

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 210**

51 Int. Cl.:

G01D 4/02 (2006.01)

G01F 1/56 (2006.01)

G06F 17/18 (2006.01)

G06F 17/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.04.2014 PCT/DK2014/000019**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014 WO14173414**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2014 E 14729203 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2989427**

54 Título: **Sistema de monitorización**

30 Prioridad:

26.04.2013 DK 201300249

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

15.11.2017

73 Titular/es:

**REMONI APS (100.0%)
Sudkærvej 9
8752 Østbirk, DK**

72 Inventor/es:

MADSEN, BO, ESKEROD

74 Agente/Representante:

JIMENEZ URIZAR, Maria

ES 2 642 210 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 de monitorización.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a un sistema y a un método para la monitorización no intrusiva. La presente invención se refiere más particularmente a un sistema y a un método para la monitorización no intrusiva a nivel de dispositivo para
10 revisar instalaciones técnicas para identificar dispositivos que causan pérdida de recursos.

Estado de la Técnica

15 El desperdicio y el consumo excesivo de recursos son una preocupación importante en la sociedad moderna, porque conduce a problemas ambientales y económicos. Una parte significativa de los recursos desperdiciados proviene de dispositivos disfuncionales o ineficientes. Los dispositivos disfuncionales pueden conducir a un desperdicio de recursos porque la producción prevista se daña o incluso se pierde, mientras que los
20 dispositivos ineficientes pueden conducir al sobreconsumo de recursos para obtener la producción deseada.

De la producción industrial es bien sabido que se pueden identificar problemas presentes y emergentes, y reducir el sobreconsumo de recursos, mediante un monitoreo continuo a
25 nivel de los dispositivos de producción individuales. El reto de los sistemas actuales es, sin embargo, que los gastos para instalar y operar todo el conjunto de tecnologías especializadas necesarias limitan las áreas de uso. Además, estos sistemas de monitorización a menudo son complicados para adaptarse a instalaciones de dispositivos existentes y son difíciles de encajar de forma aceptable en los diseños.

30 Los llamados sistemas de monitorización no intrusiva (NILM) que aplican una técnica que, por ejemplo, determina la composición de la carga eléctrica de un hogar a través de un único punto de medición en la alimentación principal son bien conocidos. La técnica es descrita por G. W. Hart en el documento "Monitorización de la energía residencial y
35 vigilancia computarizada a través de flujos de energía eléctrica" en Technology and Society Magazine, vol. 8, nº 2, págs. 12, 16, junio 1989.

Esta técnica, sin embargo, es incapaz de manejar una configuración eléctrica compleja, y para superar el reto se ha propuesto añadir sensores de electricidad simples de
40 submedición en la instalación, para distinguir dispositivos específicos con flujo de energía similar.

El documento EP 2 489 987 A2 describe un sistema para la monitorización no invasiva del flujo de energía. El sistema comprende una o más realizaciones de dispositivo que
45 incluyen un transformador configurado para acoplar el dispositivo a un conductor de circuito que está acoplado a un dispositivo adicional. El sistema comprende además un módulo de detección configurado para detectar un cambio en una señal de potencia sobre el conductor de circuito y un módulo de transmisión configurado para transmitir una señal única asociada con el dispositivo adicional sobre el conductor de circuito, si el
50 cambio en la señal de potencia alcanza o supera un determinado umbral.

El documento WO 2012/099588 A1 describe un sistema y un método para monitorizar el consumo de energía dentro de una zona objetivo. El sistema de monitorización del consumo de energía comprende una pluralidad de dispositivos de adquisición de datos

adaptados para ser acoplados comunicativamente a líneas de potencia existentes situadas próximas a la zona objetivo. Los dispositivos de adquisición de datos son capaces de adquirir un primer conjunto de datos de consumo de energía de las líneas de potencia y un controlador está comunicativamente acoplado a los dispositivos de adquisición de datos y adaptado para ser comunicativamente acoplado a una caja de interruptores existente situada próxima a la zona objetivo. El controlador es capaz de adquirir un segundo conjunto de datos de consumo de energía de las líneas eléctricas.

El documento US 2010/0167659 A1 se refiere a un sistema no invasivo de monitorización del consumo de energía para controlar la energía transmitida. El sistema puede, por ejemplo, comprender un generador de señal de amplitud, un generador de señal de radiofrecuencia y un monitor de señal de radiofrecuencia, así como un ordenador, un programa de software, transformadores, circuitos de transmisión y otros dispositivos adicionales para mejorar, detectar o interpretar las señales. El sistema aplica una serie de núcleos magnéticos adaptados para situarse alrededor de uno o más hilos, cables o cordones que transmiten energía eléctrica. Los circuitos de transmisión transmiten información de corriente y de potencia de forma inalámbrica a un dispositivo de supervisión y pueden comunicar información a los mismos y pueden recopilar, modificar, retransmitir o analizar dicha información. El software aplicado puede adquirir y acceder a la información de costo de energía y calcular los costos reales, totales, medios, estimados o previstos de la energía que se ha consumido o se espera consumir por unidad de tiempo utilizando la información disponible de la información almacenada en una base de datos histórica.

El documento EP 2 348 596 A1 se refiere a un sistema de gestión de potencia para analizar el consumo de energía. El sistema comprende un dispositivo, que puede ser comandado en las instalaciones del cliente. El sistema comprende además una base de datos, un receptor y un motor de análisis que tiene reglas analíticas para analizar estadísticamente datos de sensores (por ejemplo, "Smart Meter") en las instalaciones del cliente. Los datos recibidos y analizados pueden ser proporcionados al cliente o para controlar comandos y recomendaciones para reducir el consumo de energía. El motor de análisis puede calcular el consumo de energía actual. El análisis estadístico utilizado es "estimación máxima *a posteriori* (MAP)" reconociendo patrones eléctricos predeterminados en el perfil de carga de electricidad para identificar los dispositivos que contribuyen al perfil de carga de electricidad. La información sobre patrones de carga conocidos se extrae de una base de datos.

El documento US 2011/0037455 A1 describe un sistema para medir el consumo de energía de un aparato eléctrico. El sistema comprende un módulo de detección, un transmisor y un dispositivo de potencia. En otro aspecto, el sistema comprende una primera y una segunda unidades de recepción y un procesador. El sistema comprende además una unidad patrón para almacenar el consumo de energía de los aparatos eléctricos en momentos específicos y para determinar el patrón de consumo de energía de aparatos eléctricos específicos durante períodos de tiempo específicos. El módulo de detección proporciona información sobre si el aparato eléctrico está encendido o apagado o si el consumo de energía se incrementa o disminuye. En particular, un procesador realiza comandos o implementa un conjunto de reglas sobre los datos recibidos de los componentes del sistema. Además, el procesador guarda los datos y calcula el consumo de energía. La unidad patrón almacena perfiles previos de consumo de energía y luego determina o estima el consumo de energía. Esto puede ser utilizado especialmente para medir cualquier mal funcionamiento de los aparatos eléctricos.

El documento US 2011/144819 A1 se refiere a un método para la supervisión no invasiva de una carga de dispositivos que comprende recuperar una pluralidad de modelos

matemáticos, predecir valores, medir salida, calcular valores, repetir las etapas de predicción, medición y cálculo y decidir si los aparatos son iguales a o por debajo del umbral de funcionamiento. Los modelos matemáticos son para la operación de modelado de cada uno de los aparatos y se ajustan en relación con los valores medidos, y.

5

El documento US 2012/004784 A1 describe un aparato de gestión de energía, y un método para la gestión de energía. El método comprende las etapas de estimar una etapa de funcionamiento de un dispositivo de consumo de energía, analizar el consumo de energía, recibir información del precio de energía y predecir una tasa de consumo de energía. El aparato y método se basa en un enfoque de monitorización de carga no invasiva (NILM). Un estado operativo de cada dispositivo de consumo de energía es estimado mediante la detección de una variación en el consumo total de energía por unidad de tiempo usando un contador. A continuación, la variación se compara con una cantidad de consumo de energía previamente introducida por unidad de tiempo para cada uno de los dispositivos de consumo de energía. Por lo tanto, la tasa de consumo de energía actual y futura se puede estimar basándose en la estimación del estado operativo y el tiempo detectado y la cantidad de consumo de energía de cada dispositivo de consumo de energía.

10

15

20

El documento US 2008/224892 A1 se refiere a un sistema para monitorizar el consumo de energía de recursos energéticos y un método de estimación del consumo de un recurso energético. El aparato y método se basa en un enfoque de monitorización de carga no invasiva (NILM). El sistema comprende p.ej. una unidad de medida, una red inalámbrica y un módulo de usuario. El método comprende las etapas de obtener la energía consumida durante el período de tiempo transcurrido, obtener el porcentaje medio de energía consumida durante el tiempo transcurrido, obtener el porcentaje medio de energía consumida durante un período de tiempo restante, multiplicar el porcentaje promedio de energía consumida durante el tiempo restante, dividir el resultado obtenido con el porcentaje promedio de energía consumida durante el tiempo transcurrido y sumar el resultado obtenido con la energía consumida durante el tiempo transcurrido.

25

30

Incluso dichos enfoques NILM más avanzados son, sin embargo, a menudo incapaces de pronosticar y estimar problemas emergentes y/o consumo excesivo de recursos. En sistemas dinámicos, tales como ventilación, higienización o producción de alimentos, es típicamente insuficiente saber, por ejemplo, el flujo de electricidad, para poder modelar el rendimiento real del sistema.

35

Cuando múltiples fuentes de variación afectan al proceso estocástico dinámico latente (por ejemplo, subyacente), es prácticamente imposible modelar eficientemente dicho proceso estocástico por los métodos de la técnica anterior. La única alternativa es, por lo tanto, las costosas y complicadas tecnologías de monitorización conocidas, por ejemplo, de la industria.

40

Para ser más específico, existe la necesidad de un sistema que pueda ser retroadaptado en instalaciones existentes (en un edificio a modo de ejemplo), para dar una visión general del rendimiento de los dispositivos críticos. También es necesario que el sistema estime y prediga la actividad, el consumo de energía y/o el flujo de recursos (por ejemplo, calor, potencia y/o ventilación) de los dispositivos críticos.

45

Por consiguiente, un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema para monitorizar flujo(s) de recursos en un número de dispositivos, cuyo sistema sea menos costoso y complicado que los sistemas anteriores que aplican las tecnologías de monitorización tradicionales.

50

Es también un objeto de la presente invención proporcionar un sistema que sea capaz de estimar y predecir la actividad, el consumo de energía y/o el flujo de recursos (por ejemplo, calor, potencia y/o ventilación) de una serie de dispositivos predefinidos.

5 Resumen de la invención

Los objetos de la presente invención se pueden lograr mediante un sistema como se define en la reivindicación 1 y por un método como se define en la reivindicación 12. Las realizaciones preferidas se definen en las sub reivindicaciones dependientes y se explican en la siguiente descripción e ilustran en los dibujos adjuntos.

El sistema de acuerdo con la invención es un sistema para monitorizar flujo (s) de recursos en un número de dispositivos, que comprende una unidad de recepción configurada para recibir datos de un número de sensores configurados para detectar el caudal y/o el cambio en el caudal a nivel de dispositivo y un número de contadores configurados para medir el flujo global para al menos una parte de los dispositivos. El sistema comprende un módulo de cálculo configurado para recibir información de los sensores y los contadores y el módulo de cálculo comprende un modelo estadístico matemático configurado para estimar y/o predecir el flujo de recursos y/o el rendimiento de al menos una selección de los dispositivos.

Por lo tanto, se consigue que el sistema pueda estimar y predecir la actividad, el rendimiento y/o el flujo de recursos (por ejemplo, calor, potencia o flujo de aire de ventilación) de un grupo de dispositivos, por ejemplo, un HVAC (calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire) en un edificio comercial o en una fábrica de producción. Además, el sistema puede detectar si los dispositivos se usan y/o trabajan de una manera que conduce al sobreconsumo de recursos.

Además, se consigue que el sistema pueda ser construido por medio de dispositivos de supervisión (sensores) menos complicados y precisos (y por lo tanto más baratos) que los sistemas de la técnica anterior. De hecho, es posible aplicar sensores que no son aptos para ser utilizados en los sistemas conocidos. Mediante la aplicación de un modelo estadístico matemático, el sistema según la invención permite "calibrar" y/o ajustar las mediciones de sensores "simples" y "baratos" (de baja precisión en comparación con los medidores típicos que se utilizan en dichos sistemas).

Los dispositivos pueden ser dispositivos eléctricos, calentadores, tuberías u otras estructuras a través de las cuales pueda pasar un flujo (electricidad, potencia, energía térmica, aire, gas, agua o radiación electromagnética).

Por dispositivo se entiende un único dispositivo, un grupo bien definido de dispositivos, o sub-dispositivos de, por ejemplo, dispositivos complejos tal como una maquinaria.

Por el término sensor se entiende una unidad capaz de detectar uno o más parámetros tales como temperatura, luz o flujo de agua, corriente, gas y/o aire. El sensor puede estar configurado para detectar el caudal y/o el cambio en el caudal de un flujo, por ejemplo. La detección puede ser una medición directa o una estimación.

Se prefiere que todos los sensores puedan ser retroadaptados a una instalación existente (un edificio o una máquina a modo de ejemplo).

Puede ser ventajoso el uso de sensores que están configurados para ser fijados al exterior de un cable o una tubería. Tales sensores pueden ser sensores piezoeléctricos.

Los sensores pueden estar unidos mecánicamente al exterior de tuberías, tubos y cables de geometría, dimensión, material y medio diferentes.

5 Los sensores están configurados para enviar información a la unidad receptora y la información puede ser cualquier tipo adecuado de señal (por ejemplo, una señal inalámbrica). La información puede ser cualquier tipo de datos detectados por los sensores y medidores.

10 El módulo de cálculo puede ser cualquier tipo adecuado de módulo de cálculo configurado para recibir información desde los sensores y comprender un modelo estadístico matemático.

15 Por el término estimar y/o predecir se entiende una determinación usando el modelo estadístico matemático. La determinación puede ser un pronóstico basado en información de los datos recogidos de los sensores y medidores, así como cualquier otra información adecuada. En cualquier caso, puede ser una ventaja aplicar un modelo estadístico matemático que se desarrolla para que concuerde con la aplicación. En otras palabras, diferentes aplicaciones pueden requerir diferentes modelos estadísticos matemáticos.

20 Por el término flujo de recursos se entiende el flujo de calor, potencia y/o flujo de un fluido a través de una tubería (u otra estructura) y/o intensidad de radiación electromagnética o un flujo de otra cantidad. El flujo de recursos puede ser captación de potencia (energía por unidad de tiempo) o un flujo (por ejemplo, agua) a través de una tubería (volumen por unidad de tiempo) a modo de ejemplo.

25 El módulo de cálculo comprende un modelo estadístico matemático configurado para estimar y/o predecir el flujo de recursos de todos los dispositivos.

30 Se prefiere que el módulo de cálculo comprenda un modelo estadístico matemático configurado para estimar y/o predecir que un dispositivo no funciona como se esperaba.

Se prefiere que el modelo estadístico matemático pueda generar advertencias y alarmas para informar al usuario si el sistema no funciona como se esperaba.

35 Se prefiere que los sensores estén configurados para comunicarse de forma inalámbrica con la unidad receptora.

40 Es posible utilizar sensores de tipo simple, por ejemplo, sensores que están configurados para ser conectados al exterior de un tubo de un cable.

45 Por el término contador se entiende una unidad configurada para medir el flujo global de recursos de al menos una sección de los dispositivos. Un contador puede ser una unidad configurada para medir el flujo global de recursos de al menos una sección de los dispositivos mediante una precisión predefinida, preferiblemente una alta precisión. Este contador se utiliza típicamente para realizar una medición precisa del consumo de energía, calor, refrigeración y electricidad a modo de ejemplo.

50 En un sistema de acuerdo con la invención sería posible utilizar sensores con una precisión significativamente inferior que el (los) contador (es) del sistema. Mediante el uso de un modelo estadístico matemático, es posible "compensar" la menor precisión de los sensores.

Por lo tanto, se puede proporcionar una medida global de al menos una sección de los dispositivos.

El sistema comprende un número de contadores configurados para medir el flujo de recursos de todos los dispositivos y enviar información a la unidad receptora. De este modo se puede determinar el flujo total de recursos.

5 Puede ser ventajoso que los contadores sean contadores de alta precisión capaces de proporcionar una medición muy precisa del flujo de recursos de manera que los datos detectados puedan usarse para proporcionar estimaciones y/o predicciones exactas del flujo de recursos en los dispositivos.

10 Es posible tener un sistema, en el que no todos los dispositivos están equipados con un sensor y donde los medidores miden el flujo de recursos de más dispositivos que los dispositivos equipados con un sensor.

15 Preferiblemente, el modelo estadístico matemático está configurado para estimar y/o predecir el flujo de recursos de los dispositivos sobre la base de la información de los sensores y de los medidores, aunque no todos los dispositivos estén equipados con un sensor.

20 Puede ser ventajoso que el modelo estadístico matemático sea de la clase específica que es capaz de estimar la parte latente de cada medida del medidor principal que está asociada con cada sensor.

El modelo estadístico matemático comprende:

- 25 - un componente de función matemática que modela la correspondencia latente desde las mediciones del medidor principal a las medidas de los sensores específicos y
- un componente estocástico que modela el ruido de medición y la parte de cada medida del medidor principal asociada al uso que no se miden por el sensor o
- 30 sensores.

El modelo estadístico matemático es del tipo reivindicado en las reivindicaciones independientes 1 y 12. Puede ser beneficioso que el sistema comprenda una interfaz de usuario, preferiblemente una interfaz de usuario remota y que la interfaz de usuario proporcione acceso a información generada tal como avisos, alarmas y flujos de recursos estimados y/o predichos de al menos una selección de los dispositivos.

35

Por lo tanto, se puede proporcionar un sistema muy sencillo y fácil de usar.

40 Puede ser ventajoso que el módulo de cálculo se implemente en uno o más enrutadores. De este modo es posible proporcionar una configuración fiable y segura del sistema.

Puede ser beneficioso que uno o más de los sensores comprendan un recolector de energía. De este modo, los sensores pueden ser autosuficientes con energía de modo que no se requiera batería ni energía externa.

45

Puede ser una ventaja que la energía recolectada se use para detectar el flujo de recursos o cambiar el caudal de recursos de los dispositivos. Se pueden proporcionar sensores sencillos y eficaces, y se puede aplicar una técnica de detección válida y fiable.

50

Puede ser ventajoso que la energía recolectada se utilice para detectar flujo de recursos o cambiar el caudal de recursos de los dispositivos y para realizar una comunicación inalámbrica con la unidad receptora y/o módulo de cálculo.

Puede ser ventajoso que el módulo de cálculo y el modelo estadístico matemático estén integrados en un aparato del sistema. Por lo tanto, no hay necesidad de un enrutador separado y se puede proporcionar un sistema muy simple.

- 5 Puede ser una ventaja que el módulo de cálculo y el modelo matemático y la interfaz de usuario estén integrados en un aparato del sistema.

10 Puede ser audaz que el módulo de cálculo y el modelo estadístico matemático estén integrados en una interfaz de usuario. Tal sistema es simple y requiere solamente pocas características.

Puede ser ventajoso que la interfaz de usuario sea un teléfono inteligente o dispositivo inteligente similar.

- 15 Además, puede ser ventajoso que el módulo de cálculo y el modelo estadístico matemático estén integrados en un teléfono inteligente.

20 En una realización preferida de acuerdo con la invención, el módulo de cálculo es un servicio en nube con un modelo estadístico matemático y un almacenamiento de datos. El uso de dicho servicio en la nube hace posible conectar otros sistemas al servicio en nube y por este medio obtener datos adicionales para el modelo estadístico matemático de otros sistemas. En consecuencia, se puede desarrollar un modelo estadístico matemático muy complejo y preciso. Además, las tendencias pueden detectarse más rápidamente cuando el servicio en la nube obtiene datos adicionales para el modelo estadístico matemático de otros sistemas.

30 Puede ser ventajoso que el sistema comprenda una unidad de control configurada para cambiar la actividad de uno o más de los dispositivos u otros aparatos, por ejemplo, una válvula de una tubería principal. Por lo tanto, se consigue que el sistema pueda realizar acciones (apagado de dispositivos, regulación de velocidad de un motor u otra acción) utilizando una unidad de control. La unidad de control puede comprender uno o más actuadores (por ejemplo, una válvula eléctrica o un motor de imán permanente controlado eléctricamente a modo de ejemplo).

- 35 Se prefiere que el sistema esté configurado para estimar la actividad real y/o futura de al menos una selección de los dispositivos. De este modo, el sistema puede utilizarse para regular y optimizar la actividad de los dispositivos con el fin de ahorrar energía y evitar que se mantengan encendidos dispositivos disfuncionales y para evitar el desperdicio de recursos y el exceso de consumo de recursos.

40 Puede ser una ventaja que los sensores estén configurados para ser unidos como p. ej., cinta, clip o tiras a los dispositivos (por ejemplo, en el cable de alimentación de un dispositivo eléctrico). De esta manera, los sensores no necesitan tener contacto físico con el interior de la tubería, el cable, el contenedor, el dispositivo de refrigeración/ calentamiento del dispositivo.

45 El método de acuerdo con la invención es un método para controlar el(los) flujo(s) de recursos de un número de dispositivos utilizando una unidad receptora que recibe datos de un número de sensores configurados para detectar el caudal y/o el cambio en el caudal a nivel del dispositivo, y un número de contadores configurados para medir el flujo para al menos una parte de los dispositivos. El método comprende la etapa de estimar y/o predecir pérdida y/o flujo de recursos de al menos una selección de los dispositivos utilizando un módulo de cálculo configurado para recibir información de los sensores y los medidores, donde la estimación y/o la predicción de flujo de recursos se lleva a cabo en

un módulo de cálculo que comprende un modelo estadístico matemático como el reivindicado en la reivindicación 12. Puede ser una ventaja que el método comprenda la etapa de enviar información desde un número de medidores configurados para medir el flujo de recursos de al menos una sección de los dispositivos a la unidad receptora y aplicar la información desde los medidores para estimar y/o predecir el flujo de recursos de al menos una selección de los dispositivos.

Se prefiere que el método utilice un sistema como el definido en las reivindicaciones 1-9 para estimar y/o predecir el flujo de recursos de al menos una selección de los dispositivos.

Puede ser una ventaja que la unidad receptora esté configurada para reconocer automáticamente uno o más de los sensores y/o medidores del sistema. Por lo tanto, resulta fácil para el usuario instalar los sensores y/o los medidores del sistema.

Puede ser una ventaja que el usuario del sistema pueda añadir más información sobre un sensor, medidor o unidad de control a través de una interfaz de usuario. La información adicional se puede utilizar en el modelo estadístico matemático y/o en una interfaz de usuario.

Puede ser ventajoso que al menos algunos de los sensores y/o contadores contengan un módulo de marca temporal para asegurar la conexión correcta de datos de los sensores y/o medidores.

Los datos de los sensores y/o medidores pueden muestrearse a cualquier tasa de muestreo adecuada, p.ej. una vez por segundo, una vez por minuto o una vez cada media hora.

Puede ser ventajoso utilizar uno o más repetidores configurados cada uno para recibir una señal y retransmitirla a un nivel superior o mayor potencia, o sobre el otro lado de una obstrucción, de modo que la señal pueda cubrir distancias más largas.

Puede ser una ventaja que los datos del sensor y/o los medidores se condensen a lo largo del proceso de recopilación de datos, de modo que sólo los datos suficientes para determinar el proceso latente se transfieren adicionalmente al modelo estadístico matemático. Puede ser p.ej. condensando una secuencia de paquetes de estado de homólogos desde un sensor hasta un único paquete de datos que contiene solamente el tiempo inicio y de finalización del estado real del sensor. La condensación de datos puede realizarse p.ej. en uno o más enrutadores y/o sensores y/o medidores.

Puede ser beneficioso que el modelo estadístico matemático y/o una interfaz de usuario y/o las unidades de control funcionen a través de un servicio en nube, el cual puede hospedarse en, p. ej., un servidor central, un procesador móvil, un ordenador portátil, un controlador incorporado o uno o más enrutadores locales.

El modelo estadístico matemático puede aplicarse en código de ordenador, o directamente en un circuito integrado.

Puede ser ventajoso que una interfaz de usuario tenga acceso remoto al sistema.

Puede ser ventajoso que la comunicación inalámbrica de datos se lleve a cabo utilizando un protocolo de comunicación de datos ZigBee y/o WiFi.

Descripción de los dibujos

La invención se comprenderá más completamente a partir de la descripción detallada que se da a continuación. Los dibujos adjuntos se dan a título de ilustración solamente, y, por lo tanto, no son imitativos de la presente invención.

En los dibujos adjuntos:

Fig. 1 muestra una vista esquemática de un primer sistema según la invención;

Fig. 2 muestra una vista esquemática de un segundo sistema según la invención;

Fig. 3 muestra una vista esquemática de un tercer sistema según la invención;

Fig. 4 muestra un dispositivo que es monitorizado por un sistema de acuerdo con la invención y

Fig. 5 muestra una porción de un sistema de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

Con referencia ahora en detalle a los dibujos con el fin de ilustrar realizaciones preferidas de la presente invención, se ilustra en la figura 1 un sistema 2 de acuerdo con la presente invención.

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema 2 de acuerdo con la invención. El sistema 2 comprende un primer sensor S1 configurado para supervisar un primer dispositivo D1 al que está unido el primer sensor S1. El sistema 2 comprende además dos sensores adicionales (S2 y S3) que están configurados para vigilar un segundo dispositivo D2. El sistema 2 comprende además dos sensores adicionales (S4 y S5) que están configurados para vigilar un tercer dispositivo D3. Los sensores S1, S2, S3, S4, S5 están configurados para comunicarse de forma inalámbrica con un enrutador 4.

El sistema 2 comprende contadores (M1 y M2) que están configurados para comunicarse con el enrutador 4 que está configurado para comunicarse de forma inalámbrica con un servicio en nube 8. El enrutador 4 se comunica de forma inalámbrica con una interfaz de usuario 10 representada por un teléfono inteligente 10. El enrutador 4 también está configurado para comunicarse de forma inalámbrica con la unidad de control 6. La unidad de control 6 puede ser un actuador capaz de regular la actividad de uno o más de los dispositivos D1, D2, D3, o un cuarto dispositivo D4. La regulación de la actividad de uno o más de los dispositivos D1, D2, D3, D4 puede llevarse a cabo cambiando un flujo (por ejemplo, utilizando una válvula), cambiando la velocidad (de una bomba o un motor) o apagando uno o más de los dispositivos D1, D2, D3, D4 a modo de ejemplo.

Los sensores S1, S2, S3, S4, S5 pueden controlar los dispositivos D1, D2, D3 continuamente o en periodos de tiempo seleccionados tales como un minuto cada hora, un segundo cada minuto u otra frecuencia y duración de la medida.

El servicio de nube 8 comprende un almacenamiento de datos 36 que puede usarse para almacenar información recibida del enrutador 4 o datos modificados o calculados por el servicio de nube 8. El servicio de nube 8 además comprende un modelo estadístico matemático 38 que está configurado para estimar y/o prever la actividad de uno o más de los dispositivos D1, D2, D3 o el flujo (por ejemplo, de un fluido, gas, electricidad o calor) a través de uno o más de los dispositivos D1, D2, D3. El modelo estadístico matemático 38

- 5 puede ser un modelo estadístico matemático 38 de cualquier tipo adecuado y el modelo estadístico matemático 38 puede realizar una inferencia sobre datos combinados de uno o más de los sensores S1, S2, S3, S4, S5 y de uno o más de los medidores M1, M2, M3 para estimar y/o predecir la actividad de uno o más de los dispositivos D1, D2, D3 o el flujo (por ejemplo, de un fluido, gas, electricidad o calor) a través del uno o más de los dispositivos D1, D2, D3.
- 10 El servicio en nube 8 puede recibir entradas de un número de otros sistemas (no mostrados) y de esta manera puede recogerse información de varios sistemas de tipos iguales o diferentes. De esta manera, es posible proporcionar un modelo estadístico matemático actualizado 38 de acuerdo con los perfiles de flujo (p. ej., flujos de recursos) de los dispositivos D1, D2, D3.
- 15 Es preferible que los medidores M1, M2, M3 sean medidores de alta precisión, sin embargo, los sensores S1, S2, S3, S4, S5 pueden ser sensores baratos. Los datos de los medidores M1, M2, M3 y de los S1, S2, S3, S4, S5 pueden usarse para predecir el (los) caudal(es) de los D1, D2, D3 utilizando el modelo estadístico matemático 38.
- 20 Los sensores S1, S2, S3, S4, S5 pueden configurarse para medir flujo (por ejemplo, de un fluido en una tubería), electricidad, temperatura, lux (si el sensor es un medidor de lux para medir iluminancias en una habitación o fuera a modo de ejemplo), por ejemplo.
- 25 Los dispositivos D1, D2, D3 pueden ser diversos dispositivos que tienen un flujo de "recursos" tales como potencia, fluido (por ejemplo, un líquido como un refrigerante, una bebida o agua o un gas tal como gas natural). Por consiguiente, los dispositivos D1, D2, D3 pueden ser dispositivos HVAC tales como dispositivos de calefacción, dispositivos de ventilación y dispositivos de aire acondicionado o refrigeradores, lámparas, radiadores, dispositivos de calefacción por suelo radiante o dispositivos electrónicos en general.
- 30 El sistema 2 es fácil de adaptar en instalaciones existentes. Los sensores S1, S2, S3, S4, S5 pueden añadirse a la instalación existente, p. ej. simplemente conectando un sensor de temperatura inalámbrico S1 a una superficie de calentamiento o un sensor de inducción S2 a un dispositivo eléctrico D2 a modo de ejemplo.
- 35 Los medidores M1, M2, M3 pueden ser medidores M1, M2, M3 existentes en una instalación existente. De este modo, algunos de los elementos del sistema 2 pueden existir ya en la instalación, a la que se va a adaptar el sistema 2.
- 40 Es posible utilizar un repetidor en el caso de que el sistema 2 deba instalarse en una zona grande. Pueden configurarse uno o más repetidores para recibir una señal y retransmitirla a un nivel superior o mayor potencia, o al otro lado de una obstrucción, de manera que la señal pueda cubrir distancias más largas.
- 45 La figura 2 ilustra una vista esquemática de un sistema 2 de acuerdo con la invención. El sistema 2 comprende un enrutador inalámbrico 4 que está configurado para comunicarse de forma inalámbrica con un grupo de sensores S1, S2, S3, S4, medidores M1, M2, M3, un servicio de nube 8, una interfaz de usuario 10 en forma de un teléfono inteligente 10 y tres unidades de control 20, 22, 40.
- 50 El sistema 2 comprende un primer medidor M1 configurado para medir el flujo total de potencia de un grupo de dispositivos eléctricos que incluyen un acondicionador de aire 24. Es importante subrayar que el sistema puede comprender un gran número de dispositivos eléctricos, aunque no sea indicada en la Fig. 2.

El primer medidor M1 está configurado para comunicarse de forma inalámbrica con el enrutador 4 y enviar información sobre el flujo de potencia total al enrutador. El primer medidor M1 también comprende un conmutador de potencia 18 que puede ser controlado inalámbricamente por el enrutador 4. En el caso de que se genere una alerta de potencia, el enrutador 4 puede cerrar la línea de alimentación principal utilizando el conmutador de alimentación 18.

El sistema 2 comprende además una tubería principal (para el suministro de agua) 14. La tubería principal 14 está equipada con un medidor M2 configurado para comunicarse de forma inalámbrica con el enrutador 4 y enviar información al enrutador 4. El medidor M2 está configurado para medir continuamente el flujo total de agua en el edificio en el que está instalado el sistema 2.

Una válvula 20 está montada en la tubería principal 14 y la válvula está configurada para comunicarse de forma inalámbrica con el enrutador 4. La ruta 4 puede controlar la válvula 20 y por este medio regula el flujo a través de la tubería principal 14. La válvula 20 puede reducir (por ejemplo, cerrando la válvula 20) el flujo a través de la tubería principal 14, aumentar el flujo a través de la tubería principal 14 o mantener constante el flujo a través de la tubería principal 14.

El sistema 2 comprende también un tercer medidor M3 que está configurado para comunicarse de forma inalámbrica con el enrutador 4. El enrutador 4 recibe información inalámbrica sobre el flujo de energía total medido por el medidor de energía M3.

El primer sensor 81 está unido a un primer dispositivo 16 que es una tubería de agua 16. La tubería de agua 16 está provista de una unidad de control formada como una válvula 40. El primer sensor 81 está configurado para detectar el flujo a través de la tubería 16 o si hay flujo a través de la tubería 16 o si el flujo a través de la tubería 16 está cambiando y luego enviar la información detectada de forma inalámbrica al enrutador 4. El enrutador 4 está configurado para enviar señales inalámbricas a la válvula 40 y por este medio controla la válvula 40, p. ej. con el fin de regular el flujo a través de la tubería 16. La válvula 40 puede cerrarse para detener el flujo a través de la tubería 16 en caso de fuga (detectada por el enrutador 4). El enrutador puede comparar el flujo medido por el primer sensor 81 con el flujo total medido por el medidor M2 en el tubo principal 14).

Puede ser ventajoso que el sensor S1 sólo sea necesario para detectar si hay flujo a través de la tubería 16 o si hay cambio en el flujo a través de la tubería 16. De este modo, puede aplicarse un simple sensor S1 barato al sistema 2.

El segundo sensor 82 está unido a un calentador 12. El segundo sensor 82 está configurado para detectar la temperatura del calentador 12 y/o el flujo de agua a través del calentador 12 o para detectar si hay flujo a través del calentador 12 y enviar la información detectada de forma inalámbrica al enrutador 4. Puede ser una ventaja que el sensor S2 sólo sea necesario para detectar si hay flujo a través del calentador 12 o si hay cambio en el flujo a través del calentador 12, ya que entonces sería posible aplicar un simple sensor barato S2 en el sistema 2.

El tercer sensor S3 está unido al cable de alimentación 26 de un acondicionador de aire 24. El tercer sensor S3 está configurado para detectar la temperatura del calentador 12 y/o el flujo de agua a través del calentador 12 y enviar la información detectada de manera inalámbrica al enrutador 4. Puede ser ventajoso que el sensor S3 sólo sea necesario para detectar si hay potencia en el cable 26. De esta manera sería posible utilizar un simple sensor S3 barato en el sistema 2.

El acondicionador de aire 24 comprende una unidad de control 22 dispuesta en la parte superior del acondicionador de aire 24. La unidad de control 22 es capaz de regular la actividad del acondicionador de aire 24. La unidad de control 22 es controlada inalámbricamente por el enrutador 4. Esto significa que el enrutador 4 puede desconectar, encender y regular la actividad del acondicionador de aire 24 comunicándose de forma inalámbrica con la unidad de control 22.

El sistema 2 comprende también un sensor S4 que no está unido a ningún dispositivo particular. El sensor S4 puede ser un sensor de temperatura colocado en cualquier ubicación adecuada, p. ej. con el fin de detectar la temperatura ambiente a modo de ejemplo. El sensor S4 también puede ser un sensor de luz configurado para medir la entrada de luz, ya que esta información puede ser importante cuando se decide si se enciende o no el calentador 12.

El sistema 2 comprende un servicio en nube 8 que comprende un almacenamiento de datos 36 que puede usarse para almacenar información recibida del enrutador 4 o datos modificados o calculados por el servicio en nube 8. Además, el servicio en nube 8 comprende un modelo estadístico matemático 38 que está configurado para estimar y/o prever la actividad (flujo de agua, potencia o energía térmica) de uno o más de los dispositivos 16, 24, 12 del sistema. Se puede aplicar cualquier modelo estadístico matemático adecuado 38 y el modelo estadístico matemático 38 puede conducir inferencia sobre datos combinados de uno o más de los sensores S1, S2, S3, S4 y de uno o más de los medidores M1, M2, M3 para estimar y/o pronosticar la actividad de uno o más de los dispositivos 16, 24, 12.

La interfaz de usuario 10 que es un teléfono inteligente 10 se comunica de forma inalámbrica con el enrutador 4. Por lo tanto, el usuario del sistema 2 puede tener acceso a información sobre el flujo de recursos estimado o previsto de al menos una selección de los dispositivos 16, 12, 24. El teléfono inteligente 10 también puede usarse para controlar las unidades de control 22, 40, 20 a través del enrutador 4 o para cambiar la configuración en el enrutador 4 (por ejemplo, cargar nuevas estructuras o parámetros al modelo estadístico matemático 38).

El sistema 2 puede usarse para generar una alerta y cerrar o regular la actividad de cualquiera de los dispositivos 16, 24, 12, p. ej. con el fin de reducir el flujo total de energía. A modo de ejemplo, el sistema 2 detectará automáticamente si el calentador 12 y el acondicionador de aire 24 se activan al mismo tiempo. El sistema 2 apagará entonces el calentador 12 (en caso de que la temperatura ambiente esté dentro de una zona de confort predefinida). Si la temperatura ambiente es más alta que la temperatura ambiente preferida, el sistema 2 puede aumentar la actividad del acondicionador de aire 24. Si, por el contrario, la temperatura ambiente es inferior a la temperatura ambiente preferida, el sistema puede desconectar el acondicionador de aire 24 y encender el calentador 12.

La figura 3 ilustra una vista esquemática de un sistema 2 que es casi similar al sistema 2 ilustrado en la figura 2. Sin embargo, el enrutador inalámbrico 4 se sustituye por una interfaz de usuario 10 en forma de un teléfono inteligente 10. El teléfono inteligente 10 es configurado para comunicarse de forma inalámbrica con un grupo de sensores S1, S2, S3, S4, medidores M1, M2, M3, un servicio de nube 8 y tres unidades de control 20, 22, 40. La función del sistema 2 corresponde a la función del sistema 2 ilustrado en la figura 2. Es importante señalar que la interfaz de usuario 10 puede ser cualquier otro tipo de interfaz de usuario adecuada, por ejemplo, un ordenador portátil.

La figura 4 ilustra una vista esquemática del acondicionador de aire 24 ilustrado en la figura 2 y en la figura 3. La figura 4a) es una vista esquemática en sección transversal de un sensor S1 unido al cable de alimentación 26 del aire acondicionado 24. La figura 4b) es una vista en perspectiva del acondicionador de aire 24.

5

En la figura 4b) se puede ver que el acondicionador de aire 24 tiene un cable de alimentación 26 al que está unido un sensor S1. El sensor S1 está configurado para enviar una señal inalámbrica 34 a un enrutador o a una interfaz de usuario (no mostrada).

10

En la Fig. 4a) se puede ver que el S1 comprende un recolector de energía 28, dispuesto junto a un gestor de potencia 30 dispuesto centralmente que está dispuesto junto a un transductor inalámbrico 32. El recolector de energía 28 puede ser de cualquier tipo adecuado de recolector de energía. El gestor de potencia 30 puede ser cualquier unidad capaz de generar una señal 34 que pueda ser enviada utilizando el transductor inalámbrico 32.

15

Puede ser una ventaja que la energía recolectada se utilice para detectar actividad del acondicionador de aire 24. Sería entonces posible proporcionar un sensor S1 capaz de generar una señal inalámbrica 32 cuando se recolecta energía. Cuando el acondicionador de aire 24 está activado, el cable de alimentación 26 transportará corriente y, por lo tanto, se recogerá energía.

20

Sin embargo, el sensor S1 puede estar provisto de una batería y/o un número de condensadores o cualquier otro almacenamiento de energía adecuado si es necesario.

25

El sistema 2 de acuerdo con la invención puede usarse para detectar alerta temprana de problemas emergentes (por ejemplo, fuga de agua en una red de tuberías o enfermedad emergente en un rebaño de animales).

30

El sistema 2 también puede usarse para detectar un consumo excesivo de recursos, p. ej. si un calentador 12 y un acondicionador de aire están activados al mismo tiempo. En este caso, el sistema 2 puede estar configurado para ocuparse de la situación y desactivar o regular la actividad de al menos uno de los dispositivos.

35

El sistema 2 puede usarse para proporcionar información general sobre los flujos reales de recursos a lo largo del tiempo y para generar alarmas en caso de fallos repentinos. Además, el sistema puede usarse para estimar o predecir el futuro flujo de recursos de los dispositivos.

40

El sistema 2 también se puede utilizar para simular el flujo de recursos futuro de una nueva constelación de dispositivos (por ejemplo, si una compañía considera aumentar el número de dispositivos debido a una mayor demanda de capacidad de producción).

45

El sistema 2 puede usarse para comparar dispositivos similares, para realizar vigilancia de servicio en dispositivos técnicos y para permitir la vigilancia remota.

50

Los sensores S1, S2, S3, S4 y los medidores M1, M2, M3 pueden contener cada uno un identificador único (por ejemplo, número, firma, descripción o ID). De esta manera, la ruta 4 o la interfaz de usuario 10 es capaz de acoplar cada señal inalámbrica entrante 34 con un dispositivo específico. En otras palabras, el uso de un identificador único asegura que la señal inalámbrica 34 pueda ser utilizada de manera óptima por la ruta 4 o la interfaz de usuario 10.

Los sensores S1, S2, S3, S4 pueden estar configurados para detectar cuando los dispositivos D1, D2, D3, 12, 16, 24 están activados (cuando los dispositivos están conectados o cuando hay un flujo de un recurso, por ejemplo, agua, gas o corriente, a través del dispositivo).

5

La figura 5 ilustra una parte de un sistema 2 de acuerdo con la invención. La Fig. 5 ilustra cómo un sistema 2 según la invención puede usarse para medir el flujo de agua en una tubería principal 14 y en un número de tuberías de distribución más pequeñas 16.

10

El agua suministrada a la instalación se mide mediante un contador principal M1 que proporciona mediciones de alta precisión (por ejemplo, aprobadas por las autoridades o dentro de los estándares para mediciones de flujo). La tubería principal 14 está en comunicación fluida con una pluralidad de tuberías de distribución más pequeñas 16, mientras que un número de sensores S1, S2 y S3 están unidos al exterior de algunas de estas tuberías de distribución más pequeñas 16, 16', 16".

15

20

A continuación, echamos un vistazo a la medición en el sensor S1. El sensor S1 es un sensor piezoeléctrico que comprende elementos piezoeléctricos simples. De este modo, la señal del sensor cambia con el flujo en la tubería 16. La señal del sensor S1 depende, sin embargo, del material y la dimensión de la tubería 16, el accesorio del sensor y el medio (en este ejemplo el agua). En consecuencia, y la señal del sensor debe ser "transformada" o "ajustada/calibrada" para dar el flujo real (el flujo que se lograría utilizando un contador de alta precisión). En un sistema de la técnica anterior sería necesario aplicar "un sensor de alta calidad" configurado para medir el flujo en el entorno específico (las dimensiones de la tubería 16, el material de la tubería 16 y el tipo de accesorio).

25

30

Puesto que la presente invención aplica un modelo estadístico matemático es posible utilizar un sensor simple S1 para determinar el flujo en la tubería 16. El uso de un modelo estadístico matemático hace posible compensar la baja precisión del sensor S1.

35

El sensor S1 está unido al exterior del tubo 16 y en lo sucesivo es posible muestrear una serie de mediciones del sensor S1, en un intervalo de tiempo.

40

En el mismo intervalo de tiempo se muestrea una serie de mediciones a partir del medidor principal M1 en el mismo intervalo de tiempo.

45

El modelo estadístico matemático se utiliza para estimar la parte del flujo del medidor principal que fluye a través de la tubería 16 que tiene el sensor S1 unido a ella. Es posible llevar a cabo una transformación dependiente del tiempo de las mediciones del sensor S1 para corregir el entorno real del sensor S1.

50

Se puede obtener un enfoque menos exigente de ordenador utilizando un modelo estadístico matemático para estimar si se puede usar una transformación independiente del tiempo.

55

Puede ser ventajosa la utilización de la transformación independiente del tiempo, en lugar del modelo matemático estadístico completo, sobre las mediciones de marcha del sensor S1. Puede ser beneficioso de vez en cuando, probar si la precisión de la transformación es aceptable, y actualizarla si es necesario, utilizando el modelo estadístico matemático.

60

La cantidad necesaria de muestras necesarias se puede obtener estimando el error de medida de la transformación. De esta manera, se pueden retener los resultados hasta obtener la precisión deseada.

A continuación, se describe un método preferido para estimar el proceso estocástico latente usando un modelo 38 de estadística matemática. El proceso estocástico latente se puede modelar por p.ej. un modelo de espacio de estado definido por

5

$$(1) \quad Y_t = F_t \theta_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, V_t)$$

$$(2) \quad \theta_t = G_t \theta_{t-1} + \vartheta_t \quad \vartheta_t \sim N(0, W_t)$$

10

donde Y_t es un vector que determina (por ejemplo describiendo o definiendo) el proceso observado en el tiempo t , que comprende datos observados desde el sensor (S_1, S_2, \dots, S_n) y/o los medidores M_1, M_2, \dots, M_k ; θ_t es un vector que determina dicho proceso estocástico latente en el tiempo t , que comprende datos de procesos latentes, tales como el porcentaje de eficiencia de ventilación, el porcentaje de consumo excesivo de recursos, el flujo de recursos, el estado de salud del dispositivo, etc. F_t es la matriz de regresión que determina la relación lineal entre el proceso latente y el proceso observado en el tiempo t ; G_t es la matriz evolutiva que determina la transición lineal del tiempo $t-1$ al tiempo t en el proceso latente; ε_t y ϑ_t son vectores de ruido de media cero distribuidos gaussianos multivariantes del proceso observado y del proceso latente respectivamente; V_t es la matriz de observación varianza - covarianza; y W_t es la matriz de evolución variación-covarianza.

25

Las matrices de parámetros de modelo F_t and G_t se pueden estimar, p.ej. por el filtro de Kalman, utilizando datos previos del sistema modelado y/o sistemas similares, en adelante los dichos datos proporcionados por el usuario y/o expertos en el campo. Pueden usarse métodos estadísticos estándar para llevar a cabo la inferencia (por ejemplo, información de estimación) sobre el proceso. La información puede ser p. ej. una señal estimada (por ejemplo, tendencia) y/o pronósticos (por ejemplo, prognosis) del proceso, y las distribuciones relacionadas de las estimaciones, varianza y/o intervalos de confianza. Usando este tipo de estimaciones, es fácil, p.ej. crear advertencias y/o alarmas. Por ejemplo, se puede elegir una alarma para que aparezca si la probabilidad de una desviación observada en el proceso es menor al 0,1% probable que ocurra por cambio.

35

El marco modelo anterior es un caso especial del marco de modelo más general

40

$$(3) \quad Y_t = f_t(\theta_t) + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim \delta_1(V_t)$$

$$(4) \quad \theta_t = g_t(\theta_{t-1}) + \vartheta_t \quad \vartheta_t \sim \delta_2(W_t)$$

45

donde f_t y g_t son funciones generales, δ_1 y δ_2 son distribuciones estadísticas generales, y todos los demás términos son como se describió anteriormente.

50

La inferencia sobre este marco de modelo más general puede llevarse a cabo, p. ej. por el filtro de Kalman extendido en los casos en que la relación entre el proceso latente y el proceso observado es no lineal y el filtro de Kalman-Bucy en los casos en que el tiempo se define (por ejemplo, describe) en una escala continua.

Lista de números de referencia

	2	- Sistema
5	4	- Enrutador
	6	- Unidad de control
	8	- Servicio de nube
10	10	- Interfaz de usuario
	D1, D2, D3	- Dispositivo
15	S1, S2, S3, S4, Sn	- Sensor
	M1, M2, M3	- Contador
	12	- Calentador
20	14	- Tubería principal
	16, 16', 16"	- Tubería
25	18	- Interruptor de encendido
	20	- Válvula
	22	- Unidad de control
30	24	- Aire acondicionado
	26	- Cable
35	28	- Recolector de energía
	30	- Gestor de energía
	32	- Transductor inalámbrico
40	34	- Señal inalámbrica
	36	- Almacenamiento de datos
45	38	- Modelo estadístico matemático
	40	- Válvula

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (2) para supervisar flujos de recursos en un número de dispositivos (D1, D2, D3), cuyo sistema (2) comprende una unidad receptora (4) configurada para recibir datos desde
- 5
- (a) varios sensores (S1, S2, S3, S4, S5) configurados para detectar el caudal y/o el cambio en el caudal al nivel del dispositivo, y
- 10 (b) un número de contadores (M1, M2, M3) configurados para medir el flujo global para al menos una parte de los dispositivos (D1, D2, D3) con una alta precisión predefinida,

caracterizado porque el sistema (2) comprende un módulo de cálculo (8) configurado para recibir información desde los sensores (S1, S2, S3, S4, S5) y los contadores (M1, M2, M3), donde el módulo de cálculo (8) comprende un modelo estadístico matemático (38) configurado para estimar y/o predecir procesos estocásticos latentes tales como flujo de recursos y/o rendimiento (p.ej. actividad) de los dispositivos (D1, D2, D3) usando datos de los sensores (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1), donde los datos de los sensores (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1) en el tiempo t se dan como vector (Y_t), donde el proceso estocástico latente, en particular el flujo de recursos y/o rendimiento tal como porcentaje de eficiencia del ventilador, porcentaje de consumo excesivo de recursos, flujo de recursos o estado de salud del dispositivo, en el tiempo t es un vector (θ_t), donde el modelo estadístico matemático (38) usa un vector de ruido (ε_t) de los datos de los sensores (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1) en el instante t y eventualmente un vector de ruido (ϑ_t), del proceso latente estocástico en el tiempo t, donde se estima la distribución estadística de los vectores de ruido ($\varepsilon_t, \vartheta_t$) en base a los datos del sensor (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1).

15

20

25

2. Un sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los datos del sensor (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1) en el instante t están dados como vector, Y_t dado por:
- 30

$$Y_t = f_t(\theta_t) + \varepsilon_t ,$$

35 donde el proceso estocástico latente (flujo de recursos y/o rendimiento tal como el porcentaje de eficiencia de ventilación, porcentaje de consumo excesivo de recursos, flujo de recursos o estado de salud del dispositivo) en el tiempo t es un vector .t que eventualmente puede ser modelado por el proceso subyacente:

$$\theta_t = g_t(\theta_{t-1}) + \vartheta_t ,$$

40

donde f_t y g_t son funciones matemáticas.

3. Un sistema según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el contador de alta precisión (M1, M2, M3) está configurado para medir el flujo de potencia total para un grupo de dispositivos eléctricos o para medir el flujo total de agua o para medir el consumo de energía.
- 45

4. Un sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el sistema (2) comprende una interfaz de usuario (10), preferiblemente una interfaz de usuario remota (10), y porque la interfaz de usuario (10) proporciona acceso a los flujos de recursos estimados y/o previstos de al menos una selección de los dispositivos (D1, D2, D3).
- 50

5. Un sistema según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el módulo de cálculo (8) es uno o más enrutadores (8).
6. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque uno o más de los sensores (S1, S2, S3, S4, S5) comprende un recolector de energía (28).
7. Un sistema (2) según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la energía recolectada se utiliza para detectar el flujo de recursos o cambiar el caudal de recursos del (de los) dispositivo(s) (D1, D2, D3).
8. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el módulo de cálculo (8) y el modelo estadístico matemático (38) están integrados en un aparato (10, D1, D2, D3) del sistema (2).
9. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el módulo de cálculo (8) es un servicio en nube (8) que comprende un modelo estadístico matemático (38) y un almacenamiento de datos (36).
10. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el sistema (2) comprende una unidad de control (22) configurada para cambiar la actividad de uno o más de los dispositivos (D1, D2, D3) u otros aparatos, p. ej. una válvula de una tubería principal (14).
11. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el módulo de cálculo (8) está configurado para estimar la actividad real y/o futura de al menos una selección de los dispositivos (D1, D2, D3).
12. Un método para supervisar el flujo de recursos en un número de dispositivos (D1, D2, D3) utilizando una unidad de recepción (4) que recibe datos de un número de sensores (S1, S2, S3, S4, S5) configurado para detectar el caudal y/o el cambio en el caudal a nivel de dispositivo, y un número de contadores (M1, M2, M3) configurados para medir el flujo para al menos una parte de los dispositivos (D1, D2, D3), caracterizado porque el método comprende la etapa de estimar y/o predecir pérdida y/o flujo de recurso(s) de al menos una selección de los dispositivos (D1, D2, D3) utilizando un módulo de cálculo (8) configurado para recibir información de los sensores (S1, S2, S3, S4, S5) y los contadores (M1, M2, M3), donde la estimación y/o predicción de los flujos de recurso se lleva a cabo en un módulo de cálculo que comprende un modelo estadístico matemático (38) usando datos de los sensores y el contador (M1), donde el modelo matemático (38) está configurado para estimar el proceso estocástico latente usando un modelo estadístico matemático (38), donde el modelo estadístico matemático (38) combina datos de los sensores (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1) para estimar el proceso estocástico latente, donde los datos del sensor (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1) en el tiempo t se dan como un vector (Y_t), donde el proceso estocástico latente, en particular flujo de recursos y/o rendimiento como porcentaje de eficiencia de ventilación, porcentaje de consumo excesivo de recursos, flujo de recursos o estado de salud del dispositivo, en el tiempo t es un vector (θ_t), donde el modelo estadístico matemático (38) utiliza un vector de ruido (ϵ_t) de los datos de los sensores (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1) en el tiempo t y eventualmente un vector de ruido (ϑ_t) del proceso estocástico latente en el tiempo t , donde se estima la distribución estadística de los vectores de ruido (ϵ_t , ϑ_t) a partir de los datos del sensor (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1).

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado** porque los datos del sensor (S1, S2, S3, S4, S5) y el contador (M1) en el tiempo t se dan como un vector, Y_t dado por:

5 -

$$Y_t = f_t(\theta_t) + \varepsilon_t ,$$

10 donde el proceso estocástico latente (flujo de recursos y/o rendimiento tal como porcentaje de eficiencia de ventilación, porcentaje de consumo excesivo de recursos, flujo de recursos o estado de salud del dispositivo) en el tiempo t es un vector θ_t que eventualmente puede ser modelado por el proceso subyacente:

-

$$\theta_t = g_t(\theta_{t-1}) + \vartheta_t ,$$

15

donde f_t y g_t son funciones matemáticas.

14. Método según la reivindicación 12 ó 13, **caracterizado** porque el método utiliza un sistema (2) según se define en las reivindicaciones 1-11 para estimar y/o predecir el flujo de recursos de al menos una selección de los dispositivos (D1, D2, D3).

20

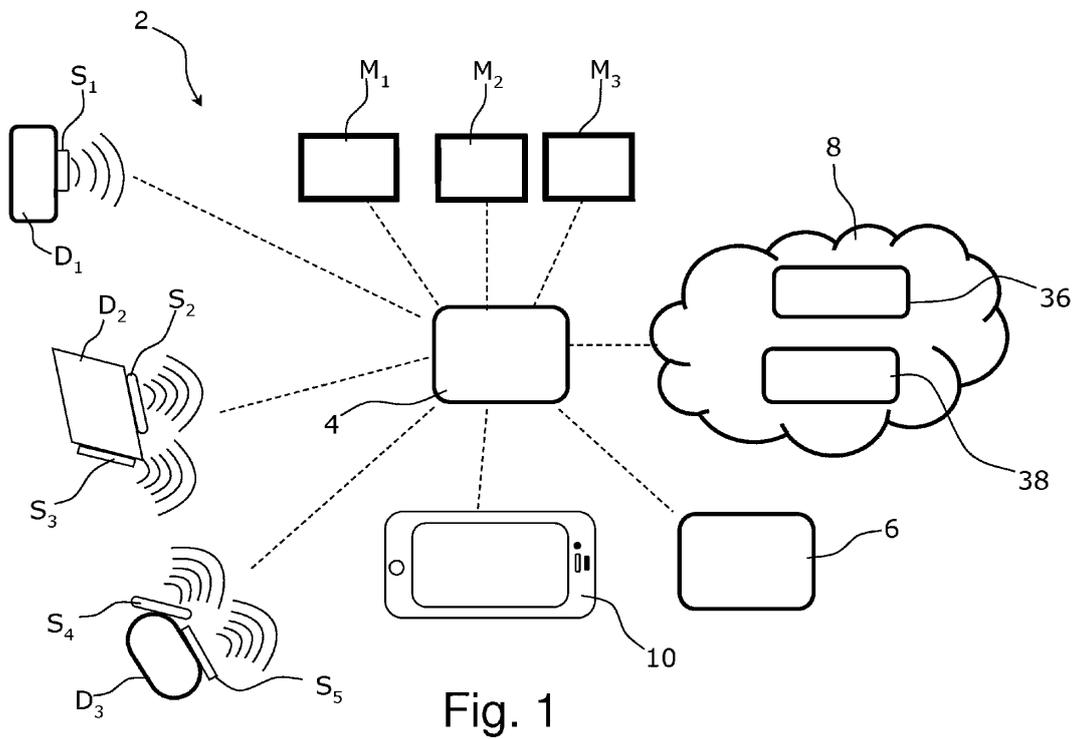


Fig. 1

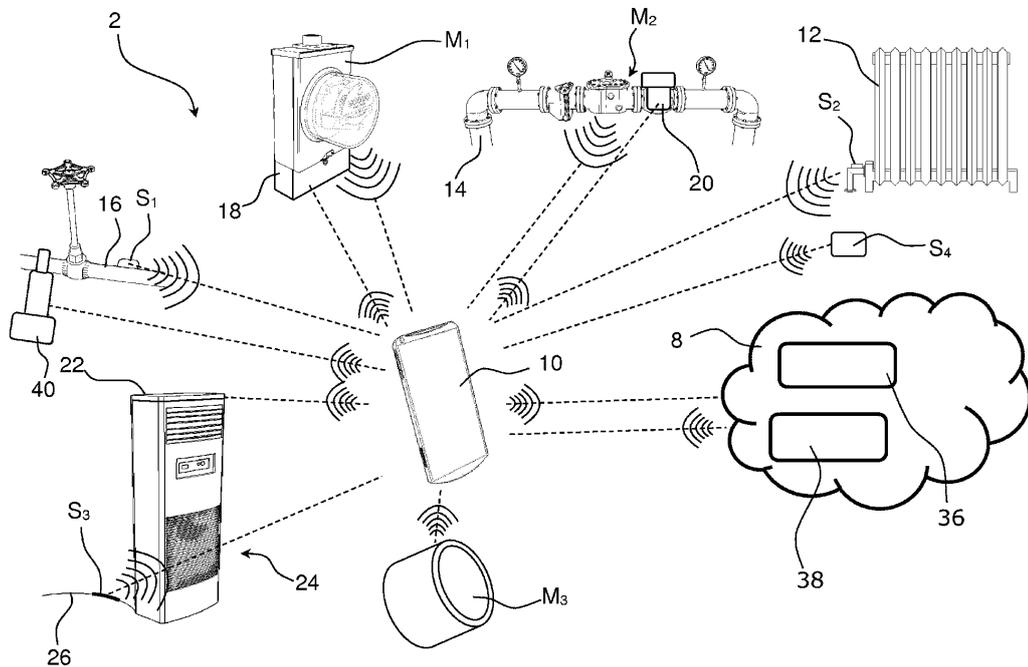


Fig. 3

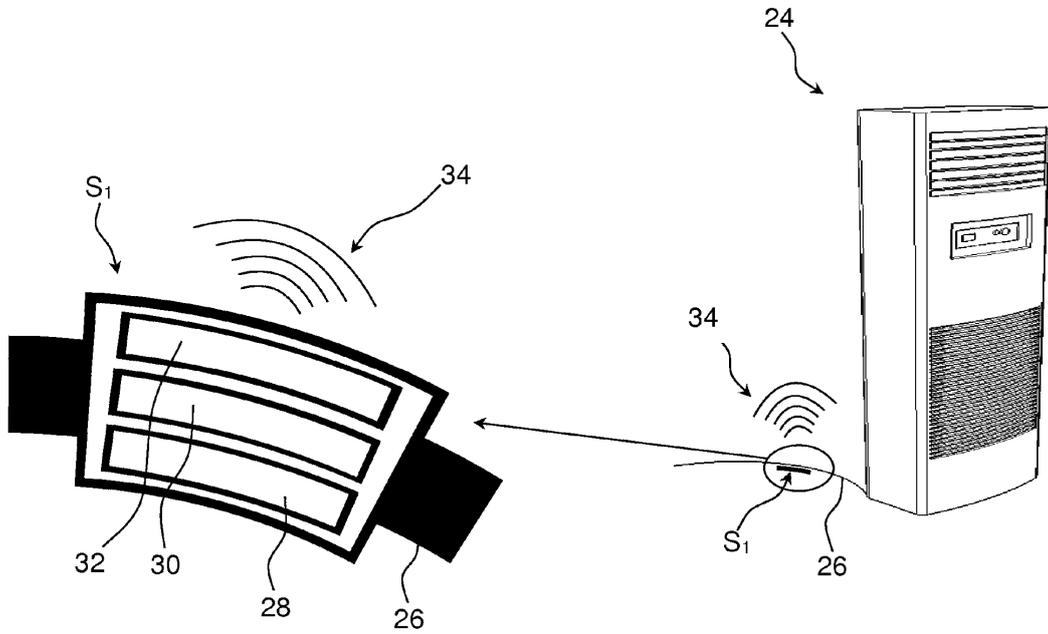


Fig. 4 a)

Fig. 4 b)

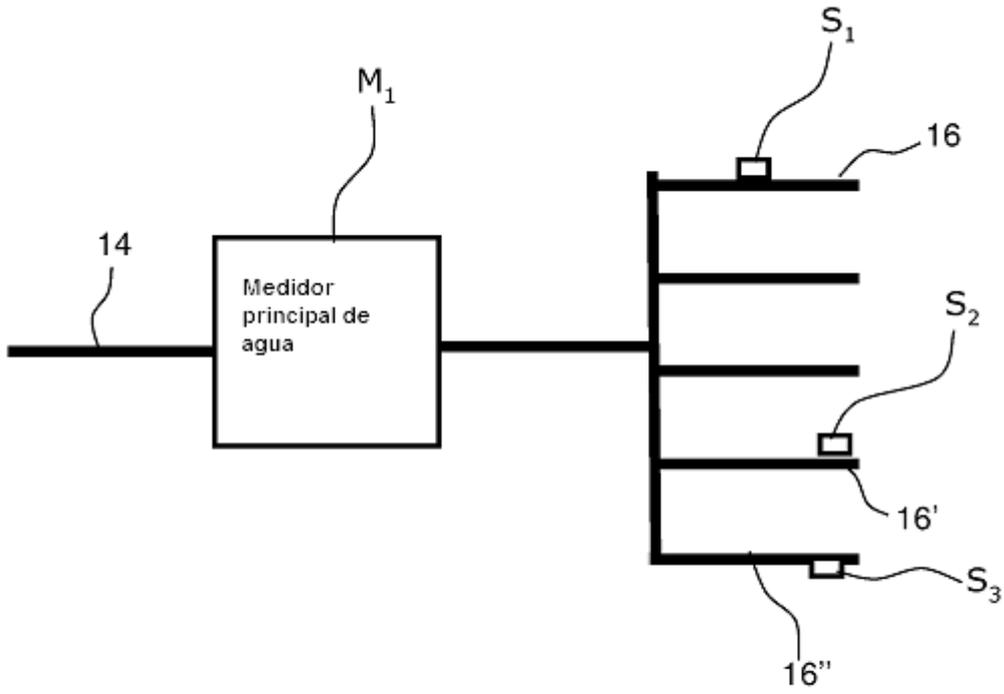


Fig. 5