

Índice

1 Seguridad y precauciones	3
Instrucciones de seguridad	3
Evitar arranques accidentales	3
2 Introducción	5
Descripción general	6
3 Configuración admitida	11
Introducción	11
Configuración de bombas de velocidad fija	12
Configuración maestro-auxiliar	13
Configuración con combinación de bombas	14
Configuración de bombas de diferentes tamaños	15
Configuración de combinación de bombas con alternancia	16
Arrancadores suaves	18
4 Configuración del sistema	19
Introducción	19
Ajuste de los parámetros de cascada	19
Configuración adicional para varios convertidores de frecuencia	20
Control de lazo cerrado	20
Conexión/desconexión por etapas de bombas de velocidad variable en base a la velocidad del convertidor	21
Conexión y desactivación por etapas de bombas fijas basándose en la realimentación de presión	22
5 Características del Controlador en cascada	23
Estado y control de las bombas	23
Control manual de bomba	23
Equilibrado de tiempo de funcionamiento	24
Giro de bomba para bombas no utilizadas	24
Horas totales de vida útil	25
Alternado de la Bomba principal	25
Conexión / Desactivación por etapas en configuraciones de combinación de bombas	25
Anulación de conexión / desconexión por etapas	26
Desconexión por etapas de velocidad mínima	26
Sólo funcionamiento a velocidad fija	26
6 Instrucciones de programación	27
Parámetros del Controlador en cascada ampliado	27
Opción CTL de cascada, 27-**	27

Control y estado, 27-0*	27
Configuración, 27-1*	28
Ajustes ancho banda, 27-2*	29
Veloc. conex. por etapas, 27-3*	31
Ajustes conex. por etapas, 27-4*	32
Ajustes de alternancia, 27-5*	35
Conexiones, 27-7*	36
Lecturas de datos, 27-9*	37
Opción CTL cascada 27-**	39
8 Anexo A - Nota sobre la aplicación maestro-auxiliar	41
Funcionamiento maestro-auxiliar	41
Índice	44

1 Seguridad y precauciones

1

1.1.1 Advertencia de alta tensión



La tensión del convertidor de frecuencia y de tarjeta opcional MCO 101 es peligrosa cuando el equipo está conectado a la red. La instalación incorrecta del motor o del convertidor de frecuencia puede producir daños en el equipo, lesiones físicas graves e incluso la muerte. Por tanto, es muy importante respetar las instrucciones de este manual, así como las normas y reglamentos de seguridad vigentes locales y nacionales.

1.1.2 Instrucciones de seguridad



Antes de utilizar una función que afecte de forma directa o indirecta a la seguridad personal (p. ej. Parada segura u otras funciones como forzar la parada del motor o intentar que siga funcionando), debe llevarse a cabo un exhaustivo análisis de riesgos así como la comprobación del sistema. Las pruebas del sistema deben incluir la comprobación de las modalidades de fallo en relación con las señales de control (señales analógicas y digitales y comunicación serie).

- Asegúrese de que el convertidor de frecuencia esté conectado a tierra correctamente.
- No retire las conexiones de la red de alimentación, ni las del motor u otras conexiones de alimentación mientras el convertidor de frecuencia esté conectado a la red.
- Proteja a los usuarios de la tensión de alimentación.
- Proteja el motor frente a las sobrecargas conforme a la normativa vigente local y nacional.
- La corriente de fuga a tierra supera los 3,5 mA.
- La tecla [OFF] (Apagar) no es un interruptor de seguridad. No desconecta el convertidor de frecuencia de la red de alimentación.

1.1.3 Evitar arranques accidentales

Quando el convertidor de frecuencia está conectado a la red de alimentación, el motor puede arrancarse o pararse mediante los comandos digitales, los comandos del bus, las referencias o el panel de control local.

- Desconecte el convertidor de frecuencia y la tarjeta opcional MCO 101 de la red de alimentación cuando así lo dicten las consideraciones de seguridad personal para evitar el arranque accidental de cualquier motor.
- Para evitar arranques accidentales, active siempre la tecla [Off] (Apagar) antes de modificar cualquier parámetro.

1.1.4 Versión de software

Opción controlador de cascada ampliado para

Convertidor VLT AQUA FC 200

Manual de funcionamiento

Versión del software: 1.24



Este Manual de funcionamiento puede emplearse con todas las opciones de Controlador de cascada ampliado con versión de software 1.24.



¡NOTA!
El MCO 101 es compatible con el software desde la versión 1.05 en adelante y el MCO 102 a partir de la versión 1.24.

Quando lea este Manual de Funcionamiento, se encontrará con diferentes símbolos a los que se debe prestar especial atención.

Los símbolos empleados son los siguientes:



Indica una advertencia general.



¡NOTA!
Indica algo que debe ser tenido en cuenta por el lector.



Indica una advertencia de alta tensión.

1.1.5 Precaución



Los condensadores del enlace de CC del convertidor de frecuencia permanecen cargados después de desconectar la alimentación. Para evitar el peligro de descargas eléctricas, antes de llevar a cabo tareas de mantenimiento, desconecte el convertidor de frecuencia de la toma de alimentación. Antes de iniciar el mantenimiento del convertidor de frecuencia, espere como mínimo el tiempo indicado:

Tensión	Mín. tiempo de espera			
	4 min.	15 min.	20 min.	30 min.
200 - 240 V	0,25 - 3,7 kW	5,5 - 45 kW		
380 - 480 V	0,37 - 7,5 kW	11 - 90 kW	110 - 250 kW	315 - 1.000 kW
525 - 600 V	0,75 kW - 7,5 kW	11 - 90 kW		
525 - 690 V			45 - 400 kW	450 - 1.200 kW

Tenga en cuenta que puede haber alta tensión en el enlace de CC aunque los indicadores LED estén apagados.

2 Introducción

2.1.1 Introducción al MCO 101 y MCO 102

El MCO 101 y el 102 son opciones adicionales que amplían el número admitido de bombas y las funcionalidades del controlador de cascada integrado en el convertidor de frecuencia VLT® AQUA.

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

Puede utilizarse con las funciones ampliadas controladas por el grupo de parámetros 27**, o puede utilizarse para ampliar el número de relés disponibles para la cascada básica controlada por el grupo de parámetros 25**.

Quando está instalada una de las opciones de cascada, sólo aparece el grupo 27. En el supuesto de que la opción amplíe los relés en el grupo 25 del controlador de cascada integrado, la cascada básica puede activarse en el parámetro 27-10, tras lo cual, el grupo 25 volverá a estar visible en el menú principal. Si el par. 27-10 se ajusta como Cascada básica, sólo estará disponible la función de cascada básica, únicamente ampliada con 3 de los relés para hacer un total de 5.

Quando se utiliza el grupo 27** Control de cascada ampliado/avanzado, los sistemas con alternancia de bombas pueden ajustarse con 2 relés por bomba, lo que reduce la necesidad de equipamiento externo.

Con el MCO 101, pueden utilizarse un total de 5 relés de cascada con MCO 102. Pueden controlarse un total de 8 bombas.

¡NOTA!

Si el MCO 102 está instalado, la opción de relés MCB 105 puede ampliar el número de relés hasta 13.

2.1.2 Controlador de cascada ampliado MCO 101 y Controlador de cascada avanzado MCO 102

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

La opción Controlador de cascada ofrece la posibilidad de controlar varias bombas configuradas en paralelo, de tal modo que parezcan una única bomba más grande.

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

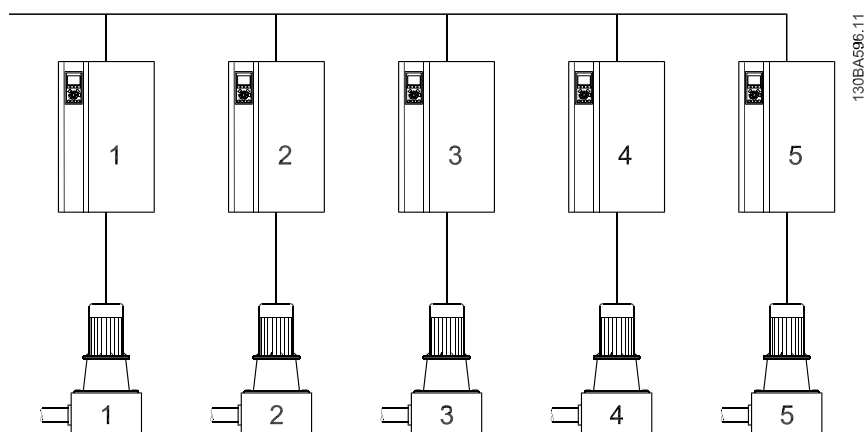


Ilustración 2.1: Control de cascada de varias bombas

Los Controladores de cascada son componentes opcionales de hardware y software que pueden añadirse al convertidor VLT AQUA. Constan de una placa opcional con 3 relés, instalada en la ubicación de opción B del convertidor de frecuencia. Una vez instaladas las opciones, los parámetros necesarios para controlar las funciones del Controlador de cascada estarán disponibles a través del panel de control, en el grupo de parámetros 27-**. El Controlador de cascada ampliado ofrece más funciones que el Controlador de cascada básico. Puede utilizarse para ampliar la cascada básica con 3 relés e incluso hasta 8 relés con la tarjeta de control de cascada avanzado instalada.

Aunque el Controlador de cascada está diseñado para aplicaciones de bombeo y este documento describe el controlador de cascada para esta aplicación, también es posible su uso en cualquier aplicación que requiera varios motores configurados en paralelo.

2.1.3 Descripción general

El software del Controlador de cascada funciona desde un único convertidor VLT AQUA con la tarjeta de la opción Controlador de cascada instalada. Este convertidor de frecuencia se conoce como convertidor maestro. Controla un conjunto de bombas, cada una de ellas controlada por un convertidor de frecuencia o conectada directamente a la tensión de red a través de un contactor o a través de un arrancador suave.

Cada convertidor de frecuencia adicional en el sistema se conoce como un convertidor auxiliar. Dichos convertidores de frecuencia no necesitan tener instalada la tarjeta de opción Controlador de cascada. Se accionan en modo de lazo abierto y reciben su velocidad de referencia del convertidor maestro. Las bombas conectadas a estos convertidores de frecuencia se denominan bombas de velocidad variable.

Cada bomba adicional conectada a la tensión de red a través de un contactor o un arrancador suave se conoce como una bomba de velocidad fija.

Cada bomba, sea de velocidad fija o variable, es controlada por un relé del convertidor maestro. El convertidor de frecuencia con la tarjeta de opción Controlador de cascada instalada cuenta con cinco relés disponibles para controlar bombas. Dos (2) relés vienen de serie en el convertidor de frecuencia y 3 relés adicionales se encuentran en la tarjeta de opción MCO 101, o bien 8 relés y 7 entradas digitales en la tarjeta opcional MCO 102.

La diferencia entre MCO 101 y MCO 102 es, principalmente, el número de relés opcionales disponibles para el convertidor de frecuencia. Cuando MCO 102 está instalada, la tarjeta opcional de relés MCB 105 puede montarse en la ranura B.

El Controlador de cascada es capaz de controlar una combinación de bombas de velocidad variable y de velocidad fija. Las posibles configuraciones se describen de forma más detallada en la siguiente sección. Para simplificar las descripciones del presente manual, presión y caudal se utilizarán para describir la salida variable del conjunto de bombas controlado por el controlador de cascada.

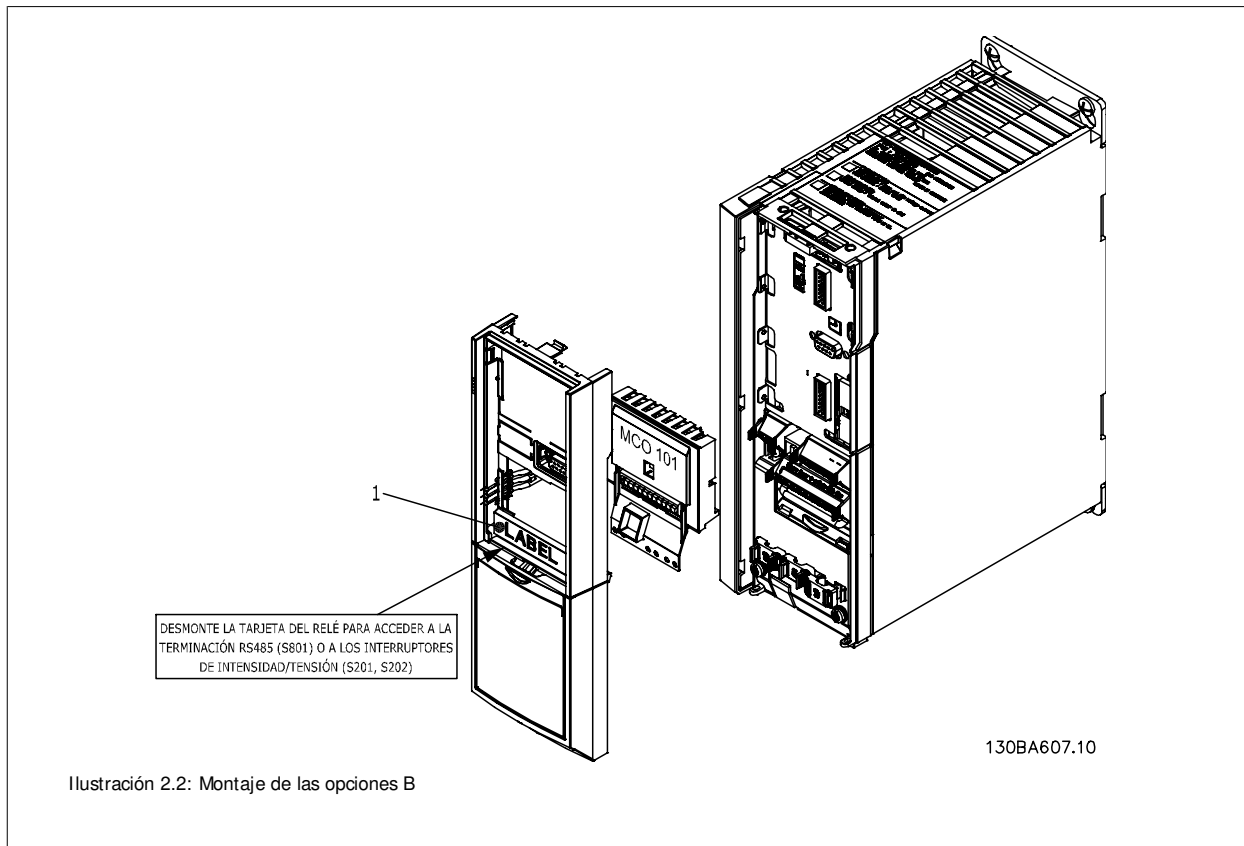
2.1.4 Controlador de cascada ampliado MCO 101

La opción MCO 101 incluye 3 piezas de contactos de conmutación y puede ajustarse en la ranura de opción B.

Datos eléctricos:

Carga de terminal máx. (CA)	240 V CA 2 A
Carga del terminal máx. (CC)	24 V CC 1 A
Carga del terminal mín. (CC)	5 V 10 mA
Frecuencia de conmutación máx. en carga nominal/carga mín.	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹

2



Advertencia sobre la alimentación doble



¡NOTA!

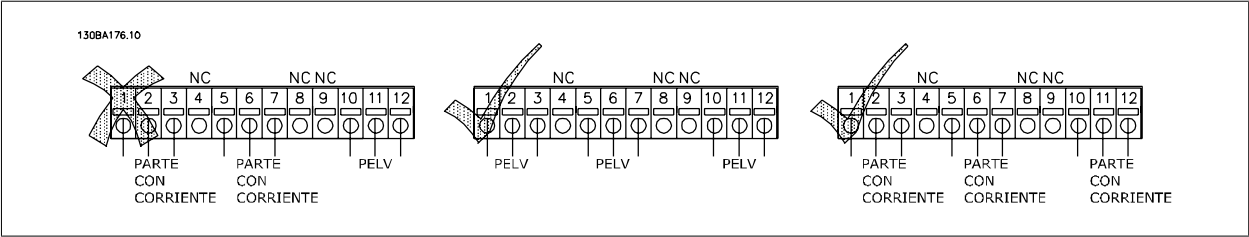
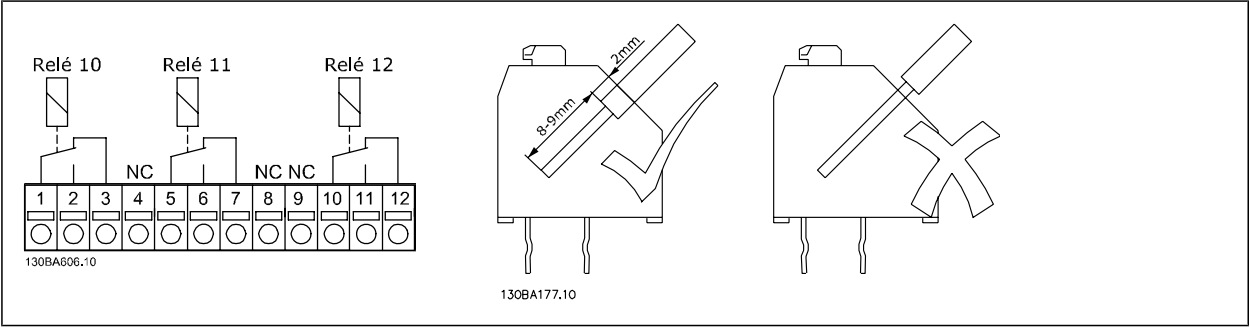
La etiqueta DEBE estar en el bastidor del LCP, tal como se indica (según las normas UL).

Cómo añadir la opción MCO 101:

- Debe desconectarse la alimentación del convertidor de frecuencia.
- Debe desconectarse la alimentación de las conexiones con corriente de los terminales de relé.
- Retire el LCP, la tapa de terminales y el soporte del FC 202.
- Coloque la opción MCO 101 en la ranura B.
- Conecte los cables de control y sujételos mediante las cinchas para cables suministradas.
- No debe mezclar sistemas diferentes.
- Ajuste el soporte ampliado y la tapa de terminales.
- Vuelva a colocar el LCP
- Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.

2

Conexión de los terminales



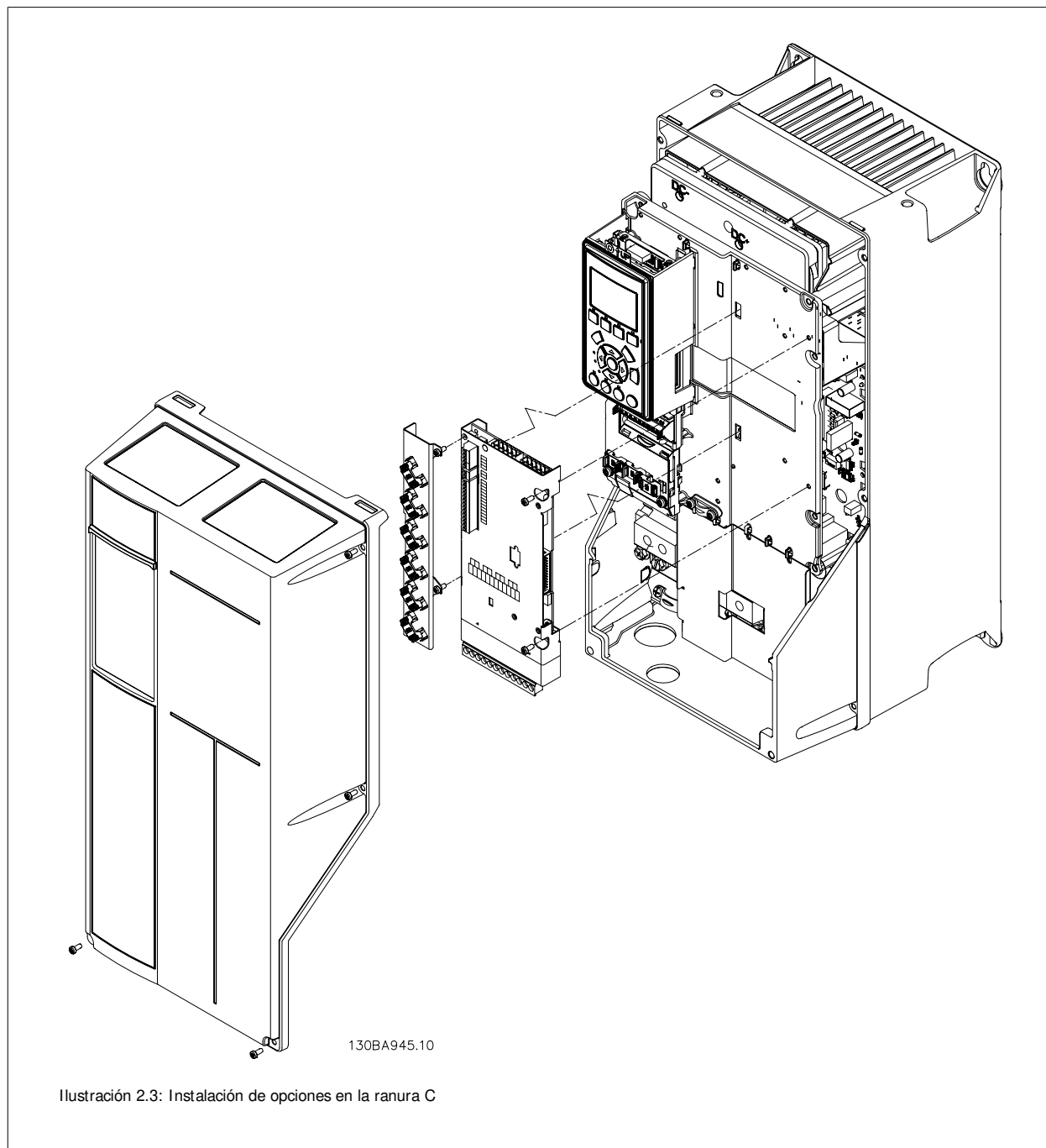
2.1.5 Control de cascada avanzado MCO 102

La opción MCO 102 admite un máximo de 8 bombas y puede alternar la bomba principal con 2 relés de convertidores de frecuencia por bomba. Esto reduce la necesidad de interruptores externos auxiliares, así como el coste de la instalación.

Quando la opción MCO 102 (opción C) se utiliza, el numero de relés puede aumentarse hasta un total de 13 añadiendo el MCB 105 (opción B).

Datos eléctricos:

Carga de terminal máx. (CA)	240 V CA 2 A
Carga del terminal máx. (CC)	24 V CC 1 A
Carga del terminal mín. (CC)	5 V 10 mA
Frecuencia de conmutación máx. en carga nominal/carga mín.	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹



¡NOTA!

Antes de empezar, interrumpa la alimentación eléctrica del convertidor de frecuencia. Nunca instale una tarjeta de opción en el convertidor de frecuencia durante su funcionamiento.

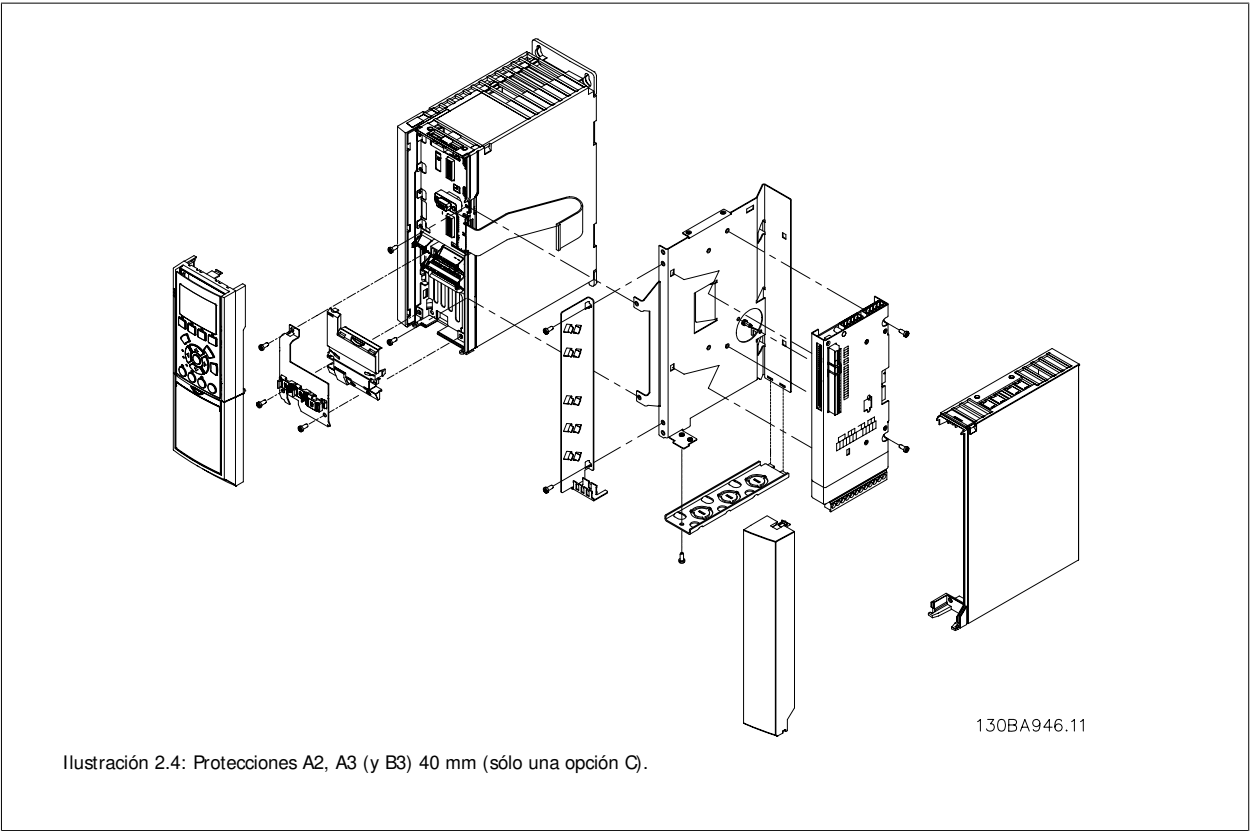
Cómo añadir la opción MCO 102:

- Debe desconectarse la alimentación del convertidor de frecuencia.
- Debe desconectarse la alimentación de las conexiones con corriente de los terminales de relé.
- Retire el LCP, la tapa de terminales y el soporte del FC 202.
- Coloque la opción MCO 102 en la ranura B.
- Conecte los cables de control y sujételos mediante las cinchas para cables suministradas.
- No debe mezclar sistemas diferentes.
- Ajuste el soporte ampliado y la tapa de terminales.

- Vuelva a colocar el LCP
- Conecte el convertidor de frecuencia a la alimentación.

La opción MCO 102 de la tarjeta de control de cascada avanzado VLT sólo puede utilizarse en la ranura de opciones C1. La posición de montaje de las opciones C1 se muestra en el siguiente dibujo.

2



Conexión de los terminales:

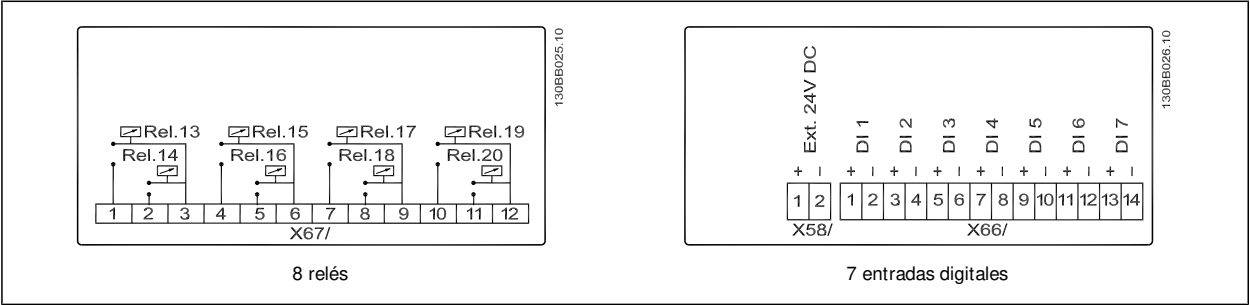


Tabla 2.1: Conexiones de terminales del controlador de cascada avanzado MCO 102

3 Configuración admitida

3.1.1 Introducción

El Controlador de cascada ampliado y avanzado admite diferentes configuraciones de convertidores y bombas. Todas estas configuraciones deben tener, como mínimo, una bomba de velocidad variable, controlada mediante un convertidor de frecuencia VLT AQUA, con una tarjeta de opción Controlador de cascada ampliado y avanzado. Admiten el uso de entre 1 y 8 bombas adicionales, cada una de ellas conectada a un convertidor de frecuencia VLT de Danfoss con maestro-auxiliar o a la tensión de red a través de un contactor o un arrancador suave en un sistema de conexión directa.

Al ajustar el sistema, es necesario crear la configuración de hardware, que se comunica con el Maestro, cuántas bombas y convertidores de frecuencia están conectados. El hardware necesario se explica en los siguientes ejemplos de configuración de hardware.

A continuación se describen las funciones y cómo utilizar la cascada ampliada en el grupo de parámetros 27:

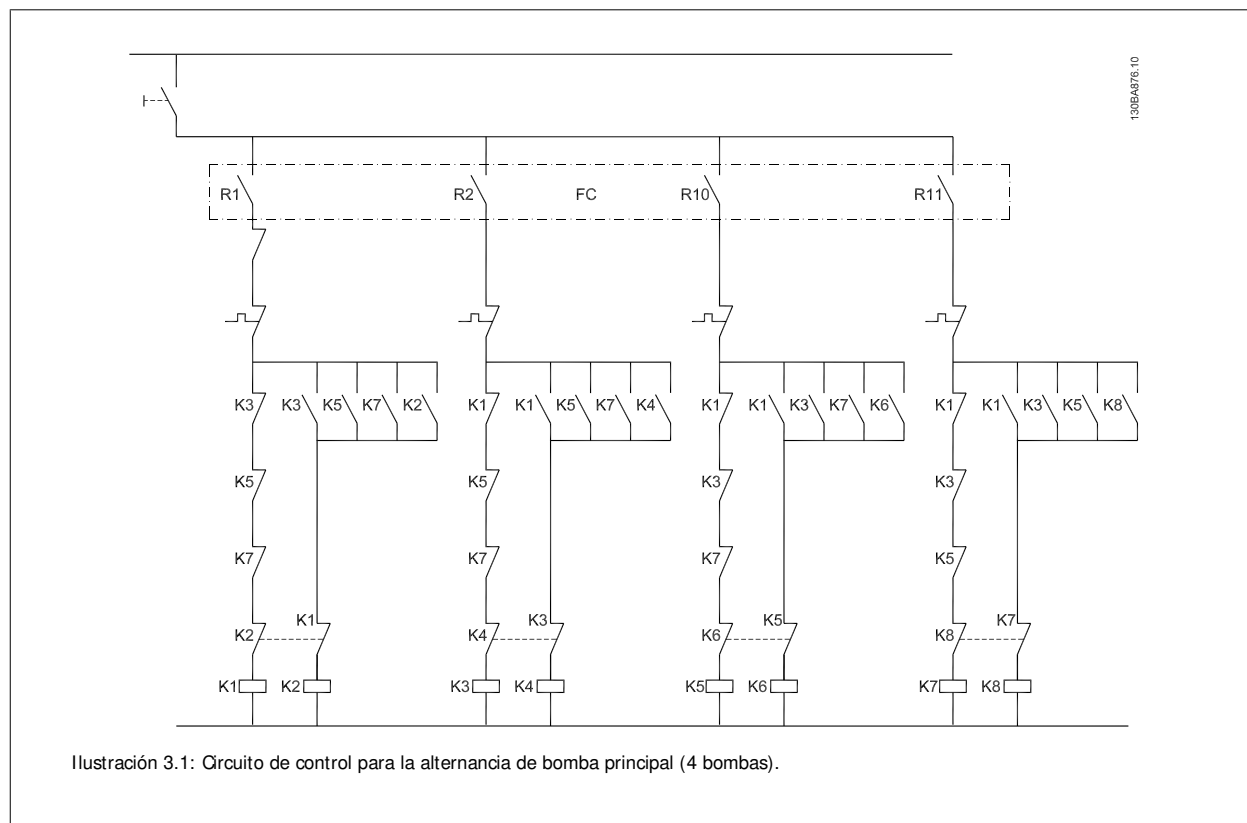
3.1.2 Ampliación de cascada básica

Uso de la opción de cascada ampliada MCO 101 como ampliación de la cascada básica integrada en el convertidor 3.1.2

En las aplicaciones ya controladas por el controlador de cascada integrado en el grupo 25**, la tarjeta de opción puede utilizarse para ampliar el número de relés para el control de cascada. Por ejemplo, si se añade una nueva bomba al sistema. También puede utilizarse en el caso de que se desee alternar la bomba principal en sistemas con más de dos convertidores de frecuencia, que es el límite para la cascada básica sin la opción MCO 101 instalada.

Instale la opción en la ranura B, active la cascada básica en el par. 27-10. Para los ajustes del grupo de parámetros 25, consulte la guía de programación AQUA.

Ejemplo: diagrama de cableado eléctrico para el equipamiento externo necesario para sistemas con alternancia de bomba principal de 4 bombas utilizando cascada básica y MCO 101 como ampliación de relés.



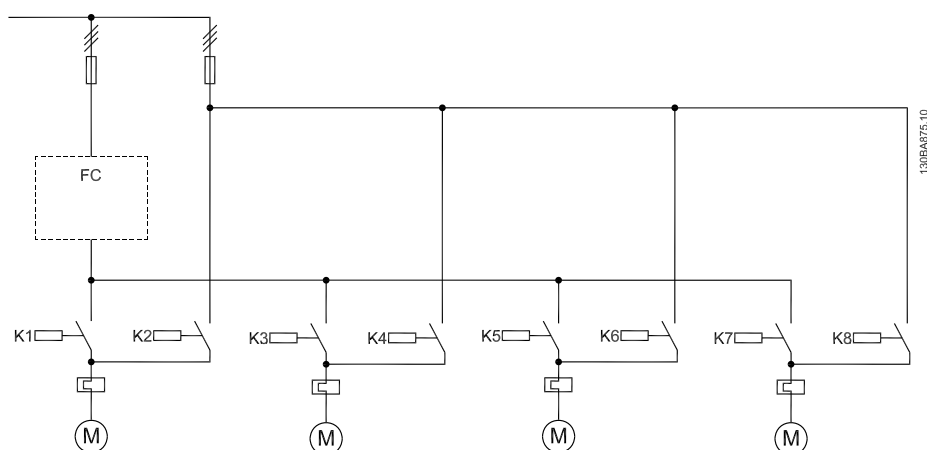


Ilustración 3.2: Circuito de red para la alternancia de la bomba principal (4 bombas).

3.1.3 Configuración de bombas de velocidad fija

En esta configuración, un único convertidor de frecuencia controla una bomba de velocidad variable y hasta 7 bombas de velocidad fija. Las bombas de velocidad fija se activan y desactivan por etapas según sea necesario mediante contactores de conexión directa. La bomba sola conectada al convertidor de frecuencia proporciona el nivel de control más preciso necesario entre las etapas.

Las bombas de conexión directa se activan y desactivan dependiendo de la realimentación.

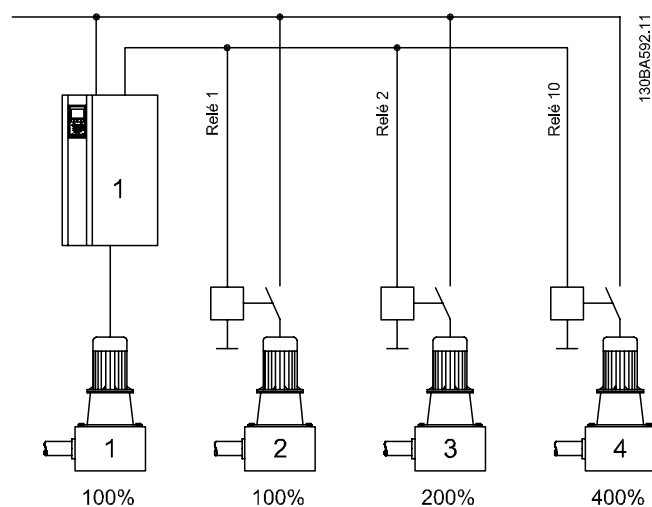


Ilustración 3.3: Ejemplo

Para esta configuración, las selecciones de relés en el grupo 27-7* "Conexiones" son las siguientes:

27-70 RELÉ 1 → [73] Bomba 2 a Red

27-71 RELÉ 2 → [74] Bomba 3 a Red

27-72 RELÉ 10 → [75] Bomba 4 a Red

27-73 RELÉ 11 → [0] Relé estándar

27-74 RELÉ 12 → [0] Relé estándar

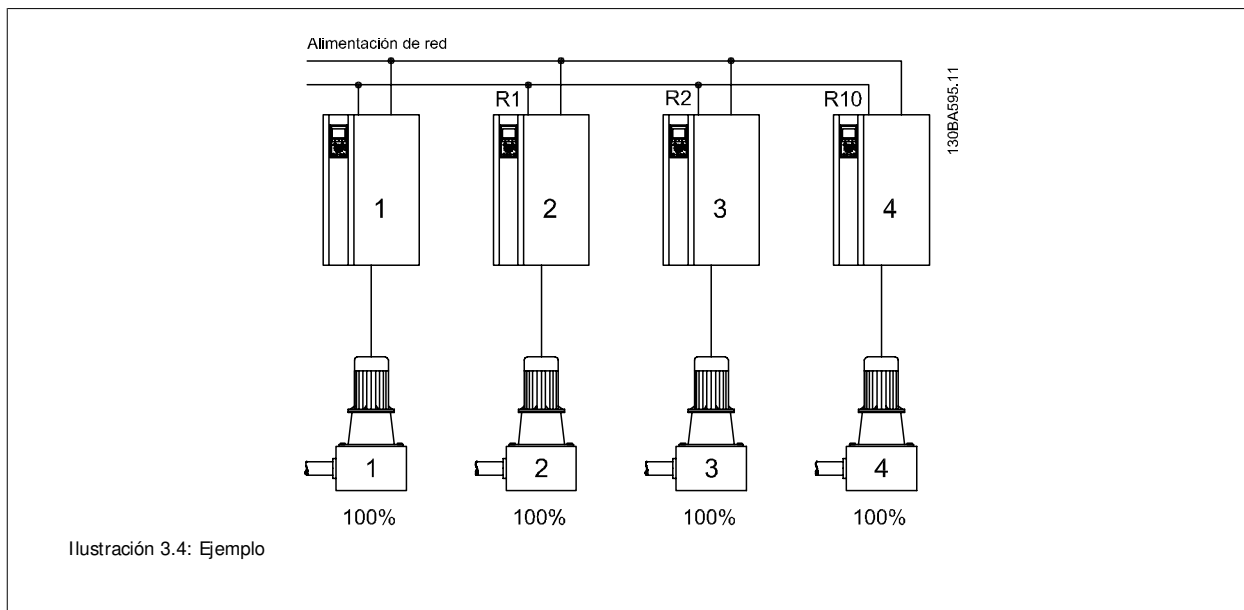
La configuración de bombas de velocidad fija ofrece un método rentable para controlar hasta 6 bombas. Es capaz de controlar la salida del sistema al controlar el número de bombas en funcionamiento, así como la velocidad de la bomba de velocidad variable. No obstante, producirá unas fluctuaciones

de presión más amplias durante las transiciones de conexión/desconexión por etapas, y puede ser menos rentable energéticamente que las configuraciones maestro-auxiliar.

3.1.4 Configuración maestro-auxiliar

En esta configuración, cada una de las bombas está controlada por un convertidor de frecuencia. Todas las bombas y convertidores de frecuencia deben tener el mismo tamaño. Las decisiones de conexión y desconexión por etapas se toman basándose en la velocidad de los convertidores de frecuencia. La presión constante es controlada por el convertidor maestro funcionando en lazo cerrado. La velocidad será la misma en todas las bombas en funcionamiento con control ampliado. Pueden controlarse hasta 6 bombas (con control avanzado, hasta 8 bombas).

En el modo maestro-auxiliar, el MCO 101 admite hasta 6 bombas; el MCO 102 admite hasta 8 bombas. Para obtener más información, consulte *Aplicación de funcionamiento maestro-auxiliar para FC 200* (Anexo A).



Para esta configuración, las selecciones de relés en el grupo 27-7* "Conexiones" son las siguientes:

- 27-70 RELÉ 1 → [1] Convertidor 2 Activar
- 27-71 RELÉ 2 → [2] Convertidor 3 Activar
- 27-72 RELÉ 10 → [3] Convertidor 4 Activar
- 27-73 RELÉ 11 → [0] Relé estándar
- 27-74 RELÉ 12 → [0] Relé estándar

La configuración maestro-auxiliar proporciona la transición más suave posible de una etapa a la siguiente y el funcionamiento con mejor consumo energético. Para la mayoría de las instalaciones, el ahorro energético hace de ésta la configuración más rentable.

El sistema equilibrará el tiempo de funcionamiento de todas las bombas automáticamente, dependiendo de la priorización de bombas realizada en el par. 27-16. El sistema maestro-auxiliar ofrecerá un cierto nivel de redundancia. Si el convertidor maestro se desconecta, seguirá controlando los convertidores auxiliares.

La fuente de alimentación externa de 24 V CC MCB-107 puede añadirse para aumentar el nivel de redundancia.

Además, reduce el desgaste en bombas y motores. Los relés se ajustados como [0] Relé estándar, pueden utilizarse como relés de propósito general, controlados por los parámetros del grupo 5-4*.

3.1.5 Configuración con combinación de bombas

La configuración con combinación de bombas permite combinar bombas de velocidad variable conectadas a convertidores, así como bombas de velocidad fija adicionales. En esta configuración, todas las bombas de velocidad variable y los convertidores deben ser del mismo tamaño. Las bombas de velocidad fija pueden ser de diferentes tamaños. Las bombas de velocidad variable se conectan y desconectan por etapas basándose en la velocidad del convertidor de frecuencia. Las bombas de velocidad fija se conectan entonces por etapas, última en conectarse, última en desconectarse, basándose en la realimentación de presión.

3

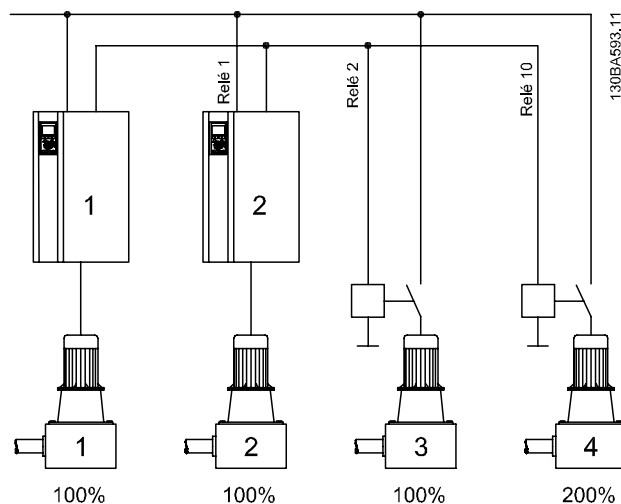


Ilustración 3.5: Ejemplo

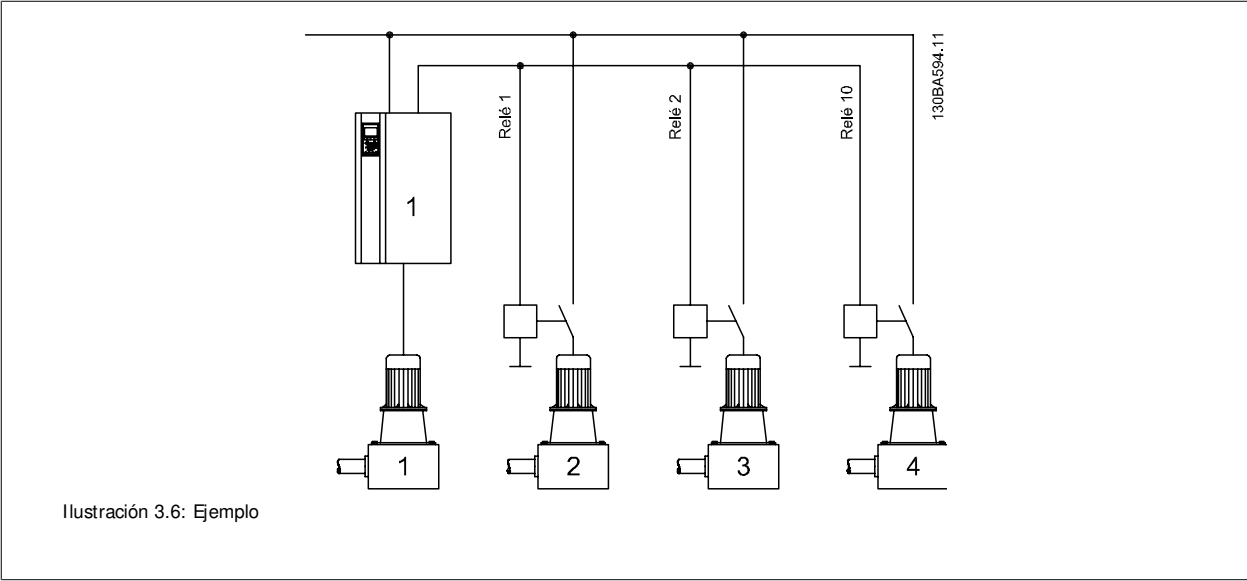
Para esta configuración, las selecciones de relés en el grupo 27-7* "Conexiones" son las siguientes:

- 27-70 RELÉ 1 → [1] Activar convertidor 2
27-71 RELÉ 2 → [74] Bomba 3 a red eléctrica
27-72 RELÉ 10 → [75] Bomba 4 a red eléctrica
27-73 RELÉ 11 → [0] Relé estándar
27-74 RELÉ 12 → [0] Relé estándar

Esta configuración ofrece algunas de las ventajas de la configuración Maestro-Seguidor con parte del ahorro inicial de costes de la configuración de velocidad fija. Se trata de una buena opción en los casos en los que raramente se necesita la capacidad extra de las bombas de velocidad fija.

3.1.6 Configuración de bombas de diferentes tamaños

La configuración de bombas de diferentes tamaños permite una combinación limitada de bombas de velocidad fija de diferentes tamaños. Permite obtener la mayor salida posible del sistema con el menor número de bombas.



Para esta configuración, las selecciones de relés en el grupo 27-7* "Conexiones" son las siguientes:

- 27-70 RELÉ 1 → [73] Bomba 2 a red eléctrica
- 27-71 RELÉ 2 → [74] Bomba 3 a red eléctrica
- 27-72 RELÉ 10 → [75] Bomba 4 a red eléctrica
- 27-73 RELÉ 11→ [0] Relé estándar
- 27-74 RELÉ 12→ [0] Relé estándar

No todas las configuraciones para bombas de diferente tamaño son válidas. Para que una configuración sea válida, debe ser posible la conexión de bombas en incrementos del 100% del tamaño de la bomba de velocidad variable del convertidor de frecuencia maestro. Esto es necesario porque que la bomba de velocidad variable debe ser capaz de controlar la salida entre las etapas de velocidad fija.

Configuraciones válidas

100% se define como el caudal máximo producido por la bomba conectada al convertidor de frecuencia maestro. Las bombas de velocidad fija deben ser múltiplos de este tamaño.

Velocidad variable	Velocidad fija
100%	100% + 200%
100%	100% + 200% + 200%
100%	100% + 100% + 300%
100%	100% + 100% + 300% + 300%
100%	100% + 200% + 400%
100% + 100%	200%
100% + 100%	200% + 200%

(Son posibles otras configuraciones válidas)

Configuraciones no válidas

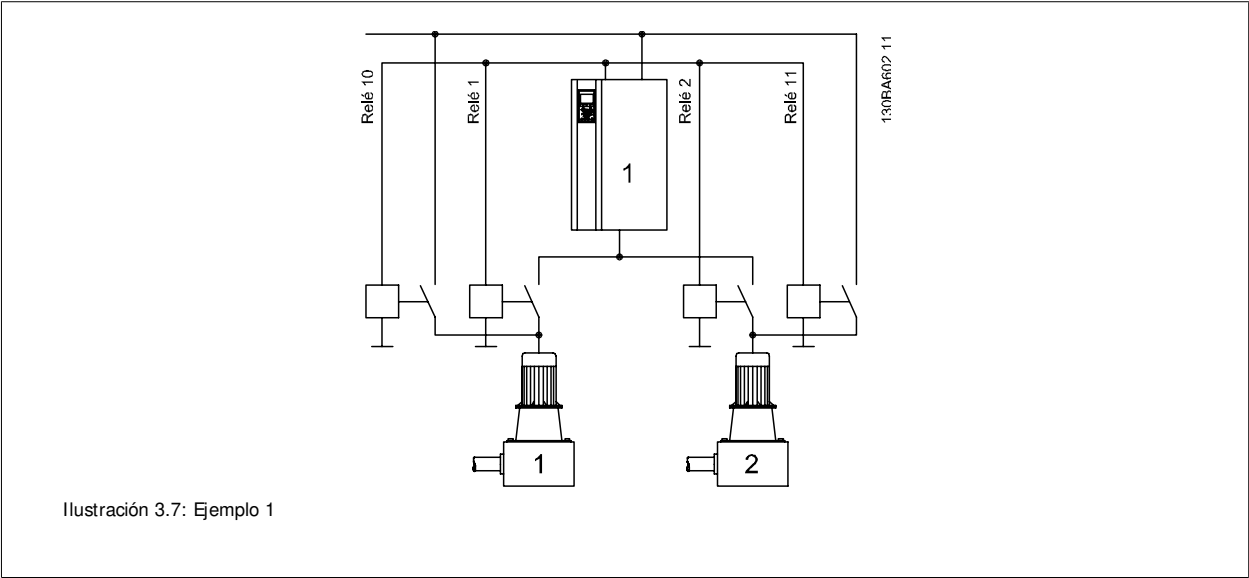
Las configuraciones no válidas funcionarán pero no activarán todas las bombas. Esto se hace para permitir un funcionamiento limitado en caso de que falle una bomba o se bloquee en esta configuración.

Velocidad variable	Velocidad fija	
100%	200%	(sin control entre 100% y 200%)
100%	100% + 300%	(sin control entre 200% y 300%)
100%	100% + 200% + 600%	(sin control entre 400% y 600%)

3

3.1.7 Configuración de combinación de bombas con alternancia

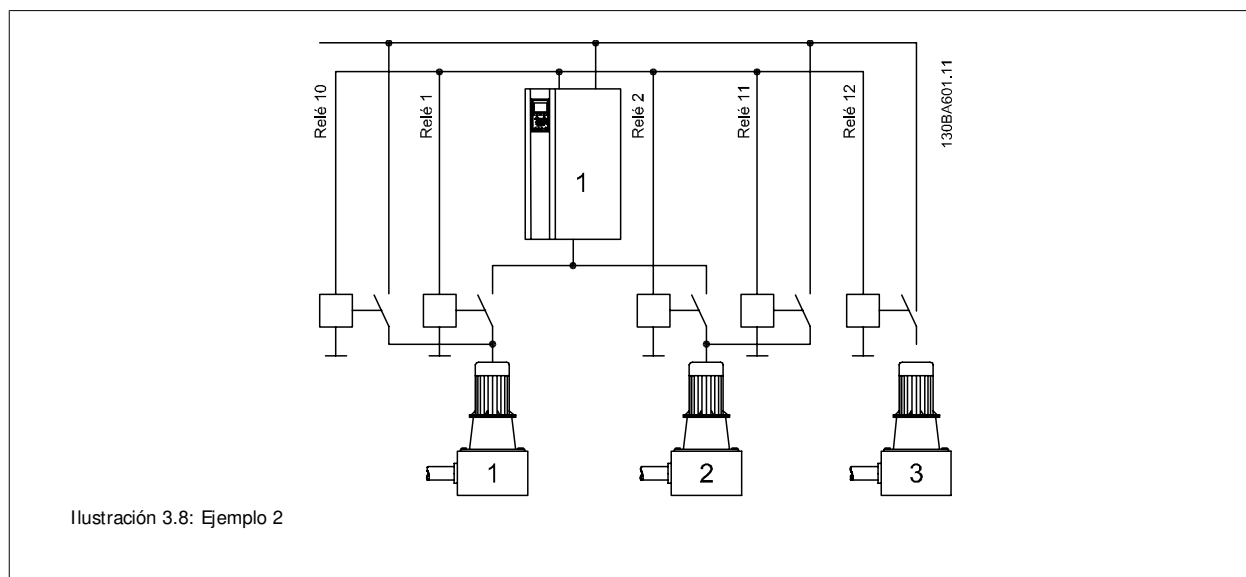
En esta configuración es posible alternar el convertidor de frecuencia entre dos bombas, además de controlar las bombas de velocidad fija adicionales. El controlador en cascada intentará equilibrar las horas de funcionamiento entre todas las bombas, tal y como se especificó en el parámetro Equilibrado de tiempo de funcionamiento.



Las dos bombas pueden ser de velocidad variable o fija, con el mismo número de horas de funcionamiento.

Para esta configuración, las selecciones de relés en el grupo 27-7* "Conexiones" son las siguientes:

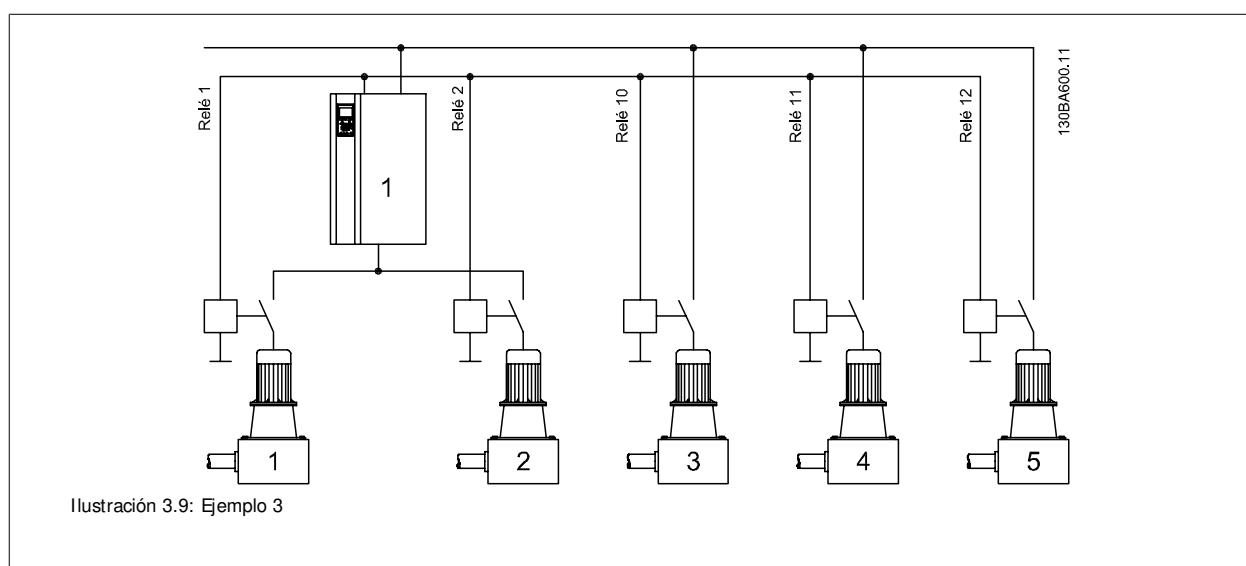
- 27-70 RELÉ 1 → [8] Bomba 1 a convertidor 1
- 27-71 RELÉ 2 → [16] Bomba 2 a convertidor 1
- 27-72 RELÉ 10 → [72] Bomba 1 a red eléctrica
- 27-73 RELÉ 11 → [73] Bomba 2 a red eléctrica
- 27-74 RELÉ 12→ [0] Relé estándar



Las dos primeras bombas pueden ser de velocidad variable o fija, con el mismo número de horas de funcionamiento entre las tres bombas, siempre que la demanda del sistema sea normalmente superior a 1 bomba.

Para esta configuración, las selecciones de relés en el grupo 27-7* "Conexiones" son las siguientes:

- 27-70 RELÉ 1 → [8] Bomba 1 a unidad 1
27-71 RELÉ 2 → [16] Bomba 2 a unidad 1
27-72 RELÉ 10 → [72] Bomba 1 a red eléctrica
27-73 RELÉ 11 → [73] Bomba 2 a red eléctrica
27-74 RELÉ 12 → [74] Bomba 3 a red eléctrica



Las dos primeras bombas se alternan cada una con el 50% de las horas de funcionamiento. Las bombas de velocidad fija se activan y desactivan según sea necesario, con el mismo tiempo de funcionamiento entre ellas.

Para esta configuración, las selecciones de relés en el grupo 27-7* "Conexiones" son las siguientes:

- 27-70 RELÉ 1 → [8] Bomba 1 a convertidor 1
27-71 RELÉ 2 → [16] Bomba 2 a convertidor 1
27-72 RELÉ 10 → [74] Bomba 3 a red eléctrica
27-73 RELÉ 11 → [75] Bomba 4 a red eléctrica
27-74 RELÉ 12 → [76] Bomba 5 a red eléctrica

3.1.8 Arrancadores suaves

Los arrancadores suaves pueden utilizarse en lugar de los contactores para cualquier configuración con bombas de velocidad fija. Si se seleccionan los arrancadores suaves, deben utilizarse para TODAS las bombas de velocidad fija. Mezclar arrancadores suaves y contactores provocará la incapacidad de controlar la presión de salida durante las transiciones de conexión y desactivación por etapas. Al utilizar los arrancadores suaves, se añadirá un retardo desde la señal de conexión por etapas hasta que se produzca la conexión de hecho. El retardo es necesario debido al tiempo de rampa de la bomba de velocidad fija a causa del arrancador suave.

4 Configuración del sistema

4.1.1 Introducción

El Controlador de cascada ampliado y avanzado puede configurarse rápidamente utilizando muchos de los parámetros predeterminados. No obstante, primero es necesario describir la configuración de los convertidores y de las bombas del sistema, y describir el nivel deseado de control sobre la salida del sistema.

4.1.2 Ajuste de los parámetros de cascada

Los grupos de parámetros 27-1* "Configuración" y 27-7* "Conexiones" se utilizan para definir la configuración del hardware de la instalación. Inicie la configuración del controlador de cascada mediante la selección de valores para los parámetros del grupo 27-1* "Configuración".

Nº parámetro	Descripción
27-10	El Controlador de cascada puede utilizarse para activar o desactivar el Controlador de cascada ampliado. La selección Combinación de bombas es la selección general para el controlador de cascada. Si se utiliza un convertidor de frecuencia por bomba, se puede seleccionar la configuración maestro-auxiliar, reduciendo el número de parámetros necesarios para ajustar el sistema.
27-11	Número de convertidores de frecuencia
27-12	Número de bombas. De forma predeterminada será igual al número de convertidores de frecuencia.
27-14	Capacidad de bomba para cada bomba (parámetro indexado). Si todas las bombas tienen el mismo tamaño, se utilizarán los valores predeterminados. Ajuste: primero seleccione la bomba, haga clic en OK y ajuste la capacidad.
27-16	Equilibrado del tiempo de funcionamiento para cada bomba (parámetro indexado). Si el sistema debe equilibrar las horas de funcionamiento entre las bombas, utilice los valores predeterminados.
27-17	Arrancadores de motor. Todas las bombas de velocidad fija deben ser similares.
27-18	Tiempo de giro para bombas no utilizadas - Depende del tamaño de las bombas.

A continuación, deben definirse los relés utilizados para activar y desactivar las bombas. El grupo de parámetros 27-7* "Conexiones" ofrece una lista con todos los relés disponibles:

- Cada convertidor de frecuencia auxiliar del sistema necesita tener un relé asignado para activar/desactivar el convertidor cuando sea necesario.
- Cada una de las bombas de velocidad fija debe tener un relé asignado para controlar el contactor o para activar el arrancador suave para activar/desactivar la bomba.
- Si es necesario tener un convertidor único que alterne entre dos bombas, entonces tienen que asignarse relés adicionales para ofrecer esta capacidad.

Qualquier relé no utilizado estará disponible para otras funciones mediante el grupo de parámetros 5-4* Relés.

4.1.3 Configuración adicional para varios convertidores de frecuencia

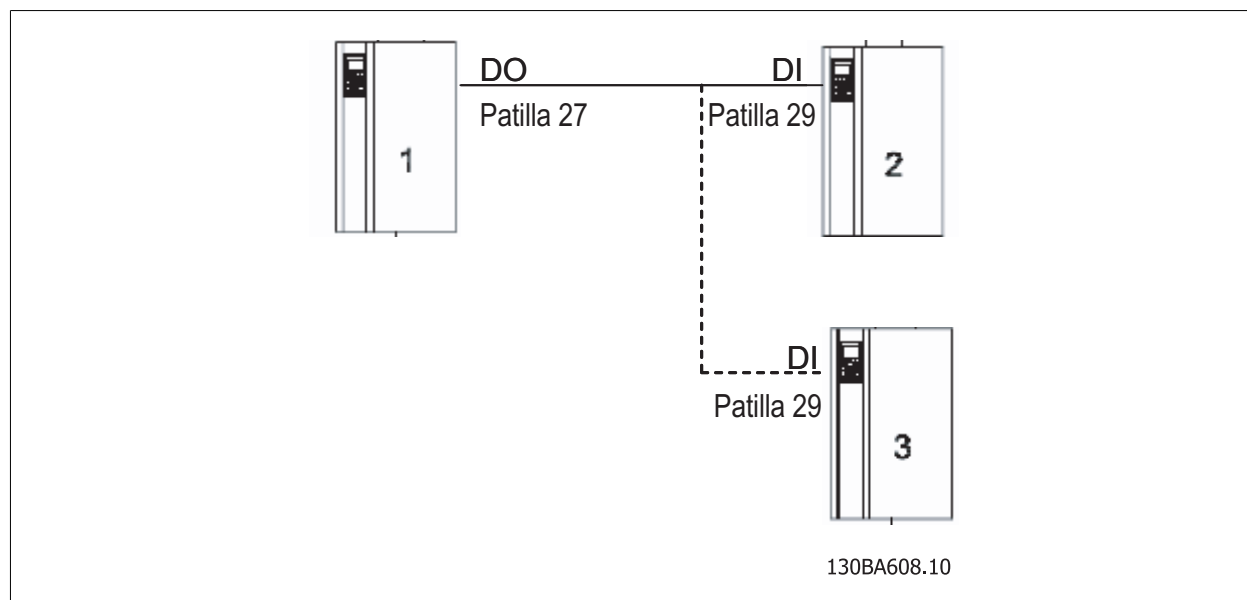
Quando se utiliza más de un convertidor de frecuencia en el controlador de cascada, es necesario que el convertidor maestro indique a los convertidores auxiliares a qué velocidad deben funcionar. Esto se logra mediante una señal digital entre los convertidores de frecuencia.

El convertidor maestro debe utilizar un terminal de salida digital para enviar la frecuencia necesaria para todos los convertidores. Todos los convertidores de frecuencia funcionan siempre a la misma velocidad. El par. 5-01 se establece como [Salida], el par. 5-30 como [Salida de pulsos] y el par. 5-60 como [Ref. cascada].

Todos los convertidores auxiliares deben ajustarse en lazo abierto y deben utilizar una entrada digital como su referencia de velocidad. Esto puede realizarse ajustando el parámetro 1-00 Modo de configuración como [0] Lazo abierto, el parámetro 3-15 a la selección [7] Entrada de frecuencia 29 y el par. 5-13 como [32] Entrada de pulsos.

El par. 3-41 Tiempo rampa acel. y el par. 3-42 Tiempo rampa decel., deben ser los mismos para el convertidor maestro y para todos los convertidores auxiliares del sistema.

Estas rampas deben ser lo suficientemente rápidas como para permitir que el controlador PID mantenga el control del sistema.



4.1.4 Control de lazo cerrado

El convertidor de frecuencia maestro es el controlador principal del sistema. Controla la presión de salida, ajusta la velocidad de los convertidores de frecuencia y decide cuándo añadir o eliminar etapas. Para llevar a cabo esta función, el convertidor de frecuencia maestro debe ajustarse en modo de lazo cerrado con un sensor de realimentación conectado a una de sus entradas analógicas.

El controlador PID del convertidor de frecuencia maestro se debe configurar para ajustarse a las necesidades de la instalación. La configuración de los parámetros PID se describe en la *Guía de programación del convertidor VLT AQUA* y no se tratará en este manual. Consulte la nota sobre la aplicación "Funcionamiento maestro-auxiliar" incluida en este manual.

4.1.5 Conexión/ desconexión por etapas de bombas de velocidad variable en base a la velocidad del convertidor

En configuraciones maestro-auxiliar y configuraciones de combinación de bombas, las bombas de velocidad variable se conectan y desconectan por etapas basándose en la velocidad de los convertidores de frecuencia.

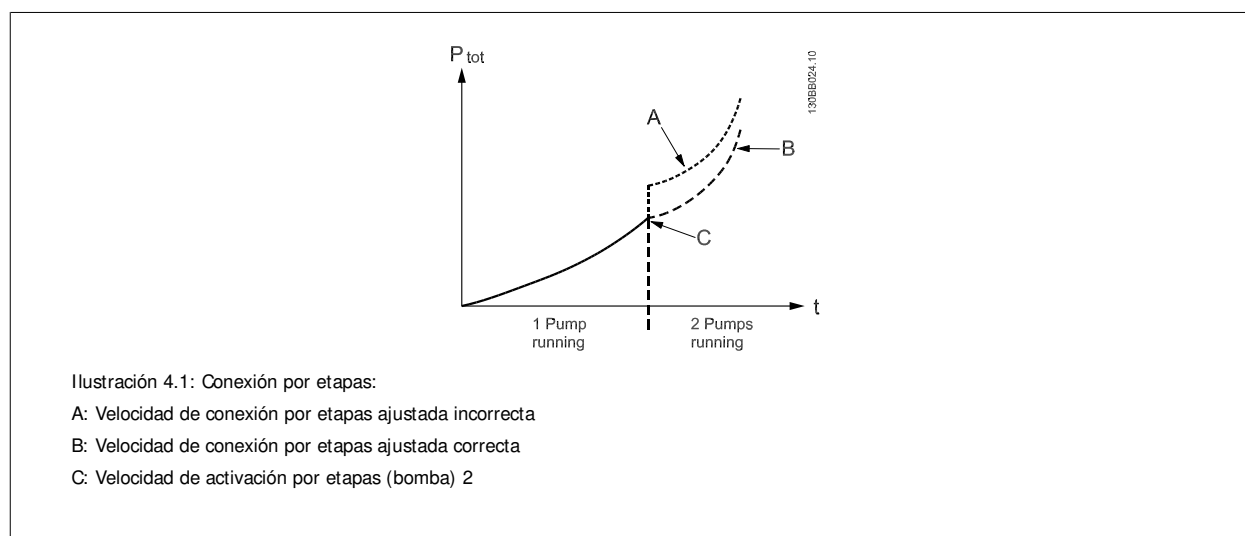
La conexión por etapas se produce cuando la velocidad de los convertidores de frecuencia ha alcanzado el valor indicado en el parámetro 27-31 (27-32) Veloc. conex. por etapas. A esta velocidad, la presión del sistema se sigue manteniendo, pero las bombas comienzan a funcionar fuera de sus puntos de máximo rendimiento. La conexión por etapas de una bomba adicional reducirá la velocidad de todas las bombas en funcionamiento y ofrecerá un funcionamiento más eficiente energéticamente.

La desconexión por etapas se produce cuando la velocidad de los convertidores de frecuencia cae por debajo del valor del parámetro 27-33 (27-34) Veloc. desact. por etapas. A esta velocidad, la presión del sistema se sigue manteniendo, pero las bombas comienzan a funcionar por debajo de sus puntos de máxima eficiencia. La desactivación por etapas de una bomba hará que la velocidad de los convertidores aumente hasta un rango de mayor eficiencia energética.

Los parámetros 27-31 (27-32) Veloc. conex. por etapas y 27-33 (27-34) Veloc. desact. por etapas dependen de la instalación. Estos parámetros son parámetros indexados con un conjunto de entradas para cada etapa de la bomba.

La velocidad de conexión y desconexión por etapas puede ajustarse automáticamente o de forma manual. Si está activado el ajuste automático, el sistema iniciará su funcionamiento utilizando los ajustes predeterminados o los ajustes previamente realizados por el usuario en P27-31 (27-32) y 27-33 (27-34) antes de activar el ajuste automático.

El objetivo es encontrar las velocidades de conexión y desconexión por etapas en las que el sistema sea más eficiente energéticamente. Consulte el siguiente gráfico.



Quando el sistema está ajustado en funcionamiento, controlará el consumo real de energía y lo ajustará de forma precisa cada vez que se produzca una conexión o desconexión por etapas.

Esta función garantizará el método de funcionamiento más eficiente energéticamente teniendo en cuenta el desgaste del sistema de bombas.

Danfoss pone a su disposición el programa Multiple Unit Staging Efficiency Calculator (MUSEC) (Calculador de rendimiento de conexión por etapas de varias unidades), un programa gratuito disponible en el sitio web de Danfoss. Al introducir datos del sistema y de la bomba, MUSEC proporciona los ajustes óptimos para los parámetros de velocidad de conexión y desactivación por etapas.

4.1.6 Conexión y desactivación por etapas de bombas fijas basándose en la realimentación de presión

Las bombas de velocidad fija se conectan por etapas basándose en una caída en la presión del sistema. Y se desactivan basándose en un aumento en la presión del sistema.

Puesto que no es deseable que las bombas se activen y desactiven de forma rápida, debe configurarse un rango aceptable de presión del sistema junto con un periodo de tiempo durante el cual se permite que la presión salga de este intervalo antes de que se produzca la conexión o la desactivación por etapas. Estos valores se ajustan en los parámetros 27-20 "Rango funcionam. normal", 27-23 "Retardo conex. por etapas" y 27-24 "Retardo desact. por etapas".

4

Estos parámetros dependen de la instalación y deben ajustarse para cumplir con los requisitos del sistema.

Umbral de conexión y desconexión automática por etapas

La velocidad de la bomba de velocidad variable en el punto de conexión o desconexión por etapas se define mediante un umbral de conexión por etapas o por un umbral de desconexión por etapas. Estos ajustes se utilizan para garantizar en un valor mínimo el exceso o la falta de presión en la conexión o desconexión por etapas.

En comparación con el sistema de cascada básica integrado en el convertidor de frecuencia, estos ajustes pueden ajustarse de forma automática en las opciones de cascada ampliada y avanzada MCO 101 y MCO 102.

Si está activado, el ajuste automático del umbral de conexión y desconexión por etapas controlará la realimentación en el punto de conexión o desconexión por etapas y ajustará de forma precisa dichos ajustes cada vez que tenga lugar una conexión por etapas para mantener la optimización del sistema teniendo en cuenta el desgaste de las bombas.

Descripciones de nuevos parámetros:

Número	Nombre en el display	Rango	Predeterminado
27-30	Ajuste automático de velocidades de conexión por etapas	{ Desactivado [0], Activado [1]}	Activado [1]
27-40	Ajuste automático de ajustes de conexión por etapas	{ Desactivado [0], Activado [1]}	Activado [1]

5 Características del Controlador en cascada

5.1.1 Introducción

Una vez configurado el Controlador de cascada, puede activarse o desactivarse con el parámetro 27-10 "Controlador de cascada". Para arrancar el controlador de cascada, el convertidor maestro necesita arrancarse como un convertidor de frecuencia normal a través del LCP o de las comunicaciones del bus de campo. A continuación, intentará controlar la presión del sistema variando la velocidad del convertidor de frecuencia y conectando y desconectando las bombas por etapas según sea necesario.

El controlador de cascada ofrece dos funciones de parada. Una de ellas detiene rápidamente el sistema. La otra función desactiva las bombas por etapas en secuencia, con lo que se obtiene una parada de presión controlada. Para un convertidor de frecuencia VLT AQUA equipado con Parada segura, el Terminal 37 desactivará todos los relés y pondrá en inercia al convertidor maestro. Si alguna de las entradas digitales se ajusta como [8] "Arranque", y el terminal correspondiente se utiliza para controlar el arranque y la parada del convertidor, al ajustar el terminal a 0 voltios se desactivarán todos los relés y se pondrá en inercia el convertidor maestro. Pulsar el botón OFF del LCP provocará una desactivación por etapas en secuencia de todas las bombas en funcionamiento.

5.2.1 Estado y control de las bombas

El grupo de parámetros 27-0* proporciona una conveniente herramienta para comprobar el estado del Controlador en cascada y para controlar las bombas individuales. En este grupo de parámetros es posible seleccionar una bomba específica para visualizar su estado actual, las horas de funcionamiento hasta el momento y el total de horas de vida útil. Desde este mismo grupo, una bomba individual puede ser controlada manualmente para su mantenimiento.

El grupo de parámetros está organizado del siguiente modo:

	Bomba 1	Bomba 2	Bomba 3	Bomba...
27-01 Estado	En el convertidor	Listo	Sin conexión-desactivado	
27-02 Control	Sin funcionamiento	Sin funcionamiento	Sin funcionamiento	
27-03 Horas actuales	650	667	400	
27-04 Horas vida útil	52673	29345	30102	

Navegar hasta el grupo 27-0* en el LCP.

Utilizar las flechas derecha e izquierda en el LCP para seleccionar la bomba.

Utilizar las flechas arriba y abajo en el LCP para seleccionar el parámetro

5.2.2 Control manual de bomba

El Controlador en cascada ampliado permite un control completo de cada una de las bombas del sistema. A través del parámetro 27-02, las bombas pueden controlarse individualmente a través de sus relés seleccionados. Puede activarse o desactivarse una bomba fuera del control del Controlador en cascada ampliado o puede forzarse para alternancia.

Este parámetro es diferente a cualquier otro parámetro relacionado con valores en que, al seleccionar una de estas opciones, se producirá la acción y, a continuación, el parámetro regresará a su estado predeterminado.

Las opciones son las siguientes:

- Sin función - Predeterminado.
- Online - Hace que la bomba esté disponible para el Controlador en cascada ampliado.
- Activar altern. - Obliga que la bomba seleccionada sea la bomba principal.
- Desactivado - Desactiva la bomba y la deja en estado no disponible para el controlador en cascada.
- Activación - Activa la bomba y la mantiene no disponible para el controlador en cascada.
- Giro - Inicia un giro de bomba.

Si se selecciona cualquiera de las opciones "Offline", la bomba ya no estará disponible para el controlador en cascada hasta que se seleccione "Online".

Si una bomba queda offline mediante el parámetro 27-02, el controlador en cascada intentará compensar la bomba no disponible.

- Si se selecciona la opción "Desactivado" para una bomba en funcionamiento, se conectará por etapas una bomba diferente para compensar la pérdida de salida.
- Si la opción "Activado" se selecciona para una bomba desactivada, una bomba diferente se desactivará por etapas para compensar la salida excesiva.

5.2.3 Equilibrado de tiempo de funcionamiento

El Controlador en cascada ampliado está diseñado para equilibrar las horas de funcionamiento entre las bombas disponibles. El parámetro 27-16 proporciona una prioridad de equilibrado para cada bomba de la sistema.

Hay disponibles tres niveles de prioridad:

- Prioridad de equilibrio 1
- Prioridad de equilibrio 2
- Bomba de repuesto

El controlador en cascada selecciona una bomba para su conexión o desconexión por etapas basándose en la capacidad máxima de la bomba (27-14), las Horas de funcionamiento actuales (27-03) y el parámetro de Equilibrado de tiempo de funcionamiento (27-16).

Al seleccionar la bomba a activar durante la conexión por etapas, el controlador en cascada intentará primero equilibrar las horas de funcionamiento actuales para todas las bombas con una "Prioridad de equilibrado 1" en el parámetro 27-16.

Si todas las bombas de Prioridad 1 están en funcionamiento, intentará equilibrar las bombas con la opción "Prioridad de equilibrado 2" seleccionada.

Si todas las bombas de Prioridad 1 y 2 están en funcionamiento, selecciona una bomba con la opción "Bomba de repuesto" seleccionada.

Durante la desconexión por etapas, se realiza el proceso a la inversa. Las bombas de repuesto se desconectan primero, seguidas de las bombas de prioridad 2, y finalmente las bombas de prioridad 1. En cada nivel de prioridad, la bomba con el mayor número de horas de funcionamiento actuales se desconectará por etapas en primer lugar.

Se produce una excepción a esto en las configuraciones de Combinación de bombas con más de un convertidor de frecuencia. Todas las bombas de velocidad variable se conectan por etapas antes que las bombas de velocidad fija.

Las bombas de velocidad variable también se desactivan por etapas antes que las bombas de velocidad fija. El parámetro 27-19 se utiliza para reiniciar las Horas de funcionamiento actuales para todas las bombas y reinicia el proceso de equilibrado. Este parámetro no afectará a las Horas totales de vida útil (27-04) de cada bomba. Las Horas totales de vida útil no se utilizarán para el equilibrado del tiempo de funcionamiento.

5.2.4 Giro de bomba para bombas no utilizadas

En algunas instalaciones, no todas las bombas son necesarias o no se utilizan de forma regular. Cuando esto ocurre, el Controlador en cascada ampliado primero intentará equilibrar las horas de funcionamiento entre las bombas alternándolas siempre que sea posible. No obstante, si no es capaz de usar una bomba durante 72 horas, iniciará un Giro de bomba para dicha bomba.

Esta opción pretende asegurarse de que ninguna bomba quede sin funcionamiento durante un periodo largo de tiempo. El Tiempo de giro puede ajustarse en el parámetro 27-18. El Tiempo de giro debería ser lo suficientemente largo como para asegurar que la bomba permanece en buen estado de funcionamiento, pero lo suficientemente corto como para no aumentar excesivamente la presión del sistema. Ajustar el par. 27-18 a cero desactiva esta función.

El Controlador en cascada ampliado no compensará la presión extra generada durante un giro de bomba. Se recomienda que el tiempo de giro sea lo más corto posible para evitar los daños causados por una presión excesiva en la salida.

5.2.5 Horas totales de vida útil

Para propósitos de mantenimiento, el Controlador en cascada ampliado está diseñado para mantener un registro de las horas totales de vida útil de todas las bombas que controla.

El parámetro 27-04 Horas totales de vida útil de la bomba, muestra el número total de horas de funcionamiento de cada bomba. Este parámetro se actualiza siempre que se pone en funcionamiento una bomba y se guarda en la memoria no volátil cada hora.

Este parámetro también puede ajustarse a un valor inicial para reflejar las horas de funcionamiento de una bomba antes de ser añadida al sistema.

Las horas de vida útil sólo se acumularán por parte del Controlador en cascada si está activado y controlando la bomba.

5.2.6 Alternado de la Bomba principal

En una configuración con varios convertidores de frecuencia, la bomba principal se define como la última bomba de velocidad variable en funcionamiento.

En una configuración con un único convertidor de frecuencia, la bomba principal se define como la bomba conectada al convertidor. Puede conectarse más de una bomba al convertidor mediante contactores controlados por los relés del convertidor maestro.

Mediante la conexión y desconexión por etapas normal, el controlador en cascada alternará la bomba principal para equilibrar las horas de funcionamiento. También alternará la bomba principal cuando arranque el motor o cuando sale del modo reposo.

No obstante, si la demanda del sistema permanece por debajo de la capacidad de la bomba principal durante un largo periodo de tiempo sin entrar en el modo reposo, no alternará la bomba. Es probable que la bomba principal se vea forzada a alternar mediante el parámetro Intervalo de tiempo 27-52 o mediante el parámetro Hora del día 27-54.

5.2.7 Conexión / Desactivación por etapas en configuraciones de combinación de bombas

Se utilizan dos métodos para decidir cuándo deben activarse o desactivarse las bombas por etapas. El primero es la velocidad de los convertidores de frecuencia. El segundo es la presión de realimentación cuando sale fuera del rango de funcionamiento normal. En una configuración de combinación de bombas con más de un convertidor de frecuencia, se utilizan ambos métodos.

En el ejemplo siguiente, a la realimentación se le denomina presión.

Conexión por etapas:

Quando el convertidor maestro recibe un comando de arranque, se selecciona una bomba de velocidad variable y se arranca utilizando uno de los convertidores disponibles.

Si la presión del sistema se reduce, la velocidad del convertidor de frecuencia aumenta para satisfacer la demanda de más caudal. Mientras se mantiene la presión, si el convertidor de frecuencia supera la Veloc. de conexión por etapas (27-31) y permanece por encima del tiempo de Retardo de conexión (27-23), la siguiente bomba de velocidad variable se conecta por etapas. Esto se repite en todas las bombas de velocidad variable.

Si el controlador en cascada sigue siendo incapaz de mantener la presión del sistema con todas las bombas de velocidad variable al máximo, comenzará la conexión por etapas de las bombas de velocidad fija. Una bomba de velocidad fija se conectará por etapas cuando la presión caiga por debajo del valor de consigna el porcentaje indicado en Rango de funcionamiento normal (27-20) y permanece en ese punto durante el tiempo de Retardo de conexión por etapas (27-23). Esto se repite para todas las bombas de velocidad fija.

Desactivación por etapas:

Si la presión del sistema aumenta, la velocidad de todos los convertidores de frecuencia disminuye para ajustarse a la demanda reducida de caudal del sistema. Mientras se mantiene la presión, si el convertidor de frecuencia desciende por debajo de la Veloc. de desactivación por etapas (27-33) y permanece en ese punto durante el tiempo de Retardo de desactivación por etapas (27-24), se desconectará por etapas una bomba de velocidad variable. Esto se repite en todas las bombas de velocidad variable excepto la última.

Si la presión del sistema sigue siendo demasiado alta con sólo un convertidor de frecuencia a velocidad mínima, comenzará a desconectar por etapas las bombas de velocidad fija. Una bomba de velocidad fija se desconectará por etapas cuando la presión supere el valor de consigna en el porcentaje indicado en el Rango de funcionamiento normal (27-20) y permanece en ese punto durante el tiempo de Retardo de desactivación por etapas (27-24). Esto se repite en todas las bombas de velocidad fija. Esto deja únicamente una bomba de velocidad variable en funcionamiento. Si la demanda del sistema continúa descendiendo, el sistema entrará en modo reposo.

5.2.8 Anulación de conexión / desconexión por etapas

La conexión y desconexión por etapas normales controlan la mayoría de las situaciones en las aplicaciones típicas. No obstante, en ocasiones es necesario responder rápidamente a los cambios en la realimentación de presión del sistema. En estos casos, el controlador en cascada está equipado para conectar y desconectar bombas por etapas de forma inmediata, como respuesta a cambios significativos en la demanda del sistema.

5

Conexión por etapas:

Quando la presión del sistema cae por debajo del Límite de anulación (27-21), el controlador en cascada conecta de forma inmediata por etapas una bomba para satisfacer la demanda de más caudal.

Si la presión del sistema sigue descendiendo por debajo del Límite de anulación (27-21) durante el Tiempo de mantenimiento de anulación (27-25), el controlador en cascada conectará por etapas la siguiente bomba. Esto se repite hasta que todas las bombas están activadas o hasta que la presión del sistema desciende por debajo del Límite de anulación.

Desactivación por etapas:

Quando la presión del sistema aumenta rápidamente por encima del Límite de anulación (27-21), el controlador en cascada desconectará por etapas de forma inmediata una bomba para intentar reducir la presión.

Si la presión del sistema continúa por encima del Límite de anulación (27-21) durante el Tiempo de mantenimiento de anulación (27-25), el controlador en cascada desconectará por etapas otra bomba. Esto se repetirá hasta que sólo quede la bomba principal activada o hasta que la presión se estabilice.

El parámetro Límite de anulación 27-21 se ajusta como un porcentaje de la Referencia máxima. Define un punto por, encima y por debajo del valor de consigna del sistema, en el que se producirá la conexión y desconexión por etapas de anulación.

5.2.9 Desconexión por etapas de velocidad mínima

Para reducir el uso de emergencia, el controlador en cascada desactivará una bomba si la bomba principal está funcionando a la velocidad mínima para Retardo de desact. veloc. mín. (27-27).

5.2.10 Sólo funcionamiento a velocidad fija

Sólo funcionamiento a velocidad fija es una opción diseñada para mantener el funcionamiento de los sistemas críticos en el raro caso de que ninguna bomba de velocidad variable esté disponible para el controlador de cascada. En esta situación, el controlador de cascada intentará mantener la presión del sistema activando y desactivando las bombas de velocidad fija.

Conexión por etapas:

Si no hay ninguna bomba de velocidad variable disponible y la presión del sistema desciende por debajo del Rango de func. sólo a velocidad fija (27-22) durante el tiempo de Retardo conex. por etapas (27-23), se activará una bomba de velocidad fija. Esto se repite hasta que todas las bombas estén activadas.

Desconexión por etapas:

Si no hay ninguna bomba de velocidad variable disponible y la presión del sistema supera el Rango de func. sólo a velocidad fija (27-22) durante el tiempo de Retardo desact. por etapas (27-24), se desactivará una bomba de velocidad fija. Esto se repite hasta que todas las bombas estén desactivadas.

6 Instrucciones de programación

6.1 Parámetros del Controlador en cascada ampliado

6.1.1 Opción CTL de cascada, 27-* *

Grupo de parámetros de la opción de Control de cascada.

6.1.2 Control y estado, 27-0*

Los parámetros de Control y estado se utilizan para el seguimiento y control manual de las bombas.

Utilice las teclas de flecha Derecha [►] e Izquierda [◄] para elegir una bomba. Utilice las teclas de flecha Arriba [▲] y Abajo [▼] para cambiar los ajustes.

27-01 Estado bomba

Option:

Función:

Estado bomba es un parámetro de lectura de datos que muestra el estado de cada bomba en el sistema. Las posibilidades son:

[0]	Listo	la bomba está disponible para su uso por parte del controlador de cascada.
[1]	En el conv.	la bomba está controlada por el controlador de cascada, está conectada a un convertidor de frecuencia y está en funcionamiento.
[2]	En la red	la bomba está controlada por el controlador de cascada, está conectada a la tensión de red y está en funcionamiento.
[3]	Sin conex.-Desact.	la bomba no está disponible para su uso por parte del controlador de cascada y está desactivada.
[4]	Sin conex.-En la red	la bomba no está disponible para su uso por parte del controlador de cascada, está conectada a la tensión de red y en funcionamiento
[5]	Sin conex.-En el conv.	la bomba no está disponible para su uso por parte del controlador de cascada, está conectada a la tensión de red y en funcionamiento
[6]	Sin conex.-Fallo	la bomba no está disponible para su uso por parte del controlador de cascada, está conectada a la tensión de red y en funcionamiento
[7]	Sin conex.-Manual	la bomba no está disponible para su uso por parte del controlador de cascada, está conectada a la tensión de red y en funcionamiento
[8]	Sin conex.-Parada externa	la bomba ha sido bloqueada externamente y está apagada.
[9]	Giro	el control de cascada está ejecutando un ciclo de giro para la bomba.
[10]	Sin conexión de relé	la bomba no está conectada directamente a un convertidor de frecuencia y no se le ha asignado ningún relé

27-02 Control manual de bomba

Option:

Función:

El Control manual de la bomba es un parámetro de comando que permite el control manual de los estados de las bombas individuales. Al seleccionar uno de estos parámetros se ejecutará el comando y se volverá a Sin función. Las selecciones posibles son:

[0] *	Sin función	No hace nada.
[1]	En línea	Hace que la bomba esté disponible para el controlador de cascada.
[2]	Activar alternar	Obliga a que la bomba seleccionada sea la bomba principal.
[3]	Sin conex.-Desact.	Desactiva la bomba y la deja no disponible para el control de cascada.
[4]	Sin conex.-Activ.	Activa la bomba y la deja no disponible para el control de cascada.
[5]	Sin conex.-Giro	Inicia el giro de una bomba.

27-03 Horas de func. actuales**Option:**

Unidades: horas

Función:

Horas de func. actuales es un parámetro de lectura de datos que muestra el número total de horas que cada bomba ha estado en funcionamiento desde el último reinicio. Este tiempo se utiliza para equilibrar las horas de funcionamiento entre las bombas. Las horas pueden reiniciarse a 0 utilizando el parámetro 27-91.

27-04 Vida útil total de la bomba (h)**Range:**

0* [0 - 2147483647]

Función:

Vida útil total de la bomba (h) son las horas totales de funcionamiento de cada bomba conectada. Este parámetro puede ajustarse individualmente a cualquier valor para las tareas de mantenimiento.

6.1.3 Configuración, 27-1*

Este grupo de parámetros se utiliza para configurar la opción de controlador de cascada.

6

27-10 Controlador de cascada**Option:****Función:**

El modo Controlador de cascada ajusta el modo de funcionamiento. Las selecciones posibles son:

Desactivado

Desactiva la opción controlador de cascada.

Maestro-Auxiliar

Funciona cuando sólo se utilizan bombas de velocidad variable conectadas a los convertidores. Esta selección simplifica el ajuste.

Bombas combinadas

Funciona utilizando bombas de velocidad fija y variables.

Contr. cascada básico

Desactiva la opción de control de cascada y regresa al funcionamiento de cascada básico (consulte el grupo de parámetros 25-** en la *Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT AQUA* para obtener más información). Los relés adicionales de la opción pueden utilizarse para ampliar la Cascada básica con 3 relés. Sólo están disponibles las funciones de cascada básica.

27-11 Núm. convertidores**Range:**

1* [1 - 8]

Función:

Número de convertidores de frecuencia que serán controlados por el controlador de cascada.

MCO 101: 1-6

MCO 102: 1-8

27-12 Núm. bombas**Range:**

0* [0 - Núm. convertidores]

Función:

Número de bombas que serán controladas por el controlador de cascada.

MCO 101: 0-6

MCO 102: 0-8

27-14 Capacidad bomba**Range:**

100%* [0%(Desactivado) - 800%]

Función:

Capacidad bomba ajusta la capacidad de cada bomba del sistema en relación a la primera bomba. Se trata de un parámetro indexado con una entrada por bomba. La capacidad de la primera bomba siempre se considera como del 100%.

27-16 Equilibrado tiempo func.**Option:****Función:**

Equilibrado tiempo func. ajusta la prioridad de cada bomba para el equilibrado de sus horas de funcionamiento. Las bombas de mayor prioridad se pondrán en funcionamiento antes que las de menor prioridad. Si todas las bombas se ajustan como bombas de repuesto, se activarán y desactivarán por etapas al no haber ninguna prioridad. Es decir, se activarán por etapas siguiendo el orden 1-2-3 y se desactivarán por etapas según 3-2-1.

Las selecciones posibles son:

[0] *	Prioridad de equilibrio 1	Activado primero, desactivado último.
[1]	Prioridad de equilibrio 2	Activado si no hay bombas de prioridad 1 disponibles. Desactivado antes de que se desactiven las bombas de prioridad 1.
[2]	Bomba de repuesto	Activado último, desactivado primero.

27-17 Arrancadores del motor

Option:

Función:

Arrancadores del motor selecciona el tipo de arrancadores de red utilizados en las bombas de velocidad fija. Todas las bombas de velocidad fija deben estar configuradas del mismo modo. Las selecciones posibles son:

Ninguno (contactores)
Arrancadores suaves
Arrancadores en estrella-triángulo

27-18 Tiempo de giro de bombas no usadas

Range:

1,0 s* [0,0 s - 99,0 s]

Función:

Tiempo de giro de bombas no usadas ajusta la cantidad de tiempo de giro de las bombas no utilizadas. Si una bomba de velocidad fija no se ha utilizado en las últimas 72 horas, se activará durante este tiempo. Esto se hace para evitar daños provocados por dejar la bomba parada demasiado tiempo. La función de giro puede desactivarse ajustando el valor de este parámetro a 0. Advertencia - Ajustar este parámetro con un valor muy alto podría suponer una presión excesiva en algunos sistemas.

27-19 Reiniciar horas de func. actuales

Option:

Función:

Reiniciar horas de func. actuales se utiliza para reiniciar todas las horas de funcionamiento actuales a cero. Este tiempo se usa para el equilibrado del tiempo de funcionamiento.

[0] *	No reiniciar
[1]	Reiniciar

6.1.4 Ajustes ancho banda, 27-2*

Parámetros para la configuración de la respuesta de control.

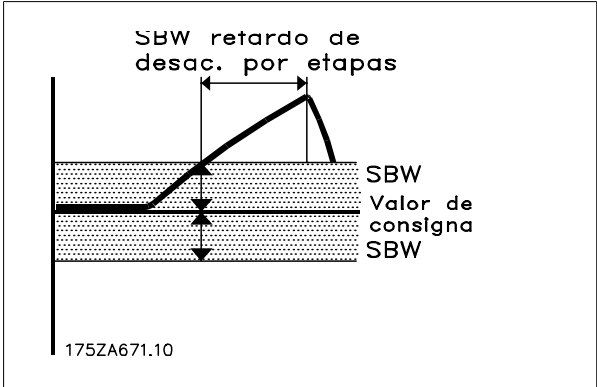
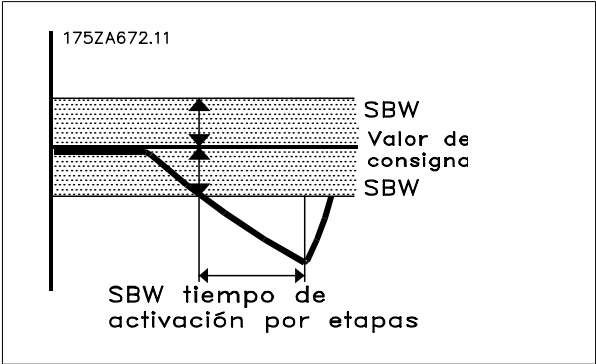
27-20 Rango funcionam. normal

Range:

10%* [1% – P27-21]

Función:

Rango de funcionamiento normal es la desviación permitida respecto al punto de referencia antes de que una bomba puede añadirse o eliminarse. El sistema debe estar fuera de este límite durante el tiempo especificado en el P27-23 (Retardo conex. por etapas) o el P27-24 (Retardo desact. por etapas), antes de que pueda producirse una operación de cascada. Normal se refiere al funcionamiento del sistema con al menos una bomba de velocidad variable disponible. Este valor se especifica como % de Referencia máxima (Consulte P21-12 en la *Guía de programación del convertidor de frecuencia VLT AQUA* para obtener más información).



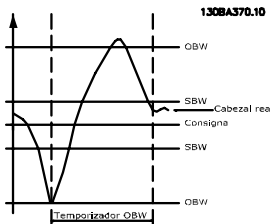
27-21 Límite de seguridad

Range:

100% (De- [P27-20 - 100%]
sactivado)*

Función:

Límite de seguridad es la desviación permitida respecto al punto de ajuste antes de que una bomba pueda ser añadida o eliminada de forma inmediata (por ejemplo, si se activa una toma de agua antiincendios). El Rango de funcionamiento normal incluye un retardo que limita la respuesta del sistema a los transitorios. Esto hace que el sistema responda demasiado lentamente a cambios de demanda grandes. El límite de anulación hace que el convertidor responda de forma inmediata. El valor se introduce como un porcentaje de la Referencia máxima (P21-12). El funcionamiento de la anulación puede desactivarse ajustando este parámetro al 100%.



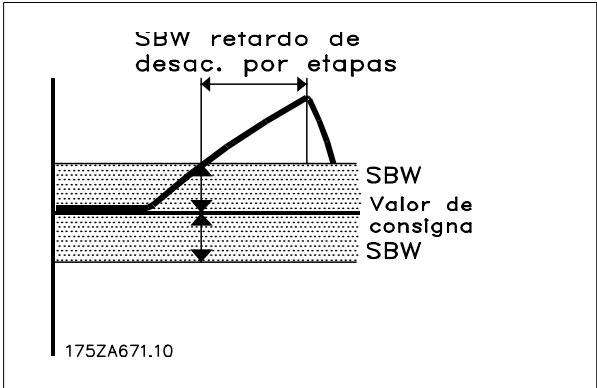
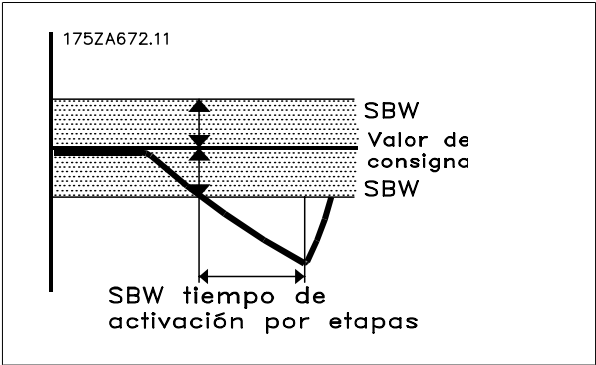
27-22 Rango de func. sólo a velocidad fija

Range:

P27-20* [P27-20 - P27-21]

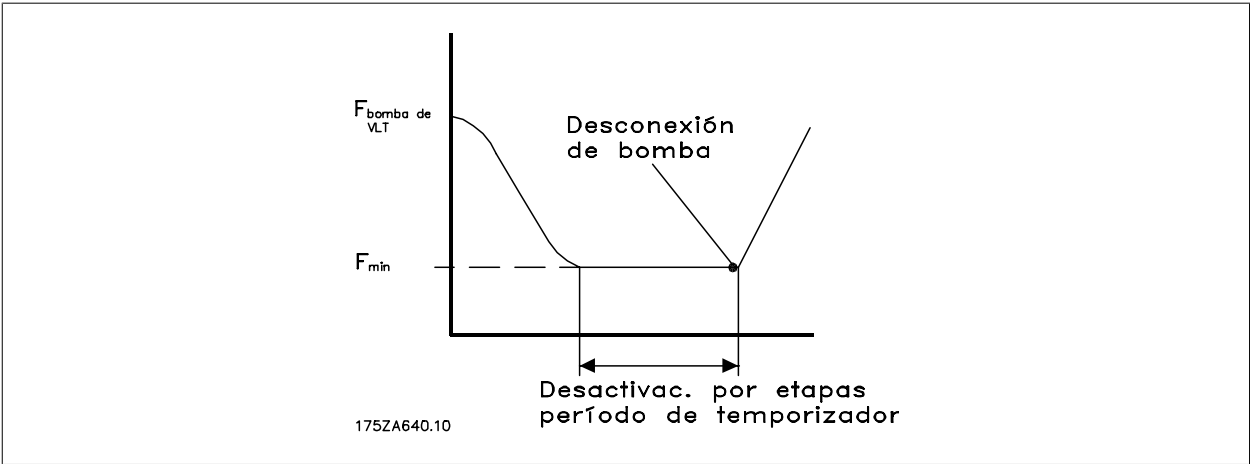
Función:

Rango de func. sólo a velocidad fija es la desviación permitida respecto al punto de referencia antes de que una bomba pueda añadirse o eliminarse cuando no hay bombas de velocidad variable operativas. El sistema debe estar fuera de este límite durante el tiempo especificado en el P27-23 (Retardo conex. por etapas) o el P27-24 (Retardo desact. por etapas), antes de que pueda realizarse una operación de cascada. El valor se introduce como un porcentaje de la Referencia máxima. Cuando no hay bombas de velocidad variable operativas, el sistema intentará mantener el control con el resto de bombas de velocidad fija.



27-23 Retardo conex. por etapas		
Range:		Función:
15 s*	[0 - 3.000 s]	El Retardo conex. por etapas es el tiempo que la realimentación del sistema debe permanecer por debajo del rango de funcionamiento antes de que se pueda activar una bomba. Si el sistema funciona con al menos una bomba de velocidad variable disponible, se utilizará el Rango funcionam. normal (P27-20). Si no hay ninguna bomba de velocidad variable disponible, se utilizará el Rango de func. sólo a velocidad fija (P27-22).
27-24 Retardo desact. por etapas		
Range:		Función:
15 s*	[0 - 3.000 s]	El Retardo desact. por etapas es el tiempo durante el que la realimentación del sistema debe permanecer por encima del rango de funcionamiento antes de que pueda desactivarse una bomba. Si el sistema funciona con al menos una bomba de velocidad variable disponible, se utilizará el Rango funcionam. normal (P27-20). Si no hay ninguna bomba de velocidad variable disponible, se utilizará el Rango de func. sólo a velocidad fija (P27-22).
27-25 Tiempo manten. seguridad		
Range:		Función:
10 s*	[0 - 300 s]	El Tiempo manten. seguridad es el tiempo mínimo que debe transcurrir después de una conexión o desconexión por etapas antes de que pueda producirse una conexión o desconexión debido a que el sistema ha superado el Límite de seguridad (P27-21). El tiempo de mantenimiento de anulación está diseñado para permitir que el sistema se estabilice después de activar/desactivar una bomba. Si este retardo no es lo suficientemente largo, los transitorios provocados por la activación o desactivación de la bomba pueden hacer que el sistema añada o elimine otra bomba cuando no debiera hacerlo.
27-27 Retardo desact. veloc. mín.		
Range:		Función:
15 s*	[0 - 300 s]	El Retardo desact. veloc. mín. es el tiempo durante el que debe funcionar la bomba principal a velocidad mínima mientras la realimentación del sistema aún se encuentra en la banda de funcionamiento, antes de que una bomba pueda desactivarse para ahorrar energía. El ahorro energético puede obtenerse desactivando una bomba si las bombas de velocidad variable funcionan a velocidad mínima pero la realimentación sigue en la banda. En estas condiciones, una bomba puede desactivarse y el sistema seguirá manteniendo el control. Las bombas que permanecen activadas funcionarán entonces de un modo más eficaz.

6



6.1.5 Veloc. conex. por etapas, 27-3*

Parámetros para la configuración de la respuesta del control maestro-auxiliar.

6.1.6 Ajuste automático de velocidades de conexión por etapas, 27-30 (¡inclusión en futuras versiones!)

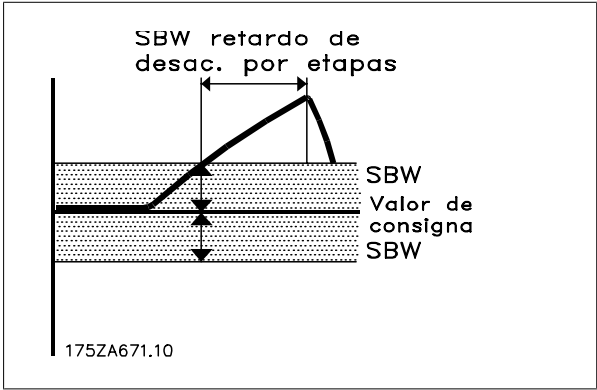
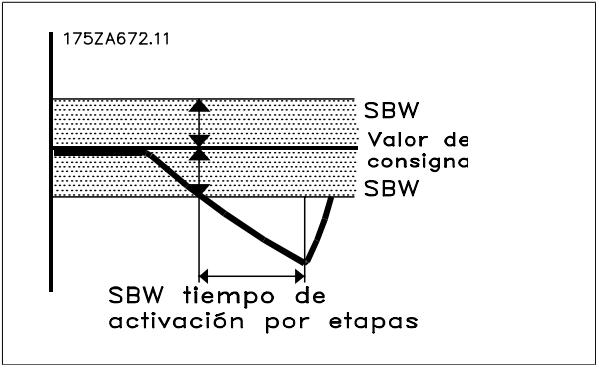
27-30 Ajuste automático de velocidades de conexión por etapas

Option:	Función:
	Quando se activa, las velocidades de conexión y desconexión se ajustarán continuamente de forma automática durante el funcionamiento. Los ajustes se optimizarán con el fin de garantizar un alto rendimiento y un reducido consumo de energía. Si se desactiva, las velocidades pueden ajustarse manualmente.

[0]	Desactivado
[1] *	Activado

27-31 Veloc. conex. por etapas (RPM)

Range:	Función:
P4-13* [par. 4-11 – par. 4-13]	Se debe utilizar si se elige RPM. Si la bomba principal funciona por encima de la Veloc. conex. por etapas durante el tiempo especificado en Retardo conex. por etapas (par. 27-23), y hay una bomba de velocidad variable disponible, ésta se activará.



27-32 Veloc. conex. por etapas (Hz)

Range:	Función:
par. 4-14* [par. 4-12 – par. 4-14]	Se debe utilizar si se elige Hz. Si la bomba principal funciona por encima de la Veloc. conex. por etapas durante el tiempo especificado en Retardo conex. por etapas (par. 27-23), y hay una bomba de velocidad variable disponible, ésta se activará.

27-33 Veloc. desact. por etapas (RPM)

Range:	Función:
par. 4-11* [par. 4-11 – par. 4-13]	Si la bomba principal funciona por debajo de la Veloc. desact. por etapas durante el tiempo especificado en el Retardo desact. por etapas (par. 27-24), y hay más de una bomba de velocidad variable activada, se desactivará una bomba de velocidad variable.

27-34 Veloc. desact. por etapas (Hz)

Range:	Función:
par. 4-12* [par. 4-12 – par. 4-14]	Si la bomba principal funciona por debajo de la Veloc. desact. por etapas durante el tiempo especificado en el Retardo desact. por etapas (par. 27-24), y hay más de una bomba de velocidad variable activada, se desactivará una bomba de velocidad variable.

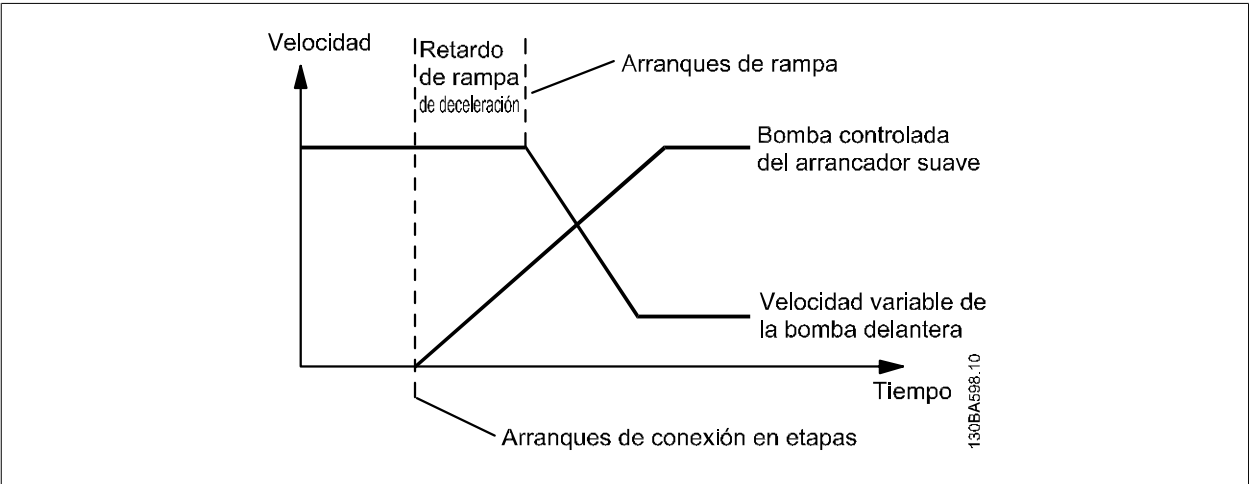
6.1.7 Ajustes conex. por etapas, 27-4*

Parámetros para la configuración de las transiciones de conexión por etapas.

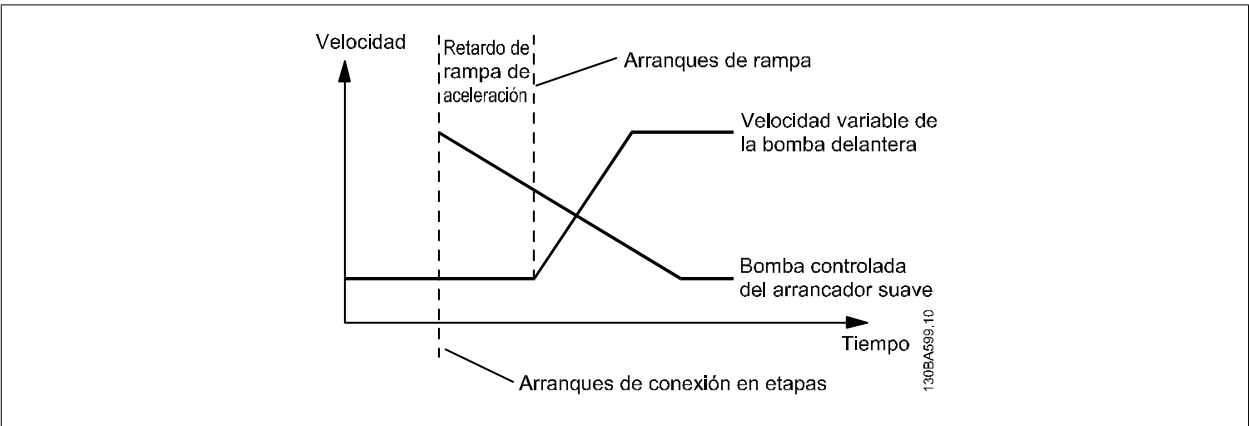
6.1.8 Ajustes automáticos de conexión por etapas, 27-40

27-40 Ajuste automático de ajustes de conexión por etapas		
Option:	Función:	
	Cuando se activa, el umbral para la conexión por etapas se ajustará de forma automática durante el funcionamiento. Los ajustes se optimizarán para prevenir un exceso o falta de presión durante la conexión y la desactivación por etapas. Si se desactiva, los umbrales pueden ajustarse manualmente.	
[0]	Desactivado	Umbral conex. o desconex. por etapas
[1] *	Activado	

27-41 Retardo rampa deceler.		
Range:	Función:	
10 s*	[0 s – 120 s]	Retardo rampa deceler. ajusta el retardo entre la activación de una bomba controlada con un arrancador suave y la rampa de deceleración para la bomba controlada por el convertidor. Sólo se usa en bombas controladas por arrancadores suaves.



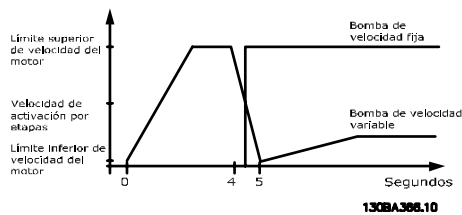
27-42 Retardo rampa aceler.		
Range:	Función:	
2 s*	[0 s – 12 s]	Retardo rampa aceler. ajusta el retardo entre la desactivación de una bomba controlada mediante un arrancador suave y el comienzo de la rampa de aceleración de la bomba controlada por el convertidor de frecuencia. Sólo se usa en bombas controladas por arrancadores suaves.



27-43 Umbral conex. por etapas

Range:
90%* [1% – 100%]

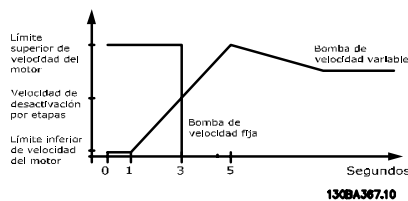
Función:
Umbral conex. por etapas es la velocidad en la rampa de conexión por etapas a la que la bomba de velocidad fija debería activarse. Se ajusta como porcentaje [%] de la velocidad máxima de la bomba. Si el Ajuste automático de los ajustes de conexión por etapas está activado en P27-40, P27-43 quedará oculto. El valor real puede leerse si P27-40 está desactivado. Si P27-40 está desactivado, el umbral de conexión por etapas en P27-43 puede cambiarse de forma manual y el nuevo valor se utilizará si P27-40 se vuelve a activar.



27-44 Umbral desact. por etapas

Range:
50%* [1% – 100%]

Función:
Umbral desact. por etapas es la velocidad en la rampa de conexión por etapas a la que la bomba de velocidad fija debería activarse. Se ajusta como porcentaje [%] de la velocidad máxima de la bomba.
Si el Ajuste automático de los ajustes de conexión por etapas está activado en P27-40, P27-44 quedará oculto. El valor real puede leerse si P27-40 está desactivado. Si P27-40 está desactivado, el umbral de desactivación por etapas en P27-44 puede cambiarse manualmente y el nuevo valor se utilizará si P27-40 vuelve a activarse.
Cuando el par. 27-30 está Activado [1], 27-31, 27-32, 27-33 y 27-34 se mantendrán actualizados con los nuevos valores calculados automáticamente. Si 27-31, 27-32, 27-33 y 27-34 se modifican desde el bus, los nuevos valores se utilizarán, pero seguirán ajustándose automáticamente (modificados).
Cuando el par. 27-40 está Activado [1], 27-41, 27-42, 27-43 y 27-44 se mantendrán actualizados con los nuevos valores calculados automáticamente. Si 27-41, 27-42, 27-43 y 27-44 se modifican desde el bus, los nuevos valores se utilizarán, pero seguirán ajustándose automáticamente (modificados).
Los valores se recalcularán y los parámetros se actualizarán cuando se produzca la conexión por etapas.



27-45 Veloc. conex. por etapas (RPM)

Option:
Unidades: RPM

Función:
Veloc. conex. por etapas es un parámetro de lectura de datos que muestra la velocidad actual de conexión por etapas basada en el umbral de conexión por etapas.

27-46 Veloc. conex. por etapas (Hz)**Option:**

Unidades: Hz

Función:

Veloc. conex. por etapas es un parámetro de lectura de datos que muestra la velocidad actual de conexión por etapas basada en el umbral de conexión por etapas.

27-47 Veloc. desact. por etapas (RPM)**Option:**

Unidades: RPM

Función:

Veloc. desact. por etapas es un parámetro de lectura de datos que muestra la velocidad actual de desactivación por etapas basada en el umbral de desactivación por etapas.

27-48 Veloc. desconex. por etapas (Hz)**Option:**

Unidades: RPM

Función:

Veloc. desconex. por etapas es un parámetro de lectura que muestra la velocidad actual de desactivación por etapas basada en el umbral de desactivación por etapas.

6.1.9 Ajustes de alternancia, 27-5*

Parámetros para la configuración de las alternancias.

27-51 Evento alternancia**Option:****Función:**

Evento alternancia permite la alternancia durante la desconexión por etapas.

[0] * Off

[1] Durante la desconexión por etapas

27-52 Intervalo tiempo alternancia**Range:**

0 (Desacti- [0 (Desactivado) – 10.000 m] vado)*

Función:

Intervalo tiempo alternancia es el tiempo entre alternancias ajustable por el usuario. Se desactiva ajustándolo a 0. El parámetro 27-53 muestra el tiempo restante hasta que se produzca la siguiente alternancia.

27-53 Valor tempor. alternancia**Option:**

Unidades: min.

Función:

Valor tempor. alternancia es un parámetro de lectura de datos que muestra el tiempo restante antes de que se produzca una alternancia basada en un intervalo. El parámetro 27-52 ajusta el intervalo de tiempo.

27-54 Alternancia a hora del día**Option:****Función:**

Alternancia a hora del día permite seleccionar una hora específica del día para la alternancia de las bombas. La hora se ajusta en el parámetro 27-55. Alternancia a hora del día requiere el ajuste previo del reloj de tiempo real.

[0] * Desactivado

[1] Hora del día

27-55 Hora predef. alternancia**Range:**

1:00* [00:00 – 23:59]

Función:

Hora predef. alternancia es la hora del día establecida para la alternancia de bombas. Este parámetro sólo está disponible si el parámetro 27-54 está ajustado como Hora del día.

27-56 Capacidad alternancia es <

Range:

0% (Off)* [0% (Off) – 100%]

Función:

Capacidad alternancia es < requiere que la bomba principal funcione por debajo de su capacidad antes de que pueda tener lugar la alternancia basada en el tiempo. Esta función garantiza que la alternancia solo tiene lugar cuando la bomba funciona por debajo de una velocidad a la cual la interrupción del funcionamiento no afecte al proceso. Esto minimiza las distorsiones en el sistema provocadas por las alternancias. El valor se introduce como % de la capacidad de la bomba 1. El funcionamiento de Capacidad alternancia es < puede desactivarse ajustando este parámetro al 0%.

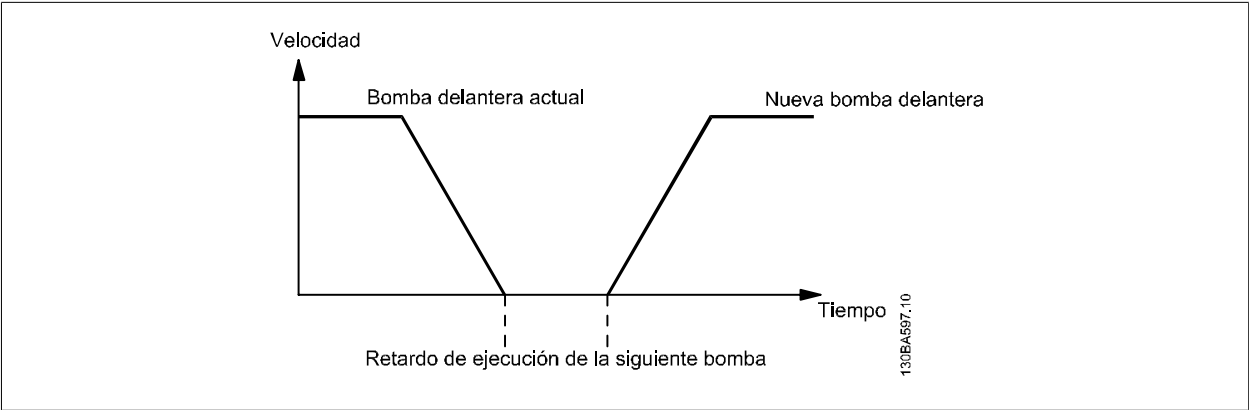
27-58 Retardo arranque siguiente bomba

Range:

0,1s* [0,1s – 5 s]

Función:

Retardo arranque siguiente bomba es un retardo entre la parada de la bomba principal actual y el arranque de la siguiente bomba principal al alternar bombas principales. Esto proporciona tiempo para que los contactores conmuten mientras se detienen las dos bombas.



6.1.10 Conexiones, 27-7*

Parámetros para la configuración de las conexiones de relés.

27-70 Relé

Option:

Relé estándar

Función:

P27-70 es un parámetro indexado utilizado para ajustar el funcionamiento de los relés opcionales. Dependiendo de qué opción esté instalada, sólo estarán visibles los relés disponibles. Si el controlador de cascada ampliado está instalado, el relé 10-12 estará visible. Si el controlador de cascada avanzado está instalado, el relé 13-20 estará visible. Si ambas opciones están instaladas, todos los relés estarán visibles. Para configurar la función de cada relé, seleccione los relés específicos y a continuación elija la función. Si se selecciona la opción de función Relé estándar, el relé puede utilizarse como relé de uso general y la función deseada puede ajustarse en el parámetro P5-4*.

[0]	Convertidor X Activar	Activar convertidor auxiliar X
	Bomba K a Convertidor N	Conectar bomba K a convertidor N
	Bomba K a tensión de red	Conectar bomba K a tensión de red

¡NOTA!

Si MCO 102 está instalado, la opción de relé MCB 105 puede estar disponible también para el control de cascada.

6.1.11 Lecturas de datos, 27-9*

Parámetros de lectura de datos de la opción Control de cascada

27-91 Referencia de cascada

Referencia de cascada es un parámetro de lectura de datos que muestra la salida de referencia que se debe utilizar en los convertidores seguidores. Esta referencia está disponible incluso cuando se detiene el convertidor maestro. Es la velocidad a la que trabaja el convertidor de frecuencia o a la que debería funcionar si estuviera activado. Se expresa como un porcentaje del *Límite alto veloc. motor* (P4-13[RPM] o P4-14[Hz]).

Unidades: %

27-92 Porcentaje actual de la capacidad total

Porcentaje total de la capacidad actual es un parámetro de lectura de datos que muestra el punto de funcionamiento del sistema como un porcentaje de la capacidad total del sistema. 100% significa que todas las bombas están funcionando a máxima velocidad.

Unidades: %

27-93 Estado opción cascada

Option:

Función:

Estado opción cascada es un parámetro de lectura de datos que muestra el estado del sistema en cascada.

[0] *	Desactivado	La opción cascada no se utiliza.
	Off (Apagado)	La opción cascada está desactivada.
	En funcionamiento	La opción cascada funciona normalmente.
	Funcionamiento FSBW	La opción cascada funciona en modo de velocidad fija. No hay bombas de velocidad variable disponibles.
	Velocidad fija	El sistema funciona a la velocidad fija establecida en el P3-11.
	En lazo abierto	El sistema está ajustado en lazo abierto.
	Mantenido	El sistema se mantiene en el estado actual. No se realizará ningún cambio.
	Emergencia	El sistema se detiene debido a Inercia, Parada de seguridad, Bloqueo por alarma o Parada segura.
	Alarma	El sistema está funcionando con un estado de alarma.
	Conexión por etapas	Una operación de conexión por etapas está en curso.
	Desconexión por etapas	Una operación de desconexión por etapas está en curso.
	En alternancia	Una operación en alternancia está en curso.
	Bomba principal no ajustada	No se ha seleccionado ninguna bomba principal.

6

7.1.1.1 Opción CTL cascada 27- **

Par. No. #	Parameter description	Default value	4-set-up	FC 302 only	Change during operation	Conversion index	Type
27-0* Control & Status							
27-01	Pump Status	[0] Ready	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-02	Manual Pump Control	[0] No Operation	2 set-ups		TRUE	-	UInt8
27-03	Current Runtime Hours	0 h	All set-ups		TRUE	74	UInt32
27-04	Pump Total Lifetime Hours	0 h	All set-ups		TRUE	74	UInt32
27-1* Configuration							
27-10	Cascade Controller	[0] Disabled	2 set-ups		FALSE	-	UInt8
27-11	Number Of Drives	1 N/A	2 set-ups		FALSE	0	UInt8
27-12	Number Of Pumps	ExpressionLimit	2 set-ups		FALSE	0	UInt8
27-14	Pump Capacity	100 %	2 set-ups		FALSE	0	UInt16
27-16	Runtime Balancing	[0] Balanced Priority 1	2 set-ups		TRUE	-	UInt8
27-17	Motor Starters	[0] Direct Online	2 set-ups		FALSE	-	UInt8
27-18	Spin Time for Unused Pumps	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-19	Reset Current Runtime Hours	[0] No reiniciar	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-2* Bandwidth Settings							
27-20	Normal Operating Range	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-21	Override Limit	100 %	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-22	Fixed Speed Only Operating Range	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-23	Staging Delay	15 s	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-24	Destaging Delay	15 s	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-25	Override Hold Time	10 s	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-27	Min Speed Destage Delay	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-3* Staging Speed							
27-30	Velocidades de ajuste automático de conexión por etapas	[1] Activado	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-31	Stage On Speed [RPM]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	67	UInt16
27-32	Stage On Speed [Hz]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-33	Stage Off Speed [RPM]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	67	UInt16
27-34	Stage Off Speed [Hz]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-4* Staging Settings							
27-40	Ajustes automáticos de conexión por etapas	[0] Desactivado	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-41	Ramp Down Delay	10.0 s	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-42	Ramp Up Delay	2.0 s	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-43	Staging Threshold	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-44	Destaging Threshold	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-45	Staging Speed [RPM]	0 RPM	All set-ups		TRUE	67	UInt16
27-46	Staging Speed [Hz]	0.0 Hz	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-47	Destaging Speed [RPM]	0 RPM	All set-ups		TRUE	67	UInt16
27-48	Destaging Speed [Hz]	0.0 Hz	All set-ups		TRUE	-1	UInt16
27-5* Alternate Settings							
27-50	Automatic Alternation	[0] Desactivado	All set-ups		FALSE	-	UInt8
27-51	Alternation Event	null	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-52	Alternation Time Interval	0 min	All set-ups		TRUE	70	UInt16
27-53	Alternation Timer Value	0 min	All set-ups		TRUE	70	UInt16
27-54	Alternation At Time of Day	[0] Desactivado	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-55	Alternation Predefined Time	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Date
27-56	Alternate Capacity is <	0 %	All set-ups		TRUE	0	UInt8
27-58	Run Next Pump Delay	0.1 s	All set-ups		TRUE	-1	UInt16

Par. No. #	Parameter description	Default value	4-set-up	FC 302 only	Change during operation	Conversion index	Type
27-6* Entradas digitales							
27-60	Entrada digital Terminal X66/1	[0] Sin función	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-61	Entrada digital Terminal X66/3	[0] Sin función	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-62	Entrada digital Terminal X66/5	[0] Sin función	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-63	Entrada digital Terminal X66/7	[0] Sin función	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-64	Entrada digital Terminal X66/9	[0] Sin función	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-65	Entrada digital Terminal X66/11	[0] Sin función	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-66	Entrada digital Terminal X66/13	[0] Sin función	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-7* Connections							
27-70	Relay	[0] Standard Relay	2 set-ups		FALSE	-	UInt8
27-9* Readouts							
27-91	Cascade Reference	0.0 %	All set-ups		TRUE	-1	Int16
27-92	% Of Total Capacity	0 %	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-93	Cascade Option Status	[0] Disabled	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-94	Cascade System Status	0 N/A	All set-ups		TRUE	0	VisStr[25]

8 Anexo A - Nota sobre la aplicación maestro-auxiliar

8.1.1 Funcionamiento maestro-auxiliar

Descripción de la aplicación

El sistema utilizado como ejemplo contiene 4 bombas del mismo tamaño en un sistema de distribución de agua. Cada una de ellas se conecta a un convertidor VLT® AQUA de Danfoss. Un transmisor de presión con un formato de salida analógico de 4-20 mA se utiliza como realimentación y se conecta al convertidor maestro. El convertidor maestro también incluye la *VLT® opción de controlador de cascada ampliado MCB-101* de Danfoss. El propósito del sistema es mantener una presión constante en el sistema.

Los motivos para usar una configuración maestro-auxiliar en lugar del control de cascada estándar pueden ser:

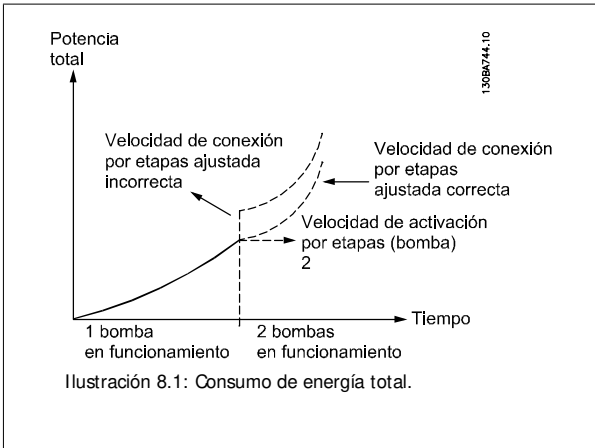
- En sistemas de tuberías débiles y antiguas, en los que una presión alta puede provocar fugas, el alto rendimiento del modo maestro-auxiliar puede suponer un beneficio real.
- En sistemas de agua de presión constante, las bombas pueden accionarse del modo más eficiente energéticamente, utilizando el modo maestro-auxiliar.
- En sistemas con grandes variaciones de caudal, el modo maestro-auxiliar de reacción rápida mantendrá de forma segura y rápida una presión constante.
- Instalación muy sencilla - sin necesidad de equipos externos. Los convertidores pueden suministrarse en IP55 o incluso en IP66, lo que significa que no se necesitan paneles, excepto para los fusibles.

Puntos que deben tenerse en cuenta

En comparación con el control de cascada tradicional, el número de bombas en funcionamiento se controla mediante velocidad en lugar de realimentación. Para obtener el mayor ahorro de energía posible, la velocidad de conexión y desconexión por etapas debe ajustarse de forma correcta dependiendo del sistema. Para entender mejor este principio, consulte la figura 1.

La velocidad de conexión y desconexión por etapas la ajusta el usuario para cada fase. La velocidad correcta depende de la aplicación y del sistema. En VLT® AQUA con una versión de software superior a la 1.1, la velocidad será ajustada de forma automatizada por el convertidor. También pueden determinarse los ajustes correctos utilizando el software de Danfoss para PC llamado MUSEC, que puede descargarse desde nuestra página de inicio: www.danfoss.com

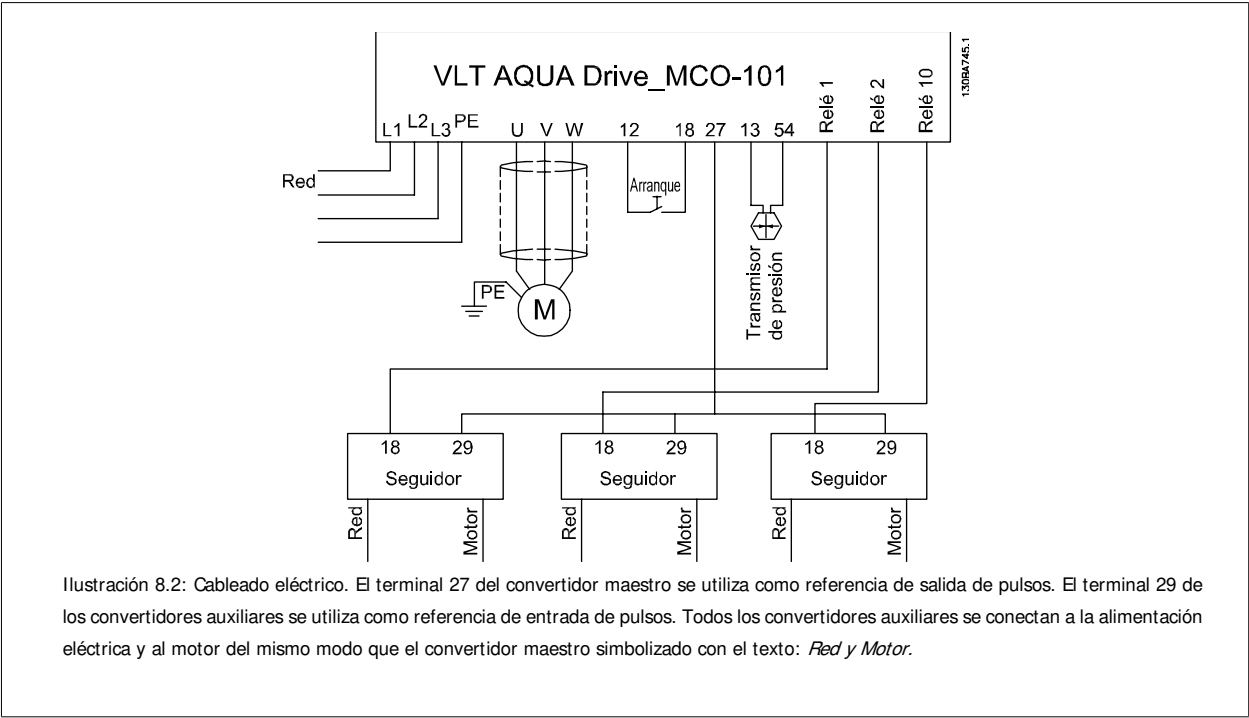
Como punto de partida, pueden utilizarse los ajustes mostrados en la tabla 1.1 en la mayoría de las aplicaciones.



	Veloc. conex. por etapas [Hz] (Par. 27-31)	Veloc. desact. por etapas [Hz] (Par. 27-33)
Fase 1	40	Velocidad mín.
Fase 2	42	36
Fase 3	45	38
Fase 4	47	40

Tabla 8.1: Ejemplo de velocidad de conexión y desconexión por etapas

Cableado eléctrico



8

¡NOTA!

En el ejemplo se asume que el transmisor de presión utilizado como sensor de realimentación, tiene un rango entre 0 y 10 bar.

Ajustes de parámetros:

Ajustes de display - Convertidor maestro:

Línea de display pequeña 1.1	0-20	Referencia [1601]
Línea de display pequeña 1.2	0-21	Realimentación [1652]
Línea de display pequeña 1.3	0-22	Intensidad del motor [1614]
Línea de display grande 2	0-23	Frecuencia [1613]
Línea de display grande 3	0-24	Referencia de cascada [2791]

Ajustes de display - Convertidores auxiliares:

Línea de display pequeña 1.1	0-20	Referencia externa [1650]
Línea de display grande 3	0-24	Frecuencia [1613]



¡NOTA!

Recuerde: el formato de la entrada analógica se ajusta utilizando el interruptor S201 debajo del LCP.

Ajustes básicos para convertidores maestros y auxiliares:

Parámetros:

Cambiar de RPM a Hz como unidad de velocidad	0-02
Potencia nominal del motor	1-20 / par. 1-21 (kW / CV)
Tensión nominal del motor	1-22
Intensidad del motor	1-24
Velocidad nominal del motor	1-25
Compr. rotación motor	1-28
Activar Adaptación automática del motor	1-29

Tiempo de rampa de aceleración	3-41	(5 s* Dependiendo del tamaño) ¡Debe ser el mismo en el convertidor maestro y en el auxiliar!
Tiempo de rampa de deceleración	3-42	(5 s* Dependiendo del tamaño) ¡Debe ser el mismo en el convertidor maestro y en el auxiliar!
Límite bajo veloc. motor [Hz]	4-12	(30 Hz)
Límite alto veloc. motor [Hz]	4-14	(50 Hz) ¡Debe ser igual en el convertidor maestro y en el auxiliar!

Ajustes sólo para el convertidor maestro

1. Utilice el Asistente "Lazo cerrado" en "Menú Rápido_Ajuste de funciones" para configurar de forma sencilla los ajustes de realimentación y el controlador PID.
2. Ajuste la configuración del convertidor maestro en el par. 27-**

Activar maestro-auxiliar	27-10	
Ajustar el número de convertidores	27-11	
Ajustar la velocidad de conex. por etapas de acuerdo con la tabla 1	27-3*	
Configurar el relé 1	27-70	Convertidor 2 Activar
Configurar el relé 2	27-70	Convertidor 3 Activar
Configure el relé 10	27-70	Convertidor 4 Activar
Referencia mínima	3-02	0 [bar]
Referencia máxima	3-03	10 [bar]
Modo terminal 27	5-01	Salida [1]
Salida digital terminal 27	5-30	Salida de pulsos [55]
Terminal 27 salida pulsos variable	5-60	Referencia de cascada [116]
Frec. máx. salida pulsos # 27	5-62	5.000 [Hz]

Ajustes sólo para convertidores auxiliares		
Ajustar fuente de referencia 1	3-15	Entrada de pulsos 29 [7]
Ajustar entrada digital terminal 29	5-13	Entrada de pulsos [32]
Ajustar term. 29, baja frecuencia	5-50	0 [Hz]
Ajustar term. 29, alta frecuencia	5-51	5.000 [Hz]

Funcionamiento

Quando el sistema está ajustado para su funcionamiento, el convertidor maestro ejecutará automáticamente el "equilibrio de tiempo de funcionamiento" en todos los convertidores que activarán el número necesario de bombas dependiendo de la demanda. Si, por algún motivo, el usuario desea dar prioridad a determinados motores, es posible dar prioridad a las bombas en el par. 27-16 en tres niveles. (Prioridad 1, Prioridad 2 y bomba de repuesto). Las bombas con prioridad 2 sólo se conectarán por etapas cuando no haya ninguna bomba de prioridad 1 disponible.

Puede que sea necesario ajustar de forma precisa la velocidad de conexión/desconexión por etapas para optimizar el consumo de energía.

Índice

A

Ahorro De Energía	41
Ajuste Automático De Velocidades De Conexión Por Etapas, 27-30 (¡inclusión En Futuras Versiones!)	32
Ajuste De Los Parámetros De Cascada	19
Ajustes Ancho Banda, 27-2*	29
Ajustes Automáticos De Conexión Por Etapas, 27-40	33
Ajustes Básicos	42
Ajustes Conex. Por Etapas, 27-4*	32
Ajustes De Display - Convertidor Maestro	42
Ajustes De Display - Convertidores Auxiliares	42
Ajustes De Parámetros	42
Ajustes Sólo Para Convertidores Auxiliares	43
Ajustes Sólo Para El Convertidor Maestro	43
Ampliación De Cascada Básica	11
Anulación De Conexión / Desconexión Por Etapas	26
Arrancadores Del Motor, 27-17	29
Arrancadores Suaves	18

B

Bomba De Velocidad Fija	6
Bomba Principal	25, 26
Bomba Principal	25
Bombas De Velocidad Variable	6

C

Cableado Eléctrico	42
Capacidad Bomba, 27-14	28
Capacidad De Bomba	19
Características Del Controlador En Cascada	23
Con Una Versión De Software	41
Conexión / Desactivación Por Etapas	25
Conexión Por Etapas	26
Conexión Y Desactivación Por Etapas De Bombas Fijas Basándose En La Realimentación De Presión	22
Conexión Y Desconexión Por Etapas	41
Conexión/desconexión Por Etapas De Bombas De Velocidad Variable En Base A La Velocidad Del Convertidor	21
Configuración Adicional Para Varios Convertidores De Frecuencia	20
Configuración Admitida	11
Configuración Con Combinación De Bombas	14
Configuración De Bombas De Diferentes Tamaños	15
Configuración De Bombas De Velocidad Fija	12
Configuración De Bombas De Velocidad Fija	12
Configuración De Combinación De Bombas	16
Configuración Del Sistema	19
Configuración Maestro-auxiliar	13
Configuración, 27-1*	28
Configuraciones De Convertidores	11
Control De Lazo Cerrado	20
Control Manual De Bomba	23
Control Manual De Bomba, 27-02	27
Control Y Estado, 27-0*	27
Controlador De Cascada Ampliado Mco 101 Y Controlador De Cascada Avanzado Mco 102	5
Controlador De Cascada Básico	6
Controlador De Cascada, 27-10	28
Controlador Pid	20
Convertidor Auxiliar	6
Convertidor Maestro	6, 20, 41
Convertidores Auxiliares	20
Corriente De Fuga A Tierra	3

D

Desconexión Por Etapas	26
Descripción General	6

E

EI Interruptor S201	42
EI Terminal 27	42
EI Terminal 29	42
Entrada Analógica	42
Equilibrado De Tiempo De Funcionamiento	16, 24
Equilibrado Del Tiempo De Funcionamiento	19
Equilibrado Tiempo Func., 27-16	28
Estado Bomba, 27-01	27

F

Fluctuaciones De Presión	12
Formato De Salida Analógico De 4-20 Ma	41
Funcionamiento Maestro-auxiliar	41

G

Gro De Bomba	24
--------------	----

H

Horas De Func. Actuales, 27-03	27
Horas Totales De Vida Útil	25

I

Instalación Muy Sencilla	41
Introducción	11
Introducción Al Mco 101 Y Mco 102	5
Ip55 O Incluso En Ip66	41

L

La Conexión Por Etapas	21
La Desconexión Por Etapas	21
Las Decisiones De Conexión Y Desconexión Por Etapas	13
Límite De Anulación	26
Límite De Seguridad 27-21	30
Límite De Seguridad, 27-21	30

M

Modo De Lazo Abierto	6
Multiple Unit Staging Efficiency Calculator	21
Musec	21, 41

N

Núm. Convertidores, 27-11	28
Número Bombas, 27-12	28
Número De Convertidores De Frecuencia	19

O

Opción Controlador De Cascada	5, 6
Opción QI Cascada	39
Opción QI De Cascada, 27-***	27
Optimizar El Consumo De Energía	43

P

Presión Constante	41
Presión De Realimentación	25
Prioridad A Las Bombas	43
Programa Gratuito	21

R

Rango De Func. Sólo A Velocidad Fija, 27-22	30
Rango Funcionam. Normal, 27-20	29
Realimentación De Presión	14
Reiniciar Horas De Func. Actuales, 27-19	29
Relé, 27-70	36
Retardo Conex. Por Etapas, 27-23	30
Retardo Desact. Por Etapas, 27-24	31
Retardo Desact. Veloc. Mín., 27-27	31
Retardo Rampa Aceler., 27-42	33
Retardo Rampa Deceler., 27-41	33

S

Selección Combinación De Bombas	19
Sensor De Realimentación	20, 42
Sistemas Críticos	26
Sistemas De Agua De Presión Constante	41
Sistemas De Tuberías Débiles	41

T

Tiempo De Giro	24, 29
Tiempo De Giro Para Bombas No Utilizadas	19
Tiempo Manten. Seguridad, 27-25	31
Transmisor De Presión	42

U

Umbral Conex. Por Etapas, 27-43	33
Umbral Desact. Por Etapas, 27-44	34

Ú

Único Convertidor De Frecuencia	25
---------------------------------	----

V

Varios Convertidores De Frecuencia	25
Veloc. Conex. Por Etapas (hz), 27-32	32
Veloc. Conex. Por Etapas (hz), 27-46	34
Veloc. Conex. Por Etapas (rpm), 27-31	32
Veloc. Conex. Por Etapas (rpm), 27-45	34
[Veloc. Conex. Por Etapas Hz]	41
Veloc. Conex. Por Etapas, 27-3*	31
Veloc. Desact. Por Etapas (hz), 27-34	32
Veloc. Desact. Por Etapas (rpm), 27-33	32
Veloc. Desact. Por Etapas (rpm), 27-47	35
[Veloc. Desact. Por Etapas Hz]	41
Velocidad De Conexión Y Desconexión Por Etapas	41
Velocidad En Lugar De Realimentación	41
Velocidad Fija	26
Versión De Software	3
Vida Útil Total De La Bomba (h), 27-04	28
Vlt® Opción De Controlador De Cascada Ampliado Mcb-101	41