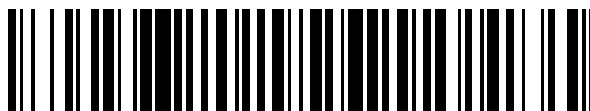


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 522 166**

51 Int. Cl.:

F04D 13/14 (2006.01)
F04D 15/00 (2006.01)
E03B 1/00 (2006.01)
E03B 1/02 (2006.01)
G05D 7/06 (2006.01)
F04D 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2011 E 11000265 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.08.2014 EP 2476907**

54 Título: **Sistema y método para controlar la presión en una red**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.11.2014

73 Titular/es:

GRUNDFOS MANAGEMENT A/S (100.0%)
Poul Due Jensens Vej 7-11
8850 Bjerringbro, DK

72 Inventor/es:

KALLESØE, CARSTEN, SKOVMOSE y
MORTENSEN, JACOB, SAKSVOLD

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 522 166 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para controlar la presión en una red

5 El presente invento se refiere a un sistema y método para controlar la presión en una red de distribución para distribución de fluidos del tipo conocido por ejemplo a partir de los documentos EP 1 298 325 A, US 2.741.986 A y JP 2006063842 A. Los fluidos pueden ser agua potable, gas, o calefacción centralizada urbana a base de agua a modo de ejemplo.

El invento, en particular, se refiere a un sistema y método para controlar la presión en una red de distribución con condiciones de flujo cambiantes.

10 En redes de distribución de fluido tales como redes de distribución de agua la presión es normalmente creada por bombas. Sin embargo, la presión puede ser creada también por la presión por gravedad del agua en una torre de agua u otro depósito y a continuación la presión puede ser regulada mediante válvulas.

15 En la redes de distribución de agua la presión en las tuberías de suministro arteriales es significativamente más elevada que la presión requerida por los consumidores (el usuario final). La presión es creada tradicionalmente mediante el uso de una estación de bombeo que puede comprender varias bombas. Con el fin de proporcionar la presión requerida al consumidor, la estación de bombeo crea tradicionalmente una presión que es mayor que la presión requerida ya que la presión proporcionada es requerida para exceder una presión mínima predefinida (típicamente 2 bares) a los consumidores bajo todas las condiciones. Típicamente una estación de bombeo está configurada para entregar una presión de acuerdo con una curva de bomba constante fija que es elegida de manera que las presiones proporcionadas a los consumidores excedan de la presión mínima requerida. Esta estrategia de regulación asegura que la presión
20 requerida es proporcionada de forma constante, sin embargo, una gran cantidad de energía y fluido (a través de fugas de fluido) es típicamente desperdiciada. En el sistema de distribución de agua el gestor de las obras hidráulicas sabe qué presión es necesaria cuando el flujo está en su máximo. Sin embargo, el gestor no siempre conoce el valor exacto del flujo de pico.

25 Debido a las condiciones de flujo y presión cambiantes en una red de distribución la presión real excede típicamente de la presión requerida la mayor parte del tiempo. Esta presión "demasiado elevada" puede provocar fugas en la red de distribución provocando pérdidas de fluido y roturas de tuberías.

Es un objeto para el presente invento especificar un sistema y método para controlar la presión en una red de distribución en que las pérdidas de fluido pueden ser minimizadas sin perjudicar el rendimiento.

30 Es también un objeto del presente invento especificar un sistema y método para controlar la presión en una red de distribución que es capaz de adaptarla de forma automática a la presión real y/o a las condiciones de flujo en la red.

35 Éstos y otros objetos y ventajas del presente invento serán evidentes a partir de la siguiente descripción y de las reivindicaciones adjuntas. Se reconocerá que la descripción anterior no está destinada a recoger todas las características y ventajas del invento. Distinta realizaciones del invento satisfarán distintas combinaciones de los objetos del invento y algunas realizaciones del invento proporcionarán menos de la totalidad de las características enunciadas y satisfarán menos de la totalidad de los objetivos enunciados.

Los objetos del presente invento pueden ser conseguidos mediante un sistema como se ha descrito por la reivindicación 1.

Los objetos del presente invento pueden ser conseguidos mediante un método como se ha descrito en la reivindicación 9.

40 El valor del flujo puede ser cualquier valor adecuado tal como un flujo medido, calculado o estimado o diferencia de flujo (por ejemplo la diferencia entre un flujo de referencia y un flujo medido o calculado). El valor del flujo puede estar proporcionado por cualesquiera medios adecuados como un sensor de flujo a modo de ejemplo.

45 Cambiando la curva de bomba automáticamente de acuerdo con al menos un valor de flujo determinado la presión generada puede ser ajustada utilizando una curva de bomba que hace posible reducir la presión generada de manera que las pérdidas de fluido pueden ser minimizadas sin perjudicar el rendimiento. La presión en la red de distribución puede ser regulada (ajustada o mantenida de acuerdo con un criterio predefinido) de acuerdo con una curva de bomba que es adaptada automáticamente al valor de flujo determinado lo que significa que la presión en la red de distribución puede ser ajustada o mantenida de manera que el flujo y la presión correspondan a la curva de bomba predefinida. Una curva de bomba puede ser utilizada hasta que la curva de bomba ha sido cambiada de acuerdo con al menos un valor de
50 flujo determinado. De hecho una curva de bomba puede ser utilizada siempre que la curva de bomba sea la curva de bomba más adecuada.

Por el término curva de bomba (curva de bomba Q-H) se entiende la curva que describe la relación entre el flujo y la presión (presión). Es sabido que diferentes curvas de bomba pueden ser conseguidas cambiando la velocidad de una

5 bomba por ejemplo utilizando un convertidor de frecuencia. Normalmente, la presión a flujo cero en la curva de bomba Q-H es indicado como H_0 y la presión correspondiente a la energía hidráulica más elevada se indica como H_{ref} . A continuación se habrá hecho referencia a las curvas de bomba que tienen características predefinidas y que son definidas por H_{min} (la presión correspondiente con el flujo de pico (Q_{min})) y H_{max} (la presión correspondiente con el flujo de pico (Q_{max})). La forma de la curva de bomba puede ser cualquier forma adecuada. La curva de bomba puede ser lineal o cuadrática a modo de ejemplo.

10 En una realización del presente invento la curva de bomba es mantenida hasta que ocurre un evento predefinido. De esta manera la presión puede ser regulada de acuerdo con la curva de bomba más adecuada y está curva de bomba será utilizada hasta que ocurra un evento predefinido. Un posible evento puede ser una detección de un flujo muy bajo o muy alto a modo de ejemplo.

En una realización del presente invento al menos un valor de flujo es un flujo de pico determinado y/o un flujo mínimo del fluido presurizado por la estación de bombeo dentro de un período de tiempo predefinido, y la unidad de control es configurada para ajustar el flujo máximo de la curva de bomba de acuerdo con un flujo de pico determinado y/o para ajustar el flujo mínimo de la curva de bomba de acuerdo con un flujo mínimo determinado.

15 Por esto se consigue que la forma de la curva de bomba puede ser ajustada automáticamente de acuerdo con el flujo de pico y/o el flujo mínimo. Por consiguiente, es posible proporcionar una adaptación y regulación específicas de la curva de bomba de manera que la presión generada puede ser ajustada a la presión requerida real con el fin de minimizar las pérdidas de fluido sin perjudicar el rendimiento.

20 Mediante el término flujo de pico se entiende un valor de flujo elevado. El flujo de pico puede ser el flujo máximo o el flujo más elevado medido dentro de un período de tiempo específico. Sin embargo, si la red está sujeta a una condición muy cambiante la magnitud de los flujos de pico determinada en diferentes períodos de tiempo puede diferir significativamente.

25 El flujo mínimo es denominado como un valor de flujo bajo. El flujo mínimo puede ser el flujo más bajo o el flujo más bajo medido dentro de un periodo de tiempo específico y en caso de que la red esté siendo sometida a una condición muy cambiante la magnitud de flujos mínimos en un momento puede diferir significativamente de la magnitud de flujos mínimos en un momento.

30 En una realización del presente invento al menos un valor de flujo es medido (por ejemplo continuamente) y la unidad de control está configurada para cambiar la curva de bomba automáticamente cambiando el parámetro de flujo máximo y/o el parámetro de flujo mínimo de una curva de bomba predefinida en función del tiempo. Puede ser una ventaja que la regulación de la presión esté basada en una curva de bomba que es especificada de acuerdo con una forma de curva de bomba predefinida y uno o más valores de flujo determinados. La regulación de la presión puede ser llevada a cabo continuamente de acuerdo con una curva de bomba y por lo tanto la diferencia entre la presión proporcionada y la presión necesaria en la red de distribución puede ser minimizada. Por continuamente se entiende que las mediciones son llevadas a cabo en todo momento, sin embargo, el período de muestreo de las mediciones puede ser seleccionado para satisfacer requisitos específicos. En la técnica anterior la regulación de presión es llevada a cabo típicamente utilizando un régimen de presión constante. Por tanto, la regulación de acuerdo con una curva de bomba lineal, cuadrática u otra curva adecuada puede reducir la diferencia entre la presión proporcionada y la presión necesaria en la red de distribución dramáticamente. Por esto, el consumo de energía y las pérdidas de fluido pueden ser minimizados.

40 Es beneficioso que la presión en la red de distribución sea ajustada de acuerdo con una curva de bomba que es definida basada en los valores de flujo medidos. El parámetro de flujo máximo puede ser el flujo máximo definido como el flujo máximo o el flujo más elevado medido dentro de un período de tiempo específico. El parámetro de flujo mínimo puede ser el flujo más bajo o el flujo más bajo medido dentro de un período de tiempo específico.

45 Mediante el término continuamente se entiende que al menos un valor de flujo está siendo medido todo el tiempo, sin embargo, la tasa de muestreo para la medición o mediciones del valor de flujo puede ser elegida como cualquier periodo de tiempo adecuado (por ejemplo unos pocos segundos, minutos u horas a modo de ejemplo). De hecho el periodo de tiempo podría, en principio, ser cualquier período de tiempo. Una curva de bomba predefinida puede tener cualquier forma adecuada. La curva puede ser lineal o cuadrática, a modo de ejemplo, sin embargo, la curva puede tener otra forma.

50 El parámetro de flujo máximo de una curva de bomba predefinida puede ser el valor de flujo mayor en la curva de bomba mientras que el parámetro de flujo mínimo de una bomba predefinida puede ser el valor de flujo más bajo en la curva de bomba.

55 En una realización del invento al menos un sensor de presión está dispuesto en la red de distribución y la unidad de control está configurada para cambiar el parámetro de presión máxima y/o el parámetro de presión mínima y/o uno o más parámetros de presión intermedia de la curva de bomba automáticamente de acuerdo con al menos un valor de presión proporcionado por al menos un sensor de presión. Disponiendo uno o más sensores de presión en la red de distribución que configura la unidad de control para cambiar el parámetro de presión máxima de la curva de bomba automáticamente de acuerdo con al menos un valor de presión proporcionado por al menos un sensor de presión la

regulación de la curva de bomba puede ser llevada a cabo sobre la base de una o más mediciones de presión válidas en ubicaciones específicas en la red de distribución. Estas ubicaciones pueden ser seleccionadas de cualquier modo adecuado. A modo de ejemplo es posible disponer los sensores en puntos así llamados críticos (puntos en que se espera la presión mínima) en la red.

- 5 Cuando un parámetro de presión de una curva de bomba es cambiado la forma de la curva de bomba es alterada. Es posible mantener los parámetros de presión máxima, intermedia y mínima de la curva de bomba y cambiar simplemente los valores de flujo. Sin embargo, es también posible cambiar los parámetros de presión de acuerdo con uno o más valores de presión proporcionados por sensores dispuestos en la red de distribución a modo de ejemplo.

- 10 Cuando los sensores están dispuestos en la red de distribución es posible optimizar la curva de bomba de acuerdo con los valores de presión medidos. Cuando no hay sensores disponibles en la red de distribución puede ser posible ajustar simplemente los parámetros de flujo de la curva de bomba cuando un valor de flujo bajo o muy bajo es detectado porque esto indicará que sería una ventaja para cambiar la curva de bomba utilizada.

- 15 En una realización del presente invento la unidad de control está configurada para cambiar el parámetro de presión máxima y/o el parámetro de presión mínima y/o uno o más parámetros de presión intermedia de la curva de bomba automáticamente cuando es determinado un flujo máximo y/o un flujo mínimo y/o un valor de presión. Por esto se puede conseguir que la curva de bomba sea mantenida durante condiciones estables y que la curva de bomba puede ser cambiada cuando el flujo determinado es muy elevado (por ejemplo cuando se determina un flujo máximo) o muy bajo (cuando se determina un flujo mínimo). El flujo determinado puede ser una medición de flujo proporcionada por un sensor de flujo, sin embargo; puede ser también un valor calculado o estimado. Es posible cambiar uno o más parámetros de presión de la curva de bomba. Mientras el flujo se encuentra dentro de un intervalo de flujo predefinido la presión puede ser regulada utilizando una curva de bomba que corresponde a este intervalo de flujo predefinido. Sin embargo, cuando es detectado un flujo fuera de este intervalo de flujo predefinido, será posible ajustar la curva de bomba en consecuencia. Si se detecta un flujo muy elevado, a modo de ejemplo, es posible ajustar el parámetro de presión máxima. Es posible cambiar la curva de bomba de acuerdo con cualquier del valor o valores detectados que son derivados de los valores detectados.
- 20
- 25

- 30 En una realización del presente invento la unidad de control está configurada para aplicar diferentes conjuntos de curvas predefinidos para diferentes períodos de tiempo (por ejemplo diferentes curvas para diferentes días). A modo de ejemplo es posible generar diferentes conjuntos de regímenes de regulación correspondientes por ejemplo a días laborales y fines de semana, respectivamente o de día y de noche, respectivamente. Los principios de regulación pueden ser los mismos para diferentes conjuntos de regímenes de tiempo de regulación – es posible solo utilizar diferentes valores para cambiar las curvas de bomba. A modo de ejemplo es posible utilizar una curva de proporcionalidad o una curva cuadrática para la regulación tanto durante el día como durante la noche. Cada una de estas curvas puede ser ajustada de manera separada de acuerdo con los métodos descritos en este documento.

- 35 En una realización del presente invento la unidad de control está configurada para cambiar la curva de la bombeo automáticamente de acuerdo con los valores de flujo y de presión correspondientes determinados en la red de distribución. Cuando la red de distribución comprende medios para determinar los valores de flujo y presión esta información puede ser utilizada para regular la curva de bomba de acuerdo con un criterio de optimización que está basado sobre los valores de flujo y presión correspondientes determinados en la red de distribución.

- 40 En una realización del presente invento la unidad de control está configurada para optimizar la curva de bomba de acuerdo con los valores de presión predefinidos proporcionados por al menos uno de los sensores de presión. Por esto es posible utilizar uno o más sensores de presión para proporcionar la información de presión y utilizar esta información para definir las curvas de bomba que pueden ser utilizadas para regular la red de distribución. De esta manera la unidad de control puede “aprender” o “adaptar” la curva de bomba a la red de distribución.

Es posible utilizar una curva de bomba predefinida que es una curva proporcional o una curva cuadrática.

- 45 Puede ser una ventaja que la unidad de distribución comprenda al menos un sensor de presión que está configurado para comunicar de manera inalámbrica con la unidad de control. Por esto es posible proporcionar comunicación entre un sensor y la unidad de control de una manera fácil y flexible incluso cuando el sensor y la unidad de control están situados alejados uno de otro.

- 50 La red de distribución puede ser una red de distribución de agua que tiene una pluralidad de usuarios finales. Las redes de distribución de agua son ampliamente utilizadas y el potencial para reducir fugas de agua es muy elevado. Otro ejemplo de una red de distribución es un sistema de calefacción urbano que entrega agua caliente a varios usuarios finales.

- 55 Puede ser una ventaja que al menos un sensor esté dispuesto en un punto en la red de distribución donde se espera una presión mínima y/o en un punto en la red de distribución donde se espera que la presión exceda un valor predefinido. Típicamente la presión en los así llamados puntos críticos (puntos en que se espera la presión mínima) en la red debería exceder de un valor predefinido con el fin de asegurar un rendimiento óptimo y evitar el ingreso de agua contaminada desde fuera a la red de distribución.

En una realización del método de acuerdo con el presente invento al menos un valor de flujo es un flujo máximo y/o flujo mínimo determinado del fluido dentro de un período de tiempo predefinido y el flujo máximo de la curva de bomba es ajustado al flujo de pico determinado y/o que el flujo mínimo de la curva de bomba es ajustado al flujo mínimo determinado.

- 5 Así, la curva de bomba puede ser ajustada automáticamente de acuerdo con el flujo máximo y/o el flujo mínimo y por ello una adaptación y regulación específicas de la curva de bomba pueden ser proporcionadas de manera que la presión generada puede ser ajustada a la presión requerida real de manera que se pueden minimizar las pérdidas de fluido.

10 En una realización del método de acuerdo con el presente invento al menos un valor de flujo es medido continuamente y la curva de bomba es cambiada automáticamente cambiando el parámetro de flujo máximo y/o el parámetro de flujo mínimo y/o uno o más parámetros de flujo intermedio de una curva de bomba predefinida en función de tiempo. Este método hace posible cambiar la curva de bomba sobre la base de eventos que indican que la curva de bomba debería ser ajustada. Por consiguiente, la regulación de presión es llevada a cabo continuamente utilizando la curva de bomba más adecuada y por ello la diferencia entre la presión proporcionada y la presión necesaria en la red de distribución puede ser minimizada incluso cuando las condiciones en la red de distribución son cambiantes.

15 En una realización del método de acuerdo con el presente invento la curva de bomba es cambiada automáticamente de acuerdo con los valores de flujo y presión correspondientes determinados en la red de distribución. En el caso de que la red de distribución comprenda medios para determinar los valores de flujo y presión estos valores pueden ser aplicados para regular la curva de bomba según se pretenda.

En una realización del método de acuerdo con el presente invento el método comprende las siguientes operaciones:

- 20 a) al menos un flujo es medido en la red de distribución;
- b) se determina si al menos el flujo medido se encuentra dentro de un área de flujo predefinida;
- c) al menos una presión es medida en la red de distribución;
- d) una curva de bomba es calculada de manera que la diferencia entre la presión medida y una presión predefinida sea minimizada;
- 25 e) la presión del fluido en la red de distribución es regulada de acuerdo con la curva de bomba calculada.

Por esto se puede conseguir una regulación de la curva de bomba muy específica. El área de flujo es dividida en varios segmentos y la curva de bomba puede ser especificada en cada uno de estos segmentos. Una forma de la curva de bomba muy específica puede ser conseguida utilizando este principio.

En una realización del método de acuerdo con el presente invento el método comprende las siguientes operaciones:

- 30 a) al menos una señal de solicitud es enviada desde la unidad de control a uno o más sensores de presión en la red de distribución y que;
- b) la información de presión es enviada desde uno o más sensores de presión en la red de distribución a la unidad de control y que;
- c) una curva de bomba es calculada de manera que la diferencia entre la presión medida y una presión predefinida es minimizada y que;
- 35 d) la presión del fluido en la red de distribución es regulada de acuerdo con la curva de bomba calculada.

40 Este método hace posible enviar una solicitud a un sensor de presión en la red de distribución y usar la información de presión devuelta para regular la curva de bomba de manera que la presión proporcionada en el lugar en que está situado el sensor de presión sea ajustada hacia los requisitos preestablecidos. Los sensores de presión pueden estar configurados para medir la presión cuando son alimentados con energía (por ejemplo energía eléctrica procedente de la red o de una batería). Los sensores deben estar adaptados para recibir señales de solicitud enviadas desde la unidad de control y enviar la información de presión a la unidad de control cuando es recibida una señal de solicitud. Es posible utilizar sensores que están configurados para medir la información de presión solamente cuando se recibe una señal de solicitud. De esta manera se puede reducir la energía para realizar las mediciones de presión y para enviar la información de presión a la unidad de control. Los sensores de presión pueden medir una presión absoluta o una diferencia de presión (una diferencia de presión entre las tuberías o entre una de referencia predefinida y una presión medida a modo de ejemplo).

45

50 En una realización del método de acuerdo con el presente invento al menos un sensor de presión dispuesto en la red de distribución está configurado para generar una alarma si la presión medida y/o la diferencia de presión está por encima de un primer valor predefinido o por debajo de un segundo valor predefinido. Por esto es posible minimizar la tasa cuya información es enviada desde el(los) sensor(es) a la unidad de control y por ello el suministro de energía del sensor

puede tener una capacidad inferior y/o un mayor tiempo de vida.

5 Puede ser una ventaja si la transferencia de datos entre un sensor en la red de distribución y la unidad de control es inalámbrica. La transferencia de datos entre un sensor en la red de distribución y la unidad de control es llevada a cabo utilizando una red inalámbrica (por ejemplo el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM)), preferible como un servicio de comunicación de texto, preferible un Servicio de Mensajes Cortos (SMS).

El invento no está limitado a las realizaciones descritas que pueden ser modificadas de muchas maneras. Esto se aplica en particular a la forma de las curvas de la bomba y las redes de distribución.

Realizaciones preferidas del presente invento serán descritas más particularmente, a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en que:

10 La fig. 1 muestra una red de distribución de la técnica anterior;

La fig. 2 muestra una curva de bomba de la técnica anterior junto con una curva de bomba de acuerdo con el invento;

La fig. 3a muestra redes de distribución de agua de acuerdo con el invento;

La fig. 3b muestra una red de calefacción urbana de acuerdo con el invento;

La fig. 3c muestra una curva de bomba que está destinada a regular una red de distribución;

15 La fig. 4a muestra otras redes de distribución de agua de acuerdo con el invento;

La fig. 4b muestra otra red de calefacción urbana de acuerdo con el invento;

La fig. 4c muestra una curva de bomba de acuerdo con el invento y

La fig. 5 muestra una curva de bomba cuadrática de acuerdo con el invento.

20 La fig. 1 ilustra una red de distribución de agua 2 de la técnica anterior. La red de distribución de agua 2 es una red de distribución de agua configurada para entregar agua procedente de una obra hidráulica 30. El agua es presurizada por dos estaciones de bombeo 4 que pueden comprender varias bombas 6 (incluso aunque solamente se haya ilustrado una bomba, la estación de bombeo 4 puede comprender varias bombas 6).

25 La red de distribución comprende un sistema de tuberías 32 que está configurado de manera que puede ser entregada agua a varios usuarios finales 26. Varios sensores de presión 12 y varias válvulas de reducción de presión 28 están dispuestos en la red 2.

30 Las estaciones de bombeo 4 presurizan el agua a un nivel preestablecido. Los sensores de presión 12 envían información a las estaciones de bombeo 4 de manera que la presión requerida puede ser proporcionada de forma constante. Varias válvulas de reducción de presión 28 están configuradas para reducir la presión a diferentes usuarios finales 26. Por consiguiente, puede conseguirse que la presión en los usuarios finales 26 sea reducida a un nivel que minimiza la posibilidad de que se rompa la tubería en la sección del usuario final de la red 2. Las válvulas 28 de reducción de presión pueden recibir información de presión procedente de los sensores de presión 12 dispuestos en la red 2.

35 La fig. 2 ilustra una curva de bomba 21 de la técnica anterior y una curva de bomba 20 de acuerdo con el presente invento. Las curvas de bomba 20, 21 muestran la presión 22 en función del flujo 24. La curva de bomba 16 para una bomba en presentada junto con la curva de bomba 18 para dos bombas en el mismo gráfico que las curvas de bomba 20, 21 para regulación de la presión. El gráfico muestra que la curva de bomba 21 de la técnica anterior es una curva constante correspondiente a una presión H_1 . La curva de bomba 20 de acuerdo con el presente invento es una curva proporcional que define una relación lineal entre el flujo 24 y la presión 22. Puede verse que la regulación de presión utilizando la curva de bomba 20 de acuerdo con el invento reducirá dramáticamente la presión, especialmente en el área de flujo bajo.

40 La fig. 3a) ilustra un ejemplo de una red 2 de distribución de agua de acuerdo con el invento. Una estación de bombeo 4 está prevista cerca de la tubería de suministro 8 de la red 2. La red puede comprender distintas bombas 6 incluso aunque solamente se haya mostrado una bomba. La red 2 comprende varios usuarios finales 26 que constituyen una sección 34 de usuario final. Un sensor de flujo 10 y un sensor de presión 12 están dispuestos en el sistema de tuberías 32 entre la estación de bombeo 4 y la sección 34 de usuario final. La información 36 es enviada desde los sensores 10, 12 a la unidad de control (no mostrada) en la estación de bombeo 4. Sería posible disponer el sensor de flujo 10 y el sensor de presión 12 más cerca de la sección del usuario final 34 o en ella (por ejemplo en un usuario final 26). Sería también posible aplicar medios de detección de presión y flujo alternativos que pueden estar integrados en una o más bombas 6 de la estación de bombeo 4 a modo de ejemplo.

50 En la fig. 3b) se ha ilustrado una red 2 de distribución de calor. La red de distribución de calor comprende un centro de

distribución de calor 38 y una estación de bombeo 4 dispuesta a continuación del centro de distribución de calor 38. Una tubería de entrada 40 está dispuesta de manera que el agua calentada puede ser bombeada desde la estación de bombeo 4 a los usuarios finales 26 en la sección 34 de usuario final. Una tubería de salida 42 está dispuesta paralela a la tubería de entrada 40 en la red 2. Cuando el agua ha sido enfriada en el usuario final 26 en la sección 34 de usuario final el agua es devuelta al centro de distribución de calor 38 a través de la tubería de salida 42. La diferencia de presión entre la tubería de entrada 40 y la tubería de salida 42 está siendo medida por un sensor de presión 12 y esta información de presión 36 es enviada a la unidad de control (no mostrada) en la estación de bombeo 4. Un sensor de flujo 10 está dispuesto a continuación de la estación de bombeo 4 y la información de flujo es enviada a la estación de bombeo 4.

Cuando las figs. 3a) y 3b) son comparadas puede verse que ambas redes comprenden casi los mismos elementos. En la red 2 de distribución de agua presentada en la fig. 3a) la presión absoluta es regulada mientras la diferencia de presión entre la tubería de entrada 40 y la tubería de salida 42 es regulada en la red 2 de distribución de calor mostrada en la fig. 3b).

En la fig. 3c) se ha ilustrado una curva de bomba 20 de acuerdo con el invento. La curva de bomba 20 puede ser utilizada para controlar la presión en una red 2 de distribución de agua como la presentada en la fig. 3a) lo que significa que la presión en la red de distribución 2 puede ser ajustada o mantenida de acuerdo con la curva de bomba 20. La curva de bomba 20 puede ser utilizada también para controlar la diferencia de presión entre la tubería de entrada 40 y la tubería de salida 42 en la red 2 de distribución de calor mostrada en la fig. 3b). La presión 22 es trazada en función del flujo 24. La curva de bomba 16 puede ser conseguida utilizando una bomba, mientras que la curva de bomba 18 puede ser conseguida utilizando dos bombas, sin embargo, se ha mostrado en el mismo gráfico la curva de bomba 20 para regular la presión en una red como se ha ilustrado en las figs. 3a) o 3b). Tal curva de bomba 20 puede ser conseguida controlando la velocidad de la o las bombas 6 en la estación de bombeo 4.

El gráfico mostrado en la fig. 3c) ilustra que se pueden cambiar el flujo máximo Q_{max} así como el flujo mínimo Q_{min} de la curva de bomba 20. La presión máxima H_{max} así como la presión mínima H_{min} de la curva de bomba 20 son mantenidas durante esta estrategia de regulación.

Siempre que el flujo permanece dentro del intervalo entre Q_{min} y Q_{max} la presión es regulada utilizando la curva de bomba 20. Sin embargo, si es detectado un flujo por debajo de Q_{min} el extremo inferior de la curva de bomba 20 (flujo de la) es bajado. Por otro lado, si se detecta un flujo por encima de Q_{max} el extremo superior de la curva de bomba 20 (flujo de la) es incrementado. Con el fin de estar seguros de que la regulación de presión se está adaptando a las condiciones cambiantes es posible registrar todos los flujos cerca de los puntos de extremidad de la curva de bomba 20 y definir el Q_{max} real como el flujo detectado más elevado dentro de un periodo de tiempo predefinido y/o definir el Q_{min} real como el flujo detectado más bajo dentro de un periodo de tiempo predefinido (de manera que la curva de bomba olvida lentamente valores muy "antiguos"). Puede ser posible filtrar (por ejemplo utilizando un filtro pasa bajos) las señales de flujo detectadas de manera que se puede evitar el ruido y las señales indeseadas.

La fig. 4a) ilustra otro ejemplo de una red 2 de distribución de agua de acuerdo con el invento. Esta red 2 comprende los mismos componentes que la red 2 de distribución de agua mostrada en la fig. 3a). Sin embargo, además hay dispuestos varios sensores de presión 12 en la sección 34 de usuario final. Estos sensores de presión 12 están configurados para enviar la información de presión 36 a una unidad de control (no mostrada) en la estación de bombeo 4.

La fig. 4b) muestra una red 2 de distribución de calor que es casi igual a la red 2 de distribución de calor mostrada en la fig. 4b). La red 2 de distribución de calor comprende un centro de distribución de calor 38 y una estación de bombeo 4 dispuesta a continuación del centro de distribución de calor 38. Varios sensores de presión 12 están configurados para medir la diferencia de presión entre el agua de entrada y el agua de salida. Los sensores de presión 12 están configurados para enviar información de presión 36 a la unidad de control (no mostrada) en la estación de bombeo 4.

La fig. 4c) muestra una curva de bomba 20 de acuerdo con el invento. La curva de bomba 20 está destinada a ser aplicada para controlar la presión en una red 2 de distribución de agua como la presentada en la fig. 4a) o la diferencia de presión entre la tubería de entrada 40 y la tubería de salida 42 en la red 2 de distribución de calor mostrada en la fig. 4b). Como en la fig. 3c) la presión 22 es trazada en función del flujo 24. Una curva de bomba 16 puede ser conseguida utilizando una bomba y la curva de bomba 18 puede ser conseguida utilizando dos bombas. La curva de presión 20 para regular la presión en una red está ilustrada como una curva de proporcionalidad (la presión es una función lineal del flujo). Esta curva de bomba 20 puede ser conseguida controlando la velocidad de la o de las bombas 6 en la estación de bombeo 4.

A continuación se ha descrito un método preferido para actualizar la curva de bomba 20. Las detecciones de presión (por ejemplo medidas por sensores de presión) en la red 2 son utilizadas para llevar a cabo la actualización de la curva de bomba 29. Se ha supuesto que una presión y una referencia de presión están relacionadas a cada punto de medición. En una realización preferida del invento se ha definido que todas las presiones medidas deben exceder e su referencia, por lo tanto se define la variable siguiente para el procedimiento de actualización de la curva:

$$P_{diff} = \min_i p_i - p_{ref,i}$$

Sin embargo, el valor máximo, el valor medio u otros podrían también ser utilizados dependiendo de los requisitos de la red 2.

El control de la bomba es hecho de acuerdo con una curva de bomba. En el caso en que la curva de bomba es cuadrática es descrito por la siguiente expresión:

$$P_{pump} = aQ^2 + bQ + c$$

Cada vez que el flujo de la bomba Q está dentro de una de las regiones mostradas en la fig. 4c) o en la fig. 5 la información de presión sobre los sensores 12 en la red es solicitada y los parámetros de la curva de bomba son actualizados de acuerdo con esta información. Cada banda de flujo puede ser definida por un valor central (Q_{bj} para la banda $j^{ésima}$) y la anchura δQ de tal manera que la banda está dada por:

$$[Q_{bj} - \delta Q : Q_{bj} + \delta Q]$$

Los valores medios de las bandas de flujo son actualizados de acuerdo con el comportamiento del flujo en el sistema, mientras que δQ es una constante de diseño. La siguiente matriz y vector son utilizados para describir como se ha hecho la actualización de los parámetros de la curva:

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} Q_{b1}^2 Q_{b1} 1 \\ Q_{b2}^2 Q_{b2} 1 \\ Q_{b3}^2 Q_{b3} 1 \end{bmatrix} \quad \bar{\theta} = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

De hecho Q_{b1} , Q_{b2} y Q_{b3} no son constantes; son variables de acuerdo con los flujos detectados en la red 2. En el caso en que el flujo está en la banda 1 que significa que el flujo de la bomba $Q_{b1} - \delta Q < Q < Q_{b1} + \delta Q$ es enviada una solicitud para la información de presión desde los sensores 12 en la red k. La información de solicitud puede ser de calculada de nuevo para obtener p_{diff} y la actualización puede ser hecha mediante la siguiente expresión:

$$\bar{\theta}_{k+1} = \bar{\theta}_k + \bar{A}^{-1} \begin{bmatrix} kp_{diff} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

donde k y k+1 significan que el vector de parámetro actualizado $k^{ésimo}$ es utilizado para calcular el vector de parámetro $k+1^{ésimo}$. En el caso de actualizaciones basadas en mediciones de la banda 2 y 3 pueden ser utilizadas las siguientes expresiones:

$$\bar{\theta}_{k+1} = \bar{\theta}_k + \bar{A}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ kp_{diff} \\ 0 \end{bmatrix} \quad \bar{\theta}_{k+1} = \bar{\theta}_k + \bar{A}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ kp_{diff} \end{bmatrix}$$

Así, la fig. 4c) y la fig. 5 ilustran que se pueden cambiar tanto el parámetro de presión máxima H_{max} , el parámetro de presión mínima H_{min} como las bandas de flujo. La fig. 4c) muestra cómo adaptar una curva de bomba 20 proporcional. La fig. 5 muestra cómo adaptar una curva de bomba 20 cuadrática. En la fig. 5 se han utilizado tres puntos de ajuste. Por consiguiente, se pueden cambiar tanto el parámetro de presión máxima H_{max} , el parámetro de presión mínima H_{min} la presión intermedia H_i como las bandas de flujo. Una implementación alternativa sería utilizar dos puntos y definir el gradiente en flujo cero para que sea igual a cero ya que la información acerca de al menos tres parámetros de una curva cuadrática es necesaria con el fin de definirla. La fig. 4c) y la fig. 5 ilustran que es posible cambiar la curva de bomba 20 de distintas maneras utilizando estas estrategias de regulación.

La curva de bomba 20 puede ser cambiada con el fin de conocer un criterio de optimización que puede ser seleccionado por el administrador de la red de distribución 2. Un criterio de optimización puede estar para proporcionar la presión más baja posible y asegurar a un que la presión mínima requerida está prevista en todas partes en la red de distribución 2.

Lista de números de referencia

2- Red de distribución

4- Estación de bombeo

- 6- Bomba
- 8- Tubería de suministro
- 10- Medios de detección de flujo
- 12- Medios de detección de presión
- 5 16- Curva de bomba para una bomba
- 18- Curva de bomba para dos bombas
- 20- Curva de bomba
- 21- Curva de bomba de la técnica anterior
- 22- Presión
- 10 24- Flujo
- Q- Valor de flujo
- Q_{max} - Flujo máximo
- Q_{min} - Flujo mínimo
- H_{max} - Presión máxima
- 15 H_{min} - Presión mínima
- H_i - Presión intermedia
- 26- Usuario final
- 28- Válvula de reducción de presión
- 30- Obras hidráulicas
- 20 32- Sistema de tuberías
- 34- Sección de usuario final
- 36- Información
- 38- Centro de distribución de calor
- 40- Tubería de entrada
- 25 42- Tubería de salida
- Q_{b1} - Primer límite de flujo
- Q_{b2} - Segundo límite de flujo
- Q_{b3} - Tercer límite de flujo
- 44- Primer segmento
- 30 46- Segundo segmento
- P_i - La $i=1, \dots, n$ medición de presión en la red
- $P_{ref,i}$ - la presión de referencia sobre el sensor $i^{ésimo}$ $i=1, \dots, n$.
- P_{diff} - El mínimo de las n presiones medidas p_i $i=1, \dots, n$ en la red.
- Q- El flujo de la bomba
- 35 P_{pump} - Las presiones de bomba. Esta presión es medida preferiblemente como la presión de salida de la bomba en el caso de una red de distribución de agua.

\bar{A} - Una matriz que contiene expresiones de las posiciones de banda de flujo.

$\bar{\theta}$ - Vector de parámetro que contiene los parámetros que describe la curva de bomba.

a,b,c- Los parámetros que describen la curva de bomba cuadrática.

δQ - La anchura de las bandas de flujo.

- 5 k- Una constante de diseño con un valor entre 0 y 1. Esta constante define como de rápido se alcanza la curva correcta; por lo tanto es una constante de filtro.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para controlar la presión de un fluido en una red (2) de distribución que comprende:
 - al menos una estación de bombeo (4) que tiene varias bombas (6) que están configuradas para presurizar el fluido procedente de una tubería de alimentación (8);
 - 5 - medios (10) para determinar al menos un valor de flujo (Q) de al menos una parte de la red de distribución (2) y
 - una unidad de control para controlar la actividad y velocidad de las bomba o bombas (6) de la estación de bombeo (4) de acuerdo con una curva de bomba (20) predefinida que define la relación entre la presión (22) y el flujo (24) del fluido presurizado por la estación de bombeo (4), estando configurada la unidad de control para cambiar la curva de bomba (20) automáticamente de acuerdo con al menos un valor de flujo (Q) determinado que es determinado por una medición de flujo proporcionada por un sensor de flujo o que es determinada por un cálculo o estimación, caracterizado por que
 - 10 - al menos un valor de flujo (Q) es un flujo máximo (Q_{max}) determinado y/o un flujo mínimo (Q_{min}) determinado del fluido presurizado por la estación de bombeo (4) dentro de un período de tiempo predefinido y
 - 15 - que la unidad de control está configurada para ajustar:
 - a) el flujo máximo de la curva de bomba de acuerdo con un flujo máximo (Q_{max}) determinado y/o
 - b) el flujo mínimo de la curva de bomba de acuerdo con un flujo mínimo (Q_{min}) determinado.
2. Un sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos el valor de flujo (Q) es medido continuamente y por que la unidad de control está configurada para cambiar la curva de bomba (20) automáticamente cambiando el parámetro de flujo máximo y/o el parámetro de flujo mínimo de una curva de bomba (20) predefinida en función del tiempo.
- 20 3. Un sistema según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que al menos un sensor de presión (12) está dispuesto en la red de distribución y por que la unidad de control está configurada para cambiar un parámetro de flujo máximo y/o un parámetro de flujo mínimo y/o uno o más parámetros de flujo intermedio de la curva de bomba (20) automáticamente de acuerdo con al menos un valor de presión proporcionado por al menos un sensor de presión (12).
- 25 4. Un sistema según la reivindicación 3, caracterizado por que la unidad de control está configurada para cambiar el parámetro de flujo máximo y/o el parámetro de flujo mínimo y/o uno o más parámetros de flujo intermedio de la curva de bomba (20) automáticamente cuando es determinado un flujo máximo (Q_{max}) y/o un flujo mínimo (Q_{min}).
- 30 5. Un sistema según una de las reivindicaciones precedentes 3-4, caracterizado por que la unidad de control está configurada para cambiar la curva de bomba (20) automáticamente de acuerdo con los valores de flujo y presión correspondientes determinados en la red de distribución (2).
6. Un sistema según la reivindicación 5, caracterizado por que la unidad de control está configurada para optimizar la curva de bomba (20) de acuerdo con valores de presión predefinidos proporcionados por al menos uno de los sensores de presión (12).
- 35 7. Un sistema según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que al menos un sensor de presión (12) está configurado para comunicar de manera inalámbrica con la unidad de control.
8. Un sistema según la reivindicación 3, caracterizado por que al menos un sensor de presión (12) está dispuesto en un punto en la red de distribución (2) donde se espera una presión mínima y/o en un punto en la red de distribución (2) donde se espera que la presión exceda de un valor predefinido.
- 40 9. Un método para controlar la presión de un fluido en una red de distribución que comprende al menos una estación de bombeo (4) que tiene varias bombas (6) para presurizar el fluido procedente de una tubería de alimentación (8), implicando el método las siguientes operaciones:
 - determinar al menos un valor de flujo (Q) de al menos una parte de la red de distribución (2);
 - 45 - controlar la actividad y velocidad de la bomba o bombas (6) de la estación de bombeo (4) de acuerdo con una curva de bomba (20) predefinida;
 - generar una presión de acuerdo con la curva de bomba (20) predefinida que define la relación entre la presión (22) y el flujo (24) del fluido presurizado por la estación de bombeo (4), siendo cambiada la curva de bomba (20) automáticamente de acuerdo con al menos un valor de flujo determinado, en que la determinación está basada

en una medición de flujo proporcionada por un sensor de flujo o sobre un cálculo o estimación caracterizado por que al menos un valor de flujo (Q) es un flujo máximo (Q_{max}) determinado y/o un flujo mínimo (Q_{min}) determinado del fluido dentro de un período de tiempo predefinido y

- 5 - por que el flujo máximo de la curva de bomba (20) es establecido al flujo máximo (Q_{max}) determinado y/o el flujo mínimo de la curva de bomba es establecido al flujo mínimo (Q_{min}) determinado.

10. Un método según la reivindicación 9, caracterizado por que al menos un valor de flujo (Q) es medido de manera continua y por que la curva de bomba (20) es cambiada automáticamente cambiando el parámetro de flujo máximo y/o el parámetro de flujo mínimo de una curva de bomba (20) predefinida en función del tiempo.

- 10 11. Un método según una de las reivindicaciones 9-10 caracterizado por que la curva de bomba (20) es cambiada automáticamente de acuerdo con los valores de flujo y presión correspondientes determinados en la red de distribución (2).

12. Un método para controlar la presión de un fluido en una red de distribución (2) según una de las reivindicaciones 9-11 caracterizado por que se utiliza un sistema según una de las reivindicaciones 6-8.

- 15 13. Un método para controlar la presión de un fluido en una red de distribución (2) según una de las reivindicaciones 9-12 caracterizado por que:

- a) al menos un flujo es medido en la red de distribución (2);
- b) se determina si al menos el flujo medido se encuentra dentro de un área de flujo predefinida;
- c) al menos una presión es medida en la red de distribución (2);
- 20 d) una curva de bomba (20) es calculada de manera que la diferencia entre la presión medida y una presión predefinida sea minimizada;
- e) la presión del fluido en la red de distribución (2) es regulada de acuerdo con la curva de bomba (20) calculada.

14. Un método para controlar la presión de un fluido en una red de distribución según una de las reivindicaciones 12-13 caracterizado por que:

- 25 a) al menos una señal de solicitud es enviada desde la unidad de control a uno o más sensores de presión (12) en la red de distribución (2) y por que;
- b) la información de presión es enviada desde uno o más sensores de presión (12) en la red de distribución (2) a la unidad de control y por que;
- c) una curva de bomba (20) es calculada de manera que la diferencia entre la presión medida y una presión predefinida es minimizada;
- 30 d) la presión del fluido en la red de distribución (2) es regulada de acuerdo con la curva de bomba (20) calculada.

15. Un método para controlar la presión de un fluido en una red de distribución (2) según la reivindicación 14 caracterizado por que al menos un sensor de presión (12) dispuesto en la red de distribución (2) está configurado para generar una alarma si la presión medida y/o la diferencia de presión está por encima de un primer valor predefinido o por debajo de un segundo valor predefinido.

- 35 16. Un método para controlar la presión de un fluido en una red de distribución (2) según una de las reivindicaciones 14-15 caracterizado por que la transferencia de datos entre un sensor (10, 12) en la red de distribución (2) y la unidad de control es inalámbrica.

- 40 17. Un método para controlar la presión de un fluido en una red de distribución (2) según una de las reivindicaciones 9-16 caracterizado por que conjuntos de curvas predefinidas diferentes son utilizadas para regular la curva de bomba (20) en diferentes períodos de tiempo.

Fig. 1

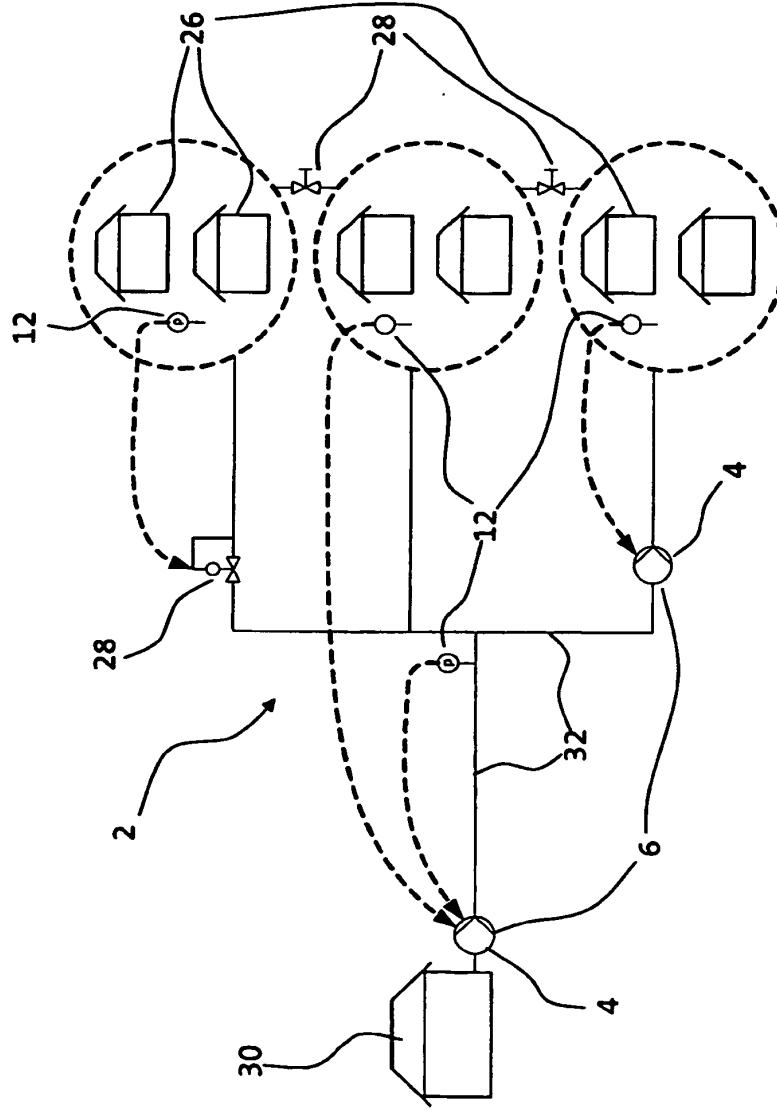


Fig. 2

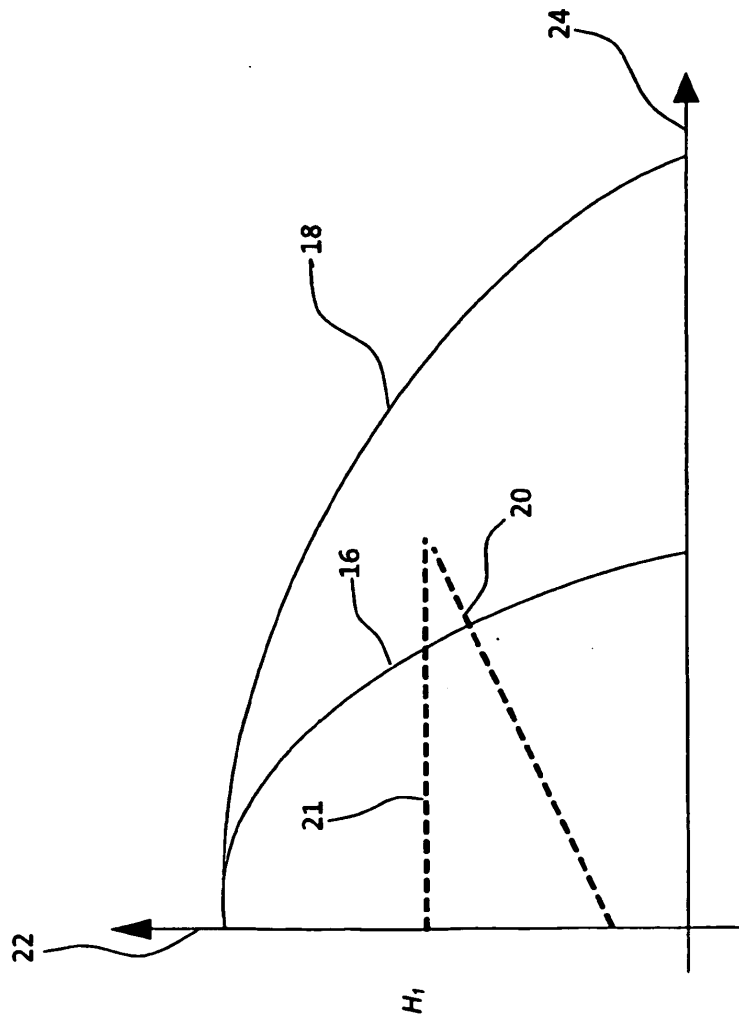


Fig. 3

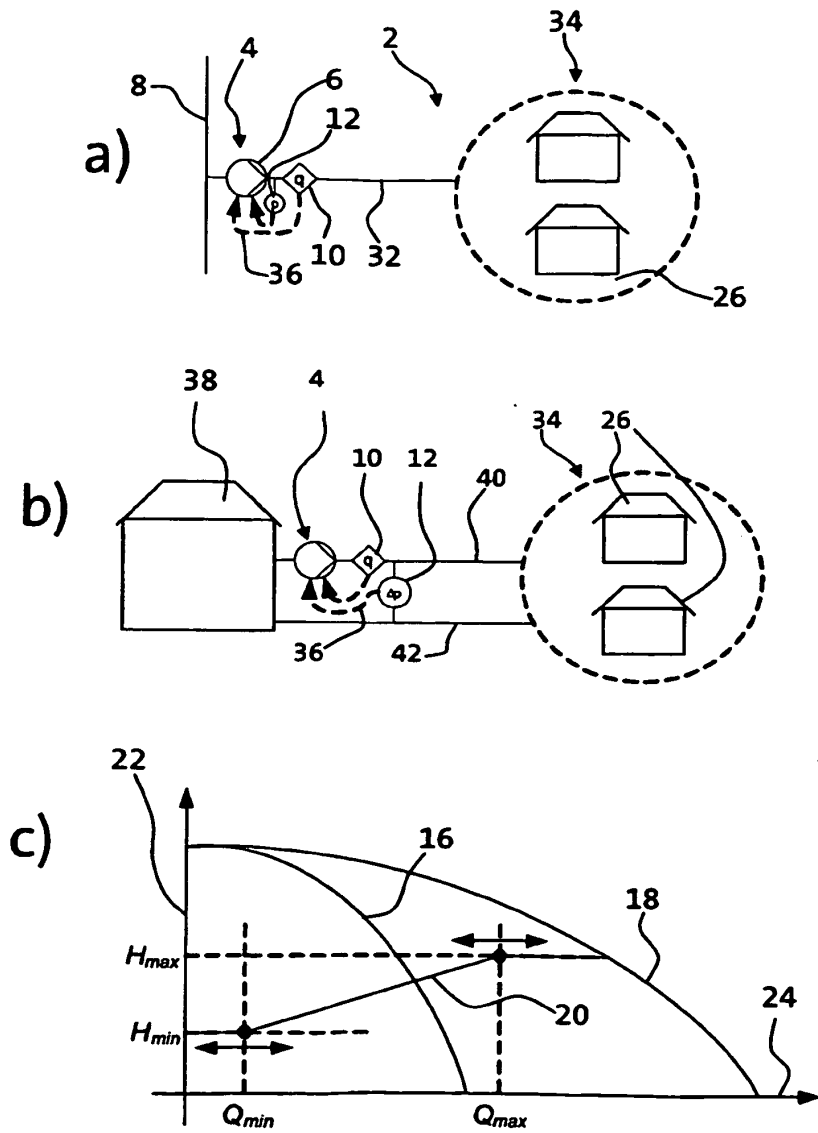


Fig. 4

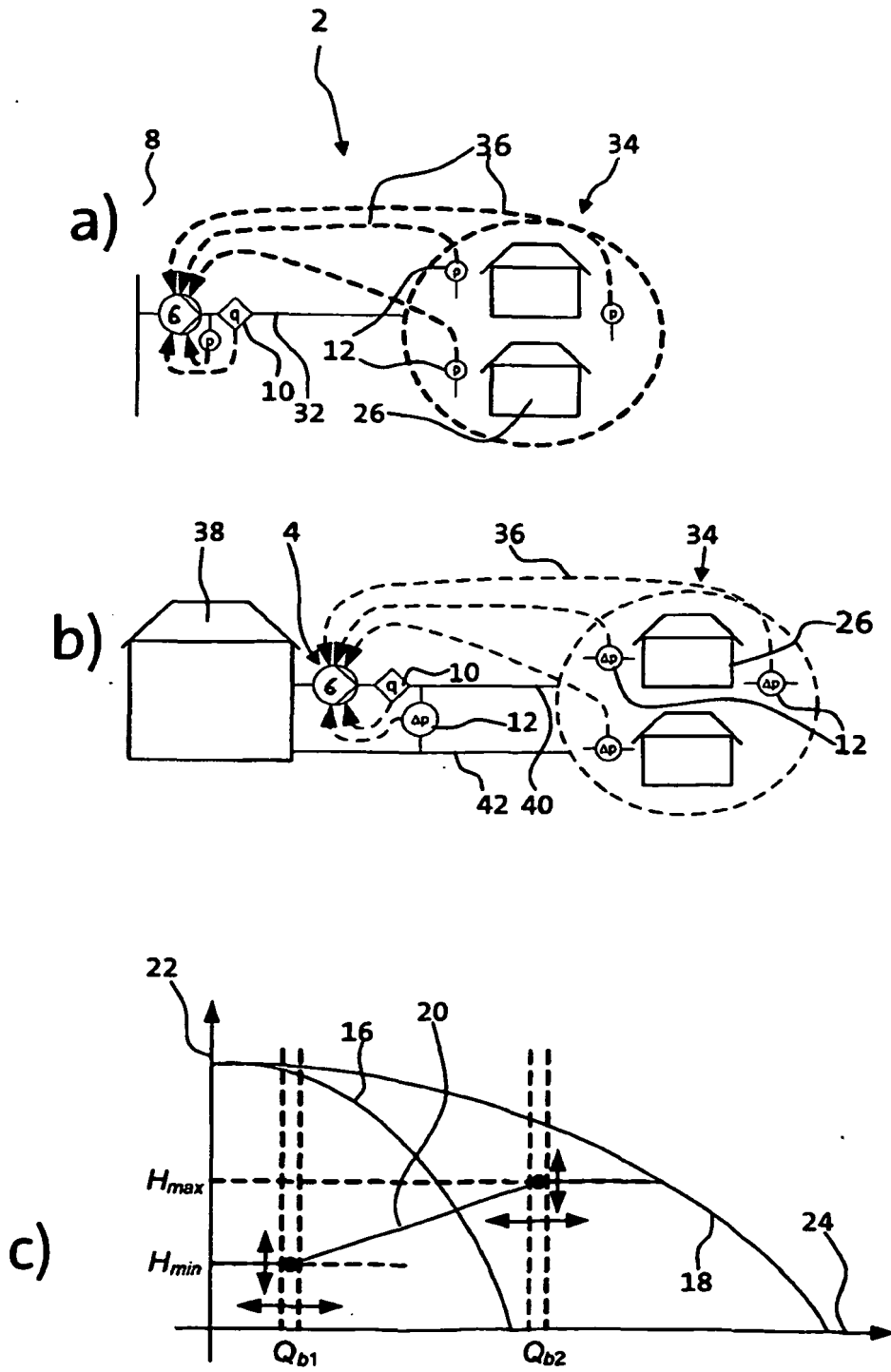


Fig. 5

