

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 898 911**

51 Int. Cl.:

G01D 4/00 (2006.01)

G01F 15/00 (2006.01)

E03B 7/07 (2006.01)

G05D 7/00 (2006.01)

G08B 21/10 (2006.01)

H02H 5/00 (2006.01)

G01M 3/28 (2006.01)

G01M 3/26 (2006.01)

G05D 7/06 (2006.01)

G01F 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2018** **E 18181935 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.09.2021** **EP 3591341**

54 Título: **Contador de agua con función de reconexión inteligente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2022

73 Titular/es:

KAMSTRUP A/S (100.0%)
Industrivej 28 Stilling
8660 Skanderborg, DK

72 Inventor/es:

RØMER, DANIEL BECK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 898 911 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

Contador de agua con función de reconexión inteligente

Campo de la invención

La invención se refiere al campo de los contadores inteligentes con válvula integrada para desconectar un lugar de consumo de la red de distribución y para la gestión del agua.

Antecedentes de la invención

Las empresas de agua desean controlar el suministro de agua a los sitios de consumo conectados a la red de distribución de servicios. Los lugares de consumo, como residencias privadas, edificios públicos, empresas privadas, granjas, etc., están conectados a los servicios públicos de agua a través de la red de distribución de servicios públicos. Los contadores de agua conectan el lugar de consumo a la red de distribución de servicios y miden el volumen de agua entregado al lugar de consumo. Los contadores de agua se están convirtiendo en dispositivos cada vez más avanzados, incluida la comunicación remota, que permite a la empresa de servicios públicos controlar los dispositivos de forma remota. Los contadores de agua incluyen interfaces de comunicación como sistemas de infraestructura de medición avanzada (AMI) patentados o sistemas de comunicación pública como dispositivos IOT de banda estrecha introducidos por las redes celulares 5G. Los contadores públicos pueden incluir mecanismos de gestión del consumo de agua como válvulas para desconectar el lugar de consumo de la red de distribución del servicio público o válvulas con función de estrangulamiento que limitan el volumen de agua entregado al lugar de consumo.

Un lugar de consumo puede estar desconectado de la red de distribución de servicios públicos por muchas razones, tales como: falta de pago de las facturas de agua; detección de un mal funcionamiento de la instalación dentro del lugar de consumo; evitar el consumo de agua contaminada; escasez de agua, etc. La desconexión remota de sitios de consumo a través de sistemas AMI mediante la gestión de una válvula ubicada en relación con el contador de agua es comúnmente conocida y también se conoce la reconexión remota. Algunas empresas de servicios públicos tienen un modelo comercial de prepago y, por lo tanto, dependen de mecanismos eficientes y seguros para realizar múltiples conexiones/desconexiones de los sitios de consumo, por ejemplo, reconexión remota a través de un sistema AMI.

Sin embargo, la reconexión del lugar de consumo conlleva el riesgo de un derrame masivo de agua si no se verifica la instalación en el lugar de consumo para detectar fallos en el momento de la reconexión. El derrame puede ser causado por un grifo dejado abierto o por instalaciones de agua desmanteladas. En el peor de los casos, el agua derramada no se dejará en el alcantarillado, en ese caso, un derrame de agua excesivo puede causar daños graves a partes del edificio y equipos en los edificios. Para evitar derrames de agua y daños relacionados por los cuales la empresa de servicios públicos podría ser considerada responsable, hasta ahora ha sido una práctica común exigir una aceptación del propietario, inquilino o administrador de la instalación antes de volver a conectar el lugar de consumo. La aceptación por parte del dueño de la propiedad puede ser proporcionada por el dueño de la propiedad presionando un botón en el contador público de agua/dispositivo de administración de agua liberando la válvula para ser reabierta. Sin embargo, esta solución es inconveniente para el consumidor general. Especialmente las personas mayores o discapacitadas pueden verse en una situación inaceptable si el contador de agua se instala en un lugar de difícil acceso, como un pozo fuera del edificio.

La patente US 9.900.667 B2 divulga un sistema y un método para reconectar de forma remota un contador público, en el que se requiere un mensaje de autorización del cliente, confirmando que las condiciones en el lugar de consumo son seguras para la reconexión. El mensaje de confirmación se envía desde un dispositivo electrónico del consumidor a un servidor de servicios públicos que, en respuesta, envía una solicitud al contador público para volver a conectar el lugar de consumo.

Sin embargo, el procedimiento de identificar, contactar y autorizar a la persona autorizada a aprobar una reconexión del lugar de consumo es una carga administrativa engorrosa y difícil para las empresas de servicios públicos.

Los contadores inteligentes de servicios públicos pueden proporcionar procedimientos seguros para reconectar los sitios de consumo que suponen una carga administrativa muy limitada para los servicios públicos, un riesgo limitado de derrame de agua y, al mismo tiempo, convenientes para el consumidor. Se propone un contador inteligente de servicios públicos que pueda verificar automáticamente la condición y el estado de un lugar de consumo al volver a conectar el lugar de consumo. El contador inteligente de servicios públicos puede verificar el estado del lugar de consumo y, en caso de que las condiciones no sean adecuadas para una reconexión, cerrar la válvula.

Los documentos WO 2015/154135 A1, WO 2016/077509 A1, US 2010/0204839 A1, US 2015/0286222 A1 y US 2011/0114202 A1 divulgan ejemplos de sistemas de control del consumo de agua conocidos que comprenden una válvula de cierre para controlar de forma segura el uso del agua en caso de un uso inusual del agua.

Objeto de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un contador inteligente de servicios públicos que resuelva las desventajas y los inconvenientes antes mencionados de la técnica anterior.

- 5 En particular, puede verse como un objeto adicional de la presente invención proporcionar un contador inteligente, que está dispuesto para conectar un lugar de consumo a la red de distribución de servicios públicos y verificar el estado y condición del lugar de consumo para saber si es aceptable para la reconexión. Otro objeto más de la invención puede ser limitar el derrame de agua a un nivel predecible y bien definido minimizando las consecuencias de volver a conectar un lugar de consumo que tiene una instalación defectuosa.

Sumario de la invención

- 10 Por tanto, el objeto descrito anteriormente y varios otros objetos están destinados a ser obtenidos por la invención proporcionando un contador de agua de acuerdo con la reivindicación 1.

- 15 El contador de agua proporciona un dispositivo para medir el consumo de agua y administrar eficazmente el agua entregada al consumidor. Analizar el caudal y determinar si se viola el perfil de referencia tiene como finalidad determinar si la instalación en el lugar de consumo no funciona correctamente. Controlando la válvula de acuerdo con el estado de la instalación, evita los derrames masivos de agua en instalaciones defectuosas. El efecto combinado es que cuando un lugar de consumo se vuelve a conectar a la red de distribución, una instalación defectuosa no dará lugar a un derrame masivo de agua. Limitar el derrame de agua en caso de una instalación defectuosa tiene la ventaja de que un lugar de consumo puede volver a conectarse a la red de distribución sin verificación previa de la instalación o consentimiento del propietario. El volumen de agua registrado puede usarse para fines de facturación y el contador de agua puede ser un contador legal, es decir, un contador de agua que está sujeto a las demandas reglamentarias. Tales demandas regulatorias pueden ser demandas a la precisión de las mediciones.

- 25 El contador de agua comprende un sensor de flujo que puede basarse en cualquier tecnología de medición de flujo adecuada, por ejemplo, un contador de flujo ultrasónico basado en el principio del tiempo de tránsito. El sensor de flujo emite una señal de caudal que se puede integrar durante un período de tiempo para proporcionar un volumen. Otros sensores de flujo pueden emitir una señal de volumen que comprende incrementos de volumen consumido o un volumen acumulado, tal señal puede diferenciarse para obtener un caudal. Por tanto, un sensor de flujo dispuesto para medir un caudal de agua suministrado al lugar de consumo también puede interpretarse como un sensor de flujo dispuesto para medir el volumen de agua suministrado al lugar de consumo. Y un sensor de flujo dispuesto para medir un volumen de agua suministrado al lugar de consumo también puede interpretarse como un sensor de flujo dispuesto para medir el caudal de agua suministrado al lugar de consumo.

- 30 La válvula puede ser cualquier tipo de válvula adecuada, como una: válvula de bola; válvula de mariposa; válvula de aguja, válvula de diafragma; válvula de compuerta; válvula de tapón u otras válvulas mecánicas. La posición de la válvula puede cambiarse mediante el uso de un actuador para que esté en una posición abierta, una posición cerrada o una posición de estrangulamiento, donde la posición de estrangulamiento puede ser cualquier posición entre la posición cerrada y abierta.

- 35 El análisis del caudal se debe interpretar como la obtención de cualquier dato que contenga información sobre el caudal. Analizar los cambios de un registro de volumen acumulado o registrar pulsos indicativos de un volumen o flujo volumétrico consumido hace que todo, cuando se relacione con el tiempo, incluya información sobre la tasa de flujo. El análisis del caudal puede ser una función continua o discontinua y puede basarse en muestras discretas en el tiempo. El análisis del caudal se puede realizar en tiempo real a medida que se obtienen los datos de medición y, como tal, también se puede interpretar como un seguimiento del caudal. El análisis del caudal para determinar si se viola un perfil de referencia puede incluir el procesamiento de los datos obtenidos mediante cualquier tipo de operaciones matemáticas y estadísticas conocidas, tales como: integración; diferenciación; cálculo de valores delta, valores acumulados, valores máximos, valores mínimos; momentos estadísticos, etc.

El perfil de referencia define un perfil de consumo que no es probable que sea violado por un lugar de consumo sin instalaciones defectuosas.

- 50 En una primera realización, un perfil de referencia comprende un límite de caudal máximo y un límite de caudal mínimo y una condición que define que el perfil de referencia se viola si el caudal excede el límite de caudal máximo antes de que el caudal esté por debajo del límite de tarifa de caudal mínimo.

- Un lugar de consumo sin averías puede caracterizarse por un caudal mínimo que se aproxima al caudal cero. El caudal mínimo puede provenir de pequeñas fugas en el lugar de consumo. Si el caudal se acerca al caudal mínimo, la instalación es segura para la reconexión, ya que no se producirán grandes derrames de agua. Definir un límite de caudal mínimo por encima del caudal mínimo tiene el efecto de que el límite no será superado por el caudal generado por pequeñas fugas, como una cisterna de agua corriente, que son aceptables en el lugar de consumo. Por tanto, es beneficioso un perfil de referencia que incluya un límite de caudal mínimo, y se puede utilizar un caudal por debajo del límite de caudal mínimo como condición para limitarse al perfil de referencia. La unidad de controlador

puede dejar de analizar el caudal después de que se haya observado un caudal por debajo del límite de caudal mínimo. En una segunda realización, el perfil de referencia comprende un límite de caudal mínimo y un volumen máximo y el perfil de referencia se viola si el volumen entregado después de reconectar el lugar de consumo excede el volumen máximo antes de que el caudal esté por debajo del límite de caudal mínimo. La inclusión de un volumen máximo que no debe excederse antes de que el caudal esté por debajo del caudal mínimo tiene el efecto de que la cantidad total de agua derramada puede limitarse a un volumen máximo bien definido. Esto tiene la ventaja de que los daños potenciales causados por el derrame de agua son limitados.

Inmediatamente después de volver a conectar un lugar de consumo, el perfil de uso del agua puede verse influenciado por el corte anterior del suministro. Esto se debe a que es necesario llenar depósitos como tanques de agua, calderas, cisternas de agua, inodoros, etc., lo que provoca un alto flujo inicial. Por esa razón, se puede esperar un período inicial de alto caudal. Por lo tanto, un contador de suministro de agua en el que el perfil de referencia comprende un límite de caudal máximo que se divide en un primer período de tiempo y uno o más períodos de tiempo posteriores, y donde el límite de caudal máximo es diferente en los dos o más períodos de tiempo, puede ser beneficioso.

Tal caudal máximo dividido en el tiempo tiene el efecto de que los depósitos de agua pueden llenarse inicialmente provocando un caudal elevado durante un período limitado, sin que se viole el perfil de referencia y, en consecuencia, se cierre la válvula. Especialmente puede ser óptimo si el límite de caudal máximo es mayor en el primer período de tiempo que en cualquiera de los períodos de tiempo posteriores.

Abrir y cerrar la válvula puede no ser una operación instantánea, sino que puede haber un tiempo de transición entre una posición abierta y una cerrada de varios segundos o minutos, dependiendo del tipo de válvula y actuador. Por tanto, puede resultar beneficioso disponer la unidad de controlador para que comience a analizar el caudal después de que la válvula haya alcanzado la posición deseada. El controlador puede comenzar a analizar el caudal con respecto a los diferentes parámetros en diferentes momentos. Como ejemplo, la unidad del controlador puede comenzar a calcular el volumen desde el momento en que comienza un flujo, mientras que el caudal máximo y/o el caudal mínimo se calcula desde el momento en que la válvula se abre lo suficiente para permitir un flujo superior al mínimo. límite de caudal o completamente abierto o al menos cercano a completamente abierto. Además, puede ser beneficioso un perfil de referencia que comprende un límite de caudal mínimo dividido en un primer período de tiempo y uno o más períodos de tiempo posteriores, donde el límite de caudal mínimo es cero en el primer período de tiempo. Esto tiene el efecto de que un caudal bajo en el período de transición en el que la válvula aún no está completamente abierta no se interpretará como un caudal por debajo del límite de caudal mínimo. El primer período de tiempo puede seleccionarse para que coincida con el tiempo para abrir completamente la válvula o para abrir la válvula a una posición en la que la válvula esté abierta del 10 % al 90 %.

Para compensar el tiempo de transición de la válvula u otras condiciones iniciales en el lugar de consumo, la unidad de controlador puede estar dispuesta para analizar el caudal y determinar si se viola un perfil de referencia desde el momento en que el caudal excede el límite de caudal mínimo por primera vez. Esto tiene el efecto de que un flujo bajo inicial debido a que la válvula solo se abre parcialmente o que las válvulas externas en el lugar de consumo no están abiertas no se interpreta como un flujo por debajo del límite de caudal mínimo.

El perfil de referencia puede contener además un límite de tiempo y una condición que define que se viola el perfil de referencia si se excede el límite de tiempo antes de que el caudal esté por debajo del límite de caudal mínimo. Después de reconectar el lugar de consumo, se espera que el caudal alcance un nivel por debajo del límite de caudal mínimo dentro de un tiempo dado si no hay instalaciones defectuosas en el lugar de consumo. El tiempo límite puede depender de la instalación y del caudal mínimo.

Los contadores de agua se pueden instalar en sitios de consumo que tengan varios patrones de consumo, por lo que puede ser beneficioso utilizar límites dinámicos de caudal. Un límite de caudal dinámico puede ser un límite de caudal máximo que es dinámico y depende de un valor de caudal histórico medido por el contador de agua. O alternativamente, un límite de caudal mínimo que es dinámico y depende de un valor de caudal histórico medido por el contador de agua. Los límites dinámicos de caudal tienen el efecto de que el contador se adapta al patrón de consumo del lugar de consumo. Por lo tanto, un límite de caudal mínimo alto puede ser aceptable para una instalación en la que históricamente se ha sabido que el caudal mínimo es alto. Se puede seleccionar un límite de caudal máximo dinámico para que esté en el rango del 50 % al 150 % de un valor histórico de caudal máximo. Se puede seleccionar un límite de caudal mínimo dinámico para que esté entre un 50 % y un 500 % por encima de un valor de caudal mínimo histórico.

Para minimizar un posible derrame de agua, la unidad del controlador puede disponerse para abrir solo parcialmente la válvula hasta que el caudal sea inferior al límite de caudal mínimo. Esto tiene el efecto de minimizar el derrame de agua, por ejemplo, en el caso de una instalación desmantelada en el lugar de consumo.

El contador de agua comprende una interfaz de comunicación y el contador de agua está dispuesto para reconectar el lugar de consumo a la red de distribución de servicio en respuesta a una comunicación recibida en la interfaz de comunicación. La interfaz de comunicación puede ser una interfaz cableada o una interfaz inalámbrica basada en comunicación RF, comunicación óptica, comunicación de campo cercano u otras interfaces de comunicación.

inalámbrica. La unidad de controlador puede además estar dispuesta para actualizar remotamente el perfil de referencia a través de una interfaz de comunicación. Además, el perfil de referencia puede seleccionarse a través de la interfaz de comunicación en una sesión de comunicación en relación con la reconexión remota del contador de agua.

- 5 La unidad de controlador puede disponerse para registrar el volumen acumulado de agua suministrada al lugar de consumo y controlar la posición de la válvula. La unidad de controlador puede ser una unidad de microcontrolador separada dispuesta para controlar la válvula o ser una función integrada en un microcontrolador del contador de agua. Este puede tener la forma de un contador de agua en el que se dispone una única unidad de control, como una unidad de microcontrolador, para registrar el volumen de agua suministrada y controlar la válvula. O un contador
- 10 de agua en el que se dispone una única unidad de microcontrolador para registrar el volumen de agua suministrada, controlar la válvula y comunicarse con un socio de comunicación utilizando una interfaz de comunicación del contador. O incluso un contador de agua en el que se dispone una única unidad de microcontrolador para controlar el sensor de flujo, registrar el volumen de agua suministrada, controlar la válvula y comunicarse con un socio de comunicación mediante una interfaz de comunicación del contador.

15 **Breve descripción de las figuras**

El contador de agua potable según la invención se describirá ahora con más detalle con respecto a las figuras adjuntas. Las figuras muestran una forma de implementar la presente invención y no deben interpretarse como limitantes de otras posibles realizaciones que caen dentro del ámbito del conjunto de reivindicaciones adjunto.

La figura 1 muestra el contador de agua en una forma esquemática que comprende unidades funcionales;

- 20 La figura 2 ilustra los límites de un perfil de referencia;

La figura 3 ilustra un perfil de referencia junto con un ejemplo de una curva de caudal y una curva de volumen acumulado; y

La figura 4 muestra una máquina de estado para implementar el mecanismo de reconexión inteligente.

Descripción detallada de una realización

- 25 La figura 1 muestra un diagrama funcional del contador de agua con una funcionalidad de reconexión inteligente. El contador de agua comprende múltiples elementos funcionales. El contador de agua está configurado para medir y analizar el flujo de agua en un lugar de consumo en un período después de abrir la válvula del contador, por lo que el lugar de consumo está conectado a la red de distribución de servicio. El caudal medido se compara con un perfil de referencia 400, que comprende límites y condiciones que son descriptivos de un lugar de consumo sin
- 30 instalaciones defectuosas. Si el perfil de referencia es violado por el flujo medido, la válvula se cierra automáticamente para evitar un derrame masivo de agua. Por el contrario, si el caudal medido se limita al perfil y se cumplen las condiciones adecuadas, el análisis se detiene y la válvula permanece en estado abierto. El sensor de flujo 305 está dispuesto para medir el flujo de agua hacia el lugar de consumo. La válvula 302 está dispuesta para conectar o desconectar el lugar de consumo a la red de distribución de servicios públicos. El contador 303 está
- 35 dispuesto para registrar al menos el volumen de agua entregado al lugar de consumo y puede medir otros parámetros como caudales, caudal pico, caudal mínimo, analizar el caudal para detectar fugas o estallido en las instalaciones en el lugar de consumo. Además, el registro del contador puede detectar/registrar otros eventos y parámetros tales como: sabotaje, errores de sensor, contador seco, temperatura del agua, temperatura ambiente, etc. La interfaz de comunicación 304 crea una o más interfaces de comunicación cableadas o inalámbricas
- 40 adecuadas para comunicarse con dispositivos externos. como dispositivos de lectura de contadores móviles o estacionarios. La unidad de controlador 300 implementa la funcionalidad de reconexión inteligente. Las flechas de la figura 1 indican rutas de comunicación entre los elementos funcionales. Dos elementos funcionales, que no están conectados directamente, pueden utilizar un elemento funcional intermedio como canal de comunicación para la comunicación entre pares. Los diferentes elementos funcionales pueden implementarse en HW o SW o una
- 45 combinación de ambos. Los elementos SW pueden implementarse en un microcontrolador común o en diferentes microcontroladores.

- La unidad de controlador 300 implementa la funcionalidad de reconexión inteligente. La entrada a la unidad de controlador comprende el perfil de referencia 400 y los datos de flujo del sensor de flujo 305. La unidad de controlador 300 se implementa comprendiendo dos subunidades funcionales: una máquina de estado 200 y un
- 50 analizador de flujo 301. Las dos subunidades funcionales juntas determinan si el flujo viola o se limita al perfil de referencia y controlan la válvula en consecuencia. Cuando la unidad de controlador recibe una solicitud para conectar el lugar de consumo abriendo la válvula, la unidad de controlador le indica a la válvula que se abra y se inicia el analizador de flujo y la máquina de estado.

- La figura 2 muestra los límites de un perfil de referencia de forma esquemática. El tiempo, t , se muestra en el eje horizontal, mientras que el flujo, Q , y el volumen acumulado, V , se muestran en los dos ejes verticales. En la figura 2 se muestran un límite de caudal máximo 401 y un límite de caudal mínimo 402. Los límites de caudal dependen del tiempo y se comparan con el caudal real en un momento dado. El límite de caudal máximo comienza en un nivel alto
- 55

inicial, que es más alto que en cualquier período de tiempo posterior. El caudal mínimo se encuentra en un período de tiempo inicial igual a caudal cero, lo que compensa que la válvula no se abra momentáneamente. Un límite de tiempo máximo 404 se muestra como una línea vertical en la figura 2. Se supera el límite de tiempo máximo si el perfil de referencia no se ha limitado a antes del tiempo $t_{\text{Límite}}$. Un límite de volumen máximo 403 se muestra como una línea horizontal. El límite de caudal máximo se excede si el volumen acumulado aumenta por encima del límite. El perfil de referencia incluye condiciones para violar o limitar el perfil de referencia. Los datos de flujo deben probarse con el perfil de referencia a lo largo del tiempo. Si se cumple una condición para violar el perfil o limitarse al perfil, la prueba debe interrumpirse. Las condiciones para violar el perfil son: se excedió el límite máximo de caudal 401; excedido el tiempo máximo; y se excedió el volumen máximo. La condición para limitarse al perfil de referencia es un caudal por debajo del límite de caudal mínimo 402.

Los eventos externos también pueden ser condiciones para violar o limitar el perfil de referencia. Tales eventos externos pueden estar presionando un botón en el contador de agua para aceptar una conexión del lugar de consumo o para indicar un mal funcionamiento en el lugar de consumo. Otros eventos externos pueden provenir de sensores de presión o entrada en interfaces de comunicación inalámbricas o cableadas o puertos de entrada analógica o digital de propósito general del contador.

La figura 3 representa un perfil de referencia que incluye un ejemplo de la curva de caudal 405 y la curva de volumen acumulado 406. Observando primero la curva de caudal, se ve que la curva de caudal crece lentamente al principio debido a que la válvula tiene un tiempo de apertura, donde después el caudal aumenta rápidamente. Seguir la curva no cruza ningún límite de caudal antes del punto A, donde el caudal disminuye por debajo del límite de caudal mínimo. Como un caudal por debajo del límite de caudal mínimo es una condición para limitarse al perfil de referencia, la instalación en el lugar de consumo se acepta como correcta, por lo que el análisis del caudal puede cesar y la válvula puede dejarse abierta. A continuación, observando la curva de volumen acumulado 406, esta curva se evaluará en relación con el límite de volumen máximo 403. En el punto B se cumple una condición para violar el perfil de referencia, en el sentido de que el volumen acumulado aumenta por encima del límite de volumen máximo. En el punto B se cerrará la válvula y podrá cesar el análisis del caudal. Sin embargo, la evaluación de los datos de flujo contra el perfil de referencia incluye la observación de la tasa de flujo y el volumen acumulado al mismo tiempo. Esto significa que el lugar de consumo que genera los datos de flujo en los que se basan las curvas de la figura 3 viola el perfil de referencia y el contador de agua deberá desconectar el lugar de consumo cerrando la válvula.

El perfil de referencia se implementa comprendiendo una estructura de datos en una memoria volátil o no volátil del contador de agua. El perfil de referencia se puede actualizar a través de la interfaz de comunicación.

Además, los límites del perfil de referencia pueden ser dinámicos en el sentido de que la unidad de controlador puede ajustar los límites de acuerdo con los valores de flujo históricos medidos. El límite de caudal mínimo se puede ajustar de acuerdo con un valor de caudal mínimo histórico. De esta forma se ajustará el límite de caudal mínimo para compensar las fugas o caudales continuos que persistan en la instalación. El límite de caudal mínimo se puede ajustar a un nivel en el rango de 150 % - 500 % del caudal mínimo medido. Si el valor de caudal mínimo está por debajo del caudal de corte, el límite de caudal, el caudal mínimo medido se establece para que sea igual al caudal de corte. El flujo de corte es el caudal mínimo que registra el sensor de flujo o el contador de agua. De manera similar, el caudal máximo se puede ajustar de acuerdo con un límite histórico de caudal máximo para estar en el rango del 50 % al 150 % del caudal mínimo medido.

El analizador de flujo 301 de la figura 1 recibe datos de flujo del sensor de flujo que procesa los datos para obtener métricas adecuadas para evaluar si se viola el perfil de referencia. El analizador de flujo calcula: el caudal, el volumen acumulado; el caudal máximo; el flujo mínimo y otras métricas adecuadas para evaluar si el flujo viola o se limita al perfil de referencia. El analizador de flujo compara las métricas calculadas en función de los datos de flujo con el perfil de referencia y genera eventos cuando se excede o ya no se excede un límite del perfil de referencia. Los eventos generados se introducen en la máquina de estado como eventos de entrada que pueden desencadenar una transición de estado.

Las métricas se calculan en diferentes períodos de tiempo, los desencadenantes para iniciar un período de cálculo son: inicio de flujo; el flujo excede el límite de caudal mínimo; la válvula está abierta; la válvula está abierta más de un nivel determinado; límite de tiempo desde que pasó el primer flujo.

El analizador de flujo puede estar activo o inactivo independientemente del estado real de la máquina de estado 200. Sin embargo, puede ser beneficioso inhabilitar el analizador de flujo cuando la máquina de estado se encuentra en estados específicos o al entrar o salir de estados específicos.

El analizador de flujo aplica funciones de cálculo estándar que incluyen la integración y diferenciación de los datos de flujo recibidos del sensor de flujo. Si los datos de flujo del sensor de flujo son muestras equidistantes del caudal o volúmenes acumulados, las funciones simples como la suma y la resta pueden ser suficientes para generar las métricas necesarias. Otros sensores de flujo pueden enviar un pulso por cada cantidad consumida que también se puede convertir en un caudal y un volumen acumulado aplicando métodos bien conocidos.

La figura 4 muestra un ejemplo de la máquina de estado. La máquina de estado comprende múltiples estados y transiciones entre los estados, que se muestran como flechas entre los estados. La máquina de estado puede comprender más estados de los que se muestran en la figura 4. Una transición entre estados es causada por uno o más eventos específicos, los eventos que causan una transición se muestran en la flecha de la transición. La salida del analizador de datos se alimenta a la máquina de estado como eventos, estos eventos incluyen, entre otros, eventos como: límite de caudal máximo excedido, flujo por debajo del límite de caudal mínimo, volumen máximo excedido, límite de tiempo excedido. Múltiples entradas externas se alimentan a la máquina de estado como eventos, estos eventos incluyen, pero no se limitan a: comando de conexión; comando de desconexión; y válvula abierta. Se pueden usar más eventos de los que se muestran en la figura 4 para implementar la máquina de estado.

En el estado normal 201, la válvula está abierta y la unidad de controlador como tal está inactiva y el analizador de flujo puede estar desactivado. Cuando ocurre un evento de desconexión, por ejemplo, como consecuencia de una solicitud recibida a través de la interfaz de comunicación, se iniciará una transición de estado desde el estado normal 201 al estado de válvula cerrada 202. Si se recibe un comando de conexión, se producirá una transición al estado de transición 203. La máquina de estado permanecerá en este estado mientras abre la válvula, es decir, hasta que se produce el evento de apertura de la válvula. El evento de válvula abierta se puede configurar para que ocurra cuando la válvula está completamente abierta o cuando la válvula se abre a un nivel definido, como 10 % abierta o 50 % abierta. Cuando se produce el evento de válvula abierta, tendrá lugar una transición al estado de análisis 204. En el estado de análisis, la unidad de control analizará y monitoreará el flujo para determinar si viola o se limita al perfil de referencia. El perfil de referencia comprende múltiples condiciones para violar el perfil. Si se cumple una condición para violar el perfil, se inicia una transición del estado de análisis al estado de válvula cerrada. El perfil de referencia también comprende condiciones para limitarse al perfil de referencia, es decir, para aprobar la reconexión. El flujo por debajo del límite de caudal mínimo es una condición para limitarse al perfil de referencia, si se cumple tal condición, tendrá lugar una transición al estado normal 201.

El experto en la materia debe entender que la máquina de estado puede incluir elementos adicionales a los ilustrados en la figura 4. Cualquiera de los estados puede tener una o más acciones a realizar al entrar o salir del estado asociado con ellos. La acción puede depender del evento que desencadena la transición. Como ejemplo, cuando ocurre una transición del estado de análisis al estado de válvula cerrada debido a un evento de volumen máximo excedido, una acción realizada es cerrar la válvula. Estas acciones no se muestran en la figura 1. La máquina de estado puede incluir estados adicionales o estados intermedios o decisiones entre estados que tampoco se incluyen en la figura 4.

La máquina de estado puede realizarse como una función de SW en un microcontrolador o como una realización de HW, por ejemplo, en una FPGA.

La invención se puede implementar mediante hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. La invención o algunas de sus características también se pueden implementar como software que se ejecuta en uno o más procesadores de datos y/o procesadores de señales digitales.

Los elementos individuales de una realización de la invención pueden implementarse física, funcional y lógicamente de cualquier forma adecuada, tal como en una sola unidad, en una pluralidad de unidades o como parte de unidades funcionales separadas. La invención puede implementarse en una sola unidad, o distribuirse tanto física como funcionalmente entre diferentes unidades y procesadores.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con las realizaciones especificadas, no debe interpretarse como limitada en modo alguno a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas. En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros posibles elementos o etapas. Además, la mención de referencias tales como "un" o "una", etc. no debe interpretarse como excluyente de una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a los elementos indicados en las figuras tampoco se interpretará como una limitación del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un contador de agua potable dispuesto para registrar un volumen de agua entregado a un lugar de consumo a través de una red de distribución, comprendiendo el contador de agua potable:
 - 5
 - un sensor de flujo (305) dispuesto para medir un caudal y/o un volumen de agua entregado al lugar de consumo;
 - una válvula (302) para conectar y desconectar el lugar de consumo de la red de distribución;
 - un actuador para abrir y cerrar la válvula;
 - una unidad de controlador (300) dispuesta para controlar el actuador; y
 - una interfaz de comunicación (304),
 - 10 estando el contador de agua dispuesto para reconectar el lugar de consumo a la red de distribución de servicio en respuesta a una comunicación recibida en la interfaz de comunicación, estando configurada la unidad de controlador para:
 - conectar el lugar de consumo a la red de distribución accionando el actuador para abrir la válvula;
 - 15
 - analizar las mediciones de caudal y/o volumen del sensor de flujo para determinar si se viola un perfil de referencia (400); y
 - si se viola el perfil de referencia, desconectar el lugar de consumo de la red de distribución cerrando la válvula,
 - caracterizado por que el perfil de referencia comprende:
 - 20
 - un límite de caudal máximo (401) y un límite de caudal mínimo (402) y una condición que define que se infringe el perfil de referencia si el caudal excede el límite de caudal máximo antes de que el caudal esté por debajo del límite de caudal mínimo, o
 - un límite de caudal mínimo y un volumen máximo (403) y donde se viola el perfil de referencia si el volumen entregado después de reconectar el lugar de consumo excede el volumen máximo antes de que el caudal esté por debajo del límite de caudal mínimo.
- 25 2. Un contador de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el perfil de referencia comprende un límite de caudal máximo que se divide en un primer período de tiempo y uno o más períodos de tiempo posteriores, y donde el límite de caudal máximo es diferente en los dos o más períodos de tiempo.
3. Un contador de agua de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el límite de caudal máximo es mayor en el primer período de tiempo que en cualquiera de los períodos de tiempo posteriores.
- 30 4. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el perfil de referencia comprende un límite de caudal mínimo que se divide en un primer período de tiempo y uno o más períodos de tiempo posteriores, y donde el límite de caudal mínimo es cero en el primer período de tiempo.
5. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el perfil de referencia contiene un límite de tiempo (404) y una condición que define que el perfil de referencia se viola si se excede el límite de tiempo antes de que el caudal esté por debajo del límite de caudal mínimo.
- 35 6. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el límite de caudal máximo es dinámico y depende de un valor histórico de caudal medido por el contador de agua.
7. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el límite de caudal mínimo es dinámico y depende de un valor histórico de caudal medido por el contador de agua.
- 40 8. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de controlador está dispuesta para abrir solo parcialmente la válvula hasta que el caudal sea inferior al límite de caudal mínimo.
9. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de controlador está dispuesta para actualizar de forma remota el perfil de referencia a través de la interfaz de comunicación.
- 45 10. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el perfil de referencia se selecciona a través de la interfaz de comunicación en una sesión de comunicación en relación con la reconexión remota del contador de agua.

11. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de controlador está adaptada para registrar el volumen acumulado de agua suministrada al lugar de consumo y para controlar la posición de la válvula.
- 5 12. Un contador de agua de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de controlador está dispuesta para analizar el caudal para determinar si se viola un perfil de referencia a partir del momento en el que el caudal excede el límite de caudal mínimo por primera vez.

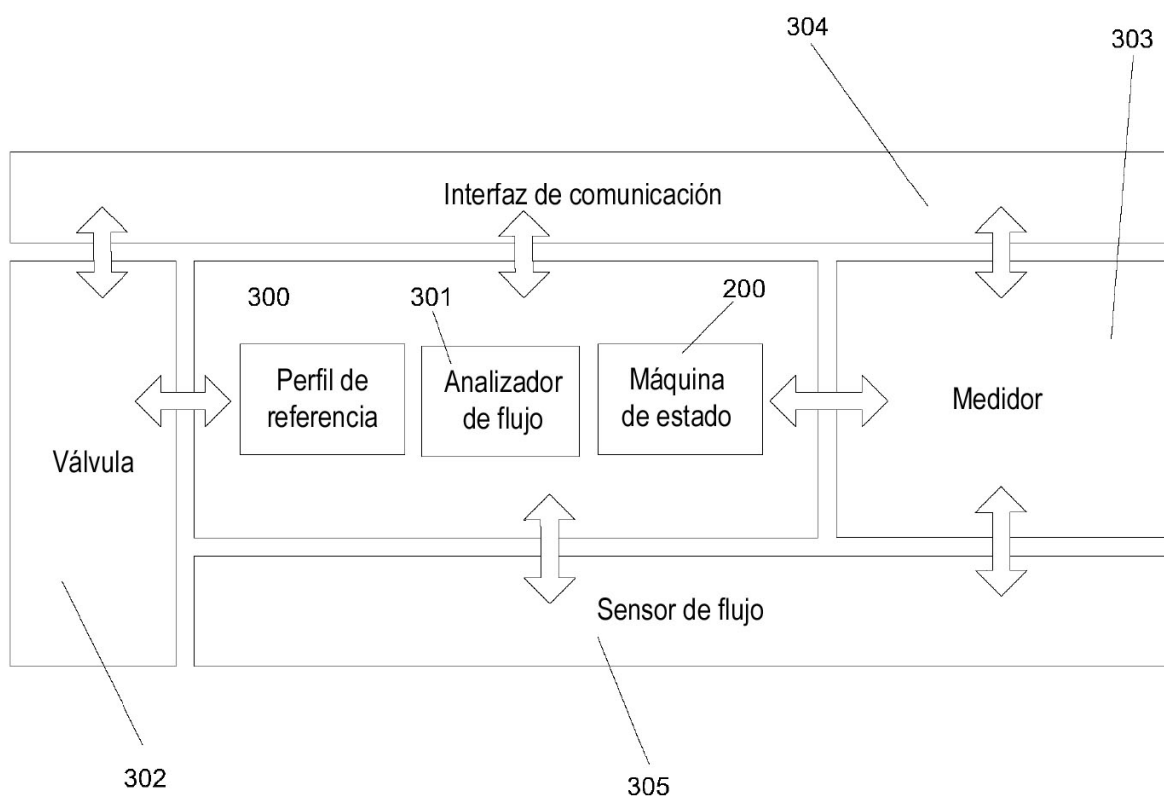


Figura 1

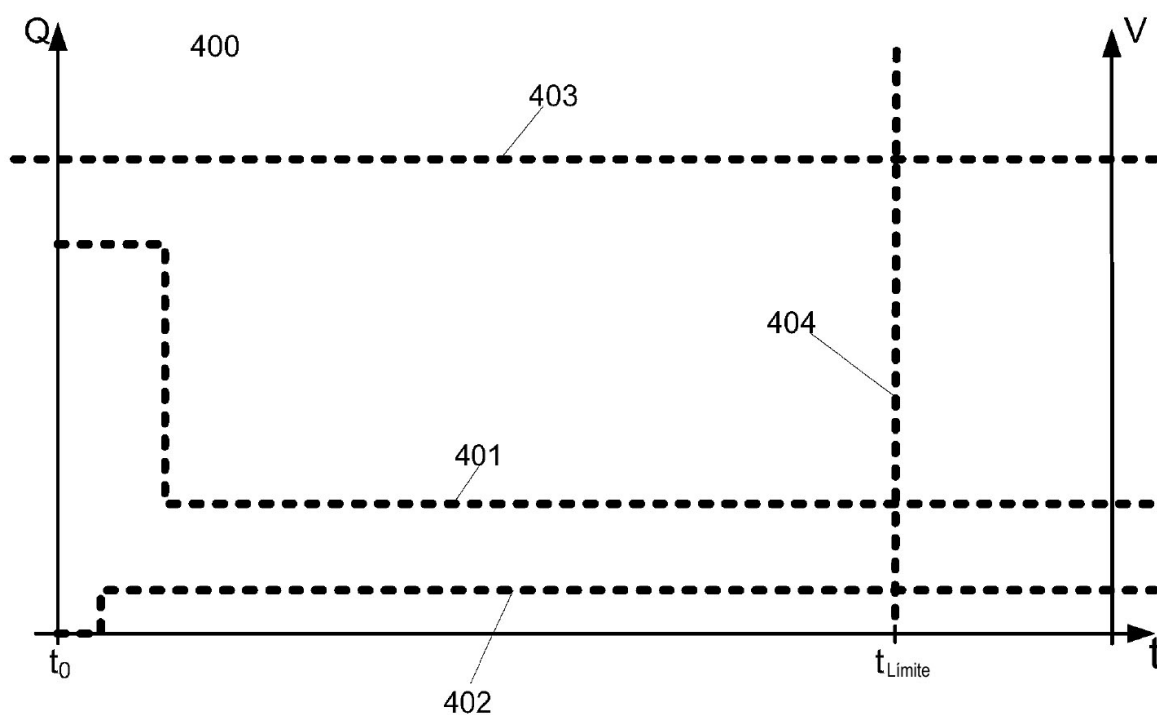


Figura 2

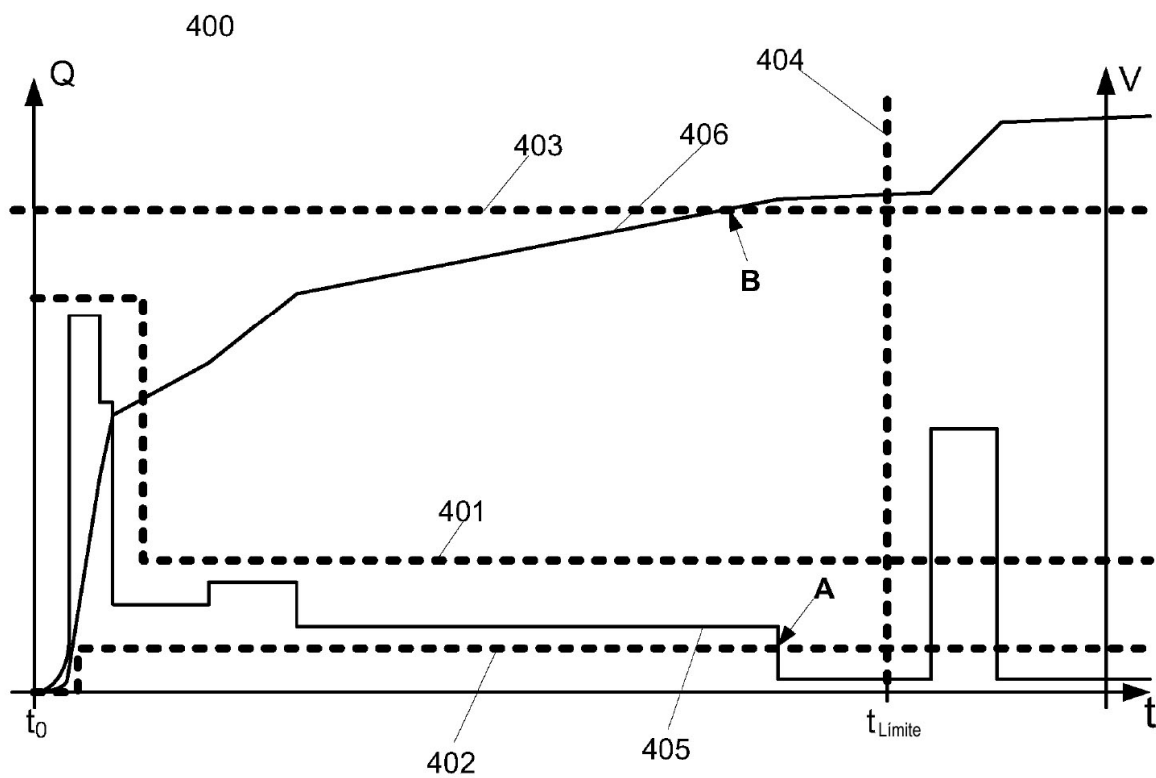


Figura 3

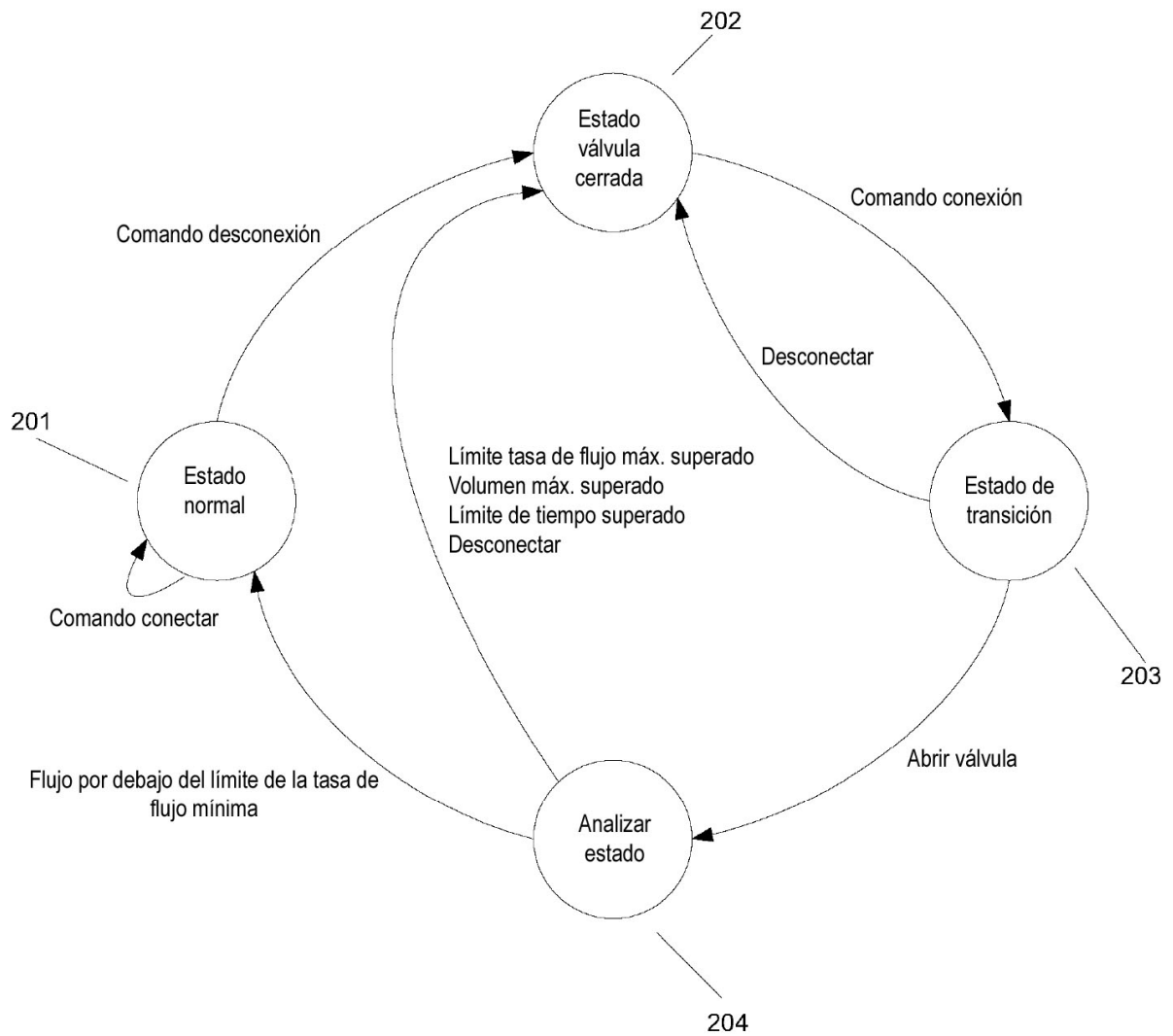


Figura 4