



# Guía de diseño de **VLT® AutomationDrive FC 301/302** 0,25-75 kW





## Índice

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Introducción</b>                                                           | <b>9</b>  |
| 1.1 Propósito de la Guía de diseño                                              | 9         |
| 1.2 Recursos adicionales                                                        | 9         |
| 1.3 Abreviaturas, símbolos y convenciones                                       | 9         |
| 1.4 Definiciones                                                                | 10        |
| 1.5 Versión de documento y software                                             | 11        |
| 1.6 Cumplimiento de las normas                                                  | 11        |
| 1.6.1 Marca CE                                                                  | 11        |
| 1.6.1.1 Directiva de baja tensión                                               | 12        |
| 1.6.1.2 Directiva EMC                                                           | 12        |
| 1.6.1.3 Directiva de máquinas                                                   | 12        |
| 1.6.2 Conformidad con UL                                                        | 12        |
| 1.6.3 Conformidad con C-Tick                                                    | 12        |
| 1.6.4 Conformidad marina                                                        | 12        |
| 1.7 Instrucciones de eliminación                                                | 13        |
| 1.8 Seguridad                                                                   | 13        |
| <b>2 Seguridad</b>                                                              | <b>14</b> |
| 2.1 Símbolos de seguridad                                                       | 14        |
| 2.2 Personal cualificado                                                        | 14        |
| 2.3 Medidas de seguridad                                                        | 14        |
| <b>3 Principios básicos de funcionamiento</b>                                   | <b>16</b> |
| 3.1 General                                                                     | 16        |
| 3.2 Descripción del funcionamiento                                              | 16        |
| 3.3 Secuencia de funcionamiento                                                 | 16        |
| 3.3.1 Sección del rectificador                                                  | 16        |
| 3.3.2 Sección intermedia                                                        | 16        |
| 3.3.3 Sección del inversor                                                      | 16        |
| 3.3.4 Opción de freno                                                           | 16        |
| 3.3.5 Carga compartida                                                          | 17        |
| 3.4 Interfaz de control                                                         | 17        |
| 3.5 Esquema del cableado                                                        | 18        |
| 3.6 Controladores                                                               | 20        |
| 3.6.1 Principio de control                                                      | 20        |
| 3.6.2 FC 301 frente a FC 302 Principio de control                               | 21        |
| 3.6.3 Estructura de control en VVC <sup>plus</sup>                              | 22        |
| 3.6.4 Estructura de control de flujo sin realimentación (solo FC 302)           | 23        |
| 3.6.5 Estructura de control en flujo con realimentación del motor (solo FC 302) | 24        |

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6.6 PID                                                                  | 25        |
| 3.6.6.1 Control de PID de velocidad                                        | 25        |
| 3.6.6.2 Ajuste del control de PID de velocidad                             | 28        |
| 3.6.6.3 Control de PID de procesos                                         | 28        |
| 3.6.6.4 Control de PID avanzado                                            | 30        |
| 3.6.7 Control de intensidad interno en modo VVC <sup>plus</sup>            | 30        |
| 3.6.8 Control local (Hand On) y remoto (Auto On)                           | 30        |
| 3.7 Manejo de referencias                                                  | 32        |
| 3.7.1 Referencias                                                          | 32        |
| 3.7.2 Límites referencia                                                   | 34        |
| 3.7.3 Escalado de referencias internas y referencias de bus                | 35        |
| 3.7.4 Escalado de referencias de impulsos y analógicas y realimentación    | 35        |
| 3.7.5 Banda muerta alrededor de cero                                       | 36        |
| <b>4 Funciones del producto</b>                                            | <b>40</b> |
| 4.1 Funciones de funcionamiento automatizadas                              | 40        |
| 4.1.1 protección ante cortocircuitos                                       | 40        |
| 4.1.2 Protección contra sobretensión                                       | 40        |
| 4.1.3 Detección de que falta una fase del motor                            | 41        |
| 4.1.4 Detección de desequilibrio de fase de red                            | 41        |
| 4.1.5 Conmutación en la salida                                             | 41        |
| 4.1.6 Protección contra sobrecargas                                        | 41        |
| 4.1.7 Protección rotor bloqueado                                           | 41        |
| 4.1.8 Reducción de potencia automática                                     | 41        |
| 4.1.9 Optimización automática de energía                                   | 42        |
| 4.1.10 Modulación automática de frecuencia de conmutación                  | 42        |
| 4.1.11 Reducción de potencia automática para una frecuencia portadora alta | 42        |
| 4.1.12 Rendimiento de fluctuación de potencia                              | 42        |
| 4.1.13 Amortiguación de resonancia                                         | 42        |
| 4.1.14 Ventiladores controlados por temperatura                            | 42        |
| 4.1.15 Conformidad con EMC                                                 | 43        |
| 4.1.16 Aislamiento galvánico de los terminales de control                  | 43        |
| 4.2 Funciones de aplicación personalizadas                                 | 43        |
| 4.2.1 Adaptación automática del motor                                      | 43        |
| 4.2.2 Protección térmica del motor                                         | 43        |
| 4.2.3 Corte de red                                                         | 44        |
| 4.2.4 Controlador PID integrado                                            | 44        |
| 4.2.5 Rearranque automático                                                | 45        |
| 4.2.6 Función de Motor en giro                                             | 45        |
| 4.2.7 Par completo a velocidad reducida                                    | 45        |
| 4.2.8 Bypass de frecuencia                                                 | 45        |

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.9 Precalentador del motor                                                  | 45        |
| 4.2.10 4 ajustes programables                                                  | 45        |
| 4.2.11 Frenado dinámico                                                        | 45        |
| 4.2.12 Control de freno mecánico de lazo abierto                               | 46        |
| 4.2.13 Control de freno mecánico de lazo cerrado / freno mecánico de elevación | 47        |
| 4.2.14 Smart Logic Control (SLC)                                               | 48        |
| 4.2.15 Desconexión segura de par                                               | 49        |
| 4.3 VLT® FlexConcept® de Danfoss                                               | 49        |
| <b>5 Integración del sistema</b>                                               | <b>50</b> |
| 5.1 Condiciones ambientales de funcionamiento                                  | 50        |
| 5.1.1 Humedad                                                                  | 50        |
| 5.1.2 Temperatura                                                              | 50        |
| 5.1.3 Temperatura y refrigeración                                              | 50        |
| 5.1.4 Reducción de potencia manual                                             | 51        |
| 5.1.4.1 Reducción de potencia en función del funcionamiento a velocidad lenta  | 51        |
| 5.1.4.2 Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica             | 51        |
| 5.1.5 Ruido acústico                                                           | 52        |
| 5.1.6 Vibración y golpe                                                        | 52        |
| 5.1.7 Entornos agresivos                                                       | 52        |
| 5.1.7.1 Gases                                                                  | 52        |
| 5.1.7.2 Exposición al polvo                                                    | 53        |
| 5.1.7.3 Entornos potencialmente explosivos                                     | 53        |
| 5.1.8 Mantenimiento                                                            | 54        |
| 5.1.9 Almacenamiento                                                           | 54        |
| 5.2 Aspectos generales de la EMC                                               | 54        |
| 5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC                                         | 56        |
| 5.2.2 Requisitos en materia de emisiones                                       | 57        |
| 5.2.3 Requisitos de inmunidad                                                  | 57        |
| 5.2.4 Aislamiento del motor                                                    | 58        |
| 5.2.5 Corrientes en los cojinetes del motor                                    | 59        |
| 5.3 Interferencia de la red de alimentación / armónicos                        | 59        |
| 5.3.1 El efecto de los armónicos en un sistema de distribución de potencia     | 60        |
| 5.3.2 Normas y requisitos de limitación armónica                               | 60        |
| 5.3.3 Mitigación de armónicos                                                  | 61        |
| 5.3.4 Cálculo de armónicos                                                     | 61        |
| 5.4 Aislamiento galvánico (PELV)                                               | 61        |
| 5.4.1 PELV: tensión de protección muy baja                                     | 61        |
| 5.5 Funciones de freno                                                         | 62        |
| 5.5.1 Selección de resistencia de freno                                        | 62        |

|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6 Especificaciones de los productos</b>                                                | <b>65</b>  |
| 6.1 Datos eléctricos                                                                      | 65         |
| 6.1.1 Alimentación de red 200-240 V                                                       | 65         |
| 6.1.2 Alimentación de red 380-500 V                                                       | 68         |
| 6.1.3 Alimentación de red 525-600 V (solo FC 302)                                         | 71         |
| 6.1.4 Alimentación de red 525-690 V (solo FC 302)                                         | 74         |
| 6.2 Especificaciones generales                                                            | 77         |
| 6.2.1 Alimentación de red                                                                 | 77         |
| 6.2.2 Salida del motor y datos del motor                                                  | 77         |
| 6.2.3 Condiciones ambientales                                                             | 78         |
| 6.2.4 Especificaciones del cable                                                          | 78         |
| 6.2.5 Entrada / Salida de control y datos de control                                      | 78         |
| 6.2.6 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente                         | 82         |
| 6.2.6.1 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección A | 82         |
| 6.2.6.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección B | 82         |
| 6.2.6.3 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección C | 85         |
| 6.2.7 Valores medidos para la prueba dU/dt                                                | 88         |
| 6.2.8 Rendimiento                                                                         | 91         |
| 6.2.9 Ruido acústico                                                                      | 91         |
| <b>7 Procedimiento para realizar pedidos</b>                                              | <b>92</b>  |
| 7.1 Configurador de convertidores de frecuencia                                           | 92         |
| 7.1.1 Código descriptivo                                                                  | 92         |
| 7.1.2 Idioma                                                                              | 94         |
| 7.2 Números de pedido                                                                     | 95         |
| 7.2.1 Opciones y accesorios                                                               | 95         |
| 7.2.2 Repuestos                                                                           | 97         |
| 7.2.3 Bolsa de accesorios                                                                 | 97         |
| 7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301                                                          | 98         |
| 7.2.5 Resistencias de freno para FC 302                                                   | 101        |
| 7.2.6 Otras resistencias de freno de conjunto plano                                       | 107        |
| 7.2.7 Filtros armónicos                                                                   | 108        |
| 7.2.8 Filtros sinusoidales                                                                | 110        |
| 7.2.9 Filtros dU/dt                                                                       | 112        |
| <b>8 Instalación mecánica</b>                                                             | <b>114</b> |
| 8.1 Seguridad                                                                             | 114        |
| 8.2 Dimensiones mecánicas                                                                 | 114        |

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| 8.2.1 Montaje mecánico                                    | 117        |
| 8.2.1.1 Separación                                        | 117        |
| 8.2.1.2 Montaje en pared                                  | 117        |
| <b>9 Instalación eléctrica</b>                            | <b>119</b> |
| 9.1 Seguridad                                             | 119        |
| 9.2 Cables                                                | 120        |
| 9.2.1 Par de apriete                                      | 120        |
| 9.2.2 Orificios de entrada                                | 121        |
| 9.2.3 Apriete de la cubierta tras realizar las conexiones | 125        |
| 9.3 Conexión de red                                       | 125        |
| 9.3.1 Fusibles y magnetotérmicos                          | 129        |
| 9.3.1.1 Fusibles                                          | 129        |
| 9.3.1.2 Recomendaciones                                   | 129        |
| 9.3.1.3 Cumplimiento de la normativa CE                   | 130        |
| 9.3.1.4 Conformidad con UL                                | 133        |
| 9.4 Conexión del motor                                    | 138        |
| 9.5 Protección de corriente de fuga a tierra              | 141        |
| 9.6 Conexiones adicionales                                | 142        |
| 9.6.1 Relé                                                | 142        |
| 9.6.2 Desconectores y contactores                         | 143        |
| 9.6.3 Carga compartida                                    | 144        |
| 9.6.4 Resistencia de freno                                | 144        |
| 9.6.5 Software para PC                                    | 144        |
| 9.6.5.1 MCT 10                                            | 145        |
| 9.6.5.2 MCT 31                                            | 145        |
| 9.6.5.3 Software de cálculo de armónicos (HCS)            | 145        |
| 9.7 Información adicional del motor                       | 146        |
| 9.7.1 Cable de motor                                      | 146        |
| 9.7.2 Conexión de motores múltiples                       | 146        |
| 9.8 Seguridad                                             | 149        |
| 9.8.1 Prueba de alta tensión                              | 149        |
| 9.8.2 Conexión a tierra EMC                               | 149        |
| 9.8.3 Instalación conforme a ADN                          | 149        |
| <b>10 Ejemplos de aplicaciones</b>                        | <b>150</b> |
| 10.1 Aplicaciones empleadas comúnmente                    | 150        |
| 10.1.1 Sistema de convertidor de lazo cerrado             | 155        |
| 10.1.2 Programación de límite de par y parada             | 155        |
| 10.1.3 Programación del control de velocidad              | 156        |

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>11 Opciones y accesorios</b>                                        | <b>158</b> |
| 11.1 Opciones de comunicación                                          | 158        |
| 11.2 E/S, opciones de realimentación y seguridad                       | 158        |
| 11.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101                         | 158        |
| 11.2.2 Opción del encoder VLT® MCB 102                                 | 160        |
| 11.2.3 Opción de resolver VLT® MCB 103                                 | 162        |
| 11.2.4 VLT® Relay Card MCB 105                                         | 164        |
| 11.2.5 Opción VLT® Safe PLC Interface MCB 108                          | 166        |
| 11.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112                                | 167        |
| 11.2.7 VLT® Extended Relay Card MCB 113                                | 169        |
| 11.2.8 Opción VLT® Sensor Input MCB 114                                | 170        |
| 11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x                                        | 172        |
| 11.2.10 Adaptador VLT® de opciones C MCF 106                           | 175        |
| 11.3 Opciones de control de movimiento                                 | 175        |
| 11.4 Accesorios                                                        | 177        |
| 11.4.1 Resistencias de freno                                           | 177        |
| 11.4.2 Filtros sinusoidales                                            | 177        |
| 11.4.3 Filtros dU/dt                                                   | 178        |
| 11.4.4 Filtros de modo común                                           | 178        |
| 11.4.5 Filtros armónicos                                               | 178        |
| 11.4.6 Kit de protección IP21 / Tipo 1                                 | 178        |
| 11.4.7 Kit de montaje remoto para LCP                                  | 180        |
| 11.4.8 Soporte de montaje para tipos de protección A5, B1, B2, C1 y C2 | 181        |
| <b>12 Instalación y ajuste RS-485</b>                                  | <b>183</b> |
| 12.1 Instalación y configuración de                                    | 183        |
| 12.1.1 Descripción general                                             | 183        |
| 12.2 Conexión de red                                                   | 184        |
| 12.3 Terminación de bus                                                | 184        |
| 12.4 Instalación y ajuste RS-485                                       | 184        |
| 12.5 Aspectos generales del protocolo FC                               | 185        |
| 12.6 Configuración de red                                              | 185        |
| 12.7 Estructura de formato de mensajes del protocolo FC                | 185        |
| 12.7.1 Contenido de un carácter (byte)                                 | 185        |
| 12.7.2 Estructura de telegramas                                        | 185        |
| 12.7.3 Longitud del telegrama (LGE)                                    | 186        |
| 12.7.4 Dirección del convertidor de frecuencia (ADR)                   | 186        |
| 12.7.5 Byte de control de datos (BCC)                                  | 186        |
| 12.7.6 El campo de datos                                               | 187        |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.7.7 El campo PKE                                                                | 188 |
| 12.7.8 Número de parámetro (PNU)                                                   | 188 |
| 12.7.9 Índice (IND)                                                                | 188 |
| 12.7.10 Valor de parámetro (PWE)                                                   | 188 |
| 12.7.11 Tipos de datos admitidos                                                   | 189 |
| 12.7.12 Conversión                                                                 | 189 |
| 12.7.13 Códigos de proceso (PCD)                                                   | 189 |
| 12.8 Ejemplos                                                                      | 190 |
| 12.8.1 Escritura del valor de un parámetro.                                        | 190 |
| 12.8.2 Lectura del valor de un parámetro                                           | 190 |
| 12.9 Visión general de Modbus RTU                                                  | 190 |
| 12.9.1 Requisitos previos                                                          | 190 |
| 12.9.2 Conocimientos previos necesarios                                            | 190 |
| 12.9.3 Visión general de Modbus RTU                                                | 190 |
| 12.9.4 Convertidor de frecuencia con Modbus RTU                                    | 191 |
| 12.10 Configuración de red                                                         | 191 |
| 12.11 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU                               | 191 |
| 12.11.1 Convertidor de frecuencia con Modbus RTU                                   | 191 |
| 12.11.2 Estructura de mensaje Modbus RTU                                           | 192 |
| 12.11.3 Campo de arranque / parada                                                 | 192 |
| 12.11.4 Campo de dirección                                                         | 192 |
| 12.11.5 Campo de función                                                           | 192 |
| 12.11.6 Campo de datos                                                             | 192 |
| 12.11.7 Campo de comprobación CRC                                                  | 193 |
| 12.11.8 Direccionamiento de registros de bobinas                                   | 193 |
| 12.11.9 Cómo controlar el convertidor de frecuencia                                | 194 |
| 12.11.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU                               | 194 |
| 12.11.11 Códigos de excepción Modbus                                               | 195 |
| 12.12 Cómo acceder a los parámetros                                                | 195 |
| 12.12.1 Gestión de parámetros                                                      | 195 |
| 12.12.2 Almacenamiento de datos                                                    | 195 |
| 12.12.3 IND (índice)                                                               | 195 |
| 12.12.4 Bloques de texto                                                           | 195 |
| 12.12.5 Factor de conversión                                                       | 196 |
| 12.12.6 Valores de parámetros                                                      | 196 |
| 12.13 (Danfoss) Perfil de control FC                                               | 196 |
| 12.13.1 Código de control según el perfil FC (8-10 Trama control = perfil FC)      | 196 |
| 12.13.2 Código de estado según el perfil FC (STW) (8-10 Trama control = perfil FC) | 198 |
| 12.13.3 Valor de referencia de velocidad de bus                                    | 199 |
| 12.13.4 Código de control de acuerdo con el perfil de PROFIdrive (CTW)             | 200 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 12.13.5 Código de estado según el perfil de PROFIdrive (STW) | 201 |
|--------------------------------------------------------------|-----|

|               |     |
|---------------|-----|
| <b>Índice</b> | 203 |
|---------------|-----|

# 1 Introducción

## 1.1 Propósito de la Guía de diseño

La Guía de diseño proporciona la información necesaria para integrar el convertidor de frecuencia en diversas aplicaciones.

VLT® es una marca registrada.

## 1.2 Recursos adicionales

Tiene a su disposición otros recursos para comprender la programación, el funcionamiento y las directivas de cumplimiento del convertidor de frecuencia.

- Este *manual de funcionamiento* ofrece información detallada acerca de la instalación y el arranque del convertidor de frecuencia.
- La *Guía de programación* proporciona información detallada sobre cómo trabajar con parámetros y muchos ejemplos de aplicación.
- El *Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par VLT®* describe cómo utilizar los convertidores de frecuencia de (Danfoss) en aplicaciones de seguridad funcional.
- En (Danfoss) podrá obtener publicaciones y manuales complementarios. Consulte [danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm](http://danfoss.com/Product/Literature/Technical+Documentation.htm) para ver un listado.
- El equipo opcional disponible podría cambiar alguna información descrita en estas publicaciones. Asegúrese de leer las instrucciones suministradas con las opciones para los requisitos específicos.

Póngase en contacto con el proveedor de (Danfoss) o visite [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) para obtener información más detallada.

## 1.3 Abreviaturas, símbolos y convenciones

### Convenciones

Las listas numeradas indican procedimientos.

Las listas de viñetas indican otra información y descripción de ilustraciones.

El texto en cursiva indica

- referencia cruzada
- enlace
- nota a pie de página
- nombre del parámetro, nombre del grupo de parámetros, opción del parámetro

|                       |                                                                                     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 60° AVM               | Modulación asíncrona de vectores de 60°                                             |
| A                     | Amperio                                                                             |
| CA                    | Corriente alterna                                                                   |
| AD                    | Descarga por el aire                                                                |
| AI                    | Entrada analógica                                                                   |
| AMA                   | Adaptación automática del motor                                                     |
| AWG                   | Calibre de cables estadounidense                                                    |
| °C                    | Grados Celsius                                                                      |
| CD                    | Descarga constante                                                                  |
| CM                    | Modo común                                                                          |
| CT                    | Par constante                                                                       |
| CC                    | Corriente continua                                                                  |
| DI                    | Entrada digital                                                                     |
| DM                    | Modo diferencial                                                                    |
| D-TYPE                | Depende del convertidor de frecuencia                                               |
| EMC                   | Compatibilidad electromagnética                                                     |
| ETR                   | Relé termoelectrónico                                                               |
| f <sub>JOG</sub>      | La frecuencia del motor cuando se activa la función de velocidad fija               |
| f <sub>M</sub>        | Frecuencia del motor                                                                |
| f <sub>MAX</sub>      | La frecuencia de salida máxima que el convertidor de frecuencia aplica a su salida. |
| f <sub>MIN</sub>      | La frecuencia mínima del motor del convertidor de frecuencia.                       |
| f <sub>M,N</sub>      | Frecuencia nominal del motor                                                        |
| FC                    | Convertidor de frecuencia                                                           |
| g                     | Gramo                                                                               |
| Hiperface®            | Hiperface® es una marca registrada de Stegmann                                      |
| CV                    | Caballos de vapor                                                                   |
| HTL                   | Impulsos del encoder HTL (10-30 V), (High-voltage Transistor Logic)                 |
| Hz                    | Hercio                                                                              |
| I <sub>INV</sub>      | Intensidad nominal de salida del convertidor                                        |
| I <sub>LIM</sub>      | Límite de intensidad                                                                |
| I <sub>M,N</sub>      | Corriente nominal del motor                                                         |
| I <sub>VLT,MÁX.</sub> | Intensidad máxima de salida                                                         |

|                                      |                                                                                                                          |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_{VLT,N}$                          | Corriente nominal de salida suministrada por el convertidor de frecuencia                                                |
| kHz                                  | Kilohercio                                                                                                               |
| LCP                                  | Panel de control local                                                                                                   |
| lsb                                  | Bit menos significativo                                                                                                  |
| m                                    | Metro                                                                                                                    |
| mA                                   | Miliamperio                                                                                                              |
| MCM                                  | Mille Circular Mil, unidad norteamericana de sección de cables                                                           |
| MCT                                  | Herramienta de control de movimiento                                                                                     |
| mH                                   | Milihenrio (inductancia)                                                                                                 |
| min                                  | Minuto                                                                                                                   |
| ms                                   | Milisegundo                                                                                                              |
| msb                                  | Bit más significativo                                                                                                    |
| $\eta_{VLT}$                         | Rendimiento del convertidor de frecuencia definido como la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada |
| nF                                   | Nanofaradio                                                                                                              |
| NLCP                                 | Panel de control local numérico                                                                                          |
| Nm                                   | Newton metro                                                                                                             |
| $n_s$                                | Velocidad del motor síncrono                                                                                             |
| Parámetros en línea / fuera de línea | Los cambios realizados en los parámetros en línea se activan inmediatamente después de cambiar el valor de dato.         |
| $P_{br,cont.}$                       | Potencia nominal de la resistencia de freno (potencia media durante el frenado continuo)                                 |
| PCB                                  | Placa de circuito impreso                                                                                                |
| PCD                                  | Datos de proceso                                                                                                         |
| PELV                                 | Tensión de protección muy baja                                                                                           |
| $P_m$                                | Potencia nominal de salida del convertidor de frecuencia como HO                                                         |
| $P_{M,N}$                            | Potencia nominal del motor                                                                                               |
| Motor PM                             | Motor de magnetización permanente                                                                                        |
| PID de proceso                       | El controlador PID mantiene la velocidad, presión, temperatura, etc., deseados                                           |
| $R_{br,nom}$                         | El valor de resistencia nominal que garantiza una potencia de frenado en el eje del motor de 150/160 % durante 1 minuto  |
| RCD                                  | Dispositivo de corriente diferencial                                                                                     |
| Regen                                | Terminales regenerativos                                                                                                 |
| $R_{min}$                            | Valor de resistencia de freno mínima permitida por el convertidor de frecuencia                                          |
| RMS                                  | Raíz cuadrática media                                                                                                    |
| r/min                                | Revoluciones por minuto                                                                                                  |
| $R_{rec}$                            | Valor de la resistencia y resistencia de la resistencia de freno                                                         |
| s                                    | Segundo                                                                                                                  |
| SFAVM                                | Modulación asíncrona de vectores orientada al flujo del estátor                                                          |
| STW                                  | Código de estado                                                                                                         |
| SMPS                                 | Fuente de alimentación del modo de conmutación                                                                           |
| THD                                  | Distorsión armónica total                                                                                                |
| $T_{LIM}$                            | Límite de par                                                                                                            |

|                     |                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|
| TTL                 | Impulsos del encoder TTL (5 V) (Transistor Transistor Logic) |
| $U_{M,N}$           | Tensión nominal del motor                                    |
| V                   | Voltios                                                      |
| VT                  | Par variable                                                 |
| VVC <sup>plus</sup> | Control vectorial de la tensión                              |

Tabla 1.1 Abreviaturas

En este documento se utilizan los siguientes símbolos:

## ⚠️ ADVERTENCIA

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

## ⚠️ PRECAUCIÓN

Indica una situación potencialmente peligrosa que puede producir lesiones leves o moderadas. También puede utilizarse para alertar contra prácticas inseguras.

## ⚠️ AVISO!

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

## 1.4 Definiciones

### Inercia

El eje del motor se encuentra en modo libre. Sin par en el motor.

### Resistencia de freno

La resistencia de freno es un módulo capaz de absorber la potencia de frenado generada durante el frenado regenerativo. Esta potencia de frenado regenerativo aumenta la tensión del circuito intermedio y un chopper de frenado garantiza que la potencia se transmita a la resistencia de freno.

### Características de par constante (CT)

Características de par constante utilizadas para todas las aplicaciones, como cintas transportadoras, bombas de desplazamiento y grúas.

### Inicialización

Si se lleva a cabo una inicialización (14-22 Modo funcionamiento), el convertidor de frecuencia vuelve a los ajustes predeterminados.

### Ciclo de trabajo intermitente

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

### Ajuste

Guardar ajustes de parámetros en cuatro configuraciones distintas. Cambiar entre estas cuatro configuraciones de parámetros y editar una mientras otra está activa.

### Compensación de deslizamiento

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

### Smart Logic Control (SLC)

El SLC es una secuencia de acciones definidas por el usuario ejecutadas cuando los eventos asociados definidos por el usuario son evaluados como verdaderos por el Controlador Smart Logic. (Grupo de parámetros 13-\*\* *Lógica inteligente*).

### Bus estándar FC

Incluye el bus RS-485 bus con el protocolo FC o el protocolo MC. Consulte 8-30 *Protocolo*.

### Termistor

Resistencia que depende de la temperatura y que se coloca en el punto donde ha de controlarse la temperatura (convertidor de frecuencia o motor).

### Desconexión

Estado al que se pasa en situaciones de fallo; por ejemplo, si el convertidor de frecuencia se sobrecalienta, o cuando está protegiendo al motor, al proceso o al mecanismo. Se impide el arranque hasta que desaparece la causa del fallo y se anula el estado de desconexión mediante la activación del reinicio o, en algunos casos, mediante la programación de un reinicio automático. No debe utilizarse la desconexión para la seguridad personal.

### Bloqueo por alarma

Estado al que se pasa en situaciones de fallo cuando el convertidor de frecuencia está protegiéndose a sí mismo y requiere una intervención física; por ejemplo, si el convertidor de frecuencia se cortocircuita en la salida. Un bloqueo por alarma solo puede cancelarse cortando la alimentación, eliminando la causa del fallo y volviendo a conectar el convertidor de frecuencia. Se impide el arranque hasta que se cancela el estado de desconexión mediante la activación del reinicio o, en algunos casos, mediante la programación del reinicio automático. No debe utilizarse la desconexión para la seguridad personal.

### Características de VT

Características de par variable utilizadas en bombas y ventiladores.

### Factor de potencia

El factor de potencia real (lambda) tiene en cuenta todos los armónicos y siempre es inferior al factor de potencia (cosphi), que solo tiene en cuenta los primeros armónicos de la corriente y la tensión.

$$\cos \varphi = \frac{P [\text{kW}]}{P [\text{kVA}]} = \frac{U \lambda \times I \lambda \times \cos \varphi}{U \lambda \times I \lambda}$$

Cosphi también se conoce como el factor de potencia de desplazamiento.

Tanto lambda como cosphi se indican para los convertidores de frecuencia Danfoss VLT® en el capítulo 6.2.1 *Alimentación de red*.

El factor de potencia indica hasta qué punto el convertidor de frecuencia impone una carga a la alimentación de red. Cuanto menor es el factor de potencia, mayor es I<sub>RMS</sub> para el mismo rendimiento en kW.

Además, un factor de potencia elevado indica que las distintas corrientes armónicas son bajas.

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

## 1.5 Versión de documento y software

Este manual se revisa y se actualiza de forma periódica. Le agradecemos cualquier sugerencia de mejoras. La Tabla 1.2 muestra las versiones de documento y software.

| Edición  | Comentarios          | Versión de software |
|----------|----------------------|---------------------|
| MG33BFxx | Sustituye a MG33BExx | 6.72                |

Tabla 1.2 Versión de documento y software

## 1.6 Cumplimiento de las normas

Los convertidores de frecuencia están diseñados conforme a las directivas descritas en este apartado.

### 1.6.1 Marca CE

La marca CE (Comunidad Europea) indica que el fabricante del producto cumple todas las directivas aplicables de la UE. Las tres directivas de la UE aplicables al diseño y fabricación de convertidores de frecuencia son la directiva de tensión baja, la directiva EMC y la directiva de máquinas (para unidades con función de seguridad integrada).

El propósito de la marca CE es el de eliminar las barreras técnicas para el comercio libre entre los países de la CE y la EFTA, dentro de la ECU. La marca CE no regula la calidad del producto. Las especificaciones técnicas no pueden deducirse de la marca CE.

### 1.6.1.1 Directiva de baja tensión

Los convertidores de frecuencia están clasificados como componentes electrónicos y deben contar con la marca CE según la directiva de baja tensión. Esta directiva se aplica a todos los equipos eléctricos en el rango de tensión de 50-1000 V CA y 75-1600 V CC.

La directiva exige que el diseño del equipo debe asegurar que no se pongan en peligro la seguridad ni la salud de las personas y del ganado y que el valor del material se conserve hasta que el equipo esté instalado correctamente, mantenido y se use conforme a lo previsto. Las marcas CE de (Danfoss) cumplen con la directiva de baja tensión y ofrecen una declaración de conformidad si así se solicita.

### 1.6.1.2 Directiva EMC

La compatibilidad electromagnética (EMC) significa que las interferencias electromagnéticas entre aparatos no afectan a su rendimiento. Los requisitos de protección básicos de la directiva EMC 2004/108/CE indican que los dispositivos que generan interferencias electromagnéticas (EMI) o los dispositivos cuyo funcionamiento se pueda ver 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.

Un convertidor de frecuencia se puede utilizar como dispositivo independiente o como parte de una instalación más compleja. Los dispositivos que se utilizan independientemente o como parte de un sistema deben disponer de la marca CE. Los sistemas no deben tener la marca CE pero deben cumplir con los requisitos de protección básicos de la directiva EMC.

### 1.6.1.3 Directiva de máquinas

Los convertidores de frecuencia se clasifican como componentes electrónicos sujetos a la directiva de baja tensión, aunque los convertidores de frecuencia con una función de seguridad integrada deben cumplir con la directiva de máquinas 2006/42/CE. Los convertidores de frecuencia sin función de seguridad no se incluyen en la directiva de máquinas. Si un convertidor de frecuencia está integrado en un sistema de maquinaria, (Danfoss) proporciona información sobre los aspectos de seguridad relativos al convertidor.

La directiva de máquinas 2006/42/CE cubre una máquina que consta de un conjunto de componentes o dispositivos interconectados de los cuales al menos uno es capaz de realizar un movimiento mecánico. La directiva exige que el diseño del equipo debe asegurar que no se pongan en peligro la seguridad ni la salud de las personas y del ganado y que el valor del material se conserve hasta que el equipo esté instalado correctamente, mantenido y se use conforme a lo previsto.

Cuando los convertidores de frecuencia se utilizan en máquinas con al menos una parte móvil, el fabricante de la máquina debe proporcionar una declaración que exponga que cumple con todas las normas y medidas de seguridad relevantes. Las marcas CE de (Danfoss) cumplen con la directiva de máquinas para convertidores de frecuencia con una función de seguridad integrada y ofrecen una declaración de conformidad si así se solicita.

## 1.6.2 Conformidad con UL

### Homologación de UL



Ilustración 1.1 UL

### **AVISO!**

**Los convertidores de frecuencia con tipo de protección T7 (525-690 V) no disponen de certificado para UL.**

El convertidor de frecuencia cumple los requisitos de la norma UL508C de retención de memoria térmica. Si desea obtener más información, consulte el apartado *Protección térmica del motor* en la *Guía de diseño*.

### 1.6.3 Conformidad con C-Tick

### 1.6.4 Conformidad marina

Para conocer la conformidad con el acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables (ADN), consulte *capítulo 9.8.3 Instalación conforme a ADN*.

## 1.7 Instrucciones de eliminación

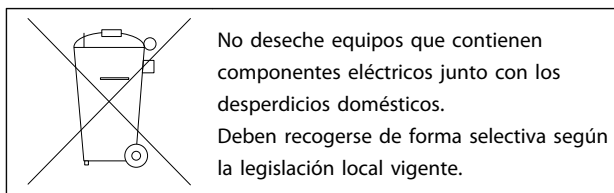


Tabla 1.3 Instrucciones de eliminación

## 1.8 Seguridad

Los convertidores de frecuencia contienen componentes de alta tensión y pueden ser mortales si se utilizan incorrectamente. Solo técnicos formados deben instalar y hacer funcionar el equipo. No se debe intentar realizar actividades de reparación sin desconectar primero la alimentación del convertidor de frecuencia y esperar el tiempo necesario para que la energía eléctrica almacenada se disipe.

Consulte el *Manual de funcionamiento*, suministrado con la unidad y disponible en línea para:

- tiempo de descarga e
- instrucciones de seguridad detalladas y advertencias.

Es obligatorio seguir estrictamente las precauciones y avisos para que el convertidor de frecuencia tenga un funcionamiento seguro.

## 2

## 2 Seguridad

### 2.1 Símbolos de seguridad

En este documento se utilizan los siguientes símbolos:

#### **⚠️ ADVERTENCIA**

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

#### **⚠️ PRECAUCIÓN**

Indica una situación potencialmente peligrosa que puede producir lesiones leves o moderadas. También puede utilizarse para alertar contra prácticas inseguras.

#### **AVISO!**

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

### 2.2 Personal cualificado

Se precisan un transporte, un almacenamiento, una instalación, un funcionamiento y un mantenimiento correctos y fiables para que el convertidor de frecuencia funcione de un modo seguro y sin ningún tipo de problemas. Este equipo únicamente puede ser manejado o instalado por personal cualificado.

El personal cualificado es aquel personal formado que está autorizado a instalar, poner en marcha y efectuar el mantenimiento de equipos, sistemas y circuitos de acuerdo con la legislación y la regulación vigente. Además, el personal debe estar familiarizado con las instrucciones y medidas de seguridad descritas en este documento.

### 2.3 Medidas de seguridad

#### **⚠️ ADVERTENCIA**

##### ALTA TENSIÓN

Los convertidores de frecuencia contienen tensiones altas cuando están conectados a una potencia de entrada de red de CA. En caso de que la instalación, el arranque y el mantenimiento no fueran efectuados por personal cualificado, podrían causarse lesiones graves o incluso la muerte.

- La instalación, puesta en marcha y mantenimiento solo deben realizarlos personal cualificado.

#### **⚠️ ADVERTENCIA**

##### ARRANQUE ACCIDENTAL

Cuando el convertidor de frecuencia se conecta a la red de CA, el motor podría arrancar en cualquier momento, ocasionando el riesgo de sufrir lesiones graves o incluso la muerte, así como daños al equipo u otros objetos. El motor puede arrancarse mediante un interruptor externo, un comando de bus serie, una señal de referencia de entrada desde el LCP o por la eliminación de una condición de fallo.

1. Desconecte el convertidor de frecuencia de la red cuando así lo dicten las consignas de seguridad personal para evitar arranques accidentales del motor.
2. Pulse [Off] en el LCP antes de programar los parámetros.
3. El convertidor de frecuencia, el motor y los equipos accionados deben estar listos para funcionar cuando se conecte el convertidor de frecuencia a la red de CA.

## ⚠️ ADVERTENCIA

### TIEMPO DE DESCARGA

El convertidor de frecuencia contiene condensadores de enlace de CC, que pueden seguir cargados incluso si el convertidor de frecuencia está apagado. Si después de desconectar la alimentación no espera el tiempo especificado antes de realizar cualquier reparación o tarea de mantenimiento, se pueden producir lesiones graves o incluso la muerte.

1. Pare el motor.
2. Desconecte la red de CA, los motores de magnetización permanente y las fuentes de alimentación de enlace de CC remotas, entre las que se incluyen baterías de emergencia, SAI y conexiones de enlace de CC a otros convertidores de frecuencia.
3. Espere a que los condensadores se descarguen por completo antes de efectuar actividades de mantenimiento o reparación. La duración del tiempo de espera se especifica en la *Tabla 2.1*.

| Tensión [V]                                                                                         | Tiempo de espera mínimo (minutos) |            |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|
|                                                                                                     | 4                                 | 7          | 15        |
| 200-240                                                                                             | 0,25-3,7 kW                       |            | 5,5-37 kW |
| 380-500                                                                                             | 0,25-7,5 kW                       |            | 11-75 kW  |
| 525-600                                                                                             | 0,75-7,5 kW                       |            | 11-75 kW  |
| 525-690                                                                                             |                                   | 1,5-7,5 kW | 11-75 kW  |
| Puede haber tensión alta presente aunque las luces del indicador LED de advertencia estén apagadas. |                                   |            |           |

Tabla 2.1 Tiempo de descarga

## ⚠️ ADVERTENCIA

### PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. No efectuar la toma de tierra correcta del convertidor de frecuencia podría ser causa de lesiones graves e incluso muerte.

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

## ⚠️ ADVERTENCIA

### PELIGRO DEL EQUIPO

El contacto con ejes de rotación y equipos eléctricos puede provocar lesiones graves o la muerte.

- Asegúrese de que la instalación, el arranque y el mantenimiento lo lleve a cabo únicamente personal formado y cualificado.
- Asegúrese de que los trabajos eléctricos cumplan con los códigos eléctricos nacionales y locales.
- Siga los procedimientos de este manual.

## ⚠️ PRECAUCIÓN

### AUTORROTACIÓN

El giro accidental de los motores de magnetización permanente podría provocar lesiones y daños materiales.

- Asegúrese de que los motores de magnetización permanente estén bloqueados para evitar un giro accidental.

## ⚠️ PRECAUCIÓN

### POSIBLE PELIGRO EN CASO DE FALLO INTERNO

Existe el riesgo de sufrir lesiones personales cuando el convertidor de frecuencia no está correctamente cerrado.

- Antes de suministrar electricidad, asegúrese de que todas las cubiertas de seguridad están colocadas y fijadas de forma segura.

3

## 3 Principios básicos de funcionamiento

### 3.1 General

Este capítulo ofrece una visión general de los conjuntos principales y los circuitos del convertidor de frecuencia. Su propósito es describir las funciones eléctricas internas y de procesamiento de señal. También se incluye una descripción de la estructura de control interna.

Además, se describen las funciones opcionales y automatizadas del convertidor de frecuencia disponibles para diseñar sistemas operativos sólidos con un control sofisticado y un rendimiento de información de estado.

### 3.2 Descripción del funcionamiento

El convertidor de frecuencia suministra una cantidad regulada de alimentación de CA a un motor de inducción trifásico estándar con el fin de controlar la velocidad del mismo. El convertidor de frecuencia suministra frecuencia y tensión variables al motor.

El convertidor de frecuencia está dividido en cuatro módulos principales.

- Rectificador
- Circuito intermedio
- Inversor
- Control y regulación

En el capítulo 3.3 *Secuencia de funcionamiento*, estos módulos se tratan con más detalle y se describe cómo las señales de potencia y control se mueven dentro del convertidor de frecuencia.

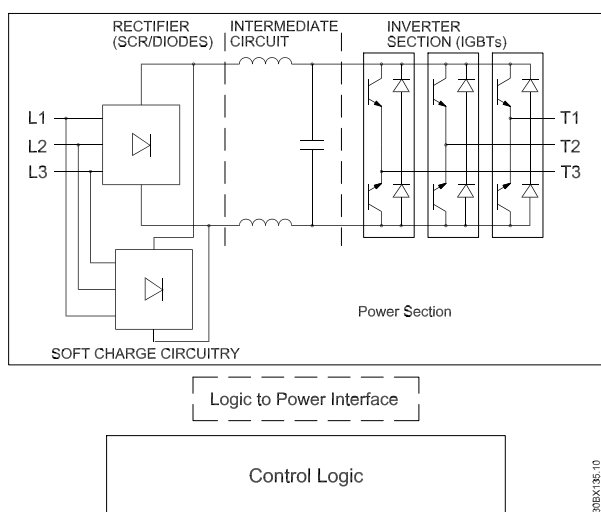


Ilustración 3.1 lógica de control interno

### 3.3 Secuencia de funcionamiento

#### 3.3.1 Sección del rectificador

Cuando se conecta por primera vez la alimentación al convertidor de frecuencia, esta entra a través de los terminales de entrada (L1, L2 y L3) y en la opción de desconexión y / o filtro RFI, en función de la configuración de la unidad.

#### 3.3.2 Sección intermedia

A continuación de la sección del rectificador, la tensión pasa a la sección intermedia. Esta tensión rectificada es suavizada por un circuito de filtro sinusoidal, que se compone del inductor de bus de CC y del banco de condensadores del bus de CC.

El inductor del bus de CC proporciona impedancia en serie a la intensidad cambiante. Esto ayuda al proceso de filtrado reduciendo la distorsión armónica a la forma de onda de la corriente CA de entrada, normalmente inherente en los circuitos rectificadores.

#### 3.3.3 Sección del inversor

En la sección del inversor, una vez estén presentes un comando de ejecución y una referencia de velocidad, los IGBT comienzan a conmutar para crear la onda de salida. Esta forma de onda, generada por el principio PWM VVC<sup>plus</sup> de (Danfoss) en la tarjeta de control, proporciona un rendimiento óptimo y pérdidas mínimas en el motor.

#### 3.3.4 Opción de freno

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

La función del IGBT del freno consiste en limitar la tensión del circuito intermedio cuando se exceda el límite de tensión máxima. Esto lo realiza conmutando la resistencia montada externamente a través del bus de CC para eliminar el exceso de tensión de CC presente en los condensadores del bus. El exceso de tensión del bus de CC suele ser el resultado de una carga descontrolada que produce que la energía regenerativa vuelva al bus de CC. Esto ocurre, por ejemplo, cuando la carga controla al motor, haciendo que la tensión regrese al circuito de bus de CC.

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

La señal de puerta del IGBT del freno se origina en la tarjeta de control y se envía al IGBT de freno mediante la tarjeta de potencia y la tarjeta de accionamiento de puerta. Adicionalmente, las tarjetas de alimentación y control vigilan el IGBT y la resistencia del freno por si se producen cortocircuitos y sobrecargas.

### 3.3.5 Carga compartida

Las unidades con la opción de carga compartida integrada contienen terminales (+) 89 CC y (-) 88 CC. Dentro del convertidor de frecuencia, estos terminales se conectan al bus de CC enfrente del reactor del enlace de CC y los condensadores del bus.

El uso de los terminales de carga compartida puede adoptar dos configuraciones diferentes.

En un método, los terminales se utilizan para enlazar los circuitos de bus de CC de múltiples convertidores de frecuencia. Esto permite que una unidad en modo regenerativo comparta su exceso de tensión de bus con otra unidad que está haciendo funcionar un motor. La carga compartida de esta forma puede reducir la necesidad de resistencias de freno dinámicas externas, al tiempo que se ahorra energía. En teoría, el número de unidades que pueden ser conectadas de este modo es infinito; no obstante, todas las unidades deben tener la misma clasificación de tensión. Adicionalmente, y en función del tamaño y del número de unidades, puede ser necesario instalar bobinas y fusibles de CC en las conexiones del enlace de CC, y reactores de CA en la red. Cualquier intento de realizar una configuración de este tipo requiere consideraciones específicas y no debe realizarse sin consultar primero con el departamento de ingeniería de aplicación de (Danfoss).

En el segundo método, el convertidor de frecuencia es alimentado exclusivamente desde una fuente de CC. Esto es un poco mas complicado. Primero, es necesaria una fuente de CC. Segundo, también es necesario un medio para realizar una carga suave del bus de CC en el arranque. Por último, se requiere una fuente de tensión para alimentar los ventiladores internos de la unidad. Tampoco debe intentarse realizar una configuración de este tipo sin consultar previamente con el departamento de ingeniería de aplicación de (Danfoss).

## 3.4 Interfaz de control

### 3.4.1 Principio de control

El convertidor de frecuencia recibe entrada de control de varias fuentes.

- Panel de control local (modo manual)
- Terminales de control analógicos programables, digitales y analógicos / digitales (modo automático)
- Los puertos RS-485, USB o de comunicación en serie (modo automático)

Cuando están cableados y programados adecuadamente, los terminales de control proporcionan realimentación, referencia y otras señales de entrada al convertidor de frecuencia; el estado de salida y las condiciones de fallos del convertidor de frecuencia, relés para hacer funcionar el equipo auxiliar e interfaz de comunicación serie. También se proporcionan 24 V convencionales. Los terminales de control se pueden programar para varias funciones seleccionando opciones de parámetros mediante el panel de control local (LCP) en la parte frontal de la unidad o las fuentes externas. La mayor parte del cableado de control es suministrado por el cliente a no ser que se solicite a fábrica.

### 3.5 Esquema del cableado

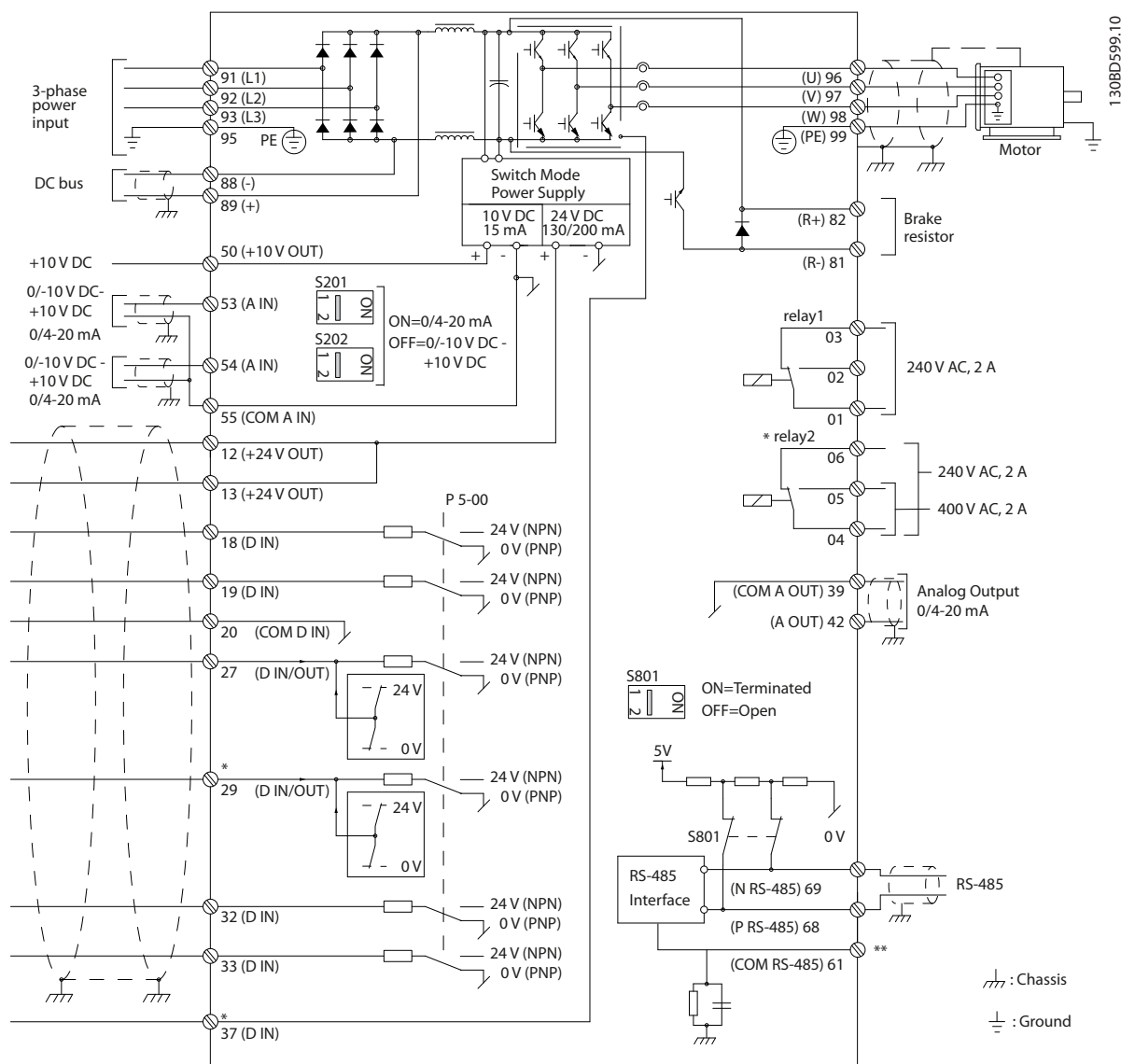
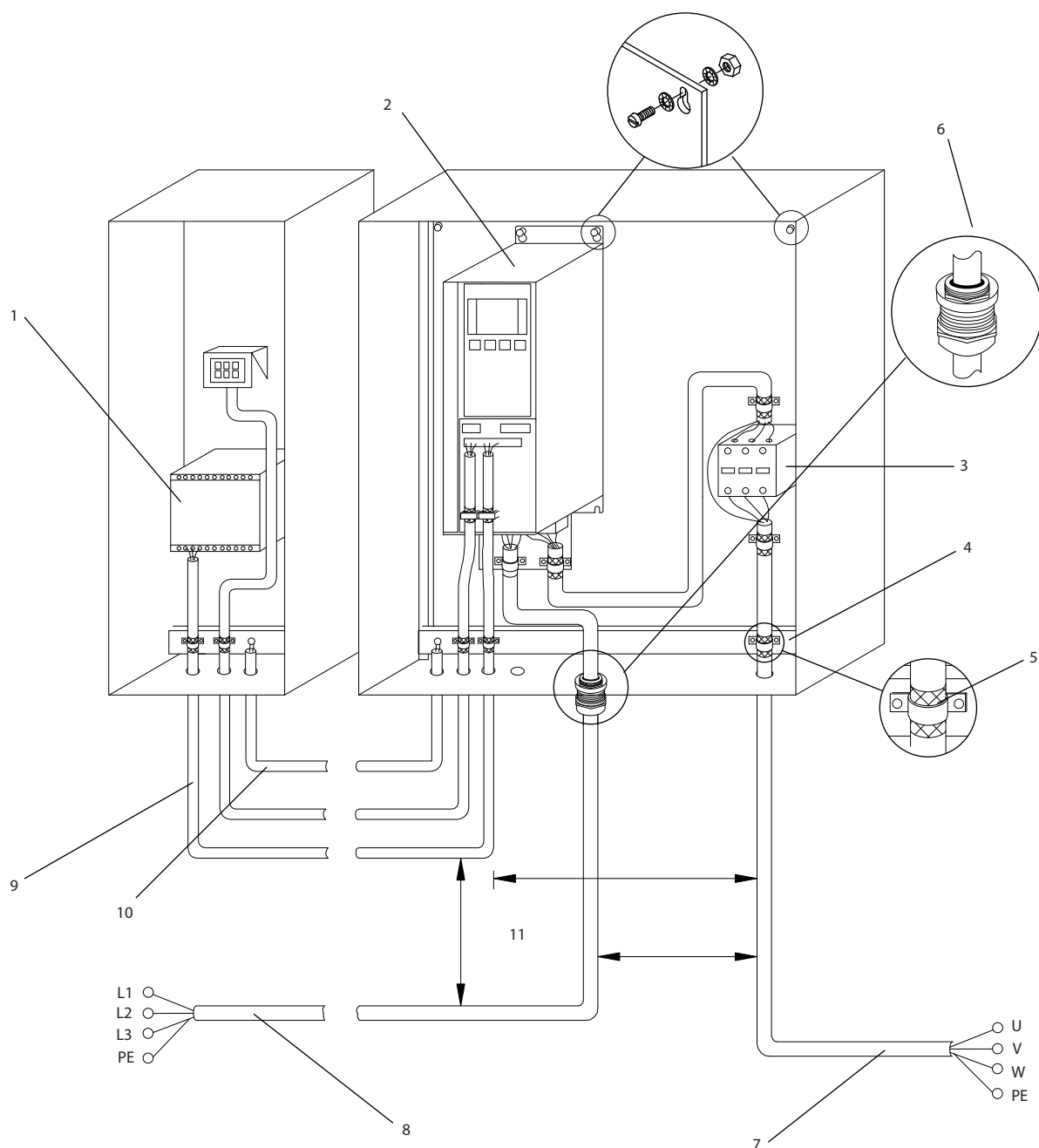


Ilustración 3.2 Esquema básico del cableado

A = analógico, D = digital

\*El terminal 37 (opcional) se utiliza para la desconexión segura de par. Para conocer las instrucciones de instalación de la desconexión segura de par, consulte el *Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par para los convertidores de frecuencia VLT® de (Danfoss)*. El terminal 37 no está incluido en el FC 301 (excepto con el tipo de protección A1). El relé 2 y el terminal 29 no tienen ninguna función en el FC 301.

\*\*No conecte el apantallamiento de cables.



|   |                               |    |                                                                                           |
|---|-------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | PLC                           | 7  | Motor, trifásico y PE (apantallada)                                                       |
| 2 | Convertidor de frecuencia     | 8  | Red, trifásica y PE reforzada (sin apantallar)                                            |
| 3 | Contactor de salida           | 9  | Cableado de control (apantallado)                                                         |
| 4 | Abrazadera de cable           | 10 | Ecualización de potencial mín. 16 mm <sup>2</sup> (0,025 in)                              |
| 5 | Aislamiento de cable (pelado) | 11 | Espacio libre entre el cable de control, el cable de motor y el cable de red: mín. 200 mm |
| 6 | Prensacables                  |    |                                                                                           |

Ilustración 3.3 Conexión-eléctrica conforme a EMC

Para obtener más información sobre EMC, consulte capítulo 4.1.15 Conformidad con EMC.

**AVISO!****INTERFERENCIA EMC**

Utilice cables apantallados para el cableado de control y de motor y cables independientes para la potencia de entrada, el cableado del motor y el cableado de control. No aislar los cables de control, del motor o de potencia puede provocar un comportamiento inesperado o una reducción del rendimiento. Se requiere un espacio libre mínimo de 200 mm (7,9 in) entre los cables de control, de motor y de potencia.

**3.6 Controladores****3.6.1 Principio de control**

Los convertidores de frecuencia rectifican la tensión de CA de la red de alimentación y la convierten en tensión de CC, después de lo cual dicha tensión de CC se convierte en corriente CA de amplitud y frecuencia variables.

De este modo, el motor recibe una tensión / intensidad y frecuencia variables, lo que permite un control de velocidad variable en motores asíncronos trifásicos estándar y en motores de magnetización permanente.

El convertidor de frecuencia puede controlar la velocidad o el par en el eje del motor. El ajuste de *1-00 Modo Configuración* determina el tipo de control.

**Control de velocidad**

Hay dos tipos de control de velocidad:

- El control de lazo abierto de velocidad, que no requiere realimentación del motor (sin sensor).
- El control de PID de lazo cerrado de velocidad requiere una realimentación de velocidad hacia una entrada. Un control de lazo cerrado de velocidad, debidamente optimizado, tiene una precisión mayor que un control de lazo abierto.

Selecciona qué entrada se utilizará como realimentación PID de velocidad en *7-00 Fuente de realim. PID de veloc.*

**Control de par**

La función de control de par se utiliza en aplicaciones en las que el par de salida de eje motor controla la aplicación como control de tensión. El control de par puede seleccionarse en *1-00 Modo Configuración*, ya sea en *VVC<sup>plus</sup> [4] Lazo abierto de par* o *Control de flujo en lazo cerrado con [2] realimentación de velocidad del motor*. El ajuste de par se realiza mediante la configuración de una referencia controlada analógica, digital o de bus. El factor de límite máximo de velocidad se define en *4-21 Fuente del factor de límite de velocidad*. Al efectuar el control de par, se recomienda llevar a cabo un procedimiento AMA completo, ya que los datos correctos del motor son de gran importancia para obtener un rendimiento óptimo.

- Lazo cerrado en modo de flujo con realimentación de encoder ofrece un rendimiento superior en los cuatro cuadrantes y a todas las velocidades del motor.
- Modo lazo abierto en *VVC<sup>plus</sup>*. La función se utiliza en aplicaciones mecánicas robustas, pero la precisión es limitada. La función de par de lazo abierto funciona, básicamente, solo en una dirección de velocidad. El par se calcula sobre la base de la medición interna de intensidad del convertidor de frecuencia.

**Referencia de velocidad / par**

La referencia a estos controles puede ser una referencia única o la suma de varias, incluyendo referencias de escalado relativo. El manejo de referencias se explica con mayor detalle en *capítulo 3.7 Manejo de referencias*.

### 3.6.2 FC 301 frente a FC 302 Principio de control

El FC 301 es un convertidor de frecuencia de uso general para aplicaciones de velocidad variable. El principio de control está basado en el Control vectorial de la tensión (VVC<sup>plus</sup>).

FC 301 puede manejar tanto motores asíncronos como motores PM.

El principio de detección de intensidad en el FC 301 está basado en la medida de la intensidad en el enlace de CC o en la fase del motor. La protección de fallo a tierra en la parte del motor se resuelve mediante un circuito de desaturación en los IGBT conectado a la placa de control.

El comportamiento en cortocircuito del FC 301 depende del transductor de corriente en el enlace de CC positivo y de la protección de desaturación con realimentación desde los 3 IGBT inferiores y el freno.

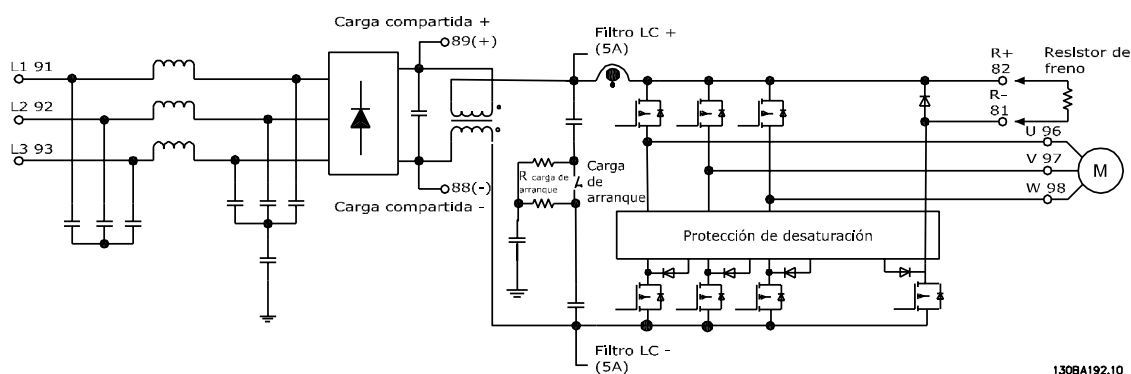


Ilustración 3.4 Principio de control FC 301

El FC 302 es un convertidor de frecuencia de alto rendimiento para aplicaciones exigentes. El convertidor de frecuencia puede manejar varias clases de principios de control de motor tales como el modo de motor especial U/f, VVC<sup>plus</sup> o el control de motor por vector de flujo.

FC 302 puede manejar motores sincrónicos de magnetización permanente (servomotores sin escobillas) así como motores asíncronos normales de jaula de ardilla.

El comportamiento en cortocircuito del FC 302 depende de los 3 transductores de corriente de las fases del motor y de la protección de desaturación con realimentación desde el freno.

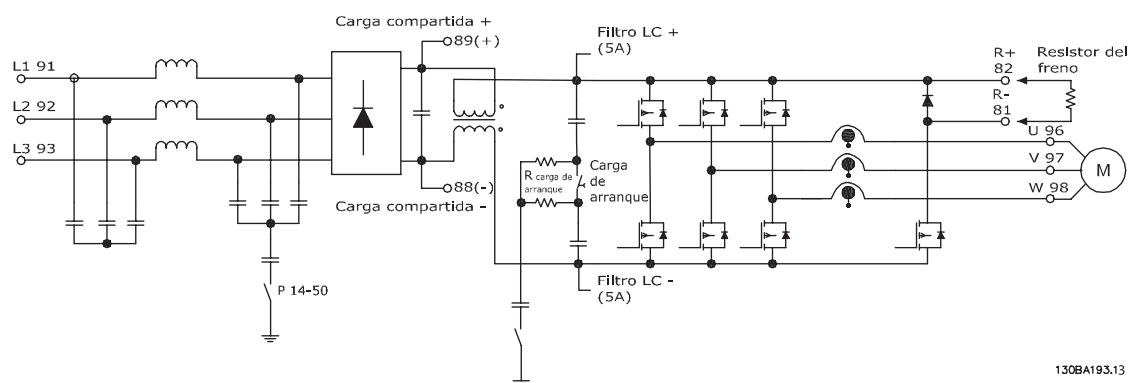
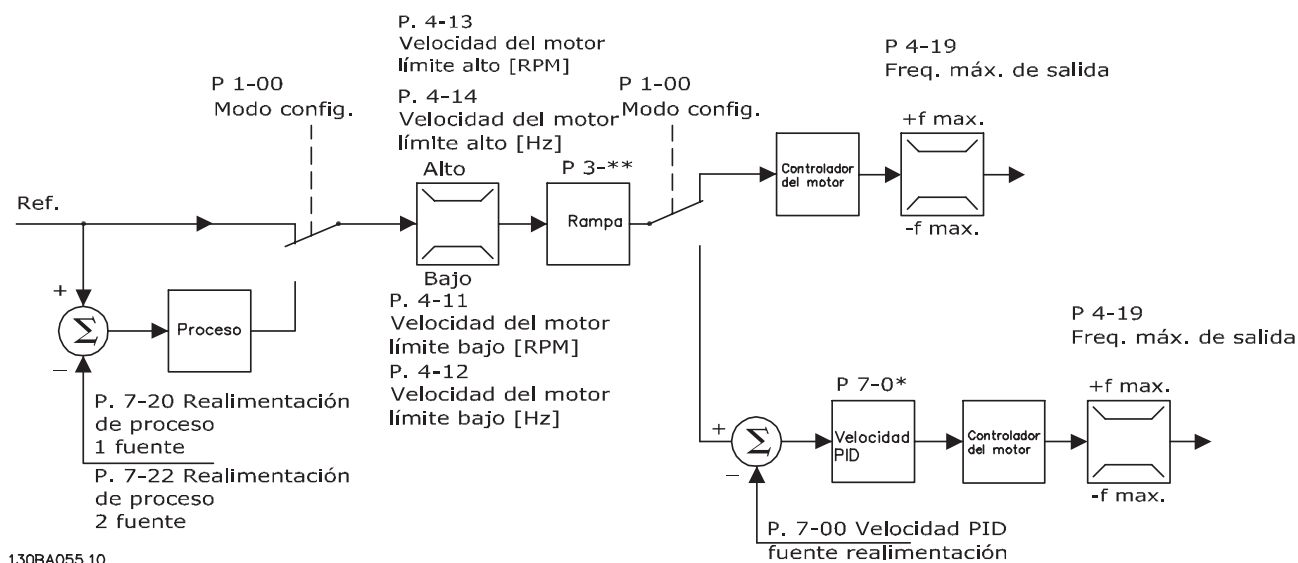


Ilustración 3.5 Principio de control FC 302

### 3.6.3 Estructura de control en VVC<sup>plus</sup>



130BA055.10

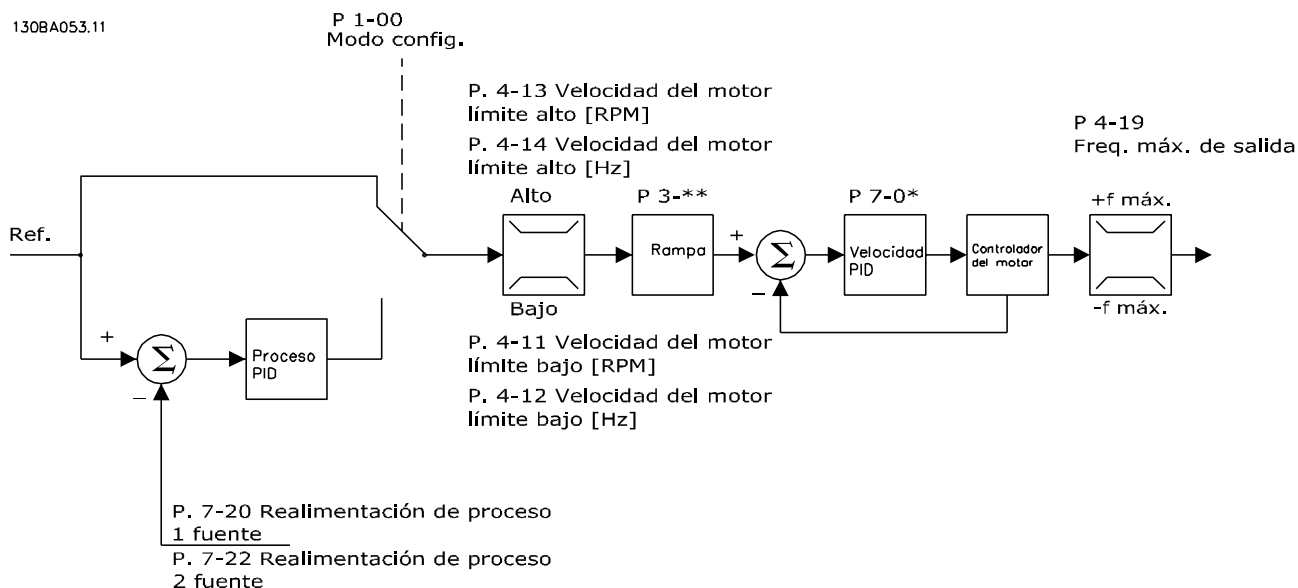
Ilustración 3.6 Estructura de control en configuraciones de lazo abierto y lazo cerrado VVC<sup>plus</sup>

Consulte los *Parámetros activos / inactivos en distintos modos de control de la unidad* en la *Guía de programación* para tener una vista general de qué configuración de control está disponible, según la selección de motor de CA o motor de PM no saliente. En la configuración mostrada en *Ilustración 3.6*, *1-01 Principio control motor* se ajusta a [1] VVC<sup>plus</sup> y *1-00 Modo Configuración* se ajusta a [0] *Veloc. lazo abierto*. Se recibe la referencia resultante del sistema de manejo de referencias y se transfiere a la limitación de rampa y de velocidad antes de enviarse al control del motor. La salida del control del motor entonces se limita mediante el límite de frecuencia máximo.

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

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

### 3.6.4 Estructura de control de flujo sin realimentación (solo FC 302)



3

Ilustración 3.7 Estructura de control de flujo sin realimentación de lazo abierto y de lazo cerrado

Consulte los *Parámetros activos / inactivos en distintos modos de control de la unidad* en la *Guía de programación* para tener una vista general de qué configuración de control está disponible, según la selección de motor de CA o motor de PM no saliente. En la configuración mostrada, 1-01 Principio control motor se ajusta a [2] Flux sensorless y 1-00 Modo Configuración se ajusta a [0] Veloc. lazo abierto. La referencia resultante del sistema de manejo de referencias pasa a través de los límites de rampa y velocidad, tal y como determinan los ajustes de parámetros indicados.

Se genera una realimentación de velocidad estimada para el PID de velocidad con el fin de controlar la frecuencia de salida. El PID de velocidad debe establecerse con sus parámetros P, I y D (grupo de parámetros 7-0\* Ctrlador PID vel.).

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

### 3.6.5 Estructura de control en flujo con realimentación del motor (solo FC 302)

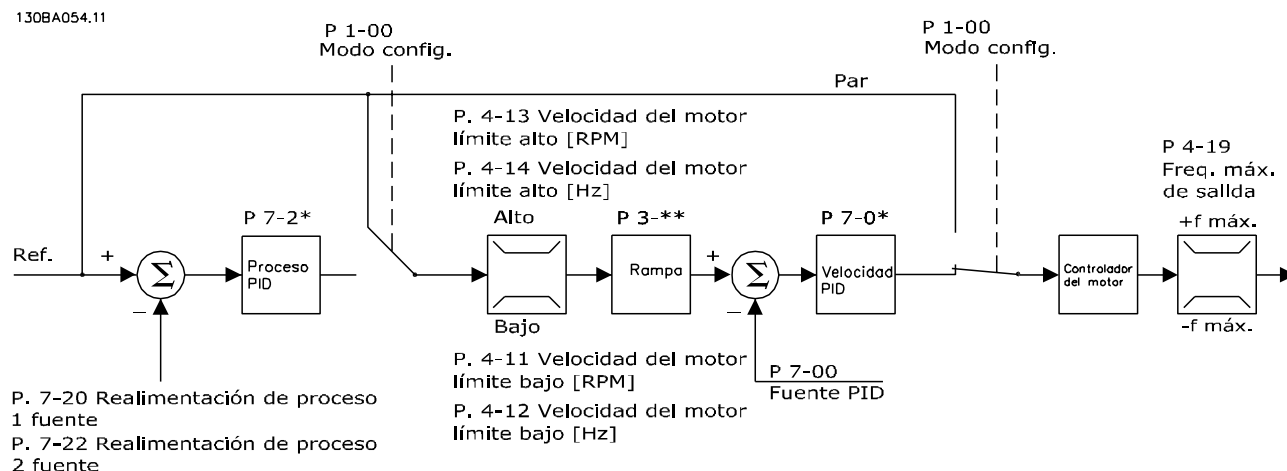


Ilustración 3.8 Estructura de control en configuración de flujo con realimentación del motor (disponible solo en FC 302)

Consulte los *Parámetros activos / inactivos en distintos modos de control de la unidad* en la *Guía de programación* para tener una vista general de qué configuración de control está disponible, según la selección de motor de CA o motor de PM no saliente. En la configuración mostrada, 1-01 Principio control motor se ajusta a [3] Lazo Cerrado Flux y 1-00 Modo Configuración se ajusta a [1] Veloc. lazo cerrado.

El control del motor en esta configuración se basa en una señal de realimentación procedente de un encoder o resolver montado directamente en el motor (que se ajusta en 1-02 Realimentación encoder motor Flux).

Seleccione [1] Veloc. lazo cerrado en 1-00 Modo Configuración para utilizar la referencia resultante como una entrada para el control de PID de velocidad. Los parámetros de control de PID de velocidad se encuentran en el grupo de parámetros 7-0\* Ctrlador PID vel.

Seleccione [2] Par en 1-00 Modo Configuración para utilizar la referencia resultante directamente como una referencia de par. Control de par solo puede seleccionarse en la configuración de flujo con realimentación del motor (1-01 Principio control motor). Cuando se selecciona este modo, la referencia utiliza la unidad Nm. No requiere realimentación de par, ya que el par real se calcula a partir de la medida de intensidad del convertidor de frecuencia.

Seleccione [3] Proceso en 1-00 Modo Configuración para utilizar el control de PID de procesos para el control de lazo cerrado de, por ejemplo, la velocidad o una variable de proceso de la aplicación controlada.

### 3.6.6 PID

#### 3.6.6.1 Control de PID de velocidad

El control de PID de velocidad mantiene una velocidad de motor constante independientemente de la modificación de carga del motor.

| 1-00 Modo Configuración    | 1-01 Principio control motor |                     |                 |                          |
|----------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
|                            | U/f                          | VVC <sup>plus</sup> | Flux Sensorless | Flux con realim. encoder |
| [0] Veloc. lazo abierto    | ACTIVO                       | ACTIVO              | ACTIVO          | N.D.                     |
| [1] Veloc. lazo cerrado    | N.D.                         | No activado         | N.D.            | ACTIVO                   |
| [2] Par                    | N.D.                         | N.D.                | N.D.            | No activado              |
| [3] Proceso                | No activado                  | No activado         | No activado     | N.D.                     |
| [4] Lazo abierto de par    | N.D.                         | No activado         | N.D.            | N.D.                     |
| [5] Vaivén                 | No activado                  | No activado         | No activado     | No activado              |
| [6] Bobinadora superf.     | No activado                  | No activado         | No activado     | N.D.                     |
| [7] Vel. lazo a. PID ampl. | No activado                  | No activado         | No activado     | N.D.                     |
| [8] Vel. lazo c. PID ampl. | N.D.                         | No activado         | N.D.            | No activado              |

**Tabla 3.1 Configuraciones de control con control de velocidad activo**

«N.D.» significa que el modo especificado no está disponible. «No activado» significa que el modo especificado está disponible pero el control de velocidad no está activado en dicho modo.

#### **AVISO!**

El PID de control de velocidad funciona usando el ajuste de parámetros predeterminado, pero es recomendable ajustar los parámetros para optimizar el rendimiento del control del motor. Los dos principios de control del motor de flujo dependen especialmente del ajuste adecuado para alcanzar todo su potencial.

La *Tabla 3.2* resume las características que se pueden establecer para el control de velocidad. Consulte la *Guía de programación* de VLT® AutomationDrive FC 301 / FC 302 para obtener detalles sobre la programación.

| Parámetro                                     | Descripción de la función                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 7-00 Fuente de realim. PID de veloc.          | Seleccione desde qué entrada obtendrá la realimentación el PID de velocidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                         |
| 7-02 Ganancia propor. PID veloc.              | Cuanto mayor sea este valor, más rápido será el control. Sin embargo, valores demasiado elevados pueden producir oscilaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                         |
| 7-03 Tiempo integral PID veloc.               | Elimina el error de velocidad de estado estable. Cuanto menor es el valor, más rápida es la reacción. Sin embargo, valores demasiado bajos pueden producir oscilaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                         |
| 7-04 Tiempo diferencial PID veloc.            | Proporciona una ganancia proporcional al índice de cambio de la realimentación. El ajuste a cero desactiva el diferenciador.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                         |
| 7-05 Límite ganancia dif. PID veloc.          | Si hay cambios rápidos en la referencia o en la realimentación en determinada aplicación, lo que significa que el error cambia rápidamente, el diferenciador puede volverse demasiado dominante. Esto se debe a que reacciona a cambios en el error. Cuanto más rápido cambia el error, más alta es la ganancia del diferenciador. Por ello, esta ganancia se puede limitar para permitir el ajuste de un tiempo diferencial razonable para cambios lentos, y una ganancia rápida adecuada para cambios rápidos. |                                         |
| 7-06 Tiempo filtro paso bajo PID veloc.       | El filtro de paso bajo amortigua las oscilaciones de la señal de realimentación y mejora el rendimiento de estado estable. Sin embargo, un tiempo de filtro demasiado grande deteriora el rendimiento dinámico del control de PID de velocidad.<br>Ajustes prácticos del parámetro 7-06 tomados del número de impulsos por revolución del encoder (PPR):                                                                                                                                                         |                                         |
|                                               | PPR del encoder                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7-06 Tiempo filtro paso bajo PID veloc. |
|                                               | 512                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10 ms                                   |
|                                               | 1024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 ms                                    |
|                                               | 2048                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 ms                                    |
|                                               | 4096                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1 ms                                    |
| 7-07 Relación engranaje realim. PID velocidad | El convertidor de frecuencia multiplica la realimentación de velocidad por esta relación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| 7-08 Factor directo de alim. PID de veloc.    | Se deriva la señal de referencia del controlador de velocidad en la cantidad especificada. Esta función aumenta el rendimiento dinámico del lazo de control de velocidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| 7-09 Speed PID Error Correction w/ Ramp       | El error de velocidad entre la rampa y la velocidad real se mantiene a pesar del ajuste de este parámetro. Si el error de velocidad supera el parámetro, este se corrige mediante la rampa de forma controlada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |

**Tabla 3.2** Parámetros relevantes para el control de velocidad

Realice la programación en el orden indicado (consulte la explicación de los ajustes en la *Guía de programación*).

En la *Tabla 3.3* se supone que todos los demás parámetros e interruptores permanecen en su ajuste predeterminado.

| Función                                                                                                                                                                                                                 | Parámetro                                  | Ajuste                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Asegúrese de que el motor está funcionando correctamente. Haga lo siguiente:                                                                                                                                         |                                            |                                                                                                                   |
| Ajuste los parámetros del motor usando los datos de la placa de características                                                                                                                                         | 1-2*                                       | En función de las especificaciones de la placa de características del motor                                       |
| Realice una Adaptación automática del motor                                                                                                                                                                             | 1-29 Adaptación automática del motor (AMA) | [1] Act. AMA completo                                                                                             |
| 2) Compruebe que el motor está en marcha y que el encoder está conectado correctamente. Haga lo siguiente:                                                                                                              |                                            |                                                                                                                   |
| Pulse [Hand On] en el LCP. Compruebe que el motor está en marcha y fíjese en qué dirección está girando (que a partir de ahora denominaremos «dirección positiva»).                                                     |                                            | Ajuste una referencia positiva.                                                                                   |
| Vaya a 16-20 Ángulo motor. Gire el motor lentamente en la dirección positiva. Debe girarlo tan lentamente (solo algunas r/min) que pueda determinarse si el valor de 16-20 Ángulo motor está aumentando o disminuyendo. | 16-20 Ángulo motor                         | N.D. (parámetro de solo lectura) Nota: un valor creciente se desborda al llegar a 65535 y vuelve a empezar por 0. |
| Si 16-20 Ángulo motor está disminuyendo, cambie la dirección del encoder en 5-71 Term. 32/33 direc. encoder.                                                                                                            | 5-71 Term. 32/33 direc. encoder            | [1] Dcha. a izqda. (si 16-20 Ángulo motor está disminuyendo)                                                      |

| Función                                                                                                                                                               | Parámetro                                                                                                 | Ajuste                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3) Asegúrese de que los límites del convertidor de frecuencia están ajustados a valores seguros                                                                       |                                                                                                           |                                                                                                |
| Ajuste unos límites aceptables para las referencias.                                                                                                                  | 3-02 Referencia mínima<br>3-03 Referencia máxima                                                          | 0 r/min (valor predeterminado)<br>1500 r/min (predeterminado)                                  |
| Compruebe que los ajustes de rampa estén dentro de las posibilidades del convertidor de frecuencia y cumplan las especificaciones de funcionamiento de la aplicación. | 3-41 Rampa 1 tiempo acel. rampa<br>3-42 Rampa 1 tiempo desacel. rampa                                     | ajustes predeterminados<br>ajustes predeterminados                                             |
| Ajuste unos límites aceptables para la frecuencia y la velocidad del motor.                                                                                           | 4-11 Límite bajo veloc. motor [RPM]<br>4-13 Límite alto veloc. motor [RPM]<br>4-19 Frecuencia salida máx. | 0 r/min (valor predeterminado)<br>1500 r/min (predeterminado)<br>60 Hz (predeterminado 132 Hz) |
| 4) Configure el control de velocidad y seleccione el principio de control del motor                                                                                   |                                                                                                           |                                                                                                |
| Activación del control de velocidad                                                                                                                                   | 1-00 Modo Configuración                                                                                   | [1] Veloc. lazo cerrado                                                                        |
| Selección del principio de control del motor                                                                                                                          | 1-01 Principio control motor                                                                              | [3] Lazo Cerrado Flux                                                                          |
| 5) Configure y escale la referencia al control de velocidad                                                                                                           |                                                                                                           |                                                                                                |
| Ajuste la entrada analógica 53 como fuente de referencia.                                                                                                             | 3-15 Recurso de referencia 1                                                                              | No necesario (predeterminado)                                                                  |
| Escale la entrada analógica 53 de 0 RPM (0 V) a 1500 RPM (10 V)                                                                                                       | 6-1*                                                                                                      | No necesario (predeterminado)                                                                  |
| 6) Configure la señal del encoder HTL de 24 V como realimentación para el control del motor y de la velocidad.                                                        |                                                                                                           |                                                                                                |
| Ajuste la entrada digital 32 y la 33 como entradas del encoder HTL                                                                                                    | 5-14 Terminal 32 entrada digital<br>5-15 Terminal 33 entrada digital                                      | [0] Sin función (predeterminado)                                                               |
| Seleccione el terminal 32/33 como realimentación del motor                                                                                                            | 1-02 Realimentación encoder motor Flux                                                                    | No necesario (predeterminado)                                                                  |
| Seleccione el terminal 32/33 como realimentación PID de velocidad                                                                                                     | 7-00 Fuente de realim. PID de veloc.                                                                      | No necesario (predeterminado)                                                                  |
| 7) Ajuste los parámetros PID del control de velocidad                                                                                                                 |                                                                                                           |                                                                                                |
| Use las pautas de ajuste cuando sea apropiado o ajuste manualmente                                                                                                    | 7-0*                                                                                                      | Consulte las directrices                                                                       |
| 8) Guarde para finalizar                                                                                                                                              |                                                                                                           |                                                                                                |
| Guarde los ajustes de los parámetros en el LCP para mantenerlos a salvo                                                                                               | 0-50 Copia con LCP                                                                                        | [1] Trans. LCP tod. par.                                                                       |

Tabla 3.3 Orden de programación

### 3.6.6.2 Ajuste del control de PID de velocidad

Las pautas de ajuste que le ofrecemos a continuación son relevantes en caso de que utilice uno de los principios de control del motor de flujo en aplicaciones en las que la carga sea principalmente inercial (con un bajo nivel de fricción).

El valor del 30-83 *Ganancia proporc. PID veloc.* depende de la inercia combinada del motor y la carga, y el ancho de banda seleccionado puede calcularse usando la fórmula siguiente:

$$\text{Par. 7-02} = \frac{\text{Total inercia [kgm}^2\text{]} \times \text{par. 1-25}}{\text{Par. 1-20} \times 9550} \times \text{Ancho de banda [rad/s]}$$

#### AVISO!

1-20 *Potencia motor [kW]* es la potencia del motor en [kW] (o sea, introduzca «4» kW en vez de «4000» W en la fórmula).

Un valor que resulta práctico usar para el ancho de banda es 20 rad/s. Compruebe el resultado del cálculo del 7-02 *Ganancia proporc. PID veloc.* y compárelo con la fórmula siguiente (esto no es necesario si usa una realimentación de alta resolución, tal como una SinCos):

$$\text{Par. 7-02}_{\text{MÁX.}} = \frac{0.01 \times 4 \times \text{Encoder Resolución} \times \text{Par. 7-06}}{2 \times \pi} \times$$

Máx. par rizado [%]

El valor inicial recomendado para el 7-06 *Tiempo filtro paso bajo PID veloc.* es de 5 ms (a menor resolución del encoder, mayor valor del filtro). Normalmente es aceptable un valor máximo de rizado del par del 3 %. En los encoders incrementales, la resolución del encoder se encuentra en el 5-70 *Term. 32/33 resolución encoder* (HTL de 24 V en un convertidor de frecuencia estándar) o en el 17-11 *Resolución (PPR)* (TTL de 5 V en la opción del encoder MCB 102).

Generalmente, el límite práctico máximo del 7-02 *Ganancia proporc. PID veloc.* viene determinado por la resolución del encoder y el tiempo del filtro de realimentación, pero también otros factores de la aplicación pueden limitar el 7-02 *Ganancia proporc. PID veloc.* a un valor inferior.

Para reducir al mínimo la sobremodulación, el 7-03 *Tiempo integral PID veloc.* puede ajustarse, aproximadamente, a 2,5 s (varía según la aplicación).

Ajuste 7-04 *Tiempo diferencial PID veloc.* a 0 hasta que todo lo demás esté ajustado. Si resulta necesario, termine el ajuste experimentando con pequeños incrementos de este ajuste.

### 3.6.6.3 Control de PID de procesos

Utilice el control de PID de procesos para controlar parámetros de aplicación que pueden medirse mediante un sensor (es decir, presión, temperatura, flujo) y verse afectados por el motor conectado a través de una bomba o ventilador o de otra manera.

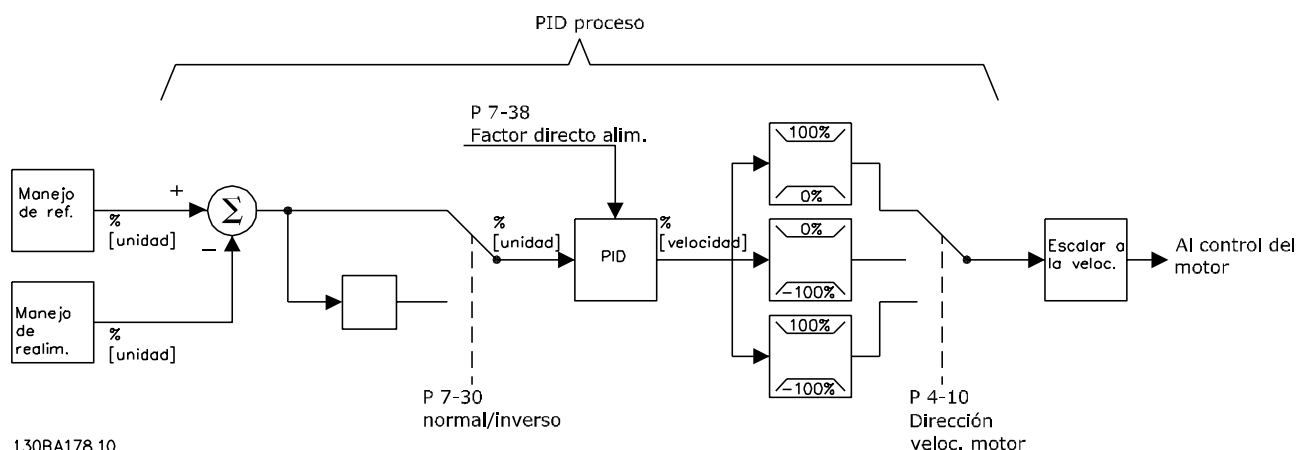
Tabla 3.4 muestra las configuraciones de control que permiten usar el control de proceso. Si se usa un principio de control de motor de vector de flujo, recuerde ajustar los parámetros PID del control de velocidad. Consulte el capítulo 3.6 *Controladores* para saber dónde está activado el control de velocidad.

| 1-00 Modo Configuración | 1-01 Principio control motor |                     |                     |                          |
|-------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
|                         | U/f                          | VVC <sup>plus</sup> | Flux Sensorless     | Flux con realim. encoder |
| [3] Proceso             | No activado                  | Proceso             | Proceso y velocidad | Proceso y velocidad      |

Tabla 3.4 Configuraciones de control con control de proceso

#### AVISO!

El PID de control de proceso funciona usando el ajuste de parámetros por defecto, pero es recomendable ajustar los parámetros para optimizar el rendimiento del control de la aplicación. Los dos principios de control del motor de flujo dependen especialmente del ajuste adecuado del PID de control de velocidad (previo al ajuste del PID de control de proceso) para alcanzar todo su potencial.



130BA178.10

Ilustración 3.9 Diagrama del control de PID de procesos

La *Tabla 3.5* resume las características que se pueden establecer para el control de proceso.

| Parámetro                                     | Descripción de la función                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-20 Fuente 1 realim. lazo cerrado proceso    | Selecione de qué fuente (es decir, entrada analógica o de impulsos) obtendrá su realimentación el PID de proceso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7-22 Fuente 2 realim. lazo cerrado proceso    | Opcional: Determina si (y desde dónde) el PID de procesos debe obtener una señal de realimentación adicional. Si se selecciona una fuente de realimentación adicional, las dos señales de realimentación se añaden conjuntamente antes de ser utilizadas en el control de PID de procesos.                                                                                                                                                                  |
| 7-30 Ctrl. normal/inverso de PID de proceso.  | En [0] <i>Funcion. normal</i> , el control de proceso responde con un incremento de la velocidad del motor si la realimentación es inferior a la referencia. En la misma situación, pero en [1] <i>Funcionamiento inverso</i> , el control de proceso responde con una velocidad de motor decreciente.                                                                                                                                                      |
| 7-31 Saturación de PID de proceso             | La función de saturación garantiza que cuando se alcanza un límite de frecuencia o de par, el integrador se ajusta en una ganancia que corresponda a la frecuencia real. Esto evita la integración a lo largo de un error que no pueda compensarse, de ningún modo, con un cambio de velocidad. Esta función puede desactivarse seleccionando [0] <i>No</i> .                                                                                               |
| 7-32 Valor arran. para ctrldor. PID proceso.  | En algunas aplicaciones, alcanzar el punto de velocidad/consigna necesario puede tomar un tiempo muy largo. En estas aplicaciones, podría resultar útil ajustar una velocidad fija del motor desde el convertidor de frecuencia antes de activar el control de proceso. Esto se hace fijando un valor de arranque para PID de procesos (velocidad) en el 7-32 <i>Valor arran. para ctrldor. PID proceso</i> .                                               |
| 7-33 Ganancia proporc. PID de proc.           | Cuanto mayor sea este valor, más rápido será el control. Sin embargo, valores demasiado elevados pueden crear oscilaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7-34 Tiempo integral PID proc.                | Elimina el error de velocidad de estado estable. Cuanto menor es el valor, más rápida es la reacción. Sin embargo, valores demasiado bajos pueden crear oscilaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7-35 Tiempo diferencial PID proc.             | Proporciona una ganancia proporcional al índice de cambio de la realimentación. El ajuste a cero desactiva el diferenciador.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7-36 Límite ganancia diferencial PID proceso. | Si hay cambios rápidos en la referencia o en la realimentación en determinada aplicación, lo que significa que el error cambia rápidamente, el diferenciador puede volverse demasiado dominante. Esto se debe a que reacciona a cambios en el error. Cuanto más rápido cambia el error, más alta es la ganancia del diferenciador. Por ello, esta ganancia se puede limitar para permitir el ajuste de un tiempo diferencial razonable para cambios lentos. |
| 7-38 Factor directo aliment. PID de proc.     | En aplicaciones con una correlación buena (y aproximadamente lineal) entre la referencia del proceso y la velocidad del motor necesaria para obtener dicha referencia, el factor de acercamiento puede usarse para alcanzar un mejor rendimiento dinámico del control de PID de procesos.                                                                                                                                                                   |

| Parámetro                                                          | Descripción de la función                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-54 Tiempo filtro pulsos constante #29 (Terminal de impulsos 29), | <p>Si existen oscilaciones de la señal de realimentación de intensidad / tensión, se pueden reducir mediante un filtro de paso bajo. Esta constante de tiempo representa el límite de velocidad de los rizados que se producen en la señal de realimentación.</p> <p>Ejemplo: Si el filtro de paso bajo se ha ajustado a 0,1 s, la velocidad límite es 10 RAD/s (el recíproco de 0,1 s), que corresponde a <math>(10/[2 \times \pi]) = 1,6</math> Hz. Esto significa que todas las intensidades / tensiones que varían en más de 1,6 oscilaciones por segundo son suprimidas por el filtro. El control solo se efectúa en una señal de realimentación que varía en una frecuencia (velocidad) de menos de 1,6 Hz.</p> <p>El filtro de paso bajo mejora el rendimiento de estado estable, pero, si se selecciona un tiempo de filtro demasiado grande, el rendimiento dinámico del control de PID de procesos disminuye.</p> |
| 5-59 Tiempo filtro pulsos constante #33 (Terminal de impulsos 33), |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6-16 Terminal 53 tiempo filtro constante (Terminal analógico 53),  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6-26 Terminal 54 tiempo filtro constante (Terminal analógico 54)   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6-36 Term. X30/11 const. tiempo filtro                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6-46 Term. X30/12 const. tiempo filtro                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 35-46 Term. X48/2 Filter Time Constant                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Tabla 3.5 Parámetros relevantes para el control de proceso

### 3.6.6.4 Control de PID avanzado

Consulte la *Guía de programación* de VLT® AutomationDrive FC 301 / FC 302 para parámetros de control de PID avanzados

### 3.6.7 Control de intensidad interno en modo VVC<sup>plus</sup>

Cuando el par / intensidad del motor supera los límite de par ajustados en *4-16 Modo motor límite de par*, *4-17 Modo generador límite de par* y *4-18 Límite intensidad*, el control del límite de corriente integral se activa.

Cuando el convertidor de frecuencia está en el límite de intensidad durante el funcionamiento del motor o el funcionamiento regenerativo, intenta situarse lo más rápidamente posible por debajo de los límites de par predeterminados sin perder el control del motor.

### 3.6.8 Control local (Hand On) y remoto (Auto On)

El convertidor de frecuencia puede accionarse manualmente a través del panel de control local (LCP) o de forma remota mediante entradas analógicas y digitales, y un bus serie. Si se permite en *0-40 Botón (Hand on) en LCP*, *0-41 Botón (Off) en LCP*, *0-42 [Auto activ.] llave en LCP* y *0-43 Botón (Reset) en LCP*, es posible arrancar y parar el convertidor de frecuencia mediante el LCP utilizando las teclas [Hand On] y [Off]. Las alarmas pueden reiniciarse mediante la tecla [Reset]. Después de pulsar [Hand On], el convertidor de frecuencia pasa al modo manual y sigue (de manera predeterminada) la referencia local, que se puede ajustar mediante las teclas de navegación del LCP.

Tras pulsar [Auto on], el convertidor de frecuencia pasa al modo automático y sigue (de manera predeterminada) la referencia remota. En este modo, resulta posible controlar el convertidor de frecuencia mediante las entradas digitales y diferentes interfaces serie (RS-485, USB o un bus de campo opcional). Consulte más detalles acerca del arranque, parada, cambio de rampas y ajustes de parámetros, etc., en el grupo de parámetros *5-1\* Entradas digitales* o en el grupo de parámetros *8-5\* Digital/Bus*.

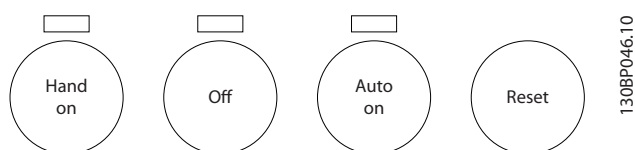
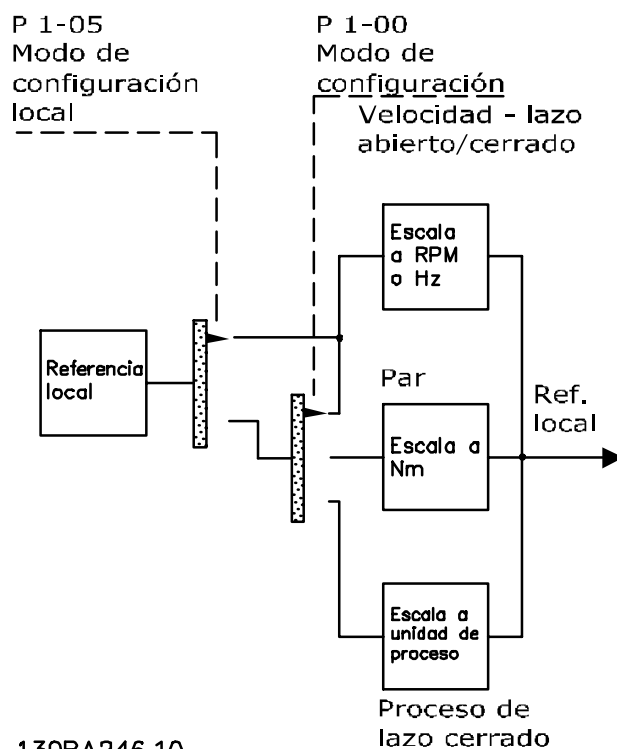
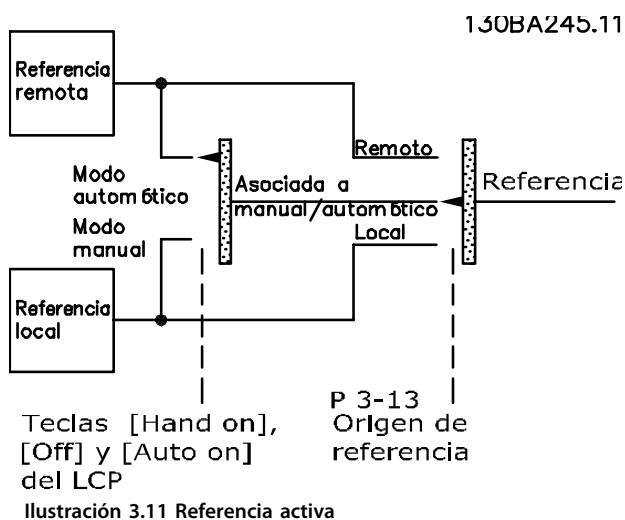


Ilustración 3.10 Teclas de funcionamiento

### Referencia activa y Modo de configuración

La referencia activa puede ser tanto la referencia local como la remota.

En 3-13 *Lugar de referencia*, puede seleccionarse de forma permanente la referencia local eligiendo [2] *Local*. Para seleccionar permanentemente la referencia remota seleccione [1] *Remoto*. Al seleccionar [0] *Conex. a manual/ auto* (predeterminado), el origen de referencia depende de qué modo esté activo. (Modo manual o automático).



| Teclas [Hand On] [Auto on] | 3-13 Lugar de referencia | Referencia activa |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Hand                       | Conex. a manual / auto   | Local             |
| Hand ⇒ off                 | Conex. a manual / auto   | Local             |
| Auto                       | Conex. a manual / auto   | Remota            |
| Auto ⇒ off                 | Conex. a manual / auto   | Remota            |
| Todas las teclas           | Local                    | Local             |
| Todas las teclas           | Remota                   | Remota            |

Tabla 3.6 Condiciones para activación de referencia remota o local

1-00 *Modo Configuración* determina el tipo de principio de control de aplicación (es decir, velocidad, par o control de proceso) que se usará cuando esté activa la referencia remota. 1-05 *Configuración modo local* determina el tipo de principio de control de aplicación que se usará al activar la referencia local. Una de ellas está siempre activa, pero nunca pueden estarlo ambas a la vez.

## 3.7 Manejo de referencias

### 3.7.1 Referencias

#### Referencia analógica

Una señal analógica aplicada a la entrada 53 o 54. La señal puede ser la tensión de 0-10 V (FC 301 y FC 302) o de -10 a +10 V (FC 302). Señal de intensidad de 0-20 mA o 4-20 mA.

#### Referencia binaria

Una señal aplicada al puerto de comunicación en serie (RS-485 terminales 68-69).

#### Referencia interna

Una referencia interna definida que puede ajustarse a un valor comprendido entre el -100 % y el +100 % del intervalo de referencia. Pueden seleccionarse ocho referencias internas mediante los terminales digitales.

#### Referencia de impulsos

Una referencia de impulsos aplicada al terminal 29 o 33, seleccionada en *5-13 Terminal 29 Entrada digital* o *5-15 Terminal 33 entrada digital [32] Entrada de pulsos*. Escalado en el grupo de parámetros *5-5\* Entrada de pulsos*.

#### Ref<sub>MAX</sub>

Determina la relación entre la entrada de referencia a un 100 % de escala completa (normalmente, 10 V y 20 mA) y la referencia resultante. El valor de referencia máximo se ajusta en *3-03 Referencia máxima*.

#### Ref<sub>MIN</sub>

Determina la relación entre la entrada de referencia a un valor del 0 % (normalmente, 0 V, 0 mA y 4 mA) y la referencia resultante. El valor de referencia mínimo ajustado en *3-02 Referencia mínima*.

#### Referencia local

La referencia local está activada cuando el convertidor de frecuencia se acciona con [Hand On] activo. Ajuste la referencia mediante las teclas de navegación [▲] / [▼] y [◀] / [▶].

#### Referencia remota

El sistema de manejo de referencias para el cálculo de la referencia remota se muestra en la *Ilustración 3.13*.

130BA244.11

3

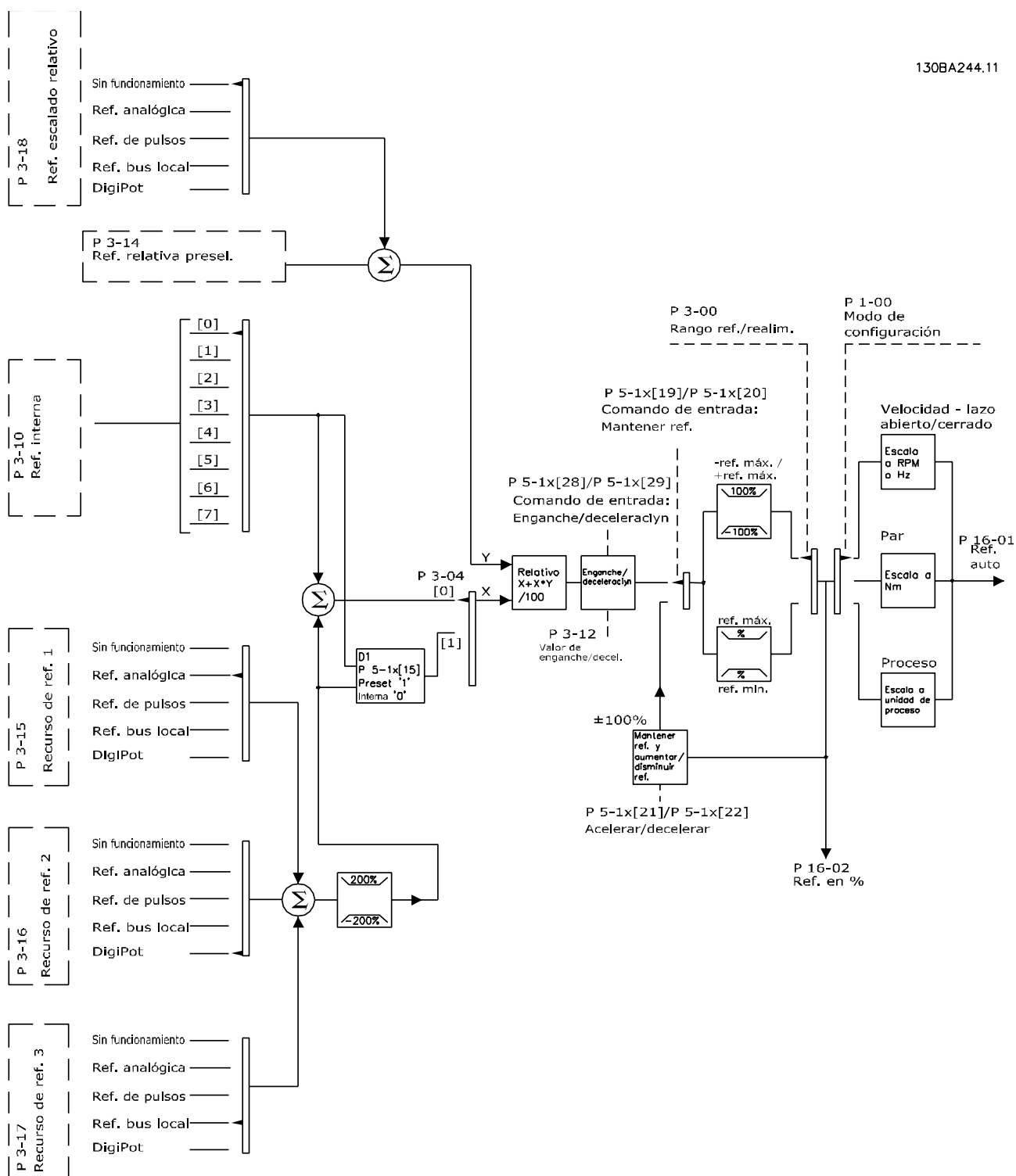


Ilustración 3.13 Referencia remota

La referencia remota se calcula una vez en cada intervalo de exploración y consta de dos tipos de entradas de referencia:

1. X (la referencia actual): una suma (consulte 3-04 *Función de referencia*) de hasta cuatro referencias seleccionadas de forma externa, que comprenden cualquier combinación (determinada por el ajuste de 3-15 *Recurso de referencia 1*, 3-16 *Recurso de referencia 2* y 3-17 *Recurso de referencia 3*) de una referencia interna fija (3-10 *Referencia interna*), referencias analógicas variables, referencias digitales variables de impulsos y varias referencias de bus serie, sea cual sea la unidad en que se controla el convertidor de frecuencia ([Hz], [RPM], [Nm], etc.).
2. Y (la referencia relativa): una suma de una referencia interna fija (3-14 *Referencia interna relativa*) y una referencia analógica variable (3-18 *Recurso refer. escalado relativo*) en [%].

Los dos tipos de entradas de referencia se combinan en la siguiente fórmula: Referencia remota =  $X + X \times Y / 100 \%$ . Si no se utiliza la referencia relativa, ajuste 3-18 *Recurso refer. escalado relativo* a [0] *Sin función* y 3-14 *Referencia interna relativa* al 0 %. La función *enganche arriba / abajo* y la función *mantener referencia* pueden activarse mediante entradas digitales en el convertidor de frecuencia. Las funciones y parámetros se describen en la *Guía de programación*.

El escalado de las referencias analógicas se describe en los grupos de parámetros 6-1\* *Entrada analógica 1* y 6-2\* *Entrada analógica 2*, mientras que el escalado de referencias de impulsos digitales se describe en el grupo de parámetros 5-5\* *Entrada de pulsos*.

Los límites e intervalos de referencias se ajustan en el grupo de parámetros 3-0\* *Límites referencia*.

### 3.7.2 Límites referencia

3-00 *Rango de referencia*, 3-02 *Referencia mínima* y 3-03 *Referencia máxima* definen el rango permitido para la suma de todas las referencias. Cuando es necesario, la suma de todas las referencias se bloquea. La relación entre la referencia resultante (tras el bloqueo) y la suma de todas las referencias se indica en la *Ilustración 3.14*.

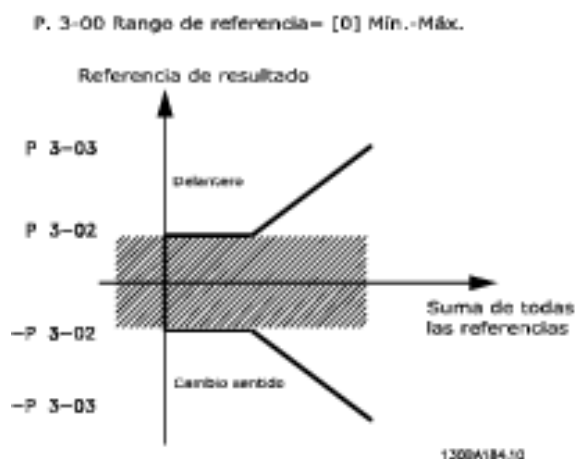


Ilustración 3.14 Relación entre la referencia resultante y la suma de todas las referencias

P. 3-00 Rango de referencia= [1] -Máx.-Máx.

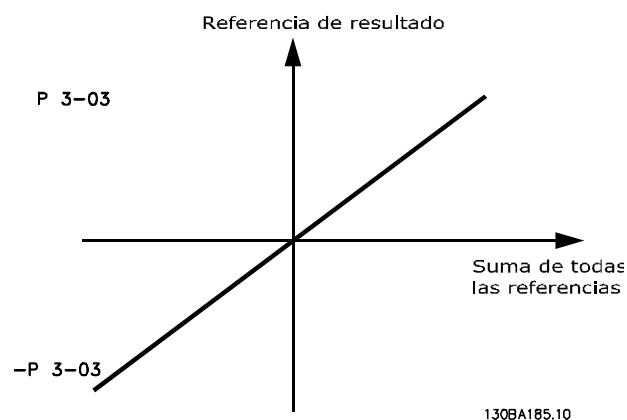
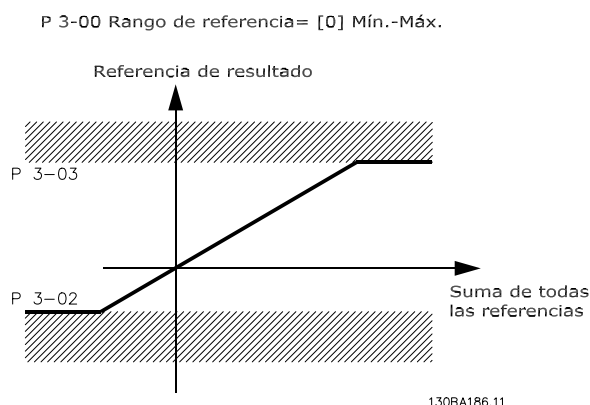


Ilustración 3.15 Referencia resultante

El valor de 3-02 *Referencia mínima* no puede ajustarse por debajo de 0, a menos que 1-00 *Modo Configuración* esté ajustado a [3] *Proceso*. En ese caso, las relaciones siguientes entre la referencia resultante (tras el bloqueo) y la suma de todas las referencias son las indicadas en la *Ilustración 3.16*.



**Ilustración 3.16** Suma de todas las referencias con 1-00 *Modo Configuración* ajustado en [3] *Proceso*

### 3.7.3 Escalado de referencias internas y referencias de bus

Las referencias internas se escalan según estas reglas:

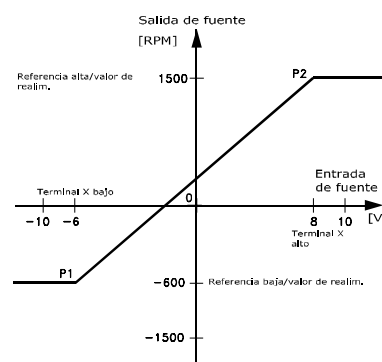
- Cuando 3-00 *Rango de referencia*: [0] Mín - Máx, el 0 % de la referencia es igual a 0 [unidad], donde la unidad puede ser cualquiera, por ejemplo r/min, m/s, bar, etc., el 100 % de la referencia es igual al Máx (abs (3-03 *Referencia máxima*), abs (3-02 *Referencia mínima*)).
- Cuando 3-00 *Rango de referencia*: [1] = -Máx - +Máx, el 0 % de la referencia es igual a 0 [unidad], el -100 % de la referencia es igual a -Máx y el 100 % de la referencia es igual a la referencia máxima.

Las referencias de bus se escalan según estas reglas:

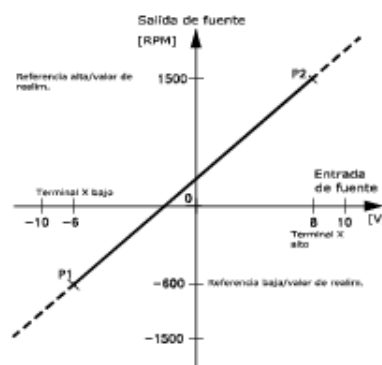
- Cuando 3-00 *Rango de referencia*: [0] Mín - Máx, para obtener la resolución máxima en la referencia del bus, el escalado del bus es: la referencia 0 % es igual a la referencia mínima y la referencia 100 % es igual a la referencia máxima.
- Cuando 3-00 *Rango de referencia*: [1] = -Máx - +Máx, la referencia -100 % es igual a la referencia -Máx, y la referencia 100 % es igual a la referencia máxima.

### 3.7.4 Escalado de referencias de impulsos y analógicas y realimentación

Las referencias y la realimentación se escalan de la misma manera a partir de entradas analógicas y de impulsos. La única diferencia es que una referencia superior o inferior a los «puntos finales» mínimo y máximo especificados (P1 y P2 en *Ilustración 3.17*) se bloquea, mientras que una realimentación superior o inferior a dichos puntos no se bloquea.



**Ilustración 3.17** Escalado de referencias de impulsos y analógicas y realimentación



**Ilustración 3.18** Escalado de la salida de referencia

### 3.7.5 Banda muerta alrededor de cero

En algunos casos la referencia (y también la realimentación, en raras ocasiones) tiene que tener una banda muerta alrededor de cero (esto es, para asegurarse de que la máquina se detiene cuando la referencia es «casi cero»).

Para activar la banda muerta y ajustar su valor, realice los ajustes siguientes:

- El valor de referencia mínimo o bien el valor de referencia máximo debe ser igual a cero. En otras palabras; P1 o P2 deben estar en el eje X en la *Ilustración 3.19*.
- Los dos puntos que definen la gráfica de escalado están en el mismo cuadrante.

El tamaño de la banda muerta se define mediante P1 o P2, tal como se indica en la *Ilustración 3.19*.

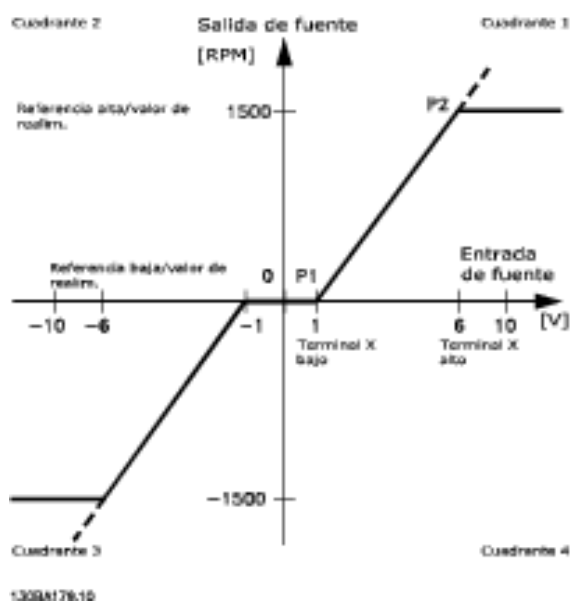


Ilustración 3.19 Banda muerta

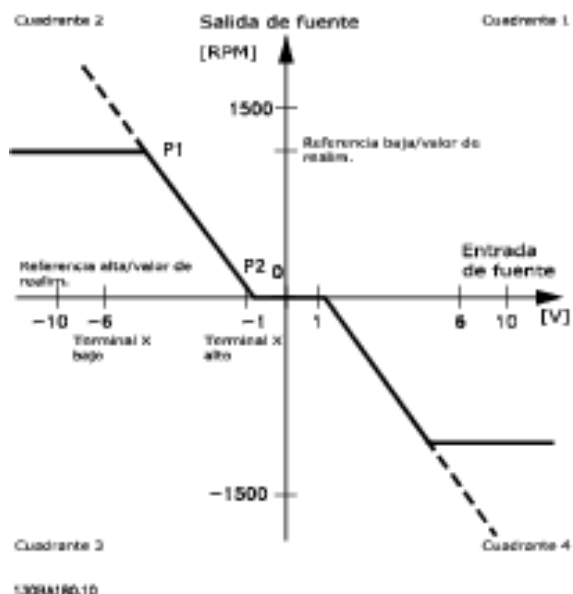


Ilustración 3.20 Banda muerta inversa

De esta forma, un punto final de referencia de  $P1 = (0 \text{ V}, 0 \text{ r/min})$  no produce ninguna banda muerta, pero un punto final de referencia de, por ejemplo,  $P1 = (1 \text{ V}, 0 \text{ r/min})$ , produce una banda muerta de  $-1 \text{ V}$  a  $+1 \text{ V}$  en este caso, siempre que se ponga el punto final P2 o en el Cuadrante 1 o en el Cuadrante 4.

La Ilustración 3.21 muestra cómo se bloquea la entrada de referencia con límites en el rango Mín-Máx.

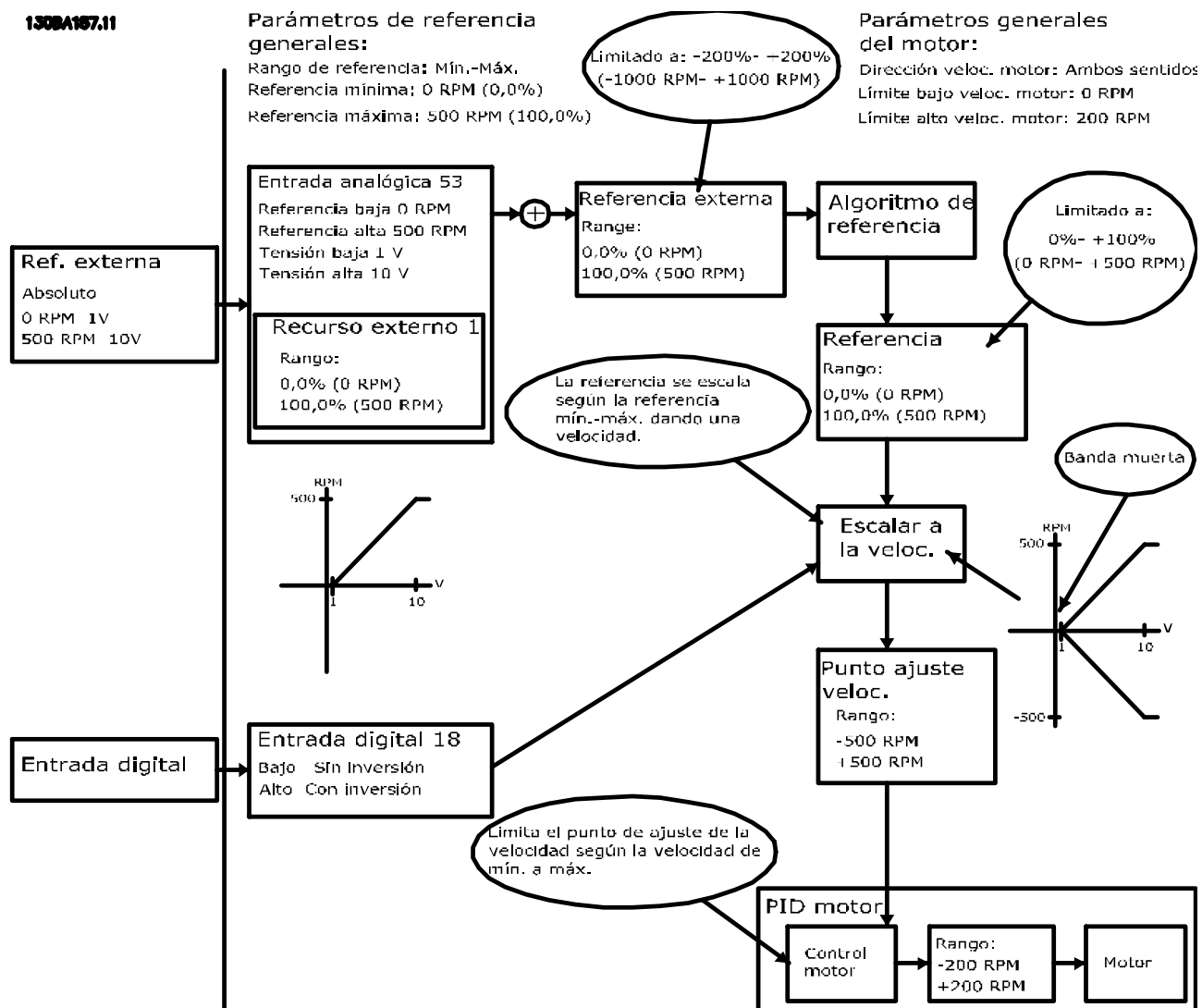


Ilustración 3.21 Referencia positiva con banda muerta, entrada digital para disparar inversión

La *Ilustración 3.22* muestra cómo se bloquea la entrada de referencia con límites fuera del rango de -Máx a +Máx en los límites inferior y superior de las entradas antes de añadirse a la referencia real. Asimismo, la *Ilustración 3.22* muestra cómo se bloquea la referencia real a -Máx a +Máx mediante el algoritmo de referencia.

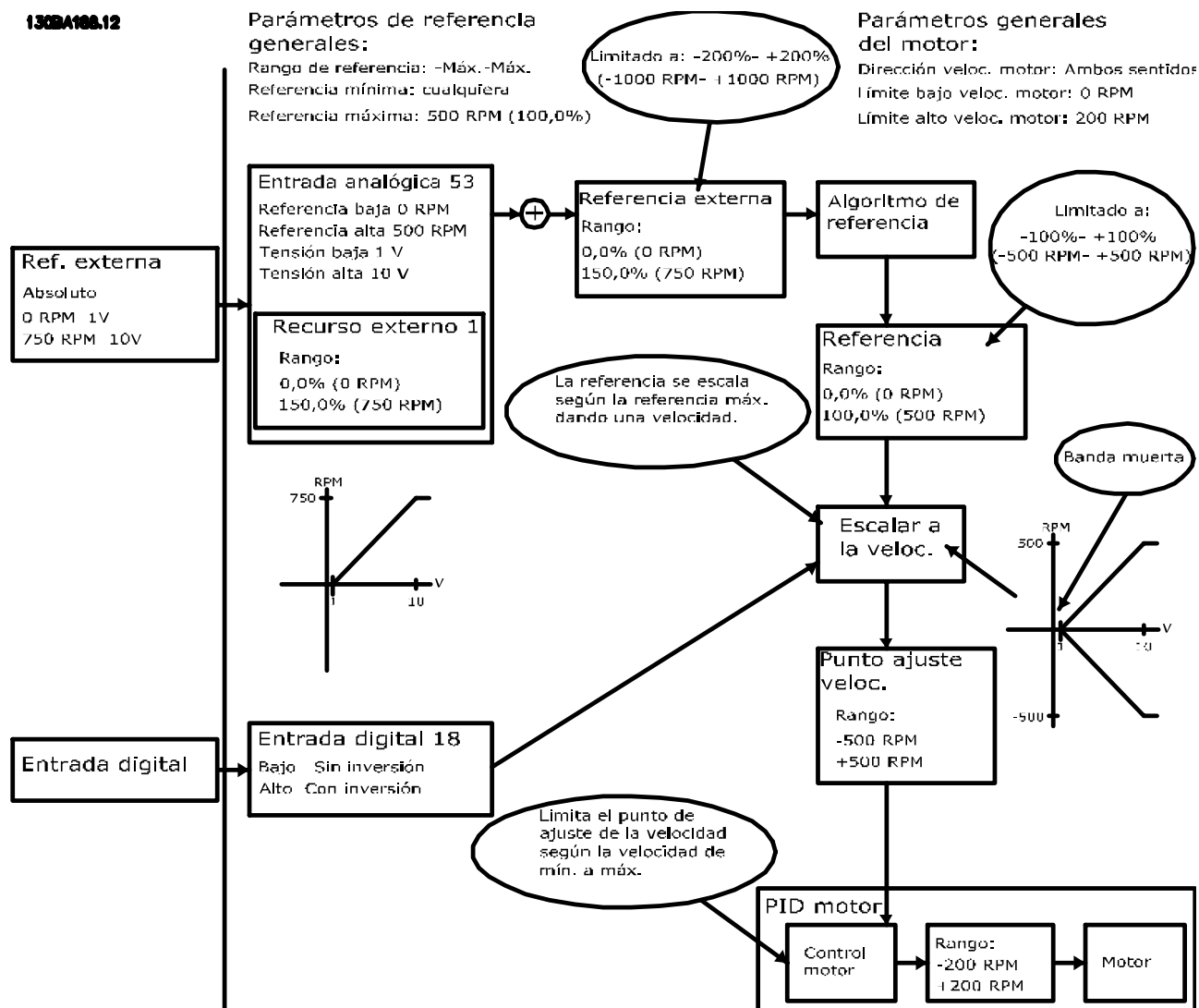


Ilustración 3.22 Referencia positiva con banda muerta, entrada digital para disparar inversión. Reglas de bloqueo

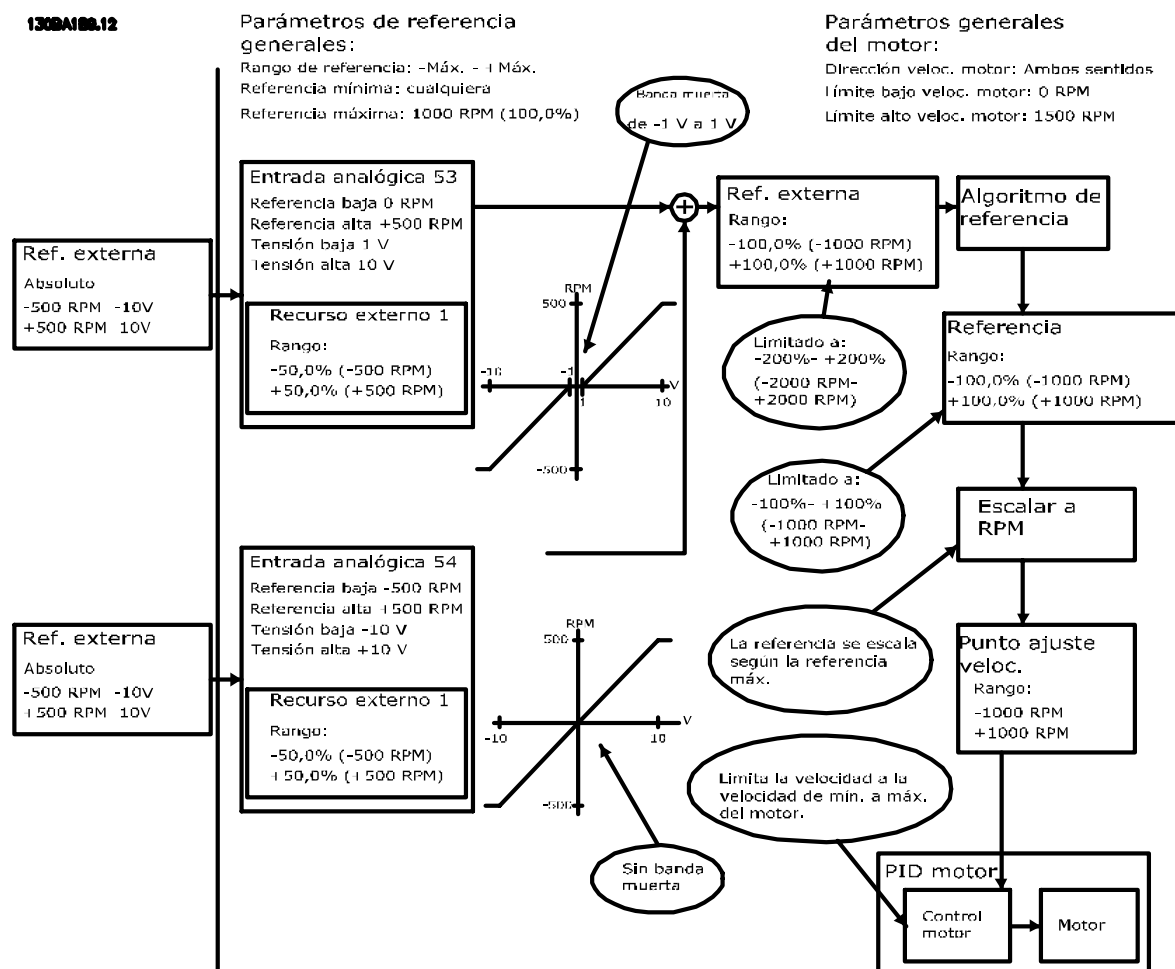


Ilustración 3.23 Referencia de negativa a positiva con banda muerta, dirección determinada por el signo, -Máx - +Máx

## 4 Funciones del producto

### 4.1 Funciones de funcionamiento automatizadas

Estas funciones están activas tan pronto el convertidor de frecuencia esté funcionando. No necesitan programación ni configuración. Entender que estas funciones están presentes puede optimizar un diseño de sistema y, posiblemente, evitar añadirle componentes o funciones duplicados.

El convertidor de frecuencia tiene todo un abanico de funciones de protección integradas para protegerse a sí mismo y al motor que pone en funcionamiento.

#### 4.1.1 protección ante cortocircuitos

##### Motor (fase-fase)

El convertidor de frecuencia está protegido contra cortocircuitos en el lado del motor con 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 inversor. El inversor se cierra cuando la intensidad del cortocircuito sobrepasa el valor permitido (alarma 16, bloqueo por alarma).

##### Red

Un convertidor de frecuencia que funciona correctamente limita la intensidad que puede tomar de la fuente de alimentación. Sin embargo, se recomienda utilizar fusibles y / o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación a modo de protección, en caso de avería de componentes internos del convertidor de frecuencia (primer fallo). Consulte la *capítulo 9.3 Conexión de red* para más información.

##### **AVISO!**

Esto es obligatorio a fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos de la norma CEI 60364 para CE y del NEC 2009 para UL.

##### Resist. de freno

El convertidor de frecuencia está protegido contra cortocircuitos en la resistencia de freno.

##### Carga compartida

Para proteger el bus de CC contra cortocircuitos y al convertidor de frecuencia contra sobrecargas, instale los fusibles de CC en serie con los terminales de carga compartida para todas las unidades conectadas. Consulte la *capítulo 9.6.3 Carga compartida* para más información.

### 4.1.2 Protección contra sobretensión

#### Sobretensión generada por el motor

La tensión en el circuito intermedio aumenta cuando el motor actúa como generador. Esto ocurre en los siguientes casos:

- Cuando la carga arrastra al motor (a una frecuencia de salida constante del convertidor de frecuencia), es decir, cuando la carga genera energía.
- Durante la deceleración («rampa de deceleración»), si el momento de inercia es alto, la fricción es baja y el tiempo de rampa de deceleración es demasiado corto para que la energía sea disipada como una pérdida en el convertidor de frecuencia, el motor y la instalación.
- Un ajuste de compensación de deslizamiento incorrecto puede provocar una tensión de enlace de CC más elevada.
- Fuerza contraelectromotriz desde el funcionamiento del motor PM. Si queda en inercia a unas r/min altas, la fuerza contraelectromotriz del motor PM puede superar, potencialmente, la tolerancia de tensión máxima del convertidor de frecuencia y provocar daños. Para evitarlo, el valor de *4-19 Frecuencia salida máx.* se limita automáticamente de acuerdo con un cálculo interno basado en el valor de *1-40 f<sub>cem</sub> a 1000 RPM*, *1-25 Veloc. nominal motor* y *1-39 Polos motor*.

#### **AVISO!**

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

La sobretensión se puede controlar o bien con una función de freno (2-10 *Función de freno*) o bien con un control de sobretensión (2-17 *Control de sobretensión*).

#### Funciones de freno

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

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

## **AVISO!**

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

### **Control de sobretensión (OVC)**

El OVC reduce el riesgo de que el convertidor de frecuencia se desconecte debido a una sobretensión en el enlace de CC. Esto se soluciona ampliando automáticamente el tiempo de rampa de deceleración.

## **AVISO!**

El OVC se puede activar para un motor PM con el núcleo de control, PM VVC<sup>plus</sup>, flujo SC y flujo CL para motores PM.

## **AVISO!**

No debe activarse OVC en aplicaciones de elevación.

### 4.1.3 Detección de que falta una fase del motor

La función Falta una fase del motor (4-58 *Función Fallo Fase Motor*) está activada predeterminadamente para evitar daños en el motor en caso de que falte una fase del motor. El ajuste predeterminado es 1000 ms, pero se puede ajustar para una detección más rápida.

### 4.1.4 Detección de desequilibrio de fase de red

El funcionamiento en condiciones graves de inestabilidad de red reduce la vida útil del motor. Las condiciones se consideran graves si el motor se está utilizando continuamente cerca del valor nominal de carga. El ajuste predeterminado desconecta el convertidor de frecuencia en caso de desequilibrio de red (14-12 *Función desequil. alimentación*).

### 4.1.5 Conmutación en la salida

Se permite añadir un interruptor a la salida entre el motor y el convertidor de frecuencia. Es posible que aparezcan mensajes de fallo. Active la función de Motor en giro para capturar un motor que gira.

### 4.1.6 Protección contra sobrecargas

#### **Límite de par**

La función de límite de par protege el motor ante sobrecargas, independientemente de la velocidad. El límite de par se controla en 4-16 *Modo motor límite de par* o 4-17 *Modo generador límite de par* y el intervalo anterior a la desconexión de la advertencia de límite de par se controla en 14-25 *Retardo descon. con lím. de par*.

#### **Límite de intensidad**

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

#### **Límite de veloc.**

Límite de velocidad mín.: 4-11 *Límite bajo veloc. motor [RPM]* o 4-12 *Límite bajo veloc. motor [Hz]* limitan el intervalo operativo de velocidad a entre, por ejemplo, 30 y 50/60 Hz.

Límite de velocidad máx.: 4-13 *Límite alto veloc. motor [RPM]* o 4-19 *Frecuencia salida máx.* limitan la velocidad máxima de salida que puede proporcionar el convertidor de frecuencia.

#### **ETR**

El ETR es un dispositivo electrónico que simula un relé bimetálico basado en mediciones internas. La característica se muestra en la *Ilustración 4.1*.

#### **Límite de tensión**

El inversor se apaga para proteger a los transistores y condensadores del circuito intermedio, cuando se alcanza un determinado nivel de tensión de codificación fija.

#### **Sobretemperatura**

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

### 4.1.7 Protección rotor bloqueado

Puede haber situaciones en las que el rotor se bloquee debido a una carga excesiva o algún otro factor (los cojinetes o aplicaciones bloquean el rotor). Esto provoca el sobrecalentamiento del bobinado del motor (para un correcto enfriamiento es necesario que el rotor se mueva libremente). El convertidor de frecuencia puede detectar la situación de rotor bloqueado con un control de flujo de PM en lazo abierto y control PM VVC<sup>plus</sup> (30-22 *Locked Rotor Protection*).

### 4.1.8 Reducción de potencia automática

El convertidor de frecuencia comprueba constantemente los niveles críticos:

- Temperatura alta crítica en la tarjeta de control o disipador
- Carga del motor alta
- Tensión de enlace de CC alta
- Velocidad del motor baja

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

### AVISO!

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

## 4.1.9 Optimización automática de energía

La optimización automática de energía (AEO) dirige el convertidor de frecuencia para que controle continuamente la carga en el motor y ajuste la tensión de salida para aumentar al máximo la eficacia. Con carga ligera, la tensión disminuye y la intensidad del motor se reduce al mínimo. El motor saca provecho porque aumenta la eficacia, se reduce el calor y el funcionamiento es más silencioso. No es necesario seleccionar una curva de V/Hz porque el convertidor de frecuencia ajusta automáticamente la tensión del motor.

### 4.1.10 Modulación automática de frecuencia de conmutación

El convertidor de frecuencia genera impulsos eléctricos cortos para formar un patrón de onda de CA. La frecuencia portadora es el ritmo de estos impulsos. Una frecuencia portadora baja (ritmo de impulsos lento) causa ruido en el motor, de modo que es preferible una frecuencia portadora más alta. Una frecuencia portadora alta, sin embargo, genera calor en el convertidor de frecuencia, lo que puede limitar la cantidad de corriente disponible en el motor. El uso de transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) significa una conmutación a una velocidad muy alta.

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

### 4.1.11 Reducción de potencia automática para una frecuencia portadora alta

El convertidor de frecuencia está diseñado para un funcionamiento continuo a plena carga a frecuencias portadoras de entre 3,0 y 4,5 kHz. Una frecuencia portadora superior a 4,5 kHz genera un aumento del calor en el convertidor de frecuencia y requiere que se reduzca la potencia de la intensidad de salida.

Una característica automática del convertidor de frecuencia es que el control de la frecuencia portadora depende de la carga. Esta característica permite al motor beneficiarse de la máxima frecuencia portadora que la carga permita.

### 4.1.12 Rendimiento de fluctuación de potencia

El convertidor de frecuencia soporta las fluctuaciones de la red, como los cortes transitorios y momentáneos, las breves caídas de tensión y las sobretensiones. El convertidor de frecuencia compensa automáticamente las tensiones de entrada de un  $\pm 10\%$  del valor nominal para ofrecer un par y una tensión nominal del motor completos. Con el rearmado automático seleccionado, el convertidor de frecuencia se enciende automáticamente tras una desconexión de tensión. Y, con la función de Motor en giro, el convertidor de frecuencia sincroniza el giro del motor antes del arranque.

### 4.1.13 Amortiguación de resonancia

Los ruidos de resonancias del motor a alta frecuencia se pueden eliminar con el uso de la amortiguación de resonancia. Está disponible la amortiguación de frecuencia automática o seleccionada manualmente.

### 4.1.14 Ventiladores controlados por temperatura

Los ventiladores de refrigeración interna se controlan por temperatura mediante sensores que están dentro del convertidor de frecuencia. El ventilador de refrigeración a menudo no funciona durante el funcionamiento a baja carga, cuando está en el modo ir a dormir o en espera. Esto reduce el ruido, aumenta el rendimiento y alarga la vida útil del ventilador.

### 4.1.15 Conformidad con EMC

Las interferencias electromagnéticas (EMI) o las interferencias de radiofrecuencia (RFI, en caso de radiofrecuencia) son perturbaciones que pueden afectar al circuito eléctrico a causa de la inducción o radiación electromagnética de una fuente externa. El convertidor de frecuencia está diseñado para cumplir con la norma de productos EMC para convertidores de frecuencia CEI 61800-3 y la norma europea EN 55011. Para cumplir con los niveles de emisión de EN 55011, el cable de motor debe estar apantallado y terminado correctamente. Para obtener más información sobre el rendimiento de EMC, consulte *capítulo 5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC*.

### 4.1.16 Aislamiento galvánico de los terminales de control

Todos los terminales de control y los terminales de relé de salida están galvánicamente aislados de la potencia de red. Esto significa que los circuitos del controlador están totalmente protegidos de la intensidad de entrada. Los terminales de relé de salida necesitan su propia toma de tierra. Estos aislamientos cumplen con los estrictos requisitos de protección de tensión muy baja (PELV) para el aislamiento.

Los componentes que conforman el aislamiento galvánico son

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

## 4.2 Funciones de aplicación personalizadas

Estas son las funciones más comunes programadas para utilizarse en el convertidor de frecuencia para un rendimiento del sistema mejorado. Requieren una programación o configuración mínimas. Entender que estas funciones están disponibles puede optimizar un diseño de sistema y, posiblemente, evitar añadirle componentes o funciones duplicados. Consulte la *Guía de programación* específica del producto para obtener instrucciones sobre la activación de estas funciones.

### 4.2.1 Adaptación automática del motor

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

### 4.2.2 Protección térmica del motor

La protección térmica del motor se puede proporcionar de tres maneras:

- Mediante la detección directa de la temperatura a través una de las formas siguientes:
  - Sensor KTY o PTC en los bobinados del motor y conectados a una entrada analógica o digital estándar
  - PT100 o PT1000 en los bobinados y cojinetes del motor, conectado a una tarjeta Sensor Input MCB 114
  - Entrada de termistor PTC en la PTC Thermistor Card MCB 112 (homologada por ATEX)
- Mediante un interruptor termomecánico (tipo Klixon) en una entrada digital
- Mediante el relé termoelectrónico (ETR) integrado

El ETR calcula la temperatura del motor midiendo la intensidad, la frecuencia y el tiempo de funcionamiento. El convertidor de frecuencia muestra la carga térmica del motor en forma de porcentaje y puede emitir una advertencia cuando llegue a una referencia de consigna de sobrecarga programable.

Las opciones programables en la sobrecarga permiten que el convertidor de frecuencia detenga el motor, reduzca la salida o ignore la condición. Incluso a velocidades bajas, el convertidor de frecuencia cumple con las normas de sobrecarga electrónica del motor I2t Clase 20.

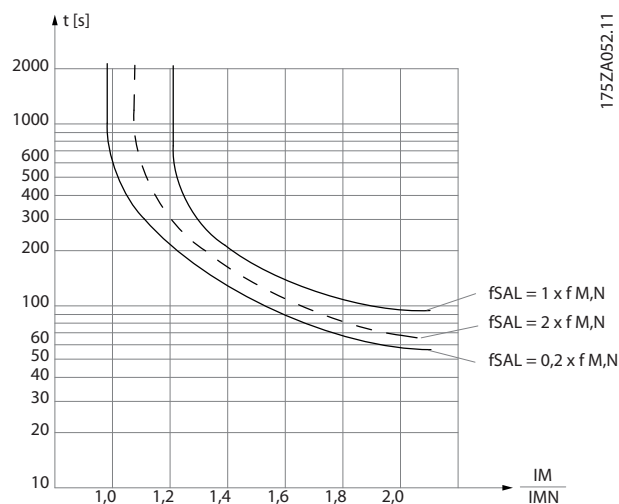


Ilustración 4.1 Características del ETR

el eje X muestra la relación entre los valores  $I_{motor}$  e  $I_{motor}$  nominal. El eje Y muestra el intervalo en segundos que transcurre 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 0,2x 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 es visible como un parámetro de lectura en el 16-18 *Térmico motor*.

También está disponible una versión especial del ETR para motores EX-e en zonas ATEX. Esta función hace posible introducir una curva específica para proteger el motor Ex-e. La *Guía de programación* guía al usuario por la configuración.

### 4.2.3 Corte de red

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

El convertidor de frecuencia se puede configurar (14-10 *Fallo aliment.*) para diferentes tipos de comportamiento durante el corte de red, p. ej.:

- Bloqueo por alarma cuando el enlace de CC se agote
- Inercia con función de Motor en giro cuando la red vuelva (1-73 *Motor en giro*)
- Energía regenerativa
- Rampa de deceleración controlada

### Función de motor en giro

Esta selección hace posible «atrapar» un motor que, por un corte de red, gira sin control. Esta opción es muy importante para centrifugadoras y ventiladores.

### Energía regenerativa

Esta selección garantiza que el convertidor de frecuencia funciona mientras haya energía en el sistema. Para cortes de red breves, el funcionamiento se restablece cuando la red vuelve, sin detener la aplicación o perder el control en ningún momento. Se pueden seleccionar diferentes variantes de energía regenerativa.

El comportamiento del convertidor de frecuencia en un corte de red se puede configurar en 14-10 *Fallo aliment.* y 1-73 *Motor en giro*.

### 4.2.4 Controlador PID integrado

El controlador integrado proporcional, integral y derivativo (PID) está disponible, lo que elimina la necesidad de dispositivos de control auxiliares. El controlador PID mantiene un control constante de los sistemas de lazo cerrado en los que se deben mantener regulados la presión, el flujo, la temperatura u otros requisitos del sistema. El convertidor de frecuencia puede ofrecer control autosuficiente de la velocidad del motor en respuesta a las señales de realimentación de los sensores remotos.

El convertidor de frecuencia acomoda dos señales de realimentación de dos dispositivos diferentes. Esta función permite regular un sistema con diferentes requisitos de realimentación. El convertidor de frecuencia toma decisiones de control comparando las dos señales para optimizar el rendimiento del sistema.

### 4.2.5 Rearranque automático

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

### 4.2.6 Función de Motor en giro

La función de Motor en giro permite que el convertidor de frecuencia se sincronice con un motor en funcionamiento girando hasta a máxima velocidad en cualquier dirección. Esto evita desconexiones causadas por sobreintensidad. Además, reduce al mínimo la tensión mecánica del sistema, ya que el motor no sufre ningún cambio abrupto de la velocidad cuando se inicia el convertidor de frecuencia.

### 4.2.7 Par completo a velocidad reducida

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

### 4.2.8 Bypass de frecuencia

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

### 4.2.9 Precalentador del motor

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

### 4.2.10 4 ajustes programables

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

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

### 4.2.11 Frenado dinámico

El freno dinámico se establece por:

- **Freno con resistencia**  
Una puerta lógica IGBT del freno mantiene una sobretensión bajo un umbral determinado dirigiendo la energía del freno desde el motor a la resistencia de freno conectado (2-10 Función de freno = [1]).
- **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 (2-10 Función de freno = [2]).
- **Freno de CC**  
Una intensidad de CC sobremodulada añadida a la intensidad de CA funciona como un freno de corriente parásita (2-02 Tiempo de frenado CC  $\neq 0$  s).

## 4.2.12 Control de freno mecánico de lazo abierto

Parámetros para controlar el funcionamiento de un freno electromagnético (mecánico), requerido habitualmente en aplicaciones de elevación.

Para controlar un freno mecánico, se requiere una salida de relé (relé 01 o 02) o una salida digital programada (terminal 27 o 29). Normalmente, esta salida debe estar cerrada cuando el convertidor de frecuencia no pueda «mantener» el motor debido, por ejemplo, a que la carga es demasiado elevada. Seleccione [32] *Ctrl. freno mec.* para aplicaciones con un freno electromagnético en 5-40 *Relé de función*, 5-30 *Terminal 27 salida digital* o 5-31 *Terminal 29 salida digital*. Si se ha seleccionado [32] *Ctrl. freno mec.*, el freno mecánico se cerrará desde el arranque hasta que la intensidad de salida sea superior al nivel seleccionado en 2-20 *Intensidad freno liber.* Durante la parada, el freno mecánico se activa cuando la velocidad cae por debajo del nivel especificado en el 2-21 *Velocidad activación freno [RPM]*. Si el convertidor de frecuencia entra en una condición de alarma o situación de sobreintensidad o sobretensión, el freno mecánico se conectará inmediatamente. Este es también el caso durante una desconexión segura de par.

### AVISO:

El modo de protección y las funciones de retardo de desconexión (14-25 *Retardo descon. con lím. de par* y 14-26 *Ret. de desc. en fallo del convert.*) pueden retrasar la activación del freno mecánico en una situación de alarma. Estas funciones deben deshabilitarse en aplicaciones de elevación.

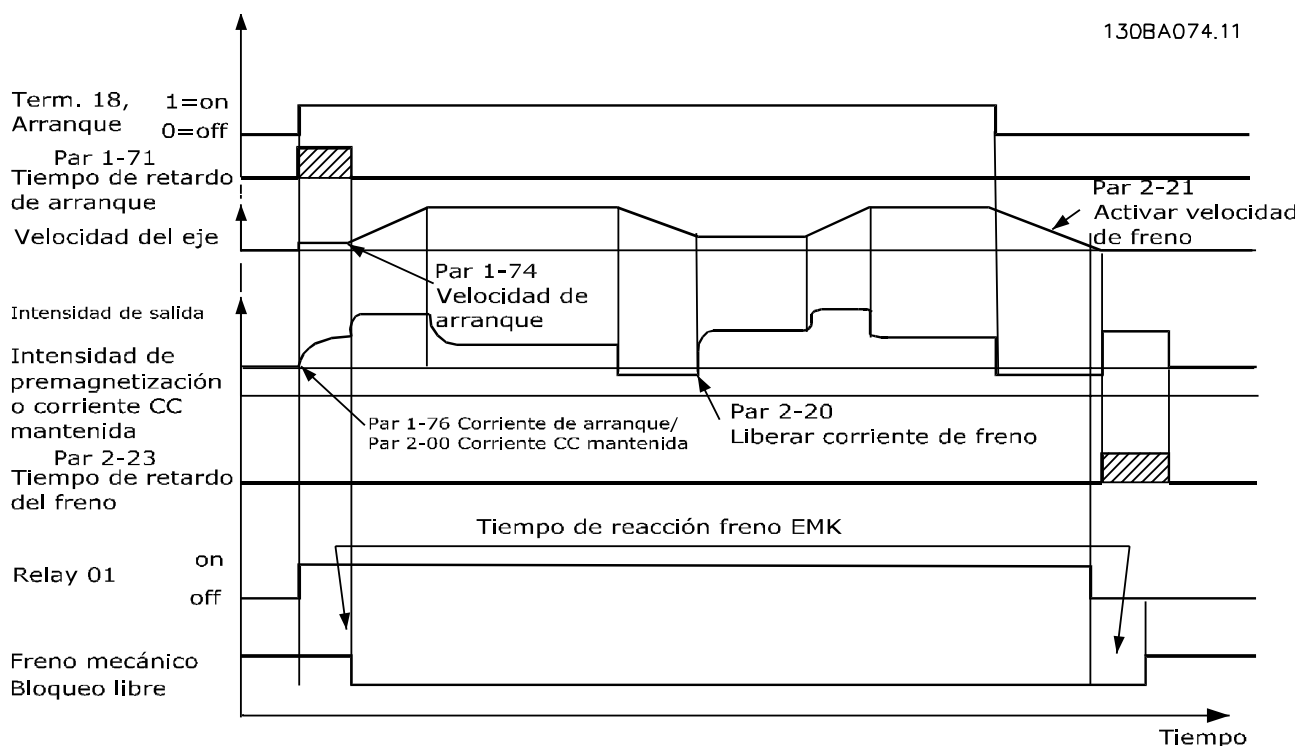


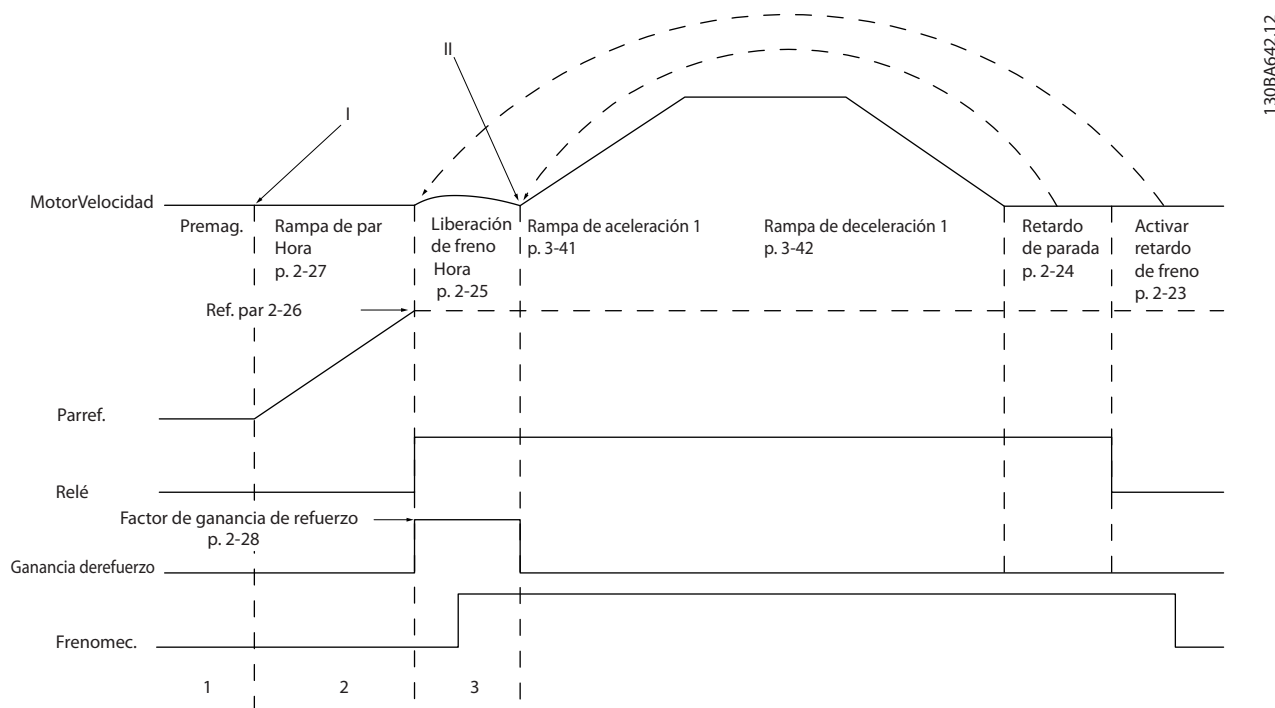
Ilustración 4.2 Freno mecánico

## 4.2.13 Control de freno mecánico de lazo cerrado / freno mecánico de elevación

El control de frenado mecánico para elevación cuenta con las siguientes funciones:

- Dos canales para realimentación del freno mecánico para ofrecer más protección contra acciones accidentales derivadas de la rotura de un cable.
- Control de la realimentación del freno mecánico en todo el ciclo. Esto ayuda a proteger el freno mecánico, sobre todo si hay más de un convertidor de frecuencia conectado al mismo eje.
- No hay rampa de aceleración hasta que la realimentación confirma que el freno mecánico está abierto.
- Mejora en el control de carga en parada. Si 2-23 *Activar retardo de freno* se ajusta demasiado corto, W22 se activa y se impide que el par esté en rampa de deceleración.
- Es posible configurar la transición en el momento en que el motor asume la carga del freno. Se puede aumentar 2-28 *Factor de ganancia de refuerzo* para reducir el movimiento al mínimo. Para obtener una transición muy suave, cambie el ajuste del control de velocidad a la posición de control durante el cambio.
  - Ajuste 2-28 *Factor de ganancia de refuerzo* a 0 para activar el Control de posición durante 2-25 *Tiempo liberación de freno*. De esta forma se activan los parámetros de 2-30 *Position P Start Proportional Gain* a 2-33 *Speed PID Start Lowpass Filter Time*, que son parámetros PID del Control de posición.

4



130BA642.12

**Ilustración 4.3** Secuencia de liberación de freno para control de freno mecánico para elevación Este control de freno solo está disponible en FLUJO con realimentación del motor, para motores asíncronos y motores PM no salientes.

Los parámetros de 2-26 *Ref par* a 2-33 *Speed PID Start Lowpass Filter Time* solo están disponibles para el control de freno mecánico de elevación (FLUJO con realimentación del motor). Los parámetros de 2-30 *Position P Start Proportional Gain* a 2-33 *Speed PID Start Lowpass Filter Time* pueden configurarse para obtener un cambio de transición muy suave del control de velocidad al control de posición durante 2-25 *Tiempo liberación de freno* (tiempo en el que la carga se traslada del freno mecánico al convertidor de frecuencia).

Los parámetros de 2-30 *Position P Start Proportional Gain* a 2-33 *Speed PID Start Lowpass Filter Time* se activan cuando 2-28 *Factor de ganancia de refuerzo* está ajustado a 0. Consulte la Ilustración 4.3 para más información.

## AVISO!

Para ver un ejemplo de control de freno mecánico avanzado para aplicaciones de elevación, consulte capítulo 10 Ejemplos de aplicaciones.

### 4.2.14 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) es una secuencia de acciones definidas por el usuario (consulte 13-52 Acción Controlador SL [x]) ejecutadas por el SLC cuando el evento asociado definido por el usuario (consulte 13-51 Evento Controlador SL [x]) es evaluado como VERDADERO por el SLC. La condición de que un evento pueda estar en un estado determinado o de que la salida de una regla lógica o un operando comparador pase a ser VERDADERO. Esto da lugar a una acción asociada, como se muestra en la Ilustración 4.4.

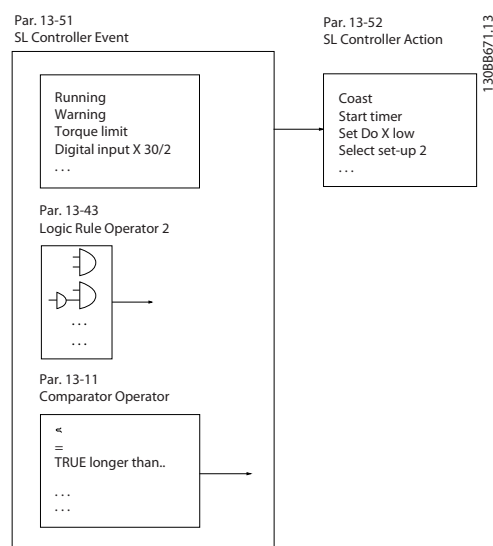


Ilustración 4.4 Evento y acción SCL

Los eventos y las acciones están numerados y vinculados en parejas (estados). Esto significa que cuando se complete el evento [0] (cuando alcance el valor VERDADERO), se ejecutará la acción [0]. Después de esto, las condiciones del evento [1] se evalúan y, si se evalúan como VERDADERAS, la acción [1] se ejecutará y así sucesivamente. En cada momento, solo se evalúa un evento. Si un evento se evalúa como FALSO, no sucede nada (en el SLC) durante el intervalo de exploración actual y no se evalúan otros eventos. Esto significa que cuando el SLC se inicia, evalúa el evento [0] (y solo el evento [0]) en cada intervalo de exploración. El SLC ejecuta una acción [0] e inicia la evaluación de otro evento [1] solo si el evento [0] se considera VERDADERO. Se pueden programar entre 1 y 20 eventos y acciones.

Cuando se haya ejecutado el último evento / acción, la secuencia vuelve a comenzar desde el evento [0] / acción [0]. La Ilustración 4.5 muestra un ejemplo con 4 eventos / acciones:

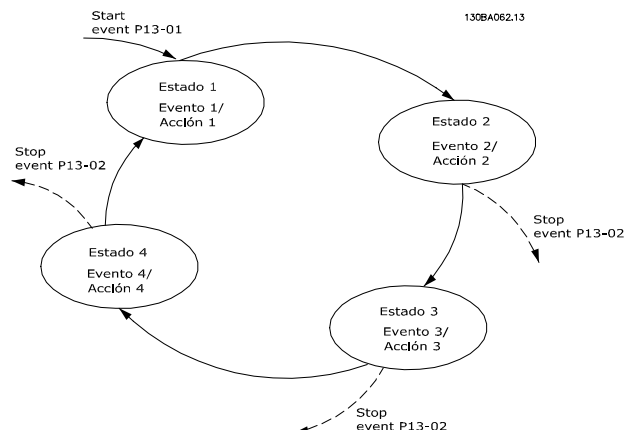


Ilustración 4.5 Orden de ejecución cuando están programados 4 eventos / acciones

### Comparadores

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

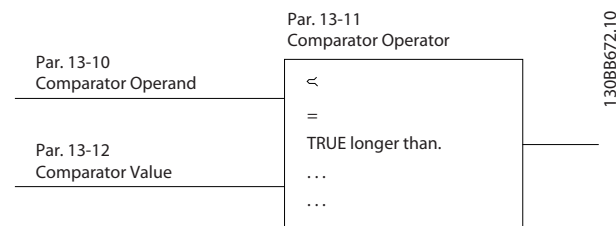


Ilustración 4.6 Comparadores

### Reglas lógicas

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

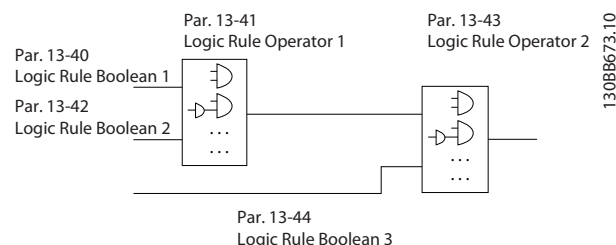


Ilustración 4.7 Reglas lógicas

#### 4.2.15 Desconexión segura de par

Para obtener información sobre la desconexión segura de par, consulte el *Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par de la serie VLT® FC*.

### 4.3 VLT® FlexConcept® de Danfoss

El VLT® FlexConcept® de Danfoss es una solución de convertidor de frecuencia rentable, flexible y energéticamente eficiente, principalmente para transportadoras. El concepto consta de VLT® OneGearDrive® accionado por el VLT® AutomationDrive FC 302 o el VLT® Decentral Drive FCD 302.

OneGearDrive es, básicamente, un motor de magnetización permanente con un engranaje cónico. El engranaje cónico se puede suministrar con diferentes relaciones de reducción.

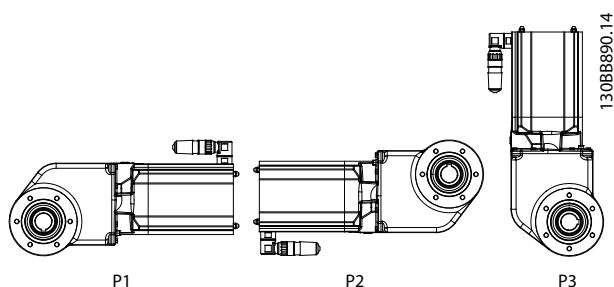


Ilustración 4.8 OneGearDrive

El OneGearDrive puede accionarse mediante el VLT® AutomationDrive FC 302 y el VLT® Decentral Drive FCD 302 en los siguientes tamaños de potencia, según las demandas de la aplicación real:

- 0,75 kW
- 1,1 kW
- 1,5 kW
- 2,2 kW
- 3,0 kW

Cuando [1] PM no saliente SPM se ha seleccionado en en FC 302 o FCD 302, el OneGearDrive se puede seleccionar en 1-11 Fabricante motor y los parámetros recomendados pueden ajustarse automáticamente.

Para obtener más información, consulte la *Guía de programación* del VLT® AutomationDrive FC 301 / FC 302, la *Guía de selección del VLT® OneGearDrive* y [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/VLTFlexConcept/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/VLTFlexConcept/)

## 5 Integración del sistema

### 5.1 Condiciones ambientales de funcionamiento

#### 5.1.1 Humedad

Aunque el convertidor de frecuencia pueda funcionar correctamente a humedades elevadas (hasta el 95 % de humedad relativa), la condensación siempre debe evitarse. Hay un riesgo específico de condensación cuando el convertidor de frecuencia está más frío que el aire ambiente húmedo. La humedad del aire también puede condensarse en los componentes electrónicos y provocar cortocircuitos. La condensación se produce en unidades sin potencia. Es aconsejable instalar un calefactor de armario cuando es posible que se forme condensación debido a las condiciones ambientales. Evite la instalación en áreas con escarcha.

Alternativamente, operar el convertidor de frecuencia en modo de espera (con la unidad conectada a la red) reduce el riesgo de condensación. Sin embargo, asegúrese de que la disipación de potencia es suficiente para mantener los circuitos del convertidor de frecuencia sin humedad.

#### 5.1.2 Temperatura

Se especifican límites de temperatura ambiente mínimos y máximos para todos los convertidores de frecuencia. Si se evitan temperaturas ambiente extremas, se prolonga la vida del equipo y aumenta al máximo la fiabilidad general del sistema. Siga las recomendaciones enumeradas para disfrutar del rendimiento y la vida útil máximos del equipo.

- Aunque los convertidores pueden funcionar a temperaturas de hasta  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , solo se garantiza un funcionamiento correcto con una carga nominal con temperaturas de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  o superiores.
- No sobrepase el límite máximo de temperatura.
- La vida útil de los componentes electrónicos disminuye un 50 % cada  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  cuando funciona por encima de su temperatura prevista.
- Incluso los dispositivos con clasificaciones de protección IP54, IP55 o IP66 deben seguir los rangos de temperatura ambiente especificados.
- Puede ser necesaria una climatización adicional del armario o del lugar de instalación.

#### 5.1.3 Temperatura y refrigeración

El convertidor de frecuencia tiene ventiladores integrados para garantizar una refrigeración óptima. El ventilador principal fuerza el caudal de aire a lo largo de las aletas de refrigeración del disipador, lo que garantiza que el aire interno se refrigere. Algunos tamaños de potencia tienen un pequeño ventilador secundario cerca de la tarjeta de control, lo que garantiza que el aire interno circule para evitar puntos calientes. El ventilador principal está controlado por la temperatura interna del convertidor de frecuencia y la velocidad aumenta gradualmente junto con la temperatura, lo que reduce el ruido y el consumo energético cuando no es necesario y garantiza la refrigeración máxima cuando es necesaria. El control de ventilador se puede adaptar mediante *14-52 Control del ventilador* para que se ajuste a cualquier aplicación, además de proteger contra los efectos negativos de la refrigeración en climas muy fríos. Si se produce un exceso de temperatura dentro del convertidor de frecuencia, este reduce el patrón y la frecuencia de conmutación, consulte *capítulo 5.1.4 Reducción de potencia manual* para obtener más información.

Se especifican límites de temperatura ambiente mínimos y máximos para todos los convertidores de frecuencia. Si se evitan temperaturas ambiente extremas, se prolonga la vida del equipo y se aumenta al máximo la fiabilidad de todo el sistema. Siga las recomendaciones enumeradas para disfrutar del rendimiento y la vida útil máximos del equipo.

- Aunque los convertidores de frecuencia pueden funcionar a temperaturas de hasta  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , solo se garantiza un funcionamiento correcto con una carga nominal con temperaturas de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  o superiores.
- No sobrepase el límite máximo de temperatura.
- No sobrepase la temperatura media máxima en 24 h.  
(La temperatura media máxima en 24 h es la temperatura ambiente máxima menos  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
Ejemplo: si la temperatura máxima es de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la temperatura media máxima en 24 h es de  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- Respete los requisitos de espacio libre mínimo por encima y por debajo  
(*capítulo 8.2.1.1 Separación*).
- Por norma general, la vida útil de los componentes electrónicos disminuye en un 50 % cada  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , cuando funcionan por encima de su temperatura prevista.

- Incluso los dispositivos con clasificaciones de protección altas deben seguir los rangos de temperatura ambiente especificados.
- Puede ser necesaria una climatización adicional del armario o del lugar de instalación.

## 5.1.4 Reducción de potencia manual

Tenga en cuenta la reducción de potencia cuando se cumplen las condiciones siguientes.

- Funcionamiento por encima de los 1000 m (baja presión atmosférica)
- Funcionamiento a velocidad baja
- Cables de motor largos
- Cables con una sección transversal grande
- Temperatura ambiente alta

Para obtener más información, consulte capítulo 6.2.6 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente.

### 5.1.4.1 Reducción de potencia en función del funcionamiento a velocidad lenta

Cuando se conecta un motor a un convertidor de frecuencia, es necesario comprobar si la refrigeración del motor es la adecuada.

El nivel de calentamiento depende de la carga del motor, así como de la velocidad y del tiempo de funcionamiento.

#### Aplicaciones de par constante (modo CT)

Se puede producir un problema con valores bajos de r/min en aplicaciones de par constante. En una aplicación de par constante, un motor puede sobrecalentarse a velocidades bajas debido a una escasez de aire de refrigeración proveniente del ventilador integrado en el motor. Por lo tanto, si se va a hacer funcionar el motor constantemente a un valor de r/min inferior a la mitad del valor nominal, debe recibir aire adicional para su enfriamiento (o debe utilizarse un motor diseñado para este tipo de funcionamiento).

Una alternativa es reducir el nivel de carga del motor eligiendo un motor más grande. No obstante, el diseño del convertidor de frecuencia establece un límite en cuanto al tamaño del motor.

#### Aplicaciones de par variable (cuadrático) (VT)

En aplicaciones VT, como bombas centrífugas y ventiladores, donde el par es proporcional a la raíz cuadrada de la velocidad y la potencia es proporcional al cubo de la velocidad, no hay necesidad de un enfriamiento adicional o de una reducción de la potencia del motor.

### 5.1.4.2 Reducción de potencia debido a la baja presión atmosférica

La capacidad de refrigeración del aire disminuye al disminuir la presión atmosférica.

Por debajo de 1000 m de altitud, no es necesaria ninguna reducción de potencia, pero por encima de los 1000 m, la temperatura ambiente ( $T_{AMB}$ ) o la intensidad de salida máxima ( $I_{salida}$ ) deben reducirse de acuerdo con la Ilustración 5.1.

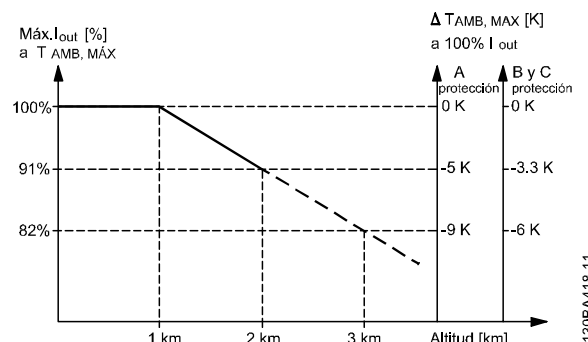


Ilustración 5.1 Reducción de potencia de la intensidad de salida en relación con la altitud a  $T_{AMB, MÁX}$  para tamaños del bastidor A, B y C. Para altitudes superiores a 2000 m, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

Una alternativa es reducir la temperatura ambiente en altitudes elevadas, lo que garantiza el 100 % de intensidad de salida. Como ejemplo de cómo leer el gráfico, se presenta la situación a 2000 m para un tipo de protección B con  $T_{AMB, MÁX} = 50^\circ\text{C}$ . A una temperatura de  $45^\circ\text{C}$  ( $T_{AMB, MÁX} = -3,3\text{ K}$ ), está disponible el 91 % de la intensidad nominal de salida. A una temperatura de  $41,7^\circ\text{C}$ , está disponible el 100 % de la intensidad nominal de salida.

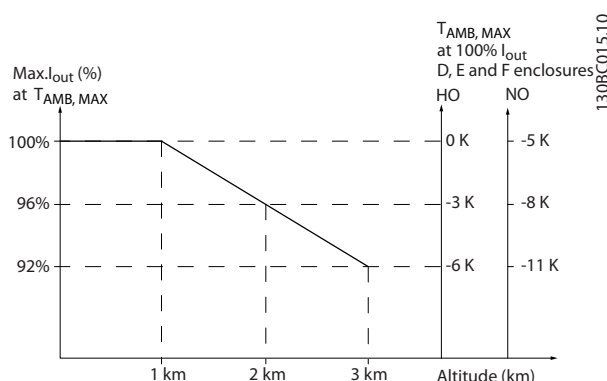


Ilustración 5.2 Reducción de potencia de la intensidad de salida en relación con la altitud a  $T_{AMB, MÁX}$  para tamaños de bastidor D3h.

### 5.1.5 Ruido acústico

El ruido acústico del convertidor de frecuencia procede de tres fuentes

- Bobinas del enlace de CC (circuito intermedio)
- Bobina de choque del filtro RFI
- Ventiladores internos

Consulte *capítulo 6.2.9 Ruido acústico* para obtener información sobre las clasificaciones de ruido acústico.

## 5

### 5.1.6 Vibración y golpe

El convertidor de frecuencia probado según un procedimiento basado en CEI 68-2-6/34/35 y 36. Estas pruebas someten la unidad a fuerzas de 0,7 g en el rango de 18 a 1000 Hz aleatoriamente, en 3 direcciones durante 2 horas. Todos los convertidores de frecuencia de (Danfoss) cumplen con los requisitos que se corresponden a estas condiciones cuando la unidad está montada en la pared o el suelo, así como cuando está montada en paneles atornillados a paredes o suelos.

### 5.1.7 Entornos agresivos

#### 5.1.7.1 Gases

Los gases agresivos, como el sulfuro de hidrógeno, cloro o amoníaco, pueden dañar los componentes mecánicos y eléctricos del convertidor de frecuencia. La contaminación del aire de refrigeración también puede causar la descomposición gradual de las juntas de las puertas y las pistas de PCB. Los contaminantes agresivos están a menudo presentes en instalaciones de tratamiento de aguas residuales o piscinas. Una señal clara de un entorno agresivo es la corrosión del cobre.

En entornos agresivos, se recomiendan las protecciones IP restringidas, junto con placas de circuito con revestimiento barnizado. Consulte *Tabla 5.1* para los valores del revestimiento barnizado.

#### **AVISO:**

El convertidor de frecuencia se entrega de serie con un barnizado clase 3C2. Si se solicita, el barnizado clase 3C3 está disponible.

| Tipo de gas           | Unidad            | Clase   |                |              |                |              |
|-----------------------|-------------------|---------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|                       |                   | 3C1     | 3C2            |              | 3C3            |              |
|                       |                   |         | Valor medio    | Valor máximo | Valor medio    | Valor máximo |
| Sal marina            | n/a               | Ninguna | Neblina salina |              | Neblina salina |              |
| Óxidos de azufre      | mg/m <sup>3</sup> | 0,1     | 0,3            | 1,0          | 5,0            | 10           |
| Sulfuro de hidrógeno  | mg/m <sup>3</sup> | 0,01    | 0,1            | 0,5          | 3,0            | 10           |
| Cloro                 | mg/m <sup>3</sup> | 0,01    | 0,1            | 0,03         | 0,3            | 1,0          |
| Cloruro de hidrógeno  | mg/m <sup>3</sup> | 0,01    | 0,1            | 0,5          | 1,0            | 5,0          |
| Fluoruro de hidrógeno | mg/m <sup>3</sup> | 0,003   | 0,01           | 0,03         | 0,1            | 3,0          |
| Amoníaco              | mg/m <sup>3</sup> | 0,3     | 1,0            | 3,0          | 10             | 35           |
| Ozono                 | mg/m <sup>3</sup> | 0,01    | 0,05           | 0,1          | 0,1            | 0,3          |
| Nitrógeno             | mg/m <sup>3</sup> | 0,1     | 0,5            | 1,0          | 3,0            | 9,0          |

**Tabla 5.1 Clasificaciones de las clases del revestimiento barnizado**

Los valores máximos son valores pico transitorios que no deben ocurrir durante más de 30 minutos al día.

### 5.1.7.2 Exposición al polvo

La instalación de convertidores de frecuencia en entornos con una alta exposición al polvo es, a menudo, inevitable. El polvo afecta a las unidades montadas en pared o bastidor con clasificación de protección IP55 o IP66 y también dispositivos montados en armario con clasificación de protección IP21 o IP20. Se deben considerar los tres aspectos descritos a continuación cuando se instalan convertidores de frecuencia en estos entornos.

#### Refrigeración reducida

El polvo forma depósitos en la superficie del dispositivo y dentro de él, en las placas de circuitos y los componentes electrónicos. Estos depósitos funcionan como capas de aislamiento y obstaculizan la transferencia de calor al aire ambiente, lo que reduce la capacidad de refrigeración. Los componentes se calientan aún más. Esto produce un envejecimiento acelerado de los componentes electrónicos y disminuye la vida útil del convertidor de frecuencia. Los depósitos de polvo en el disipador de la parte posterior de la unidad también disminuyen la vida útil de la unidad.

#### Ventiladores de refrigeración

El flujo de aire para refrigerar la unidad se produce mediante los ventiladores de refrigeración, normalmente ubicados en la parte posterior del dispositivo. Los rotores del ventilador poseen pequeños cojinetes en los que el polvo puede penetrar y actuar como un abrasivo. Esto provoca daños en los cojinetes y fallos en el ventilador.

#### Filtros

Los convertidores de frecuencia de alta potencia están equipados con ventiladores de refrigeración que expelen aire caliente desde el interior del dispositivo. A partir de un determinado tamaño, estos ventiladores se equipan con esteras de filtro. Estos filtros se pueden obstruir rápidamente cuando se utilizan en ambientes muy polvorientos. En estas condiciones, es necesario tomar medidas preventivas.

#### Mantenimiento periódico

En las condiciones descritas anteriormente, es aconsejable limpiar el convertidor de frecuencia durante el mantenimiento periódico. Elimine el polvo del disipador y los ventiladores y limpie las esteras de filtro.

### 5.1.7.3 Entornos potencialmente explosivos

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

Se debe controlar la temperatura de los motores controlados por convertidores de frecuencia en entornos potencialmente explosivos utilizando un sensor de temperatura PTC. Pueden utilizarse motores con protección de ignición clase «d» o «e», homologados para este entorno.

- La clasificación «e» consiste en evitar la formación de chispas. El FC 302 con versión de firmware V6.3x o superior está equipado con una función de «control término de ETR ATEX» para el funcionamiento de motores Ex-e especialmente homologados. Cuando se combina con un dispositivo de control PTC homologado por ATEX, como la PTC Thermistor Card MCB 112, la instalación no necesita una aprobación individual de una organización homologada, es decir, no son necesarias parejas iguales.
- La clasificación «d» se encarga de garantizar que si se produce una chispa, se contiene en una zona protegida. Aunque no requiere homologación, se necesitan un cableado y una contención especiales.
- La combinación «d» / «e» es la más utilizada en entornos potencialmente explosivos. El motor mismo tiene una clase de protección de ignición «e», mientras que el cable de motor y el entorno de conexión cumplen con la clasificación «e». La restricción del espacio de conexión «e» se compone de la tensión máxima permitida en este espacio. La tensión de salida de un convertidor de frecuencia normalmente está limitada a la tensión de red. La modulación de la tensión de salida puede generar una tensión pico que no se puede permitir para la clasificación «e». En la práctica, se ha demostrado que utilizar un filtro de onda sinusoidal en la salida del convertidor de frecuencia es un medio efectivo de atenuar la tensión pico alta.

## **AVISO!**

No instale un convertidor de frecuencia en un entorno potencialmente explosivo. Instale el convertidor de frecuencia en un armario fuera de esta área. También se recomienda utilizar un filtro sinusoidal en la salida del convertidor de frecuencia para atenuar el aumento de tensión  $dU/dt$  y la tensión pico. Los cables del motor deben ser lo más cortos que sea posible.

## **AVISO!**

Las unidades VLT® AutomationDrive con la opción MCB 112 tienen capacidad certificada PTB de controlar el sensor del termistor del motor para entornos potencialmente explosivos. Los cables de motor apantallados no son necesarios cuando los convertidores de frecuencia funcionan con filtros de salida sinusoidales.

### 5.1.8 Mantenimiento

Los modelos de convertidores de frecuencia de (Danfoss) de hasta 90 kW no requieren mantenimiento. Los convertidores de frecuencia de alta potencia (110 kW nominal o superior) tienen esteras de filtro incorporadas que el operador debe limpiar periódicamente, en función de la exposición al polvo y los contaminantes. Los intervalos de mantenimiento para los ventiladores de refrigeración (aproximadamente 3 años) y para los condensadores (aproximadamente 5 años) se recomiendan en la mayoría de entornos.

### 5.1.9 Almacenamiento

Al igual que el resto de equipos electrónicos, los convertidores de frecuencia se deben almacenar en un lugar seco. El conformado periódico (carga del condensador) no es necesario durante el almacenamiento.

Se recomienda mantener el equipo sellado en su embalaje hasta la instalación.

## 5.2 Aspectos generales de la EMC

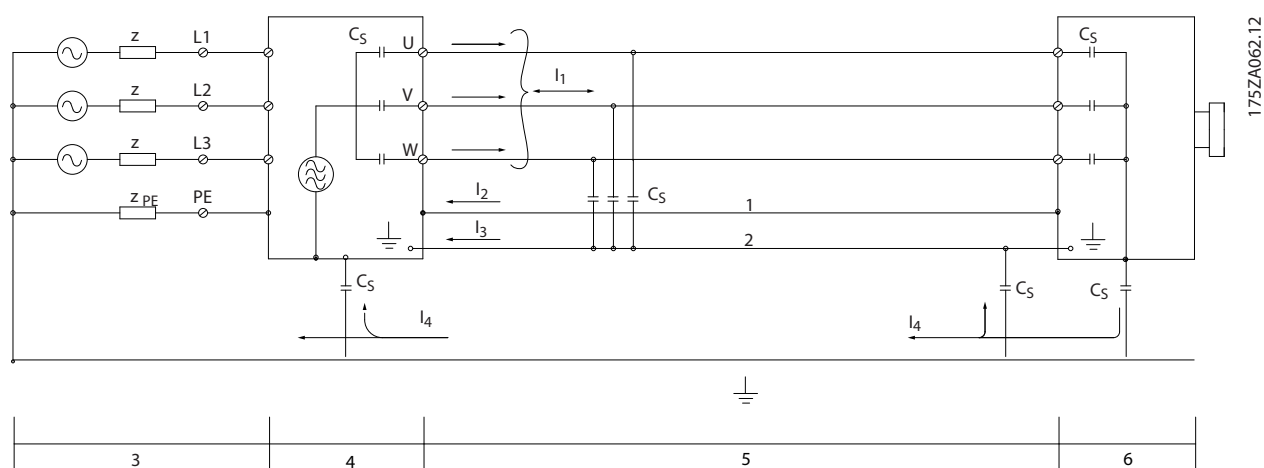
Normalmente, aparecen interferencias eléctricas a frecuencias en el intervalo de 150 kHz a 30 MHz. Las interferencias generadas por el convertidor de frecuencia y transmitidas por el aire, con frecuencias en el rango de 30 MHz a 1 GHz, tienen su origen en el inversor, el cable del motor y el motor.

Como se muestra en la *Ilustración 5.3*, la capacitancia en el cable de motor, junto con una elevada  $dU/dt$  de la tensión del motor, genera corrientes de fuga.

La utilización de un cable de motor apantallado aumenta la corriente de fuga (consulte *Ilustración 5.3*), porque los cables apantallados tienen una mayor capacitancia a tierra que los cables no apantallados. Si la corriente de fuga no se filtra, provoca una mayor interferencia en la alimentación de red, en el intervalo de radiofrecuencia inferior a 5 MHz. Puesto que la corriente de fuga ( $I_1$ ) se reconduce a la unidad a través del apantallamiento ( $I_3$ ), en principio solo habrá un pequeño campo electromagnético ( $I_4$ ) desde el cable apantallado del motor, tal y como se indica en la *Ilustración 5.3*.

El apantallamiento reduce la interferencia radiada, aunque incrementa la interferencia de baja frecuencia en la red eléctrica. Conecte el apantallamiento del cable de motor a la protección del convertidor de frecuencia, así como a la protección del motor. El mejor procedimiento consiste en utilizar abrazaderas de apantallamiento integradas para evitar extremos de apantallamiento retorcidos en espiral (cables de conexión flexibles). Los cables de conexión flexibles aumentan la impedancia del apantallamiento a frecuencias superiores, lo que reduce el efecto de pantalla y aumenta la corriente de fuga ( $I_4$ ).

Si se emplea un cable apantallado para el relé, el cable de control, la interfaz de señales y el freno, monte el apantallamiento en ambos extremos de la protección. Sin embargo, en algunas situaciones, es necesario eliminar el apantallamiento para evitar los lazos de corriente.



|   |                            |   |                            |
|---|----------------------------|---|----------------------------|
| 1 | Cable de conexión a tierra | 4 | Convertidor de frecuencia  |
| 2 | Apantallamiento            | 5 | Cable de motor apantallado |
| 3 | Alimentación de red de CA  | 6 | Motor                      |

Ilustración 5.3 Situación que provoca corrientes de fuga

Si el apantallamiento debe colocarse en una placa de montaje para el convertidor de frecuencia, dicha placa deberá estar fabricada en metal para conducir las intensidades del apantallamiento de vuelta a la unidad. Asegúrese, además, de que la placa de montaje y el chasis del convertidor de frecuencia hacen buen contacto eléctrico a través de los tornillos de montaje.

Si se utilizan cables no apantallados, no se cumplirán algunos de los requisitos sobre emisión, aunque sí se seguirán la mayoría de los requisitos de inmunidad.

Para reducir el nivel de interferencia del sistema completo (unidad + instalación), haga que los cables de motor y de freno sean lo más cortos posibles. Los cables con un nivel de señal sensible no deben colocarse junto a los cables de motor y de freno. La radiointerferencia superior a 50 MHz (transmitida por el aire) es generada especialmente por los elementos electrónicos de control.

## 5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC

Los siguientes resultados de las pruebas se obtuvieron utilizando un sistema con un convertidor de frecuencia, un cable de control apantallado y un cuadro de control con potenciómetro, así como un motor individual y un cable de motor apantallado (Ölflex Classic 100 CY) a frecuencia de conmutación nominal. En la *Tabla 5.2*, se establecen las longitudes máximas de cable de motor.

### AVISO!

Las condiciones pueden variar significativamente para otras configuraciones.

### AVISO!

Consulte *Tabla 9.19* para cables de motor paralelos.

| Tipo de filtro RFI      |                                   | Emisión conducida      |                  |                 | Emisión irradiada |                 |                 |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                         |                                   | Longitud del cable [m] |                  |                 |                   |                 |                 |
| Estándares y requisitos | EN 55011 / CISPR 11               | Clase B                | Clase A, grupo 1 | Clase A Grupo 2 | Clase B           | Clase A Grupo 1 | Clase A Grupo 2 |
|                         | EN/CEI 61800-3                    | Categoría C1           | Categoría C2     | Categoría C3    | Categoría C1      | Categoría C2    | Categoría C3    |
| <b>H1</b>               |                                   |                        |                  |                 |                   |                 |                 |
| FC 301                  | 0-37 kW 200-240 V                 | 10                     | 50               | 50              | No                | Sí              | Sí              |
|                         | 0-75 kW 380-480 V                 | 10                     | 50               | 50              | No                | Sí              | Sí              |
| FC 302                  | 0-37 kW 200-240 V                 | 50                     | 150              | 150             | No                | Sí              | Sí              |
|                         | 0-75 kW 380-480 V                 | 50                     | 150              | 150             | No                | Sí              | Sí              |
| <b>H2/H5</b>            |                                   |                        |                  |                 |                   |                 |                 |
| FC 301                  | 0-3,7 kW 200-240 V                | No                     | No               | 5               | No                | No              | Sí              |
| FC 302                  | 5,5-37 kW 200-240 V <sup>2)</sup> | No                     | No               | 25              | No                | No              | Sí              |
|                         | 0-7,5 kW 380-500 V                | No                     | No               | 5               | No                | No              | Sí              |
|                         | 11-75 kW 380-500 V <sup>2)</sup>  | No                     | No               | 25              | No                | No              | Sí              |
|                         | 11-22 kW 525-690 V <sup>2)</sup>  | No                     | No               | 25              | No                | No              | Sí              |
|                         | 30-75 kW 525-690 V <sup>2)</sup>  | No                     | No               | 25              | No                | No              | Sí              |
| <b>H3</b>               |                                   |                        |                  |                 |                   |                 |                 |
| FC 301                  | 0-1,5 kW 200-240 V                | 2,5                    | 25               | 25              | No                | Sí              | Sí              |
|                         | 0-1,5 kW 380-480 V                | 2,5                    | 25               | 25              | No                | Sí              | Sí              |
| <b>H4</b>               |                                   |                        |                  |                 |                   |                 |                 |
| FC 302                  | 1,1-7,5 kW 525-690 V              | No                     | 100              | 100             | No                | Sí              | Sí              |
|                         | 11-22 kW 525-690 V                | No                     | 100              | 100             | No                | Sí              | Sí              |
|                         | 11-37 kW 525-690 V <sup>3)</sup>  | No                     | 150              | 150             | No                | Sí              | Sí              |
|                         | 30-75 kW 525-690 V                | No                     | 150              | 150             | No                | Sí              | Sí              |
| <b>Hx<sup>1)</sup></b>  |                                   |                        |                  |                 |                   |                 |                 |
| FC 302                  | 0,75-75 kW 525-600 V              | No                     | No               | No              | No                | No              | No              |

**Tabla 5.2 Resultados de las pruebas de EMC (emisión), máxima longitud del cable de motor**

<sup>1)</sup> Las versiones Hx pueden utilizarse según la categoría C4 de EN / CEI 61800-3

<sup>2)</sup> T5, 22-45 kW y T7, 22-75 kW cumplen con el grupo 1 de la clase A con 25 m de cable de motor. Existen algunas limitaciones para la instalación (póngase en contacto con (Danfoss) para obtener más información).

HX, H1, H2, H3, H4 o H5 se define en las pos. 16-17 del código descriptivo para filtros de EMC (consulte Tabla 7.1).

<sup>3)</sup> IP20

## 5.2.2 Requisitos en materia de emisiones

La norma de productos EMC para convertidores de frecuencia define 4 categorías (C1, C2, C3 y C4) con requisitos especificados para la emisión e inmunidad. La *Tabla 5.3* indica la definición de las 4 categorías y la clasificación equivalente de EN 55011.

| Categoría | Definición                                                                                                                                                                                                                                               | Clase de emisiones equivalente en EN 55011 |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| C1        | Convertidores de frecuencia instalados en el primer ambiente (hogar y oficina) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.                                                                                                                        | Clase B                                    |
| C2        | Convertidores de frecuencia instalados en el primer ambiente (hogar y oficina), con una tensión de alimentación inferior a 1000 V, que no son ni enchufables ni desplazables y están previstos para su instalación y puesta en marcha por profesionales. | Clase A, grupo 1                           |
| C3        | Convertidores de frecuencia instalados en el segundo ambiente (industrial) con una tensión de alimentación inferior a 1000 V.                                                                                                                            | Clase A, grupo 2                           |
| C4        | Convertidores de frecuencia instalados en el segundo ambiente con una tensión de alimentación igual o superior a 1000 V y una intensidad nominal igual o superior a 400 A o prevista para el uso en sistemas complejos.                                  | Sin límite<br>Debe elaborarse un plan EMC. |

**Tabla 5.3 Correlación entre CEI 61800-3 y EN 55011**

Cuando se utilizan normas de emisiones generales (conducidas), los convertidores de frecuencia deben cumplir los límites en la *Tabla 5.4*.

| Ambiente                              | Norma de emisiones generales                                                                     | Clase de emisiones equivalente en EN 55011 |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Primer ambiente (hogar y oficina)     | Norma de emisiones para entornos residenciales, comerciales e industria ligera EN/CEI 61000-6-3. | Clase B                                    |
| Segundo ambiente (entorno industrial) | Norma de emisiones para entornos industriales EN/CEI 61000-6-4.                                  | Clase A, grupo 1                           |

**Tabla 5.4 Correlación entre Normas de emisiones generales y EN 55011**

## 5.2.3 Requisitos de inmunidad

Los requisitos de inmunidad para convertidores de frecuencia dependen del entorno en el que estén instalados. Los requisitos para el entorno industrial son más exigentes que los del entorno doméstico y de oficina. Todos los convertidores de frecuencia de (Danfoss) cumplen con los requisitos para el entorno industrial y, por lo tanto, cumplen también con los requisitos mínimos del entorno doméstico y de oficina con un amplio margen de seguridad.

Para documentar la inmunidad contra interferencias eléctricas provocadas por fenómenos eléctricos, se han realizado las siguientes pruebas de inmunidad según 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):** Radiación del campo electromagnético entrante, simulación modulada en amplitud de los efectos de equipos de radar y de comunicación por radio, así como las comunicaciones móviles.
- **EN 61000-4-4 (CEI 61000-4-4):** Transitorios de conexión / desconexión: simulación de la interferencia introducida por el acoplamiento de un contactor, relés o dispositivos similares.
- **EN 61000-4-5 (CEI 61000-4-5):** Transitorios de sobretensión: Simulación de transitorios introducidos, por ejemplo, al caer rayos cerca de las instalaciones.
- **EN 61000-4-6 (CEI 61000-4-6):** RF modo común: simulación del efecto del equipo transmisor de radio conectado a cables de conexión.

Consulte *Tabla 5.5*.

| Norma básica                                                 | Ráfaga<br>CEI 61000-4-4 | Sobretensión<br>CEI 61000-4-5                 | ESD<br>CEI<br>61000-4-2 | Campo electromagnético<br>radiado<br>CEI 61000-4-3 | Tensión de RF<br>modo común<br>CEI 61000-4-6 |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Criterios de aceptación                                      | B                       | B                                             | B                       | A                                                  | A                                            |
| Rango de tensión: 200-240 V, 380-500 V, 525-600 V, 525-690 V |                         |                                               |                         |                                                    |                                              |
| Línea                                                        | 4 kV CM                 | 2 kV / 2 $\Omega$ DM<br>4 kV / 12 $\Omega$ CM | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Motor                                                        | 4 kV CM                 | 4 kV / 2 $\Omega$ <sup>1)</sup>               | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Freno                                                        | 4 kV CM                 | 4 kV / 2 $\Omega$ <sup>1)</sup>               | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Carga compartida                                             | 4 kV CM                 | 4 kV / 2 $\Omega$ <sup>1)</sup>               | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Cables de control                                            | 2 kV CM                 | 2 kV / 2 $\Omega$ <sup>1)</sup>               | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Bus estándar                                                 | 2 kV CM                 | 2 kV / 2 $\Omega$ <sup>1)</sup>               | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Cables de relé                                               | 2 kV CM                 | 2 kV / 2 $\Omega$ <sup>1)</sup>               | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Opciones de bus de campo<br>y de aplicación                  | 2 kV CM                 | 2 kV / 2 $\Omega$ <sup>1)</sup>               | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Cable del LCP                                                | 2 kV CM                 | 2 kV / 2 $\Omega$ <sup>1)</sup>               | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| 24 V CC externa                                              | 2 V CM                  | 0,5 kV / 2 $\Omega$ DM<br>1 kV/12 $\Omega$ CM | —                       | —                                                  | 10 V <sub>RMS</sub>                          |
| Protección                                                   | —                       | —                                             | 8 kV AD<br>6 kV CC      | 10 V/m                                             | —                                            |

**Tabla 5.5** Tabla sobre inmunidad EMC

<sup>1)</sup> Inyección en la protección del cable

## 5.2.4 Aislamiento del motor

El diseño moderno de los motores para su uso con convertidores de frecuencia presenta un elevado grado de aislamiento para responder a la nueva generación de IGBT de gran eficacia con una dU/dt elevada. Para actualizar motores antiguos, es necesario confirmar el aislamiento del motor o mitigarlo con un filtro dU/dt o incluso un filtro sinusoidal, si fuera necesario. dU/dt.

Para longitudes del cable de motor  $\leq$  que la longitud del cable máxima que se indica en *capítulo 6.2 Especificaciones generales*, se recomiendan las clasificaciones de aislamientos del motor que se encuentra en la *Tabla 5.6*. Si un motor tiene una clasificación de aislamiento inferior, se recomienda utilizar un filtro dU/dt o sinusoidal.

| Tensión de red nominal [V]     | Aislamiento del motor [V] |
|--------------------------------|---------------------------|
| $U_N \leq 420$                 | Estándar $U_{LL} = 1300$  |
| $420 \text{ V} < U_N \leq 500$ | Reforzada $U_{LL} = 1600$ |
| $500 \text{ V} < U_N \leq 600$ | Reforzada $U_{LL} = 1800$ |
| $600 \text{ V} < U_N \leq 690$ | Reforzada $U_{LL} = 2000$ |

**Tabla 5.6** Aislamiento del motor

## 5.2.5 Corrientes en los cojinetes del motor

Para reducir al mínimo las corrientes en el eje y los cojinetes, conecte a tierra lo siguiente respecto a la máquina accionada:

- convertidor de frecuencia
- motor
- máquina accionada
- motor

### Estrategias estándar de mitigación

1. Utilizar un cojinete aislado.
2. Aplicar rigurosos procedimientos de instalación
  - 2a Comprobar que el motor y el motor de carga estén alineados.
  - 2b Seguir estrictamente las directrices de instalación EMC.
  - 2c Reforzar el PE de modo que la impedancia de alta frecuencia sea inferior en el PE que los cables de alimentación de entrada.
  - 2d Proporcionar una buena conexión de alta frecuencia entre el motor y el convertidor de frecuencia, por ejemplo, mediante un cable apantallado que tenga una conexión de 360° en el motor y en el convertidor de frecuencia.
  - 2e Asegurarse de que la impedancia desde el convertidor de frecuencia hasta la tierra sea inferior que la impedancia de tierra de la máquina, lo que puede resultar difícil para las bombas.
  - 2f Realizar una conexión a tierra directa entre el motor y el motor de carga.
3. Reducir la frecuencia de conmutación de IGBT.
4. Modificar la forma de onda del inversor, AVM de 60° frente a SFAVM.
5. Instalar un sistema de conexión a tierra del eje o usar un acoplador aislante.
6. Aplicar un lubricante conductor.
7. Usar el ajuste mínimo de velocidad, si es posible.
8. Tratar de asegurar que la tensión de línea está equilibrada con tierra. Esto puede resultar difícil para sistemas de patilla con toma de tierra, IT, TT o TN-CS
9. Usar un filtro dU/dt o sinusoidal.

## 5.3 Interferencia de la red de alimentación / armónicos

El convertidor de frecuencia acepta una intensidad no sinusoidal de la red, lo que aumenta la intensidad de entrada  $I_{RMS}$ . Se transforma una intensidad no sinusoidal por medio de un análisis Fourier y se separa en intensidades de onda sinusoidal con diferentes frecuencias, es decir, con diferentes corrientes armónicas  $I_n$  con 50 Hz como frecuencia básica.

| Corrientes armónicas | $I_1$ | $I_5$ | $I_7$ |
|----------------------|-------|-------|-------|
| Hz                   | 50    | 250   | 350   |

Tabla 5.7 Corriente no sinusoidal transformada

Los armónicos no afectan directamente al consumo de energía, aunque aumentan las pérdidas de calor en la instalación (transformador, cables). Por ello, en instalaciones con un porcentaje alto de carga del rectificador, mantenga las corrientes armónicas en un nivel bajo para evitar sobrecargar el transformador y una alta temperatura de los cables.

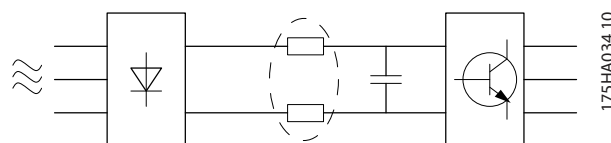


Ilustración 5.4 Bobinas del circuito intermedio

### AVISO!

Algunas corrientes armónicas pueden perturbar el equipo de comunicación conectado al mismo transformador o causar resonancias, si se utilizan unidades de corrección del factor de potencia.

|             | Intensidad de entrada |
|-------------|-----------------------|
| $I_{RMS}$   | 1,0                   |
| $I_1$       | 0,9                   |
| $I_5$       | 0,4                   |
| $I_7$       | 0,2                   |
| $I_{11-49}$ | <0,1                  |

Tabla 5.8 Corrientes armónicas en comparación con la corriente de entrada RMS

Para asegurar corrientes armónicas bajas, el convertidor de frecuencia tiene bobinas de circuito intermedio de forma estándar. Las bobinas de CC reducen la distorsión total de armónicos (THD) al 40%.

### 5.3.1 El efecto de los armónicos en un sistema de distribución de potencia

En *Ilustración 5.5* un transformador está conectado al lado primario hacia un punto de acoplamiento común PCC1, en la fuente de alimentación de tensión media. El transformador tiene una impedancia  $Z_{xfr}$  y alimenta un número de cargas. El punto de acoplamiento común donde están conectadas todas las cargas es PCC2. Cada carga está conectada a través de cables con una impedancia  $Z_1$ ,  $Z_2$  y  $Z_3$ .

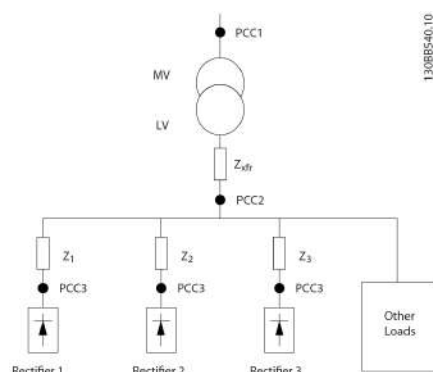


Ilustración 5.5 Sistema de distribución pequeño

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

La distorsión de corriente está relacionada con el rendimiento del aparato, el cual está relacionado con la carga individual. La distorsión de tensión está relacionada con el rendimiento del sistema. No es posible determinar la distorsión de tensión en el PCC sabiendo únicamente el rendimiento armónico de la carga. Para predecir la distorsión en el PCC, deben conocerse tanto la configuración del sistema de distribución como las impedancias relevantes.

Un término empleado comúnmente para describir la impedancia de una red es la relación de cortocircuito  $R_{scc}$ , definida como la relación entre la potencia aparente de cortocircuito de la fuente de alimentación en el PCC ( $S_{sc}$ ) y la potencia aparente nominal de la carga ( $S_{equ}$ ).

$$R_{scc} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$$

$$\text{donde } S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{suministro}} \text{ y } S_{equ} = U \times I_{equ}$$

El efecto negativo de los armónicos es doble.

- Las corrientes armónicas contribuyen a pérdidas del sistema (en el cableado, transformador)
- La distorsión de tensión armónica provoca interferencias en otras cargas e incrementa las pérdidas en otras cargas.

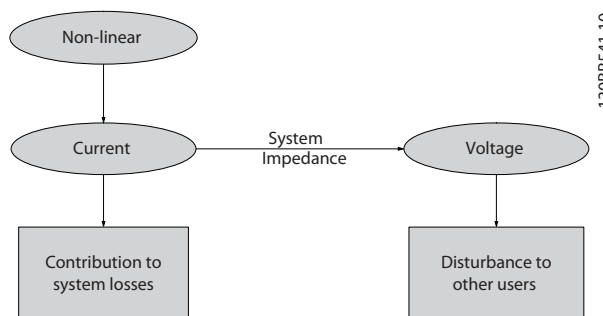


Ilustración 5.6 Efecto negativo de los armónicos

### 5.3.2 Normas y requisitos de limitación armónica

Los requisitos para la limitación armónica pueden ser

- requisitos específicos de la aplicación
- normas que deben cumplirse

Los requisitos específicos de la aplicación están relacionados con una instalación específica en la que hay razones técnicas para limitar los armónicos.

#### Ejemplo

Un transformador de 250 kVA con dos motores de 110 kW conectados es suficiente si uno de los motores está conectado directamente en línea y el otro recibe alimentación a través de un convertidor de frecuencia. Sin embargo, el transformador tiene un tamaño menor si ambos motores reciben alimentación de un convertidor de frecuencia. Empleando medios adicionales para la reducción de armónicos dentro de la instalación o seleccionando variantes de convertidores de frecuencia de bajos armónicos es posible que ambos motores funcionen con convertidores de frecuencia.

Hay varias normas, reglamentos y recomendaciones de mitigación de armónicos. Hay que tener en cuenta que la aplicación de las diferentes normas depende de las diferentes regiones geográficas y sectores industriales. Las normas siguientes son las más comunes:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Consulte la *Guía de diseño de AHF 005/010* para averiguar detalles específicos sobre cada norma.

En Europa, la THVD máxima es del 8 % si la planta está conectada a través de la red pública. Si la planta cuenta con su propio transformador, el límite es del 10 % de THVD. El VLT® AutomationDrive está concebido para resistir el 10 % de THVD.

### 5.3.3 Mitigación de armónicos

En casos en los que la supresión adicional de armónicos es necesaria, (Danfoss) ofrece una amplia gama de equipos de mitigación. Estos son:

- Convertidores de frecuencia de 12 impulsos
- Filtros AHF
- Convertidores de frecuencia de bajos armónicos
- Filtros activos

La elección de la solución correcta depende de varios factores:

- La red (distorsión de fondo, desequilibrio de red, resonancia y tipo de fuente de alimentación (transformador/generador))
- Aplicación (perfil de carga, número de cargas y tamaño de la carga)
- Requisitos/reglamentos locales/nacionales (IEEE519, CEI, G5/4, etc.)
- Coste total de propiedad (coste inicial, eficiencia, mantenimiento, etc.)

Considere siempre la mitigación de armónicos si la carga del transformador presenta una contribución no lineal del 40 % o superior.

### 5.3.4 Cálculo de armónicos

(Danfoss) ofrece herramientas para el cálculo de armónicos (consulte *capítulo 9.6.5 Software para PC*).

## 5.4 Aislamiento galvánico (PELV)

### 5.4.1 PELV: tensión de protección muy baja

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 01-03/04-06 cumplen con la tensión de protección muy baja (PELV), salvo la conexión a tierra en triángulo por encima de 400 V.

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

Los componentes que forman el aislamiento eléctrico, según se explica a continuación, también cumplen todos los requisitos relativos al aislamiento y a la prueba correspondiente descrita en EN 61800-5-1.

El aislamiento galvánico PELV puede mostrarse en 6 ubicaciones (consulte la *Ilustración 5.7*):

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.

1. Fuente de alimentación (SMPS), incluido el aislamiento de señal del enlace de CC.
2. Circuito para disparo de los IGBT (transformadores de disparo / optoacopladores).
3. Transductores de corriente.
4. Optoacoplador, módulo de freno.
5. Circuitos de flujo de corriente interna, RFI y medición de temperatura.
6. Relés configurables.
7. Freno mecánico.

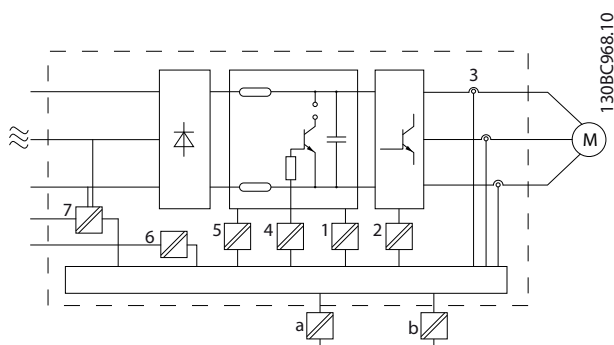


Ilustración 5.7 Aislamiento galvánico

El aislamiento galvánico funcional (a y b en el dibujo) funciona como opción auxiliar de 24 V y para la interfaz del bus estándar RS-485.

### ⚠ ADVERTENCIA

Instalación en altitudes elevadas:

Para altitudes por encima de los 2000 m, póngase en contacto con (Danfoss) en relación con PELV.

### ⚠ ADVERTENCIA

El contacto con los componentes eléctricos podría llegar a provocar la muerte, incluso una vez desconectado el equipo de la red de alimentación.

Además, asegúrese de que se han desconectado las demás entradas de tensión, como la carga compartida (enlace del circuito intermedio de CC), así como la conexión del motor para energía regenerativa.

Antes de tocar cualquier componente eléctrico, espere como mínimo el tiempo indicado en la *Tabla 2.1*.

Solo se permite menos tiempo si se indica en la placa de características para la unidad específica.

## 5.5 Funciones de freno

La función de freno se aplica para frenar la carga en el eje del motor, ya sea mediante el frenado dinámico o el mecánico.

### 5.5.1 Selección de resistencia de freno

La resistencia de freno garantiza que la energía es absorbida por esta y no por el convertidor de frecuencia. Para obtener más información, consulte la *Guía de diseño de la resistencia de freno*.

Si no se conoce la cantidad de energía cinética transferida a la resistencia en cada periodo de frenado, la potencia media puede ser calculada a partir del tiempo de ciclo y del tiempo de frenado, también llamado ciclo de trabajo intermitente. El ciclo de trabajo intermitente de la resistencia es un indicador del ciclo de trabajo con el que funciona la misma. *Ilustración 5.8* muestra un ciclo de frenado típico.

### ⚠ AVISO!

Los proveedores de motores utilizan a menudo S5 al declarar la carga admisible que es una expresión del ciclo de trabajo intermitente.

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

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

T = tiempo del ciclo en s

$t_b$  es el tiempo de frenado en segundos (del tiempo de ciclo total)

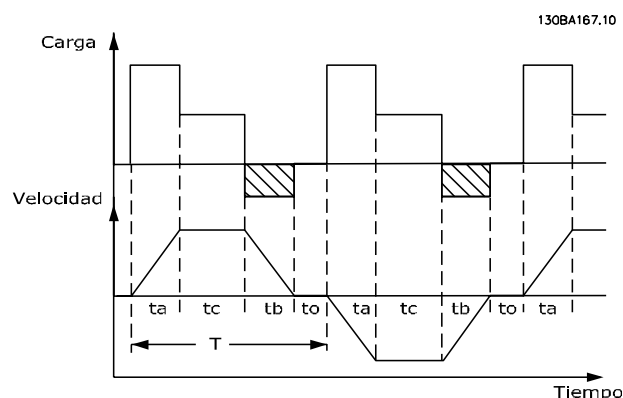


Ilustración 5.8 Ciclo de frenado típico

|                  | Tiempo de ciclo (s) | Ciclo de trabajo de frenado al 100% del par | Ciclo de trabajo de frenado a par de sobrecarga (150/160%) |
|------------------|---------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>200-240 V</b> |                     |                                             |                                                            |
| PK25-P11K        | 120                 | Continua                                    | 40%                                                        |
| P15K-P37K        | 300                 | 10%                                         | 10%                                                        |
| <b>380-500 V</b> |                     |                                             |                                                            |
| PK37-P75K        | 120                 | Continua                                    | 40%                                                        |
| P90K-P160        | 600                 | Continua                                    | 10%                                                        |
| P200-P800        | 600                 | 40%                                         | 10%                                                        |
| <b>525-600 V</b> |                     |                                             |                                                            |
| PK75-P75K        | 120                 | Continua                                    | 40%                                                        |
| <b>525-690 V</b> |                     |                                             |                                                            |
| P37K-P400        | 600                 | 40%                                         | 10%                                                        |
| P500-P560        | 600                 | 40% <sup>1)</sup>                           | 10% <sup>2)</sup>                                          |
| P630-P1M0        | 600                 | 40%                                         | 10%                                                        |

**Tabla 5.9 Frenado en nivel alto de par de sobrecarga**

<sup>1)</sup> 500 kW al 86 % del par de frenado / 560 kW al 76 % del par de frenado

<sup>2)</sup> 500 kW al 130 % del par de frenado / 560 kW al 115 % del par de frenado

(Danfoss) ofrece resistencias de freno con ciclo de trabajo del 5, 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 esta diseñada para manejar el tiempo de frenado requerido.**

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:

$$ED \text{ (ciclodeservicio)} = \frac{t_b}{T \text{ de trabajo}}$$

donde  $t_b$  es el tiempo de frenado en segundos y  $T$  ciclo es el tiempo de ciclo total.

La resistencia de freno se calcula de la siguiente manera:

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{pico}}$$

donde

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

La resistencia de freno depende de la tensión del circuito intermedio ( $U_{cc}$ ).

La función de freno de FC 301 y FC 302 está establecida en 4 áreas de la red.

| Tamaño                       | Freno activo | Advertencia antes de corte | Corte (desconexión) |
|------------------------------|--------------|----------------------------|---------------------|
| FC 301 / FC 302<br>200-240 V | 390 V        | 405 V                      | 410 V               |
| FC 301<br>380-480 V          | 778 V        | 810 V                      | 820 V               |
| FC 302<br>380-500 V          | 810 V        | 840 V                      | 850 V               |
| FC 302<br>525-600 V          | 943 V        | 965 V                      | 975 V               |
| FC 302<br>525-690 V          | 1084 V       | 1109 V                     | 1130 V              |

**Tabla 5.10 Límites de freno [UDC]**

### AVISO!

**Compruebe que la resistencia de freno puede manejar una tensión de 410 V, 820 V, 850 V, 975 V o 1130 V, a menos que se usen resistencias de freno (Danfoss).**

(Danfoss) recomienda la resistencia de freno  $R_{rec}$ , es decir, una que pueda garantizar que el convertidor de frecuencia sea capaz de frenar con el par máximo de frenado ( $M_{br}(\%)$ ) del 160 %. La fórmula puede escribirse como sigue:

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

$\eta_{motor}$  se encuentra, normalmente, a 0,90

$\eta_{VLT}$  se encuentra, normalmente, a 0,98

Para convertidores de frecuencia de 200 V, 480 V, 500 V y 600 V,  $R_{rec}$  al 160 % de par de frenado se escribe como:

$$200 V: R_{rec} = \frac{107780}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$480 V: R_{rec} = \frac{375300}{P_{motor}} [\Omega] \text{ } ^1)$$

$$480 V: R_{rec} = \frac{428914}{P_{motor}} [\Omega] \text{ } ^2)$$

$$500 V: R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$600 V: R_{rec} = \frac{630137}{P_{motor}} [\Omega]$$

$$690 V: R_{rec} = \frac{832664}{P_{motor}} [\Omega]$$

<sup>1)</sup> Para convertidores de frecuencia con salida de eje de  $\leq 7,5$  kW

<sup>2)</sup> Para convertidores de frecuencia con salida de eje de 11 a 75 kW

### **AVISO!**

La resistencia seleccionada del circuito de freno no debería ser superior a la recomendada por (Danfoss). Si se selecciona una resistencia de freno con un valor en ohmios más alto, tal vez no se consiga el par de frenado del 160 % porque existe el riesgo de que el convertidor de frecuencia se desconecte por motivos de seguridad.

### **AVISO!**

Si se produce un cortocircuito en el transistor de freno, la disipación de potencia en la resistencia de freno solo se puede impedir por medio de un contactor o un interruptor de red que desconecte la alimentación eléctrica del convertidor de frecuencia (el convertidor de frecuencia puede controlar el contactor).

### **⚠PRECAUCIÓN**

La resistencia de freno se calienta durante y después del frenado.

- Para evitar lesiones, no toque la resistencia de freno
- Coloque la resistencia de freno en un entorno seguro para evitar el riesgo de incendio.

### **⚠PRECAUCIÓN**

Los convertidores de frecuencia con tipos de protección D y F contienen más de un chopper de frenado. Por ello, debe utilizar una resistencia de freno para cada chopper de frenado en esos tipos de protección.

## 5.5.2 Cableado de la resistencia de freno

### **EMC (cables trenzados / apantallamiento)**

Para cumplir el rendimiento de EMC especificado del convertidor de frecuencia, utilice cables apantallados. Si se utilizan cables no apantallados, se recomienda trenzar los cables para reducir el ruido eléctrico de los cables entre la resistencia de freno y el convertidor de frecuencia.

Para mejorar el rendimiento de EMC se puede utilizar un apantallamiento metálico.

## 5.5.3 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 de sobrecargas la resistencia de freno en caso de producirse un fallo en el convertidor de frecuencia. Además, el freno permite leer la potencia instantánea y principal de los últimos 120 segundos. El freno también puede controlar la potencia y asegurar que no se supera el límite seleccionado en *2-12 Límite potencia de freno (kW)*. En *2-13 Ctról. Potencia freno*, seleccione la función que se realizará cuando la potencia que se transmite a la resistencia de freno sobrepase el límite ajustado en *2-12 Límite potencia de freno (kW)*.

### **AVISO!**

El control de la potencia de frenado no es una función de seguridad; se necesita un interruptor térmico para lograr ese objetivo. El circuito de resistencia de freno no tiene protección de fuga a tierra.

En *2-17 Control de sobretensión* puede seleccionarse Control de sobretensión (OVC) (excluyendo la resistencia de freno) como función de freno alternativa. 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 rampa de deceleración es demasiado corto, ya que se evita la desconexión del convertidor de frecuencia. En esta situación, el tiempo de rampa de deceleración se amplía.

### **AVISO!**

El OVC no puede activarse cuando está funcionando un motor PM (cuando *1-10 Construcción del motor* está ajustado en *[1] PM no saliente SPM*).

## 6 Especificaciones de los productos

### 6.1 Datos eléctricos

#### 6.1.1 Alimentación de red 200-240 V

| Designación de tipo                                                                                                   | PK25                                | PK37  | PK55  | PK75  | P1K1  | P1K5  | P2K2  | P3K0 | P3K7 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Salida típica de eje [kW]                                                                                             | 0,25                                | 0,37  | 0,55  | 0,75  | 1,1   | 1,5   | 2,2   | 3,0  | 3,7  |
| Protección IP20 (FC 301 solo)                                                                                         | A1                                  | A1    | A1    | A1    | A1    | A1    | -     | -    | -    |
| Protección IP20 / IP21                                                                                                | A2                                  | A2    | A2    | A2    | A2    | A2    | A2    | A3   | A3   |
| Protección IP55, IP66                                                                                                 | A4/A5                               | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A5   | A5   |
| <b>Intensidad de salida</b>                                                                                           |                                     |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Continua (200-240 V) [A]                                                                                              | 1,8                                 | 2,4   | 3,5   | 4,6   | 6,6   | 7,5   | 10,6  | 12,5 | 16,7 |
| Intermitente (200-240 V) [A]                                                                                          | 2,9                                 | 3,8   | 5,6   | 7,4   | 10,6  | 12,0  | 17,0  | 20,0 | 26,7 |
| Continua kVa (208 V) [kVa]                                                                                            | 0,65                                | 0,86  | 1,26  | 1,66  | 2,38  | 2,70  | 3,82  | 4,50 | 6,00 |
| <b>Intensidad de entrada máx.</b>                                                                                     |                                     |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Continua (200-240 V) [A]                                                                                              | 1,6                                 | 2,2   | 3,2   | 4,1   | 5,9   | 6,8   | 9,5   | 11,3 | 15,0 |
| Intermitente (200-240 V) [A]                                                                                          | 2,6                                 | 3,5   | 5,1   | 6,6   | 9,4   | 10,9  | 15,2  | 18,1 | 24,0 |
| <b>Especificaciones adicionales</b>                                                                                   |                                     |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para red, motor, freno y carga compartida [mm <sup>2</sup> ] [(AWG)] | 4,4,4 (12,12,12)<br>(mín. 0,2 (24)) |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Sección transversal máx. de cable <sup>4)</sup> para desconexión [mm <sup>2</sup> ] [(AWG)]                           | 6,4,4 (10,12,12)                    |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                                                 | 21                                  | 29    | 42    | 54    | 63    | 82    | 116   | 155  | 185  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                                             | 0,94                                | 0,94  | 0,95  | 0,95  | 0,96  | 0,96  | 0,96  | 0,96 | 0,96 |

Tabla 6.1 Alimentación de red 200-240 V, PK25-P3K7

| Designación de tipo                                                                                                           | P5K5             |      | P7K5             |      | P11K             |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| Sobrecarga alta / normal <sup>1)</sup>                                                                                        | HO               | NO   | HO               | NO   | HO               | NO   |
| Salida típica de eje [kW]                                                                                                     | 5,5              | 7,5  | 7,5              | 11   | 11               | 15   |
| Protección IP20                                                                                                               | B3               |      | B3               |      | B4               |      |
| Protección IP21, IP55, IP66                                                                                                   | B1               |      | B1               |      | B2               |      |
| Intensidad de salida                                                                                                          |                  |      |                  |      |                  |      |
| Continua (200-240 V) [A]                                                                                                      | 24,2             | 30,8 | 30,8             | 46,2 | 46,2             | 59,4 |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (200-240 V) [A]                                                                             | 38,7             | 33,9 | 49,3             | 50,8 | 73,9             | 65,3 |
| Continua kVa (208 V) [kVa]                                                                                                    | 8,7              | 11,1 | 11,1             | 16,6 | 16,6             | 21,4 |
| Intensidad de entrada máx.                                                                                                    |                  |      |                  |      |                  |      |
| Continua (200-240 V) [A]                                                                                                      | 22,0             | 28,0 | 28,0             | 42,0 | 42,0             | 54,0 |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (200-240 V) [A]                                                                             | 35,2             | 30,8 | 44,8             | 46,2 | 67,2             | 59,4 |
| Especificaciones adicionales                                                                                                  |                  |      |                  |      |                  |      |
| Sección transversal máx. del cable IP20 <sup>4)</sup> para red, motor, freno y carga compartida<br>[mm <sup>2</sup> ] ([AWG]) | 10,10,- (8,8,-)  |      | 10,10,- (8,8,-)  |      | 35,-,- (2,-,-)   |      |
| Sección transversal máx. del cable IP21 <sup>4)</sup> para red, freno y carga compartida<br>[mm <sup>2</sup> ] ([AWG])        | 16,10,16 (6,8,6) |      | 16,10,16 (6,8,6) |      | 35,-,- (2,-,-)   |      |
| Sección transversal máx. del cable IP21 <sup>4)</sup> para motor<br>[mm <sup>2</sup> ] ([AWG])                                | 10,10,- (8,8,-)  |      | 10,10,- (8,8,-)  |      | 35,25,25 (2,4,4) |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para desconexión<br>[mm <sup>2</sup> ] ([AWG])                               | 16,10,10 (6,8,8) |      |                  |      |                  |      |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                                                         | 239              | 310  | 371              | 514  | 463              | 602  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                                                     | 0,96             |      | 0,96             |      | 0,96             |      |

**Tabla 6.2 Alimentación de red 200-240 V, P5K5-P11K**

| Designación de tipo                                                                             | P15K                 |      | P18K   |      | P22K   |      | P30K                       |      | P37K                                  |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|--------|------|--------|------|----------------------------|------|---------------------------------------|------|
| Sobrecarga alta / normal <sup>1)</sup>                                                          | HO                   | NO   | HO     | NO   | HO     | NO   | HO                         | NO   | HO                                    | NO   |
| Salida típica de eje [kW]                                                                       | 15                   | 18,5 | 18,5   | 22   | 22     | 30   | 30                         | 37   | 37                                    | 45   |
| Protección IP20                                                                                 | B4                   |      | C3     |      | C3     |      | C4                         |      | C4                                    |      |
| Protección IP21, IP55, IP66                                                                     | C1                   |      | C1     |      | C1     |      | C2                         |      | C2                                    |      |
| Intensidad de salida                                                                            |                      |      |        |      |        |      |                            |      |                                       |      |
| Continua (200-240 V) [A]                                                                        | 59,4                 | 74,8 | 74,8   | 88,0 | 88,0   | 115  | 115                        | 143  | 143                                   | 170  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (200-240 V) [A]                                               | 89,1                 | 82,3 | 112    | 96,8 | 132    | 127  | 173                        | 157  | 215                                   | 187  |
| Continua kVa (208 V) [kVa]                                                                      | 21,4                 | 26,9 | 26,9   | 31,7 | 31,7   | 41,4 | 41,4                       | 51,5 | 51,5                                  | 61,2 |
| Intensidad de entrada máx.                                                                      |                      |      |        |      |        |      |                            |      |                                       |      |
| Continua (200-240 V) [A]                                                                        | 54,0                 | 68,0 | 68,0   | 80,0 | 80,0   | 104  | 104                        | 130  | 130                                   | 154  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (200-240 V) [A]                                               | 81,0                 | 74,8 | 102    | 88,0 | 120    | 114  | 156                        | 143  | 195                                   | 169  |
| Especificaciones adicionales                                                                    |                      |      |        |      |        |      |                            |      |                                       |      |
| Sección transversal máx. del cable IP20 para red, motor, freno y carga compartida [mm²] ([AWG]) | 35 (2)               |      | 50 (1) |      | 50 (1) |      | 150 (300 MCM)              |      | 150 (300 MCM)                         |      |
| Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para red y motor [mm²] ([AWG])              | 50 (1)               |      | 50 (1) |      | 50 (1) |      | 150 (300 MCM)              |      | 150 (300 MCM)                         |      |
| Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para freno y carga compartida [mm²] ([AWG]) | 50 (1)               |      | 50 (1) |      | 50 (1) |      | 95 (3/0)                   |      | 95 (3/0)                              |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para desconexión [mm²] ([AWG])                 | 50, 35, 35 (1, 2, 2) |      |        |      |        |      | 95, 70, 70 (3/0, 2/0, 2/0) |      | 185, 150, 120 (350 MCM, 300 MCM, 4/0) |      |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                           | 624                  | 737  | 740    | 845  | 874    | 1140 | 1143                       | 1353 | 1400                                  | 1636 |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                       | 0,96                 |      | 0,97   |      | 0,97   |      | 0,97                       |      | 0,97                                  |      |

Tabla 6.3 Alimentación de red 200-240 V, P15K-P37K

## 6.1.2 Alimentación de red 380-500 V

| Designación de tipo                                                                                                              | PK37                             | PK55  | PK75  | P1K1  | P1K5  | P2K2  | P3K0  | P4K0  | P5K5 | P7K5 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Salida típica de eje [kW]                                                                                                        | 0,37                             | 0,55  | 0,75  | 1,1   | 1,5   | 2,2   | 3,0   | 4,0   | 5,5  | 7,5  |
| Protección IP20 (FC 301 solo)                                                                                                    | A1                               | A1    | A1    | A1    | A1    | -     | -     | -     | -    | -    |
| Protección IP20 / IP21                                                                                                           | A2                               | A2    | A2    | A2    | A2    | A2    | A2    | A2    | A3   | A3   |
| Protección IP55, IP66                                                                                                            | A4/A5                            | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A4/A5 | A5   | A5   |
| <b>Intensidad de salida Sobrecarga alta 160 % durante 1 minuto</b>                                                               |                                  |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Salida de eje [kW]                                                                                                               | 0,37                             | 0,55  | 0,75  | 1,1   | 1,5   | 2,2   | 3     | 4     | 5,5  | 7,5  |
| Continua (380-440 V) [A]                                                                                                         | 1,3                              | 1,8   | 2,4   | 3,0   | 4,1   | 5,6   | 7,2   | 10    | 13   | 16   |
| Intermitente (380-440 V) [A]                                                                                                     | 2,1                              | 2,9   | 3,8   | 4,8   | 6,6   | 9,0   | 11,5  | 16    | 20,8 | 25,6 |
| Continua (441-500 V) [A]                                                                                                         | 1,2                              | 1,6   | 2,1   | 2,7   | 3,4   | 4,8   | 6,3   | 8,2   | 11   | 14,5 |
| Intermitente (441-500 V) [A]                                                                                                     | 1,9                              | 2,6   | 3,4   | 4,3   | 5,4   | 7,7   | 10,1  | 13,1  | 17,6 | 23,2 |
| Continua kVA (400 V) [kVA]                                                                                                       | 0,9                              | 1,3   | 1,7   | 2,1   | 2,8   | 3,9   | 5,0   | 6,9   | 9,0  | 11   |
| Continua kVA (460 V) [kVA]                                                                                                       | 0,9                              | 1,3   | 1,7   | 2,4   | 2,7   | 3,8   | 5,0   | 6,5   | 8,8  | 11,6 |
| <b>Intensidad de entrada máx.</b>                                                                                                |                                  |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Continua (380-440 V) [A]                                                                                                         | 1,2                              | 1,6   | 2,2   | 2,7   | 3,7   | 5,0   | 6,5   | 9,0   | 11,7 | 14,4 |
| Intermitente (380-440 V) [A]                                                                                                     | 1,9                              | 2,6   | 3,5   | 4,3   | 5,9   | 8,0   | 10,4  | 14,4  | 18,7 | 23   |
| Continua (441-500 V) [A]                                                                                                         | 1,0                              | 1,4   | 1,9   | 2,7   | 3,1   | 4,3   | 5,7   | 7,4   | 9,9  | 13   |
| Intermitente (441-500 V) [A]                                                                                                     | 1,6                              | 2,2   | 3,0   | 4,3   | 5,0   | 6,9   | 9,1   | 11,8  | 15,8 | 20,8 |
| <b>Especificaciones adicionales</b>                                                                                              |                                  |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Sección transversal máx. del cable IP20, IP21 <sup>4)</sup> para red, motor, freno y carga compartida [mm <sup>2</sup> ] ([AWG]) | 4,4 (12,12,12)<br>(mín. 0,2(24)) |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Sección transversal máx. del cable IP55, IP66 <sup>4)</sup> para red, motor, freno y carga compartida [mm <sup>2</sup> ] ([AWG]) | 4,4 (12,12,12)                   |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para desconexión [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])                                     | 6,4 (10,12,12)                   |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                                                            | 35                               | 42    | 46    | 58    | 62    | 88    | 116   | 124   | 187  | 255  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                                                        | 0,93                             | 0,95  | 0,96  | 0,96  | 0,97  | 0,97  | 0,97  | 0,97  | 0,97 | 0,97 |

Tabla 6.4 Alimentación de red 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), PK37-P7K5

| Designación de tipo                                                                                                | P11K                 |      | P15K                 |      | P18K                 |      | P22K                 |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|
| Sobrecarga alta / normal <sup>1)</sup>                                                                             | HO                   | NO   | HO                   | NO   | HO                   | NO   | HO                   | NO   |
| Salida típica de eje [kW]                                                                                          | 11                   | 15   | 15                   | 18,5 | 18,5                 | 22,0 | 22,0                 | 30,0 |
| Protección IP20                                                                                                    | B3                   |      | B3                   |      | B4                   |      | B4                   |      |
| Protección IP21                                                                                                    | B1                   |      | B1                   |      | B2                   |      | B2                   |      |
| Protección IP55, IP66                                                                                              | B1                   |      | B1                   |      | B2                   |      | B2                   |      |
| Intensidad de salida                                                                                               |                      |      |                      |      |                      |      |                      |      |
| Continua (380-440 V) [A]                                                                                           | 24                   | 32   | 32                   | 37,5 | 37,5                 | 44   | 44                   | 61   |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (380-440 V) [A]                                                                  | 38,4                 | 35,2 | 51,2                 | 41,3 | 60                   | 48,4 | 70,4                 | 67,1 |
| Continua (441-500 V) [A]                                                                                           | 21                   | 27   | 27                   | 34   | 34                   | 40   | 40                   | 52   |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (441-500 V) [A]                                                                  | 33,6                 | 29,7 | 43,2                 | 37,4 | 54,4                 | 44   | 64                   | 57,2 |
| Continua kVA (400 V) [kVA]                                                                                         | 16,6                 | 22,2 | 22,2                 | 26   | 26                   | 30,5 | 30,5                 | 42,3 |
| Continua kVA (460 V) [kVA]                                                                                         |                      | 21,5 |                      | 27,1 |                      | 31,9 |                      | 41,4 |
| Intensidad de entrada máx.                                                                                         |                      |      |                      |      |                      |      |                      |      |
| Continua (380-440 V) [A]                                                                                           | 22                   | 29   | 29                   | 34   | 34                   | 40   | 40                   | 55   |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (380-440 V) [A]                                                                  | 35,2                 | 31,9 | 46,4                 | 37,4 | 54,4                 | 44   | 64                   | 60,5 |
| Continua (441-500 V) [A]                                                                                           | 19                   | 25   | 25                   | 31   | 31                   | 36   | 36                   | 47   |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s) (441-500 V) [A]                                                                  | 30,4                 | 27,5 | 40                   | 34,1 | 49,6                 | 39,6 | 57,6                 | 51,7 |
| Especificaciones adicionales                                                                                       |                      |      |                      |      |                      |      |                      |      |
| Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 <sup>4)</sup> para red, freno y carga compartida [mm²] ([AWG]) | 16, 10, 16 (6, 8, 6) |      | 16, 10, 16 (6, 8, 6) |      | 35,-,-(2,-,-)        |      | 35,-,-(2,-,-)        |      |
| Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 <sup>4)</sup> para motor [mm²] ([AWG])                         | 10, 10,- (8, 8,-)    |      | 10, 10,- (8, 8,-)    |      | 35, 25, 25 (2, 4, 4) |      | 35, 25, 25 (2, 4, 4) |      |
| Sección transversal máx. del cable IP20 <sup>4)</sup> para red, motor, freno y carga compartida [mm²] ([AWG])      | 10, 10,- (8, 8,-)    |      | 10, 10,- (8, 8,-)    |      | 35,-,-(2,-,-)        |      | 35,-,-(2,-,-)        |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para desconexión [mm²] ([AWG])                                    | 16, 10, 10 (6, 8, 8) |      |                      |      |                      |      |                      |      |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                                              | 291                  | 392  | 379                  | 465  | 444                  | 525  | 547                  | 739  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                                          | 0,98                 |      | 0,98                 |      | 0,98                 |      | 0,98                 |      |

Tabla 6.5 Alimentación de red 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P11K-P22K

| Designación de tipo                                                                                   | P30K                    |      | P37K   |      | P45K   |      | P55K                          |      | P75K                                        |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|--------|------|--------|------|-------------------------------|------|---------------------------------------------|------|
| Sobrecarga alta / normal <sup>1)</sup>                                                                | HO                      | NO   | HO     | NO   | HO     | NO   | HO                            | NO   | HO                                          | NO   |
| Salida típica de eje [kW]                                                                             | 30                      | 37   | 37     | 45   | 45     | 55   | 55                            | 75   | 75                                          | 90   |
| Protección IP21                                                                                       | C1                      |      | C1     |      | C1     |      | C2                            |      | C2                                          |      |
| Protección IP20                                                                                       | B4                      |      | C3     |      | C3     |      | C4                            |      | C4                                          |      |
| Protección IP55, IP66                                                                                 | C1                      |      | C1     |      | C1     |      | C2                            |      | C2                                          |      |
| Intensidad de salida                                                                                  |                         |      |        |      |        |      |                               |      |                                             |      |
| Continua (380-440 V) [A]                                                                              | 61                      | 73   | 73     | 90   | 90     | 106  | 106                           | 147  | 147                                         | 177  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s)<br>(380-440 V) [A]                                                  | 91,5                    | 80,3 | 110    | 99   | 135    | 117  | 159                           | 162  | 221                                         | 195  |
| Continua (441-500 V) [A]                                                                              | 52                      | 65   | 65     | 80   | 80     | 105  | 105                           | 130  | 130                                         | 160  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s)<br>(441-500 V) [A]                                                  | 78                      | 71,5 | 97,5   | 88   | 120    | 116  | 158                           | 143  | 195                                         | 176  |
| Continua kVA (400 V) [kVA]                                                                            | 42,3                    | 50,6 | 50,6   | 62,4 | 62,4   | 73,4 | 73,4                          | 102  | 102                                         | 123  |
| Continua kVA (460 V) [kVA]                                                                            |                         | 51,8 |        | 63,7 |        | 83,7 |                               | 104  |                                             | 128  |
| Intensidad de entrada máx.                                                                            |                         |      |        |      |        |      |                               |      |                                             |      |
| Continua (380-440 V) [A]                                                                              | 55                      | 66   | 66     | 82   | 82     | 96   | 96                            | 133  | 133                                         | 161  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s)<br>(380-440 V) [A]                                                  | 82,5                    | 72,6 | 99     | 90,2 | 123    | 106  | 144                           | 146  | 200                                         | 177  |
| Continua (441-500 V) [A]                                                                              | 47                      | 59   | 59     | 73   | 73     | 95   | 95                            | 118  | 118                                         | 145  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s)<br>(441-500 V) [A]                                                  | 70,5                    | 64,9 | 88,5   | 80,3 | 110    | 105  | 143                           | 130  | 177                                         | 160  |
| Especificaciones adicionales                                                                          |                         |      |        |      |        |      |                               |      |                                             |      |
| Sección transversal máx. del cable<br>IP20 para red y motor<br>[mm²] ([AWG])                          | 35 (2)                  |      | 50 (1) |      | 50 (1) |      | 150 (300 MCM)                 |      | 150 (300 MCM)                               |      |
| Sección transversal máx. del cable<br>IP20 para freno y carga compartida<br>[mm²] ([AWG])             | 35 (2)                  |      | 50 (1) |      | 50 (1) |      | 95 (4/0)                      |      | 95 (4/0)                                    |      |
| Sección transversal máx. del cable<br>IP21, IP55, IP66 para red y motor<br>[mm²] ([AWG])              | 50 (1)                  |      | 50 (1) |      | 50 (1) |      | 150 (300 MCM)                 |      | 150 (300 MCM)                               |      |
| Sección transversal máx. del cable<br>IP21, IP55, IP66 para freno y carga<br>compartida [mm²] ([AWG]) | 50 (1)                  |      | 50 (1) |      | 50 (1) |      | 95 (3/0)                      |      | 95 (3/0)                                    |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup><br>con desconexión de la red [mm²]<br>([AWG])        | 50, 35, 35<br>(1, 2, 2) |      |        |      |        |      | 95, 70, 70<br>(3/0, 2/0, 2/0) |      | 185, 150, 120<br>(350 MCM,<br>300 MCM, 4/0) |      |
| Pérdida estimada de potencia<br>con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                              | 570                     | 698  | 697    | 843  | 891    | 1083 | 1022                          | 1384 | 1232                                        | 1474 |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                             | 0,98                    |      | 0,98   |      | 0,98   |      | 0,98                          |      | 0,99                                        |      |

**Tabla 6.6 Alimentación de red 380-500 V (FC 302), 380-480 V (FC 301), P30K-P75K**

### 6.1.3 Alimentación de red 525-600 V (solo FC 302)

| Designación de tipo                                                                                                   | PK75                                | P1K1 | P1K5 | P2K2 | P3K0 | P4K0 | P5K5 | P7K5 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Salida típica de eje [kW]                                                                                             | 0,75                                | 1,1  | 1,5  | 2,2  | 3    | 4    | 5,5  | 7,5  |
| Protección IP20, IP21                                                                                                 | A3                                  | A3   | A3   | A3   | A3   | A3   | A3   | A3   |
| Protección IP55                                                                                                       | A5                                  | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   | A5   |
| <b>Intensidad de salida</b>                                                                                           |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| Continua (525-550 V) [A]                                                                                              | 1,8                                 | 2,6  | 2,9  | 4,1  | 5,2  | 6,4  | 9,5  | 11,5 |
| Intermitente (525-550 V) [A]                                                                                          | 2,9                                 | 4,2  | 4,6  | 6,6  | 8,3  | 10,2 | 15,2 | 18,4 |
| Continua (551-600 V) [A]                                                                                              | 1,7                                 | 2,4  | 2,7  | 3,9  | 4,9  | 6,1  | 9,0  | 11,0 |
| Intermitente (551-600 V) [A]                                                                                          | 2,7                                 | 3,8  | 4,3  | 6,2  | 7,8  | 9,8  | 14,4 | 17,6 |
| Continua kVA (525 V) [kVA]                                                                                            | 1,7                                 | 2,5  | 2,8  | 3,9  | 5,0  | 6,1  | 9,0  | 11,0 |
| Continua kVA (575 V) [kVA]                                                                                            | 1,7                                 | 2,4  | 2,7  | 3,9  | 4,9  | 6,1  | 9,0  | 11,0 |
| <b>Intensidad de entrada máx.</b>                                                                                     |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| Continua (525-600 V) [A]                                                                                              | 1,7                                 | 2,4  | 2,7  | 4,1  | 5,2  | 5,8  | 8,6  | 10,4 |
| Intermitente (525-600 V) [A]                                                                                          | 2,7                                 | 3,8  | 4,3  | 6,6  | 8,3  | 9,3  | 13,8 | 16,6 |
| <b>Especificaciones adicionales</b>                                                                                   |                                     |      |      |      |      |      |      |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para red, motor, freno y carga compartida [mm <sup>2</sup> ] ([AWG]) | 4,4,4 (12,12,12)<br>(mín. 0,2 (24)) |      |      |      |      |      |      |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para desconexión [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])                          | 6,4,4 (10,12,12)                    |      |      |      |      |      |      |      |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                                                 | 35                                  | 50   | 65   | 92   | 122  | 145  | 195  | 261  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                                             | 0,97                                | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |

Tabla 6.7 Alimentación de red 525-600 V (solo FC 302), PK75-P7K5

| Designación de tipo                                                                                                             | P11K                    |      | P15K                 |      | P18K                 |      | P22K                 |      | P30K           |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------|------|
| Sobrecarga alta / normal <sup>1)</sup>                                                                                          | HO                      | NO   | HO                   | NO   | HO                   | NO   | HO                   | NO   | HO             | NO   |
| Salida típica de eje [kW]                                                                                                       | 11                      | 15   | 15                   | 18,5 | 18,5                 | 22   | 22                   | 30   | 30             | 37   |
| Protección IP20                                                                                                                 | B3                      |      | B3                   |      | B4                   |      | B4                   |      | B4             |      |
| Protección IP21, IP55, IP66                                                                                                     | B1                      |      | B1                   |      | B2                   |      | B2                   |      | C1             |      |
| Intensidad de salida                                                                                                            |                         |      |                      |      |                      |      |                      |      |                |      |
| Continua (525-550 V) [A]                                                                                                        | 19                      | 23   | 23                   | 28   | 28                   | 36   | 36                   | 43   | 43             | 54   |
| Intermitente (525-550 V) [A]                                                                                                    | 30                      | 25   | 37                   | 31   | 45                   | 40   | 58                   | 47   | 65             | 59   |
| Continua (551-600 V) [A]                                                                                                        | 18                      | 22   | 22                   | 27   | 27                   | 34   | 34                   | 41   | 41             | 52   |
| Intermitente (551-600 V) [A]                                                                                                    | 29                      | 24   | 35                   | 30   | 43                   | 37   | 54                   | 45   | 62             | 57   |
| Continua kVA (550 V) [kVA]                                                                                                      | 18,1                    | 21,9 | 21,9                 | 26,7 | 26,7                 | 34,3 | 34,3                 | 41,0 | 41,0           | 51,4 |
| Continua kVA (575 V) [kVA]                                                                                                      | 17,9                    | 21,9 | 21,9                 | 26,9 | 26,9                 | 33,9 | 33,9                 | 40,8 | 40,8           | 51,8 |
| Intensidad de entrada máx.                                                                                                      |                         |      |                      |      |                      |      |                      |      |                |      |
| Continua a 550 V [A]                                                                                                            | 17,2                    | 20,9 | 20,9                 | 25,4 | 25,4                 | 32,7 | 32,7                 | 39   | 39             | 49   |
| Intermitente a 550 V [A]                                                                                                        | 28                      | 23   | 33                   | 28   | 41                   | 36   | 52                   | 43   | 59             | 54   |
| Continua a 575 V [A]                                                                                                            | 16                      | 20   | 20                   | 24   | 24                   | 31   | 31                   | 37   | 37             | 47   |
| Intermitente a 575 V [A]                                                                                                        | 26                      | 22   | 32                   | 27   | 39                   | 34   | 50                   | 41   | 56             | 52   |
| Especificaciones adicionales                                                                                                    |                         |      |                      |      |                      |      |                      |      |                |      |
| Sección transversal máx. del cable IP20 <sup>4)</sup> para red, motor, freno y carga compartida [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])      | 10, 10,- (8, 8,-)       |      | 10, 10,- (8, 8,-)    |      | 35,-,-(2,-,-)        |      | 35,-,-(2,-,-)        |      | 35,-,-(2,-,-)  |      |
| Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 <sup>4)</sup> para red, freno y carga compartida [mm <sup>2</sup> ] ([AWG]) | 16, 10, 10 (6, 8, 8)    |      | 16, 10, 10 (6, 8, 8) |      | 35,-,-(2,-,-)        |      | 35,-,-(2,-,-)        |      | 50,-,- (1,-,-) |      |
| Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 <sup>4)</sup> para motor [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])                         | 10, 10,- (8, 8,-)       |      | 10, 10,- (8, 8,-)    |      | 35, 25, 25 (2, 4, 4) |      | 35, 25, 25 (2, 4, 4) |      | 50,-,- (1,-,-) |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para desconexión [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])                                    | 16, 10, 10<br>(6, 8, 8) |      |                      |      |                      |      |                      |      |                |      |
| Pérdida estimada de potencia con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                                                           | 220                     | 300  | 300                  | 370  | 370                  | 440  | 440                  | 600  | 600            | 740  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                                                       | 0,98                    |      | 0,98                 |      | 0,98                 |      | 0,98                 |      | 0,98           |      |

Tabla 6.8 Alimentación de red 525-600 V (solo FC 302), P11K-P30K

| Designación de tipo                                                                             | P37K                    |      | P45K |      | P55K                          |       | P75K                                        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|-------------------------------|-------|---------------------------------------------|-------|
| Sobrecarga alta / normal <sup>1)</sup>                                                          | HO                      | NO   | HO   | NO   | HO                            | NO    | HO                                          | NO    |
| Salida típica de eje [kW]                                                                       | 37                      | 45   | 45   | 55   | 55                            | 75    | 75                                          | 90    |
| Protección IP20                                                                                 | C3                      | C3   | C3   |      | C4                            |       | C4                                          |       |
| Protección IP21, IP55, IP66                                                                     | C1                      | C1   | C1   |      | C2                            |       | C2                                          |       |
| Intensidad de salida                                                                            |                         |      |      |      |                               |       |                                             |       |
| Continua (525-550 V) [A]                                                                        | 54                      | 65   | 65   | 87   | 87                            | 105   | 105                                         | 137   |
| Intermitente (525-550 V) [A]                                                                    | 81                      | 72   | 98   | 96   | 131                           | 116   | 158                                         | 151   |
| Continua (551-600 V) [A]                                                                        | 52                      | 62   | 62   | 83   | 83                            | 100   | 100                                         | 131   |
| Intermitente (551-600 V) [A]                                                                    | 78                      | 68   | 93   | 91   | 125                           | 110   | 150                                         | 144   |
| Continua kVA (550 V) [kVA]                                                                      | 51,4                    | 61,9 | 61,9 | 82,9 | 82,9                          | 100,0 | 100,0                                       | 130,5 |
| Continua kVA (575 V) [kVA]                                                                      | 51,8                    | 61,7 | 61,7 | 82,7 | 82,7                          | 99,6  | 99,6                                        | 130,5 |
| Intensidad de entrada máx.                                                                      |                         |      |      |      |                               |       |                                             |       |
| Continua a 550 V [A]                                                                            | 49                      | 59   | 59   | 78,9 | 78,9                          | 95,3  | 95,3                                        | 124,3 |
| Intermitente a 550 V [A]                                                                        | 74                      | 65   | 89   | 87   | 118                           | 105   | 143                                         | 137   |
| Continua a 575 V [A]                                                                            | 47                      | 56   | 56   | 75   | 75                            | 91    | 91                                          | 119   |
| Intermitente a 575 V [A]                                                                        | 70                      | 62   | 85   | 83   | 113                           | 100   | 137                                         | 131   |
| Especificaciones adicionales                                                                    |                         |      |      |      |                               |       |                                             |       |
| Sección transversal máx. del cable IP20 para red y motor [mm²] ([AWG])                          | 50 (1)                  |      |      |      | 150 (300 MCM)                 |       |                                             |       |
| Sección transversal máx. del cable IP20 para freno y carga compartida [mm²] ([AWG])             | 50 (1)                  |      |      |      | 95 (4/0)                      |       |                                             |       |
| Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para red y motor [mm²] ([AWG])              | 50 (1)                  |      |      |      | 150 (300 MCM)                 |       |                                             |       |
| Sección transversal máx. del cable IP21, IP55, IP66 para freno y carga compartida [mm²] ([AWG]) | 50 (1)                  |      |      |      | 95 (4/0)                      |       |                                             |       |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> con desconexión de la red [mm²] ([AWG])        | 50, 35, 35<br>(1, 2, 2) |      |      |      | 95, 70, 70<br>(3/0, 2/0, 2/0) |       | 185, 150, 120<br>(350 MCM,<br>300 MCM, 4/0) |       |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                           | 740                     | 900  | 900  | 1100 | 1100                          | 1500  | 1500                                        | 1800  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                       | 0,98                    |      | 0,98 |      | 0,98                          |       | 0,98                                        |       |

Tabla 6.9 Alimentación de red 525-600 V (FC 302 solo), P37K-P75K

## 6.1.4 Alimentación de red 525-690 V (solo FC 302)

| Designación de tipo                                                                                                   | P1K1                                 | P1K5    | P2K2    | P3K0    | P4K0    | P5K5    | P7K5    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sobrecarga normal / alta <sup>1)</sup>                                                                                | HO / NO                              | HO / NO | HO / NO | HO / NO | HO / NO | HO / NO | HO / NO |
| Salida típica de eje (kW)                                                                                             | 1,1                                  | 1,5     | 2,2     | 3,0     | 4,0     | 5,5     | 7,5     |
| Protección IP20                                                                                                       | A3                                   | A3      | A3      | A3      | A3      | A3      | A3      |
| <b>Intensidad de salida</b>                                                                                           |                                      |         |         |         |         |         |         |
| Continua (525-550 V) [A]                                                                                              | 2,1                                  | 2,7     | 3,9     | 4,9     | 6,1     | 9,0     | 11,0    |
| Intermitente (525-550 V) [A]                                                                                          | 3,4                                  | 4,3     | 6,2     | 7,8     | 9,8     | 14,4    | 17,6    |
| Continua (551-690 V) [A]                                                                                              | 1,6                                  | 2,2     | 3,2     | 4,5     | 5,5     | 7,5     | 10,0    |
| Intermitente (551-690 V) [A]                                                                                          | 2,6                                  | 3,5     | 5,1     | 7,2     | 8,8     | 12,0    | 16,0    |
| Continua kVA 525 V                                                                                                    | 1,9                                  | 2,5     | 3,5     | 4,5     | 5,5     | 8,2     | 10,0    |
| Continua kVA 690 V                                                                                                    | 1,9                                  | 2,6     | 3,8     | 5,4     | 6,6     | 9,0     | 12,0    |
| <b>Intensidad de entrada máx.</b>                                                                                     |                                      |         |         |         |         |         |         |
| Continua (525-550 V) [A]                                                                                              | 1,9                                  | 2,4     | 3,5     | 4,4     | 5,5     | 8,1     | 9,9     |
| Intermitente (525-550 V) [A]                                                                                          | 3,0                                  | 3,9     | 5,6     | 7,0     | 8,8     | 12,9    | 15,8    |
| Continua (551-690 V) [A]                                                                                              | 1,4                                  | 2,0     | 2,9     | 4,0     | 4,9     | 6,7     | 9,0     |
| Intermitente (551-690 V) [A]                                                                                          | 2,3                                  | 3,2     | 4,6     | 6,5     | 7,9     | 10,8    | 14,4    |
| <b>Especificaciones adicionales</b>                                                                                   |                                      |         |         |         |         |         |         |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para red, motor, freno y carga compartida [mm <sup>2</sup> ] ([AWG]) | 4, 4, 4 (12, 12, 12) (min. 0,2 [24]) |         |         |         |         |         |         |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para desconexión [mm <sup>2</sup> ] ([AWG])                          | 6, 4, 4 (10, 12, 12)                 |         |         |         |         |         |         |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                                                 | 44                                   | 60      | 88      | 120     | 160     | 220     | 300     |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                                             | 0,96                                 | 0,96    | 0,96    | 0,96    | 0,96    | 0,96    | 0,96    |

Tabla 6.10 Protección A3, alimentación de red 525-690 V IP20 / chasis protegido, P1K1-P7K5

| Designación de tipo                                                                                       | P11K                 |      | P15K |      | P18K |      | P22K |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Sobrecarga normal / alta <sup>1)</sup>                                                                    | HO                   | NO   | HO   | NO   | HO   | NO   | HO   | NO   |
| Salida típica de eje a 550 V [kW]                                                                         | 7,5                  | 11   | 11   | 15   | 15   | 18,5 | 18,5 | 22   |
| Salida típica de eje a 690 V [kW]                                                                         | 11                   | 15   | 15   | 18,5 | 18,5 | 22   | 22   | 30   |
| Protección IP20                                                                                           | B4                   |      | B4   |      | B4   |      | B4   |      |
| Protección IP21, IP55                                                                                     | B2                   |      | B2   |      | B2   |      | B2   |      |
| Intensidad de salida                                                                                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |
| Continua (525-550 V) [A]                                                                                  | 14,0                 | 19,0 | 19,0 | 23,0 | 23,0 | 28,0 | 28,0 | 36,0 |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s)(525-550 V) [A]                                                          | 22,4                 | 20,9 | 30,4 | 25,3 | 36,8 | 30,8 | 44,8 | 39,6 |
| Continua (551-690 V) [A]                                                                                  | 13,0                 | 18,0 | 18,0 | 22,0 | 22,0 | 27,0 | 27,0 | 34,0 |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s)(551-690 V) [A]                                                          | 20,8                 | 19,8 | 28,8 | 24,2 | 35,2 | 29,7 | 43,2 | 37,4 |
| continua kVa (a 550 V) [KVA]                                                                              | 13,3                 | 18,1 | 18,1 | 21,9 | 21,9 | 26,7 | 26,7 | 34,3 |
| continua kVa (a 690 V) [KVA]                                                                              | 15,5                 | 21,5 | 21,5 | 26,3 | 26,3 | 32,3 | 32,3 | 40,6 |
| Intensidad de entrada máx.                                                                                |                      |      |      |      |      |      |      |      |
| Continua (a 550 V) [A]                                                                                    | 15,0                 | 19,5 | 19,5 | 24,0 | 24,0 | 29,0 | 29,0 | 36,0 |
| Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 550 V) [A]                                                           | 23,2                 | 21,5 | 31,2 | 26,4 | 38,4 | 31,9 | 46,4 | 39,6 |
| Continua (a 690 V) [A]                                                                                    | 14,5                 | 19,5 | 19,5 | 24,0 | 24,0 | 29,0 | 29,0 | 36,0 |
| Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 690 V) [A]                                                           | 23,2                 | 21,5 | 31,2 | 26,4 | 38,4 | 31,9 | 46,4 | 39,6 |
| Especificaciones adicionales                                                                              |                      |      |      |      |      |      |      |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> para red / motor, carga compartida y freno [mm²] ([AWG]) | 35, 25, 25 (2, 4, 4) |      |      |      |      |      |      |      |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> con desconexión de la red [mm²] ([AWG])                  | 16,10,10 (6, 8, 8)   |      |      |      |      |      |      |      |
| Pérdida de potencia estimada con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                                     | 150                  | 220  | 220  | 300  | 300  | 370  | 370  | 440  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                                 | 0,98                 |      | 0,98 |      | 0,98 |      | 0,98 |      |

Tabla 6.11 Protección B2 / B4, alimentación de red 525-690 V IP20 / IP21 / IP55 - chasis / NEMA 1 / NEMA 12 (solo FC 302), P11K-P22K

| Designación de tipo                                                                         | P30K                          |      | P37K |      | P45K |      | P55K                                        |      | P75K  |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|---------------------------------------------|------|-------|-------|
| Sobrecarga normal / alta <sup>1)</sup>                                                      | HO                            | NO   | HO   | NO   | HO   | NO   | HO                                          | NO   | HO    | NO    |
| Salida típica de eje a 550 V [kW]                                                           | 22                            | 30   | 30   | 37   | 37   | 45   | 45                                          | 55   | 50    | 75    |
| Salida típica de eje a 690 V [kW]                                                           | 30                            | 37   | 37   | 45   | 45   | 55   | 55                                          | 75   | 75    | 90    |
| Protección IP20                                                                             | B4                            |      | C3   |      | C3   |      | D3h                                         |      | D3h   |       |
| Protección IP21, IP55                                                                       | C2                            |      | C2   |      | C2   |      | C2                                          |      | C2    |       |
| Intensidad de salida                                                                        |                               |      |      |      |      |      |                                             |      |       |       |
| Continua (525-550 V) [A]                                                                    | 36,0                          | 43,0 | 43,0 | 54,0 | 54,0 | 65,0 | 65,0                                        | 87,0 | 87,0  | 105   |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s)<br>(525-550 V) [A]                                        | 54,0                          | 47,3 | 64,5 | 59,4 | 81,0 | 71,5 | 97,5                                        | 95,7 | 130,5 | 115,5 |
| Continua (551-690 V) [A]                                                                    | 34,0                          | 41,0 | 41,0 | 52,0 | 52,0 | 62,0 | 62,0                                        | 83,0 | 83,0  | 100   |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s)<br>(551-690 V) [A]                                        | 51,0                          | 45,1 | 61,5 | 57,2 | 78,0 | 68,2 | 93,0                                        | 91,3 | 124,5 | 110   |
| continua kVa (a 550 V) [KVA]                                                                | 34,3                          | 41,0 | 41,0 | 51,4 | 51,4 | 61,9 | 61,9                                        | 82,9 | 82,9  | 100   |
| continua kVa (a 690 V) [KVA]                                                                | 40,6                          | 49,0 | 49,0 | 62,1 | 62,1 | 74,1 | 74,1                                        | 99,2 | 99,2  | 119,5 |
| Intensidad de entrada máx.                                                                  |                               |      |      |      |      |      |                                             |      |       |       |
| Continua (a 550 V) [A]                                                                      | 36,0                          | 49,0 | 49,0 | 59,0 | 59,0 | 71,0 | 71,0                                        | 87,0 | 87,0  | 99,0  |
| Intermitente (sobrecarga de 60 s, a 550 V)<br>[A]                                           | 54,0                          | 53,9 | 72,0 | 64,9 | 87,0 | 78,1 | 105,0                                       | 95,7 | 129   | 108,9 |
| Continua (a 690 V) [A]                                                                      | 36,0                          | 48,0 | 48,0 | 58,0 | 58,0 | 70,0 | 70,0                                        | 86,0 | -     | -     |
| Intermitente (60 s de sobrecarga) (a 690 V)<br>[A]                                          | 54,0                          | 52,8 | 72,0 | 63,8 | 87,0 | 77,0 | 105                                         | 94,6 | -     | -     |
| Especificaciones adicionales                                                                |                               |      |      |      |      |      |                                             |      |       |       |
| Sección transversal máx. del cable para red<br>y motor [mm²] ([AWG])                        | 150 (300 MCM)                 |      |      |      |      |      |                                             |      |       |       |
| Sección transversal máx. del cable para<br>carga compartida y freno [mm²] ([AWG])           | 95 (3/0)                      |      |      |      |      |      |                                             |      |       |       |
| Sección transversal máx. del cable <sup>4)</sup> con<br>desconexión de la red [mm²] ([AWG]) | 95, 70, 70<br>(3/0, 2/0, 2/0) |      |      |      |      |      | 185, 150, 120<br>(350 MCM,<br>300 MCM, 4/0) |      | -     |       |
| Pérdida estimada de potencia<br>con carga nominal máx. [W] <sup>3)</sup>                    | 600                           | 740  | 740  | 900  | 900  | 1100 | 1100                                        | 1500 | 1500  | 1800  |
| Rendimiento <sup>2)</sup>                                                                   | 0,98                          |      | 0,98 |      | 0,98 |      | 0,98                                        |      | 0,98  |       |

**Tabla 6.12 Protección B4, C2, C3, alimentación de red 525-690 V IP20 / IP21 / IP55 - chasis / NEMA 1 / NEMA 12 (solo FC 302), P30K-P75K**

Consulte las clasificaciones de los fusibles en capítulo 9.3.1 Fusibles y magnetotérmicos.

<sup>1)</sup> Sobrecarga alta = 150 % o 160 % del par durante 60 s Sobrecarga normal = 110 % del par durante 60 s.

<sup>2)</sup> Se mide utilizando cables de motor apantallados de 5 m a la carga y a la frecuencia nominales.

<sup>3)</sup> La pérdida de potencia típica es en condiciones de carga nominal y se espera que esté dentro del  $\pm 15$  % (la tolerancia está relacionada con la variedad en las condiciones de cable y tensión).

Los valores están basados en el rendimiento típico de un motor (en el límite de  $\text{eff}2$  /  $\text{eff}3$ ). Los motores con rendimiento inferior también se añaden a la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia y a la inversa.

Si la frecuencia de conmutación se eleva por encima del ajuste predeterminado, las pérdidas de potencia pueden aumentar considerablemente.

Se incluye el consumo de energía del LCP y de las tarjetas de control típicas. La carga del cliente y las opciones adicionales pueden añadir hasta 30 W a las pérdidas. (Aunque normalmente solo 4 W adicionales por una tarjeta de control a plena carga o por cada opción en la ranura A o B.)

Pese a que las mediciones se realizan con instrumentos del máximo nivel, debe admitirse una imprecisión en las mismas ( $\pm 5$  %).

<sup>4)</sup> Los tres valores para la sección transversal máxima del cable son para los terminales de núcleo único, de cable flexible y de cable flexible con manguito, respectivamente.

## 6.2 Especificaciones generales

### 6.2.1 Alimentación de red

#### Alimentación de red

|                                         |                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Terminales de alimentación (6 impulsos) | L1, L2, L3                                       |
| Tensión de alimentación                 | 200-240 V $\pm 10$ %                             |
| Tensión de alimentación                 | FC 301: 380-480 V / FC 302: 380-500 V $\pm 10$ % |
| Tensión de alimentación                 | FC 302: 525-600 V $\pm 10$ %                     |
| Tensión de alimentación                 | FC 302: 525-690 V $\pm 10$ %                     |

#### Tensión de red baja / corte de red:

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

|                                                                                |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Frecuencia de alimentación                                                     | 50/60 Hz $\pm 5$ %                                       |
| Máximo desequilibrio transitorio entre fases de red                            | 3,0 % de la tensión de alimentación nominal              |
| Factor de potencia real ( $\lambda$ )                                          | $\geq 0,9$ nominal con carga nominal                     |
| Factor de potencia de desplazamiento ( $\cos \phi$ )                           | prácticamente uno ( $>0,98$ )                            |
| Conmutación en la entrada de alimentación L1, L2, L3 (arranques) $\leq 7,5$ kW | 2 veces por minuto como máximo                           |
| Conmutación de la entrada de alimentación L1, L2, L3 (arranques) 11-75 kW      | 1 vez por minuto como máximo                             |
| Conmutación en la entrada de alimentación L1, L2 y L3 (arranques) $\geq 90$ kW | máximo 1 vez cada 2 minutos                              |
| Entorno según la norma EN 60664-1                                              | Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2 |

La unidad es adecuada para ser utilizada en un circuito capaz de proporcionar no más de 100 000 amperios simétricos RMS, 240/500/600/690 V máximo.

### 6.2.2 Salida del motor y datos del motor

#### Salida del motor (U, V, W)

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Tensión de salida                     | 0-100 % de la tensión de alimentación |
| Frecuencia de salida                  | 0-590 Hz <sup>3)</sup>                |
| Frecuencia de salida en modo de flujo | 0-300 Hz                              |
| Conmutación en la salida              | ilimitada                             |
| Tiempos de rampa                      | 0,01-3600 s                           |

#### Características de par

|                                                                       |                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Par de arranque (par constante)                                       | máximo del 160 % durante 60 s <sup>1)</sup> una vez en 10 min.  |
| Par de arranque / sobrecarga (par variable)                           | máximo del 110 % hasta 0,5 s <sup>1)</sup> una vez cada 10 min. |
| Tiempo de subida de par en FLUJO (para 5 kHz de fsw)                  | 1 ms                                                            |
| Tiempo de subida de par en VVC <sup>plus</sup> (independiente de fsw) | 10 ms                                                           |

<sup>1)</sup> Porcentaje relativo al par nominal.

<sup>2)</sup> El tiempo de respuesta de par depende de la aplicación y de la carga pero, por normal general, el paso de par de 0 a la referencia equivale a entre 4 y 5 veces el tiempo de subida de par.

<sup>3)</sup> Hay disponibles versiones especiales de los clientes con frecuencia de salida de 0-1000 Hz.

### 6.2.3 Condiciones ambientales

#### Ambiente

|                                                                         |                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Protección                                                              | IP20 / chasis, IP21 / Tipo 1, IP55 / tipo 12, IP66 / tipo 4X                 |
| Prueba de vibración                                                     | 1,0 g                                                                        |
| Máx. THVD                                                               | 10%                                                                          |
| Humedad relativa máx.                                                   | 5-93 % (CEI 721-3-3); clase 3K3 (sin condensación) durante el funcionamiento |
| Entorno agresivo (CEI 60068-2-43) prueba H <sub>2</sub> S               | Clase Kd                                                                     |
| Temperatura ambiente                                                    | Máx. 50 °C (promedio de 24 horas, máx. 45 °C)                                |
| Temperatura ambiente mínima durante el funcionamiento a escala completa | 0 °C                                                                         |
| Temperatura ambiente mínima con rendimiento reducido                    | - 10 °C                                                                      |
| Temperatura durante el almacenamiento / transporte                      | De -25 a +65/70 °C                                                           |
| Altitud máxima sobre el nivel del mar sin reducción de potencia         | 1000 m                                                                       |
| Normas EMC, emisión                                                     | EN 61800-3, EN 55011 <sup>1)</sup>                                           |
| Normas EMC, inmunidad                                                   | EN61800-3, EN 61000-6-1/2                                                    |

1) Consulte el apartado capítulo 5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC

### 6.2.4 Especificaciones del cable

#### Longitudes y secciones transversales para cables de control<sup>1)</sup>

|                                                                                                                   |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Long. máx. de cable de motor, cable apantallado                                                                   | 150 m                        |
| Long. máx. de cable de motor, cable no apantallado                                                                | 300 m                        |
| Sección transversal máxima a los terminales de control, cable flexible / rígido sin manguitos en los extremos     | 1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG  |
| Sección transversal máxima a los terminales de control, cable flexible con manguitos en los extremos              | 1 mm <sup>2</sup> /18 AWG    |
| Sección transversal máxima a los terminales de control, cable flexible con manguitos en los extremos y abrazadera | 0,5 mm <sup>2</sup> / 20 AWG |
| Sección transversal mínima a los terminales de control                                                            | 0,25 mm <sup>2</sup> /24 AWG |

1) Para cables de alimentación, consulte las tablas de datos eléctricos en capítulo 6.1 Datos eléctricos.

### 6.2.5 Entrada / Salida de control y datos de control

#### 6.2.5.1 Entradas digitales

##### Entradas digitales

|                                                |                                                          |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Entradas digitales programables                | FC 301: 4 (5) <sup>1)</sup> /FC 302: 4 (6) <sup>1)</sup> |
| Número de terminal                             | 18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33     |
| Lógica                                         | PNP o NPN                                                |
| Nivel de tensión                               | 0-24 V CC                                                |
| Nivel de tensión, «0» lógico PNP               | <5 V CC                                                  |
| Nivel de tensión, «1» lógico PNP               | >10 V CC                                                 |
| Nivel de tensión, «0» lógico NPN <sup>2)</sup> | >19 V CC                                                 |
| Nivel de tensión, «1» lógico NPN <sup>2)</sup> | <14 V CC                                                 |
| Tensión máxima de entrada                      | 28 V CC                                                  |
| Rango de frecuencia de impulsos                | 0-110 kHz                                                |
| (Ciclo de trabajo) Anchura de impulsos mín.    | 4,5 ms                                                   |
| Resistencia de entrada, R <sub>i</sub>         | 4 kΩ (aprox.)                                            |

Parada de seguridad del terminal 37<sup>3, 4)</sup> (el terminal 37 es de lógica PNP fija)

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Nivel de tensión                    | 0-24 V CC |
| Nivel de tensión, «0» lógico PNP    | <4 V CC   |
| Nivel de tensión, «1» lógico PNP    | >20 V CC  |
| Tensión máxima de entrada           | 28 V CC   |
| Intensidad de entrada típica a 24 V | 50 mA rms |
| Intensidad de entrada típica a 20 V | 60 mA rms |
| Capacitancia de entrada             | 400 nF    |

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

<sup>1)</sup> Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como salidas.

<sup>2)</sup> Excepto la entrada de parada de seguridad del terminal 37.

<sup>3)</sup> Consulte el Manual de funcionamiento de la desconexión segura de par para los convertidores de frecuencia VLT® para obtener más información sobre el terminal 37 y la parada de seguridad.

<sup>4)</sup> Al usar un contactor con una bobina de CC en su interior, en combinación con la parada de seguridad, es importante crear un camino de retorno para la intensidad desde la bobina al desconectarlo. Esto puede conseguirse con un diodo de rueda libre (o, en su caso, con un MOV de 30 o 50 V para reducir todavía más el tiempo de respuesta) a lo largo de la bobina. Pueden comprarse contactores típicos con este diodo.

#### Entradas analógicas

|                                        |                                               |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| N.º de entradas analógicas             | 2                                             |
| Número de terminal                     | 53, 54                                        |
| Modos                                  | Tensión o intensidad                          |
| Selección de modo                      | Interruptor S201 e interruptor S202           |
| Modo de tensión                        | Interruptor S201 / Interruptor S202 = OFF (U) |
| Nivel de tensión                       | De -10 a +10 V (escalable)                    |
| Resistencia de entrada, R <sub>i</sub> | aprox. 10 kΩ                                  |
| Tensión máx.                           | ± 20 V                                        |
| Modo de intensidad                     | Interruptor S201 / Interruptor S202 = ON (I)  |
| Nivel de intensidad                    | De 0 / 4 a 20 mA (escalable)                  |
| Resistencia de entrada, R <sub>i</sub> | 200 Ω aproximadamente                         |
| Intensidad máx.                        | 30 mA                                         |
| Resolución de entradas analógicas      | 10 bit (signo +)                              |
| Precisión de las entradas analógicas   | Error máx: 0,5 % de escala total              |
| Ancho de banda                         | 100 Hz                                        |

Las entradas analógicas están galvánicamente aisladas de la tensión de alimentación (PELV) y de los demás terminales de alta tensión.

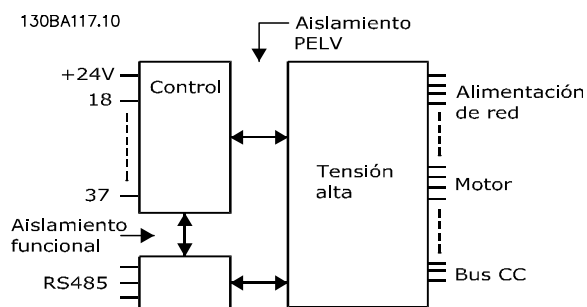


Ilustración 6.1 Aislamiento PELV

## Entradas de impulsos / encoder

|                                                 |                                                                           |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Entradas de impulsos / encoder programables     | 2/1                                                                       |
| Número de terminal de impulso / encoder         | 29 <sup>1)</sup> , 33 <sup>2)</sup> / 32 <sup>3)</sup> , 33 <sup>3)</sup> |
| Frecuencia máx. en los terminales 29, 32 y 33   | 110 kHz (en contrafase)                                                   |
| Frecuencia máx. en los terminales 29, 32 y 33   | 5 kHz (colector abierto)                                                  |
| Frecuencia mínima en los terminales 29, 32 y 33 | 4 Hz                                                                      |
| Nivel de tensión                                | Consulte el apartado Entradas digitales                                   |
| Tensión máxima de entrada                       | 28 V CC                                                                   |
| Resistencia de entrada, R <sub>i</sub>          | aprox. 4 kΩ                                                               |
| Precisión de la entrada de impulsos (0,1-1 kHz) | Error máx.: un 0,1 % de la escala completa                                |
| Precisión de la entrada de encoder (1-11 kHz)   | Error máx.: un 0,05 % de la escala completa                               |

Las entradas de impulsos y encoder (terminales 29, 32 y 33) se encuentran galvánicamente aisladas de la tensión de alimentación (PELV) y demás terminales de alta tensión.

<sup>1)</sup> FC 302 solo

<sup>2)</sup> Las entradas de impulsos son la 29 y la 33

<sup>3)</sup> Entradas de encoder: 32 = A y 33 = B

## Salida digital

|                                                       |                                      |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Salidas digitales / de impulsos programables          | 2                                    |
| Número de terminal                                    | 27, 29 <sup>1)</sup>                 |
| Nivel de tensión en la salida digital / de frecuencia | 0-24 V                               |
| Intensidad de salida máx. (disipador o fuente)        | 40 mA                                |
| Carga máx. en salida de frecuencia                    | 1 kΩ                                 |
| Carga capacitiva máx. en salida de frecuencia         | 10 nF                                |
| Frecuencia de salida mín. en salida de frecuencia     | 0 Hz                                 |
| Frecuencia de salida máx. en salida de frecuencia     | 32 kHz                               |
| Precisión de salida de frecuencia                     | Error máx.: 0,1 % de la escala total |
| Resolución de salidas de frecuencia                   | 12 bits                              |

<sup>1)</sup> Los terminales 27 y 29 también pueden programarse como entradas.

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

## Salida analógica

|                                                                  |                                            |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Número de salidas analógicas programables                        | 1                                          |
| Número de terminal                                               | 42                                         |
| Rango de intensidad en la salida analógica                       | 0/4 a 20 mA                                |
| Carga máx. entre conexión a tierra y salida analógica inferior a | 500 Ω                                      |
| Precisión en la salida analógica                                 | Error máx.: un 0,5 % de la escala completa |
| Resolución en la salida analógica                                | 12 bits                                    |

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

## Tarjeta de control, salida de 24 V CC

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| Número de terminal | 12, 13        |
| Tensión de salida  | 24 V +1, -3 V |
| Carga máx.         | 200 mA        |

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

## Tarjeta de control, salida de 10 V CC

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| Número de terminal | ±50           |
| Tensión de salida  | 10,5 V ±0,5 V |
| Carga máx.         | 15 mA         |

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

## Tarjeta de control, comunicación serie RS-485

|                    |                                   |
|--------------------|-----------------------------------|
| Número de terminal | 68 (P,TX+, RX+) y 69 (N,TX-, RX-) |
| N.º de terminal 61 | Común para los terminales 68 y 69 |

El circuito de comunicación serie RS-485 se encuentra separado funcionalmente de otros circuitos y galvánicamente aislado de la tensión de alimentación (PELV).

## Tarjeta de control, comunicación serie USB

|              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| USB estándar | 1,1 (Velocidad máxima)              |
| Conector USB | Conector de dispositivos USB tipo B |

La conexión al PC se realiza por medio de un cable USB de dispositivo o host estándar.

La conexión USB se encuentra galvánicamente aislada de la tensión de alimentación (PELV) y del resto de los terminales de alta tensión.

La conexión a tierra USB no se encuentra galvánicamente aislada de la protección a tierra. Utilice únicamente un ordenador portátil aislado como conexión entre el PC y el conector USB del convertidor de frecuencia.

## Salidas de relé

|                                                                                                                 |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Salidas de relé programables                                                                                    | FC 301 todos kW: 1/FC 302 todas kW: 2                    |
| N.º de terminal del relé 01                                                                                     | 1-3 (desconexión), 1-2 (conexión)                        |
| Carga máx. del terminal (CA-1) <sup>1)</sup> en 1-3 (NC), 1-2 (NA) (carga resistiva)                            | 240 V CA, 2 A                                            |
| Carga máx. del terminal (CA-15) <sup>1)</sup> (Carga inductiva a cosφ 0,4):                                     | 240 V CA, 0,2 A                                          |
| Carga máx. del terminal (CC-1) <sup>1)</sup> en 1-2 (NA), 1-3 (NC) (carga resistiva)                            | 60 V CC, 1 A                                             |
| Carga máx. del terminal (CC-13) <sup>1)</sup> (carga inductiva)                                                 | 24 V CC, 0,1 A                                           |
| Relé 02 (solo FC 302) Número de terminal                                                                        | 4-6 (desconexión), 4-5 (conexión)                        |
| Carga máx. del terminal (CA-1) <sup>1)</sup> en 4-5 (NA) (Carga resistiva) <sup>2)3)</sup> Sobretensión cat. II | 400 V CA, 2 A                                            |
| Carga máx. del terminal (CA-15) <sup>1)</sup> en 4-5 (NA) (carga inductiva a cosφ 0,4)                          | 240 V CA, 0,2 A                                          |
| Carga máx. terminal (CC-1) <sup>1)</sup> en 4-5 (NA) (carga resistiva)                                          | 80 V CC, 2 A                                             |
| Carga máx. terminal (CC-13) <sup>1)</sup> en 4-5 (NA) (carga inductiva)                                         | 24 V CC, 0,1 A                                           |
| Carga máx. del terminal (CA-1) <sup>1)</sup> en 4-6 (NC) (carga resistiva)                                      | 240 V CA, 2 A                                            |
| Carga máx. del terminal (CA-15) <sup>1)</sup> en 4-6 (NC) (carga inductiva a cosφ 0,4)                          | 240 V CA, 0,2 A                                          |
| Carga máx. del terminal (CC-1) <sup>1)</sup> en 4-6 (NC) (carga resistiva)                                      | 50 V CC, 2 A                                             |
| Carga máx. del terminal (CC-13) <sup>1)</sup> en 4-6 (NC) (carga inductiva)                                     | 24 V CC, 0,1 A                                           |
| Carga mín. del terminal en 1-3 (NC), 1-2 (NA), 4-6 (NC), 4-5 (NA)                                               | 24 V CC 10 mA, 24 V CA 20 mA                             |
| Ambiente conforme a la norma EN 60664-1                                                                         | Categoría de sobretensión III / grado de contaminación 2 |

<sup>1)</sup> CEI 60947 partes 4 y 5

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

<sup>2)</sup> Categoría de sobretensión II

<sup>3)</sup> Aplicaciones UL 300 V CA 2 A

## Rendimiento de la tarjeta de control

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Intervalo de exploración | 1 ms |
|--------------------------|------|

## Características de control

|                                                                                                          |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Resolución de frecuencia de salida a 0-590 Hz                                                            | ±0,003 Hz                       |
| Precisión repetida del arranque / parada precisos (terminales 18, 19)                                    | ≤±0,1 ms                        |
| Tiempo de respuesta del sistema (terminales 18, 19, 27, 29, 32 y 33)                                     | ≤2 ms                           |
| Rango de control de velocidad (lazo abierto)                                                             | 1:100 de velocidad síncrona     |
| Intervalo de control de velocidad (lazo cerrado)                                                         | 1:1000 de velocidad síncrona    |
| Precisión de velocidad (lazo abierto)                                                                    | 30-4000 r/min: error ±8 r/min   |
| Precisión de la velocidad (lazo cerrado), en función de la resolución del dispositivo de realimentación. | 0-6000 r/min: error ±0,15 r/min |
| Precisión de control de par (realimentación de velocidad)                                                | error máx ±5 % del par nominal  |

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

## 6.2.6 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente

### 6.2.6.1 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección A

#### AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

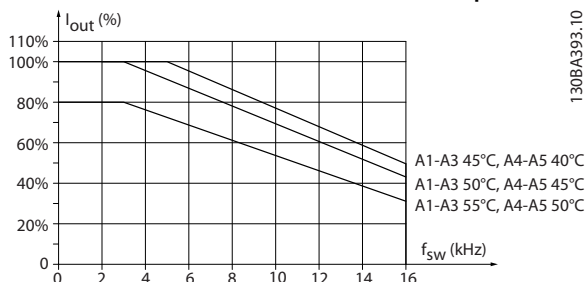


Ilustración 6.2 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para distintas  $T_{AMB}$ , MÁX. para tipo de protección A, utilizando AVM de 60°

#### SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

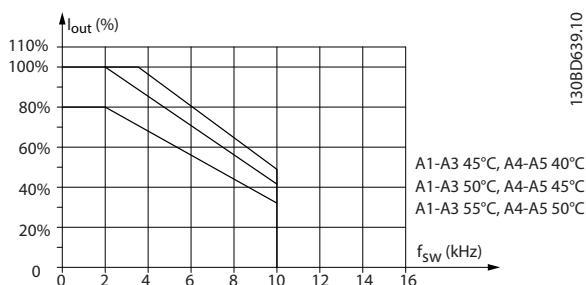


Ilustración 6.3 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB}$ , MÁX. para tipo de protección A, utilizando SFAVM

Cuando solo se utilizan cables de motor de 10 m o menos en tipos de protección A, se necesita una reducción de potencia menor. Esto es debido al hecho de que la longitud del cable de motor tiene una influencia relativamente elevada en la reducción de potencia recomendada.

#### 60° AVM

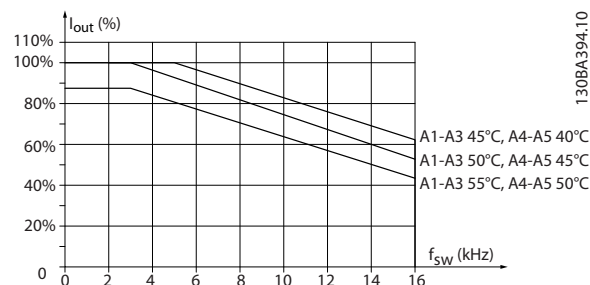


Ilustración 6.4 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB}$ , MÁX. para tipo de protección A, utilizando AVM de 60° y un cable de motor de 10 m como máximo

#### SFAVM

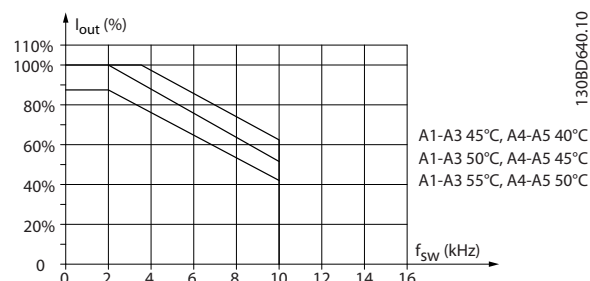


Ilustración 6.5 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB}$ , MÁX. para tipo de protección A, utilizando SFAVM y un cable de motor de 10 m como máximo

### 6.2.6.2 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección B

#### Protección B, T2, T4 y T5

Para tipos de protección B y C la reducción de potencia también depende del modo de sobrecarga seleccionado en 1-04 Modo sobrecarga

#### AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

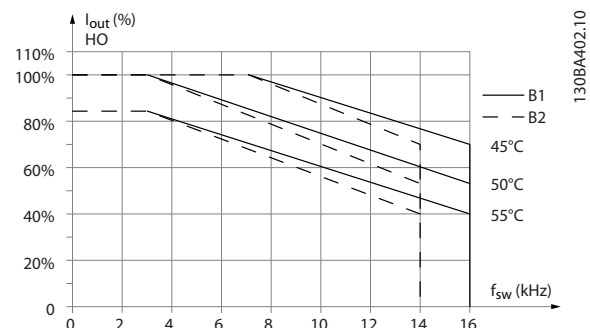


Ilustración 6.6 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB}$ , MÁX. para tipos de protección B1 y B2, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

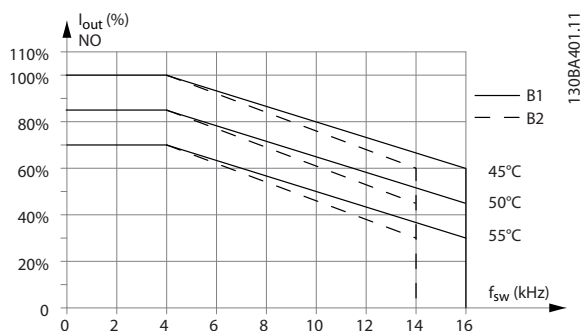


Ilustración 6.7 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección B1 y B2, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

### SFAVM - Modulación vectorial asínrona de frecuencia del estátor.

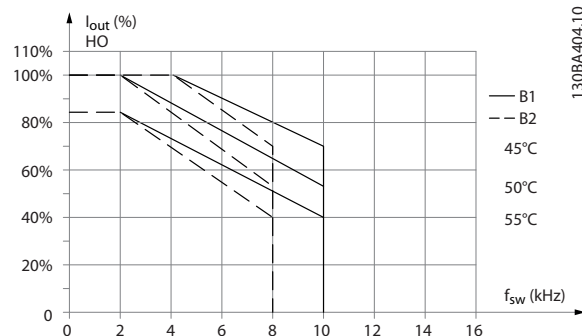


Ilustración 6.10 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección B1 y B2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

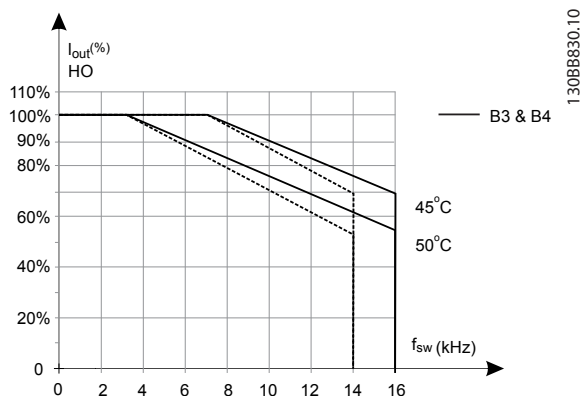


Ilustración 6.8 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección B3 y B4, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

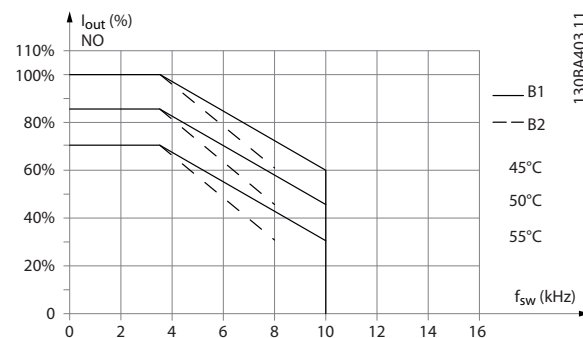


Ilustración 6.11 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección B1 y B2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

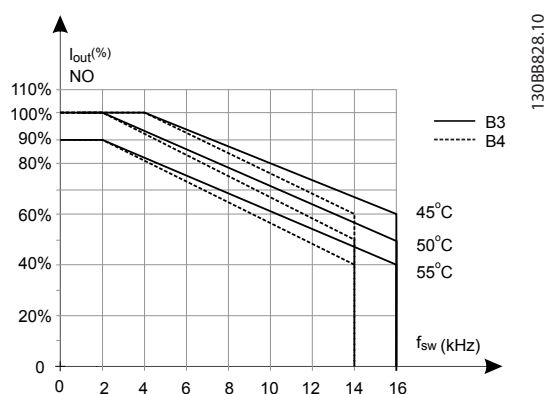


Ilustración 6.9 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección B3 y B4, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

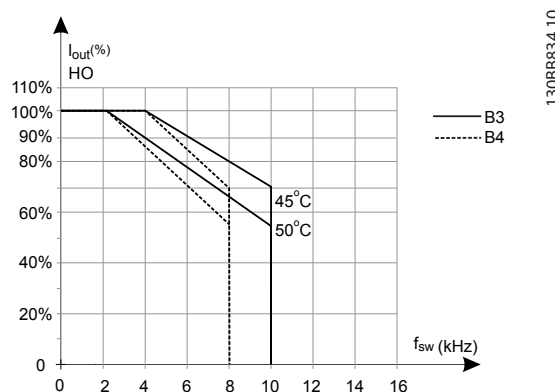


Ilustración 6.12 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección B3 y B4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

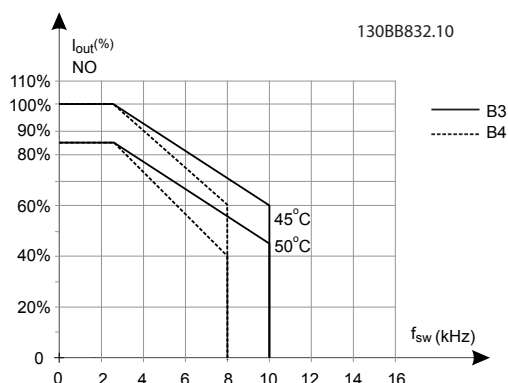


Ilustración 6.13 Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{amb}$ , MÁX. para tipos de protección B3 y B4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

### Protecciones B, T6

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

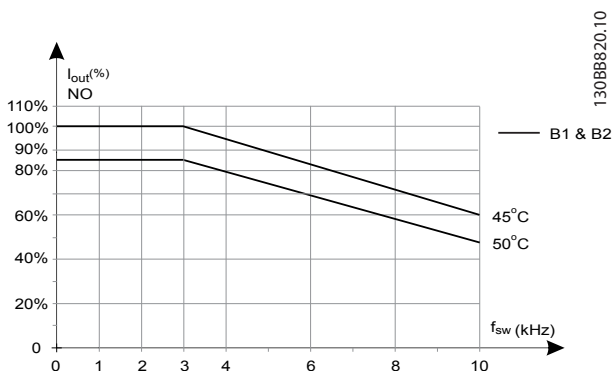


Ilustración 6.14 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B, 60 AVM, NO

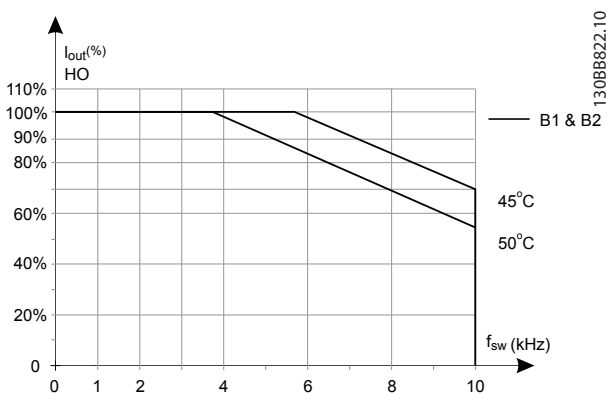


Ilustración 6.15 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B, AVM de 60°, HO

### SFAVM - Modulación vectorial asínrona de frecuencia del estátor.

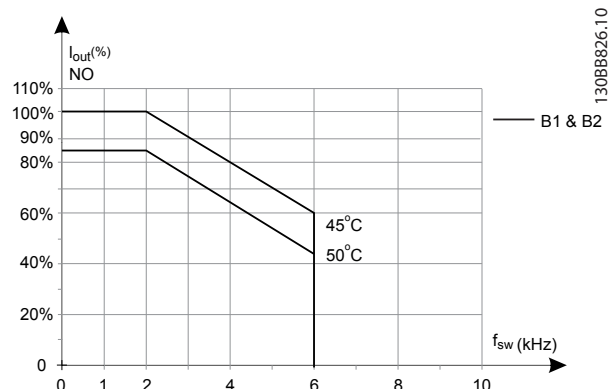


Ilustración 6.16 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B; SFAVM, NO

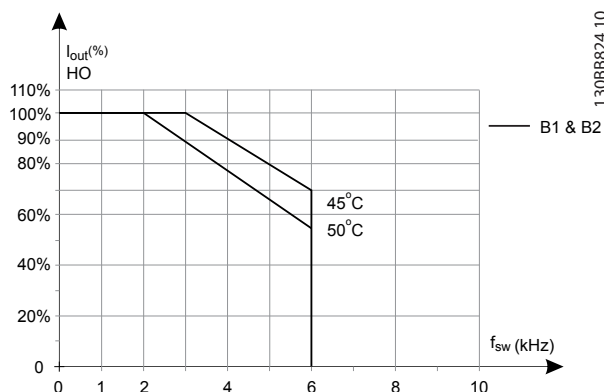
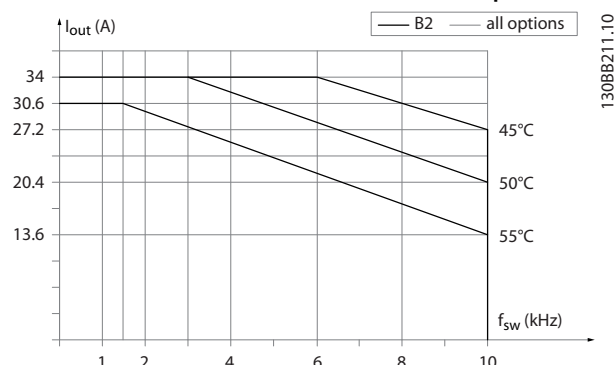


Ilustración 6.17 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección B; SFAVM, HO

## Protecciones B, T7

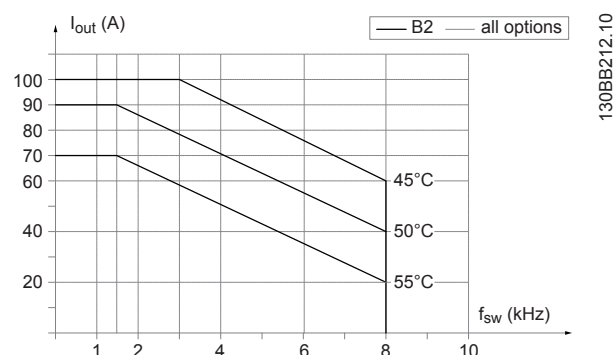
### Protecciones B2 y B4, 525-690 V

#### AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos



**Ilustración 6.18** Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipos de protección B2 y B4, AVM de 60°. Nota: El gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido tanto para sobrecarga normal como alta.

## SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

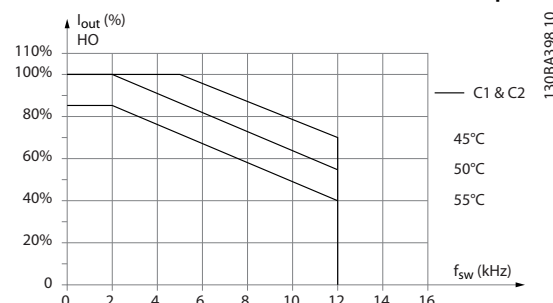


**Ilustración 6.19** Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección B2 y B4, SFAVM. Nota: El gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido tanto para sobrecarga normal como alta.

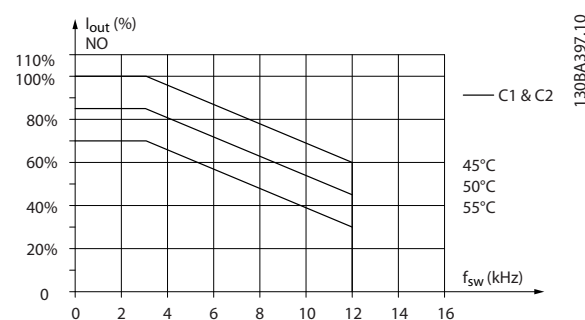
## 6.2.6.3 Reducción de potencia en función de la temperatura ambiente, tipo de protección C

### Protecciones C, T2, T4 y T5

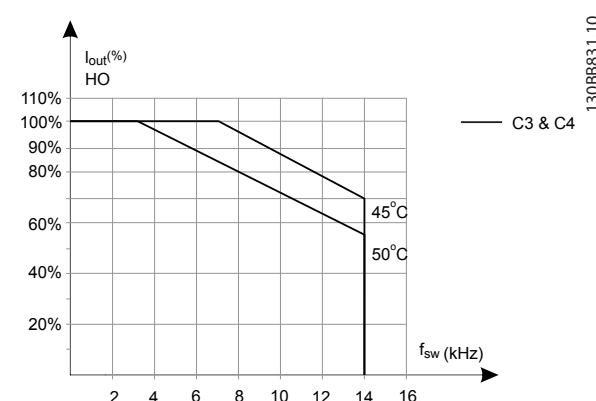
#### AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos



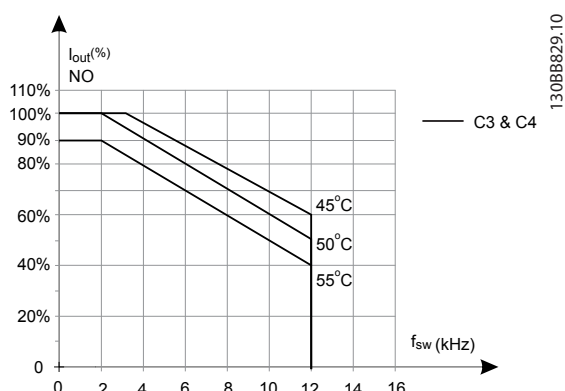
**Ilustración 6.20** Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección C1 y C2, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)



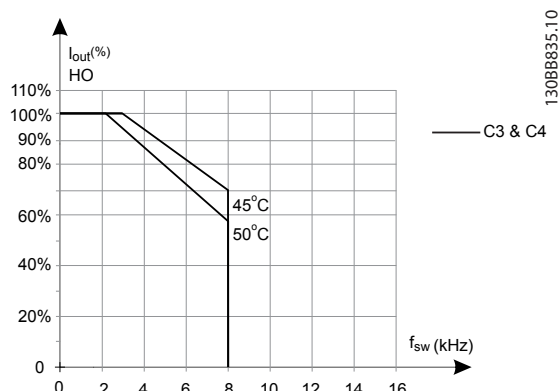
**Ilustración 6.21** Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección C1 y C2, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)



**Ilustración 6.22** Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección C3 y C4, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

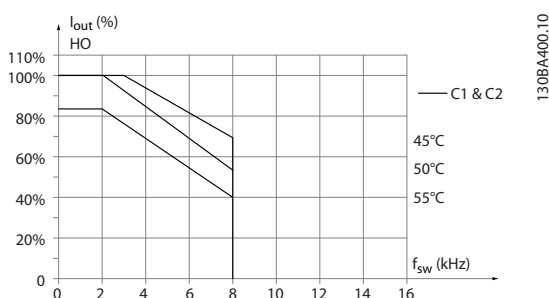


**Ilustración 6.23** Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección C3 y C4, utilizando AVM de 60° en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

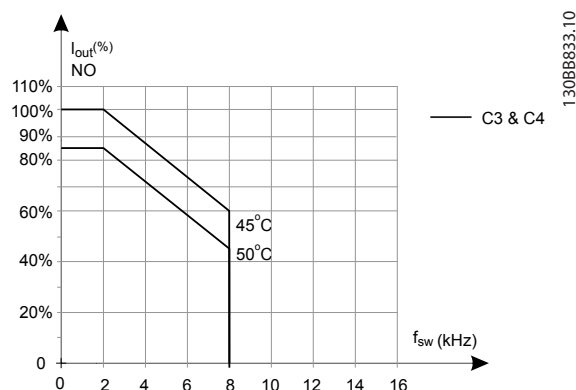


**Ilustración 6.26** Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección C3 y C4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)

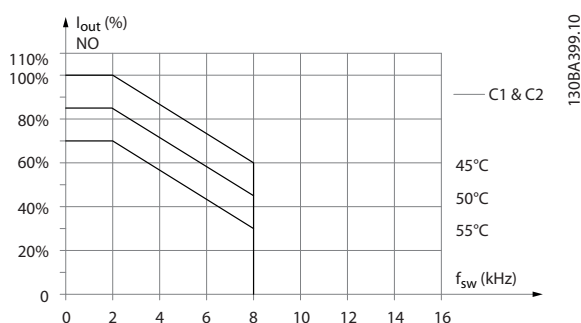
#### SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.



**Ilustración 6.24** Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección C1 y C2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga alto (160 % por encima del par)



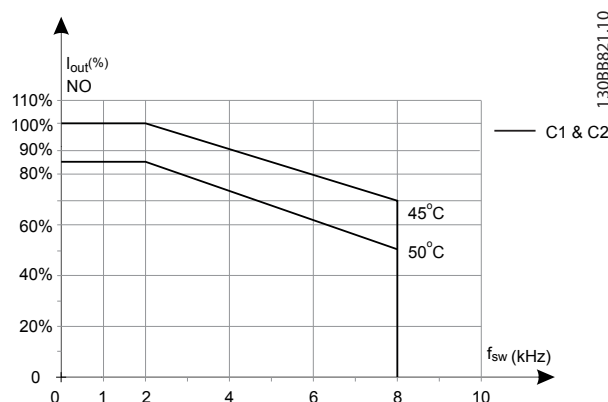
**Ilustración 6.27** Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección C3 y C4, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)



**Ilustración 6.25** Reducción de potencia de  $I_{salida}$  para diferentes  $T_{AMB, MÁX.}$  para tipos de protección C1 y C2, utilizando SFAVM en modo de sobrecarga normal (110 % por encima del par)

#### Tipos de protección C, T6

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos



**Ilustración 6.28** Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipo de protección C, 60 AVM, NO

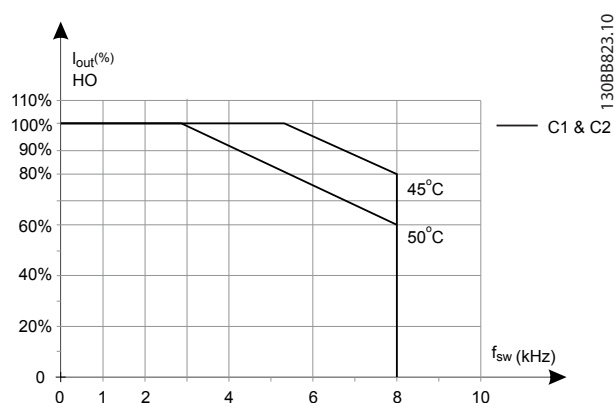


Ilustración 6.29 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipos de protección C, AVM de 60°, HO

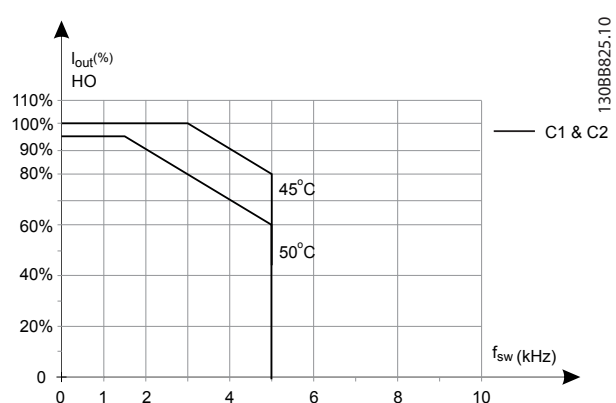


Ilustración 6.31 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipos de protección C; SFAVM, HO

6

SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

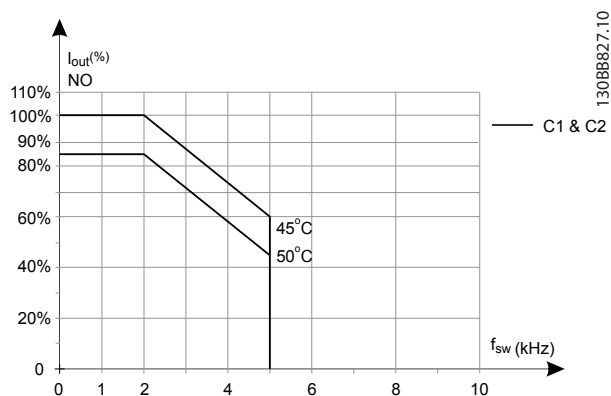


Ilustración 6.30 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para convertidores de frecuencia de 600 V, tipos de protección C; SFAVM, NO

Tipo de protección C, T7

AVM de 60°, modulación de la anchura de impulsos

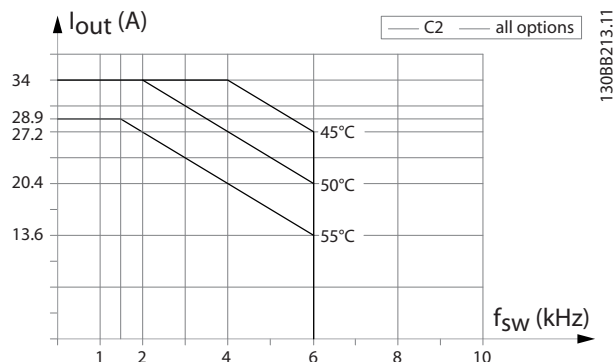


Ilustración 6.32 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección C2, AVM de 60°. Nota: El gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido tanto para sobrecarga normal como alta

## SFAVM - Modulación vectorial asíncrona de frecuencia del estátor.

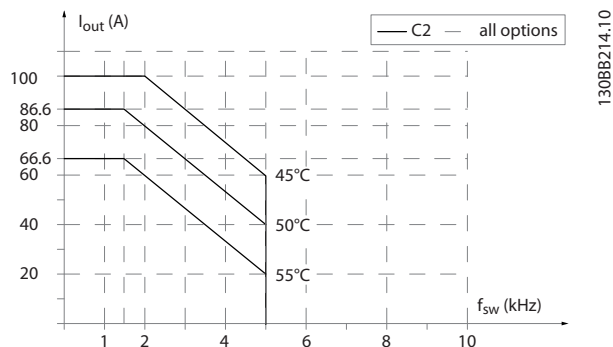


Ilustración 6.33 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección C2, SFAVM. Nota: El gráfico muestra la intensidad como un valor absoluto y es válido tanto para sobrecarga normal como alta

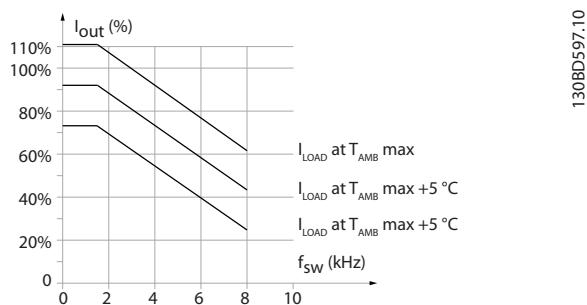


Ilustración 6.34 Reducción de potencia de la intensidad de salida con frecuencia de conmutación y temperatura ambiente para tipo de protección C3

## 6.2.7 Valores medidos para la prueba dU/dt

Para evitar dañar los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento diseñados para su funcionamiento con convertidores de frecuencia, se recomienda encarecidamente instalar un filtro dU/dt o un filtro LC en la salida del convertidor de frecuencia.

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

- Inductancia del motor
- Cable de motor (tipo, sección transversal, longitud, apantallado o no apantallado)

La inducción natural produce un pico de tensión de sobremodulación en la tensión del motor antes de que se estabilice. El nivel depende de la tensión en el enlace de CC.

Los picos de tensión en los terminales del motor son provocados por la conmutación de los dispositivos IGBT. Tanto el tiempo de subida como la tensión pico influyen en la vida útil del motor. Si la tensión pico es demasiado elevada, los motores sin aislamiento de fase en la bobina se pueden ver perjudicados con el paso del tiempo.

Con cables de motor cortos (unos pocos metros), el tiempo de subida y la tensión pico son inferiores. El tiempo de subida y la tensión pico aumentan con la longitud del cable (100 m).

El convertidor de frecuencia cumple con CEI 60034-25 y CEI 60034-17 para el diseño del motor.

### 200-240 V (T2)

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 5                      | 240                | 0,13                  | 0,510      | 3,090         |
| 50                     | 240                | 0,23                  |            | 2,034         |
| 100                    | 240                | 0,54                  | 0,580      | 0,865         |
| 150                    | 240                | 0,66                  | 0,560      | 0,674         |

Tabla 6.13 P5K5T2

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 36                     | 240                | 0,264                 | 0,624      | 1,890         |
| 136                    | 240                | 0,536                 | 0,596      | 0,889         |
| 150                    | 240                | 0,568                 | 0,568      | 0,800         |

Tabla 6.14 P7K5T2

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 30                     | 240                | 0,556                 | 0,650      | 0,935         |
| 100                    | 240                | 0,592                 | 0,594      | 0,802         |
| 150                    | 240                | 0,708                 | 0,587      | 0,663         |

Tabla 6.15 P11K2

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 36                     | 240                | 0,244                 | 0,608      | 1,993         |
| 136                    | 240                | 0,568                 | 0,580      | 0,816         |
| 150                    | 240                | 0,720                 | 0,574      | 0,637         |

Tabla 6.16 P15K2

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 36                     | 240                | 0,244                 | 0,608      | 1,993         |
| 136                    | 240                | 0,568                 | 0,580      | 0,816         |
| 150                    | 240                | 0,720                 | 0,574      | 0,637         |

Tabla 6.17 P18KT2

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 15                     | 240                | 0,194                 | 0,626      | 2,581         |
| 50                     | 240                | 0,252                 | 0,574      | 1,822         |
| 150                    | 240                | 0,488                 | 0,538      | 0,882         |

Tabla 6.18 P22KT2

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 30                     | 240                | 0,300                 | 0,598      | 1,594         |
| 100                    | 240                | 0,536                 | 0,566      | 0,844         |
| 150                    | 240                | 0,776                 | 0,546      | 0,562         |

Tabla 6.19 P30KT2

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 30                     | 240                | 0,300                 | 0,598      | 1,594         |
| 100                    | 240                | 0,536                 | 0,566      | 0,844         |
| 150                    | 240                | 0,776                 | 0,546      | 0,562         |

Tabla 6.20 P37KT2

### 380-500 V (T4)

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 5                      | 480                | 0,640                 | 0,690      | 0,862         |
| 50                     | 480                | 0,470                 | 0,985      | 0,985         |
| 150                    | 480                | 0,760                 | 1,045      | 0,947         |

Tabla 6.21 P1K5T4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 5                      | 480                | 0,172                 | 0,890      | 4,156         |
| 50                     | 480                | 0,310                 |            | 2,564         |
| 150                    | 480                | 0,370                 | 1,190      | 1,770         |

Tabla 6.22 P4K0T4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 5                      | 480                | 0,04755               | 0,739      | 8,035         |
| 50                     | 480                | 0,207                 |            | 4,548         |
| 150                    | 480                | 0,6742                | 1,030      | 2,828         |

Tabla 6.23 P7K5T4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 36                     | 480                | 0,396                 | 1,210      | 2,444         |
| 100                    | 480                | 0,844                 | 1,230      | 1,165         |
| 150                    | 480                | 0,696                 | 1,160      | 1,333         |

Tabla 6.24 P11KT4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 36                     | 480                | 0,396                 | 1,210      | 2,444         |
| 100                    | 480                | 0,844                 | 1,230      | 1,165         |
| 150                    | 480                | 0,696                 | 1,160      | 1,333         |

Tabla 6.25 P15KT4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 36                     | 480                | 0,312                 |            | 2,846         |
| 100                    | 480                | 0,556                 | 1,250      | 1,798         |
| 150                    | 480                | 0,608                 | 1,230      | 1,618         |

Tabla 6.26 P18KT4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 15                     | 480                | 0,288                 |            | 3,083         |
| 100                    | 480                | 0,492                 | 1,230      | 2,000         |
| 150                    | 480                | 0,468                 | 1,190      | 2,034         |

Tabla 6.27 P22KT4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 5                      | 480                | 0,368                 | 1,270      | 2,853         |
| 50                     | 480                | 0,536                 | 1,260      | 1,978         |
| 100                    | 480                | 0,680                 | 1,240      | 1,426         |
| 150                    | 480                | 0,712                 | 1,200      | 1,334         |

Tabla 6.28 P30KT4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 5                      | 480                | 0,368                 | 1,270      | 2,853         |
| 50                     | 480                | 0,536                 | 1,260      | 1,978         |
| 100                    | 480                | 0,680                 | 1,240      | 1,426         |
| 150                    | 480                | 0,712                 | 1,200      | 1,334         |

Tabla 6.29 P37KT4

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 15                     | 480                | 0,256                 | 1,230      | 3,847         |
| 50                     | 480                | 0,328                 | 1,200      | 2,957         |
| 100                    | 480                | 0,456                 | 1,200      | 2,127         |
| 150                    | 480                | 0,960                 | 1,150      | 1,052         |

Tabla 6.30 P45KT4

#### 380-500 V (T5)

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 5                      | 480                | 0,371                 | 1,170      | 2,523         |

Tabla 6.31 P55KT5

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 5                      | 480                | 0,371                 | 1,170      | 2,523         |

Tabla 6.32 P75KT5

#### 600 V (T6)

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 36                     | 600                | 0,304                 | 1,560      | 4,105         |
| 50                     | 600                | 0,300                 | 1,550      | 4,133         |
| 100                    | 600                | 0,536                 | 1,640      | 2,448         |
| 150                    | 600                | 0,576                 | 1,640      | 2,278         |

Tabla 6.33 P15KT6

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 36                     | 600                | 0,084                 | 1,560      | 7,962         |
| 50                     | 600                | 0,120                 | 1,540      | 5,467         |
| 100                    | 600                | 0,165                 | 1,472      | 3,976         |
| 150                    | 600                | 0,190                 | 1,530      | 3,432         |

Tabla 6.34 P30KT6

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 15                     | 600                | 0,276                 | 1,184      | 4,290         |

Tabla 6.35 P75KT6

#### 525-690 V (T7)

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 80                     | 690                | 0,58                  | 1,728      | 2369          |
| 130                    | 690                | 0,93                  | 1,824      | 1569          |
| 180                    | 690                | 0,925                 | 1,818      | 1570          |

Tabla 6.36 P75KT7

| Longitud del cable [m] | Tensión de red [V] | Tiempo de subida [μs] | Upeak [kV] | dU/dt [kV/μs] |
|------------------------|--------------------|-----------------------|------------|---------------|
| 6                      | 690                | 0,238                 | 1416       | 4739          |
| 50                     | 690                | 0,358                 | 1764       | 3922          |
| 150                    | 690                | 0,465                 | 1872       | 3252          |

Tabla 6.37 P45KT7

## 6.2.8 Rendimiento

### Rendimiento de los convertidores de frecuencia

La carga del convertidor de frecuencia apenas influye en su rendimiento.

Esto significa que el rendimiento del convertidor de frecuencia tampoco cambia cuando se eligen otras características U/f. Sin embargo, las características U/f influyen en el rendimiento del motor.

El rendimiento disminuye un poco si la frecuencia de conmutación se ajusta en un valor superior a 5 kHz. El rendimiento también se reduce ligeramente si el cable de motor tiene más de 30 m de longitud.

### Cálculo del rendimiento

Calcule el rendimiento del convertidor de frecuencia a diferentes cargas basándose en *Ilustración 6.35*. Multiplique el factor de este gráfico con el factor de rendimiento específico indicado en *capítulo 6.2 Especificaciones generales*.

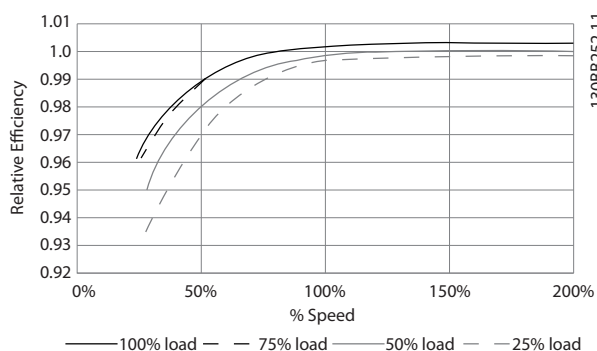


Ilustración 6.35 Curvas de rendimiento típico

Ejemplo: supongamos un convertidor de frecuencia de 55 kW, 380-480 V CA con un 25 % de su carga al 50 % de velocidad. El gráfico muestra que un rendimiento nominal de 0,97 para un convertidor de frecuencia de 55 kW es 0,98. El rendimiento real es:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

### Clases de rendimiento

El rendimiento de un motor conectado al convertidor de frecuencia depende del nivel de magnetización. El rendimiento del motor depende del tipo de motor.

- En un rango del 75-100 % del par nominal, el rendimiento del motor es prácticamente constante, tanto cuando lo controla el convertidor de frecuencia como cuando funciona con tensión de red.
- La influencia de la característica U/f en motores pequeños es mínima. Sin embargo, en motores a partir de 11 kW y superiores se obtienen ventajas de rendimiento considerables.

- La frecuencia de conmutación no afecta al rendimiento de los motores pequeños. Pero los motores de 11 kW y superiores obtienen un rendimiento mejorado (1-2 %). Esto se debe a que la forma sinusoidal de la intensidad del motor es casi perfecta a frecuencias de conmutación elevadas.

### Rendimiento del sistema

Para calcular el rendimiento del sistema, el rendimiento del convertidor de frecuencia se multiplica por el rendimiento del motor.

## 6.2.9 Ruido acústico

El ruido acústico del convertidor de frecuencia procede de tres fuentes

- Bobinas del enlace de CC (circuito intermedio)
- Bobina de choque del filtro RFI
- Ventiladores internos

Consulte *Tabla 6.38* para obtener información sobre las clasificaciones de ruido acústico.

| Tipo de protección | 50 % de velocidad de ventilador [dBA] | Velocidad de ventilador máxima [dBA] |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| A1                 | 51                                    | 60                                   |
| A2                 | 51                                    | 60                                   |
| A3                 | 51                                    | 60                                   |
| A4                 | 51                                    | 60                                   |
| A5                 | 54                                    | 63                                   |
| B1                 | 61                                    | 67                                   |
| B2                 | 58                                    | 70                                   |
| B4                 | 52                                    | 62                                   |
| C1                 | 52                                    | 62                                   |
| C2                 | 55                                    | 65                                   |
| C4                 | 56                                    | 71                                   |
| D3h                | 58                                    | 71                                   |

Tabla 6.38 Clasificaciones de ruido acústico

Los valores están medidos a 1 m de la unidad.

## 7 Procedimiento para realizar pedidos

### 7.1 Configurador de convertidores de frecuencia

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| F | C | - |   |   |   | P |   |   |    | T  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | X  | X  | S  | X  | X  | X  | X  | A  |    | B  |    | C  |    |    |    |    | D  |    |    |

130B836.10

Ilustración 7.1 Ejemplo de código descriptivo

Configure el convertidor de frecuencia apropiado para su aplicación en el configurador de convertidores de frecuencia disponible en internet y genere la cadena del código descriptivo. El configurador de convertidores de frecuencia genera automáticamente un número de ventas de ocho dígitos que se debe enviar a la oficina de ventas local. Además, es posible establecer una lista de proyectos con varios productos y enviársela a un representante de ventas de (Danfoss).

El configurador de convertidores de frecuencia puede encontrarse en el sitio de internet: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

#### 7.1.1 Código descriptivo

Un ejemplo del código descriptivo es:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXD0

El significado de los caracteres de la cadena puede encontrarse en *Tabla 7.1* y *Tabla 7.2*. En el ejemplo anterior, se incluyen un Profibus DP V1 y una opción de alimentación auxiliar de 24 V.

| Descripción           | Pos.  | Selecciones posibles                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grupo de productos    | 1-3   | FC 30x                                                                                                                                                                                                              |
| Serie del convertidor | 4-6   | 301: FC 301<br>302: FC 302                                                                                                                                                                                          |
| Potencia nominal      | 8-10  | 0,25-75 kW                                                                                                                                                                                                          |
| Fases                 | 11    | Trifásico (T)                                                                                                                                                                                                       |
| Tensión de red        | 11-12 | T2: 200-240 V<br>T4: 380-480 V<br>T5: 380-500 V<br>T6: 525-600 V<br>T7: 525-690 V                                                                                                                                   |
| Protección            | 13-15 | E20: IP20<br>E55: IP55 / NEMA tipo 12<br>P20: IP20 (con placa posterior)<br>P21: IP21/ NEMA tipo 1 (con placa posterior)<br>P55: IP55/ NEMA tipo 12 (con placa posterior)<br>Z20: IP 20 <sup>1)</sup><br>E66: IP 66 |

| Descripción                                                                                                                                | Pos.  | Selecciones posibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Filtro RFI                                                                                                                                 | 16-17 | Hx: No hay filtros de EMC incorporados en el convertidor de frecuencia (solo unidades de 600 V)<br>H1: Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 clase A1/B y EN / CEI 61800-3 Categoría 1/2<br>H2: Sin filtro de EMC adicional. Cumple con EN 55011 Clase A2 y EN/CEI 61800-3 Categoría 3<br>H3:<br>H3 - Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 clase A1/B y EN/CEI 61800-3 Categoría 1/2 (solo tipo de protección A1) <sup>1)</sup><br>H4: Filtro de EMC integrado. Cumple con EN 55011 Clase A1 y EN/CEI 61800-3 Categoría 2<br>H5: versiones marinas. Cumple con los mismos niveles de emisiones que las versiones H2 |
| Freno                                                                                                                                      | 18    | B: chopper de frenado incluido<br>X: sin chopper de frenado<br>T: parada de seguridad sin freno <sup>1)</sup><br>U: parada de seguridad chopper de frenado <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Pantalla                                                                                                                                   | 19    | G: Panel de control local gráfico (LCP)<br>N: panel numérico de control local (LCP)<br>X: sin panel de control local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| PCB barnizado                                                                                                                              | 20    | C: PCB barnizado<br>R: resistentes<br>X: PCB no barnizado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Opción de red                                                                                                                              | 21    | X: sin opción de red<br>1: Desconexión de alimentación<br>3: desconexión red y fusible <sup>2)</sup><br>5: desconexión de la red, fusible y carga compartida <sup>2, 3)</sup><br>7: Fusible <sup>2)</sup><br>8: desconexión de la red y carga compartida <sup>3)</sup><br>A: fusible y carga compartida <sup>2, 3)</sup><br>D: carga compartida <sup>3)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Adaptación                                                                                                                                 | 22    | X: Entradas de cables estándar<br>O: roscado métrico europeo en entradas de cables (solo A4, A5, B1, B2, C1, C2)<br>S: entradas de cables imperiales (solo A5, B1, B2, C1 y C2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Adaptación                                                                                                                                 | 23    | X: Sin adaptación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Versión de software                                                                                                                        | 24-27 | SXXX: última edición - software estándar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Idioma del software                                                                                                                        | 28    | X: Sin uso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1)FC 301/ solo tipo de protección A1<br>2) Solo para los EE. UU.<br>3) los bastidores A y B3 tienen carga compartida integrada por defecto |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Tabla 7.1 Código descriptivo de pedido para tipos de protección A, B y C

| Descripción | Pos.  | Selecciones posibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opciones A  | 29-30 | AX: Sin opción A<br>A0: MCA 101 Profibus DP V1 (estándar)<br>A4: MCA 104 DeviceNet (estándar)<br>A6: MCA 105 CANOpen (estándar)<br>AN: MCA 121 Ethernet IP<br>AL: MCA 120 ProfiNet<br>AQ: MCA 122 Modbus TCP<br>AT: MCA 113 Profibus Converter VLT 3000<br>AU: MCA 114 Profibus Converter VLT 5000<br>AY: MCA 123 Powerlink<br>A8: MCA 124 EtherCAT |

| Descripción                              | Pos.  | Selecciones posibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opciones B                               | 31-32 | BX: sin opción<br>BK: opción MCB 101 General Purpose I/O<br>BR: opción de encoder MCB 102<br>BU: opción de resolver MCB 103<br>BP: opción de relé MCB 105<br>BZ: MCB 108 Safety PLC Interface<br>B2: MCB 112 PTC Thermistor Card<br>B4: MCB 114 VLT Sensor Input<br>B6: MCB 150 Safe Option TTL<br>B7: MCB 151 Safe Option HTL |
| Opciones C0                              | 33-34 | CX: sin opción<br>C4: MCO 305, controlador de movimiento programable                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Opciones C1                              | 35    | X: sin opción<br>R: MCB 113 Ext. Relay Card<br>Z: MCA-140 Opción Modbus RTU OEM                                                                                                                                                                                                                                                |
| Software de opción<br>C / Opciones<br>E1 | 36-37 | XX: controlador estándar<br>10: MCO 350, control de sincronización<br>11: MCO 351, control de posicionamiento                                                                                                                                                                                                                  |
| Opciones D                               | 38-39 | DX: sin opción<br>D0: MCB 107, alimentación auxiliar externa de 24 V CC                                                                                                                                                                                                                                                        |

Tabla 7.2 Código descriptivo de pedido, opciones

## AVISO!

Para tamaños de potencia superiores a 75 kW, consulte la *Guía de diseño de VLT® AutomationDrive FC 300 90-1400 kW*.

### 7.1.2 Idioma

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

| Paquete de idioma 1 | Paquete de idioma 2 | Paquete de idioma 3 | Paquete de idioma 4  |
|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Inglés              | Inglés              | Inglés              | Inglés               |
| Alemán              | Alemán              | Alemán              | Alemán               |
| Francés             | Chino               | Esloveno            | Español              |
| Danés               | Coreano             | Búlgaro             | Inglés EE. UU.       |
| Neerlandés          | Japonés             | Serbio              | Griego               |
| Español             | Thai                | Rumano              | Brazilian Portuguese |
| Sueco               | Chino tradicional   | Húngaro             | Turco                |
| Italiano            | Indonesio           | Checo               | Polaco               |
| Finés               |                     | Ruso                |                      |

Tabla 7.3 Paquetes de idioma

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

## 7.2 Números de pedido

### 7.2.1 Opciones y accesorios

| Descripción                                                                           | N.º de pedido               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|
|                                                                                       | Sin revestimiento barnizado | Barnizado |
| <b>Hardware diverso</b>                                                               |                             |           |
| Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección A5                               | 130B1028                    |           |
| Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección B1                               | 130B1046                    |           |
| Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección B2                               | 130B1047                    |           |
| Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección C1                               | 130B1048                    |           |
| Kit de montaje en panel VLT® para tipo de protección C2                               | 130B1049                    |           |
| Soportes de montaje VLT® para tipo de protección A5                                   | 130B1080                    |           |
| Soportes de montaje VLT® para tipo de protección B1                                   | 130B1081                    |           |
| Soportes de montaje VLT® para tipo de protección B2                                   | 130B1082                    |           |
| Soportes de montaje VLT® para tipo de protección C1                                   | 130B1083                    |           |
| Soportes de montaje VLT® para tipo de protección C2                                   | 130B1084                    |           |
| Kit VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A1                                         | 130B1121                    |           |
| Kit VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A2                                         | 130B1122                    |           |
| Kit VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A3                                         | 130B1123                    |           |
| Kit superior VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A2                                | 130B1132                    |           |
| Kit superior VLT® IP21 / tipo 1, tipo de protección A3                                | 130B1133                    |           |
| Placa posterior VLT® IP55 / tipo 12, tipo de protección A5                            | 130B1098                    |           |
| Placa posterior VLT® IP21 / tipo 1, IP55 / tipo 12, tipo de protección B1             | 130B3383                    |           |
| Placa posterior VLT® IP21 / tipo 1, IP55 / tipo 12, tipo de protección B2             | 130B3397                    |           |
| Placa posterior VLT® IP20 / tipo 1, tipo de protección B4                             | 130B4172                    |           |
| Placa posterior VLT® IP21 / tipo 1, IP55 / tipo 12, tipo de protección C1             | 130B3910                    |           |
| Placa posterior VLT® IP21 / tipo 1, IP55 / tipo 12, tipo de protección C2             | 130B3911                    |           |
| Placa posterior VLT® IP20 / tipo 1, tipo de protección C3                             | 130B4170                    |           |
| Placa posterior VLT® IP20 / tipo 1, tipo de protección C4                             | 130B4171                    |           |
| Placa posterior VLT® IP66 / tipo 4X, tipo de protección A5                            | 130B3242                    |           |
| Placa posterior VLT® en acero inoxidable IP66 / tipo 4x, tipo de protección B1        | 130B3434                    |           |
| Placa posterior VLT® en acero inoxidable IP66 / tipo 4X, tipo de protección B2        | 130B3465                    |           |
| Placa posterior VLT® en acero inoxidable IP66 / tipo 4X, tipo de protección C1        | 130B3468                    |           |
| Placa posterior VLT® en acero inoxidable IP66 / tipo 4X, tipo de protección C2        | 130B3491                    |           |
| Conector Sub D9 para adaptador Profibus VLT®                                          | 130B1112                    |           |
| Kit de placa de apantallamiento Profibus para IP20, tipos de protección A1, A2 y A3   | 130B0524                    |           |
| Bloque de terminales para la conexión del enlace de CC en tipos de protección A2 / A3 | 130B1064                    |           |
| Terminales con tornillo VLT®                                                          | 130B1116                    |           |
| Extensión USB VLT®, cable de 350 mm                                                   | 130B1155                    |           |
| Extensión USB VLT®, cable de 650 mm                                                   | 130B1156                    |           |
| Bastidor posterior VLT® A2 para 1 resistencia de freno                                | 175U0085                    |           |
| Bastidor posterior VLT® A3 para 1 resistencia de freno                                | 175U0088                    |           |
| Bastidor posterior VLT® A2 para 2 resistencias de freno                               | 175U0087                    |           |
| Parte posterior VLT® A3 para 2 resistencias de freno                                  | 175U0086                    |           |
| <b>Panel de control local</b>                                                         |                             |           |
| Panel de control local numérico VLT® LCP 101                                          | 130B1124                    |           |
| Panel de control local gráfico VLT® LCP 102                                           | 130B1107                    |           |
| Cable VLT® para LCP 2, 3 m                                                            | 175Z0929                    |           |
| Kit de montaje de panel VLT® para todos los tipos de LCP                              | 130B1170                    |           |

| Descripción                                                                           | N.º de pedido               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|
|                                                                                       | Sin revestimiento barnizado | Barnizado |
| Kit de montaje de panel VLT®, LCP gráfico                                             | 130B1113                    |           |
| Kit de montaje de panel VLT®, LCP numérico                                            | 130B1114                    |           |
| Kit de montaje de LCP VLT®, sin LCP                                                   | 130B1117                    |           |
| Kit de montaje de LCP VLT®, tapa ciega IP55/66, 8 m                                   | 130B1129                    |           |
| VLT® Control Panel LCP 102, gráfico                                                   | 130B1078                    |           |
| Tapa ciega VLT®, con el logotipo de Danfoss, IP55/66                                  | 130B1077                    |           |
| <b>Opciones para ranura A</b>                                                         |                             |           |
| VLT® Profibus DP V1 MCA 101                                                           | 130B1100                    | 130B1200  |
| VLT® DeviceNet MCA 104                                                                | 130B1102                    | 130B1202  |
| VLT® CAN Open MCA 105                                                                 | 130B1103                    | 130B1205  |
| VLT® PROFIBUS Converter MCA 113                                                       | 130B1245                    |           |
| VLT® PROFIBUS Converter MCA 114                                                       |                             | 130B1246  |
| VLT® PROFINET MCA 120                                                                 | 130B1135                    | 130B1235  |
| VLT® EtherNet/IP MCA 121                                                              | 130B1119                    | 130B1219  |
| VLT® Modbus TCP MCA 122                                                               | 130B1196                    | 130B1296  |
| POWERLINK                                                                             | 130B1489                    | 130B1490  |
| EtherCAT                                                                              | 130B5546                    | 130B5646  |
| VLT® DeviceNet MCA 104                                                                | 130B1102                    | 130B1202  |
| <b>Opciones para ranura B</b>                                                         |                             |           |
| VLT® General Purpose I/O MCB 101                                                      | 130B1125                    | 130B1212  |
| VLT® Encoder Input MCB 102                                                            | 130B1115                    | 130B1203  |
| VLT® Resolver Input MCB 103                                                           | 130B1127                    | 130B1227  |
| Opción de relé VLT® MCB 105                                                           | 130B1110                    | 130B1210  |
| VLT® Safe PLC I/O MCB 108                                                             | 130B1120                    | 130B1220  |
| VLT® PTC Thermistor Card MCB 112                                                      |                             | 130B1137  |
| VLT® Safe Option MCB 140                                                              | 130B6443                    |           |
| VLT® Safe Option MCB 141                                                              | 130B6447                    |           |
| VLT® Safe option MCB 150                                                              |                             | 130B3280  |
| VLT® Safe option MCB 151                                                              |                             | 130B3290  |
| <b>Kits de montaje para opciones C</b>                                                |                             |           |
| Kit de montaje VLT® para opción C, 40 mm, tipos de protección A2 / A3                 | 130B7530                    |           |
| Kit de montaje VLT® para opción C, 60 mm, tipos de protección A2 / A3                 | 130B7531                    |           |
| Kit de montaje VLT® para opción C, tipo de protección A5                              | 130B7532                    |           |
| Kit de montaje VLT® para opción C, tipos de protección B / C / D / E / F (excepto B3) | 130B7533                    |           |
| Kit de montaje VLT® para opción C, 40 mm, tipo de protección B3                       | 130B1413                    |           |
| Kit de montaje VLT® para opción C, 60 mm, tipo de protección B3                       | 130B1414                    |           |
| <b>Opciones para ranura C</b>                                                         |                             |           |
| VLT® Motion Control MCO 305                                                           | 130B1134                    | 130B1234  |
| VLT® Synchronizing Contr. MCO 350                                                     | 130B1152                    | 130B1252  |
| VLT® Position. Controller MCO 351                                                     | 130B1153                    | 120B1253  |
| Controlador bobinadora central                                                        | 130B1165                    | 130B1166  |
| VLT® Extended Relay Card MCB 113                                                      | 130B1164                    | 130B1264  |
| Adaptador VLT® de opciones C MCF 106                                                  |                             | 130B1230  |
| <b>Opción para ranura D</b>                                                           |                             |           |
| VLT® 24 V DC Supply MCB 107                                                           | 130B1108                    | 130B1208  |
| VLT® EtherNet/IP MCA 121                                                              | 175N2584                    |           |
| Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipos de protección A2 / A3                 | 130B5645                    |           |
| Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipo de protección B3                       | 130B5764                    |           |

| Descripción                                                                                                                                                                | N.º de pedido               |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|
|                                                                                                                                                                            | Sin revestimiento barnizado | Barnizado |
| Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipo de protección B4                                                                                                            | 130B5765                    |           |
| Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipo de protección C3                                                                                                            | 130B6226                    |           |
| Kit de monitor de corriente de fuga VLT®, tipo de protección C4                                                                                                            | 130B5647                    |           |
| <b>Software para PC</b>                                                                                                                                                    |                             |           |
| VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 1 licencia                                                                                                                                   | 130B1000                    |           |
| VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 5 licencias                                                                                                                                  | 130B1001                    |           |
| VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 10 licencias                                                                                                                                 | 130B1002                    |           |
| VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 25 licencias                                                                                                                                 | 130B1003                    |           |
| VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 50 licencias                                                                                                                                 | 130B1004                    |           |
| VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, 100 licencias                                                                                                                                | 130B1005                    |           |
| VLT® Motion Ctrl Tool MCT 10, >100 licencias                                                                                                                               | 130B1006                    |           |
| Las opciones se pueden pedir como opciones integradas de fábrica. Consulte la información sobre pedidos, <i>capítulo 7.1 Configurador de convertidores de frecuencia</i> . |                             |           |

Tabla 7.4 Números de pedido para opciones y accesorios

## 7.2.2 Repuestos

Consulte la tienda VLT o el configurador para obtener información sobre las piezas de recambio disponibles para su especificación, [VLTSshop.danfoss.com](http://VLTSshop.danfoss.com).

## 7.2.3 Bolsa de accesorios

| Tipo                       | Descripción                                                                        | N.º de pedido |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Bolsa de accesorios</b> |                                                                                    |               |
| Bolsa de accesorios A1     | Bolsa de accesorios, tipo de protección A1                                         | 130B1021      |
| Bolsa de accesorios A2/A3  | Bolsa de accesorios, tipo de protección A2 / A3                                    | 130B1022      |
| Bolsa de accesorios A5     | Bolsa de accesorios, tipo de protección A5                                         | 130B1023      |
| Bolsa de accesorios A1-A5  | Bolsa de accesorios, tipo de protección A1-A5 Conector de freno y carga compartida | 130B0633      |
| Bolsa de accesorios B1     | Bolsa de accesorios, tipo de protección B1                                         | 130B2060      |
| Bolsa de accesorios B2     | Bolsa de accesorios, tipo de protección B2                                         | 130B2061      |
| Bolsa de accesorios B3     | Bolsa de accesorios, tipo de protección B3                                         | 130B0980      |
| Bolsa de accesorios B4     | Bolsa de accesorios, tipo de protección B4, 18,5-22 kW                             | 130B1300      |
| Bolsa de accesorios B4     | Bolsa de accesorios, tipo de protección B4, 30 kW                                  | 130B1301      |
| Bolsa de accesorios C1     | Bolsa de accesorios, tipo de protección C1                                         | 130B0046      |
| Bolsa de accesorios C2     | Bolsa de accesorios, tipo de protección C2                                         | 130B0047      |
| Bolsa de accesorios C3     | Bolsa de accesorios, tipo de protección C3                                         | 130B0981      |
| Bolsa de accesorios C4     | Bolsa de accesorios, tipo de protección C4, 55 kW                                  | 130B0982      |
| Bolsa de accesorios C4     | Bolsa de accesorios, tipo de protección C4, 75 kW                                  | 130B0983      |

Tabla 7.5 Números de pedido para bolsas de accesorios

## 7.2.4 VLT AutomationDrive FC 301

T2, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

| FC 301                              |                        |                         |                            | Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                                     |                     |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                        |                         |                            | Datos de la resistencia de freno              |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                                         |                     |
|                                     |                        |                         |                            | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                       | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable<br>[mm <sup>2</sup> ] | Relé térmico<br>[A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub><br>[kW] | R <sub>min</sub><br>[Ω] | R <sub>br,nom</sub><br>[Ω] |                                               |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                                     |                     |
| T2                                  | 0,25                   | 368                     | 415,9                      | 410                                           | 0,100                         | 175u3004                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,5                 |
| T2                                  | 0,37                   | 248                     | 280,7                      | 300                                           | 0,100                         | 175u3006                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,6                 |
| T2                                  | 0,55                   | 166                     | 188,7                      | 200                                           | 0,100                         | 175u3011                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,7                 |
| T2                                  | 0,75                   | 121                     | 138,4                      | 145                                           | 0,100                         | 175u3016                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,8                 |
| T2                                  | 1,1                    | 81,0                    | 92,0                       | 100                                           | 0,100                         | 175u3021                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,9                 |
| T2                                  | 1,5                    | 58,5                    | 66,5                       | 70                                            | 0,200                         | 175u3026                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 1,6                 |
| T2                                  | 2,2                    | 40,2                    | 44,6                       | 48                                            | 0,200                         | 175u3031                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 1,9                 |
| T2                                  | 3                      | 29,1                    | 32,3                       | 35                                            | 0,300                         | 175u3325                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 2,7                 |
| T2                                  | 3,7                    | 22,5                    | 25,9                       | 27                                            | 0,360                         | 175u3326                   | 175u3477                   | 175u3478                   | -                    | 1,5                                                 | 3,5                 |
| T2                                  | 5,5                    | 17,7                    | 19,7                       | 18                                            | 0,570                         | 175u3327                   | 175u3442                   | 175u3441                   | -                    | 1,5                                                 | 5,3                 |
| T2                                  | 7,5                    | 12,6                    | 14,3                       | 13                                            | 0,680                         | 175u3328                   | 175u3059                   | 175u3060                   | -                    | 1,5                                                 | 6,8                 |
| T2                                  | 11                     | 8,7                     | 9,7                        | 9                                             | 1,130                         | 175u3329                   | 175u3068                   | 175u3069                   | -                    | 2,5                                                 | 10,5                |
| T2                                  | 15                     | 5,3                     | 7,5                        | 5,7                                           | 1,400                         | 175u3330                   | 175u3073                   | 175u3074                   | -                    | 4                                                   | 15                  |
| T2                                  | 18,5                   | 5,1                     | 6,0                        | 5,7                                           | 1,700                         | 175u3331                   | 175u3483                   | 175u3484                   | -                    | 4                                                   | 16                  |
| T2                                  | 22                     | 3,2                     | 5,0                        | 3,5                                           | 2,200                         | 175u3332                   | 175u3080                   | 175u3081                   | -                    | 6                                                   | 24                  |
| T2                                  | 30                     | 3,0                     | 3,7                        | 3,5                                           | 2,800                         | 175u3333                   | 175u3448                   | 175u3447                   | -                    | 10                                                  | 27                  |
| T2                                  | 37                     | 2,4                     | 3,0                        | 2,8                                           | 3,200                         | 175u3334                   | 175u3086                   | 175u3087                   | -                    | 16                                                  | 32                  |

Tabla 7.6 T2, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

| FC 301                              |                        |                         |                            | Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                                     |                     |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                        |                         |                            | Datos de la resistencia de freno            |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                                         |                     |
|                                     |                        |                         |                            | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                     | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable<br>[mm <sup>2</sup> ] | Relé térmico<br>[A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub><br>[kW] | R <sub>min</sub><br>[Ω] | R <sub>br,nom</sub><br>[Ω] |                                             |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                                     |                     |
| T2                                  | 0,25                   | 368                     | 415,9                      | 410                                         | 0,100                         | 175u3004                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,5                 |
| T2                                  | 0,37                   | 248                     | 280,7                      | 300                                         | 0,200                         | 175u3096                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,8                 |
| T2                                  | 0,55                   | 166                     | 188,7                      | 200                                         | 0,200                         | 175u3008                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,9                 |
| T2                                  | 0,75                   | 121                     | 138,4                      | 145                                         | 0,300                         | 175u3300                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 1,3                 |
| T2                                  | 1,1                    | 81,0                    | 92,0                       | 100                                         | 0,450                         | 175u3301                   | 175u3402                   | 175u3401                   | -                    | 1,5                                                 | 2                   |
| T2                                  | 1,5                    | 58,5                    | 66,5                       | 70                                          | 0,570                         | 175u3302                   | 175u3404                   | 175u3403                   | -                    | 1,5                                                 | 2,7                 |
| T2                                  | 2,2                    | 40,2                    | 44,6                       | 48                                          | 0,960                         | 175u3303                   | 175u3406                   | 175u3405                   | -                    | 1,5                                                 | 4,2                 |
| T2                                  | 3                      | 29,1                    | 32,3                       | 35                                          | 1,130                         | 175u3304                   | 175u3408                   | 175u3407                   | -                    | 1,5                                                 | 5,4                 |
| T2                                  | 3,7                    | 22,5                    | 25,9                       | 27                                          | 1,400                         | 175u3305                   | 175u3410                   | 175u3409                   | -                    | 1,5                                                 | 6,8                 |
| T2                                  | 5,5                    | 17,7                    | 19,7                       | 18                                          | 2,200                         | 175u3306                   | 175u3412                   | 175u3411                   | -                    | 1,5                                                 | 10,4                |
| T2                                  | 7,5                    | 12,6                    | 14,3                       | 13                                          | 3,200                         | 175u3307                   | 175u3414                   | 175u3413                   | -                    | 2,5                                                 | 14,7                |
| T2                                  | 11                     | 8,7                     | 9,7                        | 9                                           | 5,500                         | -                          | 175u3176                   | 175u3177                   | -                    | 4                                                   | 23                  |
| T2                                  | 15                     | 5,3                     | 7,5                        | 5,7                                         | 6,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3233             | 10                                                  | 33                  |
| T2                                  | 18,5                   | 5,1                     | 6,0                        | 5,7                                         | 8,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3234             | 10                                                  | 38                  |
| T2                                  | 22                     | 3,2                     | 5,0                        | 3,5                                         | 9,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3235             | 16                                                  | 51                  |
| T2                                  | 30                     | 3,0                     | 3,7                        | 3,5                                         | 14,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3224             | 25                                                  | 63                  |
| T2                                  | 37                     | 2,4                     | 3,0                        | 2,8                                         | 17,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3227             | 35                                                  | 78                  |

Tabla 7.7 T2, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

| FC 301                              |                        |                         |                            | Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                                     |                     |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                        |                         |                            | Datos de la resistencia de freno              |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                                         |                     |
|                                     |                        |                         |                            | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                       | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable<br>[mm <sup>2</sup> ] | Relé térmico<br>[A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub><br>[kW] | R <sub>min</sub><br>[Ω] | R <sub>br,nom</sub><br>[Ω] |                                               |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                                     |                     |
| T4                                  | 0,37                   | 1000                    | 1121,4                     | 1200                                          | 0,100                         | 175u3000                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,3                 |
| T4                                  | 0,55                   | 620                     | 749,8                      | 850                                           | 0,100                         | 175u3001                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,4                 |
| T4                                  | 0,75                   | 485                     | 547,6                      | 630                                           | 0,100                         | 175u3002                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,4                 |
| T4                                  | 1,1                    | 329                     | 365,3                      | 410                                           | 0,100                         | 175u3004                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,5                 |
| T4                                  | 1,5                    | 240                     | 263,0                      | 270                                           | 0,200                         | 175u3007                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,8                 |
| T4                                  | 2,2                    | 161                     | 176,5                      | 200                                           | 0,200                         | 175u3008                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,9                 |
| T4                                  | 3                      | 117                     | 127,9                      | 145                                           | 0,300                         | 175u3300                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 1,3                 |
| T4                                  | 4                      | 86,9                    | 94,6                       | 110                                           | 0,450                         | 175u3335                   | 175u3450                   | 175u3449                   | -                    | 1,5                                                 | 1,9                 |
| T4                                  | 5,5                    | 62,5                    | 68,2                       | 80                                            | 0,570                         | 175u3336                   | 175u3452                   | 175u3451                   | -                    | 1,5                                                 | 2,5                 |
| T4                                  | 7,5                    | 45,3                    | 49,6                       | 56                                            | 0,680                         | 175u3337                   | 175u3027                   | 175u3028                   | -                    | 1,5                                                 | 3,3                 |
| T4                                  | 11                     | 34,9                    | 38,0                       | 38                                            | 1,130                         | 175u3338                   | 175u3034                   | 175u3035                   | -                    | 1,5                                                 | 5,2                 |
| T4                                  | 15                     | 25,3                    | 27,7                       | 28                                            | 1,400                         | 175u3339                   | 175u3039                   | 175u3040                   | -                    | 1,5                                                 | 6,7                 |
| T4                                  | 18,5                   | 20,3                    | 22,3                       | 22                                            | 1,700                         | 175u3340                   | 175u3047                   | 175u3048                   | -                    | 1,5                                                 | 8,3                 |
| T4                                  | 22                     | 16,9                    | 18,7                       | 19                                            | 2,200                         | 175u3357                   | 175u3049                   | 175u3050                   | -                    | 1,5                                                 | 10,1                |
| T4                                  | 30                     | 13,2                    | 14,5                       | 14                                            | 2,800                         | 175u3341                   | 175u3055                   | 175u3056                   | -                    | 2,5                                                 | 13,3                |
| T4                                  | 37                     | 10,6                    | 11,7                       | 12                                            | 3,200                         | 175u3359                   | 175u3061                   | 175u3062                   | -                    | 2,5                                                 | 15,3                |
| T4                                  | 45                     | 8,7                     | 9,6                        | 9,5                                           | 4,200                         | -                          | 175u3065                   | 175u3066                   | -                    | 4                                                   | 20                  |
| T4                                  | 55                     | 6,6                     | 7,8                        | 7,0                                           | 5,500                         | -                          | 175u3070                   | 175u3071                   | -                    | 6                                                   | 26                  |
| T4                                  | 75                     | 4,2                     | 5,7                        | 5,5                                           | 7,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3231             | 10                                                  | 36                  |

Tabla 7.8 T4, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

| FC 301                              |                        |                         |                            | Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                        |                         |                            | Datos de la resistencia de freno            |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                         |                  |
|                                     |                        |                         |                            | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                     | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable [mm²] | Relé térmico [A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub><br>[kW] | R <sub>min</sub><br>[Ω] | R <sub>br,nom</sub><br>[Ω] |                                             |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                     |                  |
| T4                                  | 0,37                   | 1000                    | 1121,4                     | 1200                                        | 0,200                         | 175u3101                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,4              |
| T4                                  | 0,55                   | 620                     | 749,8                      | 850                                         | 0,200                         | 175u3308                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,5              |
| T4                                  | 0,75                   | 485                     | 547,6                      | 630                                         | 0,300                         | 175u3309                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,7              |
| T4                                  | 1,1                    | 329                     | 365,3                      | 410                                         | 0,450                         | 175u3310                   | 175u3416                   | 175u3415                   | -                    | 1,5                                 | 1                |
| T4                                  | 1,5                    | 240                     | 263,0                      | 270                                         | 0,570                         | 175u3311                   | 175u3418                   | 175u3417                   | -                    | 1,5                                 | 1,4              |
| T4                                  | 2,2                    | 161                     | 176,5                      | 200                                         | 0,960                         | 175u3312                   | 175u3420                   | 175u3419                   | -                    | 1,5                                 | 2,1              |
| T4                                  | 3                      | 117                     | 127,9                      | 145                                         | 1,130                         | 175u3313                   | 175u3422                   | 175u3421                   | -                    | 1,5                                 | 2,7              |
| T4                                  | 4                      | 86,9                    | 94,6                       | 110                                         | 1,700                         | 175u3314                   | 175u3424                   | 175u3423                   | -                    | 1,5                                 | 3,7              |
| T4                                  | 5,5                    | 62,5                    | 68,2                       | 80                                          | 2,200                         | 175u3315                   | 175u3138                   | 175u3139                   | -                    | 1,5                                 | 5                |
| T4                                  | 7,5                    | 45,3                    | 49,6                       | 56                                          | 3,200                         | 175u3316                   | 175u3428                   | 175u3427                   | -                    | 1,5                                 | 7,1              |
| T4                                  | 11                     | 34,9                    | 38,0                       | 38                                          | 5,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3236             | 1,5                                 | 11,5             |
| T4                                  | 15                     | 25,3                    | 27,7                       | 28                                          | 6,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3237             | 2,5                                 | 14,7             |
| T4                                  | 18,5                   | 20,3                    | 22,3                       | 22                                          | 8,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3238             | 4                                   | 19               |
| T4                                  | 22                     | 16,9                    | 18,7                       | 19                                          | 10,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3203             | 4                                   | 23               |
| T4                                  | 30                     | 13,2                    | 14,5                       | 14                                          | 14,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3206             | 10                                  | 32               |
| T4                                  | 37                     | 10,6                    | 11,7                       | 12                                          | 17,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3210             | 10                                  | 38               |
| T4                                  | 45                     | 8,7                     | 9,6                        | 9,5                                         | 21,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3213             | 16                                  | 47               |
| T4                                  | 55                     | 6,6                     | 7,8                        | 7,0                                         | 26,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3216             | 25                                  | 61               |
| T4                                  | 75                     | 4,2                     | 5,7                        | 5,5                                         | 36,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3219             | 35                                  | 81               |

Tabla 7.9 T4, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

## 7.2.5 Resistencias de freno para FC 302

| FC 302                              |                        |                         |                            | Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                                     |                     |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                        |                         |                            | Datos de la resistencia de freno              |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                                         |                     |
|                                     |                        |                         |                            | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                       | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable<br>[mm <sup>2</sup> ] | Relé térmico<br>[A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub><br>[kW] | R <sub>min</sub><br>[Ω] | R <sub>br,nom</sub><br>[Ω] |                                               |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                                     |                     |
| T2                                  | 0,25                   | 380                     | 475,3                      | 410                                           | 0,100                         | 175u3004                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,5                 |
| T2                                  | 0,37                   | 275                     | 320,8                      | 300                                           | 0,100                         | 175u3006                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,6                 |
| T2                                  | 0,55                   | 188                     | 215,7                      | 200                                           | 0,100                         | 175u3011                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,7                 |
| T2                                  | 0,75                   | 130                     | 158,1                      | 145                                           | 0,100                         | 175u3016                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,8                 |
| T2                                  | 1,1                    | 81,0                    | 105,1                      | 100                                           | 0,100                         | 175u3021                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 0,9                 |
| T2                                  | 1,5                    | 58,5                    | 76,0                       | 70                                            | 0,200                         | 175u3026                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 1,6                 |
| T2                                  | 2,2                    | 45,0                    | 51,0                       | 48                                            | 0,200                         | 175u3031                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 1,9                 |
| T2                                  | 3                      | 31,5                    | 37,0                       | 35                                            | 0,300                         | 175u3325                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                                 | 2,7                 |
| T2                                  | 3,7                    | 22,5                    | 29,7                       | 27                                            | 0,360                         | 175u3326                   | 175u3477                   | 175u3478                   | -                    | 1,5                                                 | 3,5                 |
| T2                                  | 5,5                    | 17,7                    | 19,7                       | 18                                            | 0,570                         | 175u3327                   | 175u3442                   | 175u3441                   | -                    | 1,5                                                 | 5,3                 |
| T2                                  | 7,5                    | 12,6                    | 14,3                       | 13,0                                          | 0,680                         | 175u3328                   | 175u3059                   | 175u3060                   | -                    | 1,5                                                 | 6,8                 |
| T2                                  | 11                     | 8,7                     | 9,7                        | 9,0                                           | 1,130                         | 175u3329                   | 175u3068                   | 175u3069                   | -                    | 2,5                                                 | 10,5                |
| T2                                  | 15                     | 5,3                     | 7,5                        | 5,7                                           | 1,400                         | 175u3330                   | 175u3073                   | 175u3074                   | -                    | 4                                                   | 14,7                |
| T2                                  | 18,5                   | 5,1                     | 6,0                        | 5,7                                           | 1,700                         | 175u3331                   | 175u3483                   | 175u3484                   | -                    | 4                                                   | 16                  |
| T2                                  | 22                     | 3,2                     | 5,0                        | 3,5                                           | 2,200                         | 175u3332                   | 175u3080                   | 175u3081                   | -                    | 6                                                   | 24                  |
| T2                                  | 30                     | 3,0                     | 3,7                        | 3,5                                           | 2,800                         | 175u3333                   | 175u3448                   | 175u3447                   | -                    | 10                                                  | 27                  |
| T2                                  | 37                     | 2,4                     | 3,0                        | 2,8                                           | 3,200                         | 175u3334                   | 175u3086                   | 175u3087                   | -                    | 16                                                  | 32                  |

Tabla 7.10 T2, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

| FC 302                              |                        |                         |                            | Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                                  |                  |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                        |                         |                            | Datos de la resistencia de freno            |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                                      |                  |
|                                     |                        |                         |                            | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                     | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable [mm <sup>2</sup> ] | Relé térmico [A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub><br>[kW] | R <sub>min</sub><br>[Ω] | R <sub>br,nom</sub><br>[Ω] |                                             |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                                  |                  |
| T2                                  | 0,25                   | 380                     | 475,3                      | 410                                         | 0,100                         | 175u3004                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                              | 0,5              |
| T2                                  | 0,37                   | 275                     | 320,8                      | 300                                         | 0,200                         | 175u3096                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                              | 0,8              |
| T2                                  | 0,55                   | 188                     | 215,7                      | 200                                         | 0,200                         | 175u3008                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                              | 0,9              |
| T2                                  | 0,75                   | 130                     | 158,1                      | 145                                         | 0,300                         | 175u3300                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                              | 1,3              |
| T2                                  | 1,1                    | 81,0                    | 105,1                      | 100                                         | 0,450                         | 175u3301                   | 175u3402                   | 175u3401                   | -                    | 1,5                                              | 2                |
| T2                                  | 1,5                    | 58,5                    | 76,0                       | 70                                          | 0,570                         | 175u3302                   | 175u3404                   | 175u3403                   | -                    | 1,5                                              | 2,7              |
| T2                                  | 2,2                    | 45,0                    | 51,0                       | 48                                          | 0,960                         | 175u3303                   | 175u3406                   | 175u3405                   | -                    | 1,5                                              | 4,2              |
| T2                                  | 3                      | 31,5                    | 37,0                       | 35                                          | 1,130                         | 175u3304                   | 175u3408                   | 175u3407                   | -                    | 1,5                                              | 5,4              |
| T2                                  | 3,7                    | 22,5                    | 29,7                       | 27                                          | 1,400                         | 175u3305                   | 175u3410                   | 175u3409                   | -                    | 1,5                                              | 6,8              |
| T2                                  | 5,5                    | 17,7                    | 19,7                       | 18                                          | 2,200                         | 175u3306                   | 175u3412                   | 175u3411                   | -                    | 1,5                                              | 10,4             |
| T2                                  | 7,5                    | 12,6                    | 14,3                       | 13,0                                        | 3,200                         | 175u3307                   | 175u3414                   | 175u3413                   | -                    | 2,5                                              | 14,7             |
| T2                                  | 11                     | 8,7                     | 9,7                        | 9,0                                         | 5,500                         | -                          | 175u3176                   | 175u3177                   | -                    | 4                                                | 23               |
| T2                                  | 15                     | 5,3                     | 7,5                        | 5,7                                         | 6,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3233             | 10                                               | 33               |
| T2                                  | 18,5                   | 5,1                     | 6,0                        | 5,7                                         | 8,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3234             | 10                                               | 38               |
| T2                                  | 22                     | 3,2                     | 5,0                        | 3,5                                         | 9,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3235             | 16                                               | 51               |
| T2                                  | 30                     | 3,0                     | 3,7                        | 3,5                                         | 14,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3224             | 25                                               | 63               |
| T2                                  | 37                     | 2,4                     | 3,0                        | 2,8                                         | 17,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3227             | 35                                               | 78               |

Tabla 7.11 T2, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

| FC 302                              |                        |                         |                            | Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                        |                         |                            | Datos de la resistencia de freno              |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                         |                  |
|                                     |                        |                         |                            | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                       | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable [mm²] | Relé térmico [A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub><br>[kW] | R <sub>min</sub><br>[Ω] | R <sub>br,nom</sub><br>[Ω] |                                               |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                     |                  |
| T5                                  | 0,37                   | 1000                    | 1389,2                     | 1200                                          | 0,100                         | 175u3000                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,3              |
| T5                                  | 0,55                   | 620                     | 928,8                      | 850                                           | 0,100                         | 175u3001                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,4              |
| T5                                  | 0,75                   | 558                     | 678,3                      | 630                                           | 0,100                         | 175u3002                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,4              |
| T5                                  | 1,1                    | 382                     | 452,5                      | 410                                           | 0,100                         | 175u3004                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,5              |
| T5                                  | 1,5                    | 260                     | 325,9                      | 270                                           | 0,200                         | 175u3007                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,8              |
| T5                                  | 2,2                    | 189                     | 218,6                      | 200                                           | 0,200                         | 175u3008                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,9              |
| T5                                  | 3                      | 135                     | 158,5                      | 145                                           | 0,300                         | 175u3300                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 1,3              |
| T5                                  | 4                      | 99,0                    | 117,2                      | 110                                           | 0,450                         | 175u3335                   | 175u3450                   | 175u3449                   | -                    | 1,5                                 | 1,9              |
| T5                                  | 5,5                    | 72,0                    | 84,4                       | 80                                            | 0,570                         | 175u3336                   | 175u3452                   | 175u3451                   | -                    | 1,5                                 | 2,5              |
| T5                                  | 7,5                    | 50,0                    | 61,4                       | 56                                            | 0,680                         | 175u3337                   | 175u3027                   | 175u3028                   | -                    | 1,5                                 | 3,3              |
| T5                                  | 11                     | 36,0                    | 41,2                       | 38                                            | 1,130                         | 175u3338                   | 175u3034                   | 175u3035                   | -                    | 1,5                                 | 5,2              |
| T5                                  | 15                     | 27,0                    | 30,0                       | 28                                            | 1,400                         | 175u3339                   | 175u3039                   | 175u3040                   | -                    | 1,5                                 | 6,7              |
| T5                                  | 18,5                   | 20,3                    | 24,2                       | 22                                            | 1,700                         | 175u3340                   | 175u3047                   | 175u3048                   | -                    | 1,5                                 | 8,3              |
| T5                                  | 22                     | 18,0                    | 20,3                       | 19                                            | 2,200                         | 175u3357                   | 175u3049                   | 175u3050                   | -                    | 1,5                                 | 10,1             |
| T5                                  | 30                     | 13,4                    | 15,8                       | 14                                            | 2,800                         | 175u3341                   | 175u3055                   | 175u3056                   | -                    | 2,5                                 | 13,3             |
| T5                                  | 37                     | 10,8                    | 12,7                       | 12                                            | 3,200                         | 175u3359                   | 175u3061                   | 175u3062                   | -                    | 2,5                                 | 15,3             |
| T5                                  | 45                     | 8,8                     | 10,4                       | 9,5                                           | 4,200                         | -                          | 175u3065                   | 175u3066                   | -                    | 4                                   | 20               |
| T5                                  | 55                     | 6,5                     | 8,5                        | 7,0                                           | 5,500                         | -                          | 175u3070                   | 175u3071                   | -                    | 6                                   | 26               |
| T5                                  | 75                     | 4,2                     | 6,2                        | 5,5                                           | 7,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3231             | 10                                  | 36               |

Tabla 7.12 T5, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

| FC 302                              |                     |                      |                         | Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                     |                  |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                     |                      |                         | Datos de la resistencia de freno            |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                         |                  |
|                                     |                     |                      |                         | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                     | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable [mm²] | Relé térmico [A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub> [kW] | R <sub>min</sub> [Ω] | R <sub>br,nom</sub> [Ω] |                                             |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                     |                  |
| T5                                  | 0,37                | 1000                 | 1389,2                  | 1200                                        | 0,200                         | 175u3101                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,4              |
| T5                                  | 0,55                | 620                  | 928,8                   | 850                                         | 0,200                         | 175u3308                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,5              |
| T5                                  | 0,75                | 558                  | 678,3                   | 630                                         | 0,300                         | 175u3309                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,7              |
| T5                                  | 1,1                 | 382                  | 452,5                   | 410                                         | 0,450                         | 175u3310                   | 175u3416                   | 175u3415                   | -                    | 1,5                                 | 1                |
| T5                                  | 1,5                 | 260                  | 325,9                   | 270                                         | 0,570                         | 175u3311                   | 175u3418                   | 175u3417                   | -                    | 1,5                                 | 1,4              |
| T5                                  | 2,2                 | 189                  | 218,6                   | 200                                         | 0,960                         | 175u3312                   | 175u3420                   | 175u3419                   | -                    | 1,5                                 | 2,1              |
| T5                                  | 3                   | 135                  | 158,5                   | 145                                         | 1,130                         | 175u3313                   | 175u3422                   | 175u3421                   | -                    | 1,5                                 | 2,7              |
| T5                                  | 4                   | 99,0                 | 117,2                   | 110                                         | 1,700                         | 175u3314                   | 175u3424                   | 175u3423                   | -                    | 1,5                                 | 3,7              |
| T5                                  | 5,5                 | 72,0                 | 84,4                    | 80                                          | 2,200                         | 175u3315                   | 175u3138                   | 175u3139                   | -                    | 1,5                                 | 5                |
| T5                                  | 7,5                 | 50,0                 | 61,4                    | 56                                          | 3,200                         | 175u3316                   | 175u3428                   | 175u3427                   | -                    | 1,5                                 | 7,1              |
| T5                                  | 11                  | 36,0                 | 41,2                    | 38                                          | 5,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3236             | 1,5                                 | 11,5             |
| T5                                  | 15                  | 27,0                 | 30,0                    | 28                                          | 6,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3237             | 2,5                                 | 14,7             |
| T5                                  | 18,5                | 20,3                 | 24,2                    | 22                                          | 8,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3238             | 4                                   | 19               |
| T5                                  | 22                  | 18,0                 | 20,3                    | 19                                          | 10,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3203             | 4                                   | 23               |
| T5                                  | 30                  | 13,4                 | 15,8                    | 14                                          | 14,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3206             | 10                                  | 32               |
| T5                                  | 37                  | 10,8                 | 12,7                    | 12                                          | 17,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3210             | 10                                  | 38               |
| T5                                  | 45                  | 8,8                  | 10,4                    | 9,5                                         | 21,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3213             | 16                                  | 47               |
| T5                                  | 55                  | 6,5                  | 8,5                     | 7,0                                         | 26,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3216             | 25                                  | 61               |
| T5                                  | 75                  | 4,2                  | 6,2                     | 5,5                                         | 36,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3219             | 35                                  | 81               |

Tabla 7.13 T5, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

| FC 302                              |                     |                      |                         | Frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                     |                  |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                     |                      |                         | Datos de la resistencia de freno              |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                         |                  |
|                                     |                     |                      |                         | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                       | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable [mm²] | Relé térmico [A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub> [kW] | R <sub>min</sub> [Ω] | R <sub>br,nom</sub> [Ω] |                                               |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                     |                  |
| T6                                  | 0,75                | 620                  | 914,2                   | 850                                           | 0,100                         | 175u3001                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,4              |
| T6                                  | 1,1                 | 550                  | 611,3                   | 570                                           | 0,100                         | 175u3003                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,4              |
| T6                                  | 1,5                 | 380                  | 441,9                   | 415                                           | 0,200                         | 175u3005                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,7              |
| T6                                  | 2,2                 | 260                  | 296,4                   | 270                                           | 0,200                         | 175u3007                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 0,8              |
| T6                                  | 3                   | 189                  | 214,8                   | 200                                           | 0,300                         | 175u3342                   | -                          | -                          | -                    | 1,5                                 | 1,1              |
| T6                                  | 4                   | 135                  | 159,2                   | 145                                           | 0,450                         | 175u3343                   | 175u3012                   | 175u3013                   | -                    | 1,5                                 | 1,7              |
| T6                                  | 5,5                 | 99,0                 | 114,5                   | 100                                           | 0,570                         | 175u3344                   | 175u3136                   | 175u3137                   | -                    | 1,5                                 | 2,3              |
| T6                                  | 7,5                 | 69,0                 | 83,2                    | 72                                            | 0,680                         | 175u3345                   | 175u3456                   | 175u3455                   | -                    | 1,5                                 | 2,9              |
| T6                                  | 11                  | 48,6                 | 56,1                    | 52                                            | 1,130                         | 175u3346                   | 175u3458                   | 175u3457                   | -                    | 1,5                                 | 4,4              |
| T6                                  | 15                  | 35,1                 | 40,8                    | 38                                            | 1,400                         | 175u3347                   | 175u3460                   | 175u3459                   | -                    | 1,5                                 | 5,7              |
| T6                                  | 18,5                | 27,0                 | 32,9                    | 31                                            | 1,700                         | 175u3348                   | 175u3037                   | 175u3038                   | -                    | 1,5                                 | 7                |
| T6                                  | 22                  | 22,5                 | 27,6                    | 27                                            | 2,200                         | 175u3349                   | 175u3043                   | 175u3044                   | -                    | 1,5                                 | 8,5              |
| T6                                  | 30                  | 17,1                 | 21,4                    | 19                                            | 2,800                         | 175u3350                   | 175u3462                   | 175u3461                   | -                    | 2,5                                 | 11,4             |
| T6                                  | 37                  | 13,5                 | 17,3                    | 14                                            | 3,200                         | 175u3358                   | 175u3464                   | 175u3463                   | -                    | 2,5                                 | 14,2             |
| T6                                  | 45                  | 10,8                 | 14,2                    | 13,5                                          | 4,200                         | -                          | 175u3057                   | 175u3058                   | -                    | 4                                   | 17               |
| T6                                  | 55                  | 8,8                  | 11,6                    | 11                                            | 5,500                         | -                          | 175u3063                   | 175u3064                   | -                    | 6                                   | 21               |
| T6                                  | 75                  | 6,6                  | 8,4                     | 7,0                                           | 7,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3245             | 10                                  | 32               |

Tabla 7.14 T6, frenado horizontal, ciclo de trabajo del 10 %

| FC 302                              |                     |                      |                         | Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                     |                  |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                     |                      |                         | Datos de la resistencia de freno            |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                         |                  |
|                                     |                     |                      |                         | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                     | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable [mm²] | Relé térmico [A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub> [kW] | R <sub>min</sub> [Ω] | R <sub>br,nom</sub> [Ω] |                                             |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                     |                  |
| T6                                  | 0,75                | 620                  | 914,2                   | 850                                         | 0,280                         | 175u3317                   | 175u3104                   | 175u3105                   | -                    | 1,5                                 | 0,6              |
| T6                                  | 1,1                 | 550                  | 611,3                   | 570                                         | 0,450                         | 175u3318                   | 175u3430                   | 175u3429                   | -                    | 1,5                                 | 0,9              |
| T6                                  | 1,5                 | 380                  | 441,9                   | 415                                         | 0,570                         | 175u3319                   | 175u3432                   | 175u3431                   | -                    | 1,5                                 | 1,1              |
| T6                                  | 2,2                 | 260                  | 296,4                   | 270                                         | 0,960                         | 175u3320                   | 175u3434                   | 175u3433                   | -                    | 1,5                                 | 1,8              |
| T6                                  | 3                   | 189                  | 214,8                   | 200                                         | 1,130                         | 175u3321                   | 175u3436                   | 175u3435                   | -                    | 1,5                                 | 2,3              |
| T6                                  | 4                   | 135                  | 159,2                   | 145                                         | 1,700                         | 175u3322                   | 175u3126                   | 175u3127                   | -                    | 1,5                                 | 3,3              |
| T6                                  | 5,5                 | 99,0                 | 114,5                   | 100                                         | 2,200                         | 175u3323                   | 175u3438                   | 175u3437                   | -                    | 1,5                                 | 4,4              |
| T6                                  | 7,5                 | 69,0                 | 83,2                    | 72                                          | 3,200                         | 175u3324                   | 175u3440                   | 175u3439                   | -                    | 1,5                                 | 6,3              |
| T6                                  | 11                  | 48,6                 | 56,1                    | 52                                          | 5,500                         | -                          | 175u3148                   | 175u3149                   | -                    | 1,5                                 | 9,7              |
| T6                                  | 15                  | 35,1                 | 40,8                    | 38                                          | 6,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3239             | 2,5                                 | 12,6             |
| T6                                  | 18,5                | 27,0                 | 32,9                    | 31                                          | 8,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3240             | 4                                   | 16               |
| T6                                  | 22                  | 22,5                 | 27,6                    | 27                                          | 10,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3200             | 4                                   | 19               |
| T6                                  | 30                  | 17,1                 | 21,4                    | 19                                          | 14,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3204             | 10                                  | 27               |
| T6                                  | 37                  | 13,5                 | 17,3                    | 14                                          | 17,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3207             | 10                                  | 35               |
| T6                                  | 45                  | 10,8                 | 14,2                    | 13,5                                        | 21,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3208             | 16                                  | 40               |
| T6                                  | 55                  | 8,8                  | 11,6                    | 11                                          | 26,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3211             | 25                                  | 49               |
| T6                                  | 75                  | 6,6                  | 8,4                     | 7,0                                         | 30,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3241             | 35                                  | 66               |

Tabla 7.15 T6, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

| FC 302                              |                        |                         |                            | Frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 % |                               |                            |                            |                            |                      |                                                     |                     |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|
| Datos del convertidor de frecuencia |                        |                         |                            | Datos de la resistencia de freno            |                               |                            |                            |                            |                      | Instalación                                         |                     |
|                                     |                        |                         |                            | R <sub>rec</sub><br>[Ω]                     | P <sub>br.cont.</sub><br>[kW] | Número de pieza de Danfoss |                            |                            |                      | Sección transversal del cable<br>[mm <sup>2</sup> ] | Relé térmico<br>[A] |
| Tipo de red                         | P <sub>m</sub><br>[kW] | R <sub>min</sub><br>[Ω] | R <sub>br,nom</sub><br>[Ω] |                                             |                               | Cable IP54                 | Terminal con tornillo IP21 | Terminal con tornillo IP65 | Bolt connection IP20 |                                                     |                     |
| T7                                  | 1,1                    | 620                     | 830                        | 630                                         | 0,360                         | -                          | 175u3108                   | 175u3109                   | -                    | 1,5                                                 | 0,8                 |
| T7                                  | 1,5                    | 513                     | 600                        | 570                                         | 0,570                         | -                          | 175u3110                   | 175u3111                   | -                    | 1,5                                                 | 1                   |
| T7                                  | 2,2                    | 340                     | 403                        | 415                                         | 0,790                         | -                          | 175u3112                   | 175u3113                   | -                    | 1,5                                                 | 1,3                 |
| T7                                  | 3                      | 243                     | 292                        | 270                                         | 1,130                         | -                          | 175u3118                   | 175u3119                   | -                    | 1,5                                                 | 2                   |
| T7                                  | 4                      | 180                     | 216                        | 200                                         | 1,700                         | -                          | 175u3122                   | 175u3123                   | -                    | 1,5                                                 | 2,8                 |
| T7                                  | 5,5                    | 130                     | 156                        | 145                                         | 2,200                         | -                          | 175u3106                   | 175u3107                   | -                    | 1,5                                                 | 3,7                 |
| T7                                  | 7,5                    | 94                      | 113                        | 105                                         | 3,200                         | -                          | 175u3132                   | 175u3133                   | -                    | 1,5                                                 | 5,2                 |
| T7                                  | 11                     | 69,7                    | 76,2                       | 72                                          | 4,200                         | -                          | 175u3142                   | 175u3143                   | -                    | 1,5                                                 | 7,2                 |
| T7                                  | 15                     | 46,8                    | 55,5                       | 52                                          | 6,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3242             | 2,5                                                 | 10,8                |
| T7                                  | 18,5                   | 36,0                    | 44,7                       | 42                                          | 8,000                         | -                          | -                          | -                          | 175u3243             | 2,5                                                 | 13,9                |
| T7                                  | 22                     | 29,0                    | 37,5                       | 31                                          | 10,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3244             | 4                                                   | 18                  |
| T7                                  | 30                     | 22,5                    | 29,1                       | 27                                          | 14,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3201             | 10                                                  | 23                  |
| T7                                  | 37                     | 18,0                    | 23,5                       | 22                                          | 17,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3202             | 10                                                  | 28                  |
| T7                                  | 45                     | 13,5                    | 19,3                       | 15,5                                        | 21,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3205             | 16                                                  | 37                  |
| T7                                  | 55                     | 13,5                    | 15,7                       | 13,5                                        | 26,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3209             | 16                                                  | 44                  |
| T7                                  | 75                     | 8,8                     | 11,5                       | 11                                          | 36,000                        | -                          | -                          | -                          | 175u3212             | 25                                                  | 57                  |

Tabla 7.16 T7, frenado vertical, ciclo de trabajo del 40 %

Frenado horizontal: ciclo de trabajo del 10 % y tasas de repetición máximas de 120 s, de acuerdo con el perfil de freno de referencia. La potencia promedio corresponde al 6 %.

Frenado vertical: ciclo de trabajo del 40 % y tasas de repetición máximas de 120 s, de acuerdo con el perfil de freno de referencia. La potencia promedio corresponde al 27 %.

Sección transversal de cable: Valor mínimo recomendado basado en cable de cobre con aislamiento de PVC, temperatura ambiente de 30 °C con disipación de calor normal.

Todos los cableados deben cumplir las normas locales y nacionales sobre las secciones transversales de cables y la temperatura ambiente.

Relé térmico: ajuste de la intensidad de freno del relé térmico externo. Todas las resistencias tienen un interruptor de relé térmico integrado N.C.

El IP54 dispone de 1000 mm de cable no apantallado fijo. Montaje vertical y horizontal. Reducción de potencia necesaria en el montaje horizontal.

Los IP21 y IP65 disponen de terminal con tornillo para la terminación de cable. Montaje vertical y horizontal. Reducción de potencia necesaria en el montaje horizontal.

El IP20 dispone de perno de conexión para la terminación del cable. Montaje en suelo.

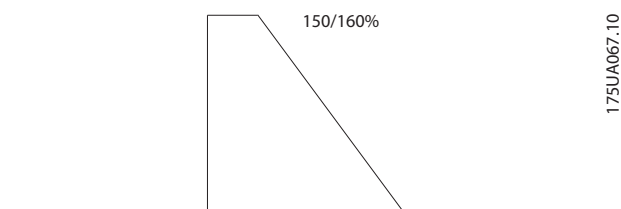


Ilustración 7.2 Cargas horizontales



Ilustración 7.3 Cargas verticales

## 7.2.6 Otras resistencias de freno de conjunto plano

| FC 301 | P <sub>m</sub> | R <sub>min</sub> | R <sub>br,nom</sub> | Conjunto plano IP65 para transportadoras horizontales |                  |                 |
|--------|----------------|------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
|        |                |                  |                     | R <sub>rec</sub> por elemento                         | Ciclo de trabajo | N.º de pedido   |
| T2     | [kW]           | [Ω]              | [Ω]                 | [Ω/W]                                                 | [%]              | 175Uxxxx        |
| PK25   | 0,25           | 368              | 416                 | 430/100                                               | 40               | 1002            |
| PK37   | 0,37           | 248              | 281                 | 330/100 o 310/200                                     | 27 o 55          | 1003 o 0984     |
| PK55   | 0,55           | 166              | 189                 | 220/100 o 210/200                                     | 20 o 37          | 1004 o 0987     |
| PK75   | 0,75           | 121              | 138                 | 150/100 o 150/200                                     | 14 o 27          | 1005 o 0989     |
| P1K1   | 1,1            | 81,0             | 92                  | 100/100 o 100/200                                     | 10 o 19          | 1006 o 0991     |
| P1K5   | 1,5            | 58,5             | 66,5                | 72/200                                                | 14               | 0992            |
| P2K2   | 2,2            | 40,2             | 44,6                | 50/200                                                | 10               | 0993            |
| P3K0   | 3              | 29,1             | 32,3                | 35/200 o 72/200                                       | 7 14             | 0994 o 2 × 0992 |
| P3K7   | 3,7            | 22,5             | 25,9                | 60/200                                                | 11               | 2 × 0996        |

Tabla 7.17 Otros conjuntos planos para convertidores de frecuencia con alimentación de red

FC 301Red: 200-240 V (T2)

7

| FC 302 | P <sub>m</sub> | R <sub>min</sub> | R <sub>br,nom</sub> | Conjunto plano IP65 para transportadoras horizontales |                  |                 |
|--------|----------------|------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
|        |                |                  |                     | R <sub>rec</sub> por elemento                         | Ciclo de trabajo | N.º de pedido   |
| T2     | [kW]           | [Ω]              | [Ω]                 | [Ω/W]                                                 | [%]              | 175Uxxxx        |
| PK25   | 0,25           | 380              | 475                 | 430/100                                               | 40               | 1002            |
| PK37   | 0,37           | 275              | 321                 | 330/100 o 310/200                                     | 27 o 55          | 1003 o 0984     |
| PK55   | 0,55           | 188              | 216                 | 220/100 o 210/200                                     | 20 o 37          | 1004 o 0987     |
| PK75   | 0,75           | 130              | 158                 | 150/100 o 150/200                                     | 14 o 27          | 1005 o 0989     |
| P1K1   | 1,1            | 81,0             | 105,1               | 100/100 o 100/200                                     | 10 o 19          | 1006 o 0991     |
| P1K5   | 1,5            | 58,5             | 76,0                | 72/200                                                | 14               | 0992            |
| P2K2   | 2,2            | 45,0             | 51,0                | 50/200                                                | 10               | 0993            |
| P3K0   | 3              | 31,5             | 37,0                | 35/200 o 72/200                                       | 7 o 14           | 0994 o 2 × 0992 |
| P3K7   | 3,7            | 22,5             | 29,7                | 60/200                                                | 11               | 2 × 0996        |

Tabla 7.18 Otros conjuntos planos para convertidores de frecuencia con alimentación de red

FC 302Red: 200-240 V (T2)

| FC 301 | P <sub>m</sub> | R <sub>min</sub> | R <sub>br,nom</sub> | Conjunto plano IP65 para transportadoras horizontales |                  |                 |
|--------|----------------|------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
|        |                |                  |                     | R <sub>rec</sub> por elemento                         | Ciclo de trabajo | N.º de pedido   |
| T4     | [kW]           | [Ω]              | [Ω]                 | [Ω/W]                                                 | [%]              | 175Uxxxx        |
| PK37   | 0,37           | 620              | 1121                | 830/100                                               | 30               | 1000            |
| PK55   | 0,55           | 620              | 750                 | 830/100                                               | 20               | 1000            |
| PK75   | 0,75           | 485              | 548                 | 620/100 o 620/200                                     | 14 o 27          | 1001 o 0982     |
| P1K1   | 1,1            | 329              | 365                 | 430/100 o 430/200                                     | 10 o 20          | 1002 o 0983     |
| P1K5   | 1,5            | 240,0            | 263,0               | 310/200                                               | 14               | 0984            |
| P2K2   | 2,2            | 161,0            | 176,5               | 210/200                                               | 10               | 0987            |
| P3K0   | 3              | 117,0            | 127,9               | 150/200 o 300/200                                     | 7 o 14           | 0989 o 2 × 0985 |
| P4K0   | 4              | 87               | 95                  | 240/200                                               | 10               | 2 × 0986        |
| P5K5   | 5,5            | 63               | 68                  | 160/200                                               | 8                | 2 × 0988        |
| P7K5   | 7,5            | 45               | 50                  | 130/200                                               | 6                | 2 × 0990        |
| P11K   | 11             | 34,9             | 38,0                | 80/240                                                | 5                | 2 × 0090        |
| P15K   | 15             | 25,3             | 27,7                | 72/240                                                | 4                | 2 × 0091        |

Tabla 7.19 Otros conjuntos planos para convertidores de frecuencia con alimentación de red

FC 301Red: 380-480 V (T4)

| FC 302 | P <sub>m</sub> | R <sub>min</sub> | R <sub>br,nom</sub> | Conjunto plano IP65 para transportadoras horizontales |                  |                 |
|--------|----------------|------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
|        |                |                  |                     | R <sub>rec</sub> por elemento                         | Ciclo de trabajo | N.º de pedido   |
| T5     | [kW]           | [Ω]              | [Ω]                 | [Ω/W]                                                 | [%]              | 175Uxxxx        |
| PK37   | 0,37           | 620              | 1389                | 830/100                                               | 30               | 1000            |
| PK55   | 0,55           | 620              | 929                 | 830/100                                               | 20               | 1000            |
| PK75   | 0,75           | 558              | 678                 | 620/100 o 620/200                                     | 14 o 27          | 1001 o 0982     |
| P1K1   | 1,1            | 382              | 453                 | 430/100 o 430/200                                     | 10 o 20          | 1002 o 0983     |
| P1K5   | 1,5            | 260,0            | 325,9               | 310/200                                               | 14               | 0984            |
| P2K2   | 2,2            | 189,0            | 218,6               | 210/200                                               | 10               | 0987            |
| P3K0   | 3              | 135,0            | 158,5               | 150/200 o 300/200                                     | 7 o 14           | 0989 o 2 × 0985 |
| P4K0   | 4              | 99               | 117                 | 240/200                                               | 10               | 2 × 0986        |
| P5K5   | 5,5            | 72               | 84                  | 160/200                                               | 8                | 2 × 0988        |
| P7K5   | 7,5            | 50               | 61                  | 130/200                                               | 6                | 2 × 0990        |
| P11K   | 11             | 36,0             | 41,2                | 80/240                                                | 5                | 2 × 0090        |
| P15K   | 15             | 27,0             | 30,0                | 72/240                                                | 4                | 2 × 0091        |

**Tabla 7.20 Otros conjuntos planos para convertidores de frecuencia con alimentación de red**  
FC 302Red: 380-500 V (T5)

El IP65 es de tipo de conjunto plano con cable fijo.

### 7.2.7 Filtros armónicos

Los filtros armónicos se utilizan para reducir los armónicos del suministro de red.

- AHF 010: distorsión de corriente del 10 %
- AHF 005: distorsión de corriente del 5 %

#### Refrigeración y ventilación

IP20: refrigerado por convección natural o ventiladores integrados. IP00: se requiere enfriamiento forzado adicional.

Asegúrese de que el flujo de aire que pasa por el filtro es suficiente durante la instalación para evitar el sobrecalentamiento del filtro. Se requiere un flujo de aire de 2 m/s en el filtro, como mínimo.

| Clasificaciones de intensidad y potencia |       | Motor utilizado normalmente | Clasificación de corriente del filtro | N.º de pedido AHF 005 |          | N.º de pedido AHF 010 |          |
|------------------------------------------|-------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                                          |       |                             | 50 Hz                                 |                       |          |                       |          |
| [kW]                                     | [A]   | [kW]                        | [A]                                   | IP00                  | IP20     | IP00                  | IP20     |
| PK37-P4K0                                | 1,2-9 | 3                           | 10                                    | 130B1392              | 130B1229 | 130B1262              | 130B1027 |
| P5K5-P7K5                                | 14,4  | 7,5                         | 14                                    | 130B1393              | 130B1231 | 130B1263              | 130B1058 |
| P11K                                     | 22    | 11                          | 22                                    | 130B1394              | 130B1232 | 130B1268              | 130B1059 |
| P15K                                     | 29    | 15                          | 29                                    | 130B1395              | 130B1233 | 130B1270              | 130B1089 |
| P18K                                     | 34    | 18,5                        | 34                                    | 130B1396              | 130B1238 | 130B1273              | 130B1094 |
| P22K                                     | 40    | 22                          | 40                                    | 130B1397              | 130B1239 | 130B1274              | 130B1111 |
| P30K                                     | 55    | 30                          | 55                                    | 130B1398              | 130B1240 | 130B1275              | 130B1176 |
| P37K                                     | 66    | 37                          | 66                                    | 130B1399              | 130B1241 | 130B1281              | 130B1180 |
| P45K                                     | 82    | 45                          | 82                                    | 130B1442              | 130B1247 | 130B1291              | 130B1201 |
| P55K                                     | 96    | 55                          | 96                                    | 130B1443              | 130B1248 | 130B1292              | 130B1204 |
| P75K                                     | 133   | 75                          | 133                                   | 130B1444              | 130B1249 | 130B1293              | 130B1207 |

**Tabla 7.21 Filtros armónicos para 380-415 V, 50 Hz**

| Clasificaciones de intensidad y potencia |       | Motor utilizado normalmente | Clasificación de corriente del filtro | N.º de pedido AHF 005 |          | N.º de pedido AHF 010 |          |
|------------------------------------------|-------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                                          |       |                             | 60 Hz                                 |                       |          |                       |          |
| [kW]                                     | [A]   | [kW]                        | [A]                                   | IP00                  | IP20     | IP00                  | IP20     |
| PK37-P4K0                                | 1,2-9 | 3                           | 10                                    | 130B3095              | 130B2857 | 130B2874              | 130B2262 |
| P5K5-P7K5                                | 14,4  | 7,5                         | 14                                    | 130B3096              | 130B2858 | 130B2875              | 130B2265 |
| P11K                                     | 22    | 11                          | 22                                    | 130B3097              | 130B2859 | 130B2876              | 130B2268 |
| P15K                                     | 29    | 15                          | 29                                    | 130B3098              | 130B2860 | 130B2877              | 130B2294 |
| P18K                                     | 34    | 18,5                        | 34                                    | 130B3099              | 130B2861 | 130B3000              | 130B2297 |
| P22K                                     | 40    | 22                          | 40                                    | 130B3124              | 130B2862 | 130B3083              | 130B2303 |
| P30K                                     | 55    | 30                          | 55                                    | 130B3125              | 130B2863 | 130B3084              | 130B2445 |
| P37K                                     | 66    | 37                          | 66                                    | 130B3026              | 130B2864 | 130B3085              | 130B2459 |
| P45K                                     | 82    | 45                          | 82                                    | 130B3127              | 130B2865 | 130B3086              | 130B2488 |
| P55K                                     | 96    | 55                          | 96                                    | 130B3128              | 130B2866 | 130B3087              | 130B2489 |
| P75K                                     | 133   | 75                          | 133                                   | 130B3129              | 130B2867 | 130B3088              | 130B2498 |

Tabla 7.22 Filtros armónicos para 380-415 V, 60 Hz

| Clasificaciones de intensidad y potencia |          | Motor utilizado normalmente | Clasificación de corriente del filtro | N.º de pedido AHF 005 |          | N.º de pedido AHF 010 |          |
|------------------------------------------|----------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                                          |          |                             | 60 Hz                                 |                       |          |                       |          |
| [kW]                                     | [A]      | [kW]                        | [A]                                   | IP00                  | IP20     | IP00                  | IP20     |
| PK37-P4K0                                | 1-7,4    | 3                           | 10                                    | 130B1787              | 130B1752 | 130B1770              | 130B1482 |
| P5K5-P7K5                                | 9,9 + 13 | 7,5                         | 14                                    | 130B1788              | 130B1753 | 130B1771              | 130B1483 |
| P11K                                     | 19       | 11                          | 19                                    | 130B1789              | 130B1754 | 130B1772              | 130B1484 |
| P15K                                     | 25       | 15                          | 25                                    | 130B1790              | 130B1755 | 130B1773              | 130B1485 |
| P18K                                     | 31       | 18,5                        | 31                                    | 130B1791              | 130B1756 | 130B1774              | 130B1486 |
| P22K                                     | 36       | 22                          | 36                                    | 130B1792              | 130B1757 | 130B1775              | 130B1487 |
| P30K                                     | 47       | 30                          | 48                                    | 130B1793              | 130B1758 | 130B1776              | 130B1488 |
| P37K                                     | 59       | 37                          | 60                                    | 130B1794              | 130B1759 | 130B1777              | 130B1491 |
| P45K                                     | 73       | 45                          | 73                                    | 130B1795              | 130B1760 | 130B1778              | 130B1492 |
| P55K                                     | 95       | 55                          | 95                                    | 130B1796              | 130B1761 | 130B1779              | 130B1493 |
| P75K                                     | 118      | 75                          | 118                                   | 130B1797              | 130B1762 | 130B1780              | 130B1494 |

Tabla 7.23 Filtros armónicos para 440-480 V, 60 Hz

| Clasificaciones de intensidad y potencia |     | Motor utilizado normalmente | Clasificación de corriente del filtro | N.º de pedido AHF 005 |          | N.º de pedido AHF 010 |          |
|------------------------------------------|-----|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                                          |     |                             | 60 Hz                                 |                       |          |                       |          |
| [kW]                                     | [A] | [kW]                        | [A]                                   | IP00                  | IP20     | IP00                  | IP20     |
| P11K                                     | 15  | 10                          | 15                                    | 130B5261              | 130B5246 | 130B5229              | 130B5212 |
| P15K                                     | 19  | 16,4                        | 20                                    | 130B5262              | 130B5247 | 130B5230              | 130B5213 |
| P18K                                     | 24  | 20                          | 24                                    | 130B5263              | 130B5248 | 130B5231              | 130B5214 |
| P22K                                     | 29  | 24                          | 29                                    | 130B5263              | 130B5248 | 130B5231              | 130B5214 |
| P30K                                     | 36  | 33                          | 36                                    | 130B5265              | 130B5250 | 130B5233              | 130B5216 |
| P37K                                     | 49  | 40                          | 50                                    | 130B5266              | 130B5251 | 130B5234              | 130B5217 |
| P45K                                     | 58  | 50                          | 58                                    | 130B5267              | 130B5252 | 130B5235              | 130B5218 |
| P55K                                     | 74  | 60                          | 77                                    | 130B5268              | 130B5253 | 130B5236              | 130B5219 |
| P75K                                     | 85  | 75                          | 87                                    | 130B5269              | 130B5254 | 130B5237              | 130B5220 |

Tabla 7.24 Filtros armónicos para 600 V, 60 Hz

| Clasificaciones de intensidad y potencia |      | Motor utilizado normalmente | Clasificaciones de intensidad y potencia |     | Motor utilizado normalmente | Clasificación de corriente del filtro | N.º de pedido AHF 005 |          | N.º de pedido AHF 010 |          |
|------------------------------------------|------|-----------------------------|------------------------------------------|-----|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
| 500-550 V                                |      |                             | 551-690 V                                |     |                             |                                       |                       |          |                       |          |
| [kW]                                     | [A]  | [kW]                        | [kW]                                     | [A] | [kW]                        | [A]                                   | IP00                  | IP20     | IP00                  | IP20     |
| P11K                                     | 15   | 7,5                         | P15K                                     | 16  | 15                          | 15                                    | 130B5000              | 130B5088 | 130B5297              | 130B5280 |
| P15K                                     | 19,5 | 11                          | P18K                                     | 20  | 18,5                        | 20                                    | 130B5017              | 130B5089 | 130B5298              | 130B5281 |
| P18K                                     | 24   | 15                          | P22K                                     | 25  | 22                          | 24                                    | 130B5018              | 130B5090 | 130B5299              | 130B5282 |
| P22K                                     | 29   | 18,5                        | P30K                                     | 31  | 30                          | 29                                    | 130B5019              | 130B5092 | 130B5302              | 130B5283 |
| P30K                                     | 36   | 22                          | P37K                                     | 38  | 37                          | 36                                    | 130B5021              | 130B5125 | 130B5404              | 130B5284 |
| P37K                                     | 49   | 30                          | P45K                                     | 48  | 45                          | 50                                    | 130B5022              | 130B5144 | 130B5310              | 130B5285 |
| P45K                                     | 59   | 37                          | P55K                                     | 57  | 55                          | 58                                    | 130B5023              | 130B5168 | 130B5324              | 130B5286 |
| P55K                                     | 71   | 45                          | P75K                                     | 76  | 75                          | 77                                    | 130B5024              | 130B5169 | 130B5325              | 130B5287 |
| P75K                                     | 89   | 55                          |                                          |     |                             | 87                                    | 130B5025              | 130B5170 | 130B5326              | 130B5288 |

Tabla 7.25 Filtros armónicos para 500-690 V, 50 Hz

## 7

## 7.2.8 Filtros sinusoidales

| Clasificaciones de intensidad y potencia del convertidor de frecuencia |      |           |      |           |      | Clasificación de corriente del filtro |       |        | Frecuencia de conmutación | N.º de pedido |                       |
|------------------------------------------------------------------------|------|-----------|------|-----------|------|---------------------------------------|-------|--------|---------------------------|---------------|-----------------------|
| 200-240 V                                                              |      | 380-440 V |      | 441-500 V |      | 50 Hz                                 | 60 Hz | 100 Hz |                           | IP00          | IP20/23 <sup>1)</sup> |
| [kW]                                                                   | [A]  | [kW]      | [A]  | [kW]      | [A]  | [A]                                   | [A]   | [A]    | [kHz]                     |               |                       |
| -                                                                      | -    | 0,37      | 1,3  | 0,37      | 1,1  | 2,5                                   | 2,5   | 2      | 5                         | 130B2404      | 130B2439              |
| 0,25                                                                   | 1,8  | 0,55      | 1,8  | 0,55      | 1,6  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 0,37                                                                   | 2,4  | 0,75      | 2,4  | 0,75      | 2,1  |                                       |       |        |                           |               |                       |
|                                                                        |      | 1,1       | 3    | 1,1       | 3    | 4,5                                   | 4     | 3,5    | 5                         | 130B2406      | 130B2441              |
| 0,55                                                                   | 3,5  | 1,5       | 4,1  | 1,5       | 3,4  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 0,75                                                                   | 4,6  | 2,2       | 5,6  | 2,2       | 4,8  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 1,1                                                                    | 6,6  | 3         | 7,2  | 3         | 6,3  | 8                                     | 7,5   | 5,5    | 5                         | 130B2408      | 130B2443              |
| 1,5                                                                    | 7,5  | -         | -    | -         | -    |                                       |       |        |                           |               |                       |
| -                                                                      | -    | 4         | 10   | 4         | 8,2  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 2,2                                                                    | 10,6 | 5,5       | 13   | 5,5       | 11   | 17                                    | 16    | 13     | 5                         | 130B2411      | 130B2446              |
| 3                                                                      | 12,5 | 7,5       | 16   | 7,5       | 14,5 |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 3,7                                                                    | 16,7 | -         | -    | -         | -    |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 5,5                                                                    | 24,2 | 11        | 24   | 11        | 21   | 24                                    | 23    | 18     | 4                         | 130B2412      | 130B2447              |
| 7,5                                                                    | 30,8 | 15        | 32   | 15        | 27   | 38                                    | 36    | 28,5   | 4                         | 130B2413      | 130B2448              |
|                                                                        |      | 18,5      | 37,5 | 18,5      | 34   |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 11                                                                     | 46,2 | 22        | 44   | 22        | 40   | 48                                    | 45,5  | 36     | 4                         | 130B2281      | 130B2307              |
| 15                                                                     | 59,4 | 30        | 61   | 30        | 52   | 62                                    | 59    | 46,5   | 3                         | 130B2282      | 130B2308              |
| 18,5                                                                   | 74,8 | 37        | 73   | 37        | 65   | 75                                    | 71    | 56     | 3                         | 130B2283      | 130B2309              |
| 22                                                                     | 88   | 45        | 90   | 55        | 80   | 115                                   | 109   | 86     | 3                         | 130B3179      | 130B3181*             |
| 30                                                                     | 115  | 55        | 106  | 75        | 105  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 37                                                                     | 143  | 75        | 147  | 90        | 130  | 180                                   | 170   | 135    | 3                         | 130B3182      | 130B3183*             |
| 45                                                                     | 170  | 90        | 177  |           |      |                                       |       |        |                           |               |                       |

Tabla 7.26 Filtros sinusoidales para convertidores de frecuencia con 380-500 V

<sup>1)</sup> Los números de pedido marcados con \* son IP23.

| Clasificaciones de intensidad y potencia del convertidor de frecuencia |     |       |     |           |     | Clasificación de corriente del filtro |       |        | Frecuencia de conmutación | N.º de pedido |                       |
|------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-----|-----------|-----|---------------------------------------|-------|--------|---------------------------|---------------|-----------------------|
| 525-600 V                                                              |     | 690 V |     | 525-550 V |     | 50 Hz                                 | 60 Hz | 100 Hz |                           | IP00          | IP20/23 <sup>1)</sup> |
| [kW]                                                                   | [A] | [kW]  | [A] | [kW]      | [A] | [A]                                   | [A]   | [A]    | kHz                       |               |                       |
| 0,75                                                                   | 1,7 | 1,1   | 1,6 | -         | -   | 4,5                                   | 4     | 3      | 4                         | 130B7335      | 130B7356              |
| 1,1                                                                    | 2,4 | 1,5   | 2,2 |           |     |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 1,5                                                                    | 2,7 | 2,2   | 3,2 |           |     |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 2,2                                                                    | 3,9 | 3,0   | 4,5 |           |     |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 3                                                                      | 4,9 | 4,0   | 5,5 | -         | -   | 10                                    | 9     | 7      | 4                         | 130B7289      | 130B7324              |
| 4                                                                      | 6,1 | 5,5   | 7,5 |           |     |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 5,5                                                                    | 9   | 7,5   | 10  |           |     |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 7,5                                                                    | 11  | 11    | 13  | 7,5       | 14  | 13                                    | 12    | 9      | 3                         | 130B3195      | 130B3196              |
| 11                                                                     | 18  | 15    | 18  | 11        | 19  | 28                                    | 26    | 21     | 3                         | 130B4112      | 130B4113              |
| 15                                                                     | 22  | 18,5  | 22  | 15        | 23  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 18,5                                                                   | 27  | 22    | 27  | 18        | 28  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 22                                                                     | 34  | 30    | 34  | 22        | 36  | 45                                    | 42    | 33     | 3                         | 130B4114      | 130B4115              |
| 30                                                                     | 41  | 37    | 41  | 30        | 48  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 37                                                                     | 52  | 45    | 52  | 37        | 54  | 76                                    | 72    | 57     | 3                         | 130B4116      | 130B4117*             |
| 45                                                                     | 62  | 55    | 62  | 45        | 65  |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 55                                                                     | 83  | 75    | 83  | 55        | 87  | 115                                   | 109   | 86     | 3                         | 130B4118      | 130B4119*             |
| 75                                                                     | 100 | 90    | 100 | 75        | 105 |                                       |       |        |                           |               |                       |
| 90                                                                     | 131 | -     | -   | 90        | 137 | 165                                   | 156   | 124    | 2                         | 130B4121      | 130B4124*             |

**Tabla 7.27 Filtros sinusoidales para convertidores de frecuencia con 525-690 V**
<sup>1)</sup> Los números de pedido marcados con \* son IP23.

| Parámetro                               | Ajuste                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14-00 Patrón conmutación                | [1] SFAVM                                                                                                                                                                                                                                         |
| 14-01 Frecuencia conmutación            | Ajustese según el filtro individual. Indicado en la etiqueta del producto del filtro y en el manual del filtro de salida. Los filtros sinusoidales no permiten una frecuencia de conmutación inferior a la especificada por el filtro individual. |
| 14-55 Filtro de salida                  | [2] Filtro senoidal fijo                                                                                                                                                                                                                          |
| 14-56 Capacitancia del filtro de salida | Ajustese según el filtro individual. Indicado en la etiqueta de producto del filtro y en el manual del filtro de salida (solo requerido para el funcionamiento de FLUJO).                                                                         |
| 14-57 Inductancia del filtro de salida  | Ajustese según el filtro individual. Indicado en la etiqueta de producto del filtro y en el manual del filtro de salida (solo requerido para el funcionamiento de FLUJO).                                                                         |

**Tabla 7.28 Ajustes de parámetros para el funcionamiento de un filtro sinusoidal**

## 7.2.9 Filtros dU/dt

| Clasificaciones del convertidor de frecuencia [V] |      |         |      |         |      |         |      |         |     | Clasificación de corriente del filtro [V] |                                          |                    |                | N.º de pedido |           |          |
|---------------------------------------------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|-----|-------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|----------------|---------------|-----------|----------|
| 200-240                                           |      | 380-440 |      | 441-500 |      | 525-550 |      | 551-690 |     | 380 a 60 Hz<br>200-400/<br>440 a 50 Hz    | 460/480<br>a 60 Hz<br>500/525<br>a 50 Hz | 575/600<br>a 60 Hz | 690<br>a 50 Hz | IP00          | IP20*     | IP54     |
| [kW]                                              | [A]  | [kW]    | [A]  | [kW]    | [A]  | [kW]    | [A]  | [kW]    | [A] | [A]                                       | [A]                                      | [A]                | [A]            |               |           |          |
| 3                                                 | 12,5 | 5,5     | 13   | 5,5     | 11   | 5,5     | 9,5  | 1,1     | 1,6 |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| 3,7                                               | 16   | 7,5     | 16   | 7,5     | 14,5 | 7,5     | 11,5 | 1,5     | 2,2 |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| -                                                 | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | 2,2     | 3,2 | 17                                        | 15                                       | 13                 | 10             | N/A           | 130B7367* | N/A      |
|                                                   |      |         |      |         |      |         |      | 3       | 4,5 |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
|                                                   |      |         |      |         |      |         |      | 4       | 5,5 |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
|                                                   |      |         |      |         |      |         |      | 5,5     | 7,5 |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
|                                                   |      |         |      |         |      |         |      | 7,5     | 10  |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| 5,5                                               | 24,2 | 11      | 24   | 11      | 21   | 7,5     | 14   | 11      | 13  | 44                                        | 40                                       | 32                 | 27             | 130B2835      | 130B2836  | 130B2837 |
| 7,5                                               | 30,8 | 15      | 32   | 15      | 27   | 11      | 19   | 15      | 18  |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| -                                                 | -    | 18,5    | 37,5 | 18,5    | 34   | 15      | 23   | 18,5    | 22  |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| -                                                 | -    | 22      | 44   | 22      | 40   | 18,5    | 28   | 22      | 27  |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| 11                                                | 46,2 | 30      | 61   | 30      | 52   | 30      | 43   | 30      | 34  |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| 15                                                | 59,4 | 37      | 73   | 37      | 65   | 37      | 54   | 37      | 41  |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| 18,5                                              | 74,8 | 45      | 90   | 55      | 80   | 45      | 65   | 45      | 52  | 90                                        | 80                                       | 58                 | 54             | 130B2838      | 130B2839  | 130B2840 |
| 22                                                | 88   | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -   |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| -                                                 | -    | 55      | 106  | 75      | 105  | 55      | 87   | 55      | 62  | 106                                       | 105                                      | 94                 | 86             | 103B2841      | 103B2842  | 103B2843 |
| -                                                 | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -    | 75      | 83  |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| 30                                                | 115  | 75      | 147  | 90      | 130  | 75      | 113  | 90      | 108 |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |
| 37                                                | 143  | 90      | 177  | -       | -    | 90      | 137  | -       | -   | 177                                       | 160                                      | 131                | 108            | 130B2844      | 130B2845  | 130B2846 |
| 45                                                | 170  | -       | -    | -       | -    | -       | -    | -       | -   |                                           |                                          |                    |                |               |           |          |

\* Tipos de protección A3 específicos compatibles con montaje en zonas de caída y estilo libro. Conexión de cable apantallado fijo al convertidor de frecuencia.

Tabla 7.29 Filtros dU/dt para 200-690 V

| Parámetro                               | Ajuste                                                                                                               |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14-01 Frecuencia conmutación            | No se recomienda una frecuencia de conmutación de funcionamiento mayor que la especificada por el filtro individual. |
| 14-55 Filtro de salida                  | [0] Sin filtro                                                                                                       |
| 14-56 Capacitancia del filtro de salida | Sin uso                                                                                                              |
| 14-57 Inductancia del filtro de salida  | Sin uso                                                                                                              |

Tabla 7.30 Ajustes de parámetros para el funcionamiento del filtro dU/dt

## 8 Instalación mecánica

### 8.1 Seguridad

Consulte *capítulo 2 Seguridad* para conocer las instrucciones de seguridad generales.

#### **ADVERTENCIA**

Preste atención a los requisitos relativos a la integración y al kit de montaje en campo. Observe la información facilitada en la lista para evitar daños en el equipo o lesiones graves, especialmente al instalar unidades grandes.

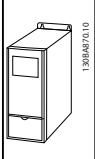
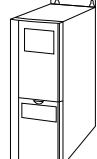
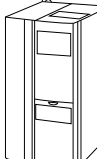
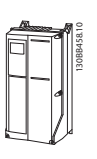
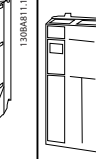
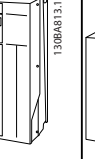
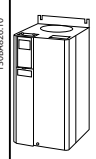
#### **AVISO!**

El convertidor de frecuencia se refrigera mediante circulación de aire.

Para evitar que la unidad se sobrecaliente, compruebe que la temperatura ambiente NO supera la temperatura máxima indicada para el convertidor de frecuencia y que NO se supera la temperatura media para 24 horas. Localice la temperatura máxima en *capítulo 6.2.3 Condiciones ambientales*. La temperatura media para 24 horas es de 5 °C por debajo de la temperatura máxima.

### 8

### 8.2 Dimensiones mecánicas

| Tipo de protección                                              |               | A1                                                                                  | A2                                                                                  |                                                                                     | A3                                                                                  |                                                                                      | A4                                                                                    | A5                                                                                    | B1                                                                                    | B2                                                                                    | B3      | B4      |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Power [kW]                                                      | 200-240 V     | 0,25-1,5                                                                            | 0.25-2.2                                                                            |                                                                                     | 3-3,7                                                                               |                                                                                      | 0.25-2.2                                                                              | 0.25-3.7                                                                              | 5.5-7.5                                                                               | 11                                                                                    | 5.5-7.5 | 11-15   |
|                                                                 | 380-480/500 V | 0.37-1.5                                                                            | 0.37-4.0                                                                            |                                                                                     | 5.5-7.5                                                                             |                                                                                      | 0,37-4                                                                                | 0.37-7.5                                                                              | 11-15                                                                                 | 18,5-22                                                                               | 11-15   | 18,5-30 |
|                                                                 | 525-600 V     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | 0.75-7.5                                                                            |                                                                                      |                                                                                       | 0.75-7.5                                                                              | 11-15                                                                                 | 18,5-22                                                                               | 11-15   | 18,5-30 |
|                                                                 | 525-690 V     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | 1.1-7.5                                                                             |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | 11-22                                                                                 |         | 11-30   |
| Ilustraciones                                                   |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |         |         |
| IP                                                              |               | 20                                                                                  | 20                                                                                  | 21                                                                                  | 20                                                                                  | 21                                                                                   | 55/66                                                                                 | 55/66                                                                                 | 21/55/66                                                                              | 21/55/66                                                                              | 20      | 20      |
| NEMA                                                            |               | Chasis                                                                              | Chasis                                                                              | Tipo 1                                                                              | Chasis                                                                              | Tipo 1                                                                               | Tipo 12/4X                                                                            | Tipo 12/4X                                                                            | Tipo 1/12/4X                                                                          | Tipo 1/12/4X                                                                          | Chasis  | Chasis  |
| <b>Altura [mm]</b>                                              |               |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |         |         |
| Altura de la placa posterior                                    | A             | 200                                                                                 | 268                                                                                 | 375                                                                                 | 268                                                                                 | 375                                                                                  | 390                                                                                   | 420                                                                                   | 480                                                                                   | 650                                                                                   | 399     | 520     |
| Altura con placa de desacoplamiento para cables de bus de campo | A             | 316                                                                                 | 374                                                                                 | -                                                                                   | 374                                                                                 | -                                                                                    | -                                                                                     | -                                                                                     | -                                                                                     | -                                                                                     | 420     | 595     |
| Distancia entre los orificios de montaje                        | a             | 190                                                                                 | 257                                                                                 | 350                                                                                 | 257                                                                                 | 350                                                                                  | 401                                                                                   | 402                                                                                   | 454                                                                                   | 624                                                                                   | 380     | 495     |
| <b>Anchura [mm]</b>                                             |               |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |         |         |
| Anchura de la placa posterior                                   | B             | 75                                                                                  | 90                                                                                  | 90                                                                                  | 130                                                                                 | 130                                                                                  | 200                                                                                   | 242                                                                                   | 242                                                                                   | 242                                                                                   | 165     | 230     |
| Anchura de la placa posterior con una opción C                  | B             | -                                                                                   | 130                                                                                 | 130                                                                                 | 170                                                                                 | 170                                                                                  | -                                                                                     | 242                                                                                   | 242                                                                                   | 242                                                                                   | 205     | 230     |
| Anchura de la placa posterior con dos opciones C                | B             | -                                                                                   | 150                                                                                 | 150                                                                                 | 190                                                                                 | 190                                                                                  | -                                                                                     | 242                                                                                   | 242                                                                                   | 242                                                                                   | 225     | 230     |
| Distancia entre los orificios de montaje                        | b             | 60                                                                                  | 70                                                                                  | 70                                                                                  | 110                                                                                 | 110                                                                                  | 171                                                                                   | 215                                                                                   | 210                                                                                   | 210                                                                                   | 140     | 200     |

| Tipo de protección                                |               | A1       | A2       | A3       | A4       | A5       | B1      | B2        | B3      | B4      |
|---------------------------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|-----------|---------|---------|
| Power [kW]                                        | 200-240 V     | 0,25-1,5 | 0,25-2,2 | 3-3,7    | 0,25-2,2 | 0,25-3,7 | 5,5-7,5 | 11        | 5,5-7,5 | 11-15   |
|                                                   | 380-480/500 V | 0,37-1,5 | 0,37-4,0 | 5,5-7,5  | 0,37-4   | 0,37-7,5 | 11-15   | 18,5-22   | 11-15   | 18,5-30 |
|                                                   | 525-600 V     |          |          | 0,75-7,5 |          | 0,75-7,5 | 11-15   | 18,5-22   | 11-15   | 18,5-30 |
|                                                   | 525-690 V     |          |          | 1,1-7,5  |          |          |         | 11-22     |         | 11-30   |
| <b>Profundidad [mm]</b>                           |               |          |          |          |          |          |         |           |         |         |
| Profundidad sin opción A / B                      | C             | 207      | 205      | 207      | 205      | 207      | 175     | 200       | 260     | 242     |
| Con opción A / B                                  | C             | 222      | 220      | 222      | 220      | 222      | 175     | 200       | 260     | 242     |
| <b>Orificios para los tornillos [mm]</b>          |               |          |          |          |          |          |         |           |         |         |
|                                                   | c             | 6,0      | 8,0      | 8,0      | 8,0      | 8,0      | 8,25    | 8,25      | 12      | 12      |
|                                                   | d             | ø8       | ø11      | ø11      | ø11      | ø11      | ø12     | ø12       | ø19     | ø19     |
|                                                   | e             | ø5       | ø5,5     | ø5,5     | ø5,5     | ø5,5     | ø6,5    | ø6,5      | ø 9     | ø 9     |
|                                                   | f             | 5        | 9        | 9        | 6,5      | 6,5      | 6       | 9         | 9       | 9       |
| <b>Peso máx. [kg]</b>                             |               | 2,7      | 4,9      | 5,3      | 6,6      | 7,0      | 9,7     | 13,5/14,2 | 23      | 27      |
| <b>Par de apriete de la cubierta frontal [Nm]</b> |               |          |          |          |          |          |         |           |         |         |
| Tapa de plástico (IP baja)                        |               | Clic     | Clic     | Clic     | -        | -        | Clic    | Clic      | Clic    | Clic    |
| Cubierta metálica (IP55/66)                       |               | -        | -        | -        | 1,5      | 1,5      | 2,2     | 2,2       | -       | -       |

**Ilustración 8.1 Orificios de montaje superior e inferior (solo B4, C3 y C4)**

Tabla 8.1 Dimensiones mecánicas, tipos de protección A y B

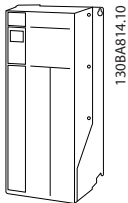
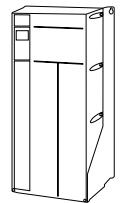
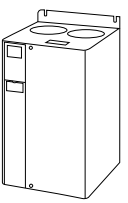
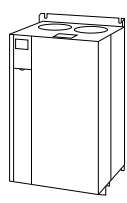
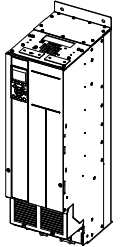
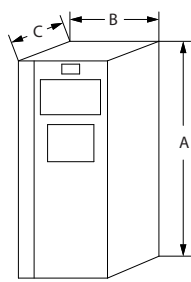
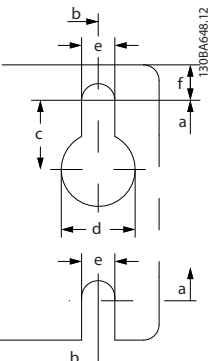
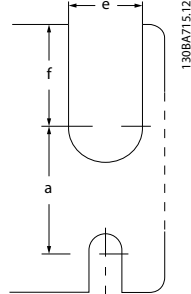
| Tipo de protección                                                                                                                                                                                                                                            |               | C1                                                                                 | C2                                                                                | C3                                                                                 | C4                                                                                  | D3h                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Power [kW]                                                                                                                                                                                                                                                    | 200-240 V     | 15-22                                                                              | 30-37                                                                             | 18,5-22                                                                            | 30-37                                                                               | -                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | 380-480/500 V | 30-45                                                                              | 55-75                                                                             | 37-45                                                                              | 55-75                                                                               | -                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | 525-600 V     | 30-45                                                                              | 55-90                                                                             | 37-45                                                                              | 55-90                                                                               | -                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | 525-690 V     |                                                                                    | 30-75                                                                             | 37-45                                                                              |                                                                                     | 55-75                                                                               |
| Ilustraciones                                                                                                                                                                                                                                                 |               |   |  |  |  |  |
| IP                                                                                                                                                                                                                                                            |               | 21/55/66                                                                           | 21/55/66                                                                          | 20                                                                                 | 20                                                                                  | 20                                                                                  |
| NEMA                                                                                                                                                                                                                                                          |               | Tipo 1/12/4X                                                                       | Tipo 1/12/4X                                                                      | Chasis                                                                             | Chasis                                                                              | Chasis                                                                              |
| <b>Altura [mm]</b>                                                                                                                                                                                                                                            |               |                                                                                    |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Altura de la placa posterior                                                                                                                                                                                                                                  |               | A                                                                                  | 680                                                                               | 770                                                                                | 550                                                                                 | 660                                                                                 |
| Altura con placa de desacoplamiento para cables de bus de campo                                                                                                                                                                                               |               | A                                                                                  | -                                                                                 | -                                                                                  | 630                                                                                 | 800                                                                                 |
| Distancia entre los orificios de montaje                                                                                                                                                                                                                      |               | a                                                                                  | 648                                                                               | 739                                                                                | 521                                                                                 | 631                                                                                 |
| <b>Anchura [mm]</b>                                                                                                                                                                                                                                           |               |                                                                                    |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Anchura de la placa posterior                                                                                                                                                                                                                                 |               | B                                                                                  | 308                                                                               | 370                                                                                | 308                                                                                 | 370                                                                                 |
| Anchura de la placa posterior con una opción C                                                                                                                                                                                                                |               | B                                                                                  | 308                                                                               | 370                                                                                | 308                                                                                 | 370                                                                                 |
| Anchura de la placa posterior con dos opciones C                                                                                                                                                                                                              |               | B                                                                                  | 308                                                                               | 370                                                                                | 308                                                                                 | 370                                                                                 |
| Distancia entre los orificios de montaje                                                                                                                                                                                                                      |               | b                                                                                  | 272                                                                               | 334                                                                                | 270                                                                                 | 330                                                                                 |
| <b>Profundidad [mm]</b>                                                                                                                                                                                                                                       |               |                                                                                    |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Profundidad sin opción A / B                                                                                                                                                                                                                                  |               | C                                                                                  | 310                                                                               | 335                                                                                | 333                                                                                 | 333                                                                                 |
| Con opción A / B                                                                                                                                                                                                                                              |               | C                                                                                  | 310                                                                               | 335                                                                                | 333                                                                                 | 333                                                                                 |
| <b>Orificios para los tornillos [mm]</b>                                                                                                                                                                                                                      |               |                                                                                    |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |               | c                                                                                  | 12,5                                                                              | 12,5                                                                               | -                                                                                   | -                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |               | d                                                                                  | ø19                                                                               | ø19                                                                                | -                                                                                   | -                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |               | e                                                                                  | ø 9                                                                               | ø 9                                                                                | 8,5                                                                                 | 8,5                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |               | f                                                                                  | 9,8                                                                               | 9,8                                                                                | 17                                                                                  | 17                                                                                  |
| <b>Peso máx. [kg]</b>                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                    | 45                                                                                | 65                                                                                 | 35                                                                                  | 50                                                                                  |
| <b>Par de apriete de la cubierta frontal [Nm]</b>                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                    |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Tapa de plástico (IP baja)                                                                                                                                                                                                                                    |               |                                                                                    | Clic                                                                              | Clic                                                                               | 2,0                                                                                 | 2,0                                                                                 |
| Cubierta metálica (IP55/66)                                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                    | 2,2                                                                               | 2,2                                                                                | 2,0                                                                                 | 2,0                                                                                 |
|    |               | <p>Ilustración 8.1 Orificios de montaje superior e inferior (solo B4, C3 y C4)</p> |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |

Tabla 8.2 Dimensiones mecánicas, tipos de protección C y D

## AVISO!

Las bolsas de accesorios, que contienen los soportes, tornillos y conectores necesarios, se suministran con los convertidores de frecuencia.

## 8.2.1 Montaje mecánico

### 8.2.1.1 Separación

Todos los tipos de protección permiten la instalación lado a lado, excepto cuando se utiliza un kit de protección IP21 / IP4X / TIPO 1 (consulte *capítulo 11 Opciones y accesorios*).

#### Montaje lado a lado

Los tipos de protección IP20 A y B pueden colocarse lado a lado sin necesidad de dejar un espacio libre entre ellas, pero el orden de instalación es importante. La *Ilustración 8.1* muestra como montar los bastidores correctamente.

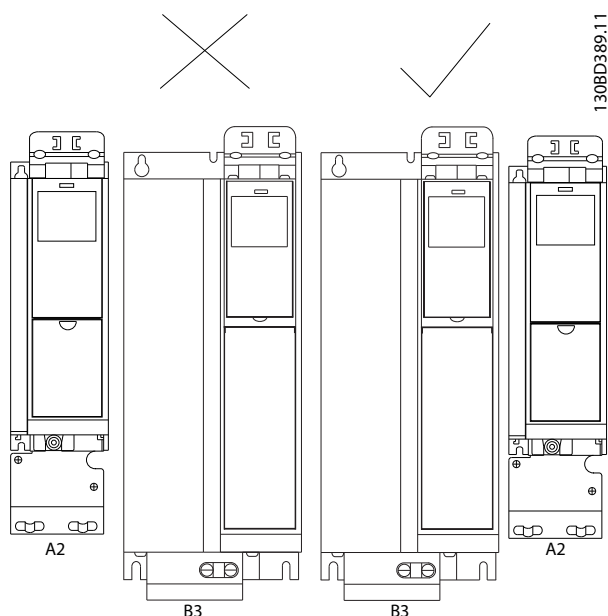


Ilustración 8.1 Montaje lado a lado correcto

Si se utiliza el kit de protección IP21 en los tipos de protección A1, A2 o A3, debe existir un espacio libre entre los convertidores de frecuencia de 50 mm, como mínimo.

Para conseguir unas condiciones de refrigeración óptimas, debe dejarse un espacio para que circule el aire libremente por encima y por debajo del convertidor de frecuencia. Consulte *Tabla 8.3*.

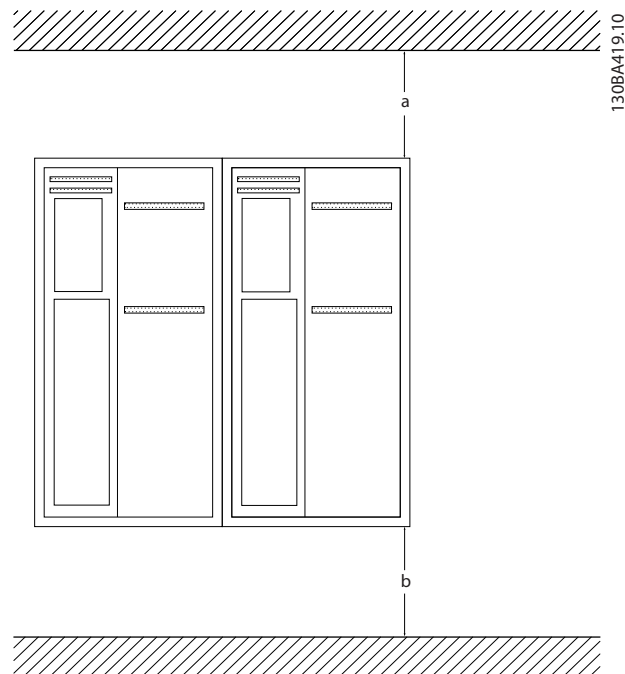


Ilustración 8.2 Separación

| Tipo de protección | A1* / A2 / A3 / A4 / A5 / B1 | B2/B3/B4/ C1/C3 | C2/C4 |
|--------------------|------------------------------|-----------------|-------|
| a [mm]             | 100                          | 200             | 225   |
| b [mm]             | 100                          | 200             | 225   |

Tabla 8.3 Espacio para distintos tipos de protección

### 8.2.1.2 Montaje en pared

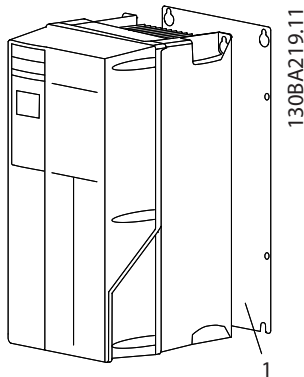
Cuando se monta en una pared maciza, la instalación es directa.

1. Realice las perforaciones de acuerdo con las medidas indicadas.
2. Utilice tornillos adecuados para la superficie de montaje del convertidor de frecuencia. Apriete de nuevo los cuatro tornillos.

Si el convertidor de frecuencia debe montarse en una pared que no sea maciza, equípelo con una placa posterior, «1», debido a la falta de aire de refrigeración sobre el disipador.

**AVISO!**

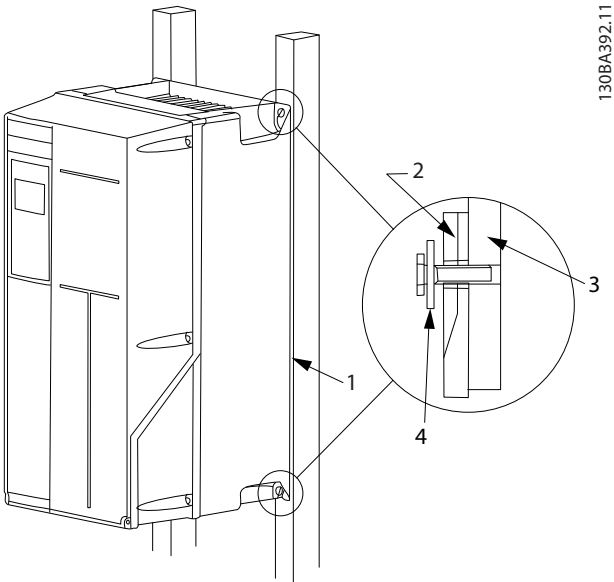
La placa posterior es importante solo para A4, A5, B1, B2, C1 y C2.



|   |                 |
|---|-----------------|
| 1 | Placa posterior |
|---|-----------------|

Ilustración 8.3 El montaje en una pared no maciza requiere una placa posterior

Para convertidores de frecuencia con IP66, preste especial atención al mantenimiento de la superficie resistente a la corrosión. Se puede utilizar una arandela de fibra o de nailon para proteger el recubrimiento de epoxi.



|   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1 | Placa posterior                |
| 2 | Convertidor de frecuencia IP66 |
| 3 | Placa base                     |
| 4 | Arandela de fibra              |

Ilustración 8.4 Montaje en una pared no maciza

## 9 Instalación eléctrica

### 9.1 Seguridad

Consulte *capítulo 2 Seguridad* para conocer las instrucciones de seguridad generales.

#### **⚠️ ADVERTENCIA**

##### TENSIÓN INDUCIDA

La tensión inducida desde los cables del motor de salida que están juntos puede cargar los condensadores del equipo, incluso si este está apagado y bloqueado. No colocar los cables del motor de salida separados o no utilizar cables apantallados puede provocar lesiones graves o incluso la muerte.

- coloque los cables del motor de salida separados o
- utilice cables apantallados

#### **⚠️ PRECAUCIÓN**

##### RIESGO DE DESCARGA

El convertidor de frecuencia puede generar una intensidad de CC en los conductores de PE.

- Cuando se utilice un dispositivo de protección de corriente residual (RCD) como protección antidescargas eléctricas, este solo podrá ser de tipo B en el lado de la fuente de alimentación.

Si no se sigue la recomendación, es posible que el RCD no proporcione la protección prevista.

#### **⚠️ ADVERTENCIA**

##### PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. No efectuar la toma de tierra correcta del convertidor de frecuencia podría ser causa de lesiones graves e incluso muerte.

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

#### Para seguridad eléctrica

- Conecte a tierra el convertidor de frecuencia según las normas y directivas vigentes.
- Utilice un cable de conexión a tierra específico para el cableado de control, de la potencia de entrada y de potencia del motor.
- No conecte a tierra un convertidor de frecuencia unido a otro en un sistema de «cadena».
- Las conexiones del cable a tierra deben ser lo más cortas que sea posible.
- Observe los requisitos de cableado del fabricante del motor.
- Sección transversal mínima del cable: 10 mm<sup>2</sup> (o 2 cables de conexión a tierra con especificación nominal terminados por separado).

#### Para una instalación conforme a EMC

- Establezca contacto eléctrico entre el apantallamiento del cable y la protección del convertidor de frecuencia mediante prensacables metálicos o las abrazaderas suministradas con el equipo (consulte el *capítulo 9.4 Conexión del motor*).
- Se recomienda utilizar un cable con muchos hilos para reducir las interferencias eléctricas.
- No utilice cables de conexión flexibles.

#### **AVISO!**

##### ECUALIZACIÓN DE POTENCIAL

Existe el riesgo de que se produzcan interferencias eléctricas cuando el potencial de tierra entre el convertidor de frecuencia y el sistema es diferente. Instale cables de ecualización entre los componentes del sistema. Sección transversal del cable recomendada: 16 mm<sup>2</sup>.

#### **⚠️ ADVERTENCIA**

##### PELIGRO DE CORRIENTE DE FUGA

Las corrientes de fuga superan los 3,5 mA. No efectuar la toma de tierra correcta del convertidor de frecuencia podría ser causa de lesiones graves e incluso muerte.

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

## 9.2 Cables

### **AVISO:**

#### Información general sobre el cableado

Todos los cableados deben cumplir las normas locales y nacionales sobre las secciones transversales de cables y la temperatura ambiente. Se recomienda usar conductores de cobre (75 °C).

#### Conductores de aluminio

Los terminales pueden aceptar conductores de aluminio, pero la superficie del conductor debe estar limpia y debe eliminarse cualquier resto de óxido y aislarse mediante vaselina neutra sin ácido antes de conectar el conductor. Además, el tornillo del terminal debe apretarse de nuevo al cabo de dos días, debido a la poca dureza del aluminio. Es sumamente importante que la conexión sea impermeable a gases; de lo contrario, la superficie de aluminio volvería a oxidarse.

### 9.2.1 Par de apriete

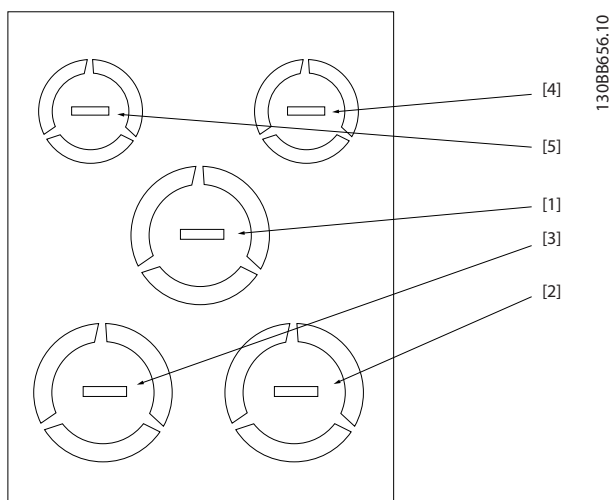
| Tipo de protección | 200-240 V [kW] | 380-500 V [kW] | 525-690 V [kW] | Cable para                                                   | Par de apriete [Nm]                                                    |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| A1                 | 0.25-1.5       | 0.37-1.5       | -              | Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor | 0.5-0.6                                                                |
| A2                 | 0.25-2.2       | 0.37-4         | -              |                                                              |                                                                        |
| A3                 | 3-3,7          | 5.5-7.5        | 1.1-7.5        |                                                              |                                                                        |
| A4                 | 0.25-2.2       | 0.37-4         | -              |                                                              |                                                                        |
| A5                 | 3-3,7          | 5.5-7.5        | -              |                                                              |                                                                        |
| B1                 | 5.5-7.5        | 11-15          | -              | Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor | 1,8                                                                    |
|                    |                |                |                | Relé                                                         | 0.5-0.6                                                                |
|                    |                |                |                | Tierra                                                       | 2-3                                                                    |
| B2                 | 11             | 18,5-22        | 11-22          | Red, resistencia de freno, cables de carga compartida        | 4,5                                                                    |
|                    |                |                |                | Cables de motor                                              | 4,5                                                                    |
|                    |                |                |                | Relé                                                         | 0.5-0.6                                                                |
| B3                 | 5.5-7.5        | 11-15          | -              | Tierra                                                       | 2-3                                                                    |
|                    |                |                |                | Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor | 1,8                                                                    |
|                    |                |                |                | Relé                                                         | 0.5-0.6                                                                |
| B4                 | 11-15          | 18,5-30        | 11-30          | Tierra                                                       | 2-3                                                                    |
|                    |                |                |                | Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor | 4,5                                                                    |
|                    |                |                |                | Relé                                                         | 0.5-0.6                                                                |
| C1                 | 15-22          | 30-45          | -              | Tierra                                                       | 2-3                                                                    |
|                    |                |                |                | Red, resistencia de freno, cables de carga compartida        | 10                                                                     |
|                    |                |                |                | Cables de motor                                              | 10                                                                     |
| C2                 | 30-37          | 55-75          | 30-75          | Relé                                                         | 0.5-0.6                                                                |
|                    |                |                |                | Tierra                                                       | 2-3                                                                    |
|                    |                |                |                | Red, cables de motor                                         | 14 (hasta 95 mm <sup>2</sup> )<br>24 (a partir de 95 mm <sup>2</sup> ) |
| C3                 | 18,5-22        | 30-37          | 37-45          | Carga compartida, cables de freno                            | 14                                                                     |
|                    |                |                |                | Relé                                                         | 0.5-0.6                                                                |
|                    |                |                |                | Tierra                                                       | 2-3                                                                    |
| C4                 | 37-45          | 55-75          | -              | Red, resistencia de freno, carga compartida, cables de motor | 10                                                                     |
|                    |                |                |                | Relé                                                         | 0.5-0.6                                                                |
|                    |                |                |                | Tierra                                                       | 2-3                                                                    |

Tabla 9.1 Par de apriete para cables

## 9.2.2 Orificios de entrada

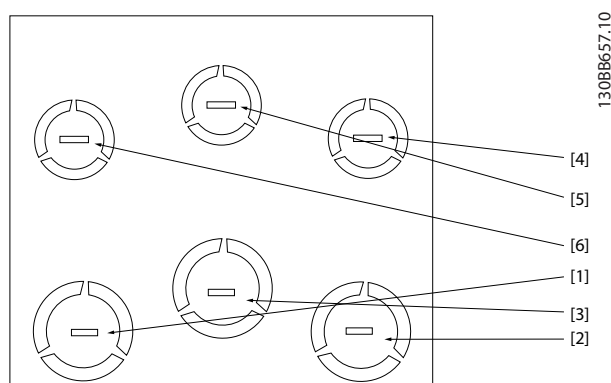
1. Retire la entrada de cable del convertidor de frecuencia (al quitar los troqueles, evite que caigan piezas externas dentro del convertidor de frecuencia).
2. La entrada de cable debe estar sujeta alrededor del troquel que se va a retirar.
3. Ahora puede retirar el troquel con un mandril robusto y un martillo.
4. Elimine las rebabas del orificio.
5. Monte la entrada de cable en el convertidor de frecuencia.

La utilización que se sugiere de los orificios es una recomendación. Son posibles otras soluciones. Los orificios de entrada de cable que no se usen pueden sellarse con arandelas de goma (para IP21).



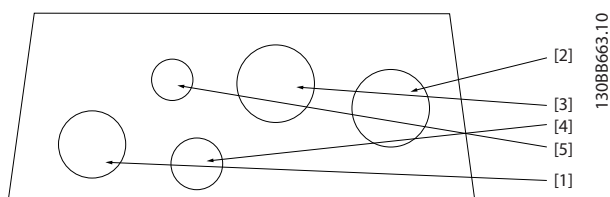
| Número de orificio y uso recomendado  | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|---------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                       | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                                | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 2) Motor                              | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 3) Freno / carga compartida           | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 4) Cable de control                   | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| 5) Cable de control                   | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| <sup>1)</sup> Tolerancia $\pm 0,2$ mm |                           |      |                     |

Ilustración 9.1 A2 - IP21



| Número de orificio y uso recomendado  | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|---------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                       | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                                | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 2) Motor                              | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 3) Freno / carga compartida           | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 4) Cable de control                   | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| 5) Cable de control                   | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| 6) Cable de control                   | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| <sup>1)</sup> Tolerancia $\pm 0,2$ mm |                           |      |                     |

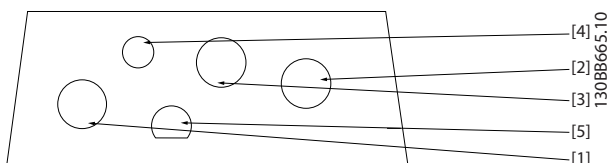
Ilustración 9.2 A3 - IP21



| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 2) Motor                             | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 4) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| 5) Retirado                          | -                         | -    | -                   |

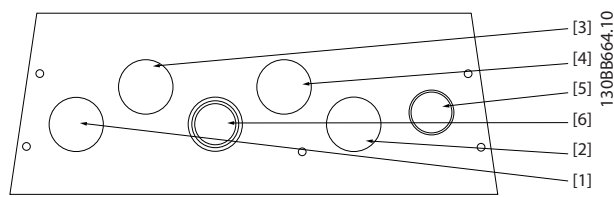
<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm

Ilustración 9.3 A4 - IP55



| Número de orificio y uso recomendado | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1) Red                               | M25                 |
| 2) Motor                             | M25                 |
| 3) Freno / carga compartida          | M25                 |
| 4) Cable de control                  | M16                 |
| 5) Cable de control                  | M20                 |

Ilustración 9.4 A4 - IP55 Orificios roscados para prensacables

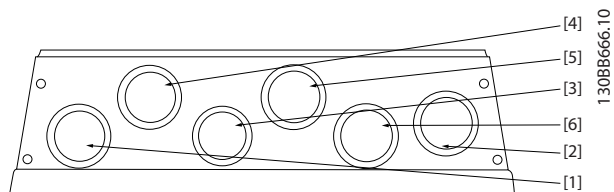


| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 2) Motor                             | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 4) Cable de control                  | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 5) Cable de control <sup>2)</sup>    | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 6) Cable de control <sup>2)</sup>    | 3/4                       | 28,4 | M25                 |

<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm

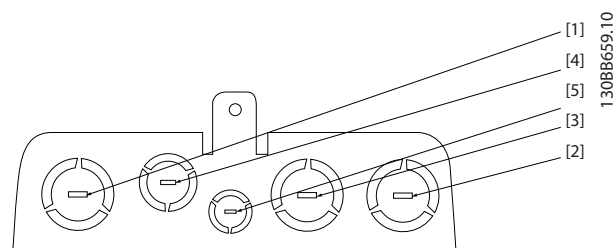
<sup>2)</sup> Orificio prepunzonado

Ilustración 9.5 A5 - IP55



| Número de orificio y uso recomendado | Métrica más próxima   |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1) Red                               | M25                   |
| 2) Motor                             | M25                   |
| 3) Freno / carga compartida          | 28,4 mm <sup>1)</sup> |
| 4) Cable de control                  | M25                   |
| 5) Cable de control                  | M25                   |
| 6) Cable de control                  | M25                   |
| 1) Orificio prepunzonado             |                       |

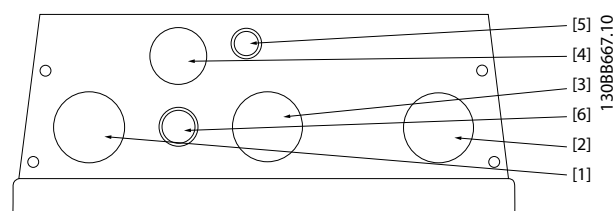
Ilustración 9.6 A5- IP55 Orificios roscados para prensacables



| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 2) Motor                             | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 4) Cable de control                  | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 5) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |

<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm

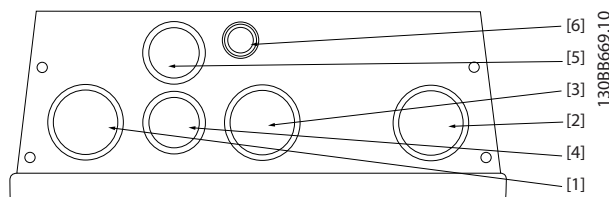
Ilustración 9.7 B1 - IP21



| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 2) Motor                             | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 4) Cable de control                  | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 5) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| 5) Cable de control <sup>2)</sup>    | 1/2                       | 22,5 | M20                 |

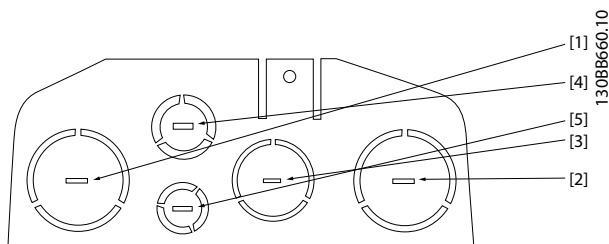
<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm  
<sup>2)</sup> Orificio prepunzonado

Ilustración 9.8 B1 - IP55



| Número de orificio y uso recomendado | Métrica más próxima   |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1) Red                               | M32                   |
| 2) Motor                             | M32                   |
| 3) Freno / carga compartida          | M32                   |
| 4) Cable de control                  | M25                   |
| 5) Cable de control                  | M25                   |
| 6) Cable de control                  | 22,5 mm <sup>1)</sup> |
| 1) Orificio prepunzonado             |                       |

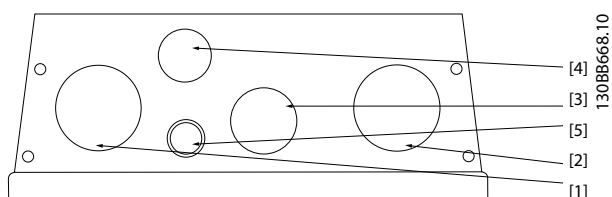
Ilustración 9.9 B1 - IP55 Orificios roscados para prensacables



| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 1 1/4                     | 44,2 | M40                 |
| 2) Motor                             | 1 1/4                     | 44,2 | M40                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 4) Cable de control                  | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 5) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |

<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm

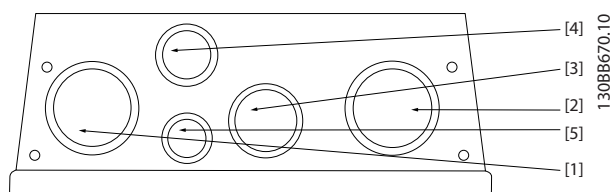
Ilustración 9.10 B2 - IP21



| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 1 1/4                     | 44,2 | M40                 |
| 2) Motor                             | 1 1/4                     | 44,2 | M40                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 4) Cable de control                  | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 5) Cable de control <sup>2)</sup>    | 1/2                       | 22,5 | M20                 |

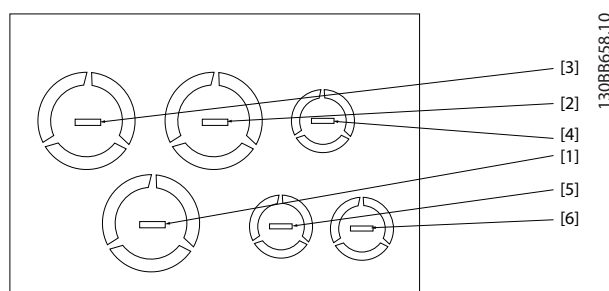
<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm  
<sup>2)</sup> Orificio prepunzonado

Ilustración 9.11 B2 - IP55



| Número de orificio y uso recomendado | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1) Red                               | M40                 |
| 2) Motor                             | M40                 |
| 3) Freno / carga compartida          | M32                 |
| 4) Cable de control                  | M25                 |
| 5) Cable de control                  | M20                 |

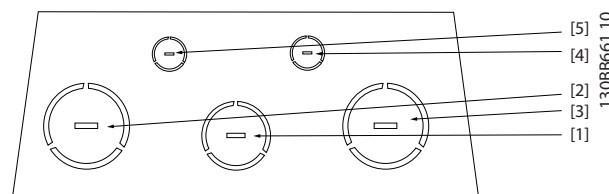
Ilustración 9.12 B2 - IP55 Orificios roscados para prensacables



| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 2) Motor                             | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 1                         | 34,7 | M32                 |
| 4) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| 5) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| 6) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |

<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm

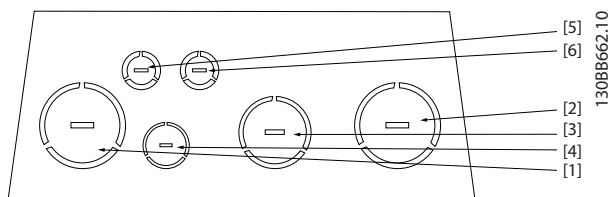
Ilustración 9.13 B3 - IP21



| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 2                         | 63,3 | M63                 |
| 2) Motor                             | 2                         | 63,3 | M63                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 1 1/2                     | 50,2 | M50                 |
| 4) Cable de control                  | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 5) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |

<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm

Ilustración 9.14 C1 - IP21



| Número de orificio y uso recomendado | Dimensiones <sup>1)</sup> |      | Métrica más próxima |
|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|
|                                      | UL [in]                   | [mm] |                     |
| 1) Red                               | 2                         | 63,3 | M63                 |
| 2) Motor                             | 2                         | 63,3 | M63                 |
| 3) Freno / carga compartida          | 1 1/2                     | 50,2 | M50                 |
| 4) Cable de control                  | 3/4                       | 28,4 | M25                 |
| 5) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |
| 6) Cable de control                  | 1/2                       | 22,5 | M20                 |

<sup>1)</sup> Tolerancia  $\pm 0,2$  mm

Ilustración 9.15 C2 - IP21

### 9.2.3 Apriete de la cubierta tras realizar las conexiones

| Tipo de protección | IP20 | IP21 | IP55 | IP66 |
|--------------------|------|------|------|------|
| A1                 | *    | -    | -    | -    |
| A2                 | *    | *    | -    | -    |
| A3                 | *    | *    | -    | -    |
| A4/A5              | -    | -    | 2    | 2    |
| B1                 | -    | *    | 2,2  | 2,2  |
| B2                 | -    | *    | 2,2  | 2,2  |
| B3                 | *    | -    | -    | -    |
| B4                 | *    | -    | -    | -    |
| C1                 | -    | *    | 2,2  | 2,2  |
| C2                 | -    | *    | 2,2  | 2,2  |
| C3                 | 2    | -    | -    | -    |
| C4                 | 2    | -    | -    | -    |

\* = Sin tornillos para atornillar  
- = No existe

Tabla 9.2 Apriete de la cubierta (Nm)

## 9.3 Conexión de red

Es obligatorio conectar a tierra la conexión de red correctamente mediante el terminal 95 del convertidor de frecuencia, consulte el capítulo 9.1.1 Toma de tierra.

La sección transversal del cable de conexión a tierra debe ser de 10 mm<sup>2</sup>, como mínimo, o bien deben utilizarse 2 cables de especificación nominal para red terminados por separado conforme a EN 50178.

Utilice un cable no apantallado.

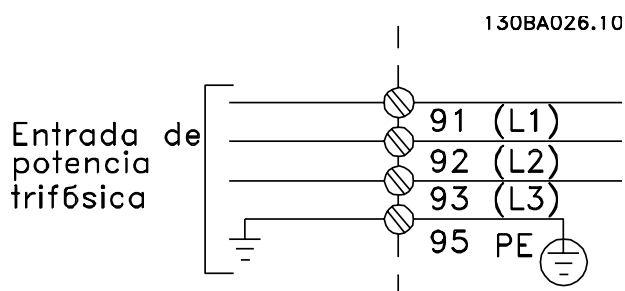


Ilustración 9.16 Conexión de red

### AVISO!

El uso de fusibles y / o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación es obligatorio para garantizar el cumplimiento de CEI 60364 para CE o NEC 2009 para UL, consulte el capítulo 9.3.1.4 Conformidad con UL.

### AVISO!

Si se superan los 480 V RMS

### RIESGO DE DAÑAR EL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA CON EL FILTRO RFI INSTALADO

Cuando se instala en una red con conexión a tierra en triángulo o una red IT (incluyendo la condición de fallo a tierra), la tensión de entrada de la red en el rango de 380-500 V (T4, T5) no debe superar los 480 V RMS entre la red y la tierra.

Para algunas protecciones, el montaje es diferente si el convertidor de frecuencia se configura de fábrica con un interruptor de red. Las diferentes posibilidades se ilustran a continuación.

Conexión de red para protecciones A1, A2 y A3:

**AVISO!**

El conector de alimentación se puede utilizar en convertidores de frecuencia de hasta 7,5 kW.

1. Coloque los dos tornillos de la placa de desacoplamiento, deslícelos en su sitio y apriete los tornillos.
2. Asegúrese de que el convertidor de frecuencia esté conectado a tierra correctamente. Conéctelo a la conexión a tierra (terminal 95). Utilice un tornillo de la bolsa de accesorios.
3. Coloque los conectores de alimentación 91 (L1), 92 (L2) y 93 (L3) de la bolsa de accesorios en los terminales etiquetados como MAINS, en la parte inferior del convertidor de frecuencia.
4. Acople los cables de red al conector de alimentación de red.
5. Sujete el cable con los soportes incluidos.

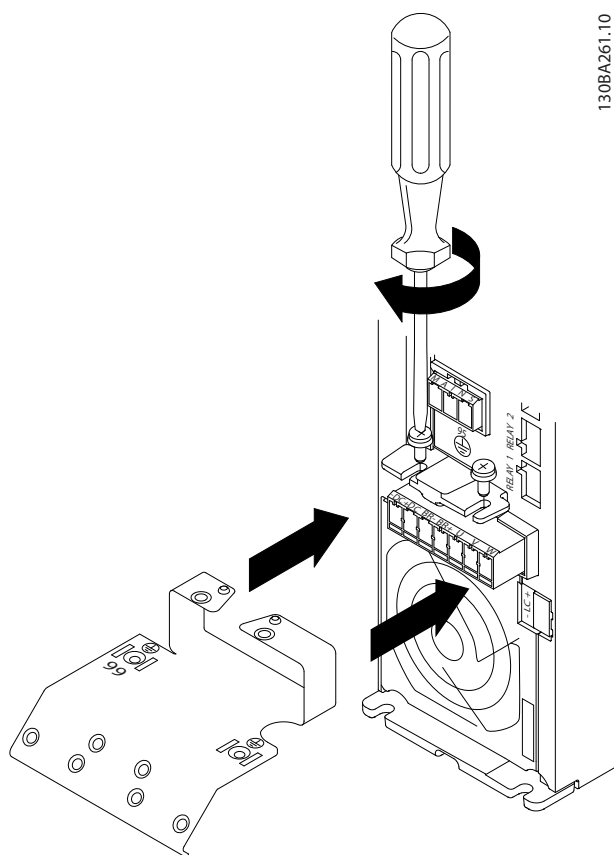


Ilustración 9.17 Placa de soporte

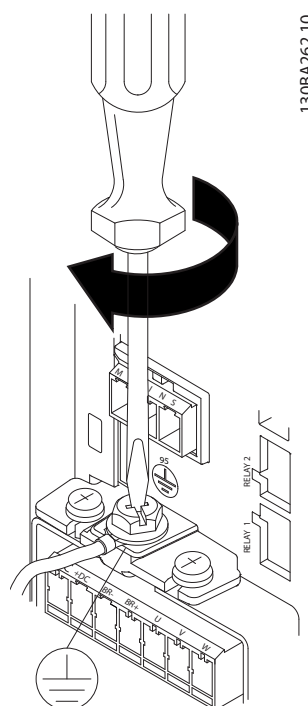


Ilustración 9.18 Apriete del cable de conexión a tierra

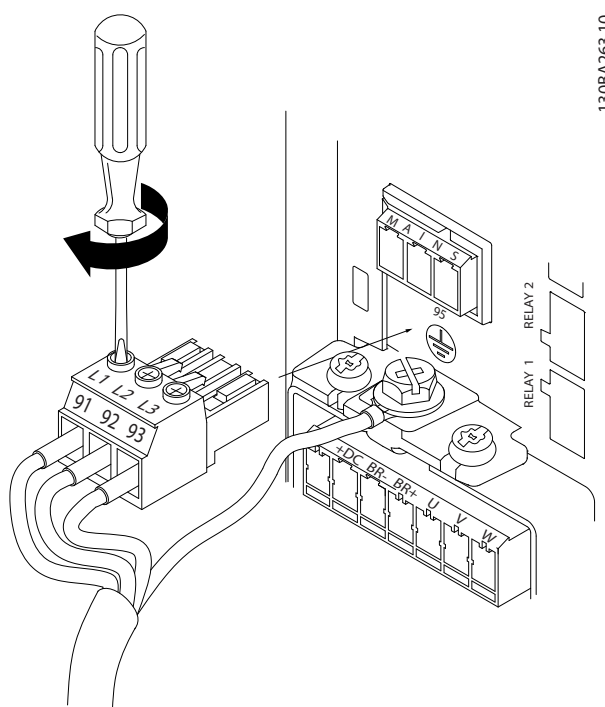


Ilustración 9.19 Montaje del conector de red y apriete de los cables

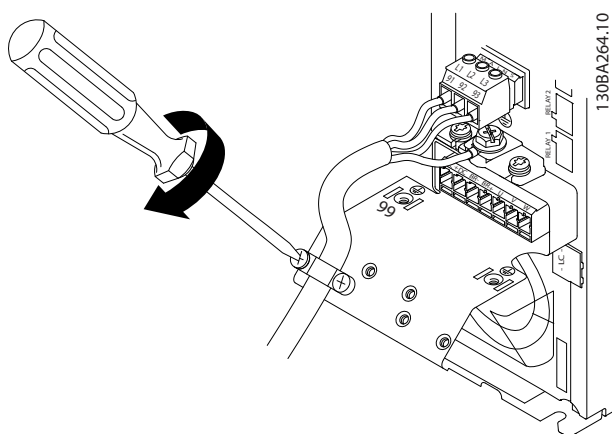


Ilustración 9.20 Apriete el bastidor de soporte

**Conector de red para protecciones A4 / A5**

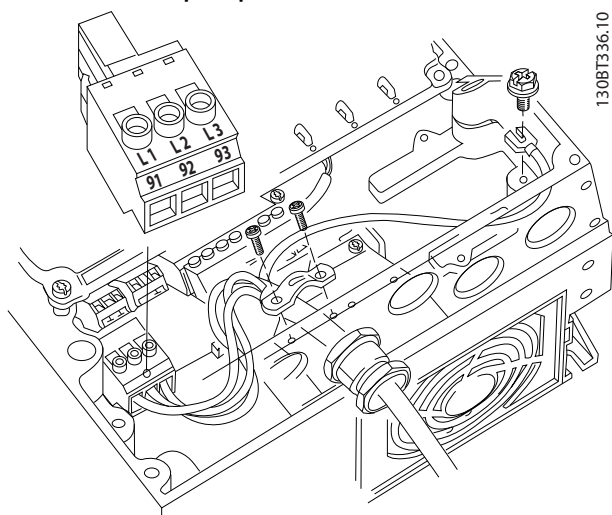


Ilustración 9.21 Conexión a la red y a tierra sin desconector

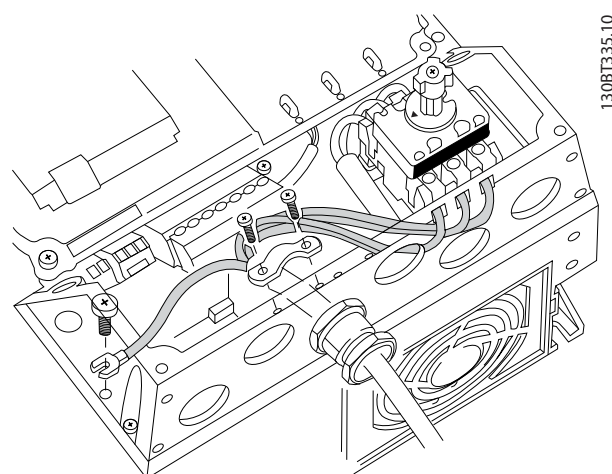


Ilustración 9.22 Conexión a la red y a tierra con desconector

Cuando se utiliza un desconector (protecciones A4 / A5), monte la toma de tierra en el lado izquierdo del convertidor de frecuencia.

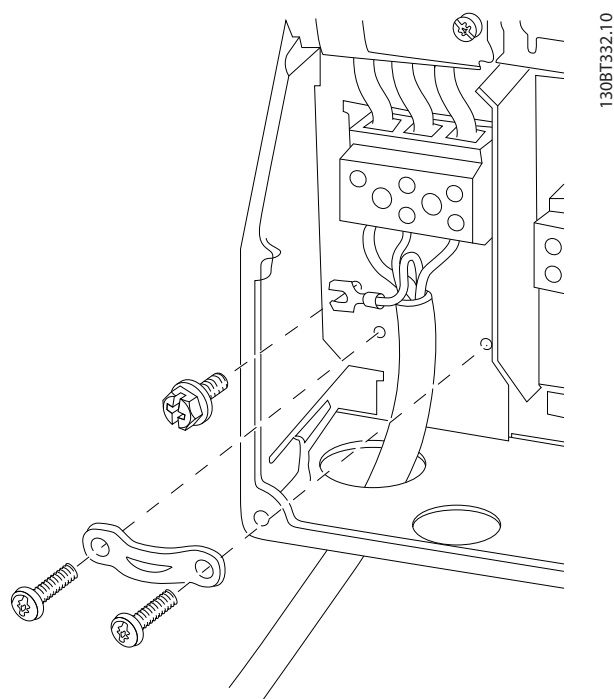


Ilustración 9.23 Conexión de red para protecciones B1 y B2

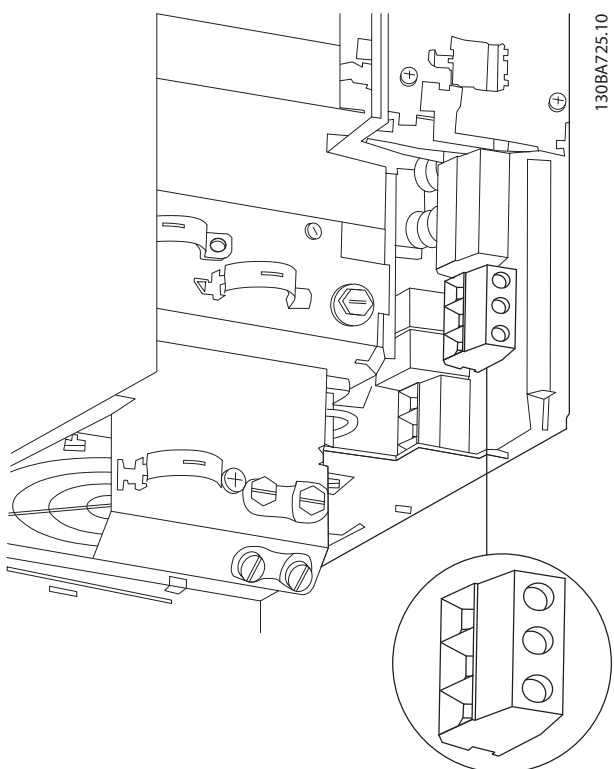


Ilustración 9.24 Conexión de red para protección B3

9

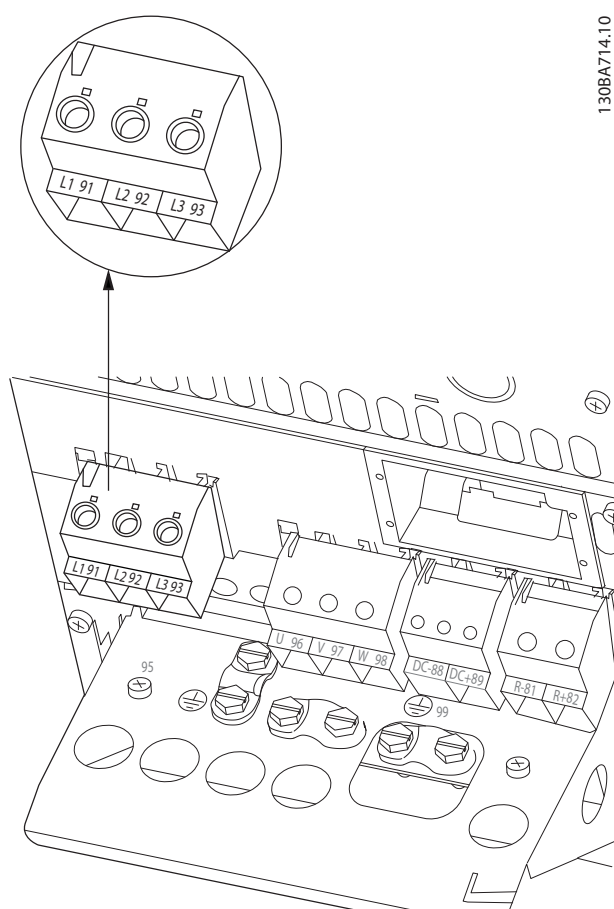


Ilustración 9.25 Conexión de red para protección B4

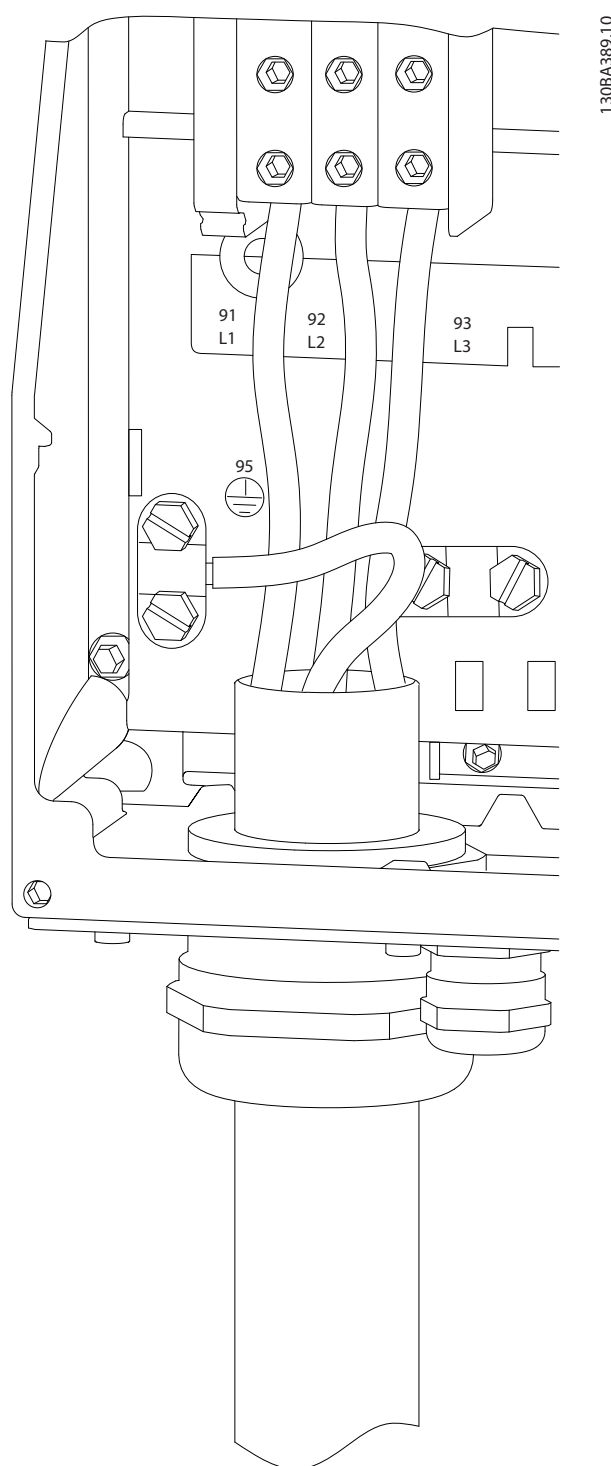


Ilustración 9.26 Conexión de red para protecciones C1 y C2  
(IP21 / NEMA tipo 1 e IP55/66 / NEMA tipo 12)

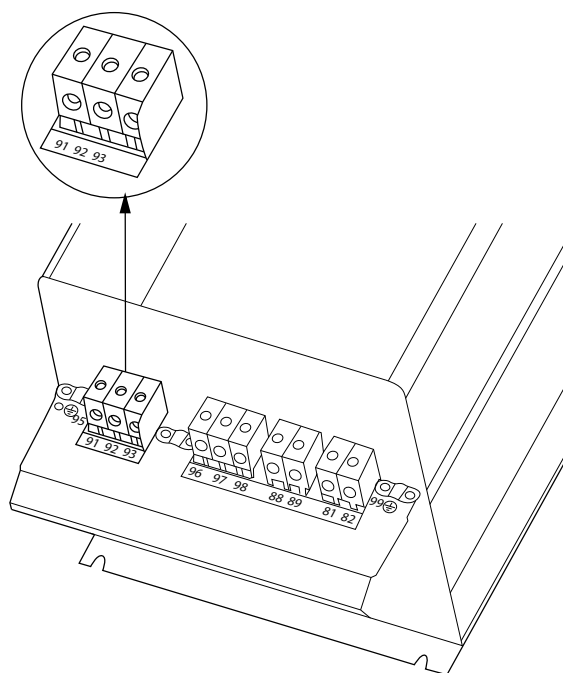


Ilustración 9.27 Conexión de red para protecciones C3 (IP20).

130BA718.10

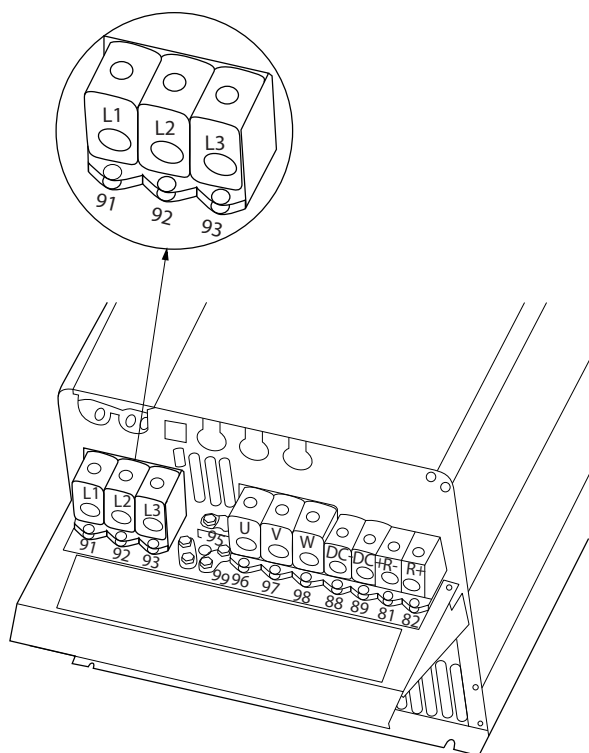


Ilustración 9.28 Conexión de red para protecciones C4 (IP20).

130BA719.10

## 9.3.1 Fusibles y magnetotérmicos

### 9.3.1.1 Fusibles

Se recomienda utilizar fusibles y / o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación a modo de protección, en caso de avería de componentes internos del convertidor de frecuencia (primer fallo).

#### **AVISO!**

El uso de fusibles y / o magnetotérmicos en el lado de la fuente de alimentación es obligatorio para garantizar el cumplimiento de CEI 60364 para CE o NEC 2009 para UL.

#### **Protección de circuito derivado**

Para proteger la instalación de peligros eléctricos e incendios, todos los circuitos derivados de una instalación, aparatos de conexión, máquinas, etc., deben estar protegidos frente a cortocircuitos y sobrecargas de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales.

#### **AVISO!**

Las recomendaciones dadas no se aplican a la protección de circuito derivado para UL.

#### **Protección contra cortocircuitos**

(Danfoss) recomienda utilizar los fusibles / magnetotérmicos mencionados a continuación para proteger al personal de servicio y los bienes en caso de avería de un componente en el convertidor de frecuencia.

### 9.3.1.2 Recomendaciones

En las tablas de capítulo 9.3.1 Fusibles y magnetotérmicos se indica la intensidad nominal recomendada. Los fusibles recomendados son de tipo gG para potencias bajas y medias. Para tamaños de potencia superiores, se recomiendan los fusibles aR. En el caso de los magnetotérmicos, se recomiendan los tipos de Moeller. Pueden utilizarse otros tipos de magnetotérmicos con tal de que limiten la energía en el interior del convertidor de frecuencia a un intervalo igual o inferior que el de los tipos de Moeller.

Si los fusibles / magnetotérmicos se seleccionan siguiendo las recomendaciones, los posibles daños en el convertidor de frecuencia se reducen principalmente a daños en el interior de la unidad.

Para obtener más información, consulte la *Nota sobre la aplicación Fusibles y Magnetotérmicos, MN90T*.

### 9.3.1.3 Cumplimiento de la normativa CE

Los fusibles o magnetotérmicos son obligatorios para cumplir con la norma CEI 60364. (Danfoss) recomienda utilizar una selección de los siguientes.

Los siguientes fusibles son adecuados para su uso en un circuito capaz de proporcionar 100 000  $A_{rms}$  (simétricos), 240 V, 500 V, 600 V o 690 V, dependiendo de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. Con los fusibles adecuados, la clasificación de corriente de cortocircuito (SCCR) del convertidor de frecuencia es de 100 000  $A_{rms}$ .

Los siguientes fusibles UL de la lista están disponibles:

- fusibles UL248-4, clase CC
- fusibles UL248-8, clase J
- fusibles UL248-12, clase R (RK1)
- fusibles UL248-15, clase T

Se han probado los siguientes tamaños máx. y tipos de fusibles:

| Protección | Potencia [kW] | Tamaño de fusible recomendado                    | Fusible máx. recomendado        | Magnetotérmico recomendado Moeller | Nivel de desconexión máx. [A] |
|------------|---------------|--------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| A1         | 0.25-1.5      | gG-10                                            | gG-25                           | PKZM0-10                           | 10                            |
| A2         | 0.25-2.2      | gG-10 (0,25-1,5)<br>gG-16 (2,2)                  | gG-25                           | PKZM0-16                           | 16                            |
| A3         | 3.0-3.7       | gG-16 (3)<br>gG-20 (3,7)                         | gG-32                           | PKZM0-25                           | 25                            |
| A4         | 0.25-2.2      | gG-10 (0,25-1,5)<br>gG-16 (2,2)                  | gG-32                           | PKZM0-25                           | 25                            |
| A5         | 0.25-3.7      | gG-10 (0,25-1,5)<br>gG-16 (2,2-3)<br>gG-20 (3,7) | gG-32                           | PKZM0-25                           | 25                            |
| B1         | 5.5-7.5       | gG-25 (5,5)<br>gG-32 (7,5)                       | gG-80                           | PKZM4-63                           | 63                            |
| B2         | 11            | gG-50                                            | gG-100                          | NZMB1-A100                         | 100                           |
| B3         | 5,5           | gG-25                                            | gG-63                           | PKZM4-50                           | 50                            |
| B4         | 7,5-15        | gG-32 (7,5)<br>gG-50 (11)<br>gG-63 (15)          | gG-125                          | NZMB1-A100                         | 100                           |
| C1         | 15-22         | gG-63 (15)<br>gG-80 (18,5)<br>gG-100 (22)        | gG-160 (15-18,5)<br>aR-160 (22) | NZMB2-A200                         | 160                           |
| C2         | 30-37         | aR-160 (30)<br>aR-200 (37)                       | aR-200 (30)<br>aR-250 (37)      | NZMB2-A250                         | 250                           |
| C3         | 18,5-22       | gG-80 (18,5)<br>aR-125 (22)                      | gG-150 (18,5)<br>aR-160 (22)    | NZMB2-A200                         | 150                           |
| C4         | 30-37         | aR-160 (30)<br>aR-200 (37)                       | aR-200 (30)<br>aR-250 (37)      | NZMB2-A250                         | 250                           |

Tabla 9.3 200-240 V, tipo de protección A, B y C

| Protección | Potencia [kW] | Tamaño de fusible recomendado            | Fusible máx. recomendado   | Magnetotérmico recomendado Moeller | Nivel de desconexión máx. [A] |
|------------|---------------|------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| A1         | 0.37-1.5      | gG-10                                    | gG-25                      | PKZM0-10                           | 10                            |
| A2         | 0.37-4.0      | gG-10 (0,37-3)<br>gG-16 (4)              | gG-25                      | PKZM0-16                           | 16                            |
| A3         | 5.5-7.5       | gG-16                                    | gG-32                      | PKZM0-25                           | 25                            |
| A4         | 0,37-4        | gG-10 (0,37-3)<br>gG-16 (4)              | gG-32                      | PKZM0-25                           | 25                            |
| A5         | 0.37-7.5      | gG-10 (0,37-3)<br>gG-16 (4-7,5)          | gG-32                      | PKZM0-25                           | 25                            |
| B1         | 11-15         | gG-40                                    | gG-80                      | PKZM4-63                           | 63                            |
| B2         | 18,5-22       | gG-50 (18,5)<br>gG-63 (22)               | gG-100                     | NZMB1-A100                         | 100                           |
| B3         | 11-15         | gG-40                                    | gG-63                      | PKZM4-50                           | 50                            |
| B4         | 18,5-30       | gG-50 (18,5)<br>gG-63 (22)<br>gG-80 (30) | gG-125                     | NZMB1-A100                         | 100                           |
| C1         | 30-45         | gG-80 (30)<br>gG-100 (37)<br>gG-160 (45) | gG-160                     | NZMB2-A200                         | 160                           |
| C2         | 55-75         | aR-200 (55)<br>aR-250 (75)               | aR-250                     | NZMB2-A250                         | 250                           |
| C3         | 37-45         | gG-100 (37)<br>gG-160 (45)               | gG-150 (37)<br>gG-160 (45) | NZMB2-A200                         | 150                           |
| C4         | 55-75         | aR-200 (55)<br>aR-250 (75)               | aR-250                     | NZMB2-A250                         | 250                           |

Tabla 9.4 380-500 V, tipo de protección A, B y C

| Protección | Potencia [kW] | Tamaño de fusible recomendado            | Fusible máx. recomendado      | Magnetotérmico recomendado Moeller | Nivel de desconexión máx. [A] |
|------------|---------------|------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| A2         | 0-75-4,0      | gG-10                                    | gG-25                         | PKZM0-16                           | 16                            |
| A3         | 5.5-7.5       | gG-10 (5,5)<br>gG-16 (7,5)               | gG-32                         | PKZM0-25                           | 25                            |
| A5         | 0.75-7.5      | gG-10 (0,75-5,5)<br>gG-16 (7,5)          | gG-32                         | PKZM0-25                           | 25                            |
| B1         | 11-18         | gG-25 (11)<br>gG-32 (15)<br>gG-40 (18,5) | gG-80                         | PKZM4-63                           | 63                            |
| B2         | 22-30         | gG-50 (22)<br>gG-63 (30)                 | gG-100                        | NZMB1-A100                         | 100                           |
| B3         | 11-15         | gG-25 (11)<br>gG-32 (15)                 | gG-63                         | PKZM4-50                           | 50                            |
| B4         | 18,5-30       | gG-40 (18,5)<br>gG-50 (22)<br>gG-63 (30) | gG-125                        | NZMB1-A100                         | 100                           |
| C1         | 37-55         | gG-63 (37)<br>gG-100 (45)<br>aR-160 (55) | gG-160 (37-45)<br>aR-250 (55) | NZMB2-A200                         | 160                           |
| C2         | 75            | aR-200 (75)                              | aR-250                        | NZMB2-A250                         | 250                           |
| C3         | 37-45         | gG-63 (37)<br>gG-100 (45)                | gG-150                        | NZMB2-A200                         | 150                           |
| C4         | 55-75         | aR-160 (55)<br>aR-200 (75)               | aR-250                        | NZMB2-A250                         | 250                           |

Tabla 9.5 525-600 V, tipo de protección A, B y C

| Protección | Potencia [kW]                             | Tamaño de fusible recomendado                            | Fusible máx. recomendado                                    | Magnetotérmico recomendado Moeller | Nivel de desconexión máx. [A] |
|------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| A3         | 1,1<br>1,5<br>2,2<br>3<br>4<br>5,5<br>7,5 | gG-6<br>gG-6<br>gG-6<br>gG-10<br>gG-10<br>gG-16<br>gG-16 | gG-25<br>gG-25<br>gG-25<br>gG-25<br>gG-25<br>gG-25<br>gG-25 | PKZM0-16                           | 16                            |
| B2/B4      | 11<br>15<br>18<br>22                      | gG-25 (11)<br>gG-32 (15)<br>gG-32 (18)<br>gG-40 (22)     | gG-63                                                       | -                                  | -                             |
| B4/C2      | 30                                        | gG-63 (30)                                               | gG-80 (30)                                                  | -                                  | -                             |
| C2/C3      | 37<br>45                                  | gG-63 (37)<br>gG-80 (45)                                 | gG-100 (37)<br>gG-125 (45)                                  |                                    |                               |
| C2         | 55<br>75                                  | gG-100 (55)<br>gG-125 (75)                               | gG-160 (55-75)                                              |                                    |                               |

Tabla 9.6 525-690 V, tipo de protección A, B y C

### 9.3.1.4 Conformidad con UL

Los siguientes fusibles son adecuados para su uso en un circuito capaz de proporcionar 100 000 A<sub>rms</sub> (simétricos), 240 V, 500 V o 600 V, en función de la clasificación de tensión del convertidor de frecuencia. Con los fusibles adecuados, la clasificación de corriente de cortocircuito (SCCR) del convertidor de frecuencia es de 100 000 A<sub>rms</sub>.

Los fusibles o magnetotérmicos son obligatorios para cumplir con la norma NEC 2009. (Danfoss) recomienda utilizar una selección de los siguientes:

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado           |                    |                    |                     |                     | Bussmann<br>Tipo CC |
|------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Bussmann<br>Tipo RK1 <sup>1)</sup> | Bussmann<br>Tipo J | Bussmann<br>Tipo T | Bussmann<br>Tipo CC | Bussmann<br>Tipo CC |                     |
| 0.25-0.37        | KTN-R-05                           | JKS-05             | JJN-05             | FNQ-R-5             | KTK-R-5             | LP-CC-5             |
| 0.55-1.1         | KTN-R-10                           | JKS-10             | JJN-10             | FNQ-R-10            | KTK-R-10            | LP-CC-10            |
| 1,5              | KTN-R-15                           | JKS-15             | JJN-15             | FNQ-R-15            | KTK-R-15            | LP-CC-15            |
| 2,2              | KTN-R-20                           | JKS-20             | JJN-20             | FNQ-R-20            | KTK-R-20            | LP-CC-20            |
| 3,0              | KTN-R-25                           | JKS-25             | JJN-25             | FNQ-R-25            | KTK-R-25            | LP-CC-25            |
| 3,7              | KTN-R-30                           | JKS-30             | JJN-30             | FNQ-R-30            | KTK-R-30            | LP-CC-30            |
| 5.5              | KTN-R-50                           | KS-50              | JJN-50             | -                   | -                   | -                   |
| 7,5              | KTN-R-60                           | JKS-60             | JJN-60             | -                   | -                   | -                   |
| 11               | KTN-R-80                           | JKS-80             | JJN-80             | -                   | -                   | -                   |
| 15-18,5          | KTN-R-125                          | JKS-125            | JJN-125            | -                   | -                   | -                   |
| 22               | KTN-R-150                          | JKS-150            | JJN-150            | -                   | -                   | -                   |
| 30               | KTN-R-200                          | JKS-200            | JJN-200            | -                   | -                   | -                   |
| 37               | KTN-R-250                          | JKS-250            | JJN-250            | -                   | -                   | -                   |

9

Tabla 9.7 200-240 V, tipos de protección A, B y C

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado |                         |                               |                                 |
|------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
|                  | SIBA<br>Tipo RK1         | Littel fuse<br>Tipo RK1 | Ferraz-<br>Shawmut<br>Tipo CC | Ferraz-<br>Shawmut<br>Tipo RK13 |
| 0.25-0.37        | 5017906-005              | KLN-R-05                | ATM-R-05                      | A2K-05-R                        |
| 0.55-1.1         | 5017906-010              | KLN-R-10                | ATM-R-10                      | A2K-10-R                        |
| 1,5              | 5017906-016              | KLN-R-15                | ATM-R-15                      | A2K-15-R                        |
| 2,2              | 5017906-020              | KLN-R-20                | ATM-R-20                      | A2K-20-R                        |
| 3,0              | 5017906-025              | KLN-R-25                | ATM-R-25                      | A2K-25-R                        |
| 3,7              | 5012406-032              | KLN-R-30                | ATM-R-30                      | A2K-30-R                        |
| 5.5              | 5014006-050              | KLN-R-50                | -                             | A2K-50-R                        |
| 7,5              | 5014006-063              | KLN-R-60                | -                             | A2K-60-R                        |
| 11               | 5014006-080              | KLN-R-80                | -                             | A2K-80-R                        |
| 15-18,5          | 2028220-125              | KLN-R-125               | -                             | A2K-125-R                       |
| 22               | 2028220-150              | KLN-R-150               | -                             | A2K-150-R                       |
| 30               | 2028220-200              | KLN-R-200               | -                             | A2K-200-R                       |
| 37               | 2028220-250              | KLN-R-250               | -                             | A2K-250-R                       |

Tabla 9.8 200-240 V, tipos de protección A, B y C

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado             |                      |                                           |                      |
|------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|----------------------|
|                  | Bussmann<br>Tipo JFHR2 <sup>2)</sup> | Littel fuse<br>JFHR2 | Ferraz-<br>Shawmut<br>JFHR2 <sup>4)</sup> | Ferraz-<br>Shawmut J |
| 0.25-0.37        | FWX-5                                | -                    | -                                         | HSJ-6                |
| 0.55-1.1         | FWX-10                               | -                    | -                                         | HSJ-10               |
| 1,5              | FWX-15                               | -                    | -                                         | HSJ-15               |
| 2,2              | FWX-20                               | -                    | -                                         | HSJ-20               |
| 3,0              | FWX-25                               | -                    | -                                         | HSJ-25               |
| 3,7              | FWX-30                               | -                    | -                                         | HSJ-30               |
| 5.5              | FWX-50                               | -                    | -                                         | HSJ-50               |
| 7,5              | FWX-60                               | -                    | -                                         | HSJ-60               |
| 11               | FWX-80                               | -                    | -                                         | HSJ-80               |
| 15-18,5          | FWX-125                              | -                    | -                                         | HSJ-125              |
| 22               | FWX-150                              | L25S-150             | A25X-150                                  | HSJ-150              |
| 30               | FWX-200                              | L25S-200             | A25X-200                                  | HSJ-200              |
| 37               | FWX-250                              | L25S-250             | A25X-250                                  | HSJ-250              |

**Tabla 9.9 200-240 V, tipos de protección A, B y C**
<sup>1)</sup> Los fusibles KTS de Bussmann pueden sustituir a los KTN en los convertidores de frecuencia de 240 V.

<sup>2)</sup> Los fusibles FWH de Bussmann pueden sustituir a los FWX en los convertidores de frecuencia de 240 V.

<sup>3)</sup> Los fusibles A6KR de FERRAZ SHAWMUT pueden sustituir a los A2KR en los convertidores de frecuencia de 240 V.

<sup>4)</sup> Los fusibles A50X de FERRAZ SHAWMUT pueden sustituir a los A25X en los convertidores de frecuencia de 240 V.

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado |                    |                    |                     |                     |                     |
|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Bussmann<br>Tipo RK1     | Bussmann<br>Tipo J | Bussmann<br>Tipo T | Bussmann<br>Tipo CC | Bussmann<br>Tipo CC | Bussmann<br>Tipo CC |
| 0,37-1,1         | KTS-R-6                  | JKS-6              | JJS-6              | FNQ-R-6             | KTK-R-6             | LP-CC-6             |
| 1.5-2.2          | KTS-R-10                 | JKS-10             | JJS-10             | FNQ-R-10            | KTK-R-10            | LP-CC-10            |
| 3                | KTS-R-15                 | JKS-15             | JJS-15             | FNQ-R-15            | KTK-R-15            | LP-CC-15            |
| 4                | KTS-R-20                 | JKS-20             | JJS-20             | FNQ-R-20            | KTK-R-20            | LP-CC-20            |
| 5.5              | KTS-R-25                 | JKS-25             | JJS-25             | FNQ-R-25            | KTK-R-25            | LP-CC-25            |
| 7,5              | KTS-R-30                 | JKS-30             | JJS-30             | FNQ-R-30            | KTK-R-30            | LP-CC-30            |
| 11               | KTS-R-40                 | JKS-40             | JJS-40             | -                   | -                   | -                   |
| 15               | KTS-R-50                 | JKS-50             | JJS-50             | -                   | -                   | -                   |
| 18               | KTS-R-60                 | JKS-60             | JJS-60             | -                   | -                   | -                   |
| 22               | KTS-R-80                 | JKS-80             | JJS-80             | -                   | -                   | -                   |
| 30               | KTS-R-100                | JKS-100            | JJS-100            | -                   | -                   | -                   |
| 37               | KTS-R-125                | JKS-125            | JJS-125            | -                   | -                   | -                   |
| 45               | KTS-R-150                | JKS-150            | JJS-150            | -                   | -                   | -                   |
| 55               | KTS-R-200                | JKS-200            | JJS-200            | -                   | -                   | -                   |
| 75               | KTS-R-250                | JKS-250            | JJS-250            | -                   | -                   | -                   |

**Tabla 9.10 380-500 V, tipo de protección A, B y C**

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado |                         |                               |                                |
|------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                  | SIBA<br>Tipo RK1         | Littel fuse<br>Tipo RK1 | Ferraz-<br>Shawmut<br>Tipo CC | Ferraz-<br>Shawmut<br>Tipo RK1 |
| 0,37-1,1         | 5017906-006              | KLS-R-6                 | ATM-R-6                       | A6K-6-R                        |
| 1.5-2.2          | 5017906-010              | KLS-R-10                | ATM-R-10                      | A6K-10-R                       |
| 3                | 5017906-016              | KLS-R-15                | ATM-R-15                      | A6K-15-R                       |
| 4                | 5017906-020              | KLS-R-20                | ATM-R-20                      | A6K-20-R                       |
| 5.5              | 5017906-025              | KLS-R-25                | ATM-R-25                      | A6K-25-R                       |
| 7,5              | 5012406-032              | KLS-R-30                | ATM-R-30                      | A6K-30-R                       |
| 11               | 5014006-040              | KLS-R-40                | -                             | A6K-40-R                       |
| 15               | 5014006-050              | KLS-R-50                | -                             | A6K-50-R                       |
| 18               | 5014006-063              | KLS-R-60                | -                             | A6K-60-R                       |
| 22               | 2028220-100              | KLS-R-80                | -                             | A6K-80-R                       |
| 30               | 2028220-125              | KLS-R-100               | -                             | A6K-100-R                      |
| 37               | 2028220-125              | KLS-R-125               | -                             | A6K-125-R                      |
| 45               | 2028220-160              | KLS-R-150               | -                             | A6K-150-R                      |
| 55               | 2028220-200              | KLS-R-200               | -                             | A6K-200-R                      |
| 75               | 2028220-250              | KLS-R-250               | -                             | A6K-250-R                      |

Tabla 9.11 380-500 V, tipo de protección A, B y C

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado |                  |                                       |                      |
|------------------|--------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|
|                  | Bussmann<br>JFHR2        | Ferraz-Shawmut J | Ferraz-Shawmut<br>JFHR2 <sup>1)</sup> | Littel fuse<br>JFHR2 |
| 0,37-1,1         | FWH-6                    | HSJ-6            | -                                     | -                    |
| 1.5-2.2          | FWH-10                   | HSJ-10           | -                                     | -                    |
| 3                | FWH-15                   | HSJ-15           | -                                     | -                    |
| 4                | FWH-20                   | HSJ-20           | -                                     | -                    |
| 5.5              | FWH-25                   | HSJ-25           | -                                     | -                    |
| 7,5              | FWH-30                   | HSJ-30           | -                                     | -                    |
| 11               | FWH-40                   | HSJ-40           | -                                     | -                    |
| 15               | FWH-50                   | HSJ-50           | -                                     | -                    |
| 18               | FWH-60                   | HSJ-60           | -                                     | -                    |
| 22               | FWH-80                   | HSJ-80           | -                                     | -                    |
| 30               | FWH-100                  | HSJ-100          | -                                     | -                    |
| 37               | FWH-125                  | HSJ-125          | -                                     | -                    |
| 45               | FWH-150                  | HSJ-150          | -                                     | -                    |
| 55               | FWH-200                  | HSJ-200          | A50-P-225                             | L50-S-225            |
| 75               | FWH-250                  | HSJ-250          | A50-P-250                             | L50-S-250            |

Tabla 9.12 380-500 V, tipo de protección A, B y C

<sup>1)</sup> Los fusibles A50QS de Ferraz Shawmut pueden ser sustituidos por los A50P.

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado |                    |                    |                     |                     | Bussmann<br>Tipo CC |
|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Bussmann<br>Tipo RK1     | Bussmann<br>Tipo J | Bussmann<br>Tipo T | Bussmann<br>Tipo CC | Bussmann<br>Tipo CC |                     |
| 0.75-1.1         | KTS-R-5                  | JKS-5              | JJS-6              | FNQ-R-5             | KTK-R-5             | LP-CC-5             |
| 1.5-2.2          | KTS-R-10                 | JKS-10             | JJS-10             | FNQ-R-10            | KTK-R-10            | LP-CC-10            |
| 3                | KTS-R-15                 | JKS-15             | JJS-15             | FNQ-R-15            | KTK-R-15            | LP-CC-15            |
| 4                | KTS-R-20                 | JKS-20             | JJS-20             | FNQ-R-20            | KTK-R-20            | LP-CC-20            |
| 5,5              | KTS-R-25                 | JKS-25             | JJS-25             | FNQ-R-25            | KTK-R-25            | LP-CC-25            |
| 7,5              | KTS-R-30                 | JKS-30             | JJS-30             | FNQ-R-30            | KTK-R-30            | LP-CC-30            |
| 11               | KTS-R-35                 | JKS-35             | JJS-35             | -                   | -                   | -                   |
| 15               | KTS-R-45                 | JKS-45             | JJS-45             | -                   | -                   | -                   |
| 18               | KTS-R-50                 | JKS-50             | JJS-50             | -                   | -                   | -                   |
| 22               | KTS-R-60                 | JKS-60             | JJS-60             | -                   | -                   | -                   |
| 30               | KTS-R-80                 | JKS-80             | JJS-80             | -                   | -                   | -                   |
| 37               | KTS-R-100                | JKS-100            | JJS-100            | -                   | -                   | -                   |
| 45               | KTS-R-125                | JKS-125            | JJS-125            | -                   | -                   | -                   |
| 55               | KTS-R-150                | JKS-150            | JJS-150            | -                   | -                   | -                   |
| 75               | KTS-R-175                | JKS-175            | JJS-175            | -                   | -                   | -                   |

Tabla 9.13 525-600 V, tipo de protección A, B y C

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado |                         |  | Ferraz-<br>Shawmut<br>Tipo RK1 | Ferraz-<br>Shawmut J |
|------------------|--------------------------|-------------------------|--|--------------------------------|----------------------|
|                  | SIBA<br>Tipo RK1         | Littel fuse<br>Tipo RK1 |  |                                |                      |
| 0.75-1.1         | 5017906-005              | KLS-R-005               |  | A6K-5-R                        | HSJ-6                |
| 1.5-2.2          | 5017906-010              | KLS-R-010               |  | A6K-10-R                       | HSJ-10               |
| 3                | 5017906-016              | KLS-R-015               |  | A6K-15-R                       | HSJ-15               |
| 4                | 5017906-020              | KLS-R-020               |  | A6K-20-R                       | HSJ-20               |
| 5,5              | 5017906-025              | KLS-R-025               |  | A6K-25-R                       | HSJ-25               |
| 7,5              | 5017906-030              | KLS-R-030               |  | A6K-30-R                       | HSJ-30               |
| 11               | 5014006-040              | KLS-R-035               |  | A6K-35-R                       | HSJ-35               |
| 15               | 5014006-050              | KLS-R-045               |  | A6K-45-R                       | HSJ-45               |
| 18               | 5014006-050              | KLS-R-050               |  | A6K-50-R                       | HSJ-50               |
| 22               | 5014006-063              | KLS-R-060               |  | A6K-60-R                       | HSJ-60               |
| 30               | 5014006-080              | KLS-R-075               |  | A6K-80-R                       | HSJ-80               |
| 37               | 5014006-100              | KLS-R-100               |  | A6K-100-R                      | HSJ-100              |
| 45               | 2028220-125              | KLS-R-125               |  | A6K-125-R                      | HSJ-125              |
| 55               | 2028220-150              | KLS-R-150               |  | A6K-150-R                      | HSJ-150              |
| 75               | 2028220-200              | KLS-R-175               |  | A6K-175-R                      | HSJ-175              |

Tabla 9.14 525-600 V, tipo de protección A, B y C

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado |                    |                    |                     |                     | Bussmann<br>Tipo CC |
|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Bussmann<br>Tipo RK1     | Bussmann<br>Tipo J | Bussmann<br>Tipo T | Bussmann<br>Tipo CC | Bussmann<br>Tipo CC |                     |
| 1,1              | KTS-R-5                  | JKS-5              | JJS-6              | FNQ-R-5             | KTK-R-5             | LP-CC-5             |
| 1.5-2.2          | KTS-R-10                 | JKS-10             | JJS-10             | FNQ-R-10            | KTK-R-10            | LP-CC-10            |
| 3                | KTS-R15                  | JKS-15             | JJS-15             | FNQ-R-15            | KTK-R-15            | LP-CC-15            |
| 4                | KTS-R20                  | JKS-20             | JJS-20             | FNQ-R-20            | KTK-R-20            | LP-CC-20            |
| 5,5              | KTS-R-25                 | JKS-25             | JJS-25             | FNQ-R-25            | KTK-R-25            | LP-CC-25            |
| 7,5              | KTS-R-30                 | JKS-30             | JJS-30             | FNQ-R-30            | KTK-R-30            | LP-CC-30            |
| 11               | KTS-R-35                 | JKS-35             | JJS-35             | -                   | -                   | -                   |
| 15               | KTS-R-45                 | JKS-45             | JJS-45             | -                   | -                   | -                   |
| 18               | KTS-R-50                 | JKS-50             | JJS-50             | -                   | -                   | -                   |
| 22               | KTS-R-60                 | JKS-60             | JJS-60             | -                   | -                   | -                   |
| 30               | KTS-R-80                 | JKS-80             | JJS-80             | -                   | -                   | -                   |
| 37               | KTS-R-100                | JKS-100            | JJS-100            | -                   | -                   | -                   |
| 45               | KTS-R-125                | JKS-125            | JJS-125            | -                   | -                   | -                   |
| 55               | KTS-R-150                | JKS-150            | JJS-150            | -                   | -                   | -                   |
| 75               | KTS-R-175                | JKS-175            | JJS-175            | -                   | -                   | -                   |

Tabla 9.15 525-690 V, tipo de protección A, B y C

| Potencia<br>[kW] | Fusible máx. recomendado    |                                |                             |                             |                             |                                  |                                                   |                                      |
|------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                  | Fusible<br>previo<br>máximo | Bussmann<br>E52273<br>RK1/JDDZ | Bussmann<br>E4273<br>J/JDDZ | Bussmann<br>E4273<br>T/JDDZ | SIBA<br>E180276<br>RK1/JDDZ | Littelfuse<br>E81895<br>RK1/JDDZ | Ferraz-<br>Shawmut<br>E163267 / E2137<br>RK1/JDDZ | Ferraz-<br>Shawmut<br>E2137<br>J/HSJ |
| 11               | 30 A                        | KTS-R-30                       | JKS-30                      | JKJS-30                     | 5017906-030                 | KLS-R-030                        | A6K-30-R                                          | HST-30                               |
| 15-18,5          | 45 A                        | KTS-R-45                       | JKS-45                      | JJS-45                      | 5014006-050                 | KLS-R-045                        | A6K-45-R                                          | HST-45                               |
| 22               | 60 A                        | KTS-R-60                       | JKS-60                      | JJS-60                      | 5014006-063                 | KLS-R-060                        | A6K-60-R                                          | HST-60                               |
| 30               | 80 A                        | KTS-R-80                       | JKS-80                      | JJS-80                      | 5014006-080                 | KLS-R-075                        | A6K-80-R                                          | HST-80                               |
| 37               | 90 A                        | KTS-R-90                       | JKS-90                      | JJS-90                      | 5014006-100                 | KLS-R-090                        | A6K-90-R                                          | HST-90                               |
| 45               | 100 A                       | KTS-R-100                      | JKS-100                     | JJS-100                     | 5014006-100                 | KLS-R-100                        | A6K-100-R                                         | HST-100                              |
| 55               | 125 A                       | KTS-R-125                      | JKS-125                     | JJS-125                     | 2028220-125                 | KLS-150                          | A6K-125-R                                         | HST-125                              |
| 75               | 150 A                       | KTS-R-150                      | JKS-150                     | JJS-150                     | 2028220-150                 | KLS-175                          | A6K-150-R                                         | HST-150                              |

Tabla 9.16 525-690 V, tipos de protección B y C

## 9.4 Conexión del motor

### **ADVERTENCIA**

#### TENSIÓN INDUCIDA

La tensión inducida desde los cables del motor de salida que están juntos puede cargar los condensadores del equipo, incluso si este está apagado y bloqueado. No colocar los cables del motor de salida separados o no utilizar cables apantallados puede provocar lesiones graves o incluso la muerte.

- coloque los cables del motor de salida separados o
- utilice cables apantallados

#### Conexión del motor

### **AVISO!**

Para cumplir las especificaciones de emisión EMC, se necesitan cables apantallados / blindados. Para obtener más información, consulte el *capítulo 5.2.1 Resultados de las pruebas de EMC* y la *Ilustración 3.3*.

Consulte *capítulo 6.2 Especificaciones generales* para elegir las dimensiones correctas de sección transversal y longitud del cable de motor.

| N.º de term. | 96 | 97 | 98 | 99               |                                                                                              |
|--------------|----|----|----|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | U  | V  | W  | PE <sup>1)</sup> | Tensión del motor 0-100 % de la tensión de red.<br>3 cables que salen del motor              |
|              | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | Conexión en triángulo<br>6 cables que salen del motor                                        |
|              | U2 | V2 | W2 |                  |                                                                                              |
|              | U1 | V1 | W1 | PE <sup>1)</sup> | Conexión en estrella U2, V2, W2<br>U2, V2 y W2 deben interconectarse de forma independiente. |

Tabla 9.17 Descripción de los terminales

<sup>1)</sup> Conexión a tierra protegida

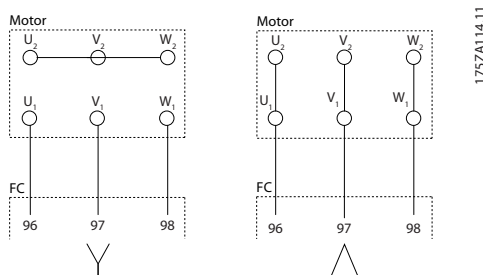


Ilustración 9.29 Conexiones en estrella y en triángulo

### **AVISO!**

Para los motores sin papel de aislamiento de fase o cualquier otro refuerzo de aislamiento adecuado para su funcionamiento con suministro de tensión (como un convertidor de frecuencia), coloque un filtro de onda sinusoidal en la salida del convertidor de frecuencia.

#### Apantallamiento de los cables

Evite la instalación con extremos de pantalla retorcida (cables de conexión flexibles). Eliminan el efecto de apantallamiento a frecuencias elevadas. Si necesita interrumpir el apantallamiento para instalar un aislamiento de motor o un contactor de motor, el apantallamiento debe continuarse con la menor impedancia de AF posible.

### **AVISO!**

Pele una parte del cable de motor para exponer la pantalla de detrás de la abrazadera de cables y conecte la conexión a tierra al terminal 99.

Conecte el apantallamiento del cable de motor a la placa de desacoplamiento del convertidor de frecuencia y al chasis metálico del motor.

Realice las conexiones del apantallamiento con la mayor superficie posible (abrazadera de cables). Para ello, utilice los dispositivos de instalación suministrados con el convertidor de frecuencia.

Si es necesario romper el apantallamiento para instalar aislamientos o relés de motor, el apantallamiento debe tener la menor impedancia de AF posible.

#### Longitud y sección transversal del cable

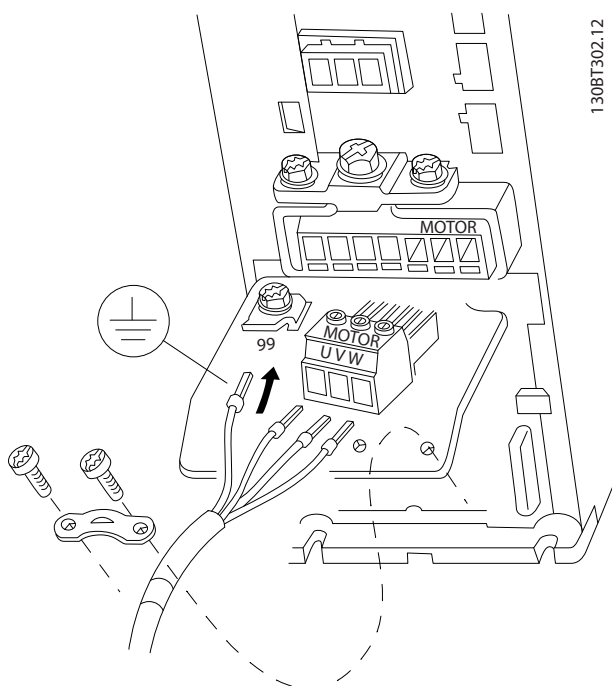
Las pruebas efectuadas en el convertidor de frecuencia se han realizado con una longitud y una sección transversal de cable determinadas. Si se utiliza una sección transversal de cable de mayor tamaño, puede aumentar la capacitancia (y, por tanto, la corriente de fuga) del cable, por lo que su longitud debe reducirse proporcionalmente. Mantenga el cable de motor tan corto como sea posible para reducir el nivel de interferencias y las corrientes de fuga.

### Frecuencia de conmutación

Si los convertidores de frecuencia se utilizan con filtros sinusoidales para reducir el ruido acústico de un motor, la frecuencia de conmutación debe ajustarse según la instrucción del filtro de sinusoidal en 14-01 Frecuencia conmutación.

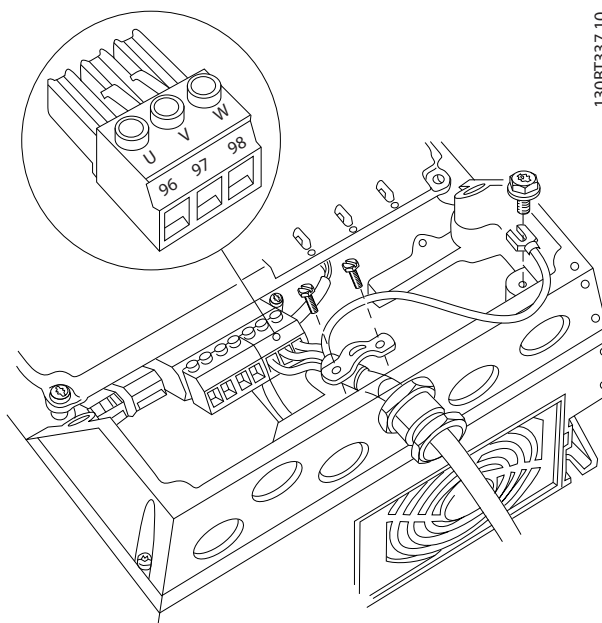
1. Fije la placa de desacoplamiento a la parte inferior del convertidor de frecuencia con los tornillos y las arandelas de la bolsa de accesorios.
2. Conecte el cable de motor a los terminales 96 (U), 97 (V) y 98 (W).
3. Conecte la conexión a tierra (terminal 99) de la placa de desacoplamiento con los tornillos de la bolsa de accesorios.
4. Inserte los conectores de alimentación 96 (U), 97 (V), 98 (W) (hasta 7,5 kW) y el cable de motor en los terminales etiquetados como MOTOR.
5. Fije el cable apantallado a la placa de desacoplamiento con los tornillos y arandelas de la bolsa de accesorios.

Es posible conectar al convertidor de frecuencia cualquier tipo de motor asíncrono trifásico estándar. Normalmente, los motores pequeños se conectan en estrella (230/400 V, Y). Los motores grandes se conectan normalmente en triángulo (400/690 V, Δ). Consulte la placa de características del motor para utilizar el modo de conexión y la tensión adecuados.



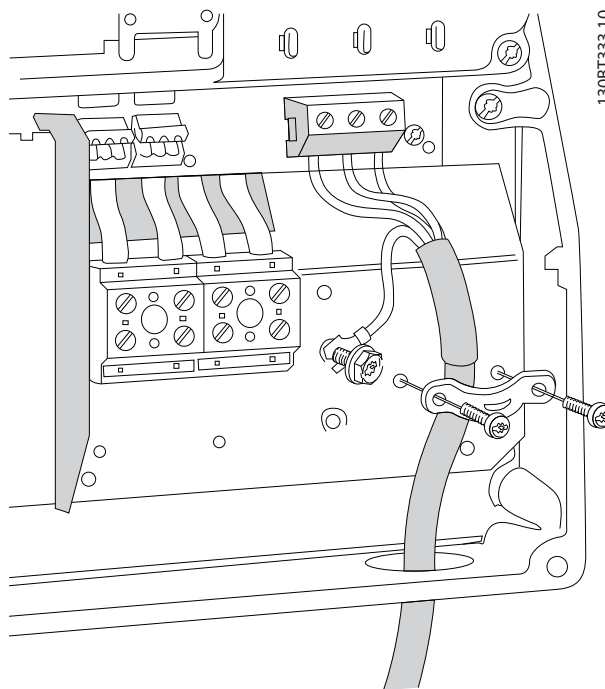
130BT302.12

Ilustración 9.30 Conexión del motor para protecciones A1, A2 y A3



130BT337.10

Ilustración 9.31 Conexión del motor para protecciones A4 / A5



130BT333.10

Ilustración 9.32 Conexión del motor para protecciones B1 y B2

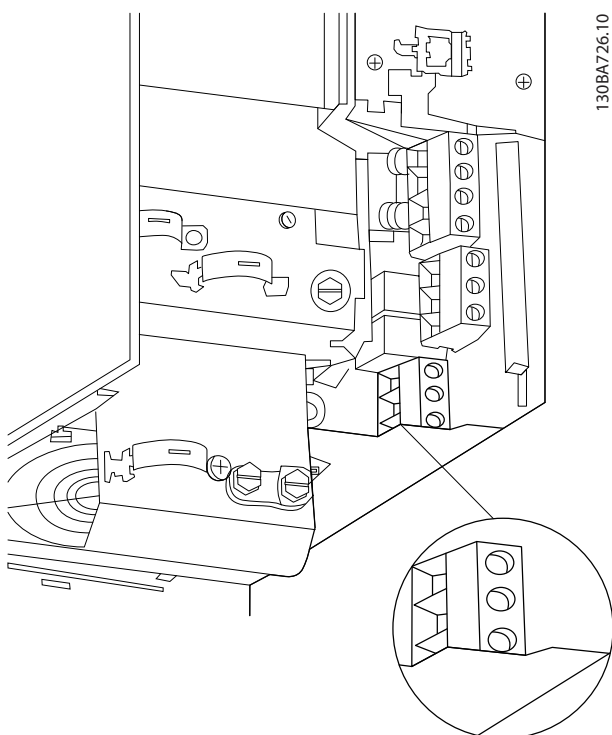


Ilustración 9.33 Conexión del motor para protección B3

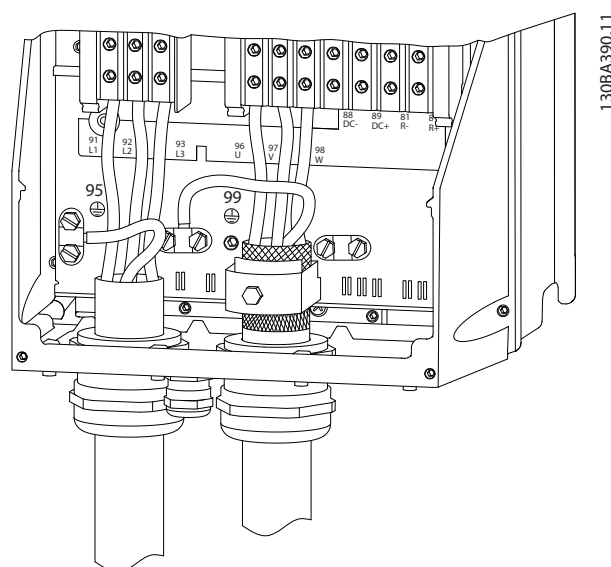


Ilustración 9.35 Conexión del motor para protecciones C1 y C2 (IP21 / NEMA Tipo 1 y IP55/66 / NEMA Tipo 12)

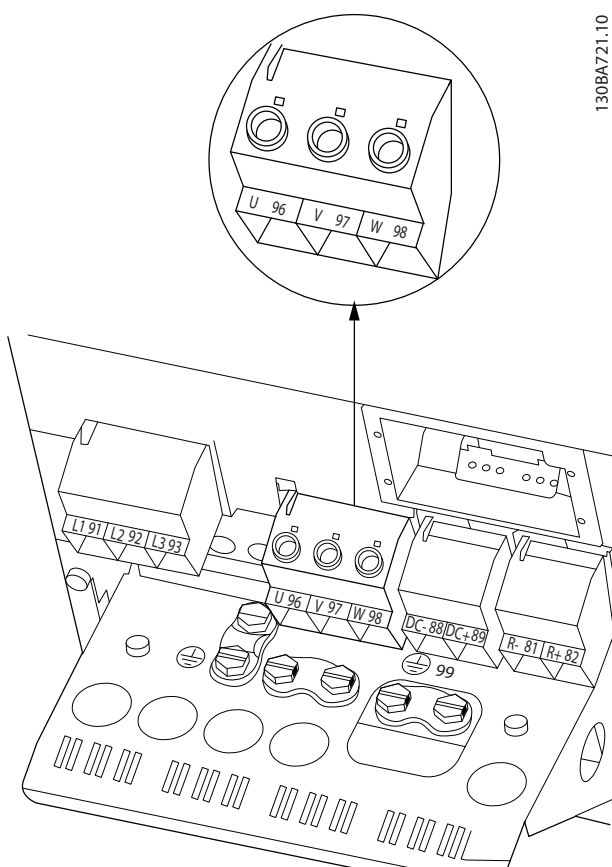


Ilustración 9.34 Conexión del motor para protección B4

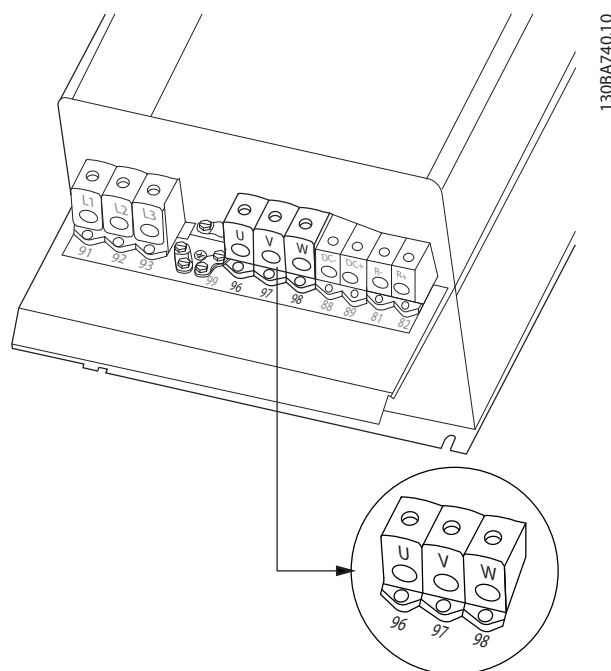


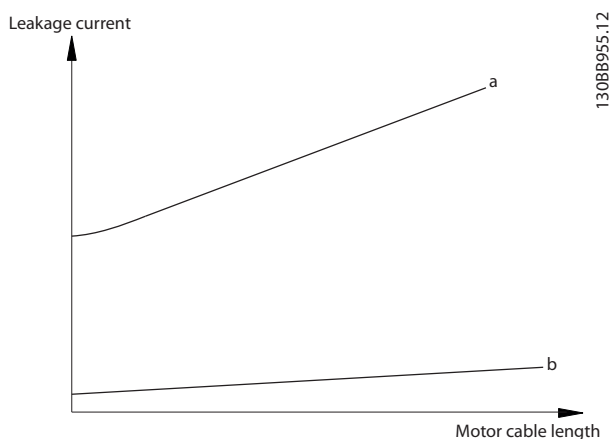
Ilustración 9.36 Conexión del motor para protecciones C3 y C4

## 9.5 Protección de corriente de fuga a tierra

Siga las normas locales y nacionales sobre la conexión a tierra de protección del equipo con una corriente de fuga >3,5 mA.

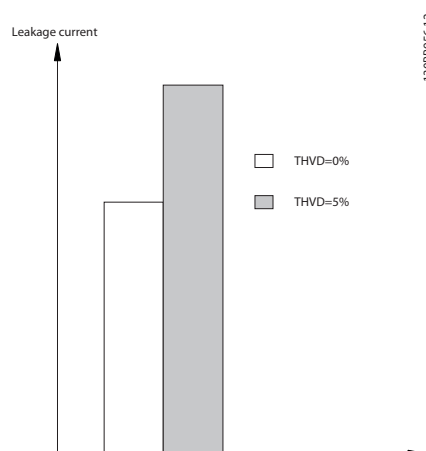
La conexión a tierra de protección debe tener una sección transversal de 10 mm<sup>2</sup>, como mínimo, o consistir en 2 cables separados, cada uno con la misma sección transversal que los cables de fase. La tecnología del convertidor de frecuencia implica una conmutación de alta frecuencia con alta potencia. De este modo, se genera una corriente de fuga en la conexión a tierra.

La corriente de fuga a tierra está compuesta por varias contribuciones y depende de las diversas configuraciones del sistema, incluido el filtro RFI, la longitud del cable de motor, el apantallamiento del cable de motor y la potencia del convertidor de frecuencia.



**Ilustración 9.37** La longitud del cable de motor y el tamaño de potencia influyen en la corriente de fuga. Potencia a > potencia b

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



**Ilustración 9.38** La distorsión de la línea influye en la corriente de fuga

La norma EN/CEI 61800-5-1 (estándar de producto de Power Drive Systems) requiere una atención especial si la corriente de fuga supera los 3,5 mA. La toma de tierra debe reforzarse de una de las siguientes maneras:

- Cable de conexión a tierra (terminal 95) de 10 mm<sup>2</sup>, como mínimo
- Dos cables de conexión a tierra independientes que cumplan con las normas de dimensionamiento

Consulte las normas EN/CEI 61800-5-1 y EN 50178 para obtener más información.

### Uso de RCD

En caso de que se usen dispositivos de corriente diferencial (RCD), llamados también disyuntores de fuga a tierra (ELCB), habrá que cumplir las siguientes indicaciones:

- Solo deben utilizarse RCD de tipo B, ya que son capaces de detectar intensidades de CA y de CC.
- Deben utilizarse RCD con retardo para evitar fallos provocados por las intensidades a tierra de transitorios
- La dimensión de los RCD debe ser conforme a la configuración del sistema y las consideraciones medioambientales.

La corriente de fuga incluye varias frecuencias que proceden tanto de la frecuencia de red como de la frecuencia de conmutación. Que la frecuencia de conmutación se detecte depende del tipo de RCD utilizado.

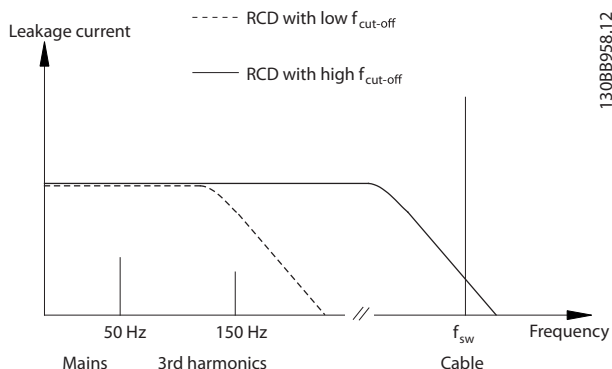


Ilustración 9.39 Contribuciones principales a la corriente de fuga

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

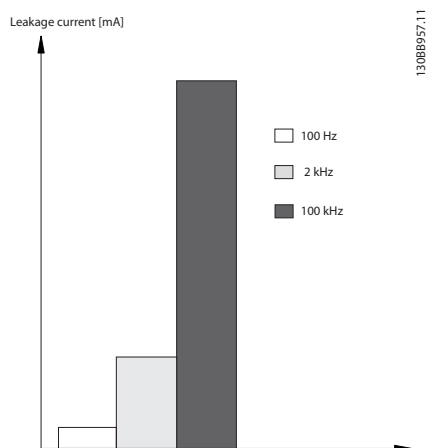


Ilustración 9.40 Influencia de la frecuencia de corte del RCD en la respuesta / medición

## 9.6 Conexiones adicionales

### 9.6.1 Relé

#### Relé 1

- Terminal 01: común
- Terminal 02: normalmente abierto 240 V
- Terminal 03: normalmente cerrado 240 V

#### Relé 2 (no FC 301)

- Terminal 04: común
- Terminal 05: normalmente abierto 400 V
- Terminal 06: normalmente cerrado 240 V

El relé 1 y el relé 2 se programan en 5-40 Relé de función, 5-41 Retardo conex, relé y 5-42 Retardo desconex, relé.

Puede utilizar salidas de relé adicionales empleando el módulo de opción de relé MCB 105.

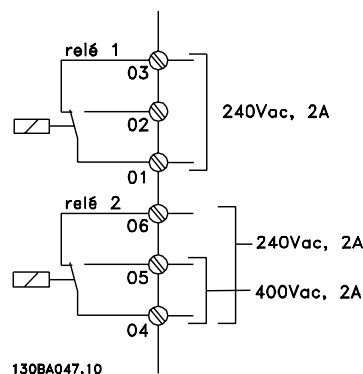


Ilustración 9.41 Salidas de relé 1 y 2

Para establecer la salida de relé, consulte el grupo de parámetros 5-4\* Relés.

| N.º |       |                                   |
|-----|-------|-----------------------------------|
|     | 01-02 | conexión (normalmente abierta)    |
|     | 01-03 | desconexión (normalmente cerrada) |
|     | 04-05 | conexión (normalmente abierta)    |
|     | 04-06 | desconexión (normalmente cerrada) |

Tabla 9.18 Descripción de relés

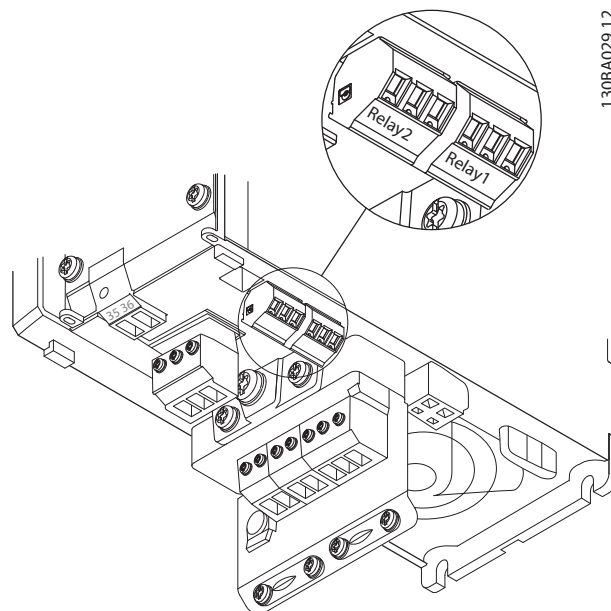
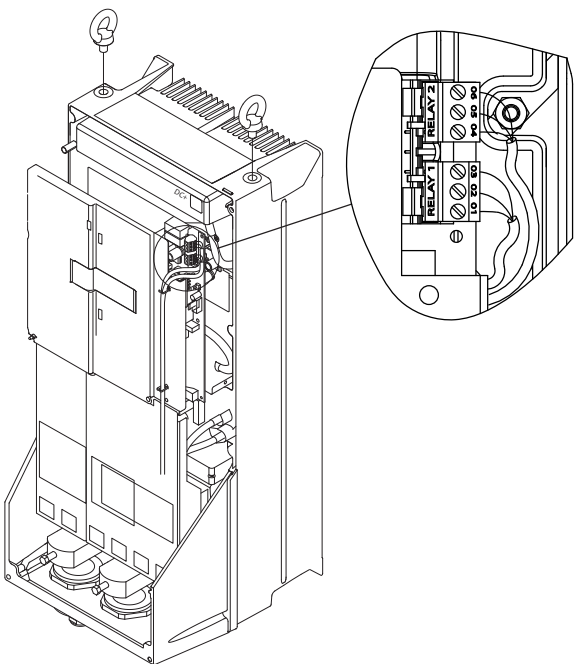
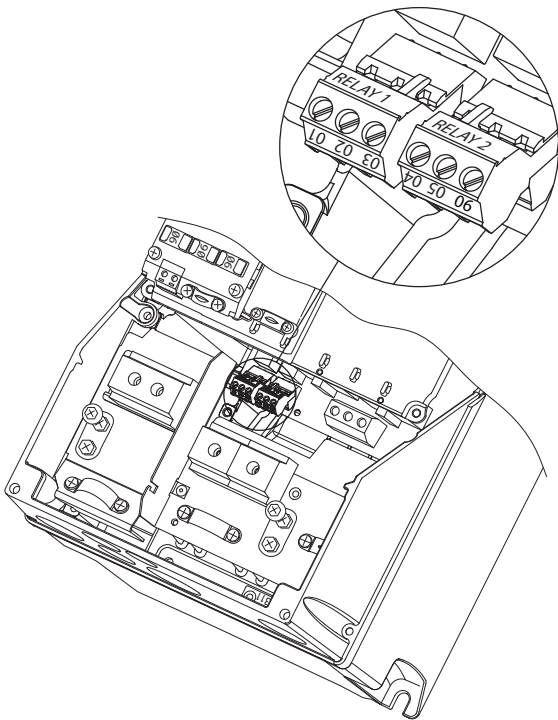


Ilustración 9.42 Terminales para conexión del relé (Tipos de protección A1, A2 y A3).



130BA391.12

Ilustración 9.43 Terminales para conexión del relé (Tipos de protección C1 y C2).



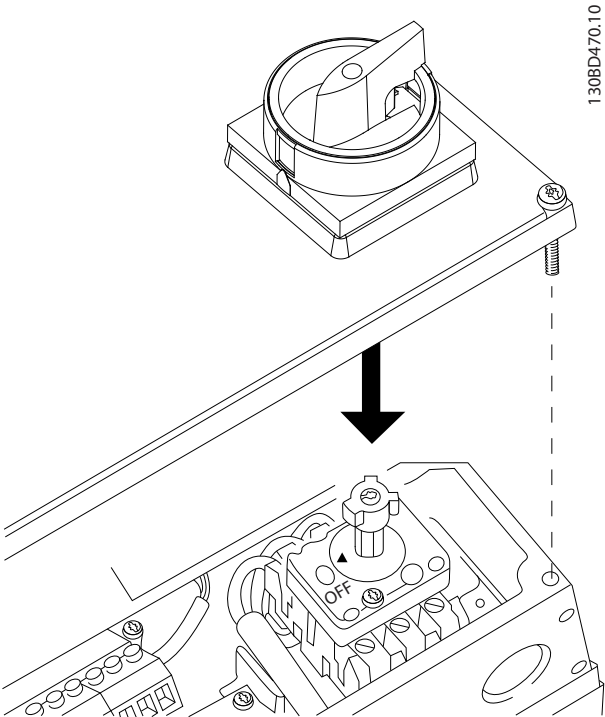
130BA215.10

Ilustración 9.44 Terminales para conexión del relé (Tipos de protección A5, B1 y B2).

### 9.6.2 Desconectores y contactores

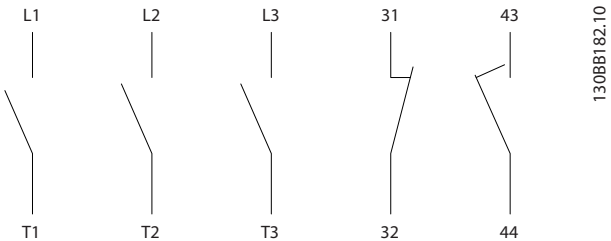
Montaje de IP55 / NEMA Tipo 12 (tipo de protección A5) con desconector de red

El interruptor de red está situado en el lado izquierdo de los tipos de protección B1, B2, C1 y C2. En la protección A5, se encuentra en el lado derecho.



130BD470.10

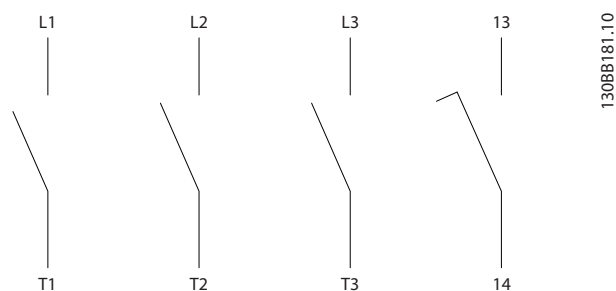
Ilustración 9.45 Ubicación del interruptor de red



130BB182.10

| Tipo de protección | Tipo                    |
|--------------------|-------------------------|
| A4/A5              | Kraus&Naimer KG20A T303 |
| B1                 | Kraus&Naimer KG64 T303  |
| B2                 | Kraus&Naimer KG64 T303  |

Ilustración 9.46 Conexiones de terminal para A4, A5, B1, B2



| Tipo de protección | Tipo                    |
|--------------------|-------------------------|
| C1                 | Kraus&Naimer KG100 T303 |
| C1                 | Kraus&Naimer KG105 T303 |
| C2                 | Kraus&Naimer KG160 T303 |

Ilustración 9.47 Conexiones de terminal para C1, C2

### 9.6.3 Carga compartida

El terminal de bus de CC se utiliza para reserva de CC, con el circuito intermedio alimentado desde una fuente externa. Utiliza los terminales 88 y 89.

El cable de conexión debe apantallarse y la longitud máx. desde el convertidor de frecuencia hasta la barra de CC está limitada a 25 m (82 ft). La carga compartida permite enlazar los circuitos intermedios de CC de varios convertidores de frecuencia.

#### ⚠PRECAUCIÓN

Tenga en cuenta que, en los terminales, pueden generarse tensiones de hasta 1099 V CC. La carga compartida requiere equipo y condiciones de seguridad adicionales.

#### ⚠PRECAUCIÓN

Tenga en cuenta que la desconexión de la red puede no aislar el convertidor de frecuencia debido a la conexión del enlace de CC

### 9.6.4 Resistencia de freno

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

1. Conecte el apantallamiento mediante abrazaderas a la placa posterior conductora del convertidor de frecuencia y al armario metálico de la resistencia de freno.
2. Elija un cable de freno cuya sección transversal se adecue al par de frenado.

Los terminales 81 y 82 son terminales de resistencia de freno.

#### ⚠AVISO!

De producirse un cortocircuito en el IGBT del freno, evite la disipación de potencia en la resistencia de freno utilizando un contactor o interruptor de red para desconectar de la red el convertidor de frecuencia. El contactor solo se debe controlar con el convertidor de frecuencia.

#### ⚠PRECAUCIÓN

Tenga en cuenta que pueden generarse tensiones de hasta 1099 V CC en los terminales, en función de la tensión de alimentación.

### 9.6.5 Software para PC

El PC se conecta mediante un cable USB estándar (host / dispositivo) o mediante la interfaz RS-485.

El USB es un bus serie que emplea 4 cables apantallados con 4 clavijas de toma a tierra conectadas al apantallamiento en el puerto USB del PC. Si se conecta el PC a un convertidor de frecuencia a través del cable USB, existe el riesgo potencial de dañar el controlador del host del USB del PC. Todos los PC estándar se fabrican sin aislamiento galvánico en el puerto USB.

Cualquier diferencia de potencial de toma de tierra, causada por no seguir las recomendaciones descritas en el apartado *Conexión de la red de CA del Manual de funcionamiento*, puede dañar el controlador del host del USB a través del apantallamiento del cable USB.

Se recomienda emplear un aislamiento USB con aislamiento galvánico para proteger el controlador del host del USB del PC de las diferencias de potencial de toma de tierra, cuando se conecta el PC a un convertidor de frecuencia a través de un cable USB.

No se recomienda utilizar un cable de alimentación de PC con un conector de tierra si el PC está conectado a un convertidor de frecuencia a través de un cable USB. Reduce la diferencia de potencial de la toma de tierra, pero no elimina todas las diferencias de potencial debidas a la toma de tierra y al apantallamiento conectado al puerto USB del PC.

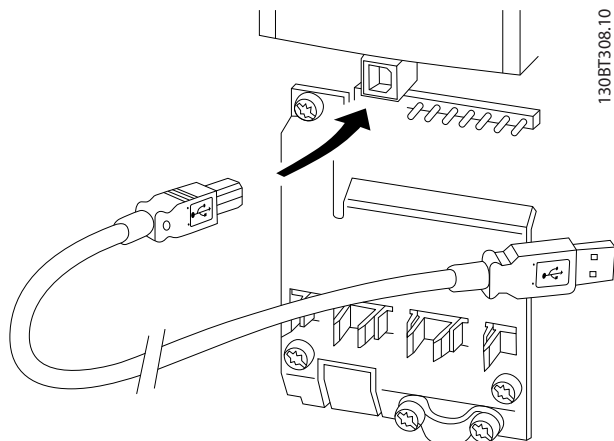


Ilustración 9.48 Conexión USB

### 9.6.5.1 MCT 10

Para controlar el convertidor de frecuencia desde un PC, instale el MCT 10 Software de configuración.

#### Almacenamiento de datos en el PC a través del MCT 10 Software de configuración

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB.
2. Abra el MCT 10 Software de configuración
3. Seleccione el puerto USB en el apartado *network*.
4. Seleccione *copy*.
5. Seleccione el apartado *project*.
6. Seleccione *paste*.
7. Seleccione *save as*.

En este momento, se almacenarán todos los parámetros.

#### Transferencia de datos del PC al convertidor de frecuencia a través del MCT 10 Software de configuración

1. Conecte un PC al convertidor de frecuencia mediante un puerto USB.
2. Abra el MCT 10 Software de configuración
3. Seleccione *Open* (se muestran los archivos guardados).
4. Abra el archivo apropiado.
5. Seleccione *Write to drive*.

En este momento, todos los parámetros se transfieren al convertidor de frecuencia.

Tiene a su disposición un manual independiente del MCT 10 Software de configuración. Descárguelo en [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/).

### 9.6.5.2 MCT 31

La herramienta para PC de cálculo de armónicos, MCT 31, permite realizar con facilidad una estimación de la distorsión armónica en una aplicación cualquiera. La distorsión armónica tanto de los convertidores de frecuencia de Danfoss como de otras marcas puede calcularse mediante dispositivos de medición por reducción armónica, como los filtros AHF de Danfoss y los rectificadores de 12-18 impulsos.

MCT 31 también puede descargarse desde [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/).

### 9.6.5.3 Software de cálculo de armónicos (HCS)

El HCS es una versión avanzada de la herramienta de cálculo de armónicos. Los resultados calculados se comparan con las normas pertinentes y se pueden imprimir.

Consulte [www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START](http://www.danfoss-hcs.com/Default.asp?LEVEL=START)

## 9.7 Información adicional del motor

### 9.7.1 Cable de motor

Es posible utilizar cualquier tipo de motor asíncrono trifásico estándar con una unidad de convertidor de frecuencia. Según el ajuste de fábrica, el motor gira en sentido horario con la salida del convertidor de frecuencia conectada del modo siguiente:

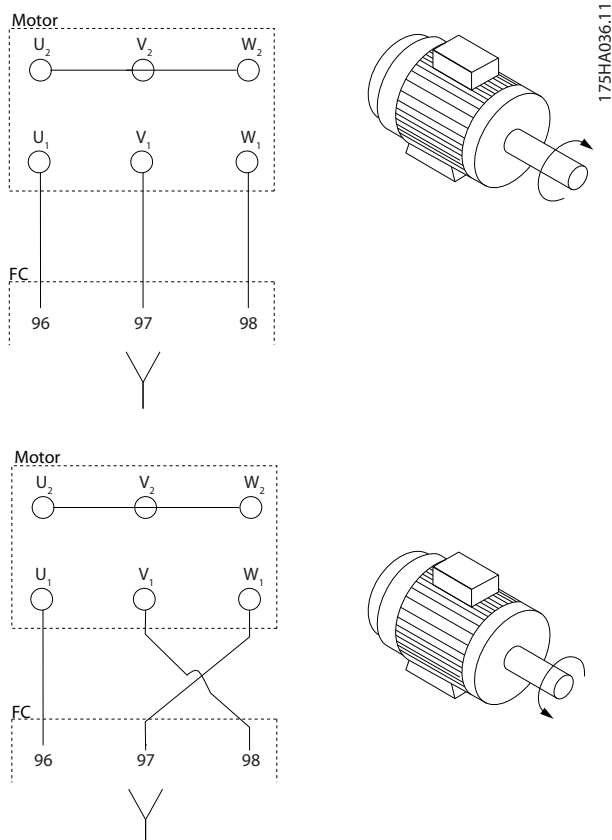


Ilustración 9.49 Conexión de terminal para giros en sentido horario y en sentido antihorario

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

Es posible realizar la verificación de la rotación del motor mediante 1-28 Comprob. rotación motor y siguiendo los pasos que se indican en la pantalla.

### 9.7.2 Conexión de motores múltiples

#### **AVISO!**

Al arrancar y con valores bajos de r/min, pueden surgir problemas si los tamaños de los motores son muy diferentes, ya que la resistencia óhmica del estátor, relativamente alta en los motores pequeños, necesita tensiones más altas a pocas revoluciones.

El convertidor de frecuencia puede controlar varios motores conectados en paralelo. Al utilizar la conexión del motor en paralelo, debe observarse lo siguiente:

- El modo VCC<sup>plus</sup> se puede utilizar en algunas aplicaciones.
- El consumo total de corriente por parte de los motores no debe sobrepasar la corriente nominal de salida I<sub>INV</sub> del convertidor de frecuencia.
- No utilice conexiones de punto común para longitudes de cable largas, consulte la Ilustración 9.51.
- La longitud total del cable de motor detallada en la Tabla 5.2 es válida siempre y cuando se mantengan cortos los cables paralelos (menos de 10 m cada uno), consulte la Ilustración 9.53 y la Ilustración 9.54.
- Tenga en cuenta la caída de tensión en todos los cables de motor, consulte la Ilustración 9.54.
- Para cables paralelos largos, utilice el filtro LC, consulte la Ilustración 9.54.
- Para cables largos sin conexión paralela, consulte la Ilustración 9.55.

#### **AVISO!**

Cuando los motores se encuentran conectados en paralelo, 1-02 Realimentación encoder motor Flux no se puede utilizar y 1-01 Principio control motor debe estar ajustado a [0] U/f.

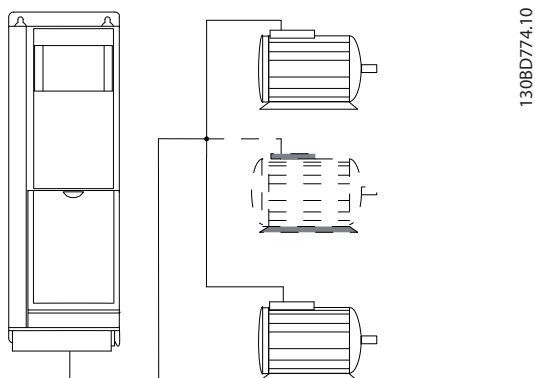


Ilustración 9.50 Conexión de punto común para longitudes del cable cortas

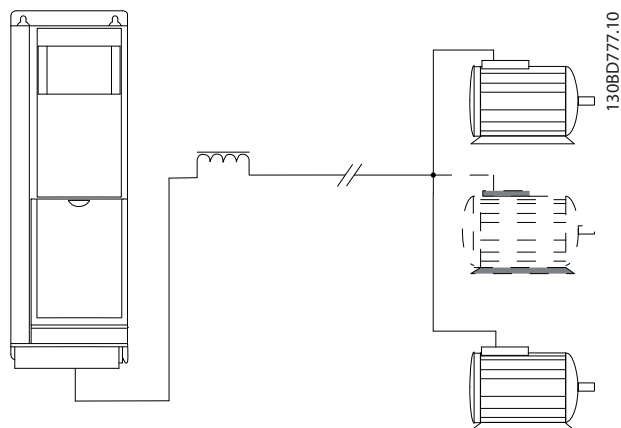


Ilustración 9.53 Cables paralelos con carga

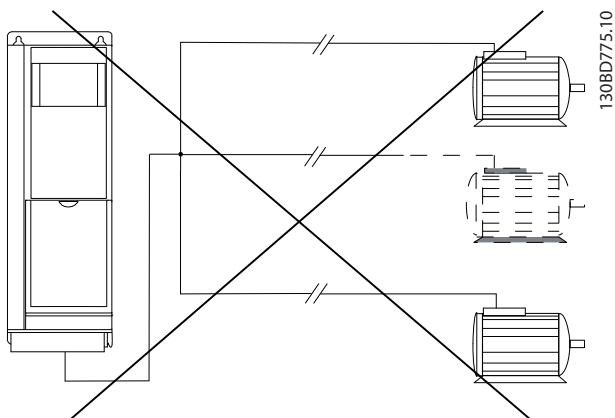


Ilustración 9.51 Conexión de punto común para longitudes del cable largas

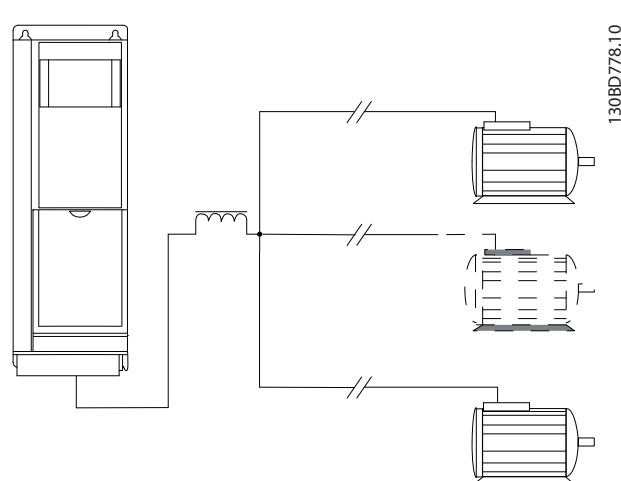


Ilustración 9.54 Filtro LC para cables paralelos largos

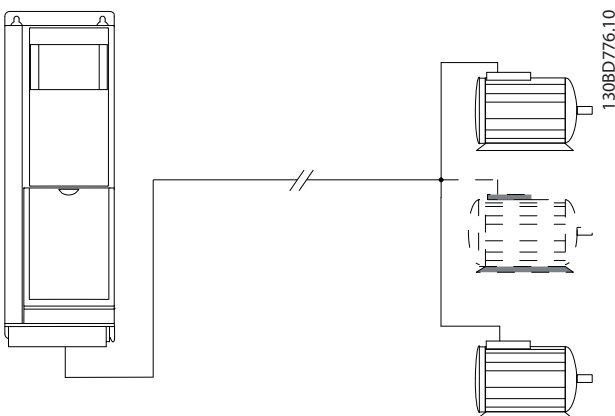


Ilustración 9.52 Cables paralelos sin carga

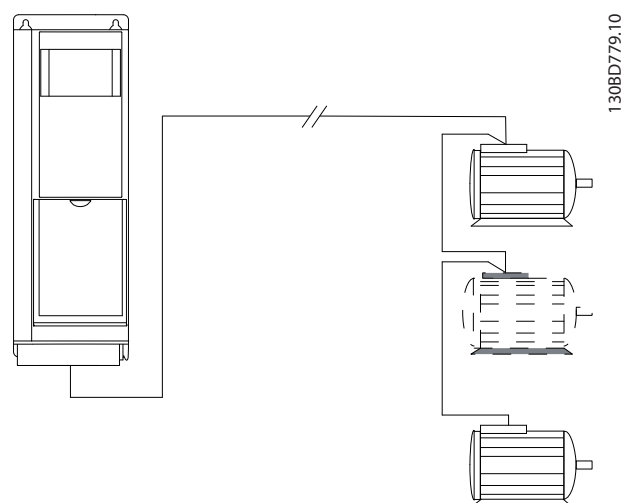


Ilustración 9.55 Cables largos en conexión en serie

| Tipos de protección            | Potencia [kW] | Tensión [V] | 1 cable [m] | 2 cables [m] | 3 cables [m] | 4 cables [m] |
|--------------------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| A1, A2, A4, A5                 | 0.37-0.75     | 400         | 150         | 45           | 8            | 6            |
|                                |               | 500         | 150         | 7            | 4            | 3            |
| A2, A4, A5                     | 1.1-1.5       | 400         | 150         | 45           | 20           | 8            |
|                                |               | 500         | 150         | 45           | 5            | 4            |
| A2, A4, A5                     | 2.2-4         | 400         | 150         | 45           | 20           | 11           |
|                                |               | 500         | 150         | 45           | 20           | 6            |
| A3, A4, A5                     | 5.5-7.5       | 400         | 150         | 45           | 20           | 11           |
|                                |               | 500         | 150         | 45           | 20           | 11           |
| B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4 | 11-75         | 400         | 150         | 75           | 50           | 37           |
|                                |               | 500         | 150         | 75           | 50           | 37           |
| A3                             | 1.1-7.5       | 525-690     | 100         | 50           | 33           | 25           |
| B4                             | 11-30         | 525-690     | 150         | 75           | 50           | 37           |
| C3                             | 37-45         | 525-690     | 150         | 75           | 50           | 37           |

Tabla 9.19 Longitud del cable máx. para cada cable paralelo

## 9.8 Seguridad

### 9.8.1 Prueba de alta tensión

Realice una prueba de alta tensión cortocircuitando los terminales U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub>. Aplique un máximo de 2,15 kV CC para los convertidores de frecuencia de 380-500 V y de 2,525 kV CC para los de 525-690 V, durante un segundo, entre el cortocircuito y el chasis.

### **⚠️ ADVERTENCIA**

Si se somete a toda la instalación a una prueba de alta tensión, interrumpa la conexión del motor y de la red si las corrientes de fuga son demasiado altas.

### 9.8.2 Conexión a tierra EMC

#### Práctica correcta de conexión a tierra EMC

- Respete la conexión a tierra de seguridad.
- Si mantiene la conexión a tierra lo más corta posible, se obtiene el mejor rendimiento de EMC.
- Los cables con mayor sección cuadrada tienen una impedancia menor y una mejor conexión a tierra EMC.
- Si se utilizan más dispositivos con armarios metálicos, móntelos en una placa de montaje de metal común para mejorar el rendimiento de EMC.

### **AVISO!**

Si es necesario, utilice arandelas para fijar pernos, p. ej., si hay piezas pintadas.

### **⚠️ PRECAUCIÓN**

#### POSIBLE PELIGRO EN CASO DE FALLO INTERNO

Existe el riesgo de sufrir lesiones personales cuando el convertidor de frecuencia no está correctamente cerrado.

- Antes de suministrar electricidad, asegúrese de que todas las cubiertas de seguridad están colocadas y fijadas de forma segura.

### 9.8.3 Instalación conforme a ADN

Las unidades con protección Ingress de clasificación IP55 (NEMA 12) o superior evitan la formación de chispas y se clasifican como aparatos eléctricos con riesgo de explosión limitado según el acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables (ADN).

En las unidades con protección Ingress de clasificación IP20, IP21 o IP54, el riesgo de formación de chispas se evita de la siguiente forma:

- No instale un interruptor de red
- Asegúrese de que 14-50 Filtro RFI está ajustado en [1] Sí.
- Retire todos los conectores de relé marcados como «RELÉ». Consulte Ilustración 9.56.
- Compruebe qué opciones de relé están instaladas, si es que las hay. La única opción de relé permitida es la tarjeta de relé ampliada MCB 113.

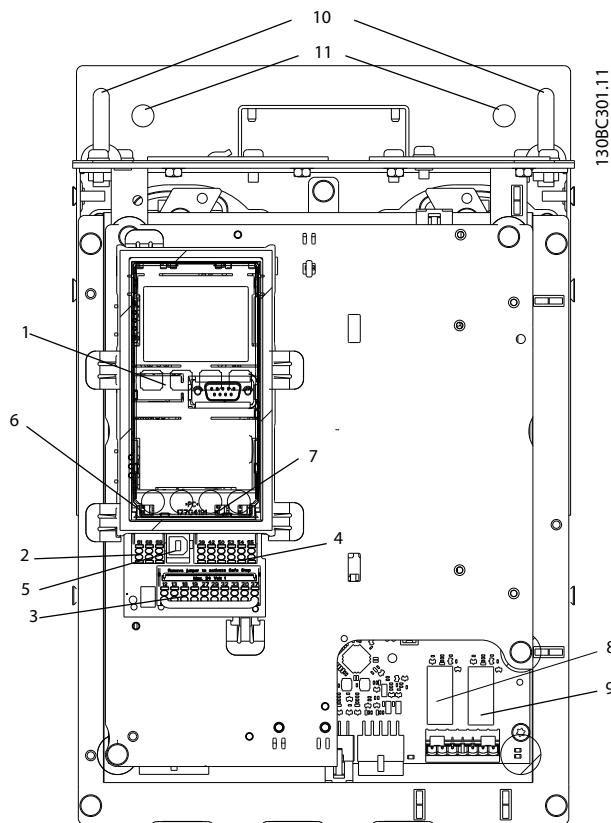


Ilustración 9.56 Ubicación de los conectores de relé, pos. 8 y 9.

La declaración del fabricante está disponible bajo pedido.

## 10 Ejemplos de aplicaciones

### 10.1 Aplicaciones empleadas comúnmente

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

- Los ajustes de parámetros son los valores regionales predeterminados, salvo que se indique lo contrario (seleccionado en 0-03 *Ajustes regionales*).
- Los parámetros asociados con los terminales y sus ajustes se muestran al lado de los dibujos.
- Cuando se necesitan ajustes de conmutación para los terminales analógicos A53 o A54, también se mostrarán.

## PRECAUCIÓN

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

| FC    |    | Parámetros                                                                                                            |                       |
|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|       |    | Función                                                                                                               | Ajuste                |
| +24 V | 12 | 1-29 Adaptación automática del motor (AMA)                                                                            | [1] Act. AMA completo |
| +24 V | 13 |                                                                                                                       |                       |
| D IN  | 18 |                                                                                                                       |                       |
| D IN  | 19 |                                                                                                                       |                       |
| COM   | 20 | 5-12 Terminal 27 Entrada digital                                                                                      | [2]* Inercia          |
| D IN  | 27 |                                                                                                                       |                       |
| D IN  | 29 | *= Valor predeterminado                                                                                               |                       |
| D IN  | 32 | <b>Notas / comentarios:</b> el grupo de parámetros 1-2* <i>Datos de motor</i> debe ajustarse de acuerdo con el motor. |                       |
| D IN  | 33 |                                                                                                                       |                       |
| D IN  | 37 |                                                                                                                       |                       |
| +10 V | 50 |                                                                                                                       |                       |
| A IN  | 53 |                                                                                                                       |                       |
| A IN  | 54 |                                                                                                                       |                       |
| COM   | 55 |                                                                                                                       |                       |
| A OUT | 42 |                                                                                                                       |                       |
| COM   | 39 |                                                                                                                       |                       |

Tabla 10.1 AMA con T27 conectado

| FC    |    | Parámetros                                                                                                            |                       |
|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|       |    | Función                                                                                                               | Ajuste                |
| +24 V | 12 | 1-29 Adaptación automática del motor (AMA)                                                                            | [1] Act. AMA completo |
| +24 V | 13 |                                                                                                                       |                       |
| D IN  | 18 | 5-12 Terminal 27 Entrada digital                                                                                      | [0] Sin función       |
| D IN  | 19 |                                                                                                                       |                       |
| COM   | 20 | *= Valor predeterminado                                                                                               |                       |
| D IN  | 27 | <b>Notas / comentarios:</b> el grupo de parámetros 1-2* <i>Datos de motor</i> debe ajustarse de acuerdo con el motor. |                       |
| D IN  | 29 |                                                                                                                       |                       |
| D IN  | 32 |                                                                                                                       |                       |
| D IN  | 33 |                                                                                                                       |                       |
| D IN  | 37 |                                                                                                                       |                       |
| +10 V | 50 |                                                                                                                       |                       |
| A IN  | 53 |                                                                                                                       |                       |
| A IN  | 54 |                                                                                                                       |                       |
| COM   | 55 |                                                                                                                       |                       |
| A OUT | 42 |                                                                                                                       |                       |
| COM   | 39 |                                                                                                                       |                       |

Tabla 10.2 AMA sin T27 conectado

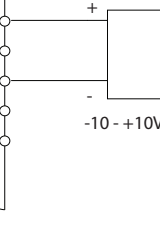
| FC                                                                                  |    | 130BB926.10                                                                          |  | Parámetros                                  |            |                             |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------|------------|-----------------------------|--|
|                                                                                     |    |                                                                                      |  | Función                                     | Ajuste     |                             |  |
| +24 V                                                                               | 12 |  |  | 6-10 Terminal 53<br>escala baja V           | 0,07 V*    |                             |  |
| +24 V                                                                               | 13 |                                                                                      |  | 6-11 Terminal 53<br>escala alta V           | 10 V*      |                             |  |
| D IN                                                                                | 18 |                                                                                      |  | 6-14 Term. 53<br>valor bajo ref./<br>realim | 0 r/min    |                             |  |
| D IN                                                                                | 19 |                                                                                      |  | 6-15 Term. 53<br>valor alto ref./<br>realim | 1500 r/min |                             |  |
| COM                                                                                 | 20 |                                                                                      |  | *= Valor predeterminado                     |            |                             |  |
| D IN                                                                                | 27 |                                                                                      |  |                                             |            | <b>Notas / comentarios:</b> |  |
| D IN                                                                                | 29 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| D IN                                                                                | 32 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| D IN                                                                                | 33 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| D IN                                                                                | 37 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| +10 V                                                                               | 50 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| A IN                                                                                | 53 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| A IN                                                                                | 54 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| COM                                                                                 | 55 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| A OUT                                                                               | 42 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| COM                                                                                 | 39 |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| U - I                                                                               |    |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
|  |    |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |
| A53                                                                                 |    |                                                                                      |  |                                             |            |                             |  |

Tabla 10.3 Referencia analógica de velocidad (tensión)

|       |    | Parámetros              |            |
|-------|----|-------------------------|------------|
| FC    |    | Función                 | Ajuste     |
| +24 V | 12 | 6-12 Terminal 53        | 4 mA*      |
| +24 V | 13 | escala baja mA          |            |
| D IN  | 18 | 6-13 Terminal 53        | 20 mA*     |
| D IN  | 19 | escala alta mA          |            |
| COM   | 20 | 6-14 Term. 53           | 0 r/min    |
| D IN  | 27 | valor bajo ref./        |            |
| D IN  | 29 | realim                  |            |
| D IN  | 32 | 6-15 Term. 53           | 1500 r/min |
| D IN  | 33 | valor alto ref./        |            |
| D IN  | 37 | realim                  |            |
|       |    | *= Valor predeterminado |            |
|       |    | Notas / comentarios:    |            |

1308B927.10

Tabla 10.4 Referencia analógica de velocidad (intensidad)

|       |    | Parámetros              |               |
|-------|----|-------------------------|---------------|
| FC    |    | Función                 | Ajuste        |
| +24 V | 12 | 5-10 Terminal 18        | [8] Arranque* |
| +24 V | 13 | Entrada digital         |               |
| D IN  | 18 | 5-12 Terminal 27        | [0] Sin       |
| D IN  | 19 | Entrada digital         | función       |
| COM   | 20 | 5-19 Terminal 37        | [1] Alarma    |
| D IN  | 27 | parada segura           | parada seg.   |
| D IN  | 29 | *= Valor predeterminado |               |
| D IN  | 32 |                         |               |
| D IN  | 33 |                         |               |
| D IN  | 37 |                         |               |
| +10   | 50 |                         |               |
| A IN  | 53 |                         |               |
| A IN  | 54 |                         |               |
| COM   | 55 |                         |               |
| A OUT | 42 |                         |               |
| COM   | 39 |                         |               |

130BB802.10

Notas / comentarios:

Cuando 5-12 Terminal 27  
Entrada digital se ajusta en [0]  
Sin función, no se necesita un  
cable de puente al terminal 27.

Tabla 10.5 Comando de arranque / parada con desconexión segura de par

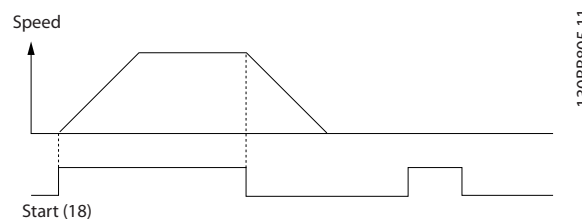


Ilustración 10.1 Arranque / parada con desconexión segura de par

|       |    | Parámetros       |              |
|-------|----|------------------|--------------|
| FC    |    | Función          | Ajuste       |
| +24 V | 12 | 5-10 Terminal 18 | [9] Arranque |
| +24 V | 13 | Entrada digital  | por pulsos   |
| D IN  | 18 | 5-12 Terminal 27 | [6] Parada   |
| D IN  | 19 | Entrada digital  |              |
| COM   | 20 |                  |              |
| D IN  | 27 |                  |              |
| D IN  | 29 |                  |              |
| D IN  | 32 |                  |              |
| D IN  | 33 |                  |              |
| D IN  | 37 |                  |              |
| +10 V | 50 |                  |              |
| A IN  | 53 |                  |              |
| A IN  | 54 |                  |              |
| COM   | 55 |                  |              |
| A OUT | 42 |                  |              |
| COM   | 39 |                  |              |

130BB803.10

|                                                                |  |
|----------------------------------------------------------------|--|
| *= Valor predeterminado                                        |  |
| <b>Notas / comentarios:</b>                                    |  |
| Cuando 5-12 Terminal 27                                        |  |
| Entrada digital se ajusta en [0]                               |  |
| Sin función, no se necesita un cable de puente al terminal 27. |  |

Tabla 10.6 Arranque / parada de impulsos

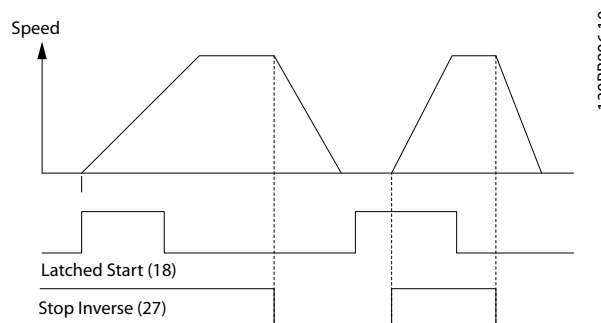


Ilustración 10.2 Arranque de impulsos / parada inversa

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

Tabla 10.7 Arranque / parada con cambio de sentido y cuatro velocidades predeterminadas

| Parámetros                          |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Función                             | Ajuste       |
| 5-11 Terminal 19<br>entrada digital | [1] Reinicio |
| *= Valor predeterminado             |              |
| Notas / comentarios:                |              |

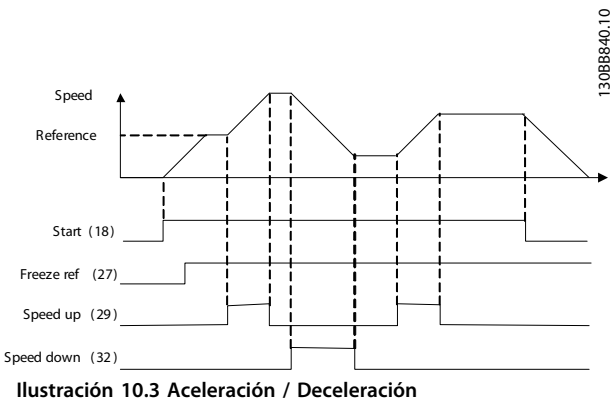
Tabla 10.8 Reinicio de alarma externa

| Parámetros                              |            |
|-----------------------------------------|------------|
| Función                                 | Ajuste     |
| 6-10 Terminal 53<br>escala baja V       | 0,07 V*    |
| 6-11 Terminal 53<br>escala alta V       | 10 V*      |
| 6-14 Term. 53<br>valor bajo ref./realim | 0 r/min    |
| 6-15 Term. 53<br>valor alto ref./realim | 1500 r/min |
| *= Valor predeterminado                 |            |
| Notas / comentarios:                    |            |

Tabla 10.9 Referencia de velocidad (con un potenciómetro manual)

| Parámetros                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Función                             | Ajuste                   |
| 5-10 Terminal 18<br>Entrada digital | [8] Arranque*            |
| 5-12 Terminal 27<br>Entrada digital | [19] Mantener referencia |
| 5-13 Terminal 29<br>Entrada digital | [21] Aceleración         |
| 5-14 Terminal 32<br>entrada digital | [22] Decele-ración       |
| *= Valor predeterminado             |                          |
| Notas / comentarios:                |                          |

Tabla 10.10 Aceleración / Deceleración



| Parámetros |                                                                                                                                             |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FC         | Ajuste                                                                                                                                      |
| +24 V 12   | 8-30 Protocolo FC*                                                                                                                          |
| +24 V 13   | 8-31 Dirección 1*                                                                                                                           |
| D IN 18    | 8-32 Velocidad 9,600*                                                                                                                       |
| D IN 19    | en baudios                                                                                                                                  |
| COM 20     | *= Valor predeterminado                                                                                                                     |
| D IN 27    | <b>Notas / comentarios:</b><br>seleccione el protocolo, la dirección y la velocidad en baudios en los parámetros mencionados anteriormente. |
| D IN 29    |                                                                                                                                             |
| D IN 32    |                                                                                                                                             |
| D IN 33    |                                                                                                                                             |
| D IN 37    |                                                                                                                                             |
| +10 V 50   |                                                                                                                                             |
| A IN 53    |                                                                                                                                             |
| A IN 54    |                                                                                                                                             |
| COM 55     |                                                                                                                                             |
| A OUT 42   |                                                                                                                                             |
| COM 39     |                                                                                                                                             |
| R1 01      |                                                                                                                                             |
| 02         |                                                                                                                                             |
| 03         |                                                                                                                                             |
| R2 04      |                                                                                                                                             |
| 05         |                                                                                                                                             |
| 06         |                                                                                                                                             |
| 61         |                                                                                                                                             |
| 68         |                                                                                                                                             |
| 69         |                                                                                                                                             |

Tabla 10.11 Conexión de red RS-485

| Parámetros |                                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VLT        | Ajuste                                                                                                                          |
| +24 V 12   | 1-90 Protección [2] Descon.                                                                                                     |
| +24 V 13   | térmica motor termistor                                                                                                         |
| D IN 18    | 1-93 Fuente de [1] Entrada                                                                                                      |
| D IN 19    | termistor analógica 53                                                                                                          |
| COM 20     | *= Valor predeterminado                                                                                                         |
| D IN 27    | <b>Notas / comentarios:</b><br>si solo se desea una advertencia, ajuste 1-90 Protección térmica motor en [1] Advert. termistor. |
| D IN 29    |                                                                                                                                 |
| D IN 32    |                                                                                                                                 |
| D IN 33    |                                                                                                                                 |
| D IN 37    |                                                                                                                                 |
| +10 V 50   |                                                                                                                                 |
| A IN 53    |                                                                                                                                 |
| A IN 54    |                                                                                                                                 |
| COM 55     |                                                                                                                                 |
| A OUT 42   |                                                                                                                                 |
| COM 39     |                                                                                                                                 |
| U - I      |                                                                                                                                 |
| A53        |                                                                                                                                 |

Tabla 10.12 Termistor del motor

|       |    | Parámetros                                   |                           |
|-------|----|----------------------------------------------|---------------------------|
| FC    |    | Función                                      | Ajuste                    |
| +24 V | 12 | 4-30 Función de pérdida de realim. del motor | [1] Advertencia           |
| +24 V | 13 |                                              |                           |
| D IN  | 18 |                                              |                           |
| D IN  | 19 |                                              |                           |
| COM   | 20 |                                              | 100 r/min                 |
| D IN  | 27 |                                              |                           |
| D IN  | 29 |                                              |                           |
| D IN  | 32 |                                              |                           |
| D IN  | 33 | 4-32 Tiempo lím. pérdida realim. del motor   | 5 s                       |
| D IN  | 37 |                                              |                           |
| +10 V | 50 | 7-00 Fuente de realim. PID de veloc.         | [2] MCB 102               |
| A IN  | 53 |                                              |                           |
| A IN  | 54 |                                              |                           |
| COM   | 55 | 17-11 Resolución (PPR)                       | 1024*                     |
| A OUT | 42 |                                              |                           |
| COM   | 39 | 13-00 Modo Controlador SL                    | [1] Sí                    |
| R1    | 01 |                                              |                           |
| R1    | 02 |                                              |                           |
| R1    | 03 | 13-01 Evento arranque                        | [19] Advertencia          |
| R2    | 04 | 13-02 Evento parada                          | [44] Botón Reset          |
| R2    | 05 |                                              |                           |
| R2    | 06 | 13-10 Operando comparador                    | [21] Número advert.       |
|       |    | 13-11 Operador comparador                    | [1] ≈*                    |
|       |    | 13-12 Valor comparador                       | 90                        |
|       |    | 13-51 Evento Controlador SL                  | [22] Comparador 0         |
|       |    | 13-52 Acción Controlador SL                  | [32] Aj. sal. dig. A baja |
|       |    | 5-40 Relé de función                         | [80] Salida digital SL A  |
|       |    | *= Valor predeterminado                      |                           |

|  |  | Parámetros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <b>Notas / comentarios:</b><br>si se supera el límite en el monitor de realimentación, se emite la advertencia 90. El SLC supervisa la advertencia 90 y, en caso de que esta se evalúe como VERDADERA, se activará el relé 1.<br>A continuación, los equipos externos pueden indicar que es necesario realizar una reparación. Si el valor del error de realimentación vuelve a ser inferior al límite en un intervalo de 5 s, el convertidor de frecuencia continúa funcionando y la advertencia desaparece. Sin embargo, el relé 1 seguirá activado hasta que se pulse [Reset] en el LCP. |

Tabla 10.13 Uso del SLC para configurar un relé

|       |    | Parámetros                            |                                           |  |
|-------|----|---------------------------------------|-------------------------------------------|--|
| FC    |    | Función                               | Ajuste                                    |  |
| +24 V | 12 | 1-00 Modo Configuración               | [0] Veloc. lazo abierto                   |  |
| +24 V | 13 | 1-01 Principio control motor          | [1] VVC <sup>plus</sup>                   |  |
| D IN  | 18 | 5-40 Relé de función                  | [32] Ctrl. freno mec.                     |  |
| D IN  | 19 |                                       |                                           |  |
| COM   | 20 | 5-10 Terminal 18 Entrada digital      | [8] Arranque*                             |  |
| D IN  | 27 |                                       |                                           |  |
| D IN  | 29 | 5-11 Terminal 19 entrada digital      | [11] Arranque e inversión                 |  |
| D IN  | 32 |                                       |                                           |  |
| D IN  | 33 | 1-71 Retardo arr.                     | 0,2                                       |  |
| D IN  | 37 |                                       |                                           |  |
| +10 V | 50 | 1-72 Función de arranque              | [5] VVC <sup>plus</sup> /Flux s. horario  |  |
| A IN  | 53 |                                       |                                           |  |
| A IN  | 54 |                                       |                                           |  |
| COM   | 55 | 1-76 Intensidad arranque              | I <sub>m,n</sub>                          |  |
| A OUT | 42 |                                       |                                           |  |
| COM   | 39 | 2-20 Intensidad freno liber.          | Ap. dependiente                           |  |
| R1    | 01 |                                       |                                           |  |
|       | 02 | 2-21 Velocidad activación freno [RPM] | Mitad del deslizamiento nominal del motor |  |
|       | 03 |                                       |                                           |  |
| R2    | 04 |                                       |                                           |  |
|       | 05 |                                       |                                           |  |
|       | 06 |                                       |                                           |  |
|       |    | *= Valor predeterminado               |                                           |  |
|       |    | Notas / comentarios:                  |                                           |  |

Tabla 10.14 Control de freno mecánico (lazo abierto)

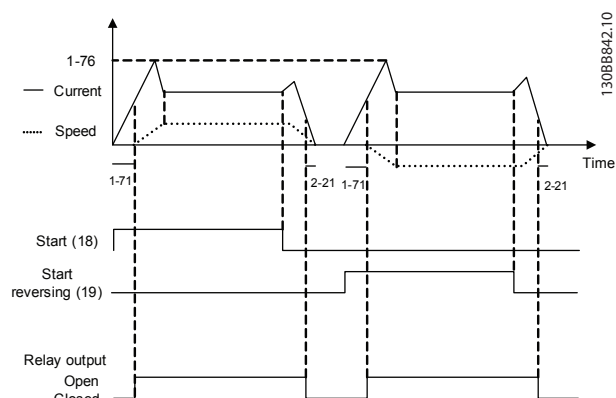


Ilustración 10.4 Control de freno mecánico (lazo abierto)

### 10.1.1 Sistema de convertidor de lazo cerrado

Un sistema de convertidor de frecuencia consta, normalmente, de más elementos, como:

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

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

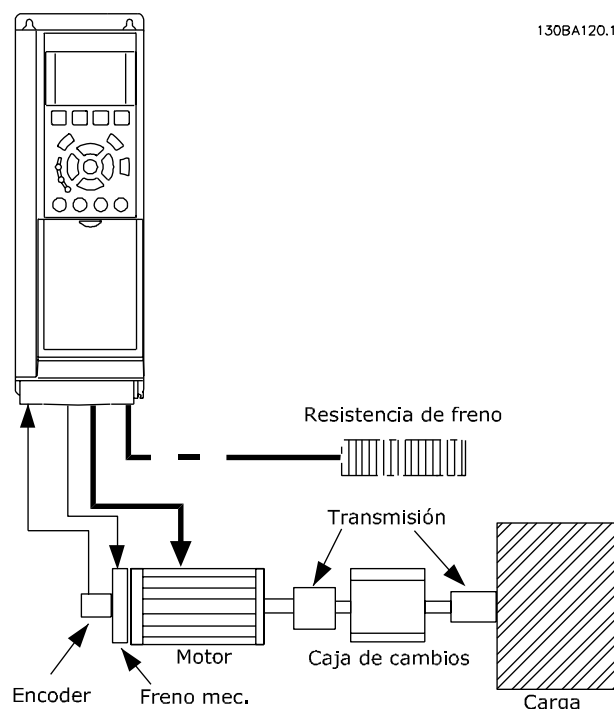


Ilustración 10.5 Ejemplo de control de velocidad de lazo cerrado de FC 302

### 10.1.2 Programación de límite de par y parada

En aplicaciones con un freno electromecánico externo, tales como las de elevación, es posible parar el convertidor de frecuencia mediante un comando de parada «estándar» y, simultáneamente, activar el freno electromecánico externo.

El siguiente ejemplo ilustra la programación de las conexiones de un convertidor de frecuencia.

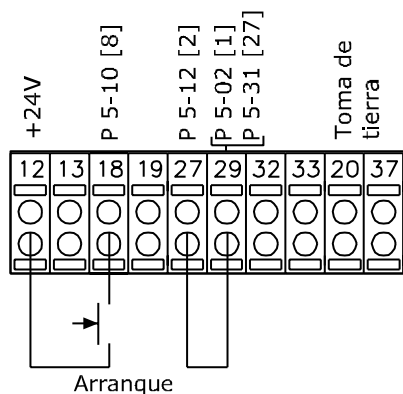
El freno externo puede conectarse al relé 1 o 2. Programe el terminal 27 en [2] *Inercia, inversa* o en [3] *Inercia y reinicio, inversa* y programe el terminal 29 en [1] *Salida modo terminal 29* y en [27] *Límite par y parada*.

## Descripción

Si hay una orden de parada activada mediante el terminal 18 y el convertidor de frecuencia no está en el límite de par, el motor decelera hasta 0 Hz.

Si el convertidor de frecuencia está en el límite de par y se activa una orden de parada, se activará la salida del terminal 29 (programado en [27] *Límite de par y parada*). La señal hasta el terminal 27 cambia de «1 lógico» a «0 lógico», y el motor comienza a funcionar en inercia, asegurándose de que la elevación se detiene incluso si el convertidor de frecuencia no puede procesar el par requerido (por ejemplo, debido a una sobrecarga excesiva).

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



130BA194.10

130BA174.10

## 10.1.3 Programación del control de velocidad

La velocidad del motor requerida se ajusta mediante un potenciómetro conectado al terminal 53. El rango de velocidad es 0-1500 RPM y corresponde a 0-10 V en el potenciómetro. El arranque y la parada están controlados por un interruptor conectado al terminal 18. El PID de velocidad monitoriza las r/min actuales del motor usando un encoder incremental de 24 V (HTL) como realimentación. El sensor de realimentación es un encoder (1024 impulsos por revolución) conectado a los terminales 32 y 33.

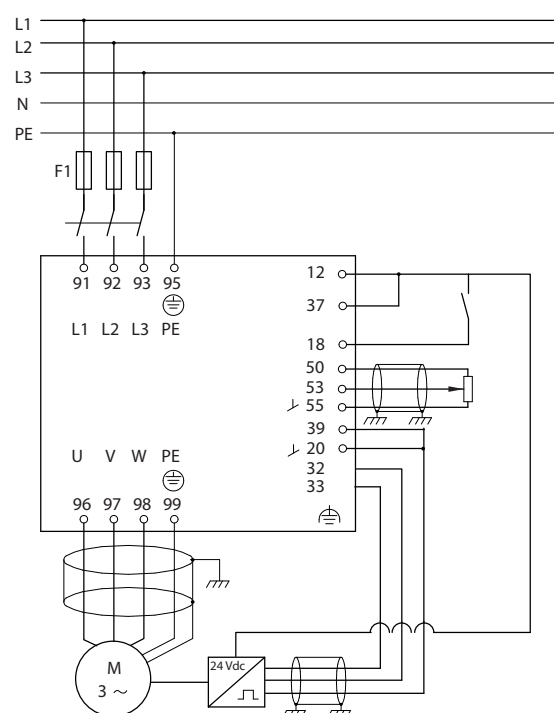


Ilustración 10.7 Ejemplo: conexión del control de velocidad

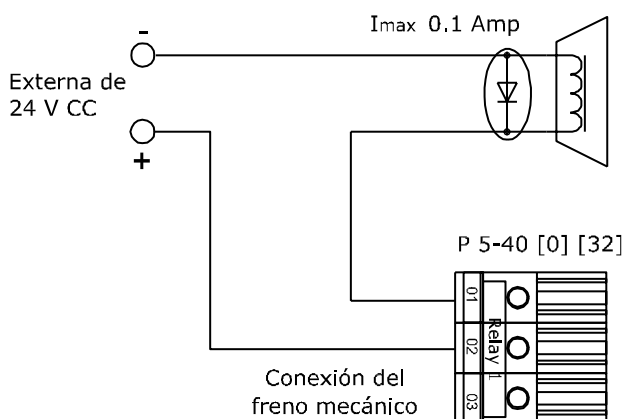


Ilustración 10.6 Freno electromecánico externo

Ejemplo de aplicación

|       |    | Parámetros                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |                          |  |
|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|--|
| FC    |    | Función                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Ajuste                    |                          |  |
| +24 V | 12 | 7-00 Fuente de realim. PID de veloc.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | [2] MCB 102               |                          |  |
| +24 V | 13 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| D IN  | 18 | 17-11 Resolución (PPR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1024*                     |                          |  |
| D IN  | 19 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| COM   | 20 | 13-00 Modo Controlador SL                                                                                                                                                                                                                                                                                             | [1] Sí                    |                          |  |
| D IN  | 27 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| D IN  | 29 | 13-01 Evento arranque                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | [19] Advertencia          |                          |  |
| D IN  | 32 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| D IN  | 33 | 13-02 Evento parada                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | [44] Botón Reset          |                          |  |
| D IN  | 37 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| +10 V | 50 | 13-10 Operando comparador                                                                                                                                                                                                                                                                                             | [21] Número advert.       |                          |  |
| A IN  | 53 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| A IN  | 54 | 13-11 Operador comparador                                                                                                                                                                                                                                                                                             | [1] ≈*                    |                          |  |
| COM   | 55 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| A OUT | 42 | 13-12 Valor comparador                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 90                        |                          |  |
| COM   | 39 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| R1    | 01 | 13-51 Evento Controlador SL                                                                                                                                                                                                                                                                                           | [22] Comparador 0         |                          |  |
|       | 02 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
|       | 03 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
| R2    | 04 | 13-52 Acción Controlador SL                                                                                                                                                                                                                                                                                           | [32] Aj. sal. dig. A baja |                          |  |
|       | 05 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
|       | 06 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                          |  |
|       |    | 5-40 Relé de función                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           | [80] Salida digital SL A |  |
|       |    | * = Valor predeterminado                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |                          |  |
|       |    | Notas / comentarios:                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           |                          |  |
|       |    | La advertencia 90 se emitirá cuando la señal de realimentación del encoder no corresponda con la referencia. El SLC supervisa la advertencia 90 y, en caso de que esta se evalúe como VERDADERA, se activará el relé 1. A continuación, los equipos externos podrán indicar que es necesario realizar una reparación. |                           |                          |  |

Tabla 10.15 Uso del SLC para configurar un relé

## 11 Opciones y accesorios

### 11.1 Opciones de comunicación

- VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101
- VLT® DeviceNet MCA 104
- VLT® CAN Open MCA 105
- VLT® EtherCAT MCA 124
- VLT® PROFIBUS Converter MCA 114
- VLT® PROFINET MCA 120
- VLT® EtherNet/IP MCA 121
- VLT® Modbus TCP MCA 122
- VLT® POWERLINK MCA 122
- VLT® DeviceNet Converter MCA 194

### 11.2 E/S, opciones de realimentación y seguridad

#### 11.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

El MCB 101 se utiliza para la extensión de las entradas y salidas digitales y analógicas del FC 301 y FC 302.

Ajuste el MCB 101 en la ranura B del VLT® AutomationDrive.

Contenido:

- Módulo de opción MCB 101
- Dispositivo ampliado para LCP
- Tapa de terminal

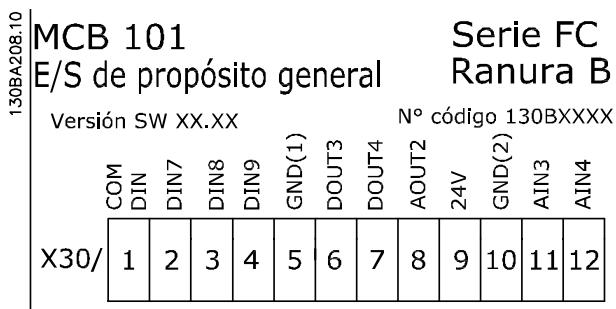


Ilustración 11.1 Opción MCB 101

#### 11.2.1.1 Aislamiento galvánico en MCB 101

Las entradas digitales / analógicas están aisladas galvánicamente del resto de las entradas / salidas del MCB 101 y de las de la tarjeta de control del convertidor de frecuencia. Las salidas digitales / analógicas del MCB 101 están aisladas galvánicamente del resto de las entradas / salidas del MCB 101, pero no de las de la tarjeta de control del convertidor de frecuencia.

Si las entradas digitales 7, 8 o 9 tienen que conmutarse para utilizar la fuente de alimentación de 24 V interna (terminal 9), debe establecerse una conexión entre los terminales 1 y 5, consulte la Ilustración 11.2.

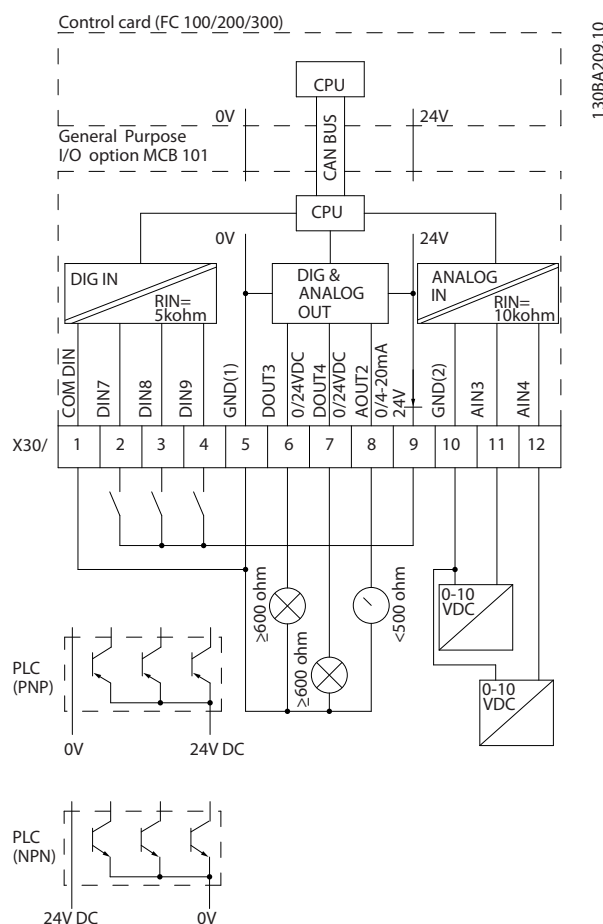


Ilustración 11.2 Diagrama básico

**Entrada digital, terminal X30/1-4**

|                                                  |                     |
|--------------------------------------------------|---------------------|
| Número de entradas digitales                     | 3                   |
| Número de terminal                               | X30.2, X30.3, X30.4 |
| Lógica                                           | PNP o NPN           |
| Nivel de tensión                                 | 0-24 V CC           |
| Nivel de tensión, '0' lógico PNP (Tierra = 0 V)  | <5 V CC             |
| Nivel de tensión, '1' lógico PNP (Tierra = 0 V)  | >10 V CC            |
| Nivel de tensión, «0» lógico NPN (GND = 24 V)    | <14 V CC            |
| Nivel de tensión, '1' lógico NPN (Tierra = 24 V) | >19 V CC            |
| Tensión máxima de entrada                        | 28 V continuo       |
| Rango de frecuencia de impulsos                  | 0-110 kHz           |
| Ciclo de trabajo, anchura de impulsos mín.       | 4,5 ms              |
| Impedancia de entrada                            | >2 kΩ               |

**Entrada analógica, terminal X30/11, 12**

|                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| N.º de entradas analógicas           | 2                                |
| Número de terminal                   | X30.11, X30.12                   |
| Modos                                | Tensión                          |
| Nivel de tensión                     | 0-10 V                           |
| Impedancia de entrada                | >10 kΩ                           |
| Tensión máx.                         | 20 V                             |
| Resolución de entradas analógicas    | 10 bit (signo +)                 |
| Precisión de las entradas analógicas | Error máx: 0,5 % de escala total |
| Ancho de banda                       | FC 301: 20 Hz / FC 302: 100 Hz   |

**Salidas digitales, terminal X30/6, 7**

|                                                       |                                      |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Número de salidas digitales                           | 2                                    |
| Número de terminal                                    | X30.6, X30.7                         |
| Nivel de tensión en la salida digital / de frecuencia | 0-24 V                               |
| Máx. intensidad de salida                             | 40 mA                                |
| Carga máx.                                            | ≥600 Ω                               |
| Carga capacitiva máx.                                 | < 10 nF                              |
| Frecuencia de salida mínima                           | 0 Hz                                 |
| Frecuencia de salida máxima                           | ≤32 kHz                              |
| Precisión de salida de frecuencia                     | Error máx.: 0,1 % de la escala total |

**Salida analógica, terminal X30/8**

|                                                    |                                         |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Número de salidas analógicas                       | 1                                       |
| Número de terminal                                 | X30.8                                   |
| Rango de intensidad en la salida analógica         | 0-20 mA                                 |
| Carga máx. entre toma de tierra y salida analógica | 500 Ω                                   |
| Precisión en la salida analógica                   | Error máx.: 0,5 % de la escala completa |
| Resolución en la salida analógica                  | 12 bits                                 |

## 11.2.2 Opción del encoder VLT® MCB 102

El módulo de encoder se puede utilizar como fuente de realimentación para control de flujo en lazo cerrado (*1-02 Realimentación encoder motor Flux*), al igual que para control de velocidad en lazo cerrado (*7-00 Fuente de realim. PID de veloc.*). Configure la opción del encoder en el grupo de parámetros *17-\*\* Opcs.realim. motor*.

### Utilizado para

- Lazo cerrado VVC<sup>plus</sup>
- Control de velocidad del vector de flujo
- Control de par del vector de flujo
- Motor de magnetización permanente

Tipos de encoder admitidos:

Encoder incremental: Tipo 5 V TTL, RS-422, máx. frecuencia: 410 kHz

Encoder incremental: 1 Vpp, seno-coseno

Encoder Hiperface®: Absoluto y Seno-Coseno (Stegmann/SICK)

Encoder EnDat: Absoluto y Seno-Coseno (Heidenhain)

Compatible con versión 2.1

Encoder SSI: Absoluto

### **AVISO!**

Los encoders incrementales no se recomiendan para utilizarlos con los motores PM debido al riesgo de polaridad errónea.

### **AVISO!**

Se recomienda encarecidamente alimentar siempre al encoder mediante el MCB 102. Debe evitarse utilizar fuentes de alimentación externas para el encoder.

Lectura de encoder:

Se monitorizan los 4 canales del encoder (A, B, Z y D), y se pueden detectar circuitos abiertos y cortocircuitos. Hay un LED verde por cada canal; se encienden cuando el estado del canal correspondiente es correcto.

### **AVISO!**

Los indicadores LED solamente son visibles cuando se retira el LCP. La reacción en caso de error en el encoder se puede seleccionar en *17-61 Control de señal de realimentación*: [0] Desactivado, [1] Advertencia o [2] Desconexión.

El kit de opción de encoder, cuando se encarga por separado, incluye lo siguiente:

- Opción del encoder MCB 102
- Montaje de sujeción LCP ampliado y tapa de terminales ampliada

La opción de encoder no es compatible con los convertidores de frecuencia FC 302 fabricados antes de la semana 50 de 2004.

Versión mínima del software: 2.03 (15-43 Versión de software)

| Connector Designation X31 | Encoder incremental (consulte la Ilustración 11.3) | Encoder SinCos Hiperface® (consulte la Ilustración 11.4) | Encoder EnDat         | Encoder SSI           | Descripción                                        |
|---------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|
| 1                         | NC                                                 |                                                          |                       | 24 V*                 | Salida 24 V (21-25 V, I <sub>máx.</sub> : 125 mA)  |
| 2                         | NC                                                 | 8 V CC                                                   |                       |                       | Salida 8 V (7-12 V, I <sub>máx.</sub> : 200 mA)    |
| 3                         | 5 VCC                                              |                                                          | 5 VCC                 | 5 V*                  | Salida 5 V (5 V ± 5 %, I <sub>máx.</sub> : 200 mA) |
| 4                         | GND (tierra)                                       |                                                          | GND (tierra)          | GND (tierra)          | GND (tierra)                                       |
| 5                         | Entrada A                                          | +COS                                                     | +COS                  |                       | Entrada A                                          |
| 6                         | Entrada A invertida                                | REFCOS                                                   | REFCOS                |                       | Entrada A invertida                                |
| 7                         | Entrada B                                          | +SIN                                                     | +SIN                  |                       | Entrada B                                          |
| 8                         | Entrada B invertida                                | REFSIN                                                   | REFSIN                |                       | Entrada B invertida                                |
| 9                         | Entrada Z                                          | +Datos RS-485                                            | Salida de reloj       | Salida de reloj       | Entrada Z, O BIEN, +Datos RS-485                   |
| 10                        | Entrada Z invertida                                | -Datos RS-485                                            | Salida de reloj inv.  | Salida de reloj inv.  | Entrada Z, O BIEN, -Datos RS-485                   |
| 11                        | NC                                                 | NC                                                       | Entrada de datos      | Entrada de datos      | Uso futuro                                         |
| 12                        | NC                                                 | NC                                                       | Entrada de datos inv. | Entrada de datos inv. | Uso futuro                                         |
| Máx. 5 V en X31,5-12      |                                                    |                                                          |                       |                       |                                                    |

**Tabla 11.1 Conexiones de encoder**

\* Fuente de alimentación para encoder: consulte los datos en el encoder.

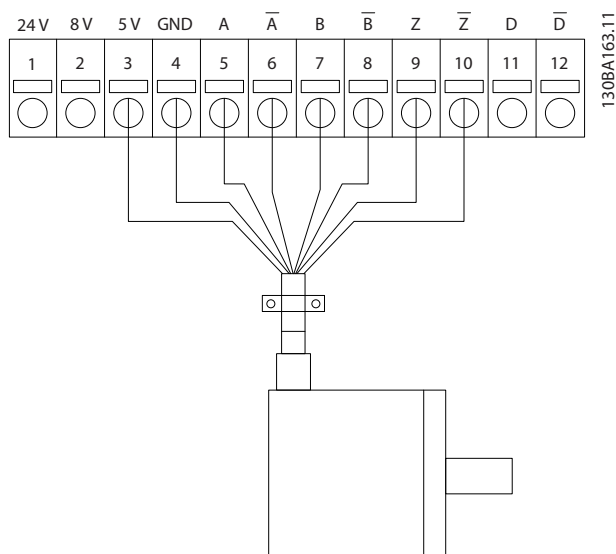


Ilustración 11.3 Encoder incremental

# **AVISO!**

Longitud máx. de cable, 150 m.

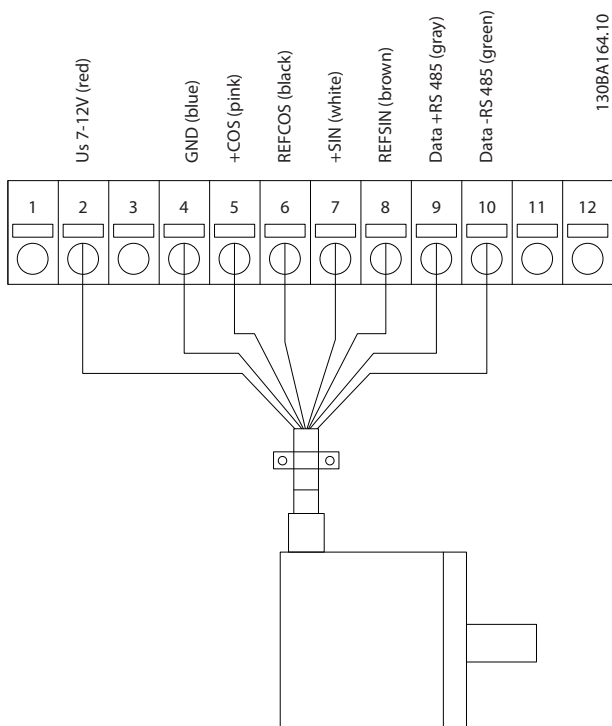


Ilustración 11.4 Encoder SinCos Hiperface

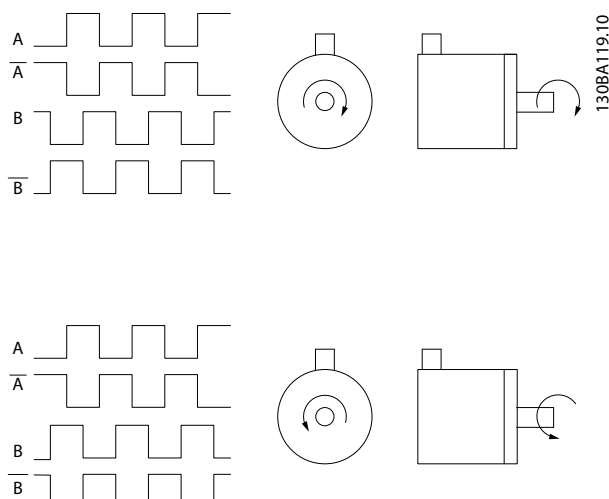


Ilustración 11.5 Dirección de rotación

## 11.2.3 Opción de resolver VLT® MCB 103

La opción de resolver MCB 103 se utiliza como interfaz de la realimentación del motor del resolver a VLT® AutomationDrive. Los resolvers se utilizan, básicamente, como dispositivos de realimentación del motor para motores sincrónicos de magnetización permanente sin escobillas.

**El kit de opción de resolver, cuando se encarga por separado, incluye lo siguiente:**

- Opción de resolver MCB 103
- Montaje de sujeción LCP ampliado y tapa de terminales ampliada

Selección de parámetros: 17-5\* Interfaz resolver.

La opción de resolver MCB 103 admite varios tipos de resolver.

|                                    |                                                                             |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Polos del resolver                 | 17-50 Polos: 2 *2                                                           |
| Tensión de entrada del resolver    | 17-51 Tensión de entrada: 2,0-8,0 V <sub>rms</sub><br>*7,0 V <sub>rms</sub> |
| Frecuencia de entrada del resolver | 17-52 Frecuencia de entrada: 2-15 kHz<br>*10,0 kHz                          |
| Relación de transformación         | 17-53 Proporción de transformación:<br>0,1-1,1 *0,5                         |
| Tensión de entrada secundaria      | Máx. 4 Vrms                                                                 |
| Carga secundaria                   | Aprox. 10 kΩ                                                                |

Tabla 11.2 Especificaciones del resolver

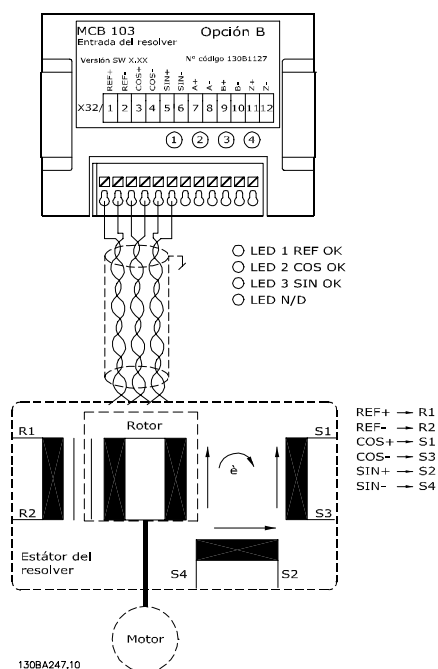


Ilustración 11.6 MCB 103 Resolver Input

### Indicadores LED

El LED 1 está encendido cuando la señal de referencia es correcta hacia el resolver

El LED 2 está encendido cuando la señal Coseno es correcta desde el resolver

El LED 3 está encendido cuando la señal Seno es correcta desde el resolver.

Los LED están activos cuando 17-61 Control de señal de realimentación está ajustado en [1] Advertencia o [2] Desconexión.

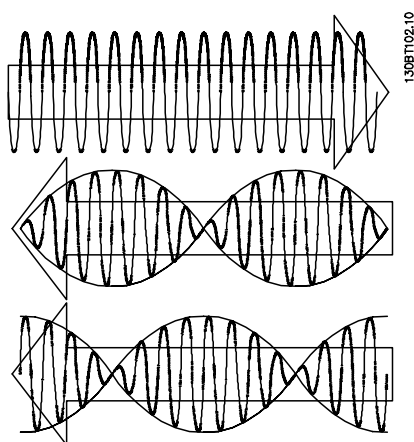


Ilustración 11.7 Motor de magnetización permanente (PM) con un resolver como realimentación de velocidad

### Ejemplo de ajuste

En este ejemplo, un motor de magnetización permanente (PM) se utiliza con un resolver como realimentación de velocidad. Un motor PM debería funcionar en modo de flujo.

### Cableado

La máxima longitud del cable es 150 m cuando se utiliza un tipo de cable de par trenzado.

### AVISO!

Los cables del resolver deben estar apantallados y separados de los del motor.

### AVISO!

La pantalla del cable del resolver debe conectarse correctamente a la placa de desacoplamiento y al chasis (tierra) del lado del motor.

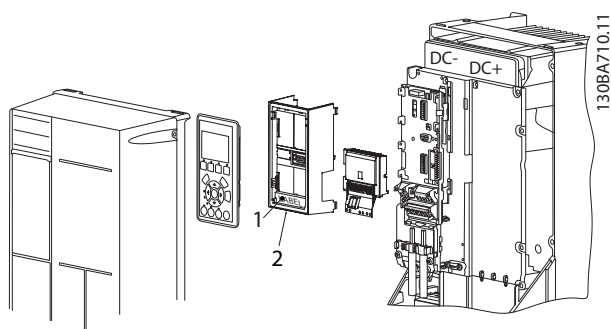
### AVISO!

Utilice únicamente cables apantallados para el motor y el chopper de frenado.

|                                           |                                                     |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1-00 Modo Configuración                   | [1] Veloc. lazo cerrado                             |
| 1-01 Principio control motor              | [3] Lazo Cerrado Flux                               |
| 1-10 Construcción del motor               | [1] PM no saliente SPM                              |
| 1-24 Intensidad motor                     | Placa de características                            |
| 1-25 Veloc. nominal motor                 | Placa de características                            |
| 1-26 Par nominal continuo                 | Placa de características                            |
| AMA no es posible en motores PM           |                                                     |
| 1-30 Resistencia estator (Rs)             | Hoja de datos técnicos del motor                    |
| 30-80 Inductancia eje d (Ld)              | Hoja de datos técnicos del motor (mH)               |
| 1-39 Polos motor                          | Hoja de datos técnicos del motor                    |
| 1-40 fcm a 1000 RPM                       | Hoja de datos técnicos del motor                    |
| 1-41 Ángulo despalzamiento motor (Offset) | Hoja de datos técnicos del motor (normalmente cero) |
| 17-50 Polos                               | Hoja de datos del resolver                          |
| 17-51 Tensión de entrada                  | Hoja de datos del resolver                          |
| 17-52 Frecuencia de entrada:              | Hoja de datos del resolver                          |
| 17-53 Proporción de transformación        | Hoja de datos del resolver                          |
| 17-59 Interfaz de resolver                | [1] Activado                                        |

Tabla 11.3 Parámetros para ajustar





|   |                                                                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ¡IMPORTANTE! La etiqueta DEBE estar en el bastidor del LCP, tal como se indica (según las normas UL). |
| 2 | Tarjeta de relé                                                                                       |

Ilustración 11.9 Tipos de protección A5-B1-B2-B4-C1-C2-C3-C4

## ⚠ ADVERTENCIA

### Advertencia sobre la alimentación doble

Cómo añadir la opción de Relay Card MCB 105:

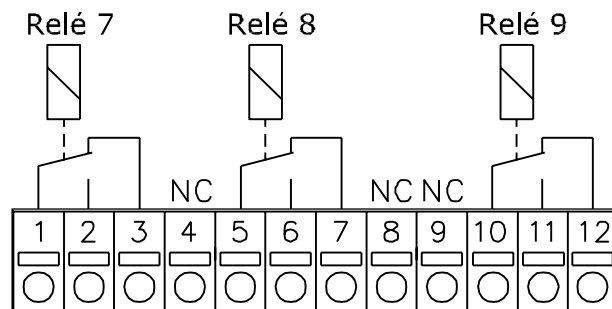
1. Desconecte la alimentación del convertidor de frecuencia.
2. Desconecte la alimentación de las conexiones con corriente de los terminales de relé.
3. Retire del convertidor de frecuencia el LCP, la tapa de terminal y el montaje de sujeción de LCP.
4. Ajuste la opción MCB 105 en la ranura B.
5. Conecte los cables de control y sujételos mediante las cintas de cable suministradas.
6. Asegúrese de que la longitud del cable pelado sea correcta (consulte la Ilustración 11.11).
7. No mezcle partes con corriente (tensión alta) con señales de control (PELV).
8. Ajuste el montaje de sujeción de LCP ampliado y la tapa de terminal ampliada.
9. Sustituya el LCP.
10. Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.
11. Seleccione las funciones de relé en 5-40 Relé de función [6-8], 5-41 Retardo conex, relé [6-8] y 5-42 Retardo desconex, relé [6-8].

## AVISO!

(Matriz [6] es el relé 7, matriz [7] es el relé 8 y matriz [8] es el relé 9).

## AVISO!

Para acceder al interruptor de terminación S801 de RS-485 o a los interruptores de intensidad / tensión S201 / S202, desmonte la tarjeta de relé (consulte la Ilustración 11.8 y la Ilustración 11.9, posición 2).



130BA162.10

Ilustración 11.10 Relés

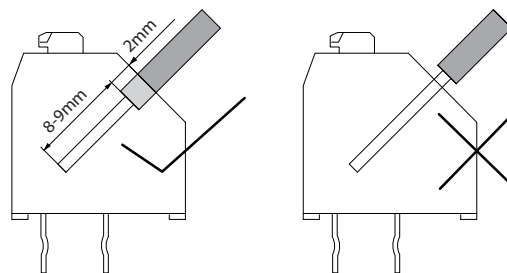
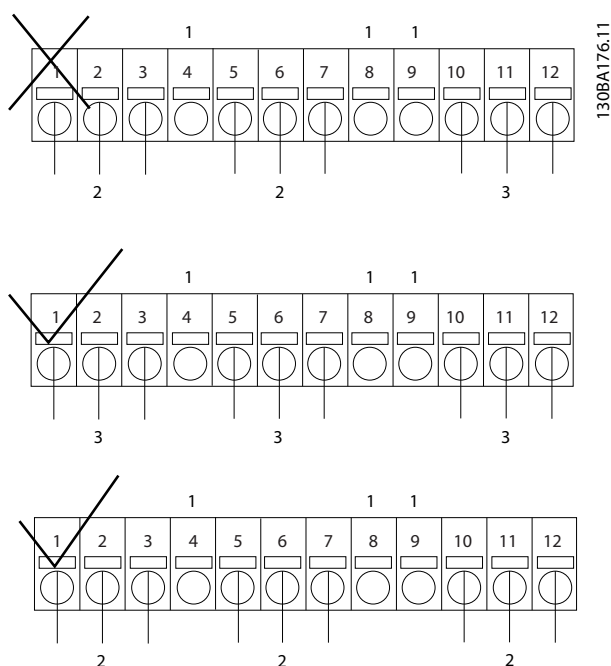


Ilustración 11.11 Inserción correcta de los cables

130BA177.10



|   |           |
|---|-----------|
| 1 | NC        |
| 2 | Corriente |
| 3 | PELV      |

Ilustración 11.12 Cableado correcto del relé

# 11

## AVISO!

No combine sistemas de 24/48 V con sistemas de tensión alta.

### 11.2.5 Opción VLT® Safe PLC Interface MCB 108

La opción Safe PLC Interface MCB 108 está diseñada para integrarse entre el polo doble de seguridad (más / menos) del PLC de seguridad y la entrada de parada de seguridad en FC 302. La interfaz PLC de seguridad permite que la salida de seguridad del PLC de seguridad mantenga los impulsos de prueba de la salida positiva y negativa sin afectar a la señal del sensor para la parada de seguridad T37.

Se puede utilizar en combinación con los dispositivos de seguridad para cumplir los requisitos de las normas CEI 61800-5-2 SIL 2, ISO13849-1 cat. 3 para la desconexión segura de par (STO).

El módulo de opción MCB 108 está galvánicamente aislado mediante un convertidor CC / CC interno y puede colocarse en la ranura de opción B.

|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Tensión de entrada (CC)           | 18-28 V CC            |
| Entrada de intensidad típica (CC) | 60 mA                 |
| Entrada de intensidad máx. (CC)   | 110 mA CC             |
| Entrada de intensidad máx. (CC)   | 500 mA CC             |
| Tensión de salida (CC)            | 20 V CC a V en = 24 V |
| Activar retardo                   | 1 ms                  |
| Desactivar retardo                | 3 ms                  |

Tome las siguientes precauciones:

- El FC 302 con MCB 108 (incluyendo las conexiones entre X31/9 y el terminal 37) debe colocarse dentro de la protección IP54.
- La activación de la parada de seguridad (es decir, la retirada del suministro de tensión de 24 V CC al terminal 37 retirando la tensión a la entrada de polo doble del MCB 108) no proporciona seguridad eléctrica.
- El dispositivo de seguridad conectado a la entrada de polo dual del MCB 108 debe cumplir los requisitos de la cat. 3 / PL d, de acuerdo con ISO 13849-1, para interrumpir la tensión / intensidad al MCB 108. Esto también es aplicable a las conexiones entre el MCB 108 y el dispositivo de seguridad.
- Lea y siga las instrucciones del dispositivo de seguridad para conectarlo correctamente al MCB 108.

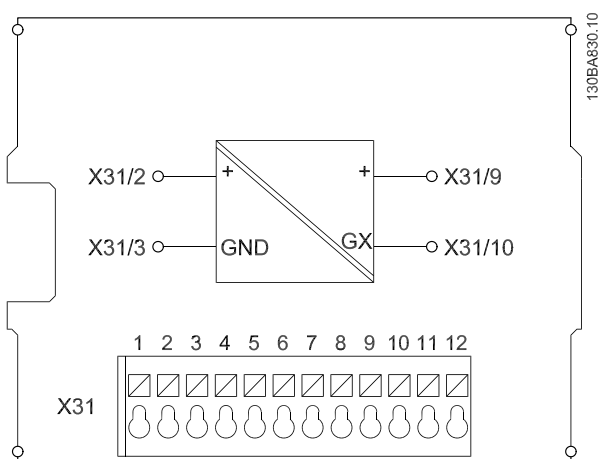


Ilustración 11.13 Módulo de opción Safe PLC Interface MCB 108

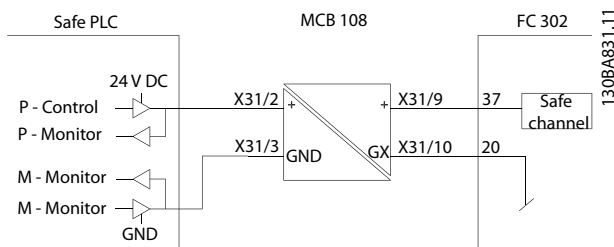


Ilustración 11.14 Conexión de Safe PLC Interface MCB 108

## 11.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

La opción MCB 112 hace posible controlar la temperatura de un motor eléctrico mediante una entrada de termistor PTC aislada galvánicamente. Es una opción B para convertidores de frecuencia con desconexión segura de par.

Para ver distintas posibilidades de aplicación, consulte el capítulo 10 Ejemplos de aplicaciones.

X44/1 y X44/2 son las entradas del termistor. X44/12 activa la desconexión segura de par del convertidor de frecuencia (T-37) si los valores del termistor lo hacen necesario y X44/10 informa al convertidor de frecuencia de que la petición de desconexión segura de par proviene del MCB 112, para asegurar así una gestión adecuada de la alarma. Uno de los parámetros de entradas digitales (o una entrada digital de una opción instalada) debe ajustarse en [80] Tarjeta PTC 1 para utilizar la información que proviene de X44/10. Configure 5-19 Terminal 37 parada segura a la función de desconexión segura de par deseada (la predeterminada es alarma de parada de seguridad).

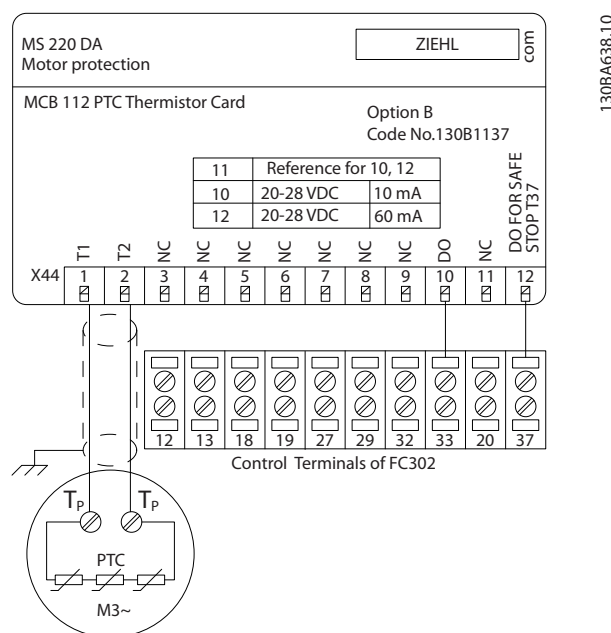


Ilustración 11.15 Instalación del MCB 112

**Certificación ATEX con FC 102, FC 202 y FC 302**

El MCB 112 ha sido certificado para ATEX, lo que significa que el convertidor de frecuencia junto con el MCB 112 puede utilizarse con motores en atmósferas potencialmente explosivas. Para obtener información más detallada, consulte el *Manual de funcionamiento de VLT® PTC Thermistor Card MCB 112*.



Ilustración 11.16 Atmósfera explosiva (ATEX)

**Datos eléctricos****Conexión de resistencia**

PTC conforme con las normas DIN 44081 y DIN 44082

|                                   |                                                                         |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Número                            | 1-6 resistencias en serie                                               |
| Valor de desconexión              | 3,3 $\Omega$ -3,65 $\Omega$ -3,85 $\Omega$                              |
| Valor de reinicio                 | 1,7 $\Omega$ -1,8 $\Omega$ -1,95 $\Omega$                               |
| Tolerancia de disparo             | $\pm 6$ °C                                                              |
| Resistencia total del lazo sensor | < 1,65 $\Omega$                                                         |
| Tensión del terminal              | $\leq 2,5$ V para $R \leq 3,65$ $\Omega$ , $\leq 9$ V para $R = \infty$ |
| Intensidad de sensor              | $\leq 1$ mA                                                             |
| Cortocircuito                     | $20$ $\Omega \leq R \leq 40$ $\Omega$                                   |
| Consumo de energía                | 60 mA                                                                   |

**Condiciones de prueba**

EN 60 947-8

|                                                          |                                    |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Medida de resistencia a los transitorios de sobretensión | 6000 V                             |
| Categoría de sobretensión                                | III                                |
| Grado de polución                                        | 2                                  |
| Medida de tensión de aislamiento Vbis                    | 690 V                              |
| Aislamiento galvánico fiable hasta VI                    | 500 V                              |
| Temperatura ambiente de func.                            | De $-20$ °C a $+60$ °C             |
| Humedad                                                  | Calor seco EN 60068-2-1            |
| Resistencia a la vibración                               | 5-95 %, no se permite condensación |
| Resistencia al impacto                                   | De 10 a 1000 Hz 1,14 g             |
|                                                          | 50 g                               |

**Valores sistema de seguridad**EN 61508 para  $T_u = 75$  °C continuados

|                                 |                                                                                    |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| SIL                             | 2 para ciclo de mantenimiento de 2 años<br>1 para ciclo de mantenimiento de 3 años |
| HFT                             | 0                                                                                  |
| PDF (para test funcional anual) | $4,10 \cdot 10^{-3}$                                                               |
| SFF                             | 78%                                                                                |
| $\lambda_s + \lambda_{DD}$      | 8494 FIT                                                                           |
| $\lambda_{DU}$                  | 934 FIT                                                                            |
| Número de pedido 130B1137       |                                                                                    |

## 11.2.7 VLT® Extended Relay Card MCB 113

El MCB 113 añade 7 entradas digitales, 2 salidas analógicas y 4 relés SPDT a la E/S estándar del convertidor de frecuencia para una mayor flexibilidad y para cumplir con las recomendaciones alemanas NAMUR NE37.

El MCB 113 es una opción C1 estándar para el VLT® AutomationDrive y se detecta automáticamente después del montaje.

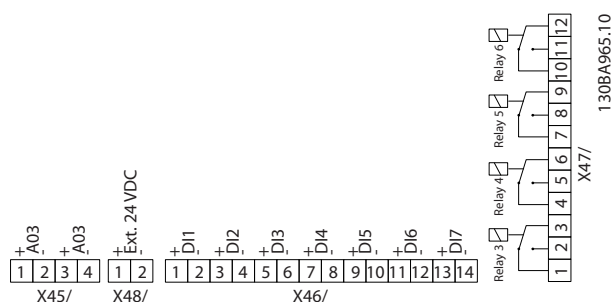


Ilustración 11.17 Conexiones eléctricas del MCB 113

El MCB 113 puede conectarse a una alimentación externa de 24 V en X58/ a fin de asegurar el aislamiento galvánico entre el VLT® AutomationDrive y la tarjeta de opción. Si no se necesita aislamiento galvánico, la tarjeta de opción puede alimentarse mediante los 24 V internos del convertidor de frecuencia.

### AVISO!

Es correcto combinar señales de 24 V con señales de alta tensión en los relés, siempre y cuando exista un relé no utilizado entre medias.

Para configurar el MCB 113, use los grupos de parámetros 5-1\* Entradas digitales, 6-7\* Salida analógica 3, 6-8\* Salida analógica 4, 14-8\* Opciones, 5-4\* Relés y 16-6\* Entradas y salidas.

### AVISO!

En el grupo de parámetros 5-4\* Relés, la matriz [2] es el relé 3, la matriz [3] es el relé 4, la matriz [4] es el relé 5 y la matriz [5] es el relé 6.

### Datos eléctricos

#### Relés

|                                                                      |                                             |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Números                                                              | 4 SPDT                                      |
| Carga a 250 V CA / 30 V CC                                           | 8 A                                         |
| Carga a 250 V CA / 30 V CC con $\cos = 0,4$                          | 3,5 A                                       |
| Categoría de sobretensión (contacto-tierra)                          | III                                         |
| Categoría de sobretensión (contacto-contacto)                        | II                                          |
| Combinación de señales de 250 V y 24 V                               | Posible con un relé intermedio no utilizado |
| Máximo retardo de respuesta                                          | 10 ms                                       |
| Aislado del suelo/chasis para uso en sistemas de redes informáticas. |                                             |

#### Entradas digitales

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Números                     | 7        |
| Rango                       | 0/24 V   |
| Modo                        | PNP/ NPN |
| Impedancia de entrada       | 4 kW     |
| Nivel bajo disparo          | 6,4 V    |
| Nivel alto disparo          | 17 V     |
| Máximo retardo de respuesta | 10 ms    |

## Salidas analógicas

|            |           |
|------------|-----------|
| Números    | 2         |
| Rango      | 0/4-20 mA |
| Resolución | 11 bits   |
| Linealidad | <0,2 %    |

### 11.2.8 Opción VLT® Sensor Input MCB 114

La tarjeta de opción de entrada del sensor MCB 114 debe utilizarse, por ejemplo, en los siguientes casos:

- Entrada del sensor para transmisores de temperatura PT100 y PT1000 para supervisar las temperaturas de los cojinetes
- Como una ampliación general de la selección de entradas analógicas con una entrada adicional para el control multizona o mediciones de presión diferencial
- Soporte ampliado Controladores PID con E/S para consignas, entradas de transmisor / sensor

Los motores típicos, diseñados con sensores de temperatura para proteger a los cojinetes de la sobrecarga, están equipados con 3 sensores de temperatura PT100/1000. Uno delante, uno en el extremo trasero del cojinete y uno en los bobinados del motor. La opción MCB 114 de (Danfoss) es compatible con sensores de 2 o 3 cables con límites de temperatura individual para un exceso o defecto de temperatura. Una detección automática del tipo de sensor, PT100 o PT1000 tiene lugar en el arranque.

La opción puede generar una alarma si la temperatura medida queda por debajo del límite inferior o por encima del límite especificado por el usuario. La temperatura individual medida en cada entrada del sensor puede leerse en la pantalla o en los parámetros de lectura de datos. Si tiene lugar una alarma, los relés o las salidas digitales pueden programarse para que estén activas seleccionando [21] *Advertencia térmica* en el grupo de parámetros 5-\*\* *E/S digital*.

Un estado de error tiene un número común de advertencia / alarma asociado, que es Alarma / advertencia 20, Temp. input error. Cualquier salida puede programarse para estar activa en caso de emitirse una advertencia o alarma.

#### 11.2.8.1 Especificaciones mecánicas y eléctricas

## Entrada analógica

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Número de entradas analógicas | 1                 |
| Formato                       | 0-20 mA o 4-20 mA |
| Cables                        | 2                 |
| Impedancia de entrada         | <200 Ω            |
| Tasa de muestreo              | 1 kHz             |
| Filtro de tercer orden        | 100 Hz a 3 dB     |

La opción puede suministrar 24 V CC al sensor analógico (terminal 1).

## Entrada de sensor de temperatura

|                                                       |                                          |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| N.º de entradas analógicas compatibles con PT100/1000 | 3                                        |
| Tipo de señal                                         | PT100/1000                               |
| Conexión                                              | PT100 2 o 3 cables / PT1000 2 o 3 cables |
| Frecuencia PT100 y entrada PT1000                     | 1 Hz para cada canal                     |
| Resolución                                            | 10 bits                                  |
|                                                       | -50-204 °C                               |
| Intervalo de temperaturas                             | -58-399 °F                               |

#### Aislamiento galvánico

Los sensores que se van a conectar deben estar galvánicamente aislados del nivel de tensión de red.

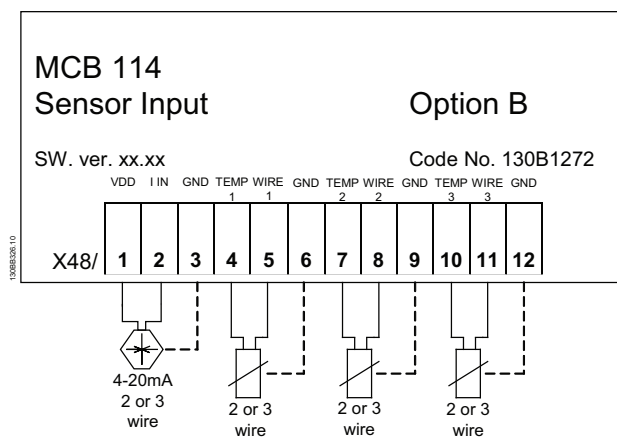
CEI 61800-5-1 y UL508C

#### Cableado

Longitud máxima de cable de señal

500 m

### 11.2.8.2 Cableado eléctrico



| Terminal | Nombre         | Función                                             |
|----------|----------------|-----------------------------------------------------|
| 1        | VDD            | 24 V CC para suministrar al sensor 4-20 mA          |
| 2        | I in           | Entrada de 4-20 mA                                  |
| 3        | GND (tierra)   | Entrada analógica GND (conexión a tierra)           |
| 4, 7, 10 | Temp 1, 2, 3   | Entrada de temperatura                              |
| 5, 8, 11 | Cable 1, 2 y 3 | 3.ª entrada de cable si se usan 3 sensores de cable |
| 6, 9, 12 | GND (tierra)   | Entrada temp. GND (conexión a tierra)               |

Ilustración 11.18 MCB 114

## 11.2.9 VLT® Safe Option MCB 15x

### AVISO!

Para obtener más información sobre MCB 15x, consulte el *Manual de funcionamiento de MCB 15x Safe Option*.

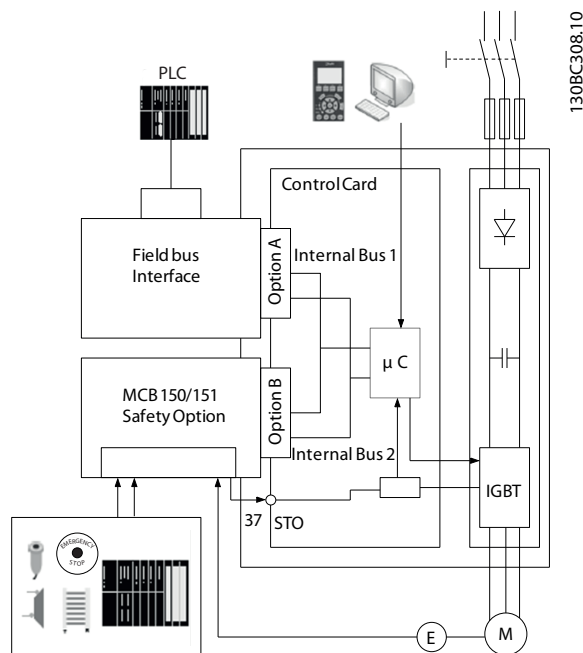


Ilustración 11.19 Sistema de convertidor de frecuencia seguro

El MCB 15x realiza funciones de seguridad de acuerdo con EN CEI 61800-5-2. Controla las secuencias de movimientos de seguridad en los convertidores de frecuencia, que se detienen y desconectan de forma segura en caso de error. El MCB 15x está integrado en VLT® AutomationDrive FC 302 y requiere una señal de una unidad de sensor. Un sistema de convertidor de frecuencia seguro de (Danfoss) consiste en lo siguiente:

- Convertidor de frecuencia, VLT® AutomationDrive FC 302
- MCB 15x integrado en el convertidor de frecuencia

El MCB 15x

- activa las funciones de seguridad
- controla las secuencias de movimientos seguros
- señala el estado de las funciones de seguridad al sistema de control de seguridad mediante el bus de campo Profibus que esté conectado
- activa la reacción de fallo seleccionada Desconexión segura de par o Parada de seguridad 1, en caso de error

Hay dos variantes del MCB 15x, una con interfaz de encoder HTL (MCB 151) y una con interfaz de encoder TTL (MCB 150).

El MCB 15x Safe Option se construye como opción estándar para el VLT® AutomationDrive FC 302 y se detecta automáticamente después del montaje.

El MCB 15x puede utilizarse para controlar la parada, arranque o velocidad de un dispositivo giratorio o de movimiento lateral. Como control de velocidad, la opción a menudo se utiliza junto con una protección rígida, puertas de acceso y puertas de seguridad con interruptores de seguridad con bloqueo y desbloqueo solenoides. Cuando la velocidad del dispositivo controlado cae por debajo del punto de conmutación ajustado (cuando su velocidad ya no se considera peligrosa), el MCB 15x establece la salida S37 baja. Esto permite al operador abrir la puerta de seguridad. En aplicaciones de control de velocidad, la salida de seguridad S37 es alta para el funcionamiento (cuando la velocidad del motor del dispositivo controlado es inferior al punto de conmutación ajustado). Cuando la velocidad supera el valor establecido, lo que indica una velocidad demasiado alta (peligrosa), la salida de seguridad es baja.

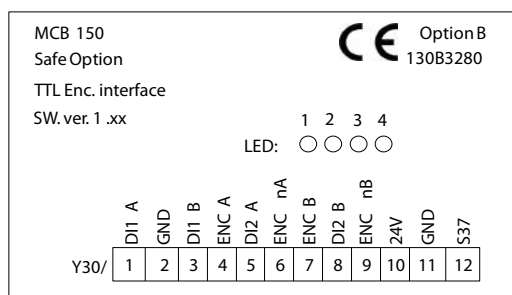
El convertidor de frecuencia

- retira la alimentación al motor,
- cambia el motor a sin par si se ha activado la Desconexión segura de par

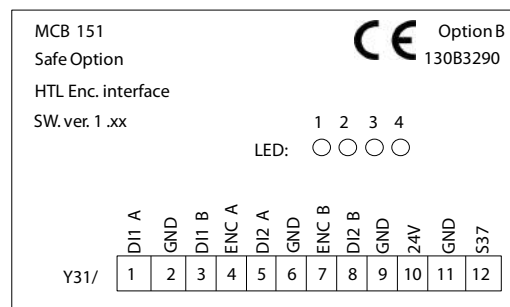
El sistema de control de seguridad

- activa las funciones de seguridad mediante entradas del MCB 15x
- evalúa señales de los dispositivos de seguridad, como
  - pulsadores de parada de emergencia
  - interruptor magnético sin contacto
  - interruptor de parada
  - Dispositivos de cortina de luz
- procesa la función de estado del MCB 15x
- proporciona una conexión segura entre el MCB 15x y el sistema de control de seguridad
- ofrece una detección de fallos al activar las funciones de seguridad (derivaciones, cortocircuitos) en señales entre el sistema de control de seguridad y el MCB 15x

Vista frontal



130BC306.10



130BC307.10

Ilustración 11.21 MCB 151

Ilustración 11.20 MCB 150

Especificaciones técnicas

MCB 150 / MCB 151

|                                 |                                                          |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Consumo de energía              | 2 W (consumo de energía equivalente relacionado con VDD) |
| Consumo de corriente VCC (5 V)  | <200 mA                                                  |
| Consumo de corriente VDD (24 V) | <30 mA (<25 mA para MCB 150)                             |

Entradas digitales

|                                                       |                                                                         |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Número de entradas digitales                          | 4 (2 × 2 canales de entrada de seguridad digital)                       |
| Intervalo de tensión de entrada                       | De 0 a 24 V CC                                                          |
| Tensión de entrada, lógica «0»                        | <5 V CC                                                                 |
| Tensión de entrada, lógica «1»                        | >12 V CC                                                                |
| Tensión de entrada (máx.)                             | 28 V CC                                                                 |
| Intensidad de entrada (mín.)                          | 6 mA a V en = 24 V (intensidad de entrada 12 mA pico)                   |
| Resistencia de entrada                                | aprox. 4 kΩ                                                             |
| Aislamiento galvánico                                 | No                                                                      |
| Protección contra cortocircuitos                      | Sí                                                                      |
| Tiempo de reconocimiento de impulsos de entrada (mín) | 3 ms                                                                    |
| Tiempo de discrepancia (mín)                          | 9 ms                                                                    |
| Longitud del cable                                    | <30 m (cable apantallado o no apantallado)<br>>30 m (cable apantallado) |

Salida digital (salida segura)

|                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Número de salidas                     | 1                         |
| Tensión de salida baja                | <2 V CC                   |
| Tensión de salida alta                | >19,5 V CC                |
| Tensión de salida (máx.)              | 24,5 V CC                 |
| Intensidad de salida nominal (a 24 V) | <100 mA                   |
| Intensidad de salida nominal (a 0 V)  | <0,5 mA                   |
| Aislamiento galvánico                 | No                        |
| Impulso de prueba de diagnóstico      | 300 us                    |
| Protección contra cortocircuitos      | Sí                        |
| Longitud del cable                    | <30 m (cable apantallado) |

**Entrada de encoder TTL (MCB 150)**

|                                             |                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Número de entradas de encoder               | 4 (2 entradas diferenciales A/A, B/B)                                                                                                             |
| Tipos de encoder                            | TTL, RS-422 / RS-485 encoders incrementales                                                                                                       |
| Intervalo de tensión diferencial de entrada | De -7 a +12 V CC                                                                                                                                  |
| Tensión de modo común de entrada            | De -12 a +12 V CC                                                                                                                                 |
| Tensión de entrada, lógica «0» (dif.)       | <-200 mV CC                                                                                                                                       |
| Tensión de entrada, lógica «1» (dif.)       | >+200 mV CC                                                                                                                                       |
| Resistencia de entrada                      | aprox. 120 $\Omega$                                                                                                                               |
| Frecuencia máxima                           | 410 KHz                                                                                                                                           |
| Protección contra cortocircuitos            | Sí                                                                                                                                                |
| Longitud del cable                          | <150 m (probado con cable apantallado, Heidenhain AWM estilo 20963, 80 °C, 30 V, E63216, 100 m cable de motor apantallado, sin carga en el motor) |

**Entrada de encoder HTL (MCB 151)**

|                                  |                                                                                                                                                   |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Número de entradas de encoder    | 2 (2 entradas de un solo extremo A; B)                                                                                                            |
| Tipos de encoder                 | Encoders incrementales HTL; sensor de proximidad HTL                                                                                              |
| Entrada lógica                   | PNP                                                                                                                                               |
| Intervalo de tensión de entrada  | De 0 a 24 V CC                                                                                                                                    |
| Tensión de entrada, lógica «0»   | <5 V CC                                                                                                                                           |
| Tensión de entrada, lógica «1»   | >12 V CC                                                                                                                                          |
| Tensión de entrada (máx.)        | 28 V CC                                                                                                                                           |
| Resistencia de entrada           | aprox. 4 $\Omega$                                                                                                                                 |
| Frecuencia máxima                | 110 kHz                                                                                                                                           |
| Protección contra cortocircuitos | Sí                                                                                                                                                |
| Longitud del cable               | <100 m (probado con cable apantallado, Heidenhain AWM estilo 20963, 80 °C, 30 V, E63216, 100 m cable de motor apantallado, sin carga en el motor) |

**Alimentación de salida de 24 V**

|                                  |                                                                         |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Tensión de alimentación          | 24 V CC (tolerancia de tensión: de +0,5 V CC a -4,5 V CC)               |
| Intensidad de salida máxima      | 150 mA                                                                  |
| Protección contra cortocircuitos | Sí                                                                      |
| Longitud del cable               | <30 m (cable apantallado o no apantallado)<br>>30 m (cable apantallado) |

**Sección E/S a tierra**

|                    |                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Longitud del cable | <30 m (cable apantallado o no apantallado)<br>>30 m (cable apantallado) |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|

**Secciones transversales del cable**

|                                                         |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tensión de alimentación de entradas / salidas digitales | 0,75 mm <sup>2</sup> / AWG 18, AEH sin reborde de plástico de acuerdo con DIN 46228/1 |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

**Características de reinicio**

|                                                   |                                                                               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Tiempo de reinicio manual                         | ≤5 ms (MCB 15x)<br>≤5 ms (convertidor de frecuencia)<br>≤10 ms (bus de campo) |
| Tiempo de impulsos de reinicio manual             | 10 $\mu$ s (MCB 15x y convertidor de frecuencia)                              |
| Tiempo de reinicio automático                     | ≤4 ms                                                                         |
| Tiempo de reinicio de arranque                    | ≤5 s (42-90 Restart Safe Option)                                              |
| Tiempo de respuesta                               |                                                                               |
| Tiempo de respuesta de entrada a salida           | ≤2 ms                                                                         |
| Parada de emergencia hasta el inicio de SS1 / SLS | ≤7 ms                                                                         |
| Tiempo de detección de fallo cruzado              | ≤3 ms (con la salida activada)                                                |

### 11.2.10 Adaptador VLT® de opciones C MCF 106

El Adaptador de opciones C MCF 106 hace posible añadir una opción adicional B al convertidor de frecuencia. Puede instalarse una opción A y una opción B en las ranuras A y B estándar de la tarjeta de control y pueden instalarse hasta dos opciones B en el Adaptador de opciones C.

Para obtener más información, consulte las *Instrucciones de instalación del VLT® AutomationDrive FC 300, Adaptador de opciones C MCF 106*.

## 11.3 Opciones de control de movimiento

### Pedidos

Las Opciones de control de movimiento (MCO) se suministran como tarjetas de opción para la instalación de campo o como opciones integradas. Para la actualización, compre un kit de montaje. Toda protección tiene su propio kit de montaje. El MCO 3xx se debe utilizar en la ranura C0, pero se puede combinar con otra opción en la ranura C1.

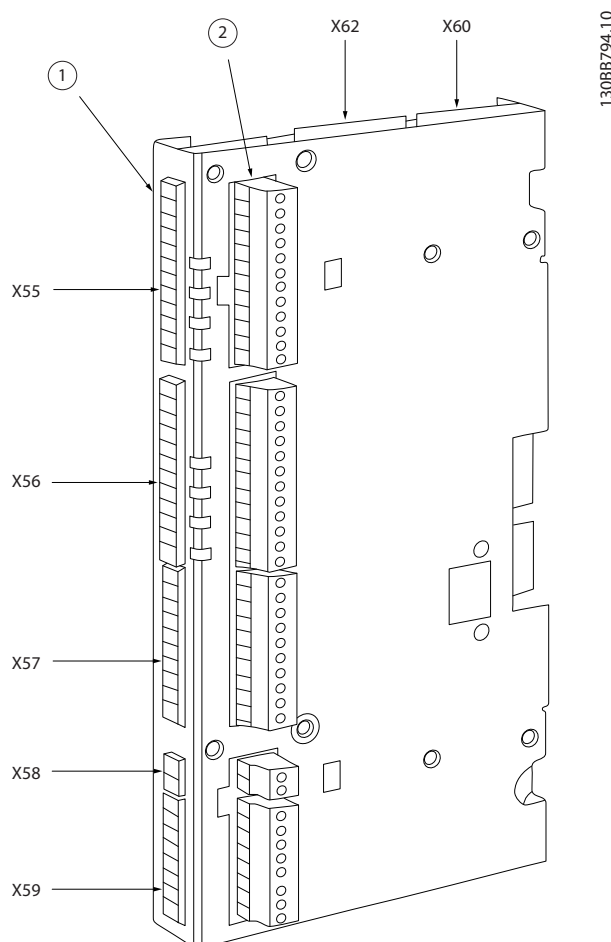
| Kit de montaje según el tipo de protección | N.º de pedido |
|--------------------------------------------|---------------|
| <b>Bookstyle</b>                           |               |
| A2 y A3 (40 mm para una opción C)          | 130B7530      |
| A2 y A3 (60 mm para la opción C0 + C1)     | 130B7531      |
| B3 (40 mm para una opción C)               | 130B1413      |
| B3 (60 mm para una opción C0 + C1)         | 130B1414      |
| <b>Compacto</b>                            |               |
| A5                                         | 130B7532      |
| B, C, D, E y F (excepto B3)                | 130B7533      |

Tabla 11.4 Números de pedido de kit de montaje

### Especificaciones técnicas

Para protecciones A5, B1 y B2 todos los terminales de MCO 3xx están ubicados cerca de la tarjeta de control. Retire la cubierta frontal para obtener acceso.

Los terminales de control de MCO son conectores de alimentación con terminales con tornillo. Los terminales X55, X56, X57, X58 y X59 están duplicados para utilizarse tanto para estilo libro como para protecciones compactas.



|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| 1   | Bloque de terminales para estilo libro |
| 2   | Bloque de terminales para compactas    |
| X55 | Encoder 2                              |
| X56 | Encoder 1                              |
| X57 | Entradas digitales                     |
| X58 | Alimentación de 24 V CC                |
| X59 | Salidas digitales                      |
| X62 | Bus CAN MCO                            |
| X60 | Conexiones de depuración (RS-485)      |

Ilustración 11.22 Ubicación de los bloques de terminales

## Descripción de terminales

| Número de terminal | Nombre descriptivo del encoder 2 (realimentación) |
|--------------------|---------------------------------------------------|
| 1                  | Fuente de alimentación de +24 V                   |
| 2                  | Fuente de alimentación de +8 V                    |
| 3                  | Fuente de alimentación de +5 V                    |
| 4                  | GND (tierra)                                      |
| 5                  | A                                                 |
| 6                  | A no                                              |
| 7                  | B                                                 |
| 8                  | B no                                              |
| 9                  | Z / reloj                                         |
| 10                 | Z no / reloj no                                   |
| 11                 | DATOS                                             |
| 12                 | DATOS no                                          |

Tabla 11.5 Bloque de terminales X55

| Número de terminal | Nombre descriptivo del encoder 1 (maestro) |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 1                  | Fuente de alimentación de +24 V            |
| 2                  | N/A                                        |
| 3                  | Fuente de alimentación de +5 V             |
| 4                  | GND (tierra)                               |
| 5                  | A                                          |
| 6                  | A no                                       |
| 7                  | B                                          |
| 8                  | B no                                       |
| 9                  | Z / reloj                                  |
| 10                 | Z no / reloj no                            |
| 11                 | DATOS                                      |
| 12                 | DATOS no                                   |

Tabla 11.6 Bloque de terminales X56

| Número de terminal | Nombre descriptivo de entradas digitales |
|--------------------|------------------------------------------|
| 1                  | Entrada digital                          |
| 2                  | Entrada digital                          |
| 3                  | Entrada digital                          |
| 4                  | Entrada digital                          |
| 5                  | Entrada digital                          |
| 6                  | Entrada digital                          |
| 7                  | Entrada digital                          |
| 8                  | Entrada digital                          |
| 9                  | Entrada digital                          |
| 10                 | Entrada digital                          |

Tabla 11.7 Bloque de terminales X57

| Número de terminal | Nombre descriptivo de la fuente de alimentación |
|--------------------|-------------------------------------------------|
| 1                  | Fuente de alimentación de +24 V                 |
| 2                  | GND (tierra)                                    |

Tabla 11.8 Bloque de terminales X58

| Número de terminal | Nombre descriptivo de salidas digitales |
|--------------------|-----------------------------------------|
| 1                  | Salida / entrada digital                |
| 2                  | Salida / entrada digital                |
| 3                  | Salida digital                          |
| 4                  | Salida digital                          |
| 5                  | Salida digital                          |
| 6                  | Salida digital                          |
| 7                  | Salida digital                          |
| 8                  | Salida digital                          |

Tabla 11.9 Bloque de terminales X59

| Número de terminal | Depuración MCO (RS-485) |
|--------------------|-------------------------|
| <sup>1</sup> CS    | Selección de control    |
| 62                 | RxD / TxD - N           |
| 63                 | RxD / TxD - N           |
| 66                 | 0 V                     |
| 67                 | +5 V                    |

Tabla 11.10 Bloque de terminales X60

| Número de terminal | Bus CAN MCO |
|--------------------|-------------|
| 1                  | N/A         |
| 2                  | CAN - L     |
| 3                  | DRENAJE     |
| 4                  | CAN - H     |
| 5                  | N/A         |

Tabla 11.11 Bloque de terminales X62

### 11.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

El MCO 305 es un controlador de movimientos libremente programable e integrado para los modelos FC 301 y FC 302, consulte el *capítulo 11.3.1 Opciones de control de movimiento* para obtener más información.

### 11.3.2 VLT® Synchronising Controller MCO 350

#### **AVISO!**

El bloque de terminales X59 ha fijado una función para el MCO 350.

#### **AVISO!**

El bloque de terminales X62 no es compatible con el MCO 350.

#### **AVISO!**

El bloque de terminales X60 no se utiliza para el MCO 350.

Para obtener más información, consulte *capítulo 11.3.1 Opciones de control de movimiento*.

### 11.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

#### **AVISO!**

El bloque de terminales X59 ha fijado una función para el MCO 351.

#### **AVISO!**

El bloque de terminales X62 no es compatible con el MCO 351.

#### **AVISO!**

El bloque de terminales X60 no se utiliza para el MCO 351.

Para obtener más información, consulte *capítulo 11.3.1 Opciones de control de movimiento*.

## 11.4 Accesorios

### 11.4.1 Resistencias de freno

En aplicaciones en las que el motor se utiliza como freno, se genera energía en el motor y se devuelve al convertidor de frecuencia. Si la energía no puede ser transportada de nuevo al motor, se incrementará la tensión en la línea de CC del convertidor de frecuencia. En aplicaciones con frenados frecuentes y / o cargas de inercia elevada, este aumento puede producir una desconexión por sobretensión en el convertidor de frecuencia y, finalmente, una parada del sistema. Se utilizan resistencias de freno para disipar el exceso de energía resultante del frenado regenerativo. La resistencia se selecciona conforme a su valor en ohmios, su velocidad de disipación de potencia y su tamaño físico. (Danfoss) ofrece una amplia variedad de resistencias diferentes especialmente diseñadas para nuestros convertidores de frecuencia. Consulte el *capítulo 5.5.3 Control con Función de freno* para seleccionar las dimensiones de las resistencias de freno. Los números de códigos pueden encontrarse en el *capítulo 7 Procedimiento para realizar pedidos*.

### 11.4.2 Filtros sinusoidales

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

Para el FC 300, (Danfoss) suministra un filtro sinusoidal para amortiguar el ruido acústico del motor.

El filtro reduce el tiempo de rampa de aceleración de la tensión, la tensión pico de carga  $U_{PICO}$  y la corriente de rizado  $\Delta I$  al motor, lo que significa que la corriente y la tensión se vuelven casi sinusoidales. En consecuencia, el ruido acústico del motor se reduce al mínimo.

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

### 11.4.3 Filtros dU/dt

Los filtros dU/dt son filtros de paso bajo de modo diferencial que reducen las tensiones pico entre fases en el terminal del motor y reducen el tiempo de subida a un nivel que reduce el esfuerzo del aislamiento de los bobinados del motor. Esto es un problema, especialmente en cables de motor cortos.

En comparación con los filtros sinusoidales (consulte el capítulo 11.4.2 *Filtros sinusoidales*), los filtros dU/dt tienen una frecuencia de corte superior a la frecuencia de conmutación.

### 11.4.4 Filtros de modo común

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

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

### 11.4.5 Filtros armónicos

Los filtros AHF 005 y AHF 010 de Danfoss son filtros armónicos avanzados que no pueden compararse con filtros de trampa armónica tradicionales. Los filtros armónicos de Danfoss han sido especialmente diseñados para adaptarse a los convertidores de frecuencia Danfoss.

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

### 11.4.6 Kit de protección IP21 / Tipo 1

IP20 / IP4X parte superior / TIPO 1 es una protección opcional disponible para las unidades IP20 compactas. Si se utiliza el kit de protección, una unidad IP20 sube a la categoría de protección IP21 / 4X parte superior / TIPO 1.

La IP4X parte superior puede aplicarse a todas las variantes estándar IP20 de FC 30X.

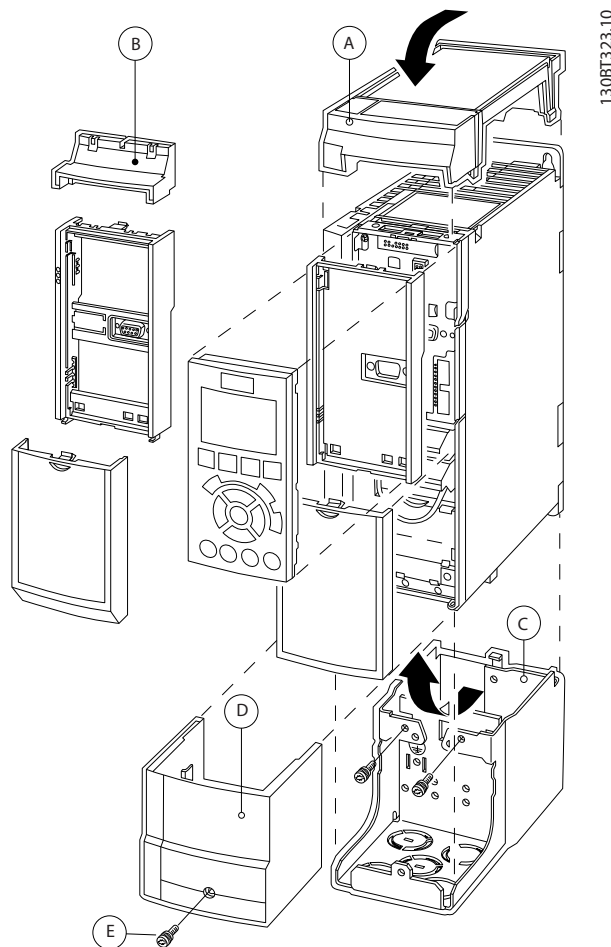


Ilustración 11.23 Tipo de protección A2

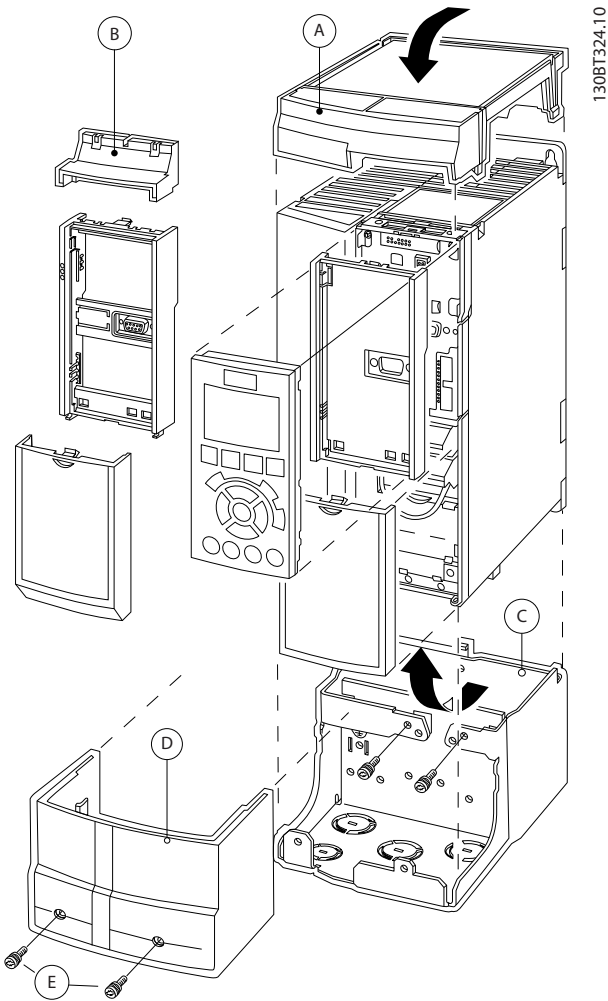


Ilustración 11.24 Tipo de protección A3

|   |                 |
|---|-----------------|
| A | Tapa superior   |
| B | Ala             |
| C | Pieza base      |
| D | Tapa de la base |
| E | Tornillo/s      |

Tabla 11.12 Leyenda para Ilustración 11.23 y Ilustración 11.24

Coloque la tapa superior tal como indica la imagen. Si se usa la opción A o B, el ala debe ajustarse de forma que tape la entrada superior. Coloque la pieza base C en la parte inferior del convertidor de frecuencia y use las abrazaderas de la bolsa de accesorios para sujetar correctamente los cables.

Orificios para prensacables:

- Tamaño A2: 2xM25 y 3xM32
- Tamaño A3: 3xM25 y 3xM32

| Tipo de protección | Altura A [mm] | Anchura B [mm] | Profundidad C* [mm] |
|--------------------|---------------|----------------|---------------------|
| A2                 | 372           | 90             | 205                 |
| A3                 | 372           | 130            | 205                 |
| B3                 | 475           | 165            | 249                 |
| B4                 | 670           | 255            | 246                 |
| C3                 | 755           | 329            | 337                 |
| C4                 | 950           | 391            | 337                 |

Tabla 11.13 Dimensiones del

\* Si se utiliza la opción A / B, aumenta la profundidad (consulte capítulo 8.2.1 Dimensiones mecánicas para obtener más información).

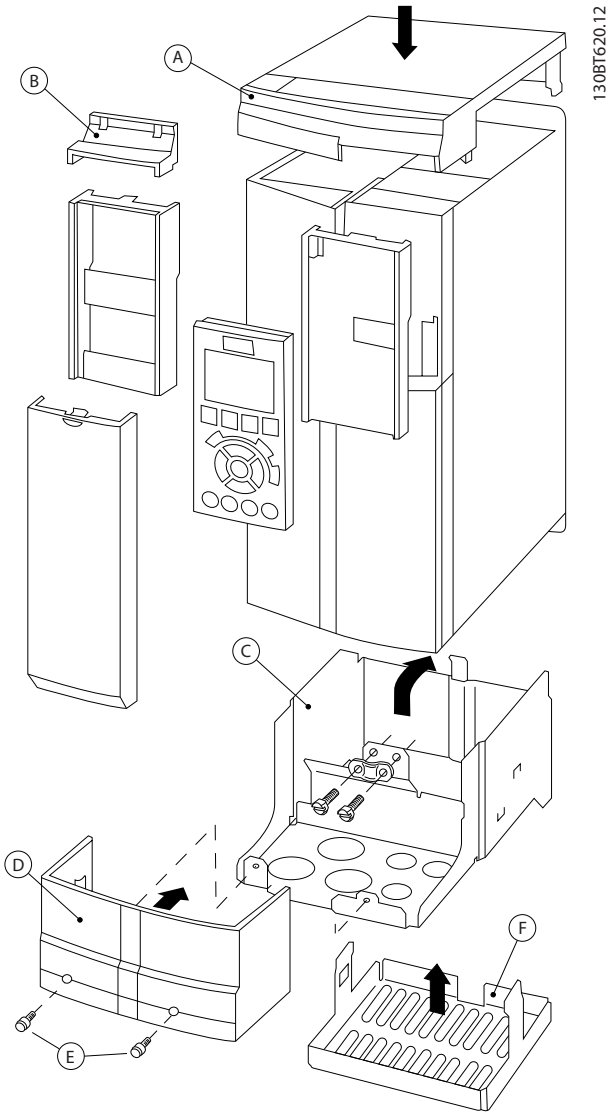


Ilustración 11.25 Tipo de protección B3

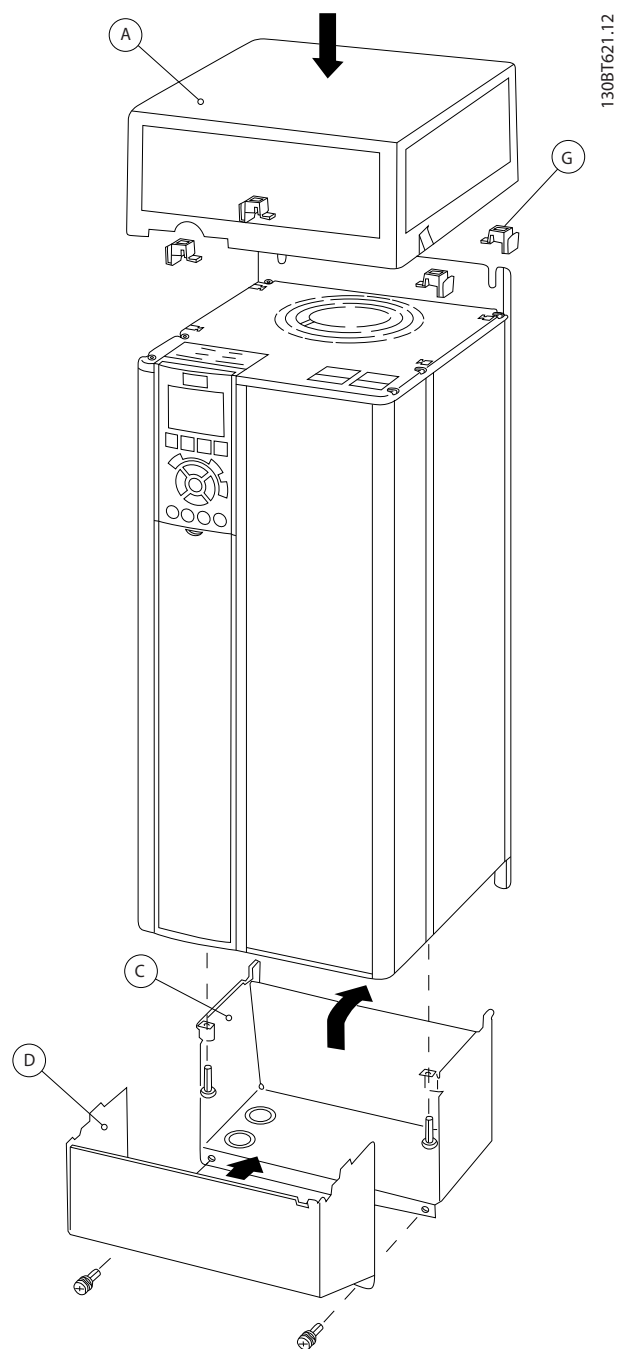


Ilustración 11.26 Tipos de protección B4-C3-C4

|   |                     |
|---|---------------------|
| A | Tapa superior       |
| B | Ala                 |
| C | Pieza base          |
| D | Tapa de la base     |
| E | Tornillo/s          |
| F | Tapa del ventilador |
| G | Clip superior       |

Tabla 11.14 Leyenda para Ilustración 11.25 y Ilustración 11.25

Cuando se usa el módulo de opción A y / o el módulo de opción B, el ala (B) debe ajustarse a la tapa superior (A).

### AVISO!

La instalación lado a lado no es posible cuando se utiliza el Kit de protección IP21 / IP4X / TIPO 1

#### 11.4.7 Kit de montaje remoto para LCP

El LCP se puede llevar al frontal de un armario utilizando el kit de montaje remoto. La protección es la IP66. Los tornillos deben apretarse con un par máximo de 1 Nm.

La protección del LCP tiene la clasificación IP66

| Protección                                    | IP66 delantero |
|-----------------------------------------------|----------------|
| Longitud máx. del cable entre LCP y la unidad | 3 m            |
| Estándar de comunicaciones                    | RS-485         |

Tabla 11.15 Datos técnicos

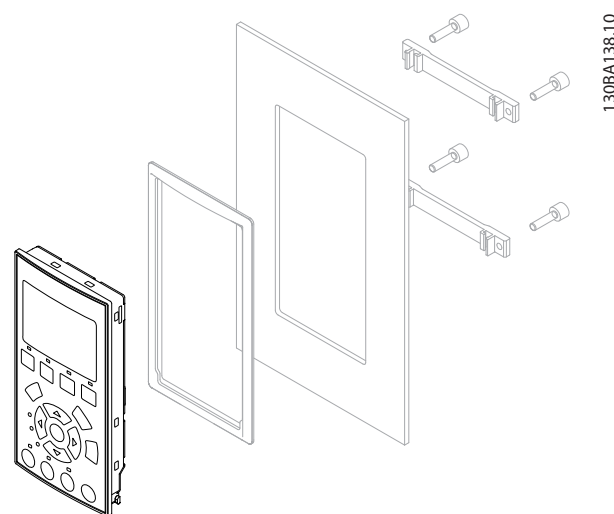


Ilustración 11.27 Kit LCP con LCP gráfico, sujetaciones, cable de 3 m y junta.

Referencia 130B1113

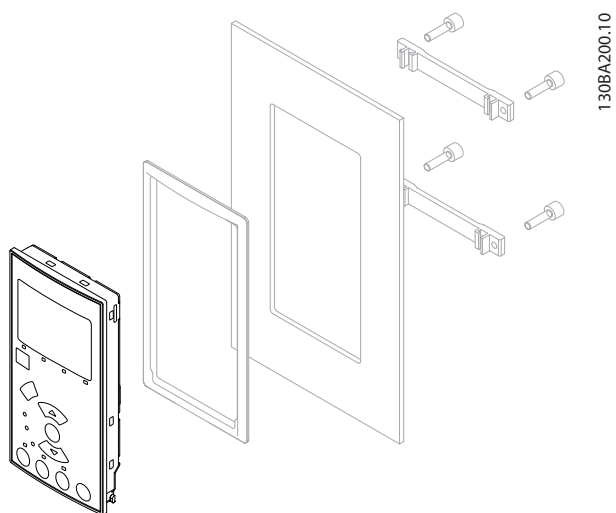


Ilustración 11.28 Kit LCP con LCP numérico, sujetones y junta.  
N.º de pedido 130B1114

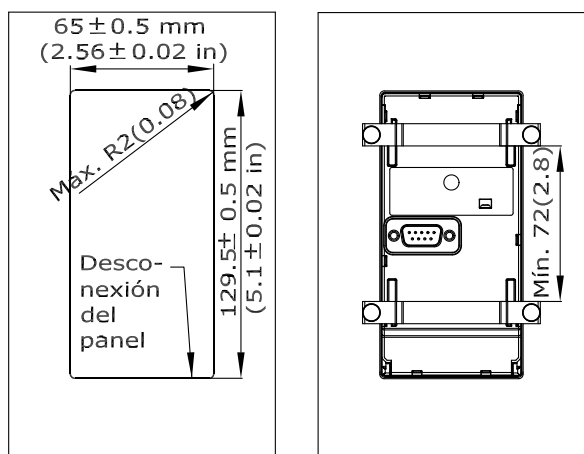


Ilustración 11.29 Dimensiones del

## 11.4.8 Soporte de montaje para tipos de protección A5, B1, B2, C1 y C2

### Paso 1

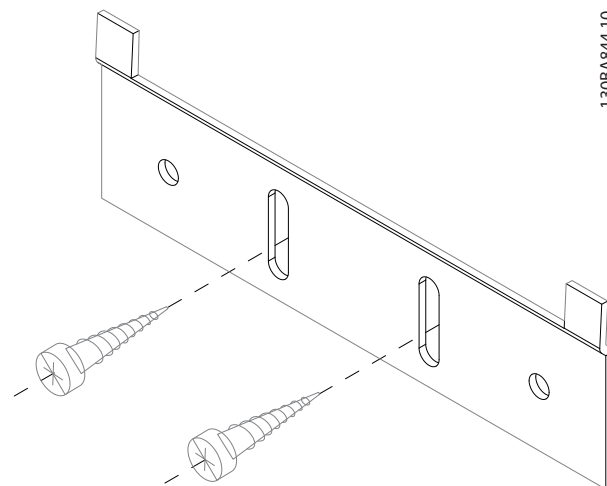


Ilustración 11.30 Soporte inferior

Coloque el soporte inferior y fíjelo con tornillos. No apriete los tornillos al máximo, ya que esto dificultaría el montaje del convertidor de frecuencia.

### Paso 2

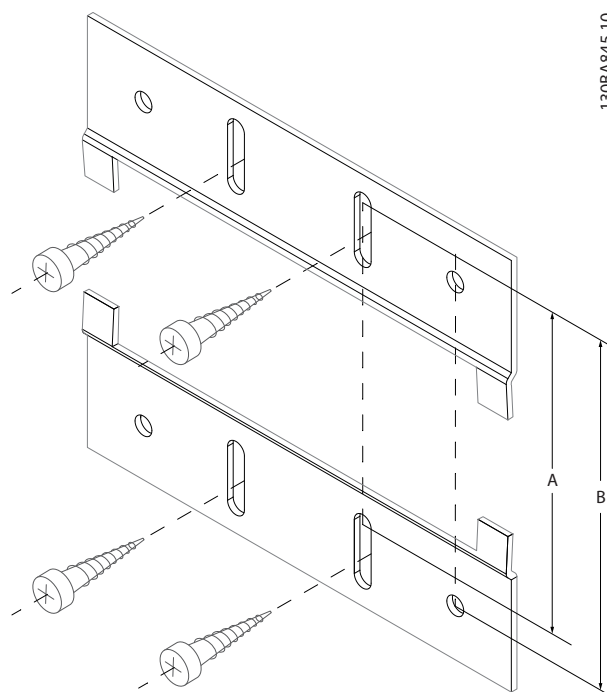


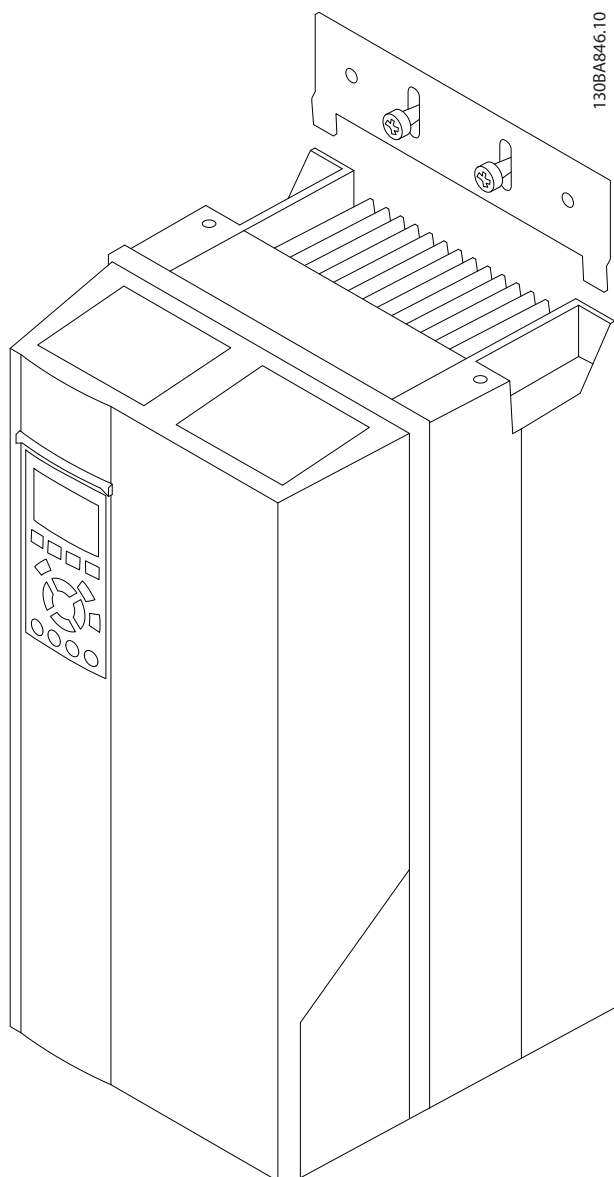
Ilustración 11.31 Soporte superior

Mida la distancia A o B y coloque el soporte superior, pero sin apretarlo. Consulte las dimensiones en la *Tabla 11.16*.

| Protección | IP       | A [mm] | B [mm] | Número de pedido |
|------------|----------|--------|--------|------------------|
| A5         | 55/66    | 480    | 495    | 130B1080         |
| B1         | 21/55/66 | 535    | 550    | 130B1081         |
| B2         | 21/55/66 | 705    | 720    | 130B1082         |
| B3         | 21/55/66 | 730    | 745    | 130B1083         |
| B4         | 21/55/66 | 820    | 835    | 130B1084         |

**Tabla 11.16** Detalles

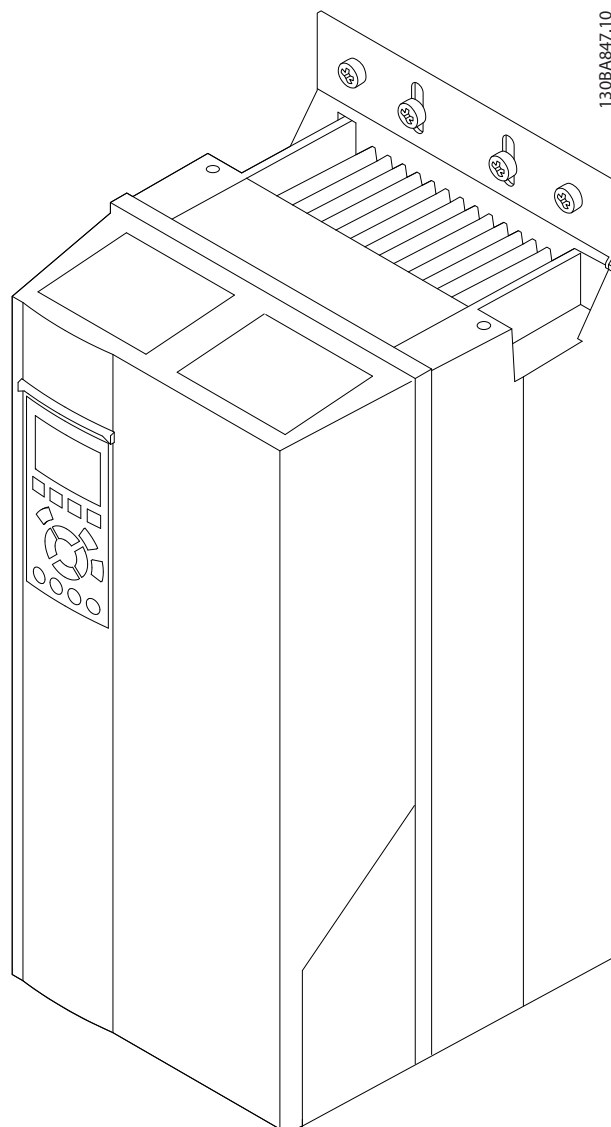
**Paso 3**



**Ilustración 11.32** Colocación

Coloque el convertidor de frecuencia en el soporte inferior, levante el soporte superior. Cuando el convertidor de frecuencia se encuentra en su posición, baje el soporte superior.

**Paso 4**



**Ilustración 11.33** Apretado de los tornillos

Ahora, apriete los tornillos. Para obtener una mayor seguridad, perfore y coloque tornillos en todos los orificios.

## 12 Instalación y ajuste RS-485

### 12.1 Instalación y configuración de

#### 12.1.1 Descripción general

RS-485 es una interfaz de bus de dos cables compatible con la topología de red multipunto, es decir, en la que los nodos se pueden conectar como un bus o mediante cables conectados a una línea troncal común. Se pueden conectar un total de 32 nodos a un segmento de red.

Los repetidores dividen los segmentos de la red, consulte la *Ilustración 12.1*.

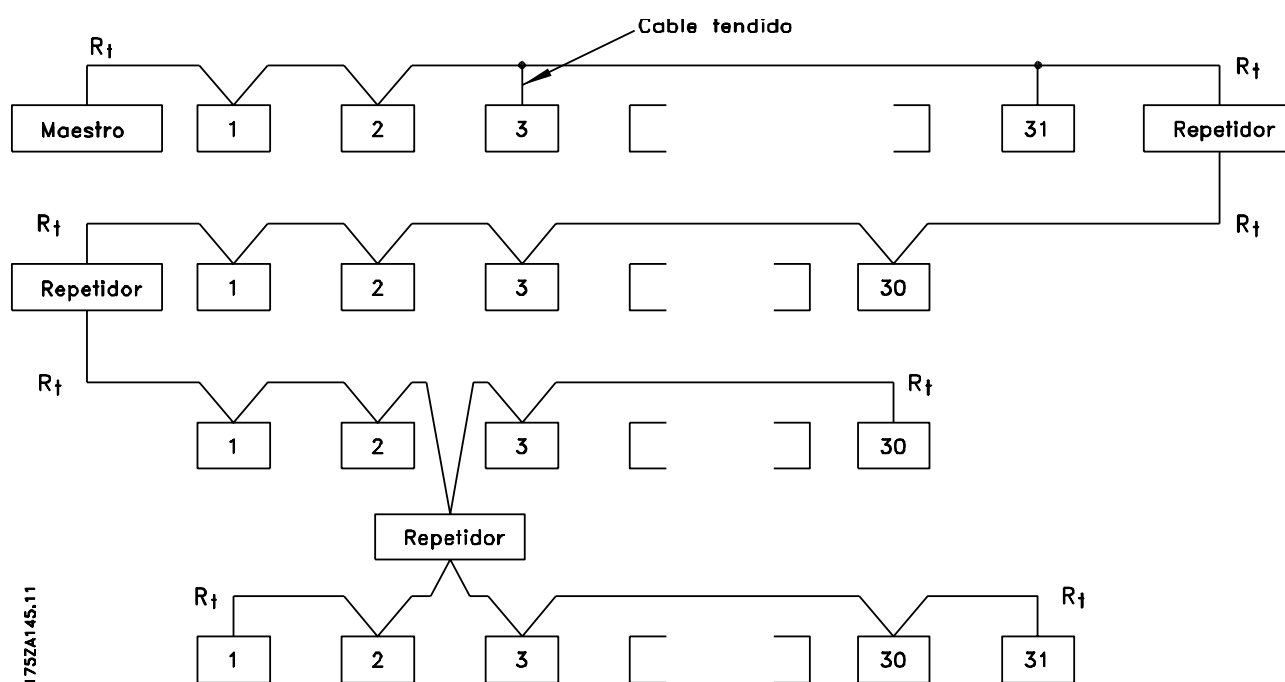


Ilustración 12.1 Interfaz de bus RS-485

12

#### **AVISO!**

Cada repetidor funciona como un nodo dentro del segmento en el que está instalado. Cada nodo conectado en una red determinada debe tener una dirección de nodo única en todos los segmentos.

Cada segmento debe terminarse en ambos extremos, utilizando bien el conmutador de terminación (S801) del convertidor de frecuencia, o bien una red predispuesta de resistencias de terminación. Utilice siempre cable de par trenzado y apantallado (STP) para cablear el bus y siga unas buenas prácticas de instalación.

Es importante disponer de una conexión a tierra de baja impedancia para el apantallamiento de cada nodo, incluso a frecuencias altas. Conecte una gran superficie del apantallamiento a la toma de tierra, por ejemplo, mediante una abrazadera o un prensacables conductor. Puede ser necesario utilizar cables ecualizadores de potencial para mantener el mismo potencial de tierra en toda la red, especialmente en instalaciones con grandes longitudes de cable.

Para evitar diferencias de impedancia, utilice siempre el mismo tipo de cable en toda la red. Cuando conecte un motor al convertidor de frecuencia, utilice siempre cable de motor apantallado.

| Cable                  | Par trenzado apantallado (STP)                                              |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Impedancia [Ω]         | 120                                                                         |
| Longitud del cable [m] | Máx. 1200 (incluidos los ramales conectables)<br>Máx. 500 entre estaciones. |

Tabla 12.1 Especificaciones del cable

## 12.2 Conexión de red

Puede haber uno o varios convertidores de frecuencia conectados a un controlador (o maestro) mediante la interfaz normalizada RS-485. El terminal 68 está conectado a la señal P (TX+, RX+), mientras que el terminal 69 está conectado a la señal N (TX-, RX-). Consulte las imágenes en *capítulo 3.5 Esquema del cableado*.

Si hay más de un convertidor de frecuencia conectado a un maestro, utilice conexiones en paralelo.

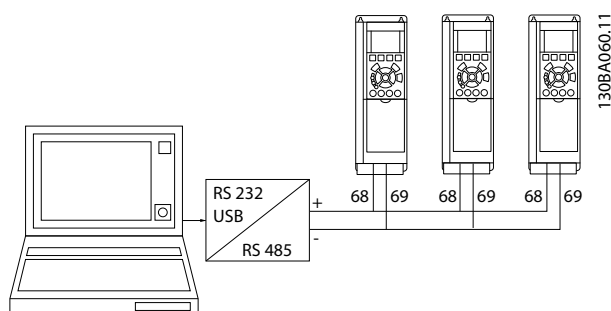


Ilustración 12.2 Conexiones en paralelo

12

Para evitar posibles corrientes ecualizadoras en el apantallamiento, conecte el apantallamiento del cable a tierra a través del terminal 61, que está conectado al bastidor mediante un enlace RC.

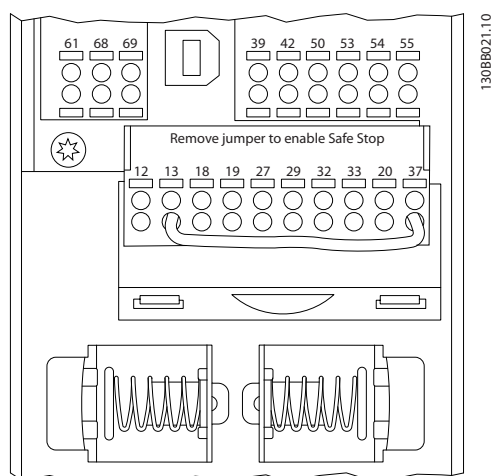


Ilustración 12.3 Terminales de la tarjeta de control

## 12.3 Terminación de bus

El bus RS-485 debe terminarse con una resistencia de red en ambos extremos. Para ello, ajuste el interruptor S801 de la tarjeta de control en «ON».

El protocolo de comunicación debe ajustarse a *8-30 Protocolo*.

## 12.4 Instalación y ajuste RS-485

### 12.4.1 Precauciones de compatibilidad electromagnética (EMC)

Se recomienda adoptar las siguientes precauciones de EMC para que la red RS-485 funcione sin interferencias.

Cumpla las disposiciones nacionales y locales pertinentes, por ejemplo, las relativas a la conexión a tierra de protección. Mantenga alejado el cable de comunicación RS-485 de los cables del motor y de la resistencia de freno para evitar el acoplamiento del ruido de alta frecuencia de un cable con otro. Normalmente, es suficiente con una distancia de 200 mm (8 in), pero se recomienda guardar la mayor distancia posible entre los cables, especialmente cuando estos se instalan en paralelo y cubran distancias largas. Si el cruce es inevitable, el cable RS-485 debe cruzar los cables de motor y de resistencia de freno en un ángulo de 90°.

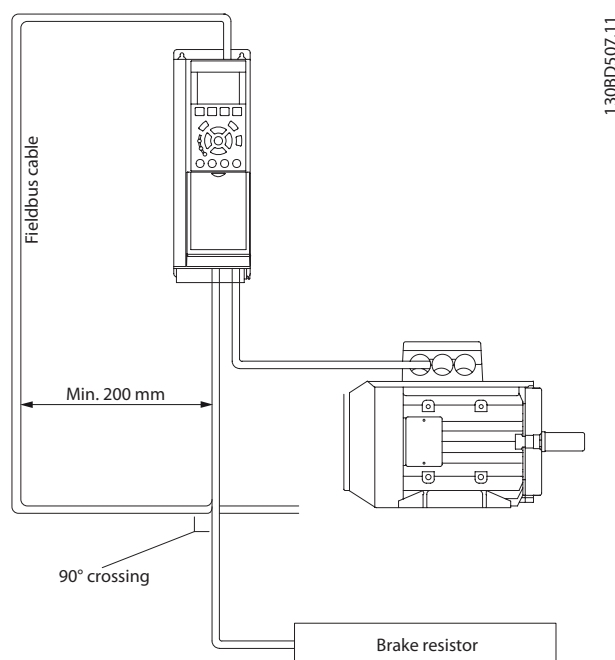


Ilustración 12.4 Enrutado de los cables

## 12.5 Aspectos generales del protocolo FC

El protocolo FC, también conocido como bus FC o bus estándar, es el bus de campo estándar de (Danfoss). Define una técnica de acceso conforme al principio maestro-auxiliar para las comunicaciones mediante un bus serie. Pueden conectarse al bus un maestro y un máximo de 126 auxiliares. El maestro selecciona los auxiliares individualmente mediante un carácter de dirección incluido en el telegrama. Un auxiliar no puede transmitir por sí mismo sin recibir previamente una petición para hacerlo, y tampoco es posible la transmisión directa de mensajes entre auxiliares. Las comunicaciones se producen en modo semidúplex.

La función de maestro no se puede transmitir a otro nodo (sistema de maestro único).

La capa física es RS-485, utilizando, por tanto, el puerto RS-485 integrado en el convertidor de frecuencia. El protocolo FC admite varios formatos de telegrama:

- un formato breve de 8 bytes para datos de proceso,
- un formato largo de 16 bytes, que también incluye un canal de parámetros,
- un formato para textos.

## 12.6 Configuración de red

### 12.6.1 Ajuste del convertidor de frecuencia

Ajuste los siguientes parámetros para activar el protocolo FC en el convertidor de frecuencia.

| Número de parámetro           | Ajuste                                        |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 8-30 Protocolo                | FC                                            |
| 8-31 Dirección                | 1-126                                         |
| 8-32 Veloc. baudios port FC   | 2400-115200                                   |
| 8-33 Paridad / Bits de parada | Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado) |

Tabla 12.2 Parámetros de protocolo FC

## 12.7 Estructura de formato de mensajes del protocolo FC

### 12.7.1 Contenido de un carácter (byte)

La transferencia de cada carácter comienza con un bit de inicio. A continuación, se transfieren 8 bits de datos, que corresponden a un byte. Cada carácter está asegurado mediante un bit de paridad. Este bit se ajusta a «1» cuando alcanza la paridad. La paridad se da cuando hay un número equivalente de 1 s en los 8 bits de datos y en el bit de paridad en total. Un bit de parada completa un carácter, por lo que consta de 11 bits en total.

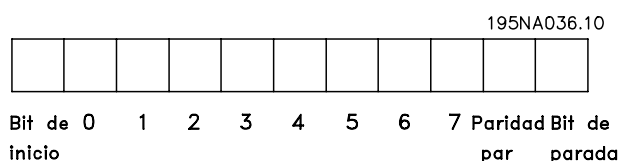


Ilustración 12.5 Contenido de un carácter

### 12.7.2 Estructura de telegramas

Cada telegrama tiene la siguiente estructura:

1. Carácter de inicio (STX) = 02 hex
2. Un byte que indica la longitud del telegrama (LGE)
3. Un byte que indica la dirección del convertidor de frecuencia (ADR)

A continuación, están los bytes de datos, en número variable según el tipo de telegrama.

Un byte de control de datos (BCC) completa el telegrama.



Ilustración 12.6 Estructura de telegramas

### 12.7.3 Longitud del telegrama (LGE)

La longitud de un telegrama es el número de bytes de datos, más el byte de dirección ADR y el byte de control de datos BCC.

|                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 4 bytes de datos                | $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ bytes   |
| 12 bytes de datos               | $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ bytes |
| Textos que contienen telegramas | $10^{11}+n$ bytes             |

**Tabla 12.3 Longitud de los telegramas**

1) El 10 representa los caracteres fijos, mientras que «n» es variable (dependiendo de la longitud del texto).

### 12.7.4 Dirección del convertidor de frecuencia (ADR)

Se utilizan dos formatos diferentes para la dirección.  
El intervalo de direcciones del convertidor de frecuencia es de 1 a 31 o de 1 a 126.

#### 1. Formato de dirección 1-31:

- Bit 7 = 0 (formato de dirección 1-31 activado)
- Bit 6 no se utiliza
- Bit 5 = 1: transmisión, los bits de dirección (0-4) no se utilizan
- Bit 5 = 0: sin transmisión
- Bit 0-4 = dirección del convertidor de frecuencia 1-31

#### 2. Formato de dirección 1-126:

- Bit 7 = 1 (formato de dirección 1-126 activado)
- Bit 0-6 = dirección del convertidor de frecuencia 1-126
- Bit 0-6 = 0 transmisión

El auxiliar devuelve el byte de la dirección sin cambios al maestro en el telegrama de respuesta.

### 12.7.5 Byte de control de datos (BCC)

La suma de verificación (checksum) se calcula como una función XOR. Antes de que se reciba el primer byte del telegrama, la suma de verificación calculada es 0.

## 12.7.6 El campo de datos

La estructura de los bloques de datos depende del tipo de telegrama. Hay tres tipos de telegramas y el tipo se aplica tanto a telegramas de control (maestro→auxiliar) como a telegramas de respuesta (auxiliar→maestro).

Los 3 tipos de telegrama son:

### Bloque de proceso (PCD)

El PCD está formado por un bloque de datos de cuatro bytes (2 códigos) y contiene:

- Código de control y valor de referencia (de maestro a auxiliar)
- Código de estado y frecuencia de salida actual (de auxiliar a maestro)



130BA269.10

Ilustración 12.7 Bloque de proceso

### Bloque de parámetros

El bloque de parámetros se utiliza para transferir parámetros entre un maestro y un auxiliar. El bloque de datos está formado por 12 bytes (6 códigos) y también contiene el bloque de proceso.

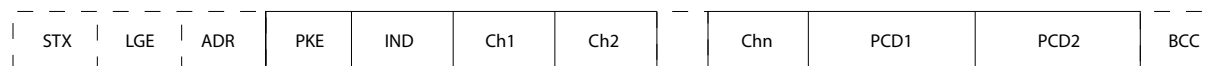
130BA271.10



Ilustración 12.8 Bloque de parámetros

### Bloque de texto

El bloque de texto se utiliza para leer o escribir textos mediante el bloque de datos.



130BA270.10

Ilustración 12.9 Bloque de texto

## 12.7.7 El campo PKE

El campo PKE contiene dos subcampos: comando de parámetro y respuesta (AK), y número de parámetro (PNU):

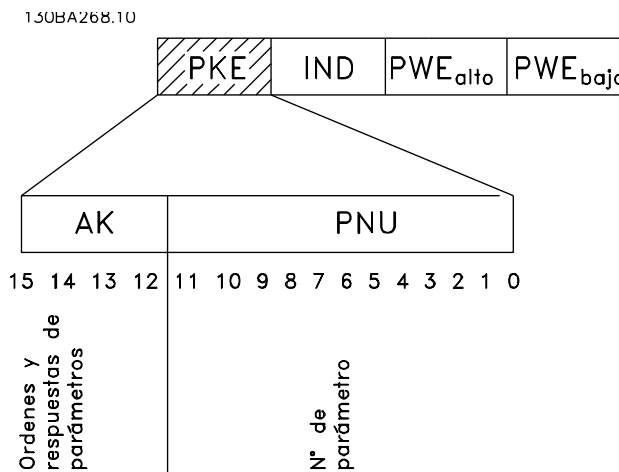


Ilustración 12.10 Campo PKE

Los bits de n.º 12 a 15 transfieren comandos de parámetros del maestro al auxiliar y devuelven las respuestas procesadas del auxiliar al maestro.

| N.º de bit |    |    |    | Comando de parámetro                                       |
|------------|----|----|----|------------------------------------------------------------|
| 15         | 14 | 13 | 12 |                                                            |
| 0          | 0  | 0  | 0  | Sin comando                                                |
| 0          | 0  | 0  | 1  | Leer valor de parámetro                                    |
| 0          | 0  | 1  | 0  | Escribir valor de parámetro en RAM (código)                |
| 0          | 0  | 1  | 1  | Escribir valor de parámetro en RAM (doble código)          |
| 1          | 1  | 0  | 1  | Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (doble código) |
| 1          | 1  | 1  | 0  | Escribir valor de parámetro en RAM y EEPROM (código)       |
| 1          | 1  | 1  | 1  | Leer / escribir texto                                      |

Tabla 12.4 Comandos de parámetro maestro ⇒ auxiliar

| N.º de bit |    |    |    | Respuesta                                     |
|------------|----|----|----|-----------------------------------------------|
| 15         | 14 | 13 | 12 |                                               |
| 0          | 0  | 0  | 0  | Sin respuesta                                 |
| 0          | 0  | 0  | 1  | Valor de parámetro transferido (código)       |
| 0          | 0  | 1  | 0  | Valor de parámetro transferido (doble código) |
| 0          | 1  | 1  | 1  | El comando no se puede ejecutar.              |
| 1          | 1  | 1  | 1  | texto transferido                             |

Tabla 12.5 Respuesta auxiliar⇒ maestro

Si el comando no se puede realizar, el auxiliar envía esta respuesta:

0111 Comando no ejecutable

– y devuelve el siguiente informe de fallo en el valor del parámetro (PWE):

| PWE bajo (hex) | Informe de fallo                                                                                                                                                               |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0              | El número de parámetro utilizado no existe.                                                                                                                                    |
| 1              | No hay acceso de escritura para el parámetro definido.                                                                                                                         |
| 2              | El valor de dato supera los límites del parámetro.                                                                                                                             |
| 3              | El subíndice utilizado no existe.                                                                                                                                              |
| 4              | El parámetro no es de tipo matriz.                                                                                                                                             |
| 5              | El tipo de dato no coincide con el parámetro definido.                                                                                                                         |
| 11             | No es posible cambiar los datos del parámetro definido en el modo actual del convertidor de frecuencia. Algunos parámetros solo se pueden cambiar cuando el motor está parado. |
| 82             | No hay acceso de bus al parámetro definido.                                                                                                                                    |
| 83             | No es posible modificar datos por estar seleccionado el ajuste de fábrica                                                                                                      |

Tabla 12.6 Informe de fallo en el valor del parámetro

## 12.7.8 Número de parámetro (PNU)

Los bits de 0 a 11 transfieren los números de parámetros. La función de los correspondientes parámetros se explica en la descripción de los parámetros en la *Guía de programación*.

## 12.7.9 Índice (IND)

El índice se utiliza junto con el número de parámetro para el acceso de lectura / escritura a los parámetros con un índice, por ejemplo, 15-30 Reg. alarma: código de fallo. El índice consta de 2 bytes, un byte bajo y un byte alto.

Solo el byte bajo se utiliza como índice.

## 12.7.10 Valor de parámetro (PWE)

El bloque de valor de parámetro consta de 2 códigos (4 bytes) y el valor depende del comando definido (AK). El maestro solicita un valor de parámetro cuando el bloque PWE no contiene ningún valor. Para cambiar el valor de un parámetro (escritura), escriba el nuevo valor en el bloque PWE y envíelo del maestro al auxiliar.

Si el auxiliar responde a una solicitud de parámetro (comando de lectura), el valor de parámetro actual en el bloque PWE se transfiere y devuelve al maestro. Si un parámetro no contiene un valor numérico, sino varias opciones de datos, p. ej., *0-01 Idioma* donde [0] es Inglés y [4] es Danés, seleccione el valor de dato introduciéndolo en el bloque PWE. Consulte el ejemplo: selección de un valor de dato. La comunicación serie solo es capaz de leer parámetros que tienen el tipo de dato 9 (cadena de texto). De *15-40 Tipo FC* a *15-53 Número serie tarjeta potencia* contienen el tipo de dato 9.

Por ejemplo, se puede leer el tamaño del convertidor de frecuencia y el intervalo de tensión de red en *15-40 Tipo FC*. Cuando se transfiere una cadena de texto (lectura), la longitud del telegrama varía, y los textos pueden tener distinta longitud. La longitud del telegrama se define en el segundo byte, denominado LGE. Cuando se utiliza la transferencia de texto, el carácter de índice indica si se trata de un comando de lectura o de escritura.

Para leer un texto a través del bloque PWE, ajuste el comando del parámetro (AK) a «F» hex. El carácter de índice de byte alto debe ser «4».

Algunos parámetros contienen texto que se puede escribir mediante el bus serie. Para escribir un texto mediante el bloque PWE, ajuste el comando de parámetro (AK) a «F» hex. El carácter de índice de byte alto debe ser «5».

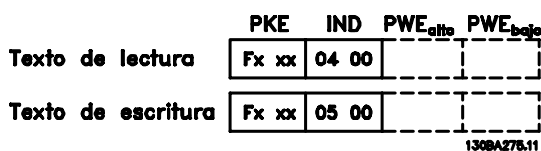


Ilustración 12.11 Texto a través del bloque PWE

### 12.7.11 Tipos de datos admitidos

«Sin signo» significa que el telegrama no tiene ningún signo de funcionamiento.

| Tipos de datos | Descripción          |
|----------------|----------------------|
| 3              | Entero 16            |
| 4              | Entero 32            |
| 5              | Sin signo 8          |
| 6              | Sin signo 16         |
| 7              | Sin signo 32         |
| 9              | Cadena de texto      |
| 10             | Cadena de bytes      |
| 13             | Diferencia de tiempo |
| 33             | Reservado            |
| 35             | Secuencia de bits    |

Tabla 12.7 Tipos de datos admitidos

### 12.7.12 Conversión

Los distintos atributos de cada parámetro se muestran en ajuste de fábrica. Los valores de parámetros que se transfieren son únicamente números enteros. Para transferir decimales se utilizan factores de conversión.

*4-12 Límite bajo veloc. motor [Hz]* tiene un factor de conversión de 0,1. Para preajustar la frecuencia mínima a 10 Hz, transfiera el valor 100. Un factor de conversión de 0,1 significa que el valor transferido se multiplica por 0,1. Por lo tanto, el valor 100 se lee como 10,0.

Ejemplos:

0 s ⇒ índice de conversión 0

0,00 s ⇒ índice de conversión -2

0 ms ⇒ índice de conversión -3

0,00 ms ⇒ índice de conversión -5

| Índice de conversión | Factor de conversión |
|----------------------|----------------------|
| 100                  |                      |
| 75                   |                      |
| 74                   |                      |
| 67                   |                      |
| 6                    | 1000000              |
| 5                    | 100000               |
| 4                    | 10000                |
| 3                    | 1000                 |
| 2                    | 100                  |
| 1                    | 10                   |
| 0                    | 1                    |
| -1                   | 0,1                  |
| -2                   | 0,01                 |
| -3                   | 0,001                |
| -4                   | 0,0001               |
| -5                   | 0,00001              |
| -6                   | 0,000001             |
| -7                   | 0,0000001            |

Tabla 12.8 Tabla de conversión

### 12.7.13 Códigos de proceso (PCD)

El bloque de códigos de proceso se divide en dos bloques de 16 bits, que siempre se suceden en la secuencia definida.

| PCD 1                                                           | PCD 2                       |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Telegrama de control (maestro ⇒ código de control del auxiliar) | Valor de referencia         |
| Telegrama de control (auxiliar ⇒ maestro)<br>Código de estado   | Frecuencia de salida actual |

Tabla 12.9 Códigos de proceso (PCD)

## 12.8 Ejemplos

### 12.8.1 Escritura del valor de un parámetro.

Cambie 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]* a 100 Hz.  
Escriba los datos en EEPROM.

PKE = E19E Hex - Escribir un único código en 4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]*

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 03E8 Hex - Valor de dato, 1000, correspondiente a 100 Hz, consulte *capítulo 12.7.12 Conversión*.

El telegrama tendrá este aspecto:

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| E19E | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

Ilustración 12.12 Escriba los datos en EEPROM

130BA092.10

### AVISO!

4-14 *Límite alto veloc. motor [Hz]* es un único código, y el comando de parámetro que se debe grabar en la EEPROM es «E». El número de parámetro 4-14 es 19E en hexadecimal.

La respuesta del auxiliar al maestro es:

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 119E | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

Ilustración 12.13 Respuesta del auxiliar

130BA093.10

### 12.8.2 Lectura del valor de un parámetro

Lea el valor de 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*.

PKE = 1155 Hex - Lea el valor del parámetro en 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa*.

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 0000 Hex

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1155 | H | 0000 | H | 0000                | H | 0000               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

Ilustración 12.14 Valor del parámetro

130BA094.10

Si el valor de 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es 10 s, la respuesta del auxiliar al maestro será

|      |   |      |   |                     |   |                    |   |
|------|---|------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1155 | H | 0000 | H | 0000                | H | 03E8               | H |
| PKE  |   | IND  |   | PWE <sub>high</sub> |   | PWE <sub>low</sub> |   |

Ilustración 12.15 Respuesta del auxiliar

130BA267.10

3E8 Hex corresponde a 1000 en decimal. El índice de conversión para 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es -2, es decir, 0,01.

3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* es del tipo Sin signo 32.

## 12.9 Visión general de Modbus RTU

### 12.9.1 Requisitos previos

(Danfoss) da por sentado que el controlador instalado es compatible con las interfaces mencionadas en este documento y que se siguen estrictamente todos los requisitos y limitaciones estipulados tanto en el controlador como en el convertidor de frecuencia.

### 12.9.2 Conocimientos previos necesarios

El Modbus RTU (Remote Terminal Unit) integrado está diseñado para comunicarse con cualquier controlador compatible con las interfaces definidas en este documento. Se da por supuesto que el usuario tiene pleno conocimiento de las capacidades y limitaciones del controlador.

### 12.9.3 Visión general de Modbus RTU

Independientemente de los tipos de redes de comunicación física, en Visión general de Modbus RTU se describe el proceso que un controlador utiliza para solicitar acceso a otro dispositivo. Esto incluye cómo el Modbus RTU responde a las solicitudes de otro dispositivo y cómo se detectarán y se informará de los errores que se produzcan. También se establece un formato común para el diseño y los contenidos de los campos de mensajes. Durante las comunicaciones en una red Modbus RTU, el protocolo determina:

- cómo cada controlador aprende su dirección de dispositivo
- cómo reconoce un mensaje dirigido a él
- determina qué acciones debe efectuar
- extrae cualquier dato o información incluida en el mensaje

Si se requiere una respuesta, el controlador construirá el mensaje de respuesta y lo enviará.

Los controladores se comunican utilizando una técnica maestro-auxiliar en la que solo el maestro puede iniciar transacciones (llamadas peticiones). Los auxiliares responden proporcionando al maestro los datos pedidos o realizando la acción solicitada en la petición.

El maestro puede dirigirse a un auxiliar individualmente o iniciar la transmisión de un mensaje a todos los auxiliares. Los auxiliares devuelven una respuesta a las peticiones que se les dirigen individualmente. No se responde a las peticiones transmitidas por el maestro. El protocolo Modbus RTU establece el formato para la petición del maestro proporcionando la dirección del dispositivo (o de la transmisión), un código de función que define la acción solicitada, los datos que se deban enviar y un campo de comprobación de errores. El mensaje de respuesta del auxiliar también se construye utilizando el protocolo Modbus. Contiene campos que confirman la acción realizada, los datos que se hayan de devolver y un campo de comprobación de errores. Si se produce un error en la recepción del mensaje o si el auxiliar no puede realizar la acción solicitada, este genera un mensaje de error y lo envía en respuesta o se produce un error de tiempo límite.

#### 12.9.4 Convertidor de frecuencia con Modbus RTU

El convertidor de frecuencia se comunica en formato Modbus RTU a través de la interfaz RS-485 integrada. Modbus RTU proporciona acceso al código de control y a la referencia de bus del convertidor de frecuencia.

El código de control permite al maestro del Modbus controlar varias funciones importantes del convertidor de frecuencia:

- Arranque
- Detener el convertidor de frecuencia de diversas formas:
  - Paro por inercia
  - Parada rápida
  - Parada por freno de CC
  - Parada normal (rampa)
- Reinicio tras desconexión por avería
- Funcionamiento a velocidades predeterminadas
- Funcionamiento en sentido inverso
- Cambiar el ajuste activo
- Controlar el relé integrado del convertidor de frecuencia

La referencia de bus se utiliza, normalmente, para el control de velocidad. También es posible acceder a los parámetros, leer sus valores y, donde es posible, escribir valores en ellos. Esto permite una amplia variedad de opciones de control, incluido el control del valor de consigna del convertidor de frecuencia cuando se utiliza el controlador PI interno.

#### 12.10 Configuración de red

Para activar Modbus RTU en el convertidor de frecuencia, ajuste los siguientes parámetros

| Parámetro                     | Ajuste                                        |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 8-30 Protocolo                | Modbus RTU                                    |
| 8-31 Dirección                | 1-247                                         |
| 8-32 Velocidad en baudios     | 2400-115200                                   |
| 8-33 Paridad / Bits de parada | Paridad par, 1 bit de parada (predeterminado) |

Tabla 12.10 Parámetros de Modbus RTU

#### 12.11 Estructura de formato de mensaje de Modbus RTU

##### 12.11.1 Convertidor de frecuencia con Modbus RTU

Los controladores están configurados para comunicarse en la red Modbus utilizando el modo RTU (Remote Terminal Unit), con cada byte de un mensaje conteniendo dos caracteres hexadecimales de 4 bits. El formato de cada byte se muestra en *Tabla 12.11*.

| Bit de inicio | Byte de datos | Parada / paridad | Parada |
|---------------|---------------|------------------|--------|
|               |               |                  |        |

Tabla 12.11 Formato de cada byte

|                                  |                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistema de codificación          | Binario de 8 bits, hexadecimal 0-9, A-F. Dos caracteres hexadecimales contenidos en cada campo de 8 bits del mensaje                                                                                    |
| Bits por byte                    | 1 bit de inicio<br>8 bits de datos, el menos significativo enviado primero<br>1 bit de paridad par / impar; sin bit de no paridad<br>1 bit de parada si se utiliza paridad; 2 bits si no se usa paridad |
| Campo de comprobación de errores | Comprobación de redundancia cíclica (CRC)                                                                                                                                                               |

## 12.11.2 Estructura de mensaje Modbus RTU

El dispositivo emisor coloca un mensaje Modbus RTU en un formato con un comienzo conocido y un punto final. Esto permite a los dispositivos receptores comenzar al principio del mensaje, leer la parte de la dirección, determinar a qué dispositivo se dirige (o a todos, si el mensaje es una transmisión) y reconocer cuándo el mensaje se ha completado. Los mensajes parciales se detectan y se determinan los errores resultantes. Los caracteres que se van a transmitir deben estar en formato hexadecimal 00 a FF en cada campo. El convertidor de frecuencia monitoriza continuamente el bus de red, también durante los intervalos «silenciosos». Cuando el primer campo (el campo de dirección) es recibido, cada convertidor de frecuencia o dispositivo lo descodifica para determinar a qué dispositivo se dirige. Los mensajes Modbus RTU dirigidos a cero son mensajes de transmisión. No se permiten respuestas a los mensajes de transmisión. En *Tabla 12.12*, se muestra un formato típico de mensaje.

| Arranque    | Dirección | Función | Datos      | Comprobación CRC | final decel. |
|-------------|-----------|---------|------------|------------------|--------------|
| T1-T2-T3-T4 | 8 bits    | 8 bits  | N × 8 bits | 16 bits          | T1-T2-T3-T4  |

Tabla 12.12 Estructura típica de mensaje Modbus RTU

## 12.11.3 Campo de arranque / parada

El mensaje comienza con un periodo de silencio de al menos 3,5 intervalos de caracteres. Esto se implementa como un múltiplo de intervalos de caracteres a la velocidad en baudios seleccionada (mostrada como Arranque T1-T2-T3-T4). El primer campo a transmitir es la dirección del dispositivo. Tras el último carácter transmitido, un periodo similar de al menos 3,5 intervalos de carácter marca el fin del mensaje. Después de este periodo, puede comenzar otro mensaje. El formato completo del mensaje debe transmitirse como un flujo continuo. Si se produce un periodo de más de 1,5 intervalos de carácter antes de que se complete el formato, el dispositivo receptor descarta el mensaje incompleto y asume que el siguiente byte es el campo de dirección de un nuevo mensaje. De forma similar, si un nuevo mensaje comienza antes de 3,5 intervalos de carácter tras un mensaje previo, el dispositivo receptor lo considerará una continuación del mensaje anterior. Esto produce un error de tiempo límite (falta de respuesta por parte del auxiliar), porque el valor del campo CRC final no es válido para los mensajes combinados.

## 12.11.4 Campo de dirección

El campo de dirección de un mensaje contiene 8 bits. Las direcciones válidas de dispositivos auxiliares están en el rango de 0 a 247 decimal. Los dispositivos auxiliares individuales tienen direcciones asignadas en un rango entre 1 y 247 (0 se reserva para el modo de transmisión, que reconocen todos los auxiliares). Un maestro se dirige a un auxiliar poniendo la dirección de este en el campo de dirección del mensaje. Cuando el auxiliar envía su respuesta, pone su propia dirección en dicho campo, para que el maestro sepa qué auxiliar le está contestando.

## 12.11.5 Campo de función

El campo de función de un mensaje contiene 8 bits. Los códigos válidos están en el rango de 1 a FF. Los campos de función se utilizan para enviar mensajes entre el maestro y el auxiliar. Cuando se envía un mensaje desde un maestro a un dispositivo auxiliar, el campo de código de función le indica al auxiliar la clase de acción que debe realizar. Cuando el auxiliar responde al maestro, utiliza el campo de código de función para indicar una respuesta normal (sin error), o que se ha producido un error de alguna clase (esta respuesta se denomina «excepción»). Para dar una respuesta normal, el auxiliar simplemente devuelve el código de función original. Para responder con una excepción, el auxiliar devuelve un código equivalente al de la función original, pero con su bit más significativo cambiado a 1 lógico. Además, el auxiliar pone un código único en el campo de datos del mensaje de respuesta. Esto le indica al maestro el tipo de error ocurrido o la razón de la excepción. Consulte también *capítulo 12.11.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU* y *capítulo 12.11.11 Códigos de excepción Modbus*.

## 12.11.6 Campo de datos

El campo de datos se construye utilizando grupos de dos dígitos hexadecimales, en el intervalo de 00 a FF en hexadecimal. Están hechos con un carácter RTU. El campo de datos de los mensajes enviados desde un maestro a un dispositivo auxiliar contiene información más detallada que el auxiliar debe utilizar para realizar la acción definida por el código de función. Este puede incluir elementos tales como direcciones de registro o bobinas, la cantidad de elementos que se manejarán y el contador de los bytes de datos reales del campo.

### 12.11.7 Campo de comprobación CRC

Los mensajes incluyen un campo de comprobación de errores, que se comporta en base al método de Comprobación de redundancia cíclica (CRC). El campo CRC comprueba el contenido de todo el mensaje. Se aplica independientemente del método de comprobación de paridad utilizado para los caracteres individuales del mensaje. El valor CRC lo calcula el dispositivo emisor, que añade el CRC como último campo del mensaje. El dispositivo receptor vuelve a calcular un CRC durante la recepción del mensaje y compara el valor calculado con el valor recibido en el campo CRC. Si los dos valores son distintos, el resultado es un tiempo límite de bus. El campo de comprobación de errores contiene un valor binario de 16 bits implementado como dos bytes de 8 bits. Cuando esto se ha realizado, el byte de orden bajo del campo se añade primero, seguido del byte de orden alto. El byte de orden alto del CRC es el último byte que se envía en el mensaje.

### 12.11.8 Direccionamiento de registros de bobinas

En Modbus, todos los datos están organizados en bobinas (señales binarias) y registros de retención (registros de retención). Las bobinas almacenan un solo bit, mientras que los registros de retención alojan una palabra de 2 bytes (es decir, 16 bits). Todas las direcciones de datos de los mensajes Modbus están referenciadas a cero. La primera aparición de un elemento de datos se gestiona como elemento número cero. Por ejemplo: la bobina conocida como «bobina 1» de un controlador programable se direcciona como «bobina 0000» en el campo de dirección de un mensaje Modbus. «Bobina 127» decimal se direcciona como «bobina 007EHEX» (126 decimal). El registro de retención 40001 se direcciona como registro 0000 en el campo de dirección del mensaje. El campo de código de función ya especifica una operación de «registro de retención». Por lo tanto, la referencia «4XXXX» es implícita. El registro de retención 40108 se procesa como un registro 006BHEX (107 decimal).

| Número de bobina | Descripción                                                                                               | Dirección de la señal |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1-16             | Código de control del convertidor de frecuencia                                                           | Maestro a auxiliar    |
| 17-32            | Velocidad del convertidor de frecuencia o referencia de consigna<br>Rango 0x0-0xFFFF (de -200 % a ~200 %) | Maestro a auxiliar    |
| 33-48            | Código de estado del convertidor de frecuencia (consulte <i>Tabla 12.15</i> )                             | Auxiliar a maestro    |

| Número de bobina | Descripción                                                                                                                                       | Dirección de la señal |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 49-64            | Modo lazo abierto: frecuencia de salida del convertidor de frecuencia<br>Modo lazo cerrado: señal de realimentación del convertidor de frecuencia | Auxiliar a maestro    |
| 65               | Control de escritura de parámetro (maestro a auxiliar)                                                                                            | Maestro a auxiliar    |
|                  | 0 = Los cambios en los parámetros se escriben en la RAM del convertidor de frecuencia                                                             |                       |
|                  | 1 = Los cambios de los parámetros se escriben en la RAM y en la EEPROM del convertidor de frecuencia.                                             |                       |
| 66-65536         | Reservado                                                                                                                                         |                       |

Tabla 12.13 Descripciones de bobinas

| Bobina | 0                                                 | 1                      |
|--------|---------------------------------------------------|------------------------|
| 01     | Referencia interna, bit menos significativo (lsb) |                        |
| 02     | Referencia interna, bit más significativo (msb)   |                        |
| 03     | Freno de CC                                       | Sin freno de CC        |
| 04     | Paro por inercia                                  | Sin paro por inercia   |
| 05     | Parada rápida                                     | Sin parada rápida      |
| 06     | Mantener frecuencia                               | No mantener frecuencia |
| 07     | Parada de rampa                                   | Arranque               |
| 08     | Sin reinicio                                      | Reinicio               |
| 09     | Sin velocidad fija                                | Velocidad fija         |
| 10     | Rampa 1                                           | Rampa 2                |
| 11     | Datos no válidos                                  | Datos válidos          |
| 12     | Relé 1 desactivado                                | Relé 1 activado        |
| 13     | Relé 2 desactivado                                | Relé 2 activado        |
| 14     | Ajuste bit menos significativo                    |                        |
| 15     | Ajuste bit más significativo                      |                        |
| 16     | Sin cambio de sentido                             | Cambio de sentido      |

Tabla 12.14 Código de control del convertidor de frecuencia (perfil FC)

| Bobina | 0                                      | 1                               |
|--------|----------------------------------------|---------------------------------|
| 33     | Control no preparado                   | Control listo                   |
| 34     | Convertidor de frecuencia no preparado | Convertidor de frecuencia listo |
| 35     | Paro por inercia                       | Cerrado seguro                  |
| 36     | Sin alarma                             | Alarma                          |
| 37     | Sin uso                                | Sin uso                         |
| 38     | Sin uso                                | Sin uso                         |
| 39     | Sin uso                                | Sin uso                         |
| 40     | Sin advertencia                        | Advertencia                     |
| 41     | No en referencia                       | En referencia                   |
| 42     | Modo manual                            | Modo automático                 |
| 43     | Fuera de rangos de frecuencia          | En rangos de frecuencia         |
| 44     | Detenido                               | En func.                        |
| 45     | Sin uso                                | Sin uso                         |
| 46     | Sin advertencia de tensión             | Advertencia de tensión          |
| 47     | No en límite de intensidad             | Límite de intensidad            |
| 48     | Sin advertencia térmica                | Advertencia térmica             |

Tabla 12.15 Código de estado del convertidor de frecuencia (perfil FC)

| Número de registro | Descripción                                                                           |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 00001-00006        | Reservado                                                                             |
| 00007              | Último código de error desde una interfaz de objeto de datos de FC                    |
| 00008              | Reservado                                                                             |
| 00009              | Índice de parámetro*                                                                  |
| 00010-00990        | Grupo de parámetros 000 (parámetros de 001 a 099)                                     |
| 01000-01990        | Grupo de parámetros 100 (parámetros de 100 a 199)                                     |
| 02000-02990        | Grupo de parámetros 200 (parámetros de 200 a 299)                                     |
| 03000-03990        | Grupo de parámetros 300 (parámetros de 300 a 399)                                     |
| 04000-04990        | Grupo de parámetros 400 (parámetros de 400 a 499)                                     |
| ...                | ...                                                                                   |
| 49000-49990        | Grupo de parámetros 4900 (parámetros de 4900 a 4999)                                  |
| 50000              | Datos de entrada: registro de código de control de convertidor de frecuencia (CTW)    |
| 50010              | Datos de entrada: registro de referencia de bus (REF)                                 |
| ...                | ...                                                                                   |
| 50200              | Datos de salida: registro de código de estado de convertidor de frecuencia (STW).     |
| 50210              | Datos de salida: registro de valor real principal de convertidor de frecuencia (MAV). |

Tabla 12.16 Registros de retención

\* Utilizado para especificar el número de índice que se debe usar al acceder a un parámetro indexado.

## 12.11.9 Cómo controlar el convertidor de frecuencia

Este apartado describe los códigos que se pueden utilizar en los campos de función y datos de un mensaje Modbus RTU.

## 12.11.10 Códigos de función admitidos por Modbus RTU

Modbus RTU admite el uso de los siguientes códigos en el campo de función de un mensaje.

| Función                                       | Código de función (hex) |
|-----------------------------------------------|-------------------------|
| Leer bobinas                                  | 1                       |
| Leer registros de retención                   | 3                       |
| Escribir una sola bobina                      | 5                       |
| Escribir un solo registro                     | 6                       |
| Escribir múltiples bobinas                    | F                       |
| Escribir múltiples registros                  | 10                      |
| Coger contador de eventos de com.             | B                       |
| Informar sobre la identificación del auxiliar | 11                      |

Tabla 12.17 Códigos de función

| Función     | Código de función | Código de subfunción | Subfunción                                          |
|-------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|
| Diagnóstico | 8                 | 1                    | Reiniciar comunicación                              |
|             |                   | 2                    | Devolver registro de diagnóstico                    |
|             |                   | 10                   | Borrar contadores y registro de diagnóstico         |
|             |                   | 11                   | Devolver recuento de mensajes de bus                |
|             |                   | 12                   | Devolver recuento de errores de comunicación de bus |
|             |                   | 13                   | Devolver recuento de errores de auxiliar            |
|             |                   | 14                   | Devolver recuento de mensajes de auxiliar           |

Tabla 12.18 Códigos de función

### 12.11.11 Códigos de excepción Modbus

Para obtener una explicación completa sobre la estructura de una excepción, consulte *capítulo 12.11.5 Campo de función*.

| Código | Nombre                         | Significado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Función incorrecta             | El código de función recibido en la petición no es una acción permitida para el servidor (o auxiliar). Esto puede ser debido a que el código de la función solo se aplica a dispositivos recientes y no se implementó en la unidad seleccionada. También puede indicar que el servidor (o auxiliar) se encuentra en un estado incorrecto para procesar una petición de este tipo, por ejemplo, porque no esté configurado y se le pide devolver valores registrados.                                                                                                                    |
| 2      | Dirección de datos incorrecta  | La dirección de datos recibida en la petición no es una dirección admisible para el servidor (o auxiliar). Más concretamente, la combinación del número de referencia y la longitud de transferencia no es válida. Para un controlador con 100 registros, una petición con desviación 96 y longitud 4 sería aceptada, mientras que una petición con desviación 96 y longitud 5 genera una excepción 02.                                                                                                                                                                                 |
| 3      | Valor de datos incorrecto      | Un valor contenido en el campo de datos de solicitud no es un valor permitido para el servidor (o auxiliar). Esto indica un fallo en la estructura de la parte restante de una petición compleja como, por ejemplo, la de que la longitud implicada es incorrecta. NO significa, específicamente, que un conjunto de datos enviado para su almacenamiento en un registro tenga un valor que se encuentra fuera de la expectativa del programa de la aplicación, ya que el protocolo Modbus no conoce el significado de cualquier valor determinado de cualquier registro en particular. |
| 4      | Fallo del dispositivo auxiliar | Un error irrecuperable se produjo mientras el servidor (o auxiliar) intentaba ejecutar la acción solicitada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Tabla 12.19 Códigos de excepción Modbus

### 12.12 Cómo acceder a los parámetros

#### 12.12.1 Gestión de parámetros

El PNU (número de parámetro) se traduce de la dirección del registro contenida en el mensaje de lectura o escritura Modbus. El número de parámetro se traslada a Modbus como (10 × el número de parámetro) DECIMAL. Ejemplo: Lectura 3-12 *Valor de enganche/arriba-abajo* (16 bit): el registro de retención 3120 almacena el valor de los parámetros. Un valor de 1352 (decimal) significa que el parámetro está ajustado en 12,52%

Lectura 3-14 *Referencia interna relativa* (32 bit): los registros de retención 3410 y 3411 almacenan el valor de los parámetros. Un valor de 11300 (decimal) significa que el parámetro está ajustado en 1113,00.

Para obtener más información sobre los parámetros, el tamaño y el índice de conversión, consulte la Guía de programación del producto correspondiente.

#### 12.12.2 Almacenamiento de datos

El decimal de la bobina 65 determina si los datos escritos en el convertidor de frecuencia se almacenan en EEPROM y RAM (bobina 65 = 1) o solo en RAM (bobina 65 = 0).

#### 12.12.3 IND (índice)

Algunos de los parámetros del convertidor de frecuencia son parámetro de matrices, p. ej., 3-10 *Referencia interna*. Dado que el Modbus no es compatible con matrices en los registros de retención, el convertidor de frecuencia ha reservado el registro de retención 9 como indicador para la matriz. Antes de leer o escribir un parámetro de matrices, configure el registro de retención 9. Si se configura el registro de retención al valor 2, las siguientes lecturas / escrituras a los parámetros de matrices serán en el índice 2.

#### 12.12.4 Bloques de texto

A los parámetros almacenados como cadenas de texto se accede de la misma forma que a los restantes. El tamaño máximo de un bloque de texto es 20 caracteres. Si se realiza una petición de lectura de un parámetro por más caracteres de los que el parámetro almacena, la respuesta se trunca. Si la petición de lectura se realiza por menos caracteres de los que el parámetro almacena, la respuesta se rellena con espacios en blanco.

### 12.12.5 Factor de conversión

Los distintos atributos de cada parámetro pueden verse en el apartado de ajustes de fábrica. Debido a que un valor de parámetro solo puede transferirse como un número entero, es necesario utilizar un factor de conversión para transmitir las cifras decimales.

### 12.12.6 Valores de parámetros

#### Tipos de datos estándar

Los tipos de datos estándar son int 16, int 32, uint 8, uint 16 y uint 32. Se guardan como registros 4x (40001-4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03hex «Lectura de registros de retención». Los parámetros se escriben utilizando la función 6hex «Preajustar registro» para 1 registro (16 bits) y la función 10 hex «Preajustar múltiples registros» para 2 registros (32 bits). Los tamaños legibles van desde 1 registro (16 bits) hasta 10 registros (20 caracteres).

#### Tipos de datos no estándar

Los tipos de datos no estándar son cadenas de texto y se almacenan como registros 4x (40001-4FFFF). Los parámetros se leen utilizando la función 03hex «Lectura de registros de retención» y se escriben utilizando la función 10hex «Preajustar múltiples registros». Los tamaños legibles van desde 1 registro (2 caracteres) hasta 10 registros (20 caracteres).

### 12.13 (Danfoss) Perfil de control FC

#### 12.13.1 Código de control según el perfil FC (8-10 Trama control = perfil FC)

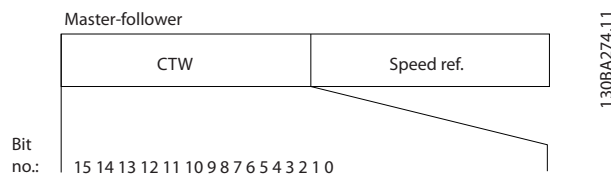


Ilustración 12.16 Código de control

| Bit | Valor de bit = 0              | Valor de bit = 1                           |
|-----|-------------------------------|--------------------------------------------|
| 00  | Valor de referencia           | Selección externa, bit menos significativo |
| 01  | Valor de referencia           | Selección externa, bit más significativo   |
| 02  | Freno de CC                   | Rampa                                      |
| 03  | Funcionamiento por inercia    | Sin funcionamiento por inercia             |
| 04  | Parada rápida                 | Rampa                                      |
| 05  | Mantener frecuencia de salida | Usar rampa                                 |
| 06  | Parada de rampa               | Arranque                                   |
| 07  | Sin función                   | Reinicio                                   |
| 08  | Sin función                   | Velocidad fija                             |
| 09  | Rampa 1                       | Rampa 2                                    |
| 10  | Datos no válidos              | Datos válidos                              |
| 11  | Sin función                   | Relé 01 activo                             |
| 12  | Sin función                   | Relé 02 activo                             |
| 13  | Ajuste de parámetros          | Selección bit menos significativo          |
| 14  | Ajuste de parámetros          | Selección bit más significativo            |
| 15  | Sin función                   | Cambio de sentido                          |

Tabla 12.20 Bits del código de control

## Explicación de los bits de control

### Bits 00/01

Los bits 00 y 01 se utilizan para seleccionar entre los cuatro valores de referencia, que están preprogramados en 3-10 *Referencia interna*, según la Tabla 12.21.

| Valor de referencia programada | Parámetro                          | Bit 01 | Bit 00 |
|--------------------------------|------------------------------------|--------|--------|
| 1                              | 3-10 <i>Referencia interna</i> [0] | 0      | 0      |
| 2                              | 3-10 <i>Referencia interna</i> [1] | 0      | 1      |
| 3                              | 3-10 <i>Referencia interna</i> [2] | 1      | 0      |
| 4                              | 3-10 <i>Referencia interna</i> [3] | 1      | 1      |

Tabla 12.21 Valores de referencia

### AVISO!

Haga una selección en 8-56 *Selec. referencia interna* para definir cómo se direccionan los bits 00/01 con la función correspondiente en las entradas digitales.

### Bit 02, Freno de CC

El bit 02 = «0» provoca el frenado de CC y la parada. Ajuste la intensidad y duración de frenado en 2-01 *Intens. freno CC* y en 2-02 *Tiempo de frenado CC*. El bit 02 = «1» lleva a rampa.

### Bit 03, Inercia

Bit 03 = 0: El convertidor de frecuencia «deja ir» inmediatamente al motor, (los transistores de salida se «desactivan») y se produce inercia hasta la parada. Bit 03 = «1»: El convertidor de frecuencia arranca el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

Hacer una selección en 8-50 *Selección inercia* para definir cómo se direcciona el Bit 03 con la correspondiente función en una entrada digital.

### Bit 04, Parada rápida

Bit 04 = «0»: hace decelerar el motor hasta pararse (se ajusta en 3-81 *Tiempo rampa parada rápida*).

### Bit 05, Mantener la frecuencia de salida

Bit 05 = «0»: la frecuencia de salida actual (en Hz) se mantiene. Cambiar la frecuencia de salida mantenida únicamente mediante las entradas digitales (5-10 *Terminal 18 Entrada digital* a 5-15 *Terminal 33 entrada digital*) programadas en *Aceleración y Enganche* abajo.

### AVISO!

Si Mantener salida está activada, el convertidor de frecuencia solo puede pararse mediante:

- Bit 03, Paro por inercia
- Bit 02, Frenado de CC
- Entrada digital (de 5-10 *Terminal 18 Entrada digital* a 5-15 *Terminal 33 entrada digital*) programada en *Frenado de CC, Paro por inercia* o *Reinicio y Paro por inercia*.

### Bit 06, Parada / arranque de rampa

Bit 06 = «0»: provoca una parada y hace que la velocidad del motor decelere hasta detenerse mediante el parámetro de rampa de deceleración seleccionado. Bit 06 = «1»: permite que el convertidor de frecuencia arranque el motor si se cumplen las demás condiciones de arranque.

Haga una selección en 8-53 *Selec. arranque* para definir cómo se direcciona el bit 06, parada / arranque de rampa, con la función correspondiente en una entrada digital.

### Bit 07, Reinicio

Bit 07 = «0»: sin reinicio. Bit 07 = «1»: reinicia una desconexión. Reset se activa en el frente delantero de la señal, es decir, cuando cambia de «0» lógico a «1» lógico.

### Bit 08, Velocidad fija

Bit 08 = «1»: la frecuencia de salida está determinada por 3-19 *Velocidad fija [RPM]*.

### Bit 09, Selección de rampa 1/2

Bit 09 = «0»: la rampa 1 está activa (de 3-41 *Rampa 1 tiempo acel. rampa* a 3-42 *Rampa 1 tiempo desacel. rampa*). Bit 09 = «1»: la rampa 2 está activa (de 3-51 *Rampa 2 tiempo acel. rampa* a 3-52 *Rampa 2 tiempo desacel. rampa*).

### Bit 10, Datos no válidos / Datos válidos

Indica al convertidor de frecuencia si debe utilizar o ignorar el código de control.

Bit 10 = «0»: el código de control se ignora. Bit 10 = «1»: el código de control se utiliza. Esta función es relevante porque el telegrama contiene siempre el código de control, independientemente del tipo de telegrama. Desactive el código de control si no se debe utilizar al actualizar o leer parámetros.

### Bit 11, Relé 01

Bit 11 = «0»: relé no activado.

Bit 11 = «1»: relé 01 activado, siempre que se haya elegido

Bit código de control 11 en 5-40 Relé de función.

### Bit 12, Relé 04

Bit 12 = «0»: el relé 04 no está activado.

Bit 12 = «1»: relé 04 activado, siempre que se haya elegido

Bit código de control 12 en 5-40 Relé de función.

### Bit 13/14, Selección de Ajuste

Utilice los bits 13 y 14 para elegir entre los cuatro ajustes de menú, según la Tabla 12.22.

| Ajuste | Bit 14 | Bit 13 |
|--------|--------|--------|
| 1      | 0      | 0      |
| 2      | 0      | 1      |
| 3      | 1      | 0      |
| 4      | 1      | 1      |

Tabla 12.22 4 ajustes de menú

La función solamente es posible cuando se selecciona

Ajuste Múltiple en 0-10 Ajuste activo.

Hacer una selección en 8-55 Selec. ajuste para definir cómo se direccionan los bits 13/14 con la función correspondiente en las entradas digitales.

### Bit 15, Cambio del sentido

Bit 15 = «0»: sin cambio de sentido.

Bit 15 = «1»: Cambio de sentido En los ajustes predeterminados, el cambio de sentido se ajusta a digital en 8-54 Selec. sentido inverso. El bit 15 solo causa el cambio de sentido cuando se ha seleccionado Comunicación serie, O lógico o Y lógico.

## 12.13.2 Código de estado según el perfil FC (STW) (8-10 Trama control = perfil FC)

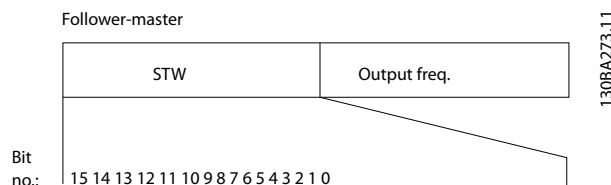


Ilustración 12.17 Código de estado

| Bit | Bit = 0                        | Bit = 1                       |
|-----|--------------------------------|-------------------------------|
| 00  | Control no preparado           | Control listo                 |
| 01  | Convertidor no preparado       | Convertidor listo             |
| 02  | Funcionamiento por inercia     | Activar                       |
| 03  | Sin error                      | Desconexión                   |
| 04  | Sin error                      | Error (sin desconexión)       |
| 05  | Reservado                      | -                             |
| 06  | Sin error                      | Bloqueo por alarma            |
| 07  | Sin advertencia                | Advertencia                   |
| 08  | Velocidad ≠ referencia         | Velocidad = referencia        |
| 09  | Funcionamiento local           | Control de bus                |
| 10  | Fuera del límite de frecuencia | Límite de frecuencia OK       |
| 11  | Sin función                    | En funcionamiento             |
| 12  | Convertidor de frecuencia OK   | Detenido, arranque automático |
| 13  | Tensión OK                     | Tensión excedida              |
| 14  | Par OK                         | Par excedido                  |
| 15  | Temporizador OK                | Temporizador excedido         |

Tabla 12.23 Bits del código de estado

### Explicación de los bits de estado

#### Bit 00, Control no listo / listo

Bit 00 = «0»: el convertidor de frecuencia se desconecta.

Bit 00 = «1»: los controles del convertidor de frecuencia están preparados, pero el componente de potencia podría no estar recibiendo suministro eléctrico (en el caso de suministro externo de 24 V a los controles).

#### Bit 01, Convertidor preparado

Bit 01 = «1»: el convertidor de frecuencia está listo para funcionar, pero la orden de inercia esta activada mediante las entradas digitales o la comunicación serie.

#### Bit 02, Paro por inercia

Bit 02 = «0»: el convertidor de frecuencia libera el motor.

Bit 02 = «1»: el convertidor de frecuencia arranca el motor con una orden de arranque.

#### Bit 03, Sin error / desconexión

Bit 03 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 03 = «1»: el convertidor de frecuencia se desconecta. Para restablecer el funcionamiento, pulse [Reset].

#### Bit 04, Sin error / error (sin desconexión)

Bit 04 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 04 = «1»: el convertidor de frecuencia muestra un error pero no se desconecta.

#### Bit 05, Sin uso

El bit 05 no se utiliza en el código de estado.

#### Bit 06, Sin error / bloqueo por alarma

Bit 06 = «0»: el convertidor de frecuencia no está en modo de fallo. Bit 06 = 1: el convertidor de frecuencia se ha desconectado y bloqueado.

#### Bit 07, Sin advertencia / advertencia

Bit 07 = «0»: no hay advertencias. Bit 07 = «1»: se ha producido una advertencia.

#### Bit 08, Velocidad ≠ referencia / velocidad = referencia

Bit 08 = «0»: el motor está funcionando pero la velocidad actual es distinta a la referencia interna de velocidad. Por ejemplo, esto puede ocurrir cuando la velocidad sigue una rampa hacia arriba o hacia abajo durante el arranque / parada.

Bit 08 = «1»: la velocidad del motor es igual a la referencia interna de velocidad.

#### Bit 09, Funcionamiento local / control de bus

Bit 09 = «0»: [STOP/RESET] está activo en la unidad de control o si *Control local* está seleccionado en 3-13 *Lugar de referencia*. No es posible el control mediante la comunicación serie.

Bit 09 = «1»: Es posible controlar el convertidor de frecuencia a través de la comunicación serie / el bus de campo.

#### Bit 10, Fuera de límite de frecuencia

Bit 10 = «0»: la frecuencia de salida ha alcanzado el valor ajustado en 4-11 *Límite bajo veloc. motor [RPM]* o 4-13 *Límite alto veloc. motor [RPM]*.

Bit 10 = «1»: la frecuencia de salida está dentro de los límites definidos.

#### Bit 11, Sin función / en funcionamiento

Bit 11 = «0»: el motor no está en marcha.

Bit 11 = «1»: el convertidor de frecuencia tiene una señal de arranque o la frecuencia de salida es superior a 0 Hz.

#### Bit 12, Convertidor de frecuencia OK / parado, autoarranque

Bit 12 = «0»: no hay una sobretensión temporal en el inversor.

Bit 12 = «1»: el inversor se ha parado debido a una temperatura excesiva, pero la unidad no se ha desconectado y terminará su funcionamiento cuando la temperatura disminuya.

#### Bit 13, Tensión OK / límite excedido

Bit 13 = «0»: no hay advertencias de tensión.

Bit 13 = «1»: la tensión de CC del circuito intermedio del convertidor de frecuencia es demasiado baja o demasiado alta.

#### Bit 14, Par OK / límite excedido

Bit 14 = «0»: la intensidad del motor es inferior al límite de par seleccionado en 4-18 *Límite intensidad*.

Bit 14 = «1»: se ha sobrepasado el límite de par en 4-18 *Límite intensidad*.

#### Bit 15, Temporizador OK / límite excedido

Bit 15 = «0»: los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica no han sobrepasado el 100 %.

Bit 15 = «1»: uno de los temporizadores ha sobrepasado el 100 %.

Todos los bits del STW se ajustan a «0» si la conexión entre la opción Interbus y el convertidor de frecuencia se pierde, o si se produce un problema de comunicación interna.

### 12.13.3 Valor de referencia de velocidad de bus

El valor de referencia de la velocidad se transmite al convertidor de frecuencia en forma de valor relativo en %. El valor se transmite en forma de una palabra de 16 bits; en enteros (0-32767), el valor 16384 (4000 Hex) corresponde al 100 %. Las cifras negativas se codifican en complemento a 2. La frecuencia de salida real (MAV) se escala de la misma forma que la referencia del bus.

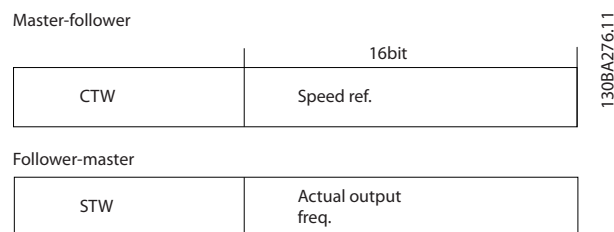


Ilustración 12.18 Frecuencia de salida real (MAV)

La referencia y la MAV se escalan de la siguiente forma:

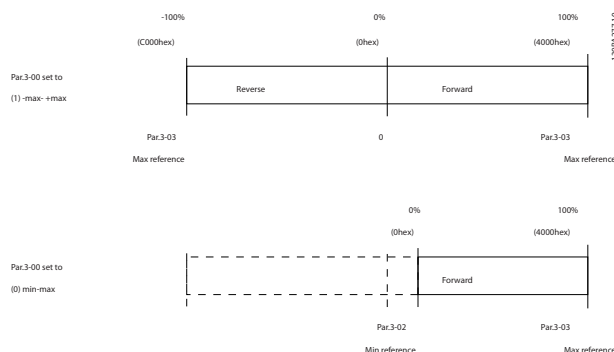


Ilustración 12.19 Referencia y MAV

### 12.13.4 Código de control de acuerdo con el perfil de PROFIdrive (CTW)

El código de control se utiliza para enviar comandos de un maestro (p. ej., un PC) a un auxiliar.

| Bit | Bit = 0                          | Bit = 1                           |
|-----|----------------------------------|-----------------------------------|
| 00  | DESACTIVADO 1                    | Sí 1                              |
| 01  | DESACTIVADO 2                    | Sí 2                              |
| 02  | DESACTIVADO 3                    | Sí 3                              |
| 03  | Funcionamiento por inercia       | Sin funcionamiento por inercia    |
| 04  | Parada rápida                    | Ramp                              |
| 05  | Mantener la salida de frecuencia | Utilizar rampa                    |
| 06  | Detener rampa                    | Arranque                          |
| 07  | Sin función                      | Reinicio                          |
| 08  | Velocidad fija 1 DESACTIVADO     | Velocidad fija 1 ENCENDIDO        |
| 09  | Velocidad fija 2 DESACTIVADO     | Velocidad fija 2 ENCENDIDO        |
| 10  | Datos no válidos                 | Datos válidos                     |
| 11  | Sin función                      | Enganche abajo                    |
| 12  | Sin función                      | Enganche arriba                   |
| 13  | Ajuste de parámetros             | Selección bit menos significativo |
| 14  | Ajuste de parámetros             | Selección bit más significativo   |
| 15  | Sin función                      | Cambio de sentido                 |

Tabla 12.24 Bits del código de control

#### Explicación de los bits de control

##### Bit 00, APAGADO 1 / ENCENDIDO 1

Las paradas de rampa normal utilizan los tiempos de rampa de la rampa actualmente seleccionada.

Bit 00 = «0»: se produce una parada y la activación del relé de salida 1 o 2 si la frecuencia de salida es 0 Hz y si se ha seleccionado [Relé 123] en 5-40 Relé de función.

Cuando bit 0 = «1», el convertidor de frecuencia está en el estado 1: «Encendido inhibido».

##### Bit 01, APAGADO 2 / ENCENDIDO 2

Paro por inercia

Cuando el bit 01 = «0», se produce un paro por inercia y la activación del relé de salida 1 o 2 si la frecuencia de salida es 0 Hz y si se ha seleccionado [Relé 123] en 5-40 Relé de función.

##### Bit 02, APAGADO 3 / ENCENDIDO 3

Parada rápida utilizando el tiempo de rampa del par.

3-81 Tiempo rampa parada rápida. Cuando el bit 02 = «0», se produce una parada rápida y la activación del relé de salida 1 o 2 si la frecuencia de salida es 0 Hz y si se ha seleccionado [Relé 123] en 5-40 Relé de función.

Cuando bit 02 = «1», el convertidor de frecuencia está en el estado 1: «Encendido inhibido».

##### Bit 03, inercia / sin inercia

El bit 03 = «0» de paro por inercia lleva a una parada.

Cuando el bit 03 = «1», el convertidor de frecuencia arranca si se cumplen las demás condiciones de arranque.

#### AVISO!

La selección en 8-50 Selección inercia determina el enlace del bit 03 con la correspondiente función de las entradas digitales.

##### Bit 04, Parada rápida / rampa

Parada rápida utilizando el tiempo de rampa del par.

3-81 Tiempo rampa parada rápida.

Cuando el bit 04 = «0», se produce una parada rápida.

Cuando el bit 04 = «1», el convertidor de frecuencia arranca si se cumplen las demás condiciones de arranque.

#### AVISO!

La selección en 8-51 Selección parada rápida determina cómo el bit 04 enlaza con la correspondiente función de las entradas digitales.

##### Bit 05, mantener la salida de frecuencia / utilizar rampa

Cuando el bit 05 = «0», mantiene la frecuencia de salida aunque se cambie el valor de referencia.

Cuando bit 05 = «1», el convertidor de frecuencia realiza su función reguladora de nuevo; el funcionamiento se produce de acuerdo con el respectivo valor de referencia.

##### Bit 06, Parada / arranque de rampa

La parada de rampa normal utiliza los tiempos de rampa de la rampa actualmente seleccionada. Además, se activa el relé de salida 01 o 04 si la frecuencia de salida es 0 Hz o si se selecciona Relé 123 en 5-40 Relé de función. Bit

06 = «0» lleva a una parada. Cuando el bit 06 = «1», el convertidor de frecuencia puede arrancar si se cumplen las demás condiciones de arranque.

#### AVISO!

La selección en 8-53 Selec. arranque determina cómo el bit 06 enlaza con la correspondiente función de las entradas digitales.

##### Bit 07, sin función / reinicio

Reinicio después de la desconexión.

Reconoce el evento en el buffer en fallo.

Cuando el bit 07 = «0», no se produce reinicio.

Cuando hay un cambio de inclinación del bit 07 a «1», se produce un reinicio después de la desconexión.

**Bit 08, Velocidad fija 1 DESACTIVADO / ACTIVADO**

Activación de la velocidad preprogramada en 8-90 *Veloc Bus Jog 1*. VELOCIDAD FIJA 1 solo es posible si el bit 04 = «0» y el bit 00-03 = «1».

**Bit 09, Velocidad fija 2 DESACTIVADO / ACTIVADO**

Activación de la velocidad preprogramada en 8-91 *Veloc Bus Jog 2*. VELOCIDAD FIJA 2 solo es posible si el bit 04 = «0» y el bit 00-03 = «1».

**Bit 10, datos no válidos / válidos**

Se utiliza para comunicar al convertidor de frecuencia si debe utilizar o ignorar el código de control. El Bit 10 = «0» causa que se ignore el código de control. El bit 10 = «1» provoca el uso del código de control. Esta función es importante, ya que el código de control siempre está contenido en el telegrama, con independencia del tipo de telegrama utilizado, es decir, es posible desactivarlo si no debe utilizarse para la actualización o lectura de parámetros.

**Bit 11, sin función / enganche abajo**

Se utiliza para reducir el valor de referencia de velocidad en la cantidad señalada en el valor de 3-12 *Valor de enganche/arriba-abajo*. Cuando el bit 11 = «0», no se producirá ninguna modificación del valor de referencia. Cuando el bit 11 = «1», el valor de referencia se reduce.

**Bit 12, sin función / enganche arriba**

Se utiliza para aumentar el valor de referencia de velocidad en la cantidad señalada en 3-12 *Valor de enganche/arriba-abajo*.

Cuando el bit 12 = «0», no se producirá ninguna modificación del valor de referencia.

Cuando el bit 12 = «1», el valor de referencia se incrementa.

Si ambos (deceleración y aceleración) están activados (bits 11 y 12 = «1»), la deceleración tiene prioridad, es decir, el valor de referencia de velocidad se reducirá.

**Bits 13 / 14, selección de ajustes**

Los bits 13 y 14 se utilizan para seleccionar entre los cuatro ajustes de parámetros de acuerdo con la *Tabla 12.25*:

La función solo es posible cuando se selecciona [9] *Ajuste múltiple* en 0-10 *Ajuste activo*. La selección en 8-55 *Selec. ajuste* determina cómo los bits 13 y 14 enlazan con la función correspondiente de las entradas digitales. Solo es posible modificar el ajuste durante el funcionamiento si los ajustes se han enlazado en 0-12 *Ajuste actual enlazado a*.

| Ajuste | Bit 13 | Bit 14 |
|--------|--------|--------|
| 1      | 0      | 0      |
| 2      | 1      | 0      |
| 3      | 0      | 1      |
| 4      | 1      | 1      |

Tabla 12.25 selección de ajustes

**Bit 15, sin función / cambio de sentido**

Bit 15 = «0» hace que no haya cambio de sentido.

El bit 15 = «1» hace que haya cambio de sentido.

Nota: en los ajustes de fábrica, el cambio de sentido se ajusta a *digital* en 8-54 *Selec. sentido inverso*.

**AVISO!**

El bit 15 solo causa el cambio de sentido cuando se ha seleccionado *Comunicación serie, O lógico o Y lógico*.

**12.13.5 Código de estado según el perfil de PROFIdrive (STW)**

El código de estado se utiliza para comunicar al maestro (por ejemplo, un PC) el estado de un auxiliar.

| Bit | Bit = 0                        | Bit = 1                 |
|-----|--------------------------------|-------------------------|
| 00  | Control no preparado           | Control listo           |
| 01  | Convertidor no preparado       | Convertidor listo       |
| 02  | Funcionamiento por inercia     | Activar                 |
| 03  | Sin error                      | Desconexión             |
| 04  | DESACTIVADO 2                  | Sí 2                    |
| 05  | DESACTIVADO 3                  | Sí 3                    |
| 06  | Arranque posible               | Arranque imposible      |
| 07  | Sin advertencia                | Advertencia             |
| 08  | Velocidad ≠ ref.               | Velocidad = referencia  |
| 09  | Funcionamiento local           | Control de bus          |
| 10  | Fuera del límite de frecuencia | Límite de frecuencia OK |
| 11  | Sin función                    | En funcionamiento       |
| 12  | Convertidor de frecuencia OK   | Parado, autoarranque    |
| 13  | Tensión OK                     | Tensión excedida        |
| 14  | Par OK                         | Par excedido            |
| 15  | Temporizador OK                | Temporizador excedido   |

Tabla 12.26 Bits del código de estado

**Explicación de los bits de estado****Bit 00, Control no listo / listo**

Cuando el bit 00 = «0», bit 00, 01 o 02 del código de control es «0» (APAGADO 1, APAGADO 2 o APAGADO 3) o el convertidor de frecuencia se apaga (desconexión). Cuando el bit 00 = «1», el control del convertidor de frecuencia está preparado, pero no hay necesariamente una fuente de alimentación (en el caso de un suministro externo de 24 V del sistema de control).

**Bit 01, VLT no preparado / preparado**

Misma importancia que el bit 00, no obstante, hay suministro desde la unidad de alimentación. El convertidor de frecuencia está preparado cuando recibe las señales de arranque necesarias.

#### Bit 02, inercia / activar

Cuando el bit 02 = «0», bit 00, 01 o 02 del código de control es «0» (APAGADO 1, APAGADO 2 o APAGADO 3 o inercia) o el convertidor de frecuencia se apaga (desconexión).

Cuando bit 02 = «1», bit 00, 01 o 02 del código de control es «1»; el convertidor de frecuencia no se ha desconectado.

#### Bit 03, sin error / desconexión

Cuando el bit 03 = «0», hay un estado sin error del convertidor de frecuencia.

Cuando el bit 03 = «1», significa que el convertidor de frecuencia se ha desconectado y necesita una señal de reinicio para que se restablezca el funcionamiento.

#### Bit 04, ENCENDIDO 2 / APAGADO 2

Cuando el bit 01 del código de control es «0», el bit 04 = «0».

Cuando el bit 01 del código de control es «1», el bit 04 = «1».

#### Bit 05, ENCENDIDO 3 / APAGADO 3

Cuando el bit 02 del código de control es «0», el bit 05 = «0».

Cuando el bit 02 del código de control es «1», el bit 05 = «1».

#### Bit 06, arranque posible / arranque imposible

Si se selecciona PROFdrive en el parámetro 8-10 *Trama Cód. Control*, el bit 06 es «1» tras el reconocimiento de desconexión, tras la activación de APAGADO 2 o APAGADO 3 y tras la conexión de la tensión de red. Un arranque imposible se reinicia, con el bit 00 del código de control ajustado como «0» y los bits 01, 02 y 10 ajustados como «1».

#### Bit 07, sin advertencia / advertencia

El bit 07 = «0» significa que no hay advertencias.

Bit 07 = «1» significa que se ha producido una advertencia.

#### Bit 08, Velocidad ≠ referencia / velocidad = referencia

Cuando el bit 08 = «0», la velocidad actual del motor se desvía del valor de referencia de velocidad ajustado. Esto podría suceder, por ejemplo, cuando la velocidad cambia durante el arranque / la parada mediante una rampa de aceleración / deceleración.

Cuando el bit 08 = «1», la velocidad del motor se corresponde con el valor de referencia de velocidad ajustado.

#### Bit 09, funcionamiento local / control de bus

Bit 09 = «0» indica que el convertidor de frecuencia se ha detenido mediante el botón [Stop] del LCP o que se ha seleccionado el valor [Conex. a manual] o [Local] en 3-13 *Lugar de referencia*.

Cuando el bit 09 = «1», el convertidor de frecuencia se puede controlar mediante la interfaz serie.

#### Bit 10, fuera del límite de frecuencia / límite de frecuencia OK

Cuando el bit 10 = «0», la frecuencia de salida está fuera de los límites ajustados en 4-52 *Advert. Veloc. baja* y en 4-53 *Advert. Veloc. alta*.

Cuando el bit 10 = «1», la frecuencia de salida se encuentra dentro de los límites indicados.

#### Bit 11, sin función / en funcionamiento

Cuando el bit 11 = «0», el motor no está en funcionamiento.

Cuando el bit 11 = «1», el convertidor de frecuencia tiene una señal de arranque o la frecuencia de salida es mayor que 0 Hz.

#### Bit 12, Convertidor de frecuencia OK / parado, autoarranque

Cuando el bit 12 = «0», no hay sobrecarga temporal del inversor.

Cuando el bit 12 = «1», el inversor se para debido a sobrecarga. No obstante, el convertidor de frecuencia no está apagado (desconectado) y arranca de nuevo cuando finaliza la sobrecarga.

#### Bit 13, tensión OK / tensión excedida

Cuando el bit 13 = «0», significa que no se han excedido los límites de tensión del convertidor de frecuencia.

Cuando el bit 13 = «1», la tensión de CC en el circuito intermedio del convertidor de frecuencia es demasiado baja o demasiado alta.

#### Bit 14, par OK / par excedido

Cuando el bit 14 = «0», el par del motor es inferior al límite seleccionado en 4-16 *Modo motor límite de par* y en 4-17 *Modo generador límite de par*.

Cuando el bit 14 = «1», se ha sobrepasado el límite seleccionado en 4-16 *Modo motor límite de par* o 4-17 *Modo generador límite de par*.

#### Bit 15, temporizador OK / temporizador excedido

Cuando el bit 15 = «0», los temporizadores para la protección térmica del motor y la protección térmica del convertidor de frecuencia, respectivamente, no han sobrepasado el 100 %.

Cuando el bit 15 = «1», uno de los temporizadores ha sobrepasado el 100 %.

## Índice

### A

|                                                     |                        |
|-----------------------------------------------------|------------------------|
| Abreviaturas.....                                   | 9                      |
| Aislamiento galvánico.....                          | 171                    |
| Alimentación de red.....                            | 11, 59, 71, 72, 73, 77 |
| Alta tensión.....                                   | 14                     |
| AMA con T27 conectado.....                          | 150                    |
| AMA sin T27 conectado.....                          | 150                    |
| Ambiente.....                                       | 78                     |
| Apantallado / blindado.....                         | 138                    |
| Aplicaciones de par constante (modo CT).....        | 51                     |
| Aplicaciones de par variable (cuadrático) (VT)..... | 51                     |
| Arranque accidental.....                            | 14                     |
| Arranque de impulsos / parada inversa.....          | 151                    |
| Arranque / parada de impulsos.....                  | 151                    |
| Aspectos generales del protocolo.....               | 185                    |
| Autorrotación.....                                  | 15                     |

### B

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Banda muerta.....         | 36 |
| Bolsas de accesorios..... | 97 |

### C

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| Cable apantallado.....                           | 20         |
| Cable de conexión a tierra.....                  | 119        |
| Cable, apantallado / blindado.....               | 138        |
| Cable, especificaciones.....                     | 78         |
| Cable, longitudes y secciones transversales..... | 78         |
| Cable, motor.....                                | 146        |
| Cableado de control.....                         | 20, 119    |
| Cableado de la resistencia de freno.....         | 64         |
| Cableado del motor.....                          | 20         |
| Calefactor de armario.....                       | 50         |
| Cambio de sentido.....                           | 152        |
| Características de control.....                  | 81         |
| Características de par.....                      | 77         |
| Carga compartida.....                            | 17         |
| Circuito intermedio.....                         | 16, 40, 88 |
| Código de control.....                           | 196, 200   |
| Código de estado.....                            | 198, 201   |
| Código de excepción Modbus.....                  | 195        |
| Código de función.....                           | 194        |
| Comando de arranque / parada.....                | 151        |
| Comunicación serie.....                          | 81         |
| Comunicación serie RS-485.....                   | 81         |

|                                             |              |
|---------------------------------------------|--------------|
| Comunicación serie USB.....                 | 81           |
| Condensación.....                           | 50           |
| Condiciones ambientales.....                | 78           |
| Condiciones de funcionamiento extremas..... | 40           |
| Condiciones de refrigeración.....           | 117          |
| Conexión de bus de CC.....                  | 144          |
| Conexión de red.....                        | 184          |
| Conexión del motor.....                     | 138          |
| Conexión del relé.....                      | 142          |
| Conmutación en la salida.....               | 41           |
| Control de freno mecánico.....              | 155          |
| Control de par.....                         | 20           |
| Control de PID de procesos.....             | 28           |
| Convenciones.....                           | 9            |
| Corriente de fuga.....                      | 15, 119, 141 |
| Corte de red.....                           | 44           |
| Cortocircuito (fase del motor-fase).....    | 40           |

### D

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Definiciones.....              | 10            |
| Del motor.....                 | 119, 138, 146 |
| Desconector de red.....        | 143           |
| Desconexión segura de par..... | 151, 172      |
| DeviceNet.....                 | 96            |
| Dimensiones mecánicas.....     | 0 , 115       |
| Directiva de baja tensión..... | 11            |
| Directiva de máquinas.....     | 11            |
| Directiva EMC.....             | 11            |

### E

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Ecualización de potencial.....      | 119     |
| Ejemplos de aplicación.....         | 150     |
| Emisión conducida.....              | 56      |
| Emisión irradiada.....              | 56      |
| Emisiones con EMC.....              | 54      |
| Encoder HTL.....                    | 172     |
| Encoder TTL.....                    | 172     |
| Enganche arriba / abajo.....        | 34      |
| Enlace de CC.....                   | 21, 61  |
| Entrada del sensor.....             | 50      |
| Entradas analógicas.....            | 79, 159 |
| Entradas de impulsos / encoder..... | 80      |
| Entradas digitales.....             | 78, 159 |
| Equipo opcional.....                | 9       |
| Escalado.....                       | 35      |
| Esquema del cableado.....           | 18      |

## F

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| Fases del motor.....       | 40                |
| Filtro.....                | 53                |
| Filtro RFI.....            | 52, 91            |
| Filtro sinusoidal.....     | 16, 110, 138, 177 |
| Filtros.....               | 53                |
| Filtros armónicos.....     | 108               |
| Flujo.....                 | 23, 24            |
| Flujo de aire.....         | 53                |
| Freno de CC.....           | 197               |
| Freno electromecánico..... | 155               |
| Freno mecánico.....        | 46                |
| Función de freno.....      | 64                |
| Fusible.....               | 129               |

## G

|            |    |
|------------|----|
| Golpe..... | 52 |
|------------|----|

## H

|              |     |
|--------------|-----|
| HCS.....     | 145 |
| Humedad..... | 50  |

## I

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| IGBT del freno.....               | 16           |
| Inercia.....                      | 10, 197, 198 |
| Instalación lado a lado.....      | 117          |
| Instalación y ajuste RS-485.....  | 183          |
| Instrucciones de eliminación..... | 13           |
| Interferencia EMC.....            | 20           |
| Interferencias eléctricas.....    | 119          |
| Inversor.....                     | 16           |

## K

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Kit de protección IP21 / Tipo 1..... | 178 |
|--------------------------------------|-----|

## L

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| LCP.....                          | 30, 180 |
| Límites de referencia.....        | 34      |
| Lógica de control.....            | 16      |
| Longitud del telegrama (LGE)..... | 186     |

## M

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Magnetotérmico.....      | 125, 129 |
| Mantener referencia..... | 34       |
| Mantenimiento.....       | 53       |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| Marca CE.....                             | 11  |
| MCT 10.....                               | 145 |
| MCT 31.....                               | 145 |
| Modbus RTU.....                           | 191 |
| Modulación de la anchura de impulsos..... | 16  |
| Momento de inercia.....                   | 40  |
| Montaje mecánico.....                     | 117 |

## N

|                                              |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| Nivel de tensión.....                        | 78          |
| Números de pedido.....                       | 92, 97, 112 |
| Números de pedido, filtros armónicos.....    | 108         |
| Números de pedido, filtros sinusoidales..... | 110         |

## O

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Opciones y accesorios..... | 97 |
|----------------------------|----|

## P

|                                             |                 |
|---------------------------------------------|-----------------|
| Par de apriete de la cubierta frontal.....  | 115, 116        |
| Par, apriete de la cubierta frontal.....    | 115, 116        |
| Parada de seguridad 1.....                  | 172             |
| Pedido con código descriptivo.....          | 92              |
| PELV.....                                   | 150             |
| Personal cualificado.....                   | 14              |
| PID.....                                    | 20, 22, 25, 170 |
| PID de velocidad.....                       | 20, 22, 25      |
| Placa de desacoplamiento.....               | 139             |
| Polvo.....                                  | 53              |
| Potencia de entrada.....                    | 20, 119         |
| Potencia de frenado.....                    | 10, 64          |
| Potencia del motor.....                     | 119             |
| Potenciómetro.....                          | 152             |
| Precauciones de EMC.....                    | 184             |
| Precauciones generales.....                 | 13              |
| Profibus.....                               | 96              |
| Programación de límite de par y parada..... | 155             |
| Proporción de cortocircuito.....            | 60              |
| Protección.....                             | 61              |
| Protección de circuito derivado.....        | 129             |
| Protección térmica.....                     | 12              |
| Protección térmica del motor.....           | 199             |
| Prueba de alta tensión.....                 | 149             |
| Punto de acoplamiento común.....            | 60              |

## R

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Realimentación del motor..... | 24 |
|-------------------------------|----|

|                                                              |             |                                   |            |
|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|------------|
| Rectificador.....                                            | 16          | Terminal X30/8.....               | 159        |
| Reducción de potencia automática.....                        | 41          | Termistor.....                    | 11, 150    |
| Reducción de potencia, funcionamiento a velocidad lenta..... | 51          | Termistor del motor.....          | 153        |
| Reducción de potencia, manual.....                           | 51          | Tiempo de descarga.....           | 15         |
| Reducción de potencia, presión atmosférica baja.....         | 51          | Tiempo de frenado.....            | 63         |
| Referencia.....                                              | 150         | Tiempo de subida.....             | 88         |
| Referencia analógica de velocidad.....                       | 151         | Troqueles.....                    | 121        |
| Referencia de velocidad.....                                 | 150, 152    |                                   |            |
| Refrigeración.....                                           | 51, 53      | <b>U</b>                          |            |
| Reinicio de alarma externa.....                              | 152         | U/f.....                          | 21, 91     |
| Rendimiento.....                                             | 81          |                                   |            |
| Rendimiento de salida (U, V, W).....                         | 77          | <b>V</b>                          |            |
| Rendimiento energético.....                                  | 91          | Velocidad fija.....               | 197        |
| Requisitos de inmunidad.....                                 | 57          | Velocidades predeterminadas.....  | 152        |
| Requisitos de seguridad.....                                 | 114         | Versiones de software.....        | 97         |
| Requisitos en materia de emisiones.....                      | 57          | Vibración.....                    | 52         |
| Resistencia de freno.....                                    | 16, 62, 177 | Visión general de Modbus RTU..... | 190        |
| Resultados de las pruebas de EMC.....                        | 56          | VVC+.....                         | 10, 16, 22 |
| RS-485.....                                                  | 153, 183    |                                   |            |
| Ruido acústico.....                                          | 52, 91      |                                   |            |
| <b>S</b>                                                     |             |                                   |            |
| Salida analógica.....                                        | 80, 159     |                                   |            |
| Salida de 10 V CC.....                                       | 80          |                                   |            |
| Salida del motor.....                                        | 77          |                                   |            |
| Salida digital.....                                          | 80, 159     |                                   |            |
| Salida, 24 V CC.....                                         | 80          |                                   |            |
| Salidas de relé.....                                         | 81          |                                   |            |
| Señal.....                                                   | 172         |                                   |            |
| Sensor.....                                                  | 170, 172    |                                   |            |
| Sensor de intensidad.....                                    | 16          |                                   |            |
| Sensor de temperatura.....                                   | 170         |                                   |            |
| Sensor térmico.....                                          | 16          |                                   |            |
| Sistema de control de seguridad.....                         | 172         |                                   |            |
| Sobretensión generada por el motor.....                      | 40          |                                   |            |
| Software de cálculo de armónicos (HCS).....                  | 145         |                                   |            |
| <b>T</b>                                                     |             |                                   |            |
| Tarjeta de control.....                                      | 80, 81      |                                   |            |
| Temperatura ambiente.....                                    | 50          |                                   |            |
| Temperatura máxima.....                                      | 50          |                                   |            |
| Tensión del motor.....                                       | 88          |                                   |            |
| Terminal X30/11, 12.....                                     | 159         |                                   |            |
| Terminal X30/1-4.....                                        | 159         |                                   |            |
| Terminal X30/6, 7.....                                       | 159         |                                   |            |



[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

.....  
Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores que pudieran aparecer en sus catálogos, folletos o cualquier otro material impreso y se reserva el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluidos los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan las características convenidas con el cliente. Todas las marcas comerciales de este material son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo Danfoss son marcas comerciales de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos.  
.....

Danfoss A/S  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
[www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)

