

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 617**

51 Int. Cl.:

G05B 23/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2009** **PCT/EP2009/008083**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.05.2010** **WO10054825**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2009** **E 09756429 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016** **EP 2350757**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la toma optimizada de decisiones en redes de abastecimiento de agua y /o compañías abastecedoras de agua**

30 Prioridad:

14.11.2008 DE 102008057442

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

02.02.2017

73 Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**BLANK, FREDERIK;
GAUDER, MARKUS;
SCHREYER, HEINRICH-MARTIN y
LAUXTERMANN, STEFAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 599 617 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 procedimiento para la toma optimizada de decisiones en redes de abastecimiento de agua y /o compañías abastecedoras de agua

- 5 La invención se refiere a un sistema y a un procedimiento para la determinación y/o el procesamiento de informaciones de estado relacionadas con la red de abastecimiento de agua y/o una compañía de abastecimiento de agua, que se emplea especialmente para la toma optimizada de decisiones respecto al funcionamiento y a la conservación de instalaciones para la producción de agua y/o distribución de agua.
- 10 El funcionamiento y la conservación de redes para el transporte y la distribución de agua conllevan la toma de decisiones en comparación complejas. De estas decisiones dependen la efectividad y eficiencia del funcionamiento y de la conservación de las redes. El grado de complejidad resulta de una pluralidad de aspectos, por ejemplo aspectos técnicos, comerciales o legales, y dependencias, en las que se puede influir por medio de la respectiva decisión o en las que se basa la respectiva decisión. Las decisiones pueden considerar adicionalmente diferentes horizontes de tiempo, lo que aumenta igualmente el grado de complejidad. La toma de decisiones se refiere al establecimiento y a la priorización de medidas para el mantenimiento o para la mejora del funcionamiento de las
- 15 redes de agua (aspectos operativos) como, por ejemplo, de la planificación del uso de estaciones de bombeo así como de la priorización, planificación y ejecución de medidas de mantenimiento como, por ejemplo, las reparaciones necesarias para la subsanación de fugas a corto plazo.
- 20 Para apoyar la toma de decisiones por parte de la dirección, de los operarios o del personal de mantenimiento se emplean habitualmente diferentes sistemas y/o aplicaciones basados en programas que ofrecen distintas funcionalidades y reproducen, por lo tanto, sólo aspectos parciales del proceso de toma de decisiones. Las razones del elevado número de sistemas y/o aplicaciones radican, por una parte, en la falta de amplios sistemas no disponibles en el mercado para apoyar la toma de decisiones y, por otra parte, el desarrollo histórico de las compañías de abastecimiento de agua, especialmente con vistas a los desarrollos propios de sistemas apoyados
- 25 por ordenador y/o basados en software y/o aplicaciones.
- Estos sistemas y/o aplicaciones individuales comprenden, por ejemplo, los sectores de planificación de uso de estaciones de bombeo, la gestión de presión de la planificación de mantenimiento basada en informaciones, con frecuencia estimadas y/o supuestas, sobre el estado actual (estado real) de la red.
- 30 Un sistema individual para el análisis y la optimización del funcionamiento y la suspensión de un sistema de abastecimiento de agua se conoce por el documento DE 20 2005 005 491 U1. Una unidad de procesamiento elabora en primer lugar, sobre la base de dos módulos de datos archivados en una memoria de datos, un modelo de instalación que presenta componentes de instalación, comprendiendo el primer módulo un modelo hidráulico y un modelo de tiempo del sistema de abastecimiento de agua, y el segundo módulo los datos correspondientes a los componentes de instalación y sus parámetros técnicos. A continuación, la unidad de procesamiento determina, a
- 35 partir de los parámetros de costes de los componentes de instalación contenidos en el tercer módulo, de acuerdo con los tiempos del modelo de día, los distintos costes dependientes del tiempo de los componentes de instalación y los costes resultantes del sistema de abastecimiento de agua.
- Otro sistema individual se describe en el documento EP 1 324 165 A2 que revela un procedimiento automático para la determinación de un criterio de gestión óptimo para el control de un sistema industrial, especialmente de una red
- 40 de abastecimiento de agua, por medio de un modelo de ecosistema y en base a normas Fuzzy.
- Estos sistemas y/o aplicaciones aprovechan generalmente diferentes conjuntos de datos y bases de datos como fuente y para el almacenamiento de datos, lo que en definitiva significa una eficiencia reducida, dado que no se prevé y/o no se puede aplicar ningún aprovechamiento sistemático continuo de nuevos conceptos de integración.
- 45 La utilización de diferentes sistemas y/o aplicaciones con funcionalidades individuales como así llamados sistemas "standalone" (sistemas tipo isla) y/o aplicaciones requiere siempre un cambio entre los sistemas y/o las aplicaciones así como la puesta a disposición de informaciones y datos respectivamente necesarios, especialmente con una estructura y/o un formato de datos adaptado al respectivo sistema o a la respectiva aplicación, a fin de poder emplear o aprovechar un sistema y/o una aplicación utilizando los resultados de otros sistemas y/o aplicaciones empleados.
- 50 Los resultados de cálculos relativos a la gestión de presión, por ejemplo, no se pueden emplear sin esfuerzos adicionales en la planificación de uso.
- Como ya se ha insinuado antes, la toma de decisiones se basa además en diferentes fuentes de datos, en especial en bases de datos históricas y/o específicas de aplicación que hasta ahora, debido a la falta de integración en un sistema general, se gestionan como bases de datos /sistemas "standalone". La fusión de informaciones de distintas
- 55 bases de datos "standalone" no sólo supone un considerable esfuerzo adicional en cuanto al tiempo, sino que a causa de la búsqueda manual de información es posible que se pasen por alto conjuntos de datos importantes, con lo que aumenta el riesgo de error.

Para una toma de decisiones más efectiva y eficaz para el sector de la distribución de agua y/o del transporte de agua, el empleo de una fórmula más amplia e integradora adquiriera una importancia decisiva. Esta fórmula ofrece la integración en el entorno del sistema de control, con lo que en el marco de la toma de decisiones se pueden aprovechar, además de los datos de simulación, topología, red, conservación, históricos, estructurales y de otro tipo, los datos en tiempo real que reflejan el estado actual de la red. La integración de sistemas y/o aplicaciones a través de interfaces estandarizados permite la gestión y administración centralizadas de datos así como la puesta a disposición de datos e informaciones necesarios como base elemental de la toma de decisiones y del apoyo de la planificación. Las decisiones necesarias se refieren al funcionamiento, a la planificación así como al mantenimiento de redes de agua (transporte y distribución). Especialmente las decisiones referentes al mantenimiento pueden dirigir medidas tácticas a corto plazo, por ejemplo la determinación de medidas de reparación necesarias, pero también medidas estratégicas a largo plazo, tales como la ampliación o nueva construcción o el saneamiento de redes de tuberías. Gracias a la fórmula integradora se podría reducir de modo correspondiente el grado de complejidad para las respectivas personas que toman la decisión.

Desde el punto de vista actual, no existen ni sistemas amplios integrados para el apoyo de la toma de decisiones ni tampoco, en lo que se refiere a la funcionalidad de un sistema de este tipo, ninguna descripción uniforme, lo que significa que las compañías de abastecimiento de agua emplean sistemas y/o aplicaciones diferentes. Hay que tener en cuenta que se conocen sistemas y/o aplicaciones que se emplean habitualmente en el marco de la toma de decisiones, pero que en la mayoría de los casos sólo representan soluciones aisladas que no pueden recurrir a una base de datos totalmente integrada y que, por lo tanto, sólo consideran aspectos parciales al tomar la decisión o sólo se pueden emplear en determinados sectores.

Por el documento US 2006/0117295 A1 se conoce una arquitectura de sistema genérica para una plataforma de automatización para la integración de la gestión de información, la monitorización de estado y el control en tiempo real de un sistema industrial distribuido. A este objeto se prevé una pluralidad de así llamados agentes de software para la implementación de funciones específicas, administrándose los agentes de software desde un sistema de gestión de agentes. Un agente de software es un programa capaz de detectar cambios en su entorno y de reaccionar a los mismos de forma autónoma. En el sistema industrial distribuido se recopilan informaciones de una instalación por medio de aparatos electrónicos inteligentes (IED) o de un sistema de control. Estas informaciones se facilitan a otros sistemas a través de agentes del aparato y agentes del sistema de control. Los agentes de la base de datos y de documentos proporcionan información adicional. Los agentes pueden comunicarse entre ellos, así como aprovechar servicios de otros agentes.

La invención tiene por objeto indicar una posibilidad para una toma de decisiones mejor y más eficiente en una red de abastecimiento de agua.

Esta tarea se resuelve por medio de un sistema con las características de la reivindicación 1.

En las demás reivindicaciones y en la siguiente descripción se indican variantes de realización ventajosas y perfeccionadas del sistema.

La invención antepone la fórmula integradora y describe funciones necesarias para el funcionamiento optimizado y para el mantenimiento y la conservación de redes de agua.

Una unidad de integración actúa como conexión o interfaz de enlace entre el proceso, la planificación así como sus funcionalidades, pudiéndose aprovechar y/o aplicar las funcionalidades en toda regla por medio de aplicaciones que se pueden demandar y ejecutar en la misma.

La integración de diferentes aplicaciones y/o unidades funcionales no sólo permite una importante simplificación en el apoyo a la toma de decisiones, sino que con esta fórmula las aplicaciones integradas pueden acceder también a una pluralidad de datos de otras aplicaciones y módulos integrados. Se puede mejorar, entre otros aspectos el control y la planificación de procesos teniendo en cuenta aspectos globales en lugar de, como hasta ahora, aspectos puramente locales.

El sistema presenta una estructura modular, lo que permite la máxima flexibilidad y diversidad de aplicaciones.

También se puede prever que las aplicaciones y unidades funcionales se conecten y/o comuniquen a través de interfaces estándar, siendo alternativamente posible el uso de interfaces propietarios.

Un acceso a aplicaciones y funcionalidades de la unidad de integración se puede llevar a cabo por varias vías y/o de distintas maneras.

Se prevé una unidad de visualización que se comunica con la respectiva aplicación realizada, según el sistema, de forma paralela y subordinada, y que envía o transmite las especificaciones del respectivo usuario a la aplicación y las respuestas y/o los resultados de la respectiva aplicación al usuario.

En una variante de realización ventajosa la unidad de integración dispone de una unidad de integración a través de la cual las superficies de usuario o los elementos de mando de las distintas unidades funcionales son integrables y accesibles, de modo que sea posible una visión directa sobre la respectiva aplicación y/o unidad funcional desde la unidad de integración y se pueda trabajar directamente en la respectiva aplicación y/o unidad funcional.

En la integración de unidades funcionales y funcionalidades o aplicaciones correspondientes se tienen que hacer distinciones con respecto a la profundidad de integración. Una unidad funcional y/o su aplicación se puede integrar a través de una pura transferencia de datos, al igual que a través de la integración de elementos superficiales o de mando, siendo necesario que se diferencie básicamente entre la simple demanda de una superficie o de un elemento y la navegación directa en un objeto dentro de la respectiva aplicación y/o unidad funcional.

Se prevé además que en caso de transferencia de datos y/o intercambio de información se recurra a la funcionalidad de una unidad de visualización.

Para un funcionamiento efectivo y eficaz de las redes de abastecimiento de agua, especialmente de la distribución, pero también del transporte, se prevé ventajosamente una serie de unidades funcionales así como las aplicaciones correspondientes del sector de la gestión de presión. También se pueden prever unidades funcionales de los sectores de gestión de energía, gestión de fugas, gestión de mantenimiento y apoyo de toma de decisiones.

Debido a la dependencia relevante de la aparición de fugas y del consumo de energía de la presión en la red de abastecimiento de agua, hay que transformar los elementos relacionados en una fórmula integrada.

El sistema reivindicado combina el sistema de control, así como las unidades antes citadas en un sistema general, y las amplía recíprocamente en funciones y/o funcionalidades adicionales. Cada funcionalidad forma parte de una unidad funcional que, basándose en estándares, realiza constantes intercambios con el sistema de control superior y, por lo tanto, con otros módulos funcionales.

Sólo considerando el conjunto o teniendo en cuenta todas las unidades funcionales o informaciones determinadas y proporcionadas por éstas es posible conseguir o provocar resultados óptimos en estimaciones, decisiones, planificación y mantenimiento.

Las funciones direccionadas permiten una amplia gestión y el funcionamiento de una red de agua.

Se prevé una unidad de planificación para la planificación del uso y el control (Planning & Scheduling), especialmente de estaciones de bombeo, para el accionamiento óptimo y económico, en cuanto al gasto de energía, de las bombas (Planning & Scheduling-Modul).

Se prevé además una unidad de estimación para la estimación de la futura demanda de agua por medio de la creación de modelos (modelo de pronóstico de consumo de agua).

También se prevé en el sistema una unidad de gestión de alarmas para listados de errores de gestión de alarmas y para la visualización de las alarmas (módulo de gestión de alarmas).

La unidad de visualización incluye la función de representación de datos geográficos, entre otros.

En una variante de realización ventajosa se prevé al menos una unidad de control para la activación óptima de las válvulas de regulación de presión (módulo de regulación de presión).

Además se puede prever una unidad de procesamiento para la determinación de la distribución de agua en la red de abastecimiento de agua mediante la creación de un modelo matemático-físico (módulo de distribución de agua).

También se puede prever ventajosamente una unidad de predicción para la predicción y/o la detección y/o la caracterización, localización y visualización de fugas y roturas de tuberías (unidad de fugas).

Por otra parte se prevé una unidad de corrección de errores para la intervención automática y ejecución de acciones y/o medidas necesarias y/o críticas en cuanto a seguridad (unidad de subsanación de errores).

Como medida de perfeccionamiento se puede prever también una unidad de simulación para la simulación de diferentes escenarios (unidad de gestión de escenario).

Otras unidades que se pueden emplear ventajosamente, también en combinación, son la unidad de mantenimiento y la unidad de análisis y gestión de la vulnerabilidad.

La exposición más amplia y la explicación de la invención, así como de variantes de realización ventajosas y perfeccionadas, se llevan a cabo a la vista de algunas figuras y ejemplos de realización.

Se ve en la

Figura 1 un sistema según la invención configurado a modo de ejemplo;

Figura 2 un sistema según la invención configurado a modo de ejemplo con unidades funcionales externas incorporadas y/o integradas en el sistema de control a través de la unidad de integración.

En la figura 1 se muestra un sistema configurado a modo de ejemplo para la toma optimizada de decisiones en redes de abastecimiento de agua y/o compañías de abastecimiento de agua, con al menos un sistema central de procesamiento de datos y un sistema de control 12 con al menos una unidad de integración 14, así como al menos una unidad funcional, en el ejemplo aquí representado cuatro unidades funcionales, para la determinación y/o el procesamiento de información de estado referida a la respectiva red o al funcionamiento. Por medio de la unidad de integración 14 se provoca una integración y/o incorporación de las funcionalidades 24 y de la correspondiente aplicación de las respectivas unidades funcionales en el sistema de control 12, de manera que la funcionalidad del

sistema de control se amplía en la funcionalidad de la respectiva unidad funcional y/o el sistema de control y la al menos una unidad funcional interactúen de forma que algunas de las funciones y/o la funcionalidad 24 de la respectiva unidad funcional se pueda demandar y/o ejecutar y/o utilizar a través de la unidad de integración 14 y/o del sistema de control 12 y/o al menos otra unidad funcional y que, como consecuencia, las informaciones de estado adicionales se puedan obtener y proporcionar para una toma de decisión, especialmente en relación con una tarea técnica o un problema técnico.

Se puede prever ventajosamente que, después de la integración y en caso de necesidad, algunas de las funciones del sistema de control se puedan poner a disposición y/o existan también en los distintos módulos funcionales.

Se prevé además un sistema de gestión de información 26 que funciona y sirve, junto con la unidad de integración 14, el sistema de control 12 y las unidades funcionales, como base central de información y/o de datos y/o a través del cual se puede conseguir y/o garantizar un flujo y/o intercambio de información continuo entre el sistema de control y las unidades funcionales.

En la figura 2 también se ilustran, en una selección a modo de ejemplo, que en ningún caso es definitiva, diversas unidades funcionales previsibles o integrables en el sistema de control.

La unidad de planificación 30 prevista tiene la función de activar óptimamente las bombas que se empleen para la generación del caudal y de la presión en la red de abastecimiento de agua. Como magnitudes de optimización se utilizan la energía empleada, los costes de explotación, el número de bombas necesarias y las aberturas de válvulas de regulación de presión.

La unidad de previsión 32 proporciona una estimación localmente resuelta, basada por ejemplo en informaciones GIS, del futuro consumo de agua en la red de abastecimiento de agua, que sirve de base para el procedimiento de optimización o del proceso de optimización y, especialmente, el algoritmo de optimización tomado como base.

Otra magnitud de entrada para la planificación de uso es el resultado del modelo de distribución de agua o de un modelo hidráulico de la red de agua, que determina o calcula la distribución del agua y/o de los flujos y de la presión en la red de abastecimiento, teniendo en cuenta las posiciones de las válvulas de regulación de presión y del consumo de agua estimado. Estas informaciones sirven de base para una posible optimización posterior del uso de bombas así como de los consiguientes costes de las bombas, para lo que se calculan y aplican horarios de funcionamiento de bombas óptimos o optimizados, teniendo en cuenta posibles tarifas de corriente eléctrica, niveles de llenado de reserva y requisitos de presión mínimos.

Además de las bombas, los depósitos de reserva, que se llenan por medio de bombas, también pueden jugar un papel importante (altura geodésica).

Cuando una unidad de gestión de alarmas 34 transmite mensajes de avería de bombas o válvulas, o cuando comunica una fuga en una sección de tubería o sección de red, es posible considerarlos en el modelo de distribución de agua y en el algoritmo de optimización de activación de bombas, con lo que se puede reaccionar debidamente. Las bombas defectuosas ya no se activan, las zonas en las que existe una válvula de regulación de presión defectuosa, especialmente cuando la válvula está cerrada o ya no se puede controlar, se tienen que bastecer mediante otra estrategia distinta a la anterior y las presiones elevadas en tuberías con fugas se tienen que evitar, al igual que otras fugas adicionales.

Si los valores de consumo de agua estimados difieren un poco de los valores de consumo reales, sobre todo más allá de un margen límite preestablecido, se produce a través de la regulación global (del sistema general) del número de revoluciones de las bombas en marcha y de la posición de las válvulas de regulación de presión, una adaptación automática a la situación momentánea. En caso de diferencias demasiado grandes entre el consumo de agua estimado y el real, se reinicia el procedimiento de optimización o el algoritmo de optimización tomado como base, que se ejecuta, como mínimo, una vez al día, teniendo en cuenta la situación actual. Para la determinación de la planificación de uso se emplea un modelo de red hidráulico en el que se modela de forma correspondiente la red de abastecimiento de agua en cuestión. Es importante que se tenga en cuenta que, para la determinación de la planificación de uso óptima, es necesario realizar un cálculo de optimización y desarrollar el modelo como modelo de optimización. Un "solver" o solucionador correspondiente proporciona la solución del problema de optimización. Las condiciones límite correspondientes se establecen en el marco de la configuración del modelo. El modelo se puede crear o realizar mediante el empleo de bibliotecas de modelo que pueden contener, entre otros, modelos individuales para tuberías, válvulas de regulación de presión, consumidores y fuentes.

La base para la optimización es un modelo de optimización que se genera de forma automatizada en base al modelo de simulación. Al modelo de optimización se añaden después las necesarias condiciones límite funcionales y físicas.

El registro y/o la creación del modelo se pueden realizar ventajosamente de forma gráfica o textual. Los datos necesarios o informaciones se pueden poner a disposición y/o proporcionar para su demanda, por ejemplo, a través del sistema de gestión de información 26, que forma o proporciona una base de datos común para las aplicaciones integradas, funcionalidades 24 y unidades funcionales, a la unidad de planificación de uso o unidad de planificación 30.

En una variante de realización ventajosa, los interfaces de datos se pueden configurar como interfaces estándar, especialmente basados en OPC, pudiéndose llevar a cabo la demanda y/o ejecución de la respectiva unidad

funcional, funcionalidad y/o aplicación de forma controlada en función del incidente, es decir automáticamente en caso de un cambio en el estado de la red como, por ejemplo, un fallo de la bomba, o en función del tiempo, es decir, automáticamente conforme a ciclos de tiempo debidamente fijados, o manualmente por medio de instrucciones del operario.

5 Se puede prever además que el período que se tenga que considerar para la planificación de uso, se fije de acuerdo con la configuración de la respectiva unidad funcional pudiendo comprender, por ejemplo, un espacio de tiempo de 24 horas, con lo que es posible una planificación de previsión. Los pasos de tiempo, para los que se establecen respectivamente los puntos de funcionamiento de las bombas, también se pueden configurar y/o adaptar de manera ventajosa. Un típico paso de tiempo corresponde, por ejemplo, a 15 min.

10 Los resultados de la planificación de uso se pueden transmitir como series temporales, por ejemplo a través de un interfaz estándar previsto y concebido para ello, como OPC, al sistema de gestión de información y almacenar en el mismo.

15 En otra variante de realización se prevé al menos una unidad de regulación de presión 36 que, especialmente en base a la regulación y/o a la vista de informaciones de sensores y/o valores de medición así como valores característicos, consigue condiciones de presión óptimas en la red de abastecimiento de agua. Por medio de un horario de funcionamiento de bombas optimizado y preestablecido, que se proporciona especialmente como resultado de la planificación de uso en forma de una serie temporal a través de la gestión de información, y/o del consumo de agua estimado y/o de la presión reinante, se determina y/o calcula para cada válvula de regulación de presión un valor teórico de apertura optimizado según puntos de vista globales de energía y costes.

20 Este valor global determinado de forma integral, es decir, teniendo en consideración todo el sistema, se puede adaptar respectivamente en función de la demanda de agua actual mediante una regulación de la abertura de válvula en tiempo real localmente previsible. Como base para la determinación se puede emplear un modelo de red con cuya ayuda se calculan y determinan los parámetros hidráulicos necesarios, por ejemplo qué válvula se abre cuándo, dónde y en qué posición y durante cuánto tiempo.

25 Al igual que en el caso de la planificación de uso, el respectivo modelo es previsible como modelo de optimización, estableciéndose las respectivas condiciones límite en el marco de la configuración del respectivo modelo. El modelo se puede crear o realizar mediante el empleo de bibliotecas de modelo que pueden contener, entre otros, modelos individuales para tuberías, válvulas de regulación de presión, consumidores y fuentes.

30 Las informaciones y los datos necesarios se pueden proporcionar a la unidad de regulación de presión 36 ventajosamente desde el sistema de gestión de información 26, por ejemplo a través de un interfaz estándar como OPC.

35 La regulación de la presión 36 puede seguir los pasos de tiempo configurados en la planificación de uso 30 (p. ej. 15 min.) y llevar a cabo durante un espacio de tiempo correspondiente, tal como se considera en la planificación de uso. Los resultados se guardan de forma centralizada en el sistema de gestión de información 26, por lo que están disponibles para otras aplicaciones y/o funcionalidades, por ejemplo para la transmisión a los respectivos actuadores.

40 En una variante de realización ventajosa se prevé al menos una unidad de simulación 38 que configura o genera y/o proporciona un modelo de la red de abastecimiento de agua descrito por medio de normas de base matemático-física. Con ayuda de este modelo se pueden determinar y/o predecir, en dependencia del suministro actual de agua (caudal, presión) y del consumo actual o estimado de agua en los distintos nudos, la presión y el caudal teóricos a esperar teóricamente en la red de abastecimiento de agua, además de otras informaciones, como las velocidades de caudal.

45 Con el consumo de agua conocido o estimado, la distribución de presión conocida o simulada en el sistema de abastecimiento de agua o las posiciones teóricas de las válvulas de regulación de presión conocidas, el módulo permite además una determinación del suministro de agua necesario. Con ayuda de este modelo se puede simular cualquier tipo de situación imaginable que la unidad Planning-Scheduling 30 necesita para la optimización de las bombas y válvulas de regulación de presión o que precisa el gestor de escenario.

50 En función de la calidad del modelo y debido a la integración en el sistema de control 12, los mensajes de error de la unidad de gestión de alarmas (como fugas, roturas de tuberías, bombas o válvulas de regulación de presión defectuosas) se pueden incorporar automáticamente al modelo, de modo que siempre se pueda disponer de un modelo realista. También este modelo se puede crear utilizando bibliotecas de modelos.

55 La simulación se puede controlar en función de un incidente, es decir, en caso a producirse un cambio en el estado de red, o en función del tiempo, es decir, de acuerdo con ciclos establecidos, o iniciar manualmente. El dominio de tiempo así como los pasos de tiempo para los que se vaya a realizar el cálculo se establecen de forma correspondiente en la configuración, pudiéndose producir la simulación, por ejemplo, durante el período de las siguientes 24 horas en pasos de 15 minutos. Los datos importantes que debe facilitar el sistema de gestión de información 26 son los datos de proceso actuales, por ejemplo presiones y/o flujos, datos históricos, por ejemplo presiones y flujos a través de un período de, por ejemplo, la última semana, y los ajustes actuales de los componentes del sistema o de la red, tales como bombas y válvulas. También se pueden emplear en el modelo de

simulación datos de pronóstico, si se trata de simular a través de un período de tiempo situado en el futuro. Dependiendo de si el modelo de simulación se emplea online, es decir, teniendo en cuenta los datos de proceso actuales, u offline, teniendo en cuenta datos históricos, se produce una variación de los requisitos de disponibilidad de datos.

- 5 Para poder regular la presión idónea en la red de abastecimiento de agua bajo puntos de vista de energía y costes óptimos, se estima en otra variante de realización el futuro consumo de agua distribuido global y localmente por medio de la unidad de previsión 32, pudiéndose elaborar, mediante el empleo de datos de caudal y de presión actuales e históricos de la red de suministro y de informaciones GIS, un modelo localmente resuelto para el pronóstico del consumo de agua que se actualiza automáticamente y se adapta a la situación. Para una mayor
10 precisión y mejor estimación del consumo de agua se pueden integrar en el modelo, además de los datos de caudal, datos meteorológicos y/o datos de planificación de producción de grandes empresas.

- Para poder detectar errores en el sistema con la mayor rapidez posible, una unidad de gestión de alarmas 34 transmite los mensajes de error editados, en otra variante de realización, a un operario o al respectivo responsable. Los errores se editan de manera que se puedan clasificar de acuerdo con su gravedad y tipo. Se indican además
15 sólo las causas de error y no los errores consecuentes relacionados con el error, dado que para el operario supondrían una invasión de información. Esta norma sólo se invalida si se trata de un error consecuente crítico en cuestión de seguridad. Según el tipo de error, los errores se pueden representar en forma de texto o de forma gráfica.

- Las alarmas indicadas pueden comprender, además de las alarmas transmitidas desde el campo, por ejemplo un controlador, al sistema de control 12 alarmas adicionales generadas por los distintos módulos. Como ejemplo se
20 puede indicar el control de resultados de simulación; los resultados de simulación para objetos se comparan con los límites de alarma establecidos para estos objetos generándose, en caso de violación de un límite de este tipo, una alarma especial en un listado de alarmas basado en el sistema de control.

- En otra variante de realización se prevé una unidad de apoyo de toma de decisiones 40, dado que en este módulo o en esta unidad se procede a la correspondiente evaluación de las alarmas, determinándose a través de una
25 apreciación de riesgos la relevancia de una alarma para el funcionamiento de la red general.

- También se puede prever ventajosamente una unidad de fugas 42 que detecta y/o localiza precozmente fugas existentes, futuras o que se vislumbran. Se emplean procedimientos que observan y evalúan permanentemente los valores de medición online localmente resueltos, como el desarrollo de la presión y del caudal. Si en un punto se
30 producen inesperadamente variaciones de presión o caudal, se analizan las señales online directas o del entorno por medio de un algoritmo inteligente para detectar fugas y se toma una decisión acerca de la existencia de un error. Para la caracterización de la gravedad y localización del error, se puede utilizar el modelo de distribución de agua y el gestor de escenario, en el que se simulan, entre otros, diferentes escenarios de fuga.

- En una variante de realización ventajosamente perfeccionada se puede prever una unidad de toma de decisiones 40 con la que, para apoyar la toma de decisiones, se presentan y/o elaboran propuestas de decisión en relación con el mantenimiento y la planificación de inversiones de la red y del material de abastecimiento de agua y/o de los medios de producción relacionados. Partiendo de las informaciones sobre costes del sistema ERP, consultas de clientes, informes electrónicos de mantenimiento, conocimientos de fugas y roturas de tuberías de la unidad de fugas 42 o de la unidad de detección de fugas, cálculos de vida útil e informaciones adicionales del campo, así como de valores de
40 experiencia, por ejemplo de una unidad de gestión de conocimientos como un diario electrónico de servicio, se pueden determinar y calcular estrategias de mantenimiento y sustitución de coste óptimo.

- La unidad de apoyo de toma de decisiones 40 realiza una valoración basada en los riesgos y/o una ponderización y/o una priorización de las alarmas pendientes, que se guardan por ejemplo, en el sistema de gestión de información 26, y permite, por lo tanto, un enfoque en las alarmas esenciales para el funcionamiento. Las alarmas valoradas y
45 consideradas relevantes o importantes se transmiten a la unidad de gestión de alarmas 34.

- De esta manera se puede reducir al mínimo el número de alarmas a procesar por el personal de servicio. Para estas alarmas se proponen después las correspondientes medidas o estrategias, lo que se hace en base a las reglas y/o con ayuda de árboles de decisión que se definen para los distintos grupos de alarma.

- A partir de estas propuestas se pueden establecer prioridades de mantenimiento y se puede elaborar un plan de
50 mantenimiento óptimo, teniendo en cuenta existencias, personal existente, emergencias, permisos de construcción y el lugar de uso.

- La unidad de apoyo de toma de decisiones 40, así como la aplicación correspondiente, funcionan y/o se ejecutan de forma continua, iniciándose y/o realizándose y/o ejecutándose la elaboración de posibles propuestas y/o la valoración de alarmas pendientes controladas en función del incidente, es decir, automáticamente en caso de
55 producirse una variación en el estado de la red, o controladas en función del tiempo, es decir, de acuerdo con ciclos de tiempo preestablecidos o por medio de instrucciones de actuación manual, especialmente por parte del personal de servicio.

También en este caso los respectivos resultados, al igual que las restantes unidades funcionales se guardan de forma demandable y accesible en el sistema de gestión de información 26, pudiéndose utilizar o emplear igualmente

interfaces estándar, como OPC o interfaces propietarios, por ejemplo gracias a la utilización o al empleo de Application Programming Interfaces (API).

Dado que la unidad de apoyo de toma de decisiones propone una alarma basada en el tiempo con una medida correspondiente, proponiendo especialmente el sistema de toma de decisiones una medida para el tratamiento de un problema, no se transmiten series de tiempo al sistema de gestión de información 26.

Además se propone ventajosamente una unidad de compensación de errores 44 o una unidad de subsanación de errores que, en caso de producirse problemas en el campo o de errores en el sistema, elabora y proporciona, conforme a la base de datos y/o la regulación, especialmente en interacción con el sistema de gestión de información 26 y/o la unidad Planning-Scheduling 30, una o varias vías de solución o propuestas de solución para subsanar los errores, generándose y/o proporcionándose en el modo manual (Open-Loop-Control) una instrucción paso a paso que apoya al operario en la subsanación de errores, o eliminándose automáticamente en el modo automático (Closed-Loop-Control) el respectivo error mediante la ejecución automática de instrucciones de actuación y/o comandos dados por el sistema, especialmente por el sistema de compensación de errores conectado al sistema de control o el propio sistema de control. En principio se puede elegir entre los dos modos, no pudiéndose seleccionar la función de Open-Loop-Control para errores críticos en cuestión de seguridad o relevantes, a fin de evitar especialmente un retraso en la desconexión de la instalación por parte del usuario.

También se puede prever que en caso de aplicaciones críticas en cuestiones de seguridad siempre debería obtenerse un "consentimiento" del personal de mando.

Los modos manual y automático no sólo se limitan a la eliminación y subsanación de errores, sino que también se pueden utilizar y/o emplear para el control de las bombas y de las válvulas de regulación de presión. En el modo manual sólo se comunican al operario de la instalación propuestas de regulación óptimas a través de la unidad de Planning-Scheduling 30, que puede aceptar pero también cambiar. En el modo automático estos valores se aceptan automáticamente, funcionando la respectiva instalación automáticamente conforme a los mismos.

Se prevé ventajosamente una unidad de gestión de escenarios 48 para apoyar la realización y gestión de escenarios, con la que los distintos escenarios, ya sean reales o ficticios, se puedan simular y/o reproducir de manera realista, pudiéndose definir y/o indicar los escenarios con, por ejemplo,

- * diferentes bombas activas,
- * válvulas de regulación de presión con distintas posiciones,
- * niveles de llenado de depósitos de reserva,
- * aislamiento de zonas de la red,
- * consumo de agua regulables y localmente resuelto y/o
- * posibles fugas en las tuberías.

Por consiguiente, los valores actuales de la red de abastecimiento de agua se pueden emplear sin cambios y/o adaptar de forma específica y conforme a los deseos y/o a las ideas, especialmente a las ideas de un operario de la instalación. De esta manera no sólo es posible probar y/o comprobar diferentes combinaciones de parámetros a modo de simulación, sino que también se pueden simular posibles casos de errores y/o causas como, por ejemplo, fugas. Debido a un estrecho enlace y/o combinación de las distintas unidades funcionales se puede comprobar por deseo del usuario, a modo de simulación, el correcto funcionamiento y trabajo del sistema de gestión de alarmas, detección de fugas, Decision-Support, Open-Loop / Closed Loop-Control y de la unidad de Planning-Scheduling.

La base del gestor de escenarios es el modelo de distribución de agua que con ayuda de los parámetros preestablecidos se puede adaptar al caso de simulación deseado.

Se prevé además una unidad de planificación de mantenimiento 50 con la que el mantenimiento de componentes defectuosos se puede planificar cuidadosamente y realizar de manera eficiente. La unidad de planificación de mantenimiento 50 mantiene disponible para cada encargo de mantenimiento una pluralidad de informaciones que cada operario de mantenimiento puede adaptar y/o completar, especialmente después de haber acabado el trabajo. Las informaciones las pueden demandar y/o procesar y/o adaptar tanto una unidad de procesamiento de datos estacionaria, especialmente el PC de la oficina de mantenimiento, como un equipo terminal móvil, por ejemplo, un ordenador portátil, PDA, gafas de realidad virtual. Esto se refiere también a instalaciones, medios auxiliares y aplicaciones del sector "Augmented Reality" o realidad ampliada.

En el caso de las informaciones a las que se puede acceder se trata, por ejemplo, de

- * lugar de uso,
- * componentes defectuosos,
- * tipo de error y grado de deterioro (tipo, posición)
- * funcionamiento del componente (plan de funcionamiento o de conmutación, plan de tuberías, hoja de

datos),

- * trabajos anteriores en este componente o en componentes contiguos (historial),
- * interlocutores, responsables,
- * eventualmente estado del suelo,
- 5 * imágenes del lugar de uso, datos cartográficos,
- * observaciones o anotaciones y/o
- * datos de factura, facturas y de pedidos.

La unidad de planificación de mantenimiento 50 puede contener y/o generar, especialmente a través de interfaces previstos para ello, una conexión a un Computerized Maintenance Management System (CMMS) o a un Enterprise Resource Planning (ERP) System o a un sistema de información geográfica (GIS).

Por medio de una unidad de visualización 52, que comprende posibilidades funcionales para la representación de datos geográficos y para la visualización de diferentes estados del sistema, se pueden integrar y visualizar aplicaciones externas en el Operator Workplace o en el entorno de mando del sistema de control 12. Como ejemplo se puede señalar aquí el sistema de información geográfica (GIS) en el que se indican y/o muestran, por ejemplo, en los correspondientes niveles, los resultados de la simulación de red y/o las informaciones de mantenimiento y/o los estados de red y/o las posiciones de empleados y/o las zonas con estados críticos y/o las informaciones de alarma editadas gráficamente.

Una ventaja básica del sistema descrito y reivindicado consiste en que gracias a la integración llevada a cabo es posible "una mirada" o una visión del proceso. Las informaciones relevantes están disponibles de forma condensada, dado que las distintas funciones están integradas en la solución global. Otra ventaja consiste en que las aplicaciones externas se pueden integrar en el sistema por medio de la aplicación modular a través de una plataforma de integración. A este respecto hay que destacar que el intercambio de datos se lleva a cabo a través de la unidad de integración y que las distintas unidades o módulos funcionales no se tienen que integrar directamente, lo que con vistas a la posibilidad de intercambio y mantenimiento de algunos módulos o unidades ofrece ventajas considerables.

En lo que se refiere al uso de una aplicación integrada de este tipo se pueden destacar las siguientes ventajas:

- * la integración de una unidad para el apoyo de la toma de decisiones permite al operario, en dependencia de sus conocimientos en relación con la respectiva situación, obtener más información de diferentes aplicaciones y/o unidades funcionales sin necesidad de cambiar el sistema. El operario dispone además de las opciones de actuación actuales respectivamente óptimas como, por ejemplo, un horario de uso optimizado de las estaciones de bombeo y válvulas de reducción de presión. En dependencia de la configuración, el operario puede recurrir a diferentes modos. Además de una configuración como "Open-Loop" (instrucción paso a paso para subsanar un error) también es posible una configuración como "Closed-Loop" (ejecución automática de acciones necesarias);
- 30 * ahorro de tiempo gracias a una solución unificada: el operario ya no tiene que buscar la información importante en diferentes puntos, sino que se le presenta toda la información existente de manera uniforme y completa. Gracias a la superficie constante (Look&Feel) el operario se maneja más rápidamente en el sistema y no tiene que aprender el manejo de muchos sistemas tipo isla diferentes incompatibles, con lo que se consigue ventajosamente una reducción del tiempo de aprendizaje, se incrementa la comodidad para el usuario y/o se pueden facilitar informaciones referidas al respectivo objeto;
- 40 * fórmula unificada para el manejo de alarmas e incidentes: las alarmas y los incidentes generados desde el proceso (por ejemplo, a través de un controlador) se pueden representar, al igual que las alarmas procedentes de los cálculos, en los listados de alarmas e incidentes;
- 45 * la integración de aplicaciones para la simulación de red permite iniciar directamente desde el entorno de mando las simulaciones necesarias (por ejemplo, What-If), sin que el funcionamiento se vea afectado por ello. Por lo tanto se pueden generar informaciones adicionales;
- * los resultados de distintas aplicaciones se pueden visualizar en otras aplicaciones diferentes. Así se pueden indicar, por ejemplo, las alarmas que se producen en los sistemas de información geográfica integrados del mismo modo que en gráficos de proceso y también es posible y/o se puede proporcionar una representación combinada de datos de espacio y tiempo en un entorno de visualización;
- 50 * la correlación de datos de diferentes aplicaciones y fuentes también es posible, con lo que los cambios en la red de abastecimiento de agua se pueden detectar de manera más precoz.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para la determinación y/o el procesamiento de informaciones de estado relacionadas con la red de abastecimiento de agua con, al menos, una unidad de procesamiento de datos central, un sistema de control (12), al menos una unidad de integración (14), un sistema de gestión de información (26), así como unidades funcionales,
 - * determinando y controlando las unidades funcionales informaciones de estado,
 - * provocando la unidad de integración (14) una integración de la funcionalidad de las unidades funcionales (42, 38, 52, 30...) en el sistema de control (12) de manera que la funcionalidad del sistema de control se amplíe en la funcionalidad de la respectiva unidad funcional y que el acceso a distintas funciones y/o a la funcionalidad de las distintas unidades funcionales se produzca desde la unidad de integración (14) y actuando el sistema de gestión de información (26), en interacción con la unidad de integración (14), el sistema de control (12) y las unidades funcionales (42, 38, 52, 30...) como base de datos central, activando un intercambio continuo de datos e información entre el sistema de control y las unidades funcionales, con lo que las unidades funcionales pueden acceder a datos e informaciones de otras unidades funcionales integradas,
 caracterizado por que entre las unidades funcionales cuentan:
 - * una unidad de planificación de uso (30) para la activación óptima de bombas que se emplean para la generación del caudal y de la presión en la red de abastecimiento de agua,
 - * una unidad de previsión (32) para proporcionar una estimación localmente resuelta del futuro consumo de agua en la red de abastecimiento de agua,
 - * una unidad de gestión de alarmas (34) para proporcionar mensajes de fallo de bombas o válvulas o para comunicar una fuga en una sección de tubería o en una sección de red,
 - * una unidad de compensación de errores (44) que, en caso de producirse errores en el sistema, proporciona conforme a la base de datos y/o a las regulaciones, en interacción con una unidad de planificación de uso (30), una o varias propuestas de solución para subsanar los errores, eliminándose el respectivo error por medio de la ejecución automática de comandos por parte de la unidad de compensación de errores (44) conectada al sistema de control (12) o por medio del propio sistema de control y
 - * una unidad de visualización (52) que comprende posibilidades funcionales para la representación de datos geográficos y para la visualización de diferentes estados del sistema que se comunica con la respectiva unidad funcional y su aplicación, transmite órdenes de un usuario a la aplicación, respuestas y resultados de la respectiva aplicación a un usuario, visualiza informaciones y datos editados temporal y localmente, sirviendo la estimación del futuro consumo de agua como base para el procedimiento de optimización de la unidad de planificación de uso,
 - * considerándose y reaccionándose debidamente a los mensajes de fallo o el comunicado de una fuga en el algoritmo de optimización de activación de bombas al no activar más las bombas defectuosas al abastecer las zonas en las que existe una válvula de regulación de presión defectuosa, especialmente cuando la válvula está cerrada y ya no se puede activar, con otras estrategias diferentes a las anteriores y evitando presiones elevadas en las tuberías con fugas.
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que por medio de la unidad de visualización se pueden integrar aplicaciones externas en un entorno de mando del sistema de control, pudiéndose indicar en un sistema de información geográfica (GIS) estados de red y/o zonas con estados críticos y/o informaciones de alarmas editadas gráficamente.
3. Sistema según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que se prevé una unidad de simulación (38) que proporciona un modelo de la red de abastecimiento de agua descrito por medio de normas de base matemático-física para la determinación y/o previsión de la presión y del caudal teóricamente a esperar en la red de abastecimiento de agua en dependencia de la aportación actual de agua y del consumo de agua actual o estimado en los distintos nudos, incorporándose automáticamente al modelo los mensajes de error confirmados de la unidad de gestión de alarmas (34).
4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se prevé un módulo para la detección y localización de fugas (42) que detecta y localiza precozmente fugas y roturas de tuberías que se vislumbran en la red de abastecimiento de agua por medio de valores de medición online localmente resueltos, aprovechándose para la caracterización de la gravedad y para la localización del error, un modelo de distribución de agua y un gestor de escenarios con los que se pueden simular, entre otros, diferentes escenarios de fuga.
5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se prevé una unidad de regulación de presión para conseguir condiciones de presión óptimas en la red de abastecimiento de agua a través de una activación óptima de válvulas de regulación de presión, determinando la unidad de regulación de presión un valor teórico de apertura óptimo bajo puntos de vista energéticos por medio de un horario de uso de bombas optimizado preestablecido por la unidad de planificación de uso y/o del consumo de agua estimado y/o de una presión reinante para cada válvula de regulación de presión.

- 5 6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se prevé una unidad de apoyo de toma de decisiones (40) que realiza una valoración y/o ponderación y/o priorización basada en riesgos de las alarmas pendientes, transmitiendo las alarmas consideradas como relevantes o importantes a la unidad de gestión de alarmas (34).
- 10 7. Sistema según la reivindicación 6, caracterizado por que la unidad de apoyo de toma de decisiones (40) elabora propuestas de decisión en la planificación de mantenimiento e inversión de la red de suministro de agua y/o medios de funcionamiento correspondientes, determinado estrategias de mantenimiento y de sustitución de coste óptimo a partir de las informaciones sobre costes del sistema ERP, consultas de clientes, informes electrónicos de mantenimiento, conocimientos de fugas y roturas de tuberías de la unidad de fugas (42) o de la unidad de detección de fugas, cálculos de vida útil e informaciones adicionales del campo, así como valores de experiencia coste óptimo.
- 15 8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los resultados de la planificación de uso se pueden transmitir como series de tiempo al sistema de gestión de información y almacenar allí.
- 20 9. Sistema según la reivindicación 2, caracterizado por que las alarmas que se producen en el sistema de información geográfica se indican al igual que en un gráfico de proceso.
- 25 10. Sistema según la reivindicación 3, caracterizado por que los mensajes de error de la unidad de gestión de alarmas (34) se integran automáticamente en el modelo de la red de abastecimiento de agua con lo que siempre se dispone de un modelo realista.
- 30 11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de integración (14) dispone de un dispositivo de integración a través del cual se integran las superficies de usuario o los elementos de mando de las distintas unidades funcionales y aplicaciones, con lo que es posible una visión directa de la respectiva aplicación y/o unidad funcional desde la unidad de integración y trabajar directamente en la respectiva aplicación y/o unidad funcional.

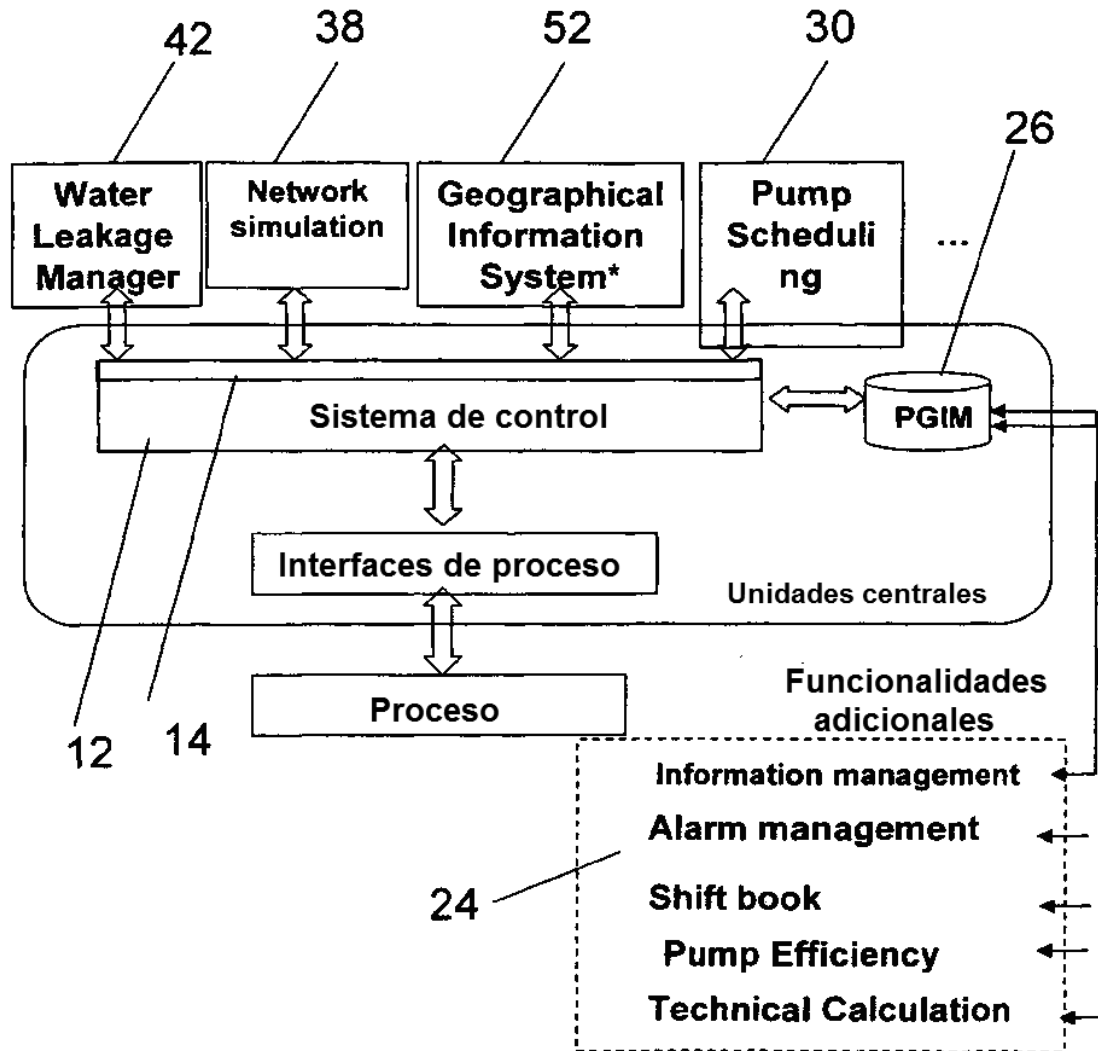


Fig .1

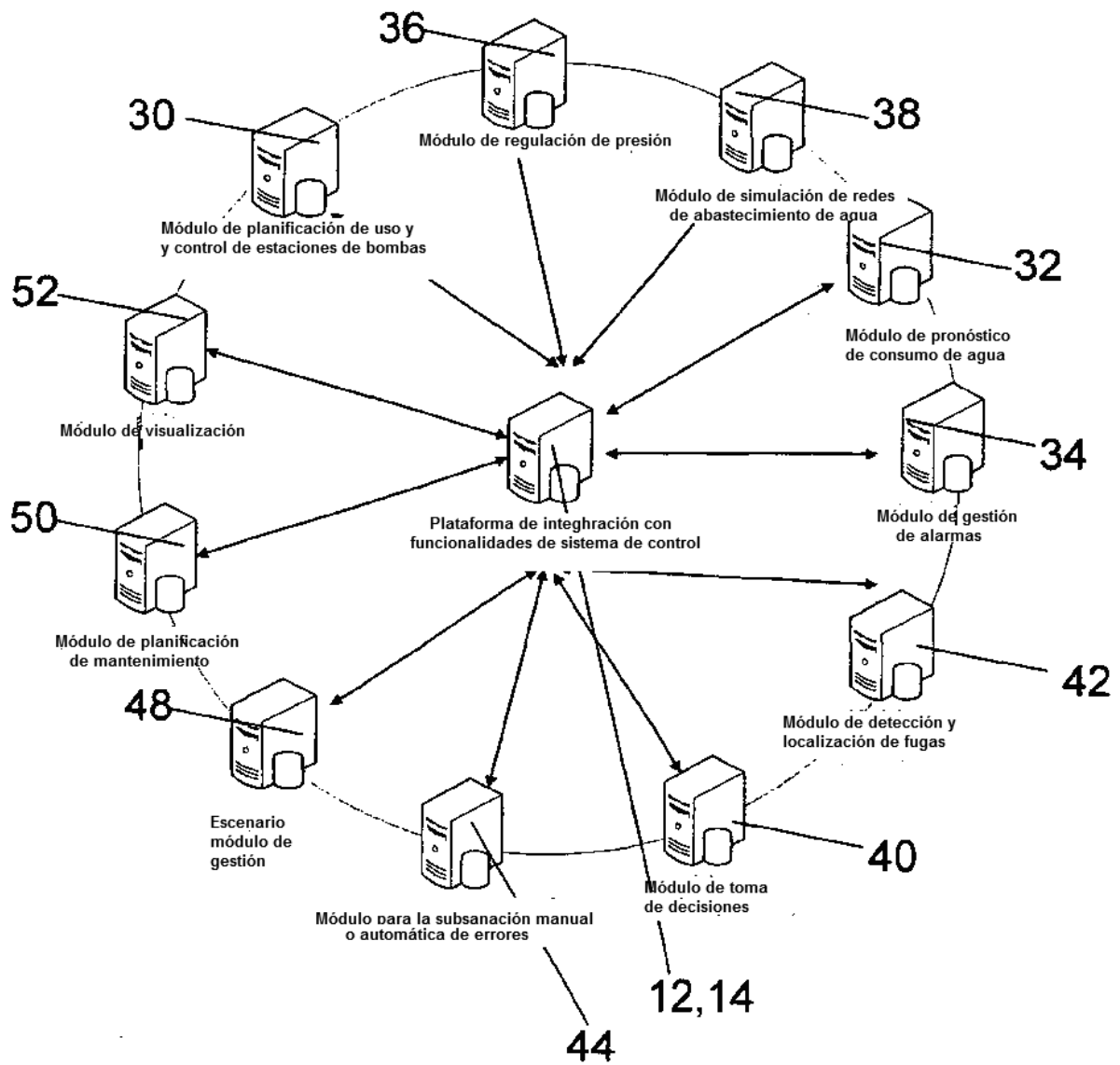


Fig. 2