

## Índice

<b>1. Seguridad y precauciones</b>	<b>3</b>
Instrucciones de seguridad	3
Evitar arranques accidentales	3
Advertencia de tipo general	4
<b>2. Introducción</b>	<b>5</b>
Descripción general	5
<b>3. Configuración admitida</b>	<b>9</b>
Introducción	9
Configuración de bombas de velocidad fija	9
Configuración maestro-seguidor	10
Configuración con combinación de bombas	10
Configuración de bombas de diferentes tamaños	11
Configuración de combinación de bombas con alternancia	13
Arrancadores suaves	15
<b>4. Configuración del sistema</b>	<b>17</b>
Introducción	17
Definición de la configuración de hardware	17
Configuración adicional para varios convertidores de frecuencia	18
Control de lazo cerrado	18
Conexión/desconexión por etapas de bombas de velocidad variable basándose en la velocidad del convertidor de frecuencia	19
Conexión y desactivación por etapas de bombas fijas basándose en la realimentación de presión	19
<b>5. Funcionamiento del Controlador en cascada ampliado</b>	<b>21</b>
Introducción	21
<b>6. Características del Controlador en cascada</b>	<b>23</b>
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	27

Sólo funcionamiento a velocidad fija	27
<b>7. Instrucciones de programación</b>	<b>29</b>
Parámetros del Controlador en cascada ampliado	29
Opción CTL en cascada, 27-**	29
Control y estado, 27-0*	29
Configuración, 27-1*	30
Ajustes de ancho de banda, 27-2*	32
Velocidad de conexión por etapas, 27-3*	35
Ajustes conex. por etapas, 27-4*	36
Ajustes de alternancia, 27-5*	38
Conexiones, 27-7*	40
27-9* Lecturas de datos	41
<b>Índice</b>	<b>45</b>

# 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

- 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 al motor contra sobrecargas conforme a la normativa vigente local y nacional.
- La corriente de fuga a tierra es superior a 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

Cuando 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.

**Opción controlador en cascada ampliado para**  
**convertidor VLT AQUA FC 200**

Manual de Funcionamiento  
 Versión del software: 01.00

Este Manual de Funcionamiento puede emplearse con todas las opciones de Controlador en cascada ampliado con versión de software 01.00.

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

1

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.

#### 1.1.4. Advertencia de tipo general



**Advertencia:**

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

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

Antes de tocar cualquier componente potencialmente bajo tensión del VLT AQUA Drive FC 200, espere al menos el tiempo que se indica:

200 - 240 V, 0,25 - 3,7 kW: espere al menos 4 minutos.

200 - 240 V, 5,5 - 45 kW: espere al menos 15 minutos.

380 - 480 V, 0,37 - 7,5 kW: espere al menos 4 minutos.

380 - 480 V, 11 - 90 kW, espere al menos 15 minutos.

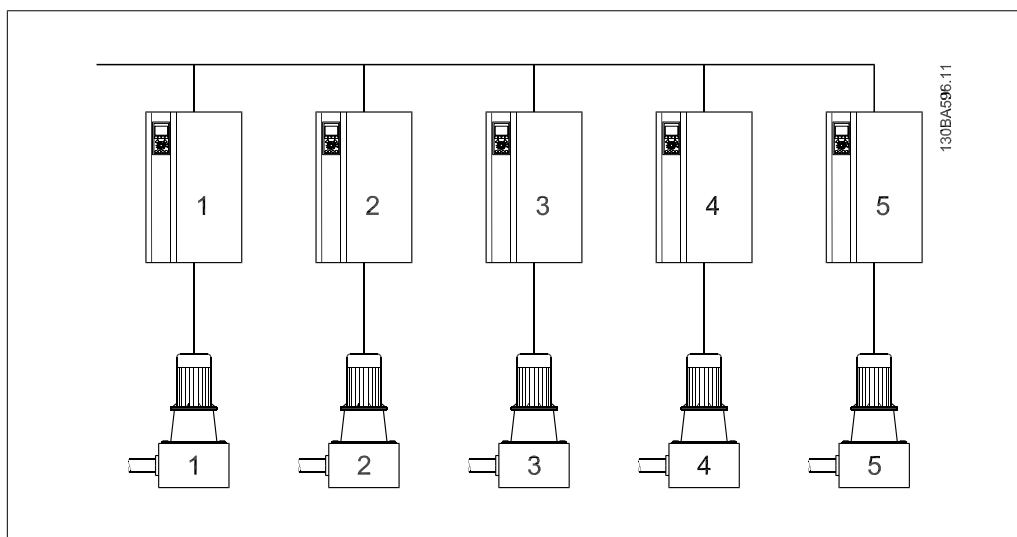
Sólo se permite un intervalo de tiempo inferior si así se indica en la placa de características de un equipo específico.

## 2. Introducción

2

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

Mediante el uso del Controlador en cascada ampliado, 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 controlan para ofrecer un intervalo continuo de salida del sistema.



El controlador en cascada ampliado es un componente opcional de hardware y software que puede añadirse al convertidor VLT AQUA. Consta de una placa opcional con 3 relés, instalada en la ubicación de opción B del convertidor de frecuencia. Una vez instalada la opción, los parámetros necesarios para controlar las funciones del Controlador en cascada ampliado estarán disponibles a través del panel de control, en el grupo de parámetros 27-\*\*. El Controlador en cascada ampliado ofrece más funciones que el controlador en cascada básico. Puede utilizarse para ampliar la Cascada básica con tres relés.

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

### 2.1.1. Descripción general

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

Cada convertidor VLT adicional en el sistema se conoce como un convertidor seguidor. Estos convertidores no necesitan tener instalada la tarjeta de opción Controlador en cascada ampliado. 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 adicional conectada a la tensión de red a través de un contactor o un arrancador suave se conoce como una bomba de velocidad fija. El convertidor VLT AQUA con la tarjeta de opción Controlador en cascada ampliado instalada, cuenta con cinco relés disponibles para el control de las bombas. 2 relés estándar en el convertidor de frecuencia y 3 relés adicionales en la tarjeta opcional MCO 101.

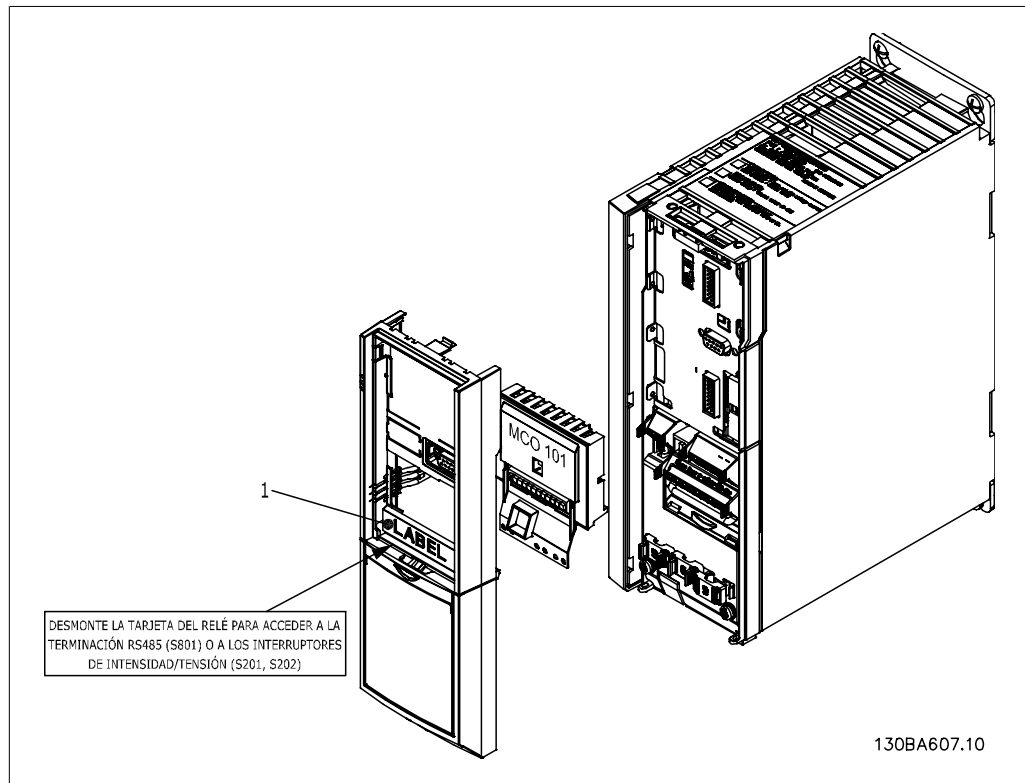
El Controlador en cascada ampliado es capaz de controlar una combinación de bombas de velocidad variable y de velocidad fija. Las posibles configuraciones se describen de forma más detallada en la siguiente sección. Para simplificar las descripciones del presente manual, presión y caudal se utilizarán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

### 2.1.2. Controlador en 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 <sup>-1</sup> /20 s <sup>-1</sup>



Advertencia sobre la alimentación doble



**¡NOTA!**

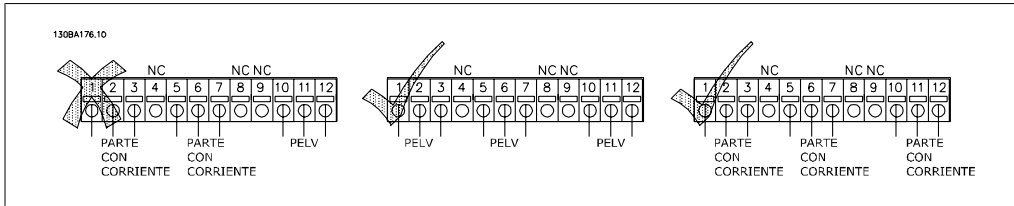
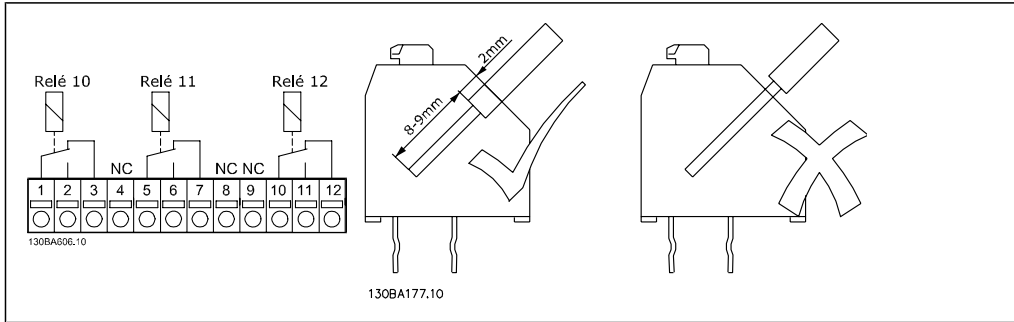
La etiqueta DEBE estar en el bastidor del LCP, tal como se indica (según las normas UL).

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**



No combine piezas de baja tensión con sistemas PELV.



## 3. Configuración admitida

### 3.1.1. Introducción

El Controlador en cascada ampliado 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 en cascada ampliado. También se deben conectar de una a cinco bombas adicionales a un convertidor VLT de Danfoss o a tensión de red a través de un contactor o arrancador suave.

### 3.1.2. Configuración de bombas de velocidad fija

En esta configuración, un único convertidor de frecuencia controla una bomba de velocidad variable y hasta 5 bombas de velocidad fija. Las bombas de velocidad fija se activan y desactivan por etapas según sea necesario mediante conexión directa al contactor. La bomba simple conectada al convertidor de frecuencia proporciona el nivel más preciso necesario entre las etapas.

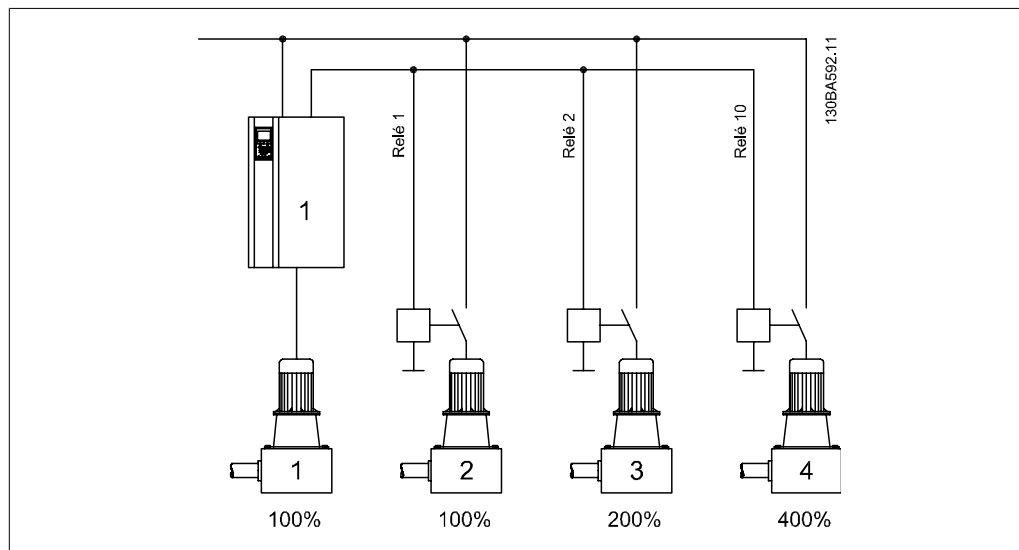


Ilustración 3.1: Ejemplo

**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 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

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-seguidor.

### 3.1.3. Configuración maestro-seguidor

En esta configuración, cada una de las bombas está controlada por un convertidor de frecuencia. Todas las bombas y los convertidores deben ser del mismo tamaño. Las decisiones de activación y desactivación se toman basándose en la velocidad de los convertidores y en el sensor de realimentación. Hasta 6 bombas con convertidores pueden formar parte de esta configuración.

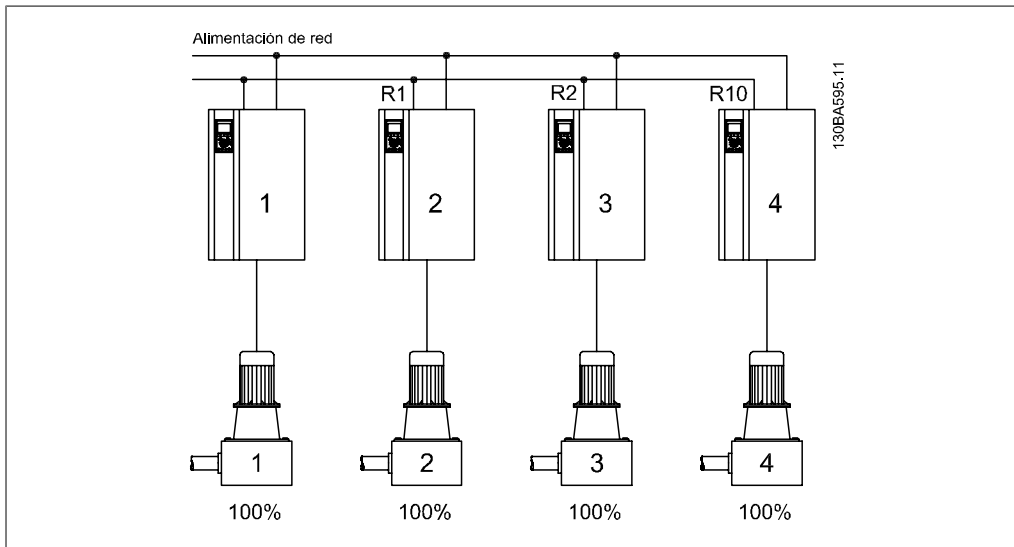


Ilustración 3.2: Ejemplo

**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 → [2] Activar convertidor 3
- 27-72 RELÉ 10 → [3] Activar convertidor 4
- 27-73 RELÉ 11 → [0] Relé estándar
- 27-74 RELÉ 12 → [0] Relé estándar

La configuración maestro seguidor 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.

### 3.1.4. 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.

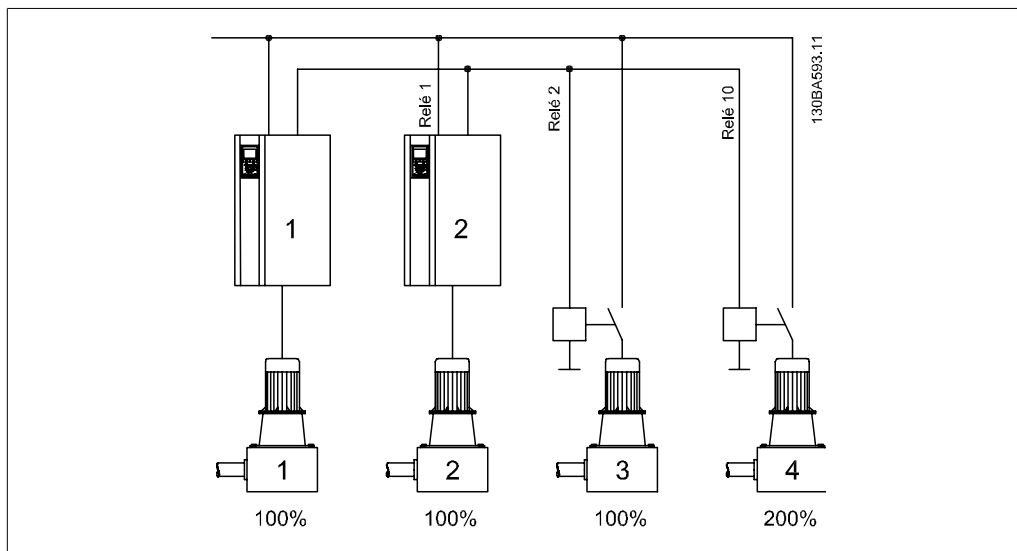


Ilustración 3.3: Ejemplo

**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.

### 3.1.5. 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.

3

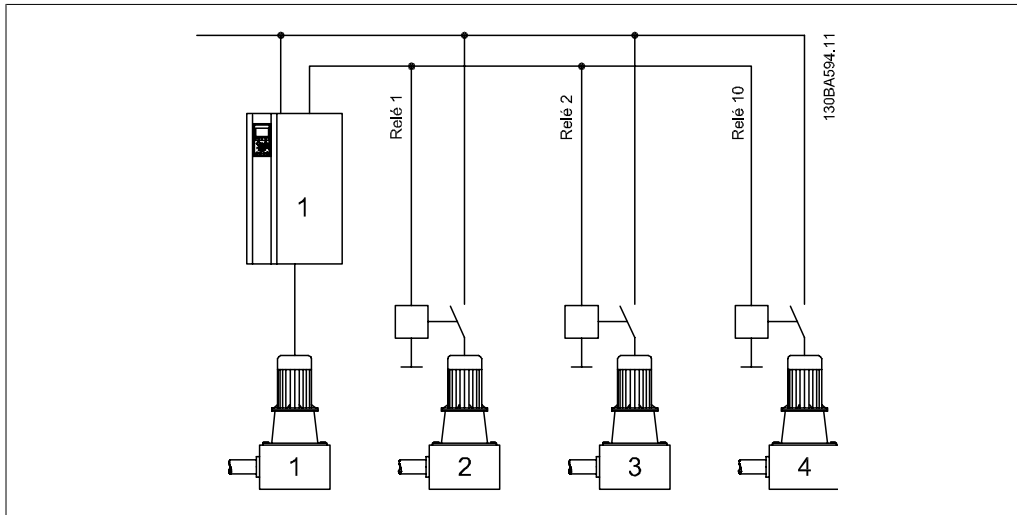


Ilustración 3.4: Ejemplo

**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 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%)

### 3.1.6. 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.

3

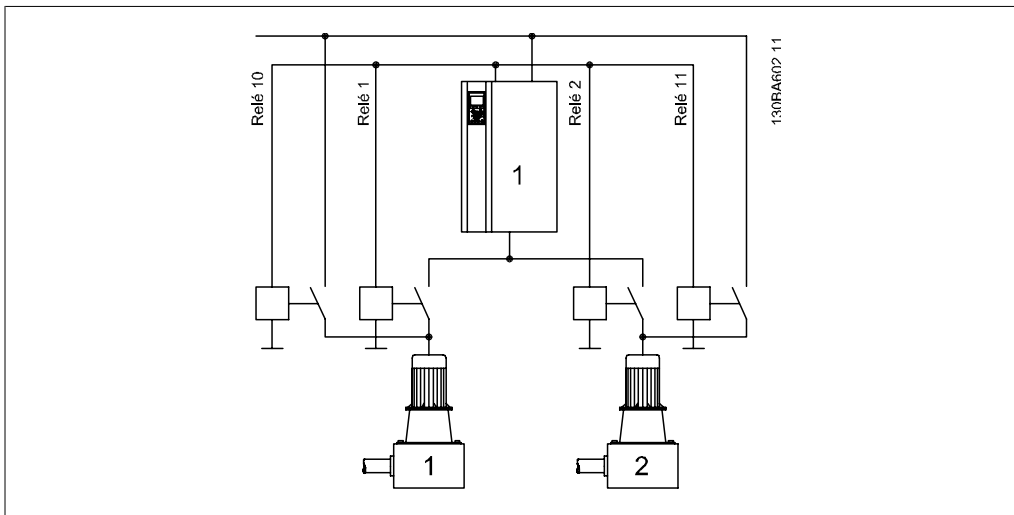


Ilustración 3.5: Ejemplo 1

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

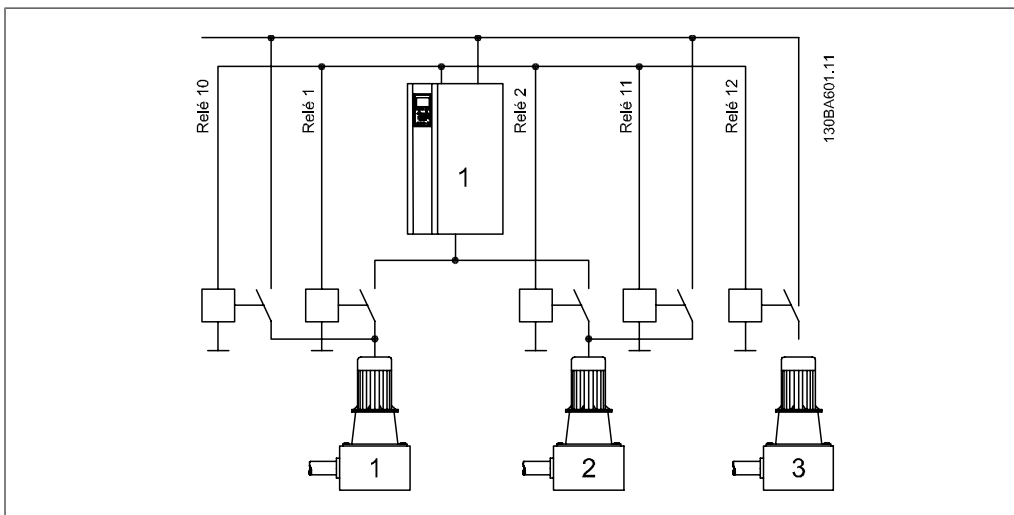


Ilustración 3.6: Ejemplo 2

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

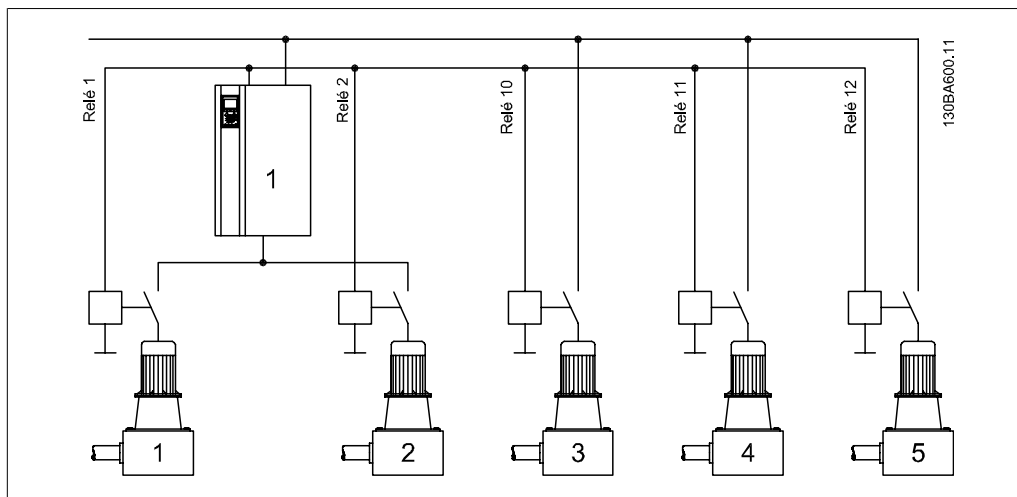


Ilustración 3.7: Ejemplo 3

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

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

### 4.1.2. Definición de la configuración de hardware

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 en cascada mediante la selección de valores para los parámetros del grupo 27-1\* "Configuración".

N° metro	pará- Descripción
27-10	El Controlador en cascada puede utilizarse para activar o desactivar el Controlador en cascada ampliado. La selección Combinación de bombas es la selección general para el controlador en cascada. Si utiliza un convertidor de frecuencia por bomba, puede seleccionarse la configuración maestro-seguidor, 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. Para ajustar: primero seleccione la bomba, haga clic en OK y ajuste la capacidad.
27-16	Equilibrado de 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 del motor - Todas las bombas de velocidad fija deben ser las mismas.
27-18	Tiempo de giro para bombas no utilizadas - Depende del tamaño de las bombas.

**Además, 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 seguidor del sistema necesita tener un relé asignado para activar/desactivar el convertidor cuando sea necesario.
- Cada una de las bombas de velocidad fija deben tener un relé asignado para controlar el contactor o para activar el arrancador suave para activar/desactivar la bomba.
- Si fuera necesario tener un convertidor único, alterne entre dos bombas y asigne los relés adicionales para ofrecer esta posibilidad.

Cualquier relé no utilizado estará disponible para otras funciones del grupo de parámetros 05-4\*.

### 4.1.3. Configuración adicional para varios convertidores de frecuencia

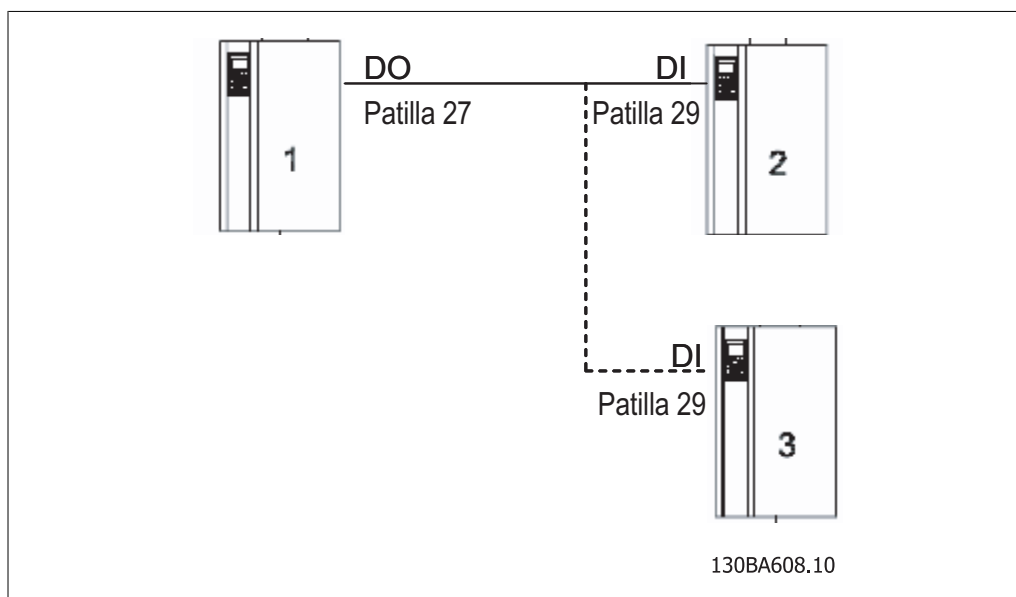
Cuando se utiliza más de un convertidor de frecuencia en el controlador en cascada, es necesario que el convertidor maestro indique al seguidor a qué velocidad debe funcionar. Esto se logra a través de una señal digital entre los convertidores.

El convertidor maestro debe utilizar un terminal de salida digital para enviar la frecuencia necesario para todos los convertidores. Todos los convertidores funcionan siempre a la misma velocidad. Ajustar el parámetro 05-60 a [116], Referencia de cascada, seleccionará el pin 27 para esta función.

Todos los convertidores seguidores deben ajustarse en lazo abierto y deben utilizar una entrada digital como su referencia de velocidad. Esto puede realizarse ajustando el parámetro 01-00 Modo de configuración como [0] Lazo cerrado y el parámetro 03-15 a la selección [7] Entrada de frecuencia 29.

El par. 03-41 Tiempo rampa acel. y el par. 03-42 Tiempo rampa decel., deben ser los mismos para el convertidor maestro y para todos los convertidores seguidores del sistema.

Estas rampas deben ser lo suficientemente rápidas como para que el controlador PID pueda mantener 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 entrada analógica del convertidor.

El controlador PID del convertidor de frecuencia maestro deben configurarse para ajustarse a las necesidades de la instalación. La configuración de los parámetros PID se describe en la *Guía de programación de convertidores VLT AQUA* y no se tratará en este manual.

#### 4.1.5. Conexión/desconexión por etapas de bombas de velocidad variable basándose en la velocidad del convertidor de frecuencia

En configuraciones maestro-seguidor 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 del parámetro 27-31 (27-32) Velocidad de conexión por etapas. A esta velocidad, la presión del sistema se sigue manteniendo, pero las bombas comienzan a funcionar fuera de sus puntos de rendimiento pico. La conexión por etapas de una bomba adicional reducirá la velocidad de todas las bombas en funcionamiento y ofrecerá un funcionamiento más rentable 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. de desconexión por etapas. A esta velocidad, la presión del sistema se sigue manteniendo, pero las bombas comienzan a funcionar por debajo de sus puntos de rendimiento pico. La desactivación por etapas hará que la velocidad de los convertidores de frecuencia aumente hasta un rango con mayor rendimiento energético.

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

Danfoss pone a su disposición el programa MUSEC (Multiple Unit Staging Efficiency Calculator), un programa gratuito que se encuentra disponible en la página web de Danfoss. Al introducir datos del sistema y de la bomba, MUSEC aporta 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 func. normal", 27-23 "Retardo de conexión" y 27-24 "Retardo de desconexión".

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



## 5. Funcionamiento del Controlador en cascada ampliado

### 5.1.1. Introducción

Una vez configurado el Controlador en cascada, puede activarse o desactivarse con el parámetro 27-10 "Controlador en cascada".

Para arrancar el controlador en 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 y conectando y desconectando las bombas por etapas según sea necesario.

El controlador en 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.



## 6. Características del Controlador en cascada

### 6.1.1. 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 funciona-	Sin funciona-	Sin funciona-	
	miento	miento	miento	
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

### 6.1.2. 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.

### 6.1.3. 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.

### 6.1.4. 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.

### 6.1.5. 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.

### 6.1.6. 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.

### 6.1.7. 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:**

Cuando 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.

### 6.1.8. 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.

**Conexión por etapas:**

Cuando 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:**

Cuando 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.

### 6.1.9. 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).

### 6.1.10. 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 en cascada. En esta situación, el controlador en 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 sólo funcionamiento a velocidad fija (27-22) durante el tiempo Retardo de desactivación (27-23), se activará una bomba de velocidad fija. Esto se repite hasta que todas las bombas estén activadas.

**Desactivación por etapas:**

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

# 7. Instrucciones de programación

## 7.1. Parámetros del Controlador en cascada ampliado

### 7.1.1. Opción CTL en cascada, 27-\*\*\*

Grupo de parámetros de la opción de Control en cascada.

### 7.1.2. 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:
Listo	Estado bomba es un parámetro de lectura de datos que muestra el estado de cada bomba en el sistema. Las posibilidades son:
En el convertidor	la bomba está disponible para su uso por parte del controlador en cascada.
En la red eléctrica	la bomba está controlada por el controlador en cascada, está conectada a un convertidor de frecuencia y está en funcionamiento.
Sin conexión-Desactivado	la bomba está controlada por el controlador en cascada, está conectada a la tensión de red y está en funcionamiento.
Sin conexión-En red	la bomba no está disponible para su uso por parte del controlador en cascada y está desactivada.
Sin conexión-En red	la bomba no está disponible para su uso por parte del controlador en cascada, está conectada a la tensión de red y en funcionamiento
Sin conexión-En red	la bomba no está disponible para su uso por parte del controlador en cascada, está conectada a la tensión de red y en funcionamiento
Sin conexión-Parada externa	la bomba ha sido bloqueada externamente y está apagada.
Giro	el control en cascada está ejecutando un ciclo de giro para la bomba.
Sin conexión de relés	la bomba no está conectada directamente a un convertidor de frecuencia y no se ha asignado ningún relé a la bomba



### 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 posibles selecciones son:
[0] * Sin función	No hace nada.
[1] Con conexión	Hace que la bomba esté disponible para el controlador en cascada.
[2] Activar alternar	Obliga a que la bomba seleccionada sea la bomba principal.
[3] Sin conexión-Desactivado	Desactiva la bomba y la deja no disponible para el control en cascada.
[4] Sin conexión-Activado	Activa la bomba y la deja no disponible para el control en cascada.
[5] Sin conexión-Giro	Inicia el giro de una bomba.

### 27-03 Horas de funcionamiento actuales

Option:	Función:
Unidades: h	Horas de funcionamiento 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 Horas totales de vida útil de la bomba

Range:	Función:
0* [0 - 2147483647]	Horas totales de vida útil de la bomba son las horas totales de funcionamiento de cada bomba conectada. Este parámetro puede ajustarse individualmente a cualquier valor para las tareas de mantenimiento.

## 7.1.3. Configuración, 27-1\*

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

### 27-10 Controlador de cascada

Option:	Función:
	El modo Controlador en cascada ajusta el modo de funcionamiento. Las selecciones son:
Desactivado	Desactiva la opción controlador en cascada.
Maestro/Seguidor	Funciona cuando sólo se utilizan bombas de velocidad variable conectadas a los convertidores. Esta selección simplifica el ajuste.

Combinación de bombas	Funciona utilizando bombas de velocidad fija y variables
Controlador en cascada básico	Desactiva la opción de control en cascada y regresa al funcionamiento en cascada básico (consulte P25-** en la <i>Guía de programación del convertidor de frecuencias VLT AQUA</i> para obtener más información). Los relés adicionales de la opción pueden utilizarse para ampliar la Cascada básica con tres relés. Sólo están disponibles las funciones en cascada básicas.

**27-11 Número de convertidores de frecuencia**

<b>Range:</b> 1* [1 - 6]	<b>Función:</b> Número de convertidores de frecuencia ajusta el número de convertidores que serán controlados por el controlador en cascada.
-----------------------------	---

**27-12 Número de bombas**

<b>Range:</b> Número [Número de convertidores de frecuencia - vertido- 6] res de frecuencia*	<b>Función:</b> Número de bombas ajusta el número de bombas que serán controladas por el controlador en cascada.
---	---

**27-14 Capacidad de bomba**

<b>Range:</b> 100%* [0%(Desactivado) - 800%]	<b>Función:</b> Capacidad de 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 de tiempo de funcionamiento**

<b>Option:</b>	<b>Función:</b> Equilibrado de tiempo de funcionamiento 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 son:

Ninguno (contactores)

Arrancadores suaves

Arrancadores en estrella-triángulo

### 27-18 Tiempo de giro para bombas no utilizadas

**Range:**

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

**Función:**

Tiempo de giro para bombas no utilizadas 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 opción 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 funcionamiento actuales

**Option:**
**Función:**

Reiniciar horas de funcionamiento actuales se utiliza para reiniciar todas las horas de funcionamiento actuales a cero. Este tiempo se utiliza para el equilibrado de tiempo de funcionamiento. Selecciones:

[0] \* No reiniciar

[1] Reinicio

## 7.1.4. Ajustes de ancho de banda, 27-2\*

Parámetros para la configuración de la respuesta de control.

### 27-20 Rango de funcionamiento normal

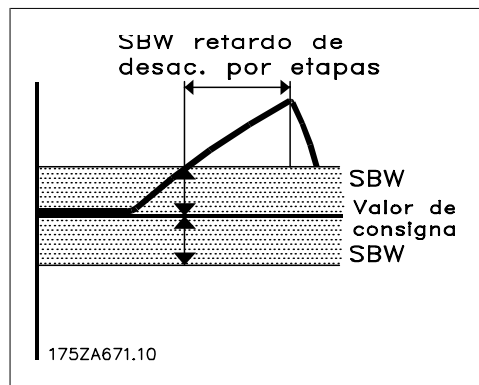
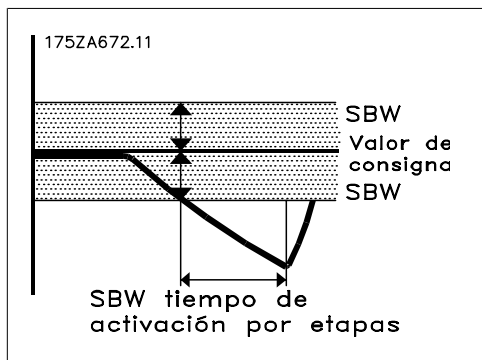
**Range:**

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 (Conexión por etapas) o el P27-24 (Desconexión por etapas), antes de que pueda producirse una operación en 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 frecuencias VLT AQUA* para obtener más información).





**27-21 Límite de anulación**

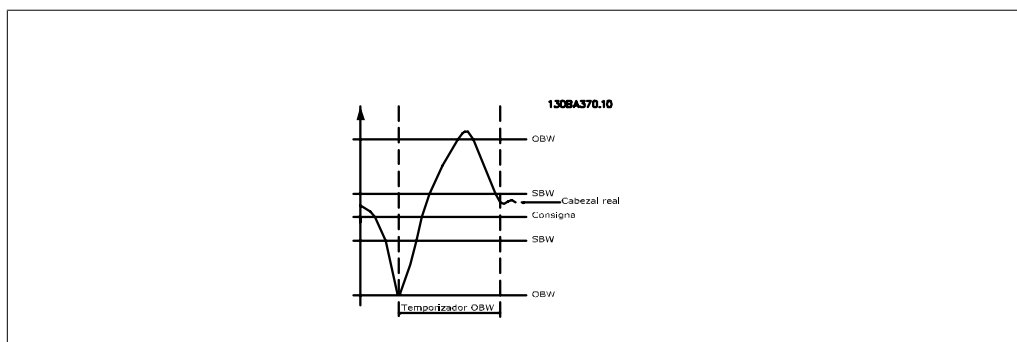
**Range:**

100% [P27-20 - 100%]  
(Desactivado)\*

**Función:**

Límite de anulación 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%.

7



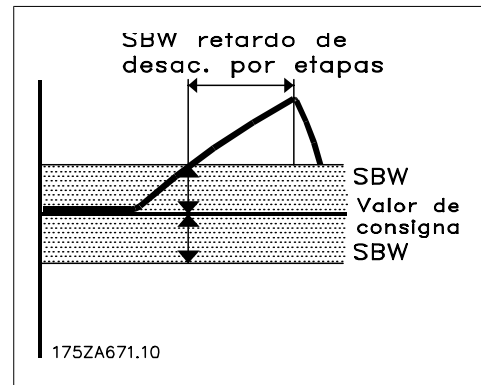
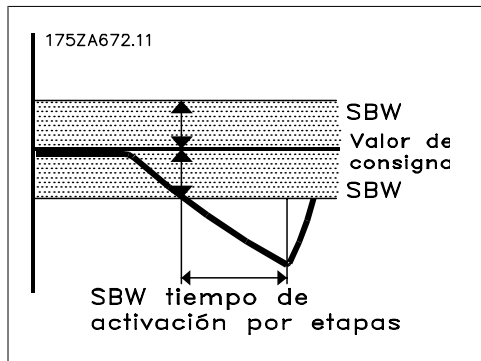
**27-22 Rango de funcionamiento sólo a velocidad fija**

**Range:**

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

**Función:**

Rango de sólo funcionamiento 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.) o el P27-34 (Retardo desconex.), antes de que pueda realizarse una operación en 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.

**Range:**

15 s\* [0 - 3.000 s]

**Función:**

Retardo conex. 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 de funcionamiento normal (P27-20). Si no hay ninguna bomba de velocidad variable disponible, se utilizará el Rango de sólo funcionamiento a velocidad fija (P27-22).

### 27-24 Retardo desconex.

**Range:**

15 s\* [0 - 3.000 s]

**Función:**

El Retardo desconex. 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 de funcionamiento normal (P27-20). Si no hay ninguna bomba de velocidad variable disponible, se utilizará el Rango de sólo funcionamiento a velocidad fija (P27-22).

### 27-25 Tiempo de mantenimiento de anulación

**Range:**

10 s\* [0 - 300 s]

**Función:**

El Tiempo de mantenimiento de anulación 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 anulación (P27-21). El tiempo de mantenimiento de anulación está diseñado para permitir que el sistema se estabilice después de la activación o desactivación de 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 desconex. veloc. mín.

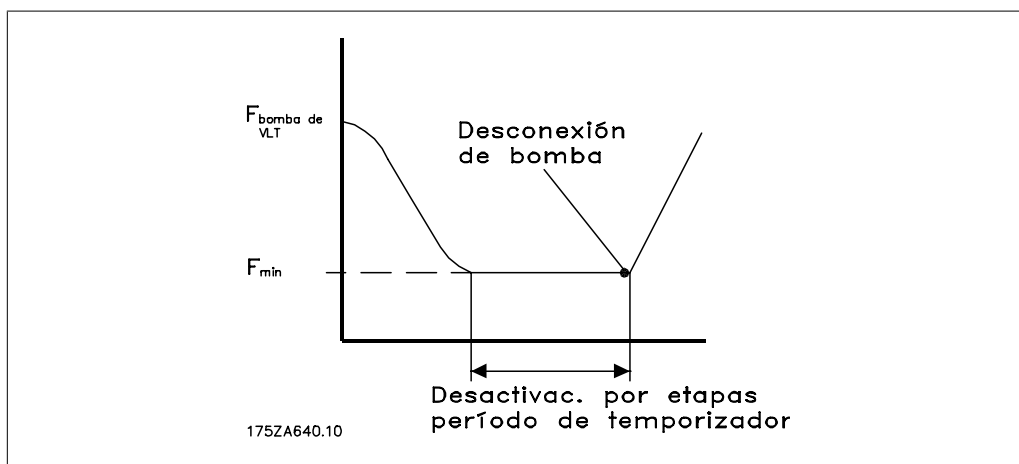
**Range:**

15 s\* [0 - 300 s]

**Función:**

El Retardo desconex. 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.



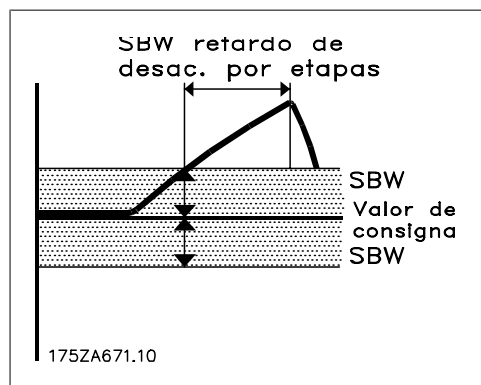
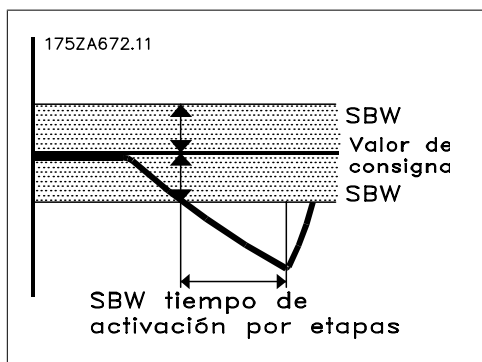
7

### 7.1.5. Velocidad de conexión por etapas, 27-3\*

Parámetros para la configuración de la respuesta del control maestro/seguidor.

#### 27-31 Velocidad de conexión por etapas (RPM)

<p><b>Range:</b> P4-13* [P4-11 – P4-13]</p>	<p><b>Función:</b> 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 de conexión (P27-23), y hay una bomba de velocidad variable disponible, se activará.</p>
---	--



### 27-32 Velocidad de conexión por etapas (Hz)

**Range:**

P4-14\* [P4-12 – P4-14]

**Función:**

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 de conexión (P27-23), y hay una bomba de velocidad variable disponible, se activará.

### 27-33 Velocidad de desactivación por etapas (RPM)

**Range:**

P4-11\* [P4-11 – P4-13]

**Función:**

Si la bomba principal funciona por debajo de la Veloc. desactivación por etapas durante el tiempo especificado en el Retardo de desactivación (P27-24), y hay más de una bomba de velocidad variable activada, se desactivará una bomba de velocidad variable.

### 27-34 Velocidad de desactivación por etapas (Hz)

**Range:**

P4-12\* [P4-12 – P4-14]

**Función:**

Si la bomba principal funciona por debajo de la Veloc. desactivación por etapas durante el tiempo especificado en el Retardo de desactivación (P27-24), y hay más de una bomba de velocidad variable activada, se desactivará una bomba de velocidad variable.

## 7.1.6. Ajustes conex. por etapas, 27-4\*

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

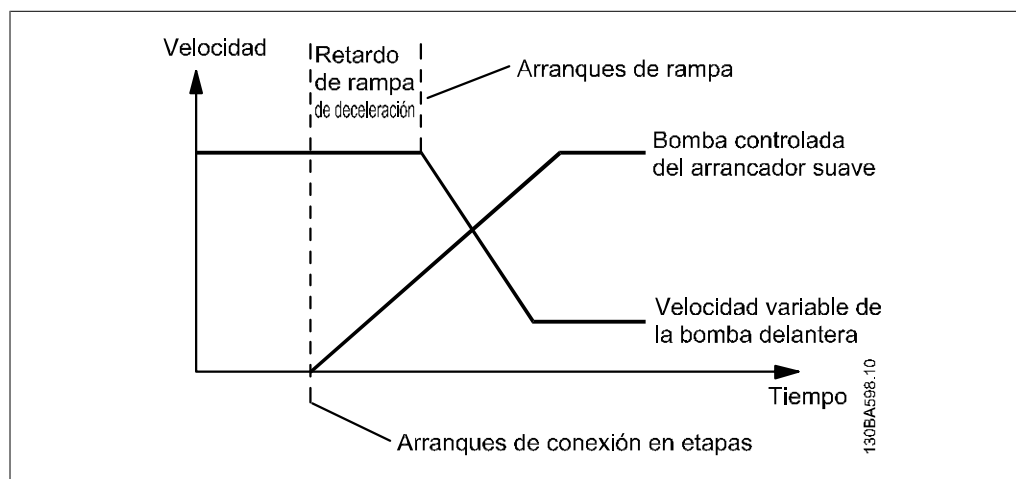
### 27-41 Retardo desaccel. rampa

**Range:**

10,0 s\* [0,0s – 120,0s]

**Función:**

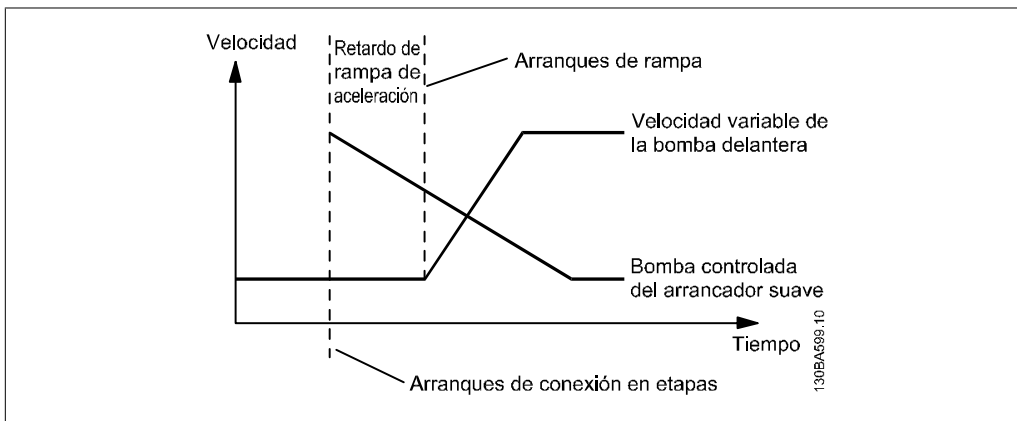
Retardo desaccel. rampa ajusta el retardo entre la activación de una bomba controlada con un arrancador suave y la rampa de deceleración para la bomba controlada por el convertidor. Esta opción sólo se utiliza en bombas controladas mediante un arrancador suave.



**27-42 Retardo acel. rampa**

**Range:**  
2,0 s\* [0,0s – 12,0s]

**Función:**  
Retardo acel. rampa 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. Esta opción sólo se utiliza en bombas controladas mediante un arrancador suave.

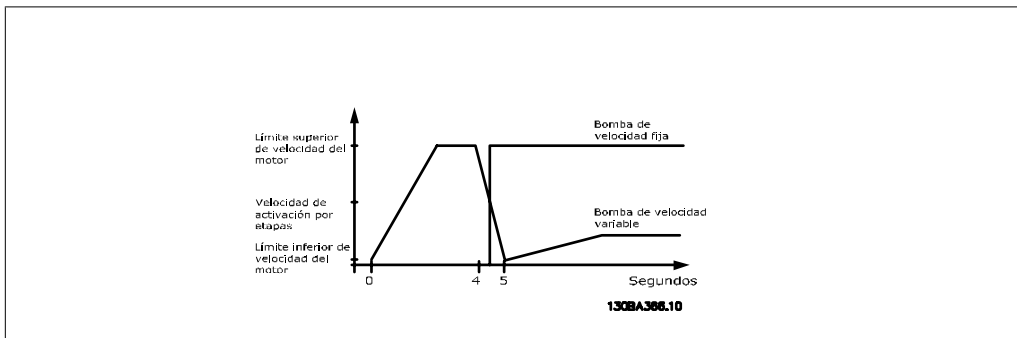


7

**27-43 Umbral conex. por etapas**

**Range:**  
90%\* [1% – 100%]

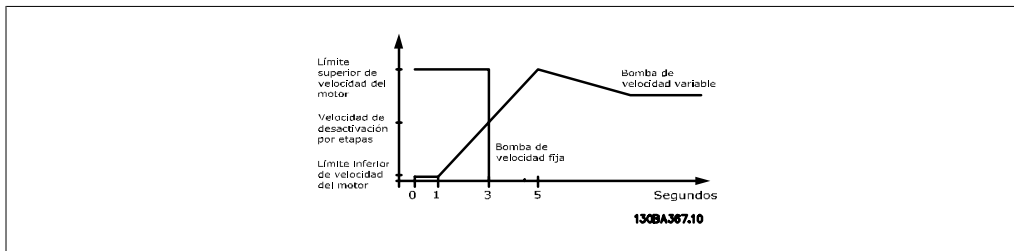
**Función:**  
Umbral conex. por etapas es la velocidad en la rampa de conexión por etapas a la que la bomba de velocidad fija debería activarse. Se ajusta como un porcentaje [%] de la velocidad máxima de la bomba.



**27-44 Umbral desactivación por etapas**

**Range:**  
50%\* [1% – 100%]

**Función:**  
Umbral desactivación 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.



### 27-45 Velocidad de conexión por etapas (rpm)

**Option:**

Unidades: RPM

**Función:**

Velocidad de conexión 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. desconex. por etapas (rpm)

**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.

### 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.

## 7.1.7. 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

<b>Range:</b> 0 (De- [0 (Desactivado) sactiva- 10.000 m] do)*	<b>Función:</b> 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

<b>Option:</b> Unidades: min.	<b>Función:</b> 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

<b>Option:</b>	<b>Función:</b> 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

<b>Range:</b> 1:00* [00:00 – 23:59]	<b>Función:</b> 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.
--	--

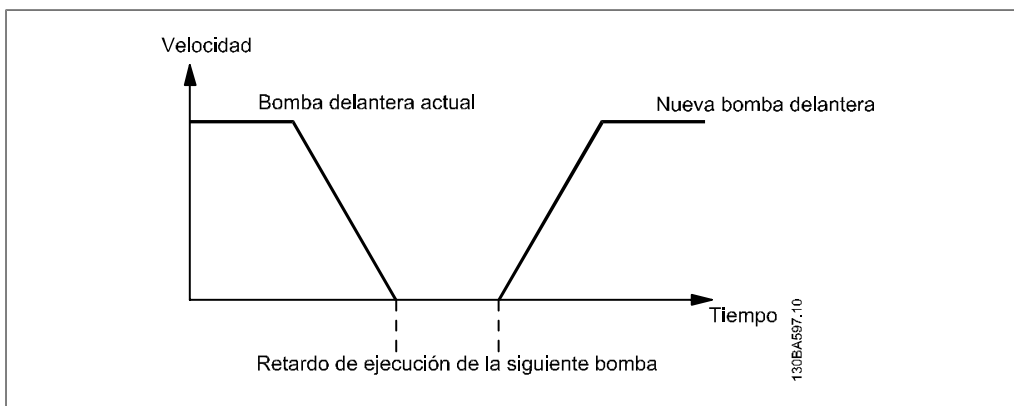
### 27-56 Capacidad alternancia es <

<b>Range:</b> 0% [0% (Off) – 100%] (Off)*	<b>Función:</b> 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

<b>Range:</b> 0,1s* [0,1s – 5 s]	<b>Función:</b> 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 tiem-
-------------------------------------	---

po para que los contactores conmuten mientras se detienen las dos bombas.



### 7.1.8. Conexiones, 27-7\*

Parámetros para la configuración de las conexiones de relés.

#### 27-70 Relé 12

<b>Option:</b>	<b>Función:</b>
Relé estándar	Utilizar como relé estándar. No asignado al controlador en cascada
[0]	Convertidor X Activar
	Activar convertidor secundario 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

#### 27-71 Relé 2

<b>Option:</b>	<b>Función:</b>
	Relé 2 ajusta la función de relé para Relé 2 en el sistema. Consulte el parámetro 27-20 para las selecciones disponibles.

#### 27-72 Relé 10

<b>Option:</b>	<b>Función:</b>
	Relé 10 ajusta la función de relé para Relé 10 en el sistema. Consulte el parámetro 27-20 para las selecciones disponibles.

#### 27-73 Relé 11

<b>Option:</b>	<b>Función:</b>
	Relé 11 ajusta la función de relé para Relé 11 en el sistema. Consulte el parámetro 27-20 para las selecciones disponibles.



### 27-74 Relé 12

**Option:**
**Función:**

Relé 12 ajusta la función de relé para Relé 12 en el sistema. Consulte el parámetro 27-20 para las selecciones disponibles.

## 7.1.9. 27-9\* Lecturas de datos

Parámetros de lectura de datos de la opción Control en 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.

Nue- vo n°	Nombre del grupo/parámetro	Descripción	Unidades	Rango	Predetermi- nado	Ajustes	Cambio duran- te Funciona- miento	Conversión	Tipo de da- to
<b>Parámetros del Controlador en cascada ampliado/avanzado</b>									
27-0*	Opción CTL en cascada 27-** Control y estado	Estado actual de cada una de las bombas del sistema	--	Lectura de datos de texto	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-01	Estado bomba [x6]		--	[0] - [5]	[0] Sin funciona- miento	Todos	VERDADERO	1	
27-02	Control manual [x6]	Parámetro de comando	--		Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-03	Horas de funcionamiento actuales [x6]	Horas de funcionamiento de esta bomba desde el último reinicio	horas	0 - 2147483647 horas	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-04	Horas totales de vida útil de la bomba [x6]	Horas totales de funcionamiento desde el inicio del funcionamiento de la bomba	horas	0 - 2147483647 horas	0	Todos	VERDADERO	1	
27-1*	Configuración								
27-10	Controlador de cascada	Selecciona el modo de funcionamiento	--	[0] - [3]	[0] Desactivado	Todos	FALSO	1	
27-11	Número de convertidores de frecuencia	Número de convertidores de frecuencia en esta configuración	Converti- dores de frecuencia	1 - 8	1	Todos	FALSO	1	
27-12	Número de bombas	Número de bombas en esta configuración	Bombas	(27-11) - 8	1	Todos	FALSO	1	
27-14	Capacidad de bomba [x6]	Capacidad máx. de la bomba como porcentaje de la primera bomba	% de bom- ba 1	10% - 800%	100%	Todos	FALSO	1	
27-16	Equilibrado de tiempo de funcionamiento [x6]	Prioridad para equilibrado de horas de funcionamiento	--	[0] - [2]	[0] Prioridad 1	Todos	VERDADERO	1	
27-17	Arrancadores del motor	Activa o desactiva los arrancadores del motor.	--	[0] - [2]	[0] Conexión di- recta	Todos	FALSO	1	
27-18	Tiempo de giro para bombas no utilizadas	Tiempo de activación para bombas tras 72 horas	seg	0,0 (Off) - 99,0 seg	1,0 s	Todos	VERDADERO	1	
27-19	Reiniciar horas de funcionamiento actuales	Parámetro de comando	--	[0] - [1]	[0] No reiniciar	Todos	FALSO	1	
27-2*	Ajustes de ancho banda								
27-20	Rango de funcionamiento normal	Rango aceptable respecto al punto de referencia (SBW)	% de ref. máx.	1% - (27-21)%	10%	Todos	VERDADERO	1	
27-21	Límite de anulacion	Demasiado alejado del punto de referencia provoca la conexión por etapas (OBW)	% de ref. máx.	(27-20)% - 100% (Desactiva- do)	100% (Desacti- vado)	Todos	VERDADERO	1	
27-22	Rango de funcionamiento sólo a velocidad fija	Rango sin convertidor alrededor del punto de referencia (FSBW)	% de ref. máx.	(27-20)% - (27-21)%	10%	Todos	VERDADERO	1	
27-23	Retardo de conexión por etapas	Tiempo de retardo para conexión por etapas	seg	0 - 3.000 seg	15 seg	Todos	VERDADERO	1	
27-24	Retardo de desactivación por etapas	Tiempo de retardo para desactivación por etapas	seg	0 - 3.000 seg	15 seg	Todos	VERDADERO	1	
27-25	Tiempo de mantenimiento de anulacion	Tiempo mín. entre conexión/desconexión por etapas/arraque del motor	seg	0 - 300 seg	10 seg	Todos	VERDADERO	1	
27-27	Retardo desconex. veloc. mín.	Tiempo de la bomba a veloc. mín. antes de desactivación por etapas	seg	0 - 300 seg (Desactivado)	15 seg	Todos	VERDADERO	1	
27-3*	Velocidad de conexión por etapas								
27-31	Velocidad conex. por etapas [RPM] [x6]	Velocidad conex. por etapas para cada bomba	rpm	(27-33) - Ref. máx.	(Dif. cada eta- pa)	Todos	VERDADERO	1	
27-32	Velocidad conex. por etapas [Hz] [x6]	Velocidad conex. por etapas para cada bomba	Hz	(27-34) - Ref. máx.	(Dif. cada eta- pa)	Todos	VERDADERO	0,1	
27-33	Veloc. desactivación por etapas [RPM] [x6]	Velocidad de desactivación por etapas para cada bomba	rpm	Ref. mín. - (27-31)	(Dif. cada eta- pa)	Todos	VERDADERO	1	
27-34	Veloc. desconex. por etapas [Hz] [x6]	Velocidad de desactivación por etapas para cada bomba	Hz	Ref. mín. - (27-32)	(Dif. cada eta- pa)	Todos	VERDADERO	0,1	

Parámetros del Controlador en cascada ampliado/avanzado									
Nuevo nº	Nombre del grupo/parámetro	Descripción	Unidades	Rango	Predeterminado	Ajustes	Cambio durante Funcionamiento	Conversión	Tipo de dato
27-4*	Ajustes conex. por etapas								
27-41	Retardo rampa deceleración	Retardo rampa deceleración para arrancadores suaves	seg	0,0 - 120,0 seg	10,0 seg	Todos	VERDADERO	0,1	
27-42	Retardo rampa aceleración	Retardo rampa acel. para arrancadores suaves	seg	0,0 - 12,0 seg	2,0 seg	Todos	VERDADERO	0,1	
27-43	Umbral de conexión por etapas	Velocidad de conexión por etapas en porcentaje	% Ref. máx.	1% - 100%	90%	Todos	VERDADERO	1	
27-44	Umbral desactivación por etapas	Velocidad de desactivación por etapas en porcentaje	% Ref. máx.	1% - 100%	50%	Todos	VERDADERO	1	
27-45	Velocidad de conexión por etapas [RPM]	Velocidad de conexión por etapas en RPM	rpm	0 - Ref. máx.	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-46	Velocidad de conexión por etapas [Hz]	Lectura de veloc. conex. por etapas en Hz	Hz	0 - Ref. máx.	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-47	Veloc. desactivación por etapas [RPM]	Lectura de veloc. desactivación por etapas en RPM	rpm	0 - Ref. máx.	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-48	Veloc. desactivación por etapas [Hz]	Lectura de veloc. desactivación por etapas en Hz	Hz	0 - Ref. máx.	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-5*	Ajustes de alternancia								
27-51	Evento alternancia	Alternancia al desconectar una bomba	--	[0] - [1]	[1] En desactivación por etapas	Todos	VERDADERO	1	
27-52	Intervalo tiempo alternancia	Intervalo de tiempo entre dos alternancias	min	0 (Desactivado) - 10.000 min	0 (Desactivado)	Todos	VERDADERO	1	
27-53	Valor tempor. alternancia	Lectura del temporizador de alternancia	min	0 - 10.000 min	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-54	Alternancia a hora del día	Alternancia en hora del día	--	[0] - [1]	[0] Desactivado	Todos	VERDADERO	1	
27-55	Hora predef. alternancia	La alternancia se produce a una hora concreta del día	h-m	00:00 - 23:59	01:00	Todos	VERDADERO	0,001	
27-56	Capacidad alternancia es <	Desactivar alternancia si la bomba principal es > esta velocidad	% Ref. máx.	0% (Off) - 100%	0% (Off)	Todos	VERDADERO	1	
27-58	Retardo arranque siguiente bomba	Retardo de alternancia de bomba principal a siguiente bomba	seg	0,1 - 5,0 seg	0,1 seg	Todos	VERDADERO	0,1	
27-7*	Conexiones								
27-70	Relé 1	Función para Relé 1	--	[0] - [77]	[0] Relé estándar	Todos	FALSO	1	
27-71	Relé 2	Función para Relé 2	--	[0] - [77]	[0] Relé estándar	Todos	FALSO	1	
27-72	Opción Relé 10	Función para opción Relé 10	--	[0] - [77]	[0] Relé estándar	Todos	FALSO	1	
27-73	Opción Relé 11	Función para opción Relé 11	--	[0] - [77]	[0] Relé estándar	Todos	FALSO	1	
27-74	Opción Relé 12	Función para opción Relé 12	--	[0] - [77]	[0] Relé estándar	Todos	FALSO	1	
27-9*	Lecturas de datos								
27-91	Referencia de cascada	Referencia externa para convertidores secundarios	% Ref. máx.	0% - 100%	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	0,1	
27-92	Porcentaje de capacidad total	Punto de funcionamiento actual	Porcentaje de todas las bombas	0% - 100%	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	
27-93	Estado opción cascada	Estado de texto para visualización	--	Lectura de datos de texto	Lectura de datos	Todos	Lectura de datos	1	

## Índice

### A

Anulación De Conexión / Desconexión Por Etapas	26
Arrancadores Suaves	15

### B

Bomba De Velocidad Fija	6
Bomba Principal	25, 27
Bomba Principal	25
Bombas De Velocidad Variable.	5

### C

Características Del Controlador En Cascada	23
Conexión / Desactivación Por Etapas	25
Configuración Admitida	9
Configuración Con Combinación De Bombas	10
Configuración De Bombas De Diferentes Tamaños	11
Configuración De Bombas De Velocidad Fija	9
Configuración De Bombas De Velocidad Fija	9
Configuración De Combinación De Bombas	13
Configuración Del Sistema	17
Configuración Maestro Seguidor	10
Configuración Maestro-seguidor	10
Configuraciones De Convertidores	9
Control De Lazo Cerrado	18
Control Manual De Bomba	23
Controlador Pid	18
Convertidor Maestro	21
Convertidor Seguidor	5
Corriente De Fuga A Tierra	3

### E

Equilibrado De Tiempo De Funcionamiento	13, 24
---	--------

### F

Fluctuaciones De Presión	9
Funciones De Parada	21

### G

Giro De Bomba	24
---------------	----

### H

Horas Totales De Vida Útil	25
----------------------------	----

### L

La Conexión Por Etapas	19
La Desconexión Por Etapas	19
Las Decisiones De Activación Y Desactivación	10
Límite De Anulación	26, 33

### M

Modo De Lazo Abierto	5
----------------------	---

### O

Opción Controlador En Cascada Ampliado	5
--	---

### P

Parada Segura	21
---------------	----

Presión De Realimentación .....	25
Programa Musec (multiple Unit Staging Efficiency Calculator) .....	19
<b>R</b>	
Realimentación De Presión .....	10
<b>S</b>	
Sensor De Realimentación .....	18
Sistemas Críticos .....	27
<b>T</b>	
Tiempo De Giro .....	25, 32
<b>Ú</b>	
Único Convertidor De Frecuencia .....	25
<b>V</b>	
Varios Convertidores De Frecuencia .....	25
Velocidad Fija .....	27
Versión De Software .....	3