

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 653**

51 Int. Cl.:

E03B 1/02 (2006.01)

C02F 1/00 (2013.01)

G01N 33/18 (2006.01)

E03B 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.04.2008** **PCT/FR2008/000581**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2008** **WO08148952**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2008** **E 08805500 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **22.01.2025** **EP 2145051**

54 Título: **Procedimiento e instalación de control en tiempo real de la calidad del agua de una red de distribución**

30 Prioridad:

04.05.2007 FR 0703249

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
08.04.2025

73 Titular/es:

SUEZ INTERNATIONAL (100.00%)
Tour CB21 16 Place de l'Iris
92040 Paris La Défense Cedex, FR

72 Inventor/es:

PHAM, HAO-NHIÊN;
LAINE, JEAN-MICHEL y
KORA, ROLAND

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

DESCRIPCIÓN

Procedimiento e instalación de control en tiempo real de la calidad del agua de una red de distribución

La invención se refiere a un procedimiento de control de la calidad del agua en una red de distribución de agua potable que comprende, por un lado, en conexiones para consumidores, contadores de consumo y, por otro lado, analizadores en línea distribuidos en puntos de supervisión en la red para la medición de al menos un parámetro de calidad del agua.

Los modelos hidráulicos se usan, en general, para evaluar el estado de la red de distribución con respecto a los caudales y las presiones. Además, un sistema de gestión remota da el estado de apertura o de cierre de válvulas en la red.

Como se ilustra en la figura 1 de las figuras adjuntas, una distribución de agua potable recurre a un recurso 1 que, por ejemplo, puede ser un curso de agua o una fuente captada. El recurso 1 suministra agua a una planta de tratamiento 2 cuya salida está conectada a una instalación de bombeo 3 que envía el agua a uno o más depósitos de almacenamiento 4. El agua del recurso se trata en la planta 2, donde se eliminan los elementos indeseables para la calidad del agua potable. La salida de un depósito de almacenamiento 4 está conectada, tanto a medios de bombeo 5 que suministran el agua potable, como directamente por gravedad a una red de distribución de malla 6 que comprende puntos 7 de conexión a tuberías tales como 8a, 8b... para suministrar a los consumidores. Cada tubería 8a, 8b... está equipada con un contador de consumo 9a, 9b respectivo.

La calidad del agua proporcionada al consumidor, corriente abajo de contadores tales como 9a, 9b,... es una preocupación importante para las empresas de distribución de agua.

Los parámetros de calidad del agua, tales como el contenido en cloro o la turbidez, evolucionan entre la salida de la planta de tratamiento 2 y el contador de consumo 9a, 9b,... en función, en particular, de la geometría de la red, la distancia recorrida por el agua, del volumen y del caudal de consumo. Analizadores en línea tales como 10a, 10b, ... están a veces en determinados puntos de control de la red para la medición de al menos un parámetro de calidad del agua, en particular el contenido en cloro.

El control de la calidad de la planta de tratamiento 2 hasta el depósito 4 es fácil. Además, el recurso 1, la planta de tratamiento 2, el bombeo 3, el o los depósitos de almacenamiento 4 y el bombeo 5 que están bien localizados y limitados geográficamente se pueden supervisar efectivamente contra cualquier intrusión no autorizada que pueda afectar la calidad del agua que salga del depósito 4.

En cambio, al nivel de la red de malla 6 enterrada, es difícil el control en tiempo real de la calidad del agua en diferentes lugares. La red 6 está ampliamente extendida y existen numerosas posibilidades para alterar la calidad del agua. Cualquier punto de conexión a la red se puede considerar como un posible punto de intrusión para elementos que puedan afectar la calidad del agua. Esto da como resultado que sea un problema delicado la supervisión de la red de malla 6 de usuarios finales contra intrusiones accidentales o maliciosas.

De manera habitual, la calidad del agua de una red tal como 6 se verifica de acuerdo con los programas de supervisión legales con análisis de algunos parámetros de calidad, en general con una frecuencia diaria. Esta baja frecuencia no es compatible con una respuesta rápida deseada para una supervisión en tiempo real.

La creciente demanda de los usuarios y las normativas de calidad del agua han llevado a las empresas de distribución de agua a instalar analizadores en línea, especialmente analizadores de cloro para la supervisión de la calidad bacteriológica. Se pueden tener en cuenta otros parámetros de calidad además del cloro, en particular la turbidez. El nivel residual de cloro en una red de distribución de agua muestra siempre una variación que corresponde a una evolución diaria normal en función del consumo efectivo de agua y del estado hidráulico de la red. Esto da como resultado una dificultad real para detectar y establecer una situación anormal en términos de nivel de cloro. Lo mismo ocurre para otros parámetros de calidad del agua. De este modo, la fijación de un umbral simple y constante para un nivel del parámetro de calidad no es suficiente para la detección rápida y fiable de una situación anormal.

El documento US 2004/0006513 A1 se refiere a un sistema de supervisión de una red de distribución de agua para protegerla contra la contaminación biológica o química. Está previsto supervisar los parámetros de la red, en particular el caudal, el contenido en cloro libre, así como la turbidez, y comparar las mediciones con datos históricos. Las mediciones se realizan a la salida de las centrales hidráulicas o de la torre de agua, así como en la red para una estrategia de distribución. Dichas medidas permiten obtener indicaciones suficientes para dirigir una estrategia de distribución, pero son insuficientes para validar una alarma. En particular, una medición que indique un flujo inverso no significa necesariamente una anomalía o una intrusión en la red: se puede tratar de un simple equilibrio en una red de malla entre dos fuentes de producción (por ejemplo, dos centrales o dos torres de agua).

El objetivo de la invención es, sobre todo, proporcionar un procedimiento de control en tiempo real de la calidad del agua de una red de distribución que permita mejorar significativamente la evaluación del valor de un parámetro de calidad del agua distribuida a diversos puntos de consumo. El objetivo de la invención es igualmente permitir la

detección rápida de una caída de la calidad, en particular como resultado de una intrusión accidental o maliciosa en la red de distribución.

De acuerdo con la invención, un procedimiento de control de la calidad del agua en una red de distribución de agua potable que comprende, por un lado, contadores de consumo y, por otro lado, analizadores en línea distribuidos en puntos de supervisión en la red para la medición de al menos un parámetro de calidad del agua, procedimiento de acuerdo con el cual:

- las medidas de los analizadores se transmiten a una unidad de cálculo,
- la unidad de cálculo establece valores estimados de la concentración en el agua del parámetro en cuestión en los diversos puntos de supervisión de la red,
- y un sistema de alerta previa realiza una comparación entre los valores estimados del parámetro de calidad y los valores medidos en diferentes puntos de la red, activándose una alerta cuando la diferencia entre el valor medido y el valor estimado excede un umbral predeterminado,

se caracteriza por que, para un control en tiempo real,

- se instalan contadores equipados con dispositivos de lectura remota en conexiones para consumidores,
- los datos de consumo de los distintos contadores para consumidores se transmiten a la unidad de cálculo,
- la unidad de cálculo está programada con un modelo hidráulico y un modelo cinético de disminución del parámetro de calidad en cuestión,
- y la unidad de cálculo actualiza continuamente el modelo hidráulico de acuerdo con los datos de consumo recibidos de los contadores para consumidores.

En particular, un consumo anormal de cloro podría significar la intrusión de un contaminante biológico.

La instalación de contadores de consumo de lectura remota permite transmitir a distancia, en general por vía hertziana, a un receptor fijo, el consumo registrado por cada contador. El receptor fijo recoge todos los datos procedentes de su entorno. A continuación, estos datos se envían a un sistema centralizado que puede ofrecer a los consumidores servicios tales como detección de fugas, detección de contadores bloqueados, lecturas de consumo más frecuentes.

De forma ventajosa, una información de flujo inverso de un contador se puede transmitir al sistema de alerta previa y la información agrupada sobre el flujo inverso y el contenido del parámetro de calidad se combinan para aumentar el nivel de probabilidad en la detección de una anomalía o de una intrusión en la red.

De acuerdo con la invención, una medición de un flujo inverso en el contador de un consumidor significa necesariamente una intrusión en la red y, por tanto, una anomalía y una alarma.

Preferentemente, los datos de consumo de los diversos contadores equipados con dispositivos de lectura remota se transmiten a la unidad de cálculo al menos una vez cada hora.

El parámetro de calidad del agua, tenido en cuenta para el control de la red en tiempo real, puede estar constituido por el contenido en cloro del agua.

La invención se refiere igualmente a una instalación para la implementación del procedimiento definido anteriormente, para una red de distribución de agua potable que comprende, por un lado, contadores de consumo y, por otro lado, analizadores en línea distribuidos en puntos de control en la red para la medición al menos de un parámetro de calidad del agua, en donde dicha instalación comprende igualmente:

- una unidad de cálculo a la cual se transmiten las mediciones de los analizadores, estableciendo esta unidad de cálculo valores estimados de la concentración en el agua del parámetro en cuestión en los diversos puntos de supervisión de la red,
- y un sistema de alerta previa que realiza una comparación entre los valores estimados del parámetro de calidad y los valores medidos en diferentes puntos de la red, activándose una alerta cuando la diferencia entre el valor medido y el valor estimado excede un umbral predeterminado,

en donde la instalación se caracteriza por que, para un control en tiempo real,

- dicha instalación comprende contadores equipados con dispositivos de lectura remota instalados en conexiones para consumidores,
- los datos de consumo de los distintos contadores para consumidores se transmiten a la unidad de cálculo,

- la unidad de cálculo está programada con un modelo hidráulico y un modelo cinético de disminución del parámetro de calidad en cuestión,
- y la unidad de cálculo actualiza continuamente el modelo hidráulico de acuerdo con los datos de consumo recibidos de los contadores para consumidores.

5 De forma ventajosa, la instalación comprende un sistema de lectura remota fija que establece, a partir de toda la información de consumo transmitida por los contadores, una estimación del consumo instantáneo, que es comunicada a través de un enlace a la unidad de cálculo.

El sistema de lectura remota puede estar previsto para señalar un flujo inverso, transmitiéndose esta información de flujo inverso a través de un enlace al sistema de alerta previa.

10 La instalación comprende, preferentemente, un sistema de supervisión remota que recibe la información de los analizadores y que, después del procesamiento, transmite a la unidad de cálculo la información sobre el estado de la presión y del caudal en la red, y al menos uno o más enlaces a las informaciones sobre la concentración en el agua del parámetro de calidad.

De forma ventajosa, los analizadores miden el contenido en cloro del agua, el cual constituye un parámetro de calidad.

15 La invención consiste, sin detrimento de las disposiciones expuestas anteriormente, en un determinado número de otras disposiciones que se analizan explícitamente más adelante a modo de ejemplo de modo de realización descrito en referencia a las figuras adjuntas, pero que no resultan limitantes en modo alguno. En estas figuras:

La Fig. 1 es un diagrama de una red de distribución de agua, y

20 la Fig. 2 es un diagrama de una instalación equipada con un dispositivo para la implementación del procedimiento de la invención.

Como se ilustra en la Fig. 2, la instalación para la implementación del procedimiento de la invención comprende un sistema de supervisión remota 12 al cual se transmiten las informaciones procedentes de analizadores tales como 10a ... que miden el contenido de un parámetro de calidad en el agua, en particular de cloro, así como la información de flujo y presión procedente de los sensores 11a, 11b... La información se transmite con frecuencia, incluso al menos una vez cada hora, por vía hertziana.

25 La instalación comprende igualmente un sistema de lectura remota fija 13 que recibe periódicamente, al menos una vez cada hora, la información de consumo de contadores tales como 9a equipados con lectura remota.

El sistema de lectura remota fija 13 establece, a partir de toda la información de consumo transmitida por los contadores, una estimación relativamente precisa del consumo instantáneo, que se comunica de acuerdo con un enlace 14 a una unidad de cálculo y procesamiento A. Un modelo hidráulico y un modelo de calidad se cargan en la unidad A.

30 El sistema de lectura remota fija 13 también señala un posible flujo inverso correspondiente a un contador tal como 9a que, en lugar de indicar un aumento del consumo, indica una disminución. Dicho flujo inverso se puede deber a una intrusión, accidental o maliciosa, en la red. La información de flujo inverso se transmite, a través de un enlace 15, desde el sistema 13 a un sistema W de alerta previa.

40 El sistema de supervisión remota 12 transmite a la unidad de cálculo A, a través de un enlace 12a, información sobre el estado de la presión y del caudal en la red. Además, el sistema 12 transmite, a través de los enlaces 12b, 12c, al sistema de alerta previa W los valores medidos para el o los parámetros de calidad. En el ejemplo en cuestión, la vía 12b transmite las mediciones de contenido en cloro en los diversos puntos analizados de la red y la vía 12c transmite mediciones de turbidez. La unidad de cálculo A se programa con el modelo hidráulico y un modelo cinético de disminución del parámetro de calidad en cuestión desde la salida de la planta de tratamiento hasta un punto de la red.

45 La unidad de cálculo A proporciona, a partir de la información sobre consumo de agua, presión y caudal en la red, y a partir del contenido de los parámetros de calidad medidos a la salida de la planta de tratamiento 2, una evaluación del contenido de estos parámetros de calidad en el agua, en particular el contenido en cloro y la turbidez, en diferentes puntos de la red. Esta evaluación se suministra, a través de un enlace 16, al sistema de alerta previa W.

Cabe destacar que el cloro se consume permanentemente en el agua distribuida debido a la posible presencia de componentes biológicos. El conocimiento del consumo de agua proporcionado por los contadores tales como el 9a equipados con lecturas remotas permite realizar una predicción precisa y fiable del contenido en cloro del agua y, más en general, del parámetro de calidad seleccionado, en los diversos puntos de la red.

50 La información sobre un contaminante específico puede ser proporcionada desde un bloque 17 al sistema de supervisión remota 12.

- 5 El sistema de alerta previa W compara los valores medidos que llegan a través de los enlaces 12b y 12c para los parámetros seleccionados, en particular para el contenido en cloro, y los valores estimados proporcionados por el enlace 16 para los diferentes puntos donde están instalados analizadores. Cuando la diferencia entre el valor medido y el valor estimado esperado excede un límite predeterminado, el sistema W activa una alerta mediante cualquier medio apropiado.
- 10 Dado que los valores estimados tienen en cuenta la disminución natural de los parámetros y el consumo real, se puede atribuir una diferencia entre el valor estimado esperado y el valor medido con mayor certeza a una intrusión en la red que en el caso donde la disminución y el consumo no se tienen en cuenta con precisión.
- 15 El análisis de un posible flujo inverso proporcionado por el enlace 15 constituye un elemento activador adicional de la alerta.
- El contenido en cloro constituye un muy buen indicador de la calidad del agua. Si se produce una intrusión biológica, o química, en la red, corriente arriba de los puntos de medición equipados con analizadores, disminuye el contenido en cloro al nivel de los analizadores adyacentes a la intrusión. El contenido en cloro medido se volverá significativamente menor que el contenido estimado proporcionado por el cálculo en el enlace 16, y permitirá activar una alerta.
- La transmisión de información sobre el estado de la red de distribución permite determinar si las válvulas están abiertas o cerradas.
- La información agrupada sobre el flujo inverso y sobre el contenido en parámetro de calidad, en particular en cloro, puede ser combinadas para aumentar el nivel de probabilidad de detección de un fallo o una intrusión en la red.
- 20 De acuerdo con la invención, la supervisión se realiza en tres niveles:
- Nivel 1: mediciones a la salida de la planta o de la torre de agua: control de las dosis de reactivos;
 - Nivel 2: mediciones en las redes con analizadores tales como 10a, 10b y sensores 11a, 11b, que permiten una estrategia de distribución;
 - Nivel 3: mediciones en tiempo real en los contadores 9a, 9b ... de los consumidores, lo cual permite la supervisión del agua distribuida y una alerta muy rápida.
- 25 El procedimiento y la instalación de acuerdo con la invención permiten controlar la calidad del agua distribuida en tiempo real, y pueden servir para detectar una intrusión maliciosa correspondiente a una contaminación intencional del agua de la red.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de la calidad del agua de una red de distribución de agua potable que comprende, por un lado, contadores de consumo y, por otro lado, analizadores en línea distribuidos en puntos de supervisión en la red para la medición de al menos un parámetro de calidad del agua, procedimiento de acuerdo con el cual:
 - 5 - las mediciones de los analizadores (10a, 10b ...) se transmiten a una unidad de cálculo (A),
 - la unidad de cálculo (A) establece valores estimados de la concentración en el agua del parámetro en cuestión en los diversos puntos de supervisión de la red,
 - los valores medidos del parámetro de calidad en diferentes puntos de la red se transmiten a un sistema de alerta previa (W),
 - 10 - y el sistema de alerta previa (W) realiza una comparación entre los valores estimados del parámetro de calidad y los valores medidos en diferentes puntos de la red, activándose una alerta cuando la diferencia entre el valor medido y el valor estimado excede un umbral predeterminado, **caracterizado por que**, para un control en tiempo real,
 - 15 - los contadores (9a, 9b ...) equipados con dispositivos de lectura remota son instalados en conexiones para consumidores,
 - los datos de consumo de los diferentes contadores (9a, 9b ...) para los consumidores son transmitidos a la unidad de cálculo (A),
 - la unidad de cálculo (A) está programada con un modelo hidráulico y un modelo cinético de disminución del parámetro de calidad en cuestión,
 - 20 - y la unidad de cálculo (A) actualiza constantemente el modelo hidráulico de acuerdo con los datos de consumo recibidos de los contadores (9a, 9b ...) para consumidores,
 - una información de flujo inverso es transmitida (15) al sistema de alerta previa (W) desde un contador (9a, ...) y la información agrupada sobre el flujo inverso y sobre el contenido del parámetro de calidad se combinan para aumentar el nivel de probabilidad de la detección de una anomalía o de una intrusión en la red.
- 25 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los datos de consumo de los distintos contadores (9a, 9b ...) equipados con dispositivos de lectura remota se transmiten a la unidad de cálculo (A) al menos una vez cada hora.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** el parámetro de calidad del agua, tenido en cuenta para el control de la red en tiempo real, consiste en el contenido en cloro del agua.
- 30 4. Instalación para la implementación de un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para una red de distribución de agua potable, que comprende, por un lado, contadores de consumo y, por otro lado, analizadores en línea distribuidos en puntos de control en la red para la medición de al menos un parámetro de calidad del agua, en donde dicha instalación comprende igualmente
 - 35 - una unidad de cálculo (A) a la cual se transmiten las mediciones de los analizadores (10a, 10b, etc.), estableciendo esta unidad de cálculo (A) valores estimados de la concentración del parámetro en cuestión en el agua en los diferentes puntos de supervisión de la red,
 - y un sistema de alerta previa (W), al cual se transmiten los valores medidos del parámetro de calidad en diferentes puntos de la red, que realiza una comparación entre los valores estimados del parámetro de calidad y los valores medidos en diferentes puntos de la red, activándose una alerta cuando la diferencia entre el valor medido y el valor estimado excede un umbral predeterminado,
 - 40 **caracterizada por que**, para el control en tiempo real,
 - la instalación comprende contadores (9a, 9b, etc.) equipados con dispositivos de lectura remota instalados en conexiones para consumidores,
 - 45 - los datos de consumo de los diferentes contadores (9a, 9b ...) para los consumidores son transmitidos a la unidad de cálculo (A),
 - la unidad de cálculo (A) está programada con un modelo hidráulico y un modelo cinético de disminución del parámetro de calidad en cuestión,
 - y la unidad de cálculo (A) actualiza constantemente el modelo hidráulico de acuerdo con los datos de consumo recibidos de los contadores (9a, 9b ...) para consumidores,

- un sistema de lectura remota fija (13) que establece, a partir de toda la información de consumo transmitida por los contadores, una estimación del consumo instantáneo, que se comunica a través de un enlace (14) a la unidad de cálculo (A), estando el sistema de lectura remota (13) previsto para señalar un flujo inverso, transmitiéndose esta información de flujo inverso, a través de un enlace (15), al sistema de alerta previa (W).

- 5 5. Instalación de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada por que** comprende un sistema de supervisión remota (12) que recibe la información de los analizadores (10a, 10b...) y que transmite, después del tratamiento, a través de un enlace (12a) a la unidad de cálculo, la información sobre el estado de la presión y del caudal en la red, y a través de al menos una o más enlaces (12b, 12c), la información sobre la concentración en el agua del parámetro de calidad.
- 10 6. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizada por que** los analizadores (10a, 10b, ...) miden el contenido en cloro del agua que constituye un parámetro de calidad.

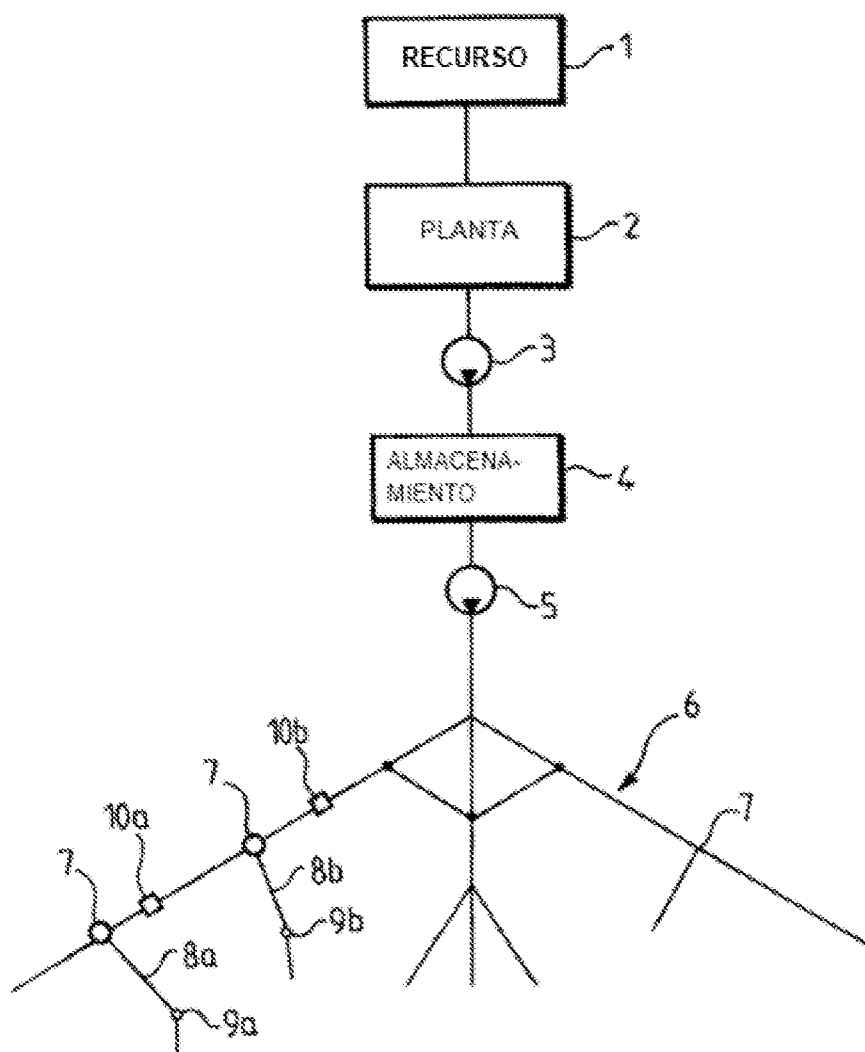


FIG.1

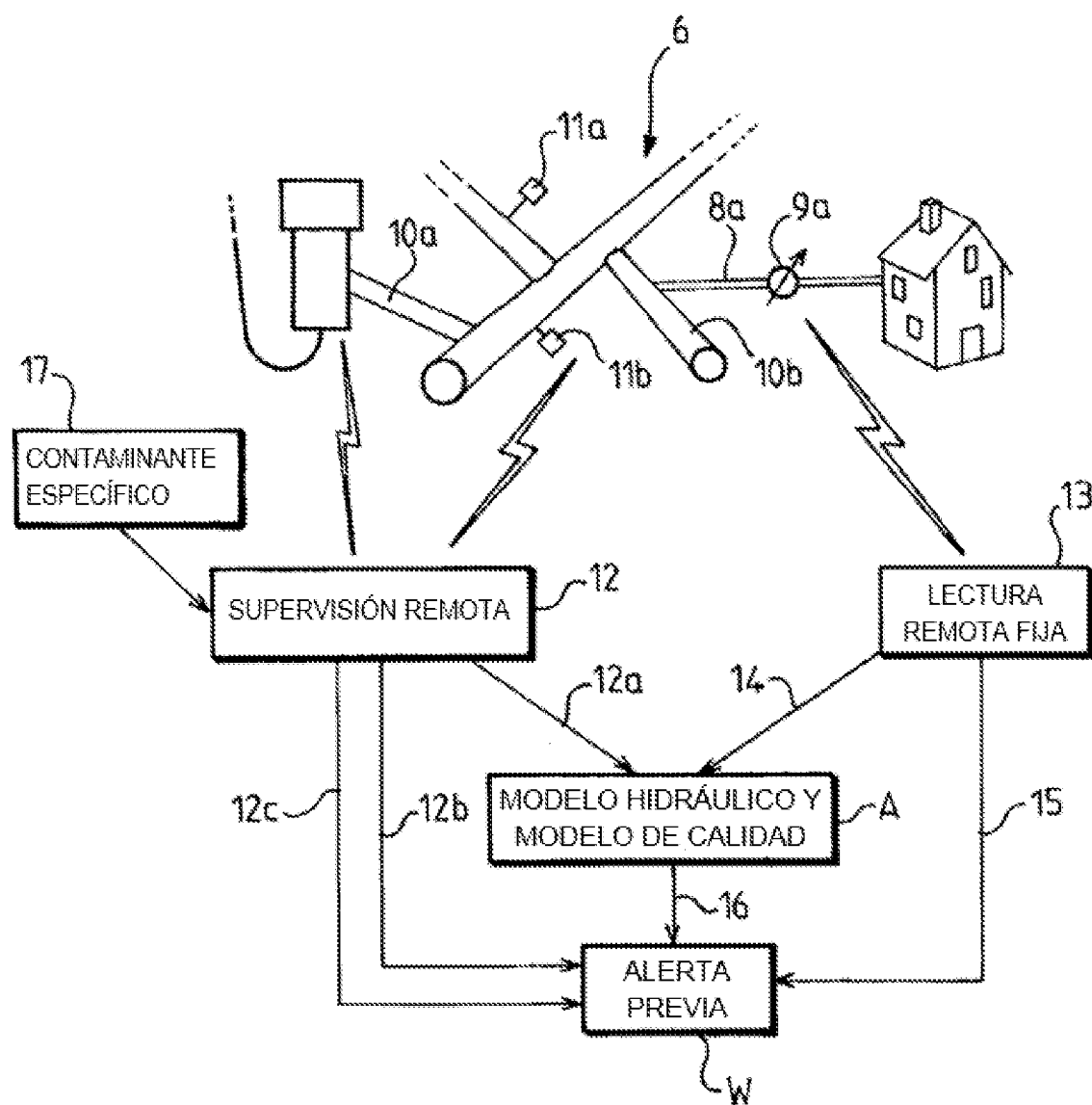


FIG.2

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al recopilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

5 Documentos de patente citados en la descripción

- US 20040006513 A1 [0010]