones sobre EMC	1 año	–	Inspeccione el cableado en relación con la compatibilidad electromagnética y la distancia de separación entre el cableado de control y los cables de alimentación.
Tendido de los cables	1 año	–	Compruebe el tendido en paralelo de los cables del motor, el cableado de red y el cableado de señales. Evite realizar el tendido en paralelo. Evite realizar el tendido de cables al aire libre sin soporte. Compruebe el envejecimiento y el desgaste del aislamiento del cable.
Cableado de control	1 año	–	Compruebe si hay cables o cables de cinta apretados, dañados o engastados. Finalice las conexiones correctamente con extremos engastados sólidos. Se recomienda el uso de cables apantallados y una placa EMC conectada a tierra o un par trenzado.
Separaciones	1 año	–	Compruebe que los espacios libres externos para un flujo de aire adecuado de refrigeración cumplan los requisitos del bastidor y el tipo de producto. Para conocer los espacios de separación, consulte las normativas de diseño locales.
Sellado	1 año	–	Compruebe que el sellado de la protección, las cubiertas y las puertas del armario estén en buen estado.
Entornos corrosivos	1 año	–	El polvo conductor y los gases agresivos, como el sulfuro, el cloruro y la niebla salina, pueden dañar los componentes eléctricos y mecánicos. Los filtros de aire no eliminan los productos químicos corrosivos transmitidos por el aire. Actúe en función de los resultados.
Convertidor			
Programación	1 año	–	Compruebe que los ajustes de parámetros del convertidor de frecuencia sean correctos de acuerdo con el motor, la aplicación y la configuración de I/O. Solo el personal de servicio debidamente formado puede realizar esta acción.
Panel de control	1 año	–	Compruebe que los píxeles de la pantalla estén intactos. Consulte el registro de eventos en busca de advertencias y fallos. Los eventos repetitivos son un signo de problemas potenciales. Si fuera necesario, póngase en contacto con un centro de servicio local.
Capacidad de refrigeración del convertidor de frecuencia	1 año	–	Compruebe que no haya obstrucciones o restricciones en los conductos de aire del canal de refrigeración. Los radiadores deben estar libres de polvo y condensación.
Limpieza y filtros	1 año	–	Limpie el interior de la protección anualmente y con mayor frecuencia si fuera necesario. La cantidad de polvo en el filtro o en el interior de la protección es un indicador de cuándo es necesario realizar la siguiente limpieza o sustitución del filtro.

Tabla 47: Programa de mantenimiento para convertidores refrigerados por aire (continuación)

Componente	Intervalo de inspección ⁽¹⁾	Programa de servicio ⁽²⁾	Acciones de mantenimiento preventivo
Ventiladores	1 año	3–10 años	Compruebe la condición y el estado operativo de todos los ventiladores de refrigeración. Con la alimentación apagada, el eje del ventilador debe notarse apretado y, al girar el ventilador con un dedo, la rotación debe ser casi silenciosa y no tener una resistencia a la rotación anormal. En el modo RUN, la vibración del ventilador, el ruido excesivo o extraño es un signo de desgaste de los rodamientos y de que el ventilador debe sustituirse.
Conexión a tierra	1 año	–	El sistema de convertidores de frecuencia requiere un cable de conexión a tierra específico que conecte el convertidor de frecuencia, el filtro de salida y el motor a la toma de tierra del edificio. Compruebe que las conexiones a tierra estén bien apretadas y que no tengan pintura ni óxido. No se permiten las conexiones en cadena. Si procede, se recomienda el uso de correas trenzadas.
Cables de alimentación y cableado adicional	1 año	–	Compruebe que no haya conexiones sueltas ni signos de envejecimiento, y que el estado del aislamiento y el par de apriete sea el adecuado en las conexiones del convertidor. Asegúrese de que los fusibles tengan la clasificación correcta y compruebe la continuidad. Observe si hay signos de funcionamiento en un entorno exigente. Por ejemplo, la decoloración de la carcasa de los fusibles puede ser un indicio de condensación o altas temperaturas.
Vibración	1 año	–	Compruebe que no haya vibraciones o ruidos anómalos procedentes del convertidor de frecuencia para garantizar que el entorno sea estable para los componentes electrónicos.
Repuestos			
Repuestos	1 año	2 años	Almacene las piezas de repuesto en sus cajas originales, en un entorno seco y limpio. Evite las zonas de almacenamiento calientes. Los condensadores electrolíticos requieren un reacondicionamiento según se indica en el programa de servicio. El reacondicionamiento debe realizarlo el personal de servicio debidamente formado.
Unidades de sustitución y unidades almacenadas durante largos periodos de tiempo antes de la puesta en servicio	1 año	2 años	Inspeccione visualmente si hay signos de daños, agua, humedad elevada, corrosión y polvo en el campo visual sin desmontar. Las unidades de sustitución con condensadores electrolíticos montados requieren un reformado como se indica en el programa de servicio. El reacondicionamiento debe realizarlo el personal de servicio debidamente formado.

1) Se define como el tiempo después de la puesta en servicio/puesta en marcha o el tiempo desde la inspección anterior.

2) Se define como el tiempo después de la puesta en servicio/puesta en marcha o el tiempo desde las acciones anteriores del programa de servicio.

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. Los servicios DrivePro® prolongan la vida útil y aumentan el rendimiento del Convertidores de frecuencia iC2-Micro 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 radiador. Si el radiador no está limpio, el convertidor de frecuencia emite advertencias y fallos de sobretensión. Cuando sea necesario, limpie el radiador.

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 P 6.5.1 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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro.

6.7 Instalación mecánica

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 radiador 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.



ADVERTENCIA



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 DC 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 [4.2.7.1 Descripción general de las condiciones ambientales](#).

El convertidor de frecuencia se monta principalmente en una pared o en un armario cerrado, 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 para obtener más información sobre los efectos de la dirección de montaje en el rendimiento del convertidor.

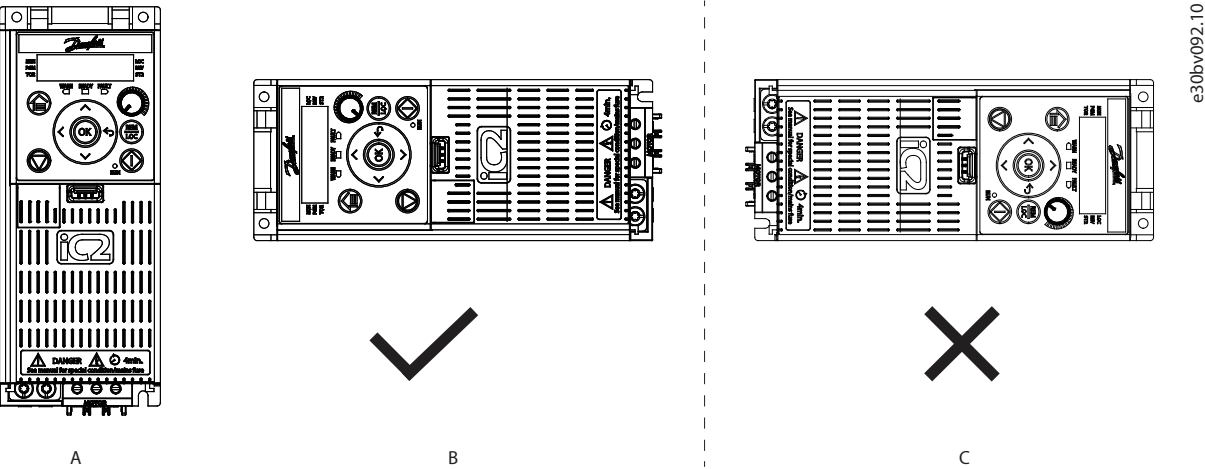


Figura 33: Direcciones de montaje de los convertidores

Tabla 48: 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	- 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.

AVISO

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 49: Tornillos y pernos recomendados

Clasificación de protección	Tamaño del alojamiento	Tornillo/perno recomendado	Par máximo [Nm (in-lb)]
IP20 / Tipo abierto	MA01c	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	M4	1,5 (13,3)
	MA03a	M5	1,5 (13,3)
	MA04a	M6	1,5 (13,3)
	MA05a	M6	1,5 (13,3)

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*.

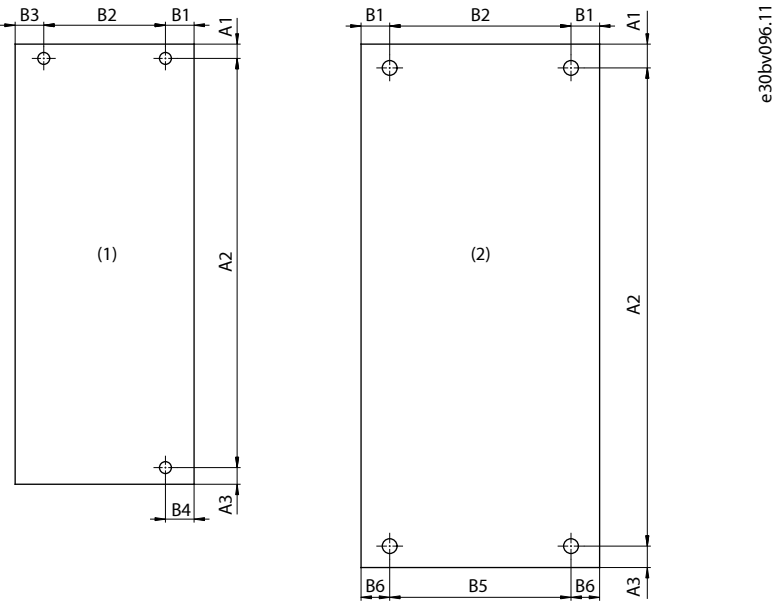


Figura 34: Patrones de perforación

Tabla 50: 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)	–	–	99 (3,90)	13 (0,51)
MA05a	2	10 (0,39)	315 (12,4)	10 (0,39)	12,5 (0,49)	140 (5,5)	–	–	140 (5,5)	12,5 (0,49)

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 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).

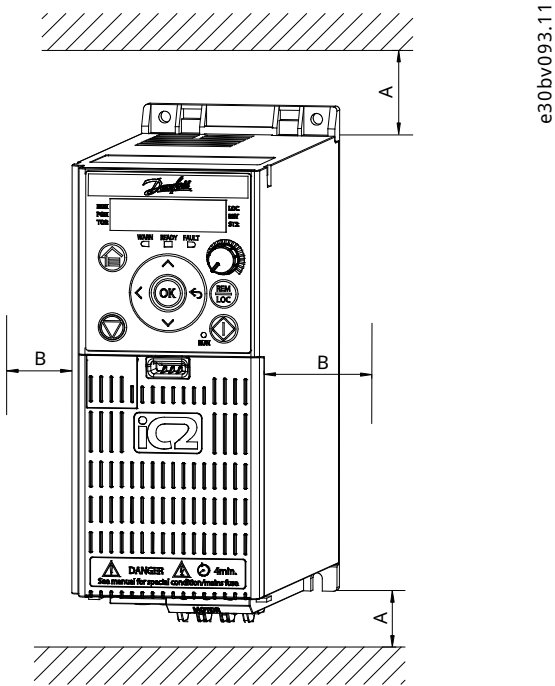


Figura 35: Espacio libre mínimo para refrigeración

Tabla 51: 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)	- 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.

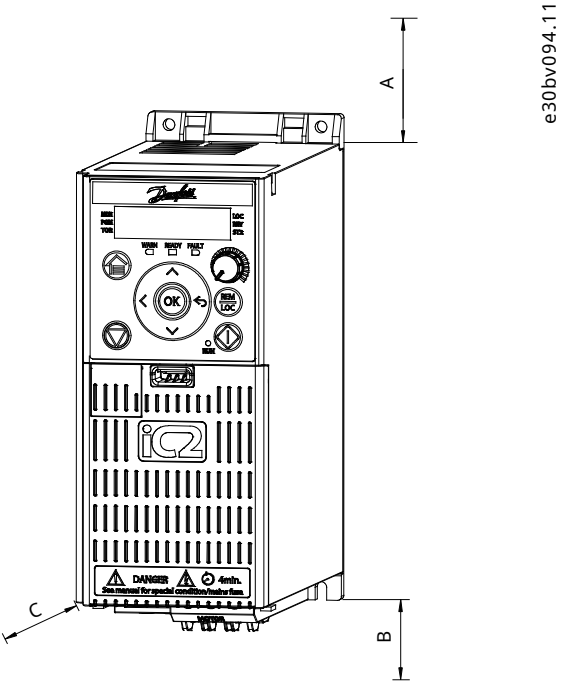


Figura 36: Espacio libre recomendado para el acceso de servicio

Tabla 52: 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 retírelo de la instalación para realizar tareas de servicio.

7 Consideraciones sobre la instalación eléctrica

7.1 Precauciones para la instalación eléctrica

ADVERTENCIA



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.

PRECAUCIÓN

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.

AVISO

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, podría producirse 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.
- Se necesita 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.

AVISO

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 podrían 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

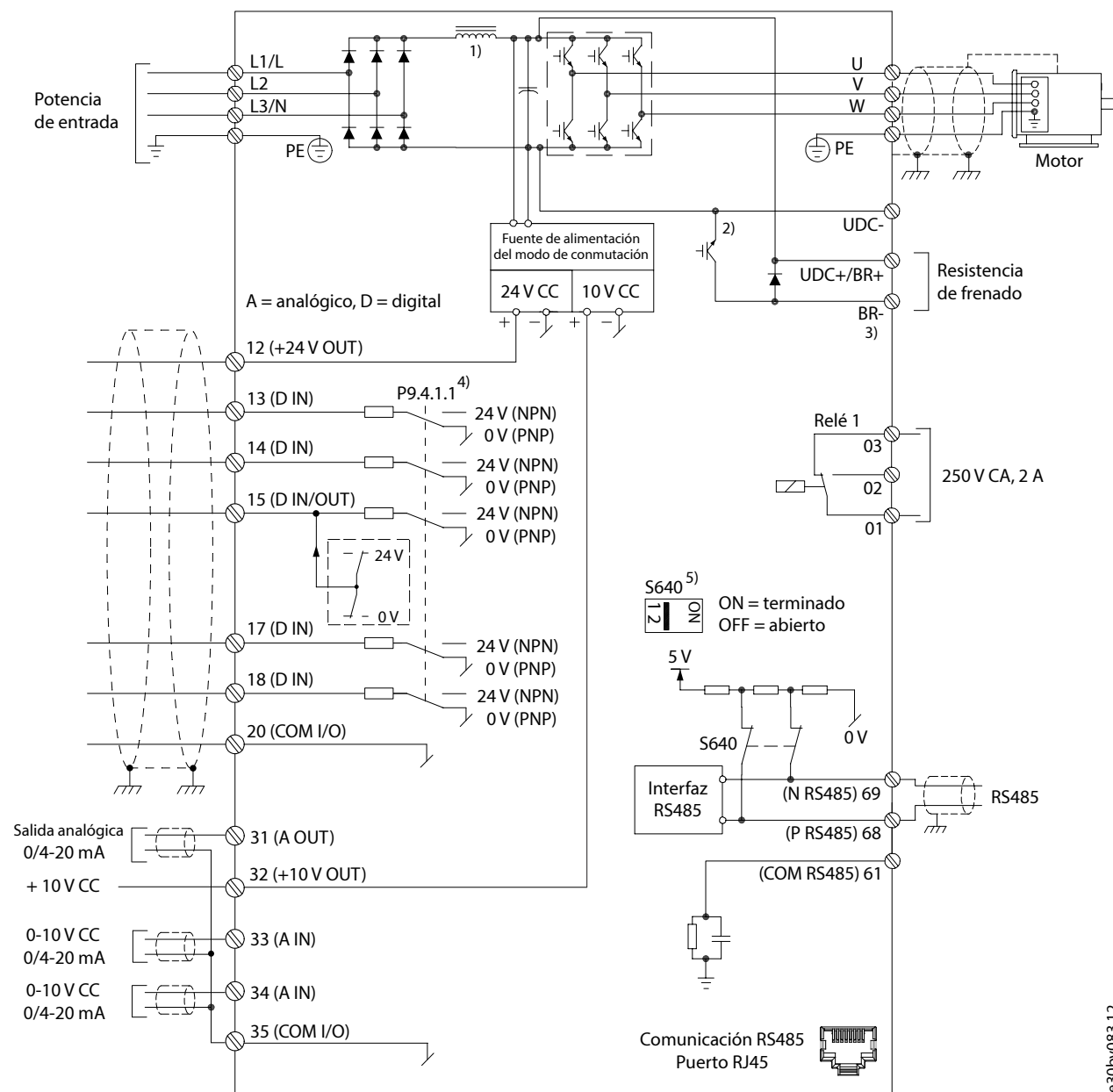


Figura 37: Diagrama del cableado

- 1 Reactancia de CC única en MA05a.
- 2 El chopper de frenado integrado solo se aplica a convertidores de frecuencia en el intervalo de potencia de $3 \times 380-480$ V 2,2 kW (3,0 CV) y superior; y $3 \times 200-240$ V 1,5 kW (2 CV) y superior.
- 3 Sin terminales BR para convertidores de $1 \times 100-120$ V, de $1 \times 200-240$ V, de $3 \times 200-240$ V 0,37-0,75 kW (0,5-1,0 CV) y convertidores de $3 \times 380-480$ V 0,37-1,5 kW (0,5-2,0 CV).
- 4 Seleccione el modo PNP o el modo NPN a través del **parámetro P 9.4.1.1 Modo E/S digital** (PNP=Fuente, NPN=Receptor).
- 5 Utilice el conmutador S640 (terminal de bus) para activar la terminación del puerto RS485 (terminales 68 y 69).

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 si hay un fallo en el lado del motor, deberá asegurarse 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 también 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 intensidades 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 intensidades 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 intensidad PE en la frecuencia fundamental del motor.
- Como parte del filtro EMI, el desacoplamiento capacitivo del enlace de CC a PE puede causar intensidades 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 capacitancia del cable de motor desde las fases del motor hasta PE, suelen producir intensidades PE en la frecuencia de conmutación y armónicos que por norma general están por encima de 2 kHz.

La intensidad PE está compuesta por varias contribuciones y depende de las diversas configuraciones del sistema:

- Filtro RFI
- Longitud del cable de 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.

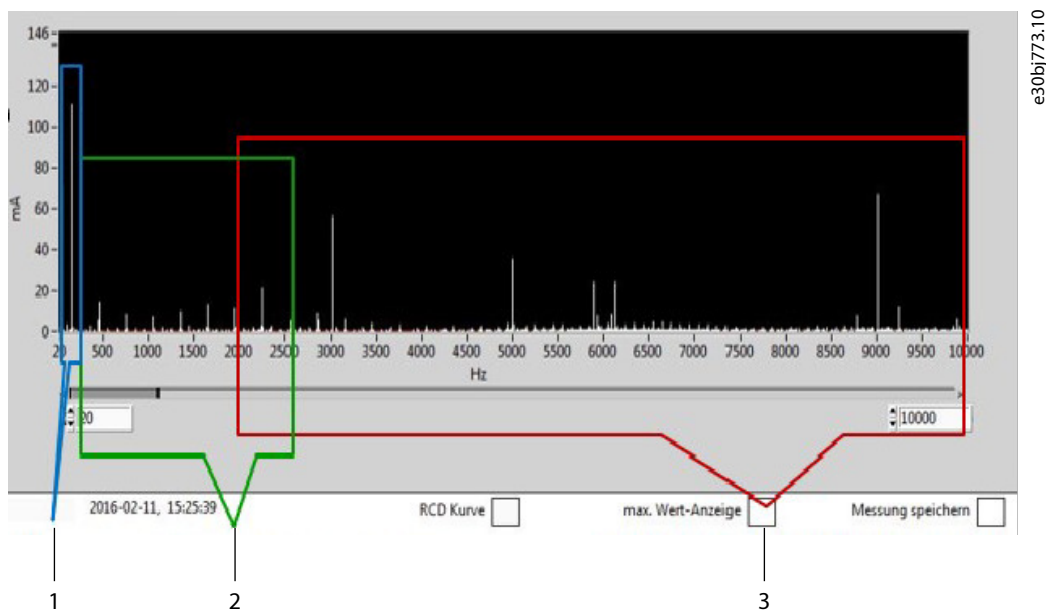


Figura 38: Ejemplo de medición de FFT

- | | |
|--|--|
| <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.</p> <p>$f = 150$ 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> | |



ADVERTENCIA



RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA - PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA (>3,5 MA)

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.



ADVERTENCIA

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.

⚠ ADVERTENCIA

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 cableado de suministro, el 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 polaridad alterna e inyección de intensidad. 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 Instalación conforme a EMC

7.4.1 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 la para ver un ejemplo de cómo garantizar una instalación correcta conforme a EMC.

e30bv100.10

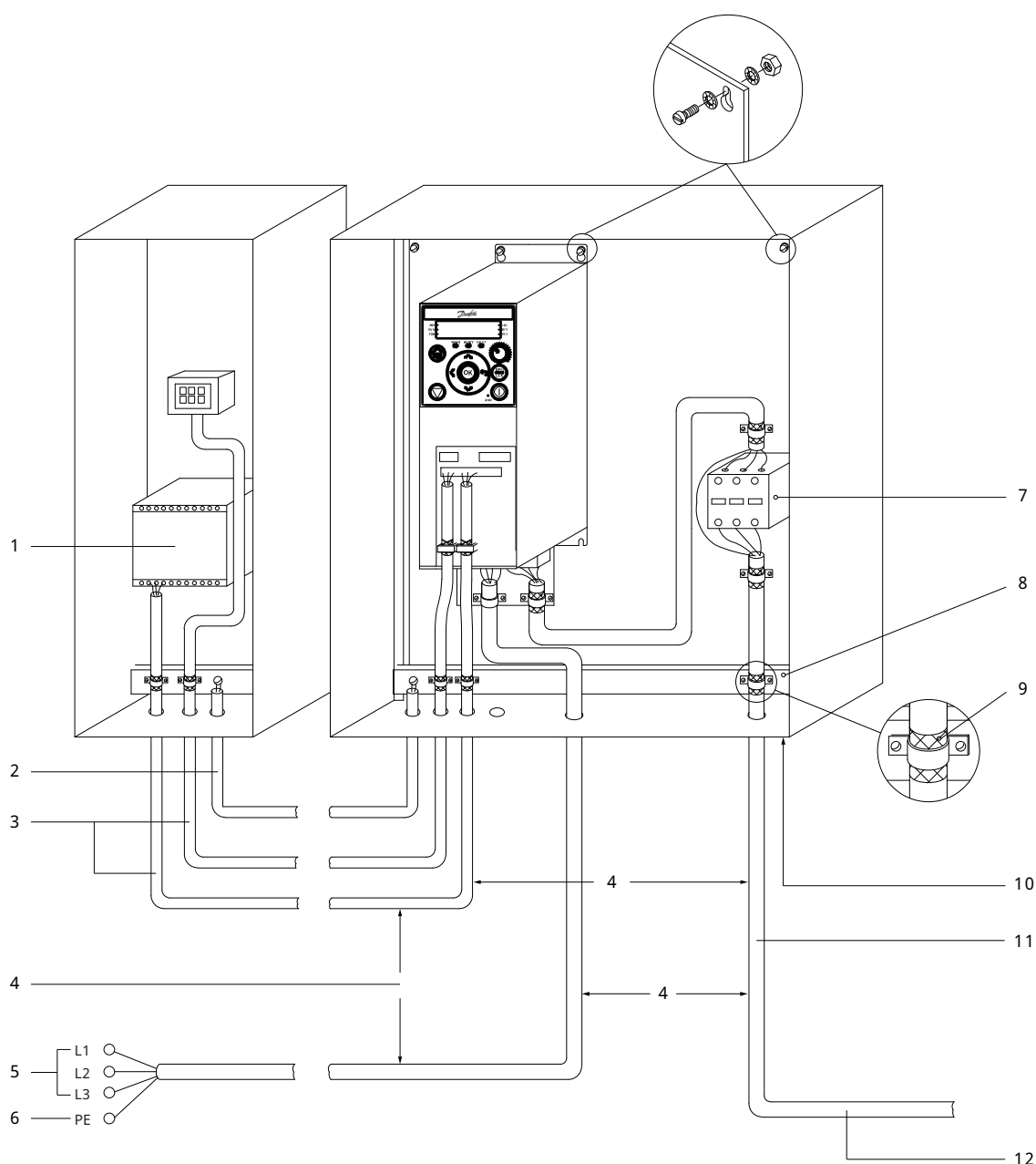


Figura 39: Ejemplo de instalación correcta en cuanto a EMC

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

7.4.2 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.

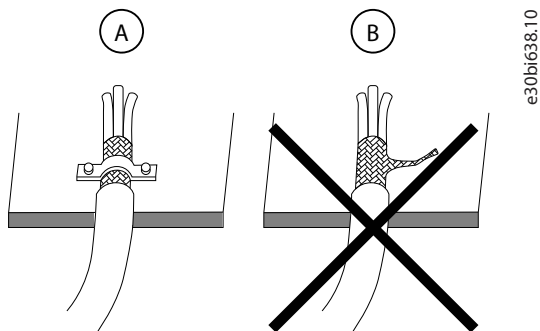


Figura 40: Instalación del apantallamiento de cables

AVISO

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.



ADVERTENCIA



RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA - PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA (>3,5 MA)

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 de frecuencia unidos a otros en un sistema de cadena (consulte la).

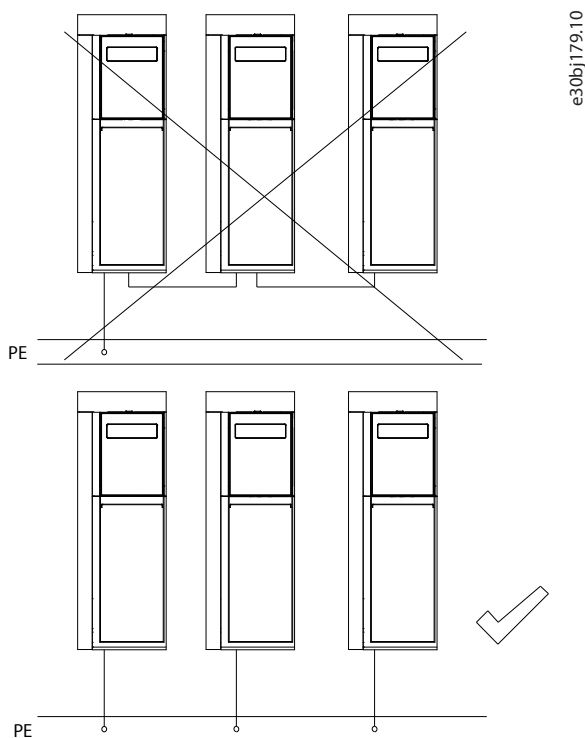


Figura 41: Principio de conexión a tierra

7.4.3 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 control, siga el protocolo estándar específico.

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 la , 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 la):

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.

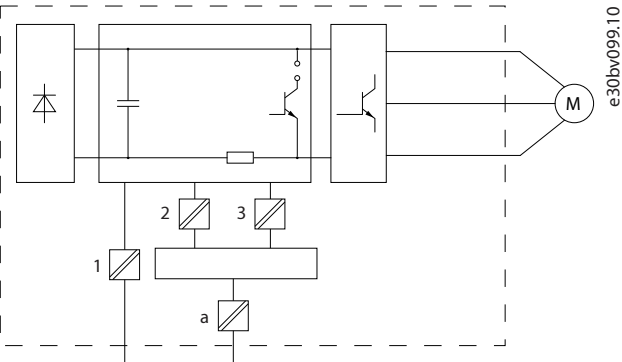


Figura 42: Aislamiento galvánico

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

⚠ ADVERTENCIA

RECOMENDACIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD

Si no se siguen estas recomendaciones, se puede producir la muerte o lesiones graves.

- 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.

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.

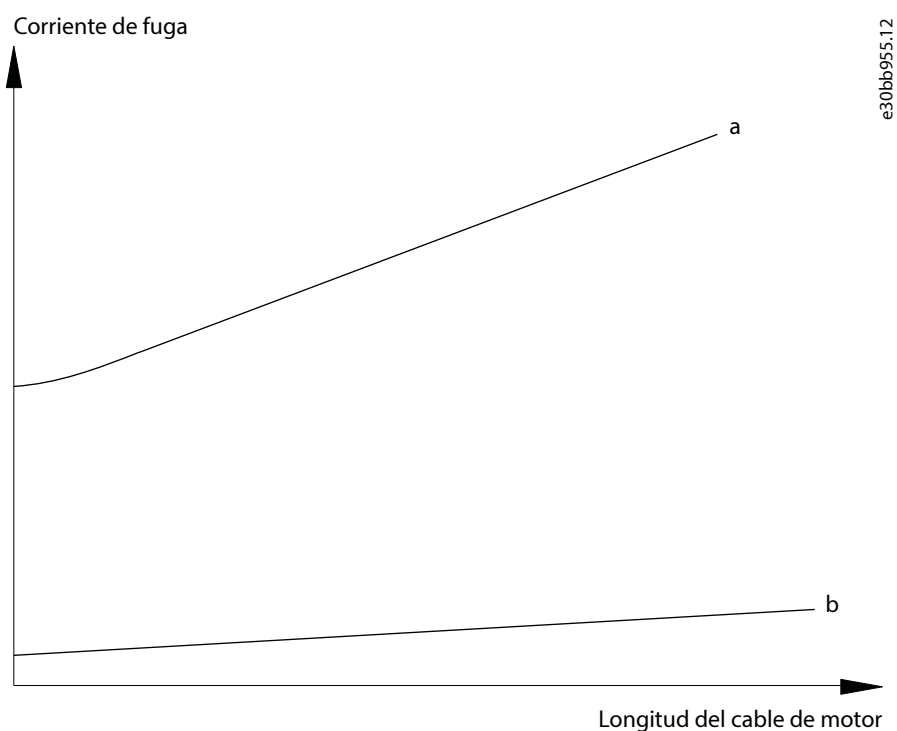


Figura 43: Influencia de la longitud del cable y la potencia nominal en la corriente de fuga, $P_a > P_b$

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

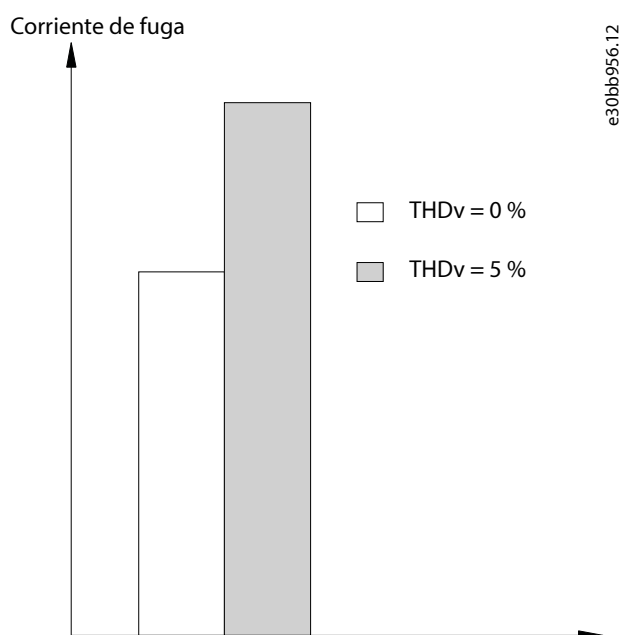


Figura 44: Influencia de la distorsión de la línea en la corriente de fuga

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 Instalación del motor

7.7.1 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 Convertidores de frecuencia iC2-Micro) 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 [7.7.3 Aislamiento del motor](#) y [7.7.4 Corrientes en los cojinetes](#).

7.7.2 Tipos de motores compatibles

Los convertidores de frecuencia iC2-Micro 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.

7.7.3 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 de 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.

7.7.4 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 53: 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. 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.

7.7.5 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. Las características se muestran en la .

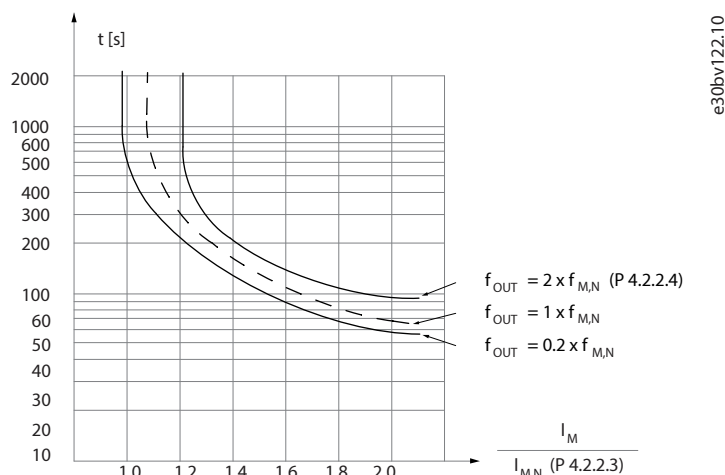


Figura 45: ETR

El eje X muestra la relación entre los valores I_{motor} e $I_{\text{motor nominal}}$. 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 P 4.1.5 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 P 2.3.1 Activar controlador sobretensión**). El convertidor se apaga para proteger los transistores y los condensadores del bus de CC cuando se alcanza un determinado nivel de tensión.

Para seleccionar el método utilizado para controlar el nivel de tensión del bus de CC, consulte el **parámetro P 2.3.1 Activar controlador sobretensión**, el **parámetro P 3.2.1 Activar chopper de frenado** y el **parámetro P 4.4.2.1 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:

- 180 V para 1 x 100-120 V.
- 180 V para 1 x 200-240 V.
- 202 V para 3 x 200-240 V.
- 314 V para 3 x 380-480 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, se alcanza el límite de par del **parámetro P 5.10.1 Límite de par del motor/parámetro P 5.10.2 Límite de par regenerativo** 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 P 5.10.6 Retardo descon. con lím. de par**.

Torque limit (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 P 5.10.1 Límite de par del motor** y en el **parámetro P 5.10.2 Límite de par regenerativo**. El **parámetro P 5.10.6 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 P 2.7.1 Límite de intensidad de salida %** controla el límite de intensidad, mientras que el **parámetro P 2.7.5 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 P 5.8.3 Límite bajo de velocidad del motor [Hz]** establece la velocidad de salida mínima que puede proporcionar el convertidor.

Límite máximo de velocidad

El **parámetro P 5.8.2 Límite alto de velocidad del motor [Hz]** o el **parámetro P 2.3.14 Frecuencia salida máx.** establecen la velocidad de salida máxima que el convertidor puede proporcionar.

7.9 Cable de alimentación

7.9.1 Consideraciones acerca de los cables de alimentación

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

- 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.

7.9.2 Requisitos de par

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

Tabla 54: 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 y . Las configuraciones reales pueden variar según los tipos de unidades y el equipo opcional.

AVISO

Para los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento adecuado para su funcionamiento con suministro de tensión, utilice un filtro de onda senoidal en la salida del convertidor.

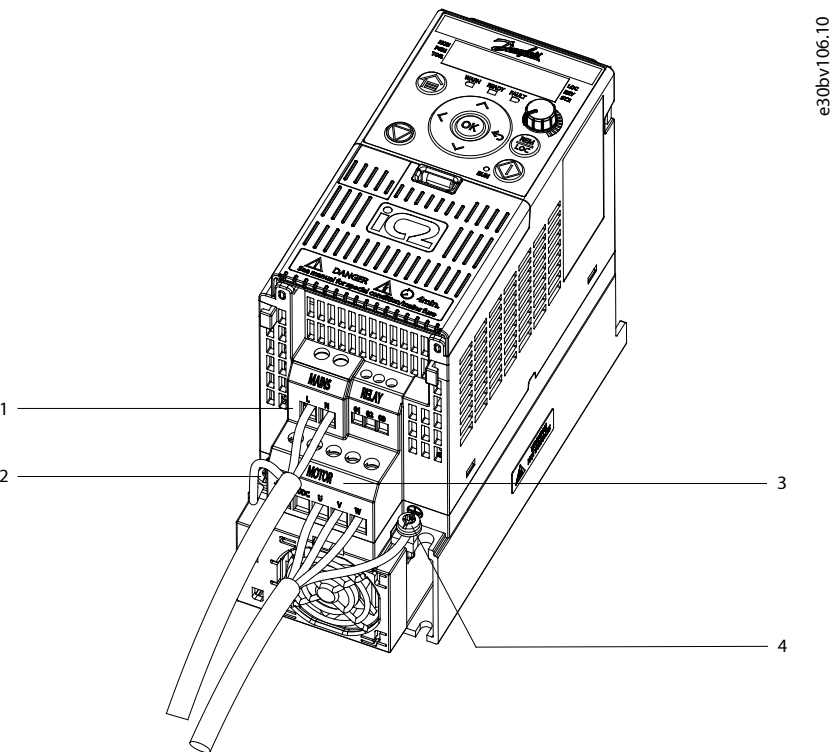


Figura 46: Conexión a tierra, de alimentación y de motor para unidades monofásicas (ejemplo: MA02c)

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

AVISO

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*.

AVISO

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

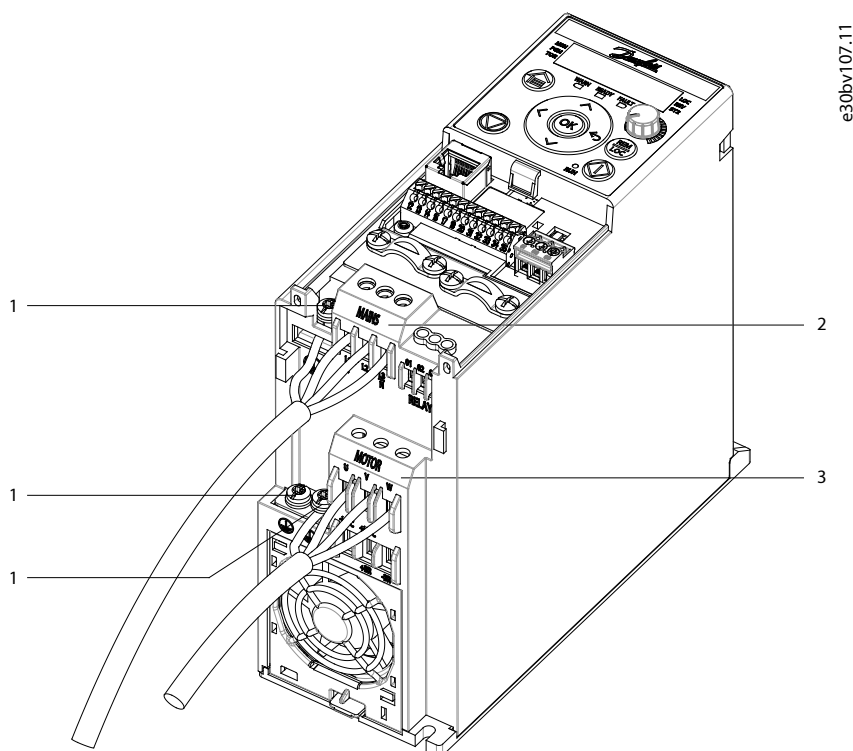


Figura 47: Conexión a tierra, de alimentación y de motor para unidades trifásicas (por ejemplo: MA02a)

1	Conexión a tierra	2	Alimentación
3	Motor		

7.10.2 Conexión del motor

ADVERTENCIA



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 de cable en el [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.
 - 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 (consulte [7.10.1 Conexión a tierra, de alimentación y de motor](#) para obtener más información).

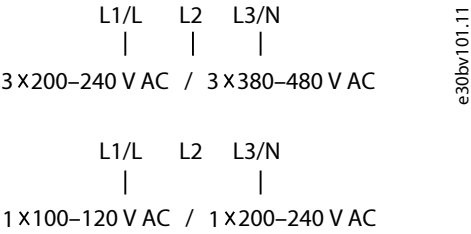


Figura 48: Conexiones de cables monofásicos y trifásicos

- 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.
- Conecte a tierra el cable según las instrucciones de conexión a tierra; consulte [7.4.2 Cables de alimentación y conexión a tierra](#).

7.10.4 Tipos de terminales de control

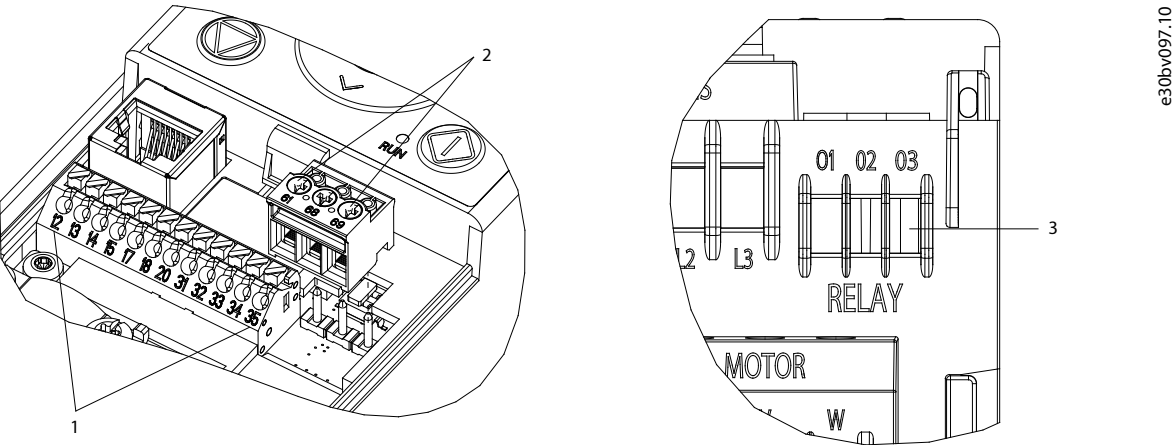


Figura 49: Números y ubicaciones de los terminales de control

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

Tabla 55: 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.
13	Parámetro P 9.4.1.2 Terminal 13 Entrada digital	[8] Arranque	Entrada digital.
14	Parámetro P 9.4.1.3 Terminal 14 Entrada digital	[10] Cambio de sentido	Entrada digital.

Tabla 55: Descripción de los terminales (continuación)

Terminal	Parámetro	Ajustes predeterminados	Descripción
15	Parámetro P 9.4.1.4 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 P 9.4.2.2 Terminal 15 Salida digital	[0] Sin función	
	Parámetro P 9.4.5.1 Terminal 15 Salida de pulsos	[0] Sin función	
17	Parámetro P 9.4.1.5 Terminal 17 Entrada digital	[14] Velocidad fija	Entrada digital.
18	Parámetro P 9.4.1.6 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 P 9.5.1.1 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 V CC	Tensión de alimentación analógica de 10 V CC. Se utiliza normalmente un máximo de 25 mA para un potenciómetro o termistor.
33	Parámetro P 9.5.2.1 Terminal 33 Modo	[1] Modo de tensión	Entrada analógica. Seleccionable entre el modo tensión o el modo intensidad.
34	Parámetro P 9.5.3.1 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	–	–	Común para la interfaz RS485.
68 (+)	Grupo de parámetros G 10.1 Ajustes del puerto FC	–	Interfaz RS485. Se suministra un conmutador para la resistencia de terminación.
69 (–)	Grupo de parámetros G 10.1 Ajustes del puerto FC	–	
Relés			
01, 02, 03	Parámetro P 9.4.3.1 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 Tamaño de cables de control y longitudes de desforado

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 destornillador pequeño como se muestra en la . El tamaño máximo del destornillador es de 3 mm.

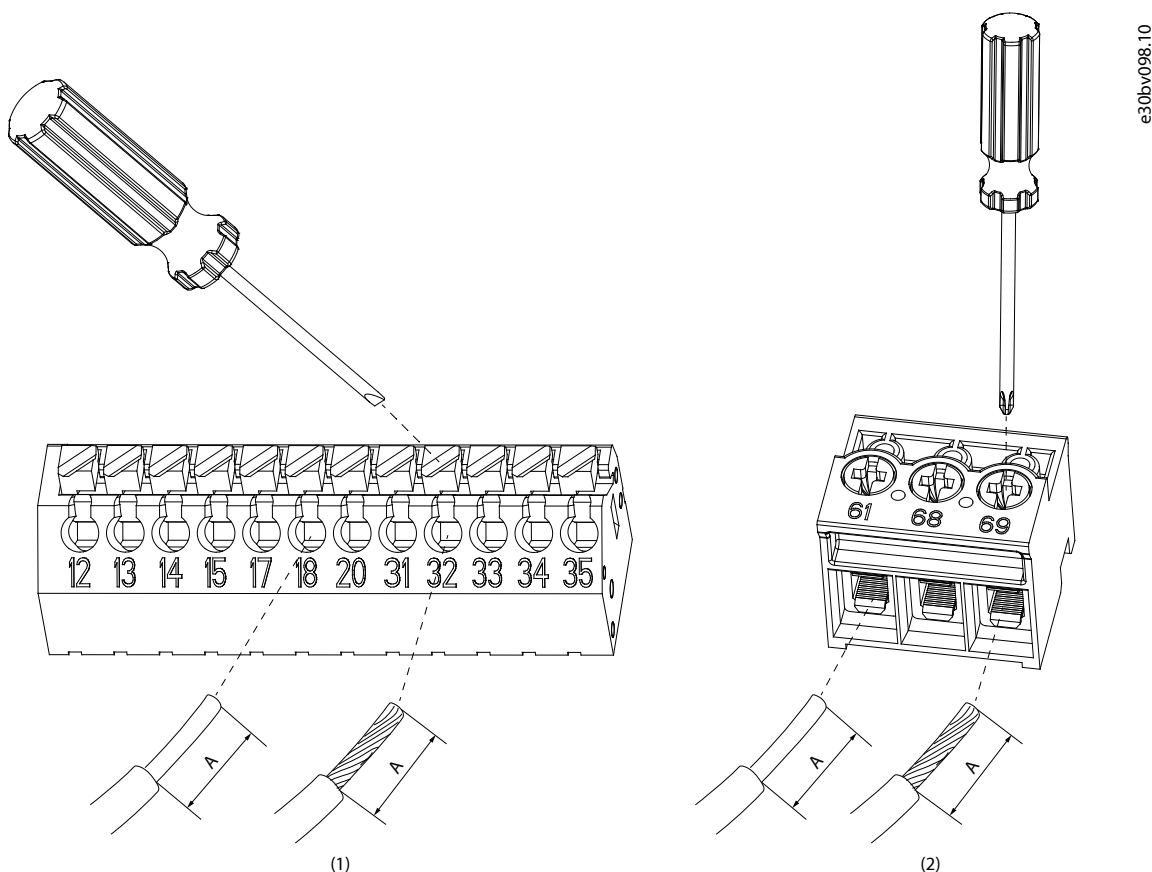


Figura 50: Inserción de cables en el conector

1	Terminal de E/S	2	Terminal RS485
---	-----------------	---	----------------

Tabla 56: Dimensionamiento del cable para el terminal de E/S

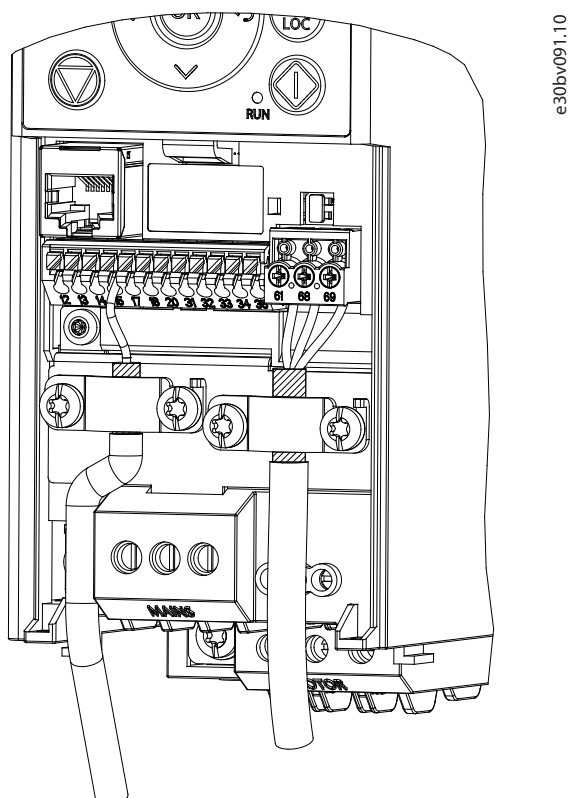
Tipo de cable	Sección transversal [mm ² (AWG)]	Longitud de desforrado A [mm (pulgadas)]
Sólido	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)
Flexible con casquillo	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)

Tabla 57: 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.

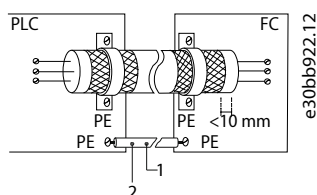


e30bv091.10

Figura 51: Conexión correcta del apantallamiento de cables

El método preferido consiste en fijar los cables de control y comunicación serie con abrazaderas de apantallamiento en ambos extremos para asegurar el mejor contacto posible con el cable de alta frecuencia.

Si el potencial de tierra entre el convertidor y el PLC es distinto, podría producirse ruido eléctrico que perturbará todo el sistema. Resuelva este problema instalando un cable ecualizador lo más cerca posible del cable de control. Sección transversal mínima del cable: 16 mm² (6 AWG).

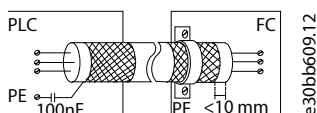


e30bb972.12

Figura 52: Abrazaderas de apantallamiento en ambos extremos

1	Mínimo de 16 mm ² (6 AWG)	2	Cable ecualizador
---	--------------------------------------	---	-------------------

Si se utilizan cables de control muy largos, pueden aparecer lazos de tierra. Este problema se puede solucionar conectando un extremo del apantallamiento a tierra mediante un condensador de 100 nF (manteniendo los cables cortos).



e30bb609.12

Figura 53: Conexión con un condensador 100 nF

Para evitar el ruido EMC en la comunicación serie, el terminal 61 se conecta a tierra mediante un enlace RC interno. Utilice cables de par trenzado para reducir la interferencia entre conductores. El método recomendado se muestra en :

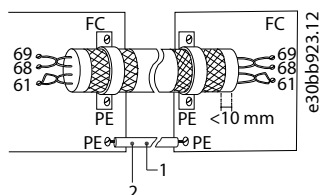


Figura 54: Cables de par trenzado

1	Mínimo de 16 mm ² (6 AWG)	2	Cable ecualizador
---	--------------------------------------	---	-------------------

Como método alternativo, puede omitirse la conexión al terminal 61.

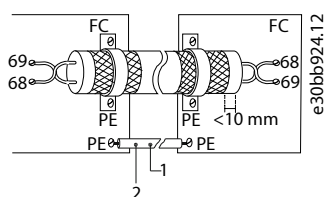


Figura 55: Cables de par trenzado sin Terminal 61

1	Mínimo de 16 mm ² (6 AWG)	2	Cable ecualizador
---	--------------------------------------	---	-------------------

7.10.7 Carga compartida / freno

Tabla 58: Terminales de conexión

Carga compartida	-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.

AVISO

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

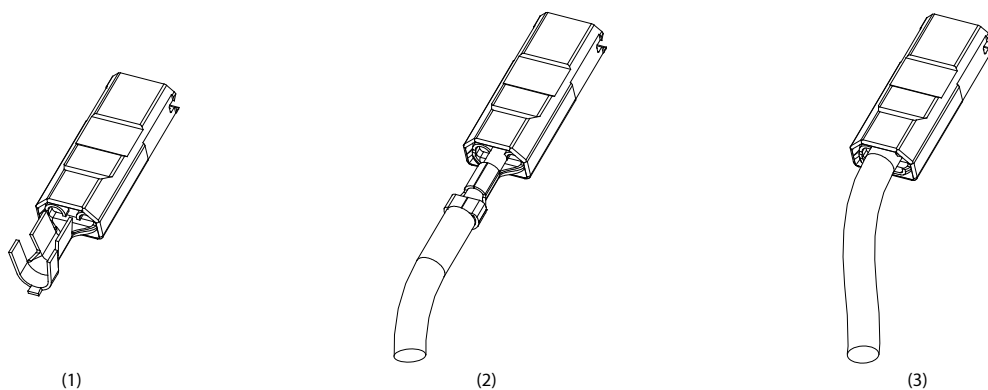


Figura 56: Cableado del conector para carga compartida y freno

1	Conector	2	Cableado del conector
3	Cableado completado		

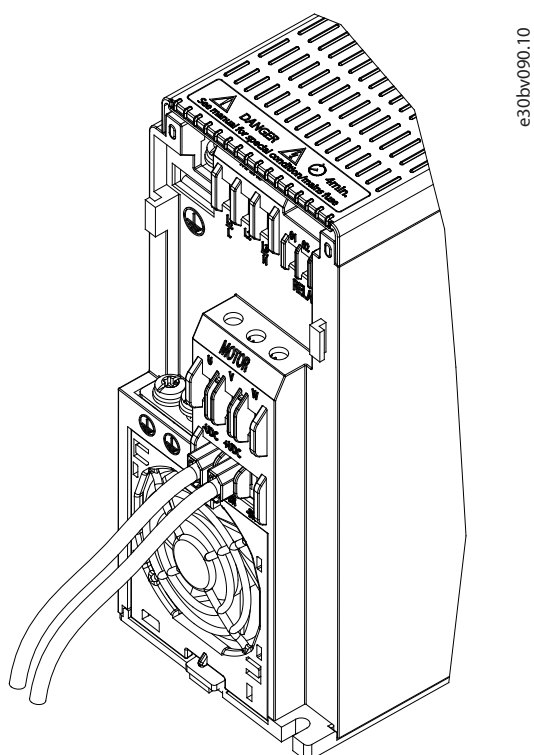


Figura 57: Conexión a la carga compartida y al freno

AVISO

FUNCIÓN DE FRENO DE MA02A

Para MA02a, solo 3 convertidores de 200-240 V y 3 convertidores de 380-480 V tienen función de freno.

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

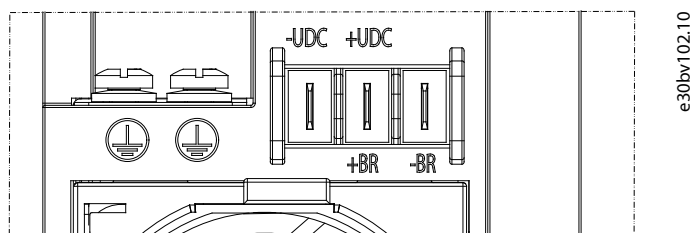


Figura 58: Función de freno de MA02a (3x380-480 V)

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					

e30bv086.10

Figura 59: Código de modelo

Tabla 59: 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	3N: Fuente de alimentación trifásica 1N: Fuente de alimentación monofásica
Tensión de red	11–12	01: 100–120 V CA 02: 200–240 V CA 04: 380–480 V CA
Intensidad nominal	14–17	01A2–46A2
Grado de protección	18–20	E20: IP20 / Tipo abierto
Categoría EMC	21–22	- 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	+ACBC: Con chopper de frenado integrado +ACXX: Sin chopper de frenado integrado

8.2 Pedidos de accesorios y repuestos

Tabla 60: 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

Tabla 60: Códigos numéricos para pedidos de accesorios (continuación)

Categoría	Nombre del repuesto	Código numérico
Kits de conversión NEMA 1	Kit de conversión NEMA 1, MA01c	132G0195
	Kit de conversión NEMA 1, MA02c	132G0196
	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	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
Adaptador	Adaptador rápido USB-C/RJ45 OAX00	132G0326

Tabla 61: 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	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
	Kit de piezas de repuesto, MA03a	132G0225
	Kit de piezas de repuesto, MA04a	132G0226
	Kit de piezas de repuesto, MA05a	132G0227

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 62: Convertidores de frecuencia iC2-Micro- Red: 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.

Tabla 63: Convertidores de frecuencia iC2-Micro- Red: 3 × 200-240 V CA, 10 % del ciclo de trabajo

Potencia nominal	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 200-240 V	[kW (CV)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (CV)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
07A8	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,128 (0,172)	3026	120	1,5 (16)	1,6	143
11A0	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,190 (0,225)	3031	120	1,5 (16)	1,9	140
15A2	3,7 (5,0)	20	24,47	23	0,327 (0,439)	3326	120	1,5 (16)	3,5	145
24A2	5,5 (7,5)	14	17,28	16	0,463 (0,621)	3327	120	1,5 (16)	5,3	144
31A0	7,5 (10)	9	12,56	11	0,636 (0,853)	3328	120	1,5 (16)	6,8	145
46A2	11 (15)	7	8,49	8	0,942 (1,263)	3329	120	2,5 (14)	10,5	141

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 del 40 %

Tabla 64: Convertidores de frecuencia iC2-Micro - 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	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.

Tabla 65: Convertidores de frecuencia iC2-Micro- Red: 3 × 200-240 V CA, 40 % del ciclo de trabajo

Potencia nominal	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 200-240 V	[kW (CV)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (CV)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² (AWG)]	[A]	[%]
07A8	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,541 (0,725)	3302	120	1,5 (16)	2,7	143
11A0	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,807 (1,082)	3303	120	1,5 (16)	4,2	140
15A2	3,7 (5,0)	20	24,47	23	1,386 (1,859)	3305	120	1,5 (16)	6,8	145
24A2	5,5 (7,5)	14	17,28	16	2,070 (2,776)	3306	120	1,5 (16)	10,4	144
31A0	7,5 (10)	9	12,56	11	2,847 (3,818)	3307	120	2,5 (14)	14,7	145
46A2	11 (15)	7	8,49	8	4,215 (5,652)	3176	120	4 (12)	23	141

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

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

.....

Enhver produktinformation, herunder, men ikke begrænset til, information om valg af produkter, deres applikation eller brug, produktdesign, vægt, dimensioner, kapacitet eller andre tekniske data i kataloger, beskrivelser, prospekter, annoncer m.v., og uanset om informationen er givet i skrift, mundtligt, elektronisk, online eller via download, er at betragte som orienterende, og er kun forpligtende i det omfang, Danfoss udtrykkeligt henviser hertil i tilbud eller ordrebekræftelse. Danfoss påtager sig intet ansvar for mulige fejl i kataloger, brochurer, videoer og andet materiale. Danfoss forbeholder sig ret til uden varsel at foretage ændringer i sine produkter, såfremt dette kan ske uden væsentligt at ændre produkternes form eller funktion. Alle varemærker i dette materiale tilhører Danfoss A/S eller selskaber i Danfoss-koncernen. Danfoss og alle Danfoss logoer er varemærker tilhørende Danfoss A/S. Alle rettigheder forbeholdes.

.....

M00352

