

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 822**

51 Int. Cl.:

H04Q 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2020 PCT/FR2020/051981**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2021 WO21089937**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2020 E 20819806 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023 EP 4055832**

54 Título: **Procedimiento de detección de bloqueos de dispositivos contadores en una red de distribución**

30 Prioridad:

04.11.2019 FR 1912337

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

17.06.2024

73 Titular/es:

**SUEZ INTERNATIONAL (100.0%)
16 Place de l'Iris - Tour CB 21
92040 Paris la Défense Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**HAEFFNER, HUGUES y
FAY, GILLES**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 972 822 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

Procedimiento de detección de bloqueos de dispositivos contadores en una red de distribución

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de detección del bloqueo de dispositivos contadores en una red de distribución.

10 En el ámbito del conteo del consumo de recursos suministrados por las redes de distribución, tal como de agua, de gas o de electricidad, o de cualquier otro recurso sujeto a conteo mediante un contador mecánico, es bien conocido que el uso de contadores inteligentes ha permitido simplificar significativamente la lectura de los contadores por parte de los operadores.

15 Los contadores inteligentes permiten la transmisión automática y periódica de datos de consumo, medidos por órganos de medición mecánicos o electrónicos, en particular mediante medición de velocidades o mediante medición volumétrica en el ámbito del agua, hacia un dispositivo de centralización de los datos de consumo.

20 La transmisión de los datos de mediciones del consumo se realiza por medios de comunicación digitales, por cable o por radiofrecuencia. De este modo, ya no es necesario que los agentes de lectura se desplacen para tomar la lectura de los valores de consumo, conocidos con el nombre de índice de consumo, de los contadores.

No obstante, cuando un contador está defectuoso, sigue siendo necesaria la intervención de un técnico.

25 El problema entonces es detectar el fallo de un contador inteligente con relativa rapidez y fiabilidad, en particular, un posible bloqueo de los órganos de medición mecánicos, para reducir el período de consumo no contabilizado.

30 Ahora bien, el análisis de los datos del contador sin consumo se realiza generalmente de forma manual, con el fin de estimar si la ausencia de consumo de un contador se debe únicamente a la ausencia de consumo por parte del cliente o si el contador está bloqueado. Sin embargo, el análisis manual de todos los contadores sin consumo es relativamente largo y no presenta suficiente fiabilidad.

35 Asimismo, sabemos que la proporción de contadores bloqueados es generalmente inferior al 20 % de los contadores sin consumo, por lo que la verificación sistemática es costosa y relativamente ineficaz.

Véanse también las publicaciones US2012/206272 y EP 2 472 467.

40 Además, se necesita una solución para detectar de manera fiable los contadores bloqueados, en particular los contadores inteligentes bloqueados, entre los contadores sin consumo reciente.

A tal efecto, se propone un procedimiento de detección del bloqueo de los dispositivos contadores del consumo de un recurso, por ejemplo, agua, gas, electricidad, entre un conjunto de dispositivos contadores; calculando cada dispositivo contador un valor de índice en función del consumo acumulado medido;

45 transmitiéndose dichos valores de índice de cada dispositivo contador en intervalos regulares, por ejemplo, cada 24 horas o con cualquier otra frecuencia adecuada, a un órgano de centralización que memoriza dichos valores de índice con su fecha de transmisión asociada;

50 la diferencia entre un primer valor de índice y un segundo valor de índice corresponde a la estimación del consumo entre, respectivamente, la primera fecha y la segunda fecha de transmisiones asociadas; y cuando dicha diferencia sea inferior a un valor umbral mínimo significativo de consumo, dicha estimación de consumo define un período de parada del dispositivo contador.

55 Por ejemplo, un valor umbral mínimo para un consumo significativo incluye un consumo de menos de 20 litros de agua durante un período de 48 horas. No obstante, este valor umbral mínimo que separa los consumos llamados "no significativos", por un lado, por debajo del valor umbral, de los consumos llamados "significativos", mayores que el valor umbral, puede ser determinado libremente por el experto en la materia en función del recurso considerado y del contexto de consumo de dicho recurso.

En otras palabras, la última fecha de parada del dispositivo contador es la primera fecha asociada con una lectura de índice, a partir de la cual comienza el último período de parada detectado.

60 Dado que el procedimiento tiene como objetivo detectar los contadores bloqueados, sólo se seleccionan los contadores en parada en el momento de la última lectura del índice; además el último período de parada se extiende entre la última fecha de parada T_0 y la última lectura del índice.

65 Así, la última fecha de parada está asociada al primer valor del índice de una serie de índices consecutivos que van hasta la última lectura del índice en la fecha, y forman un período cuya diferencia de índice es menor que un valor umbral de consumo mínimo significativo.

El procedimiento que comprende:

- una etapa de selección de un subconjunto de dispositivos contadores entre dicho conjunto de dispositivos contadores, para los cuales la diferencia en los valores de índice durante una primera duración predeterminada, por ejemplo, durante un período que oscila entre 7 y 60 días, llegando hasta la última memorización de un valor de índice, es inferior a dicho valor umbral mínimo de consumo significativo, formando el último período de parada del dispositivo contador; correspondiendo dicha primera fecha de dicho último período de parada a la última fecha de parada del dispositivo contador;

y para cada dispositivo contador de dicho subconjunto de dispositivos contadores:

- una etapa de adquisición de los valores de índice memorizados en una segunda duración predeterminada, por ejemplo, durante un período de aproximadamente dos años, anterior a la última fecha de parada de dicho dispositivo contador;
- una etapa de generación de una pluralidad de variables sintéticas en función de dichos valores de índice adquiridos durante la segunda duración predeterminada, que comprende el cálculo de:
 - un primer valor representativo de la duración desde la cual dichos valores de índice memorizados del contador son menores que dicho valor umbral mínimo de consumo significativo;
 - un segundo valor de consumo total de dicho recurso registrado por dicho dispositivo contador; y
 - un tercer valor representativo de la tasa de períodos de parada en una tercera duración predeterminada, por ejemplo, durante una duración de aproximadamente un año, menor que la segunda duración predeterminada y mayor que la primera duración predeterminada;

comprendiendo además el procedimiento una etapa de decisión durante la cual se determina en función de dichas variables sintéticas calculadas si dicho dispositivo contador está bloqueado.

De este modo, se obtiene un procedimiento de detección relativamente fiable que permite detectar de manera autónoma los contadores bloqueados teniendo en cuenta únicamente los datos de índice de contador disponibles.

Ventajosamente y de manera no limitativa, la tercera duración predeterminada se extiende sobre un período anterior a 90 días antes de la última fecha de parada. De este modo, se excluyen de la tasa los periodos de consumo no significativos, los 3 meses anteriores a la parada total del contador, porque durante este período de 90 días, el contador, si está defectuoso, puede haber presentado un comportamiento errático haciendo que los datos de índice durante este período sean irrelevantes.

Ventajosamente y de manera no limitativa, la etapa de generación comprende además el cálculo de un cuarto valor correspondiente a la tasa de períodos de parada del dispositivo contador durante un intervalo de tiempo que se extiende 90 días antes de la última fecha de parada. De este modo, para afinar la detección, se calcula, de manera aislada, el comportamiento del contador durante el período de 90 días anteriores a la última fecha de cierre.

Ventajosamente y de manera no limitativa, la etapa de generación comprende además el cálculo de un quinto valor correspondiente a la duración promedio de los períodos de parada del dispositivo contador. Esto permite perfeccionar los parámetros de detección teniendo en cuenta la duración promedio de los períodos de consumo anteriores no significativos durante el segundo período predefinido, lo que permite conocer la duración promedio, mientras que el contador estaba funcional y por lo tanto no estaba bloqueado, durante el cual permaneció sin consumo.

Ventajosamente y de manera no limitativa, la etapa de generación comprende además el cálculo de un sexto valor correspondiente al período de parada más largo del dispositivo contador entre todos los períodos de parada del dispositivo contador. Esto permite afinar el funcionamiento del procedimiento de detección teniendo en cuenta la duración máxima, mientras que el contador estaba funcional y por lo tanto no estaba bloqueado, durante el cual permaneció sin consumo.

Ventajosamente y de manera no limitativa, la etapa de generación comprende además el cálculo de un séptimo valor correspondiente al período más largo durante el cual los valores de índice memorizados son mayores que dicho valor umbral mínimo de consumo significativo. De esta forma se puede tener en cuenta la duración promedio del consumo ininterrumpido del contador antes de su última fecha de parada.

Ventajosamente y de manera no limitativa, la etapa de generación comprende además el cálculo de un octavo valor correspondiente al número de períodos durante los cuales los valores de índice memorizados son sucesivamente mayores que dicho valor umbral mínimo de consumo significativo. Así se cuenta el número de periodos de consumos significativos, lo que permite tener en cuenta el número de interrupciones y reanudaciones de consumo registradas por el contador durante el período de lectura del índice memorizado.

Ventajosamente y de manera no limitativa, la etapa de generación comprende además el cálculo de un noveno valor correspondiente al cálculo de una probabilidad de bloqueo de dicho dispositivo en función de su modelo de fabricación

y de su año de puesta en servicio. Así se puede tener en cuenta la calidad de fabricación del contador así como su antigüedad.

5 Ventajosamente y de manera no limitativa, la etapa de decisión incluye la implementación de un módulo de aprendizaje automático supervisado, dicho módulo de aprendizaje automático se entrena durante una etapa de entrenamiento inicial. De este modo, se puede optimizar la detección implementando un módulo de detección mediante aprendizaje automático, permitiendo una detección relativamente rápida y robusta.

10 En particular, se implementa el entrenamiento inicial sobre la base de un conjunto de datos para el cual se conoce el estado real del contador, bloqueado o no, también llamado conjunto de datos calificados.

15 Ventajosamente y de manera no limitativa, el procedimiento está adaptado para ser implementado una pluralidad de veces, la etapa de entrenamiento inicial se implementa solo una vez y la etapa de reentrenamiento se implementa de manera repetida, a una frecuencia inferior a la frecuencia de implementación del procedimiento. De este modo, el funcionamiento del procedimiento se puede optimizar reentrenando periódicamente el módulo de aprendizaje automático, pero a una frecuencia inferior a la frecuencia de detección de bloqueo, esto permite aumentar la fiabilidad de la detección.

20 Ventajosamente y de manera no limitativa, dicho módulo de aprendizaje automático implementa un procedimiento de árbol de regresión y de clasificación,

25 comprendiendo dicha etapa de entrenamiento una etapa de provisión de un conjunto de datos de entrenamiento, que comprende una pluralidad de datos de contadores, cada uno comprendiendo una pluralidad de valores de índice memorizados en dicha segunda duración predeterminada y/o valores sintéticos calculados, así como un valor de decisión precalculado, estando cada árbol de decisión entrenado, durante dicha etapa de entrenamiento, a partir de un subconjunto único de dicho conjunto de datos de entrenamiento.

30 De este modo, se puede obtener un procedimiento de detección mediante aprendizaje automático robusto y relativamente económico en términos de tiempo de cálculo.

35 Ventajosamente y de manera no limitativa, dicho procedimiento de bosque de árboles de decisión implementa un procedimiento de clasificación de contadores entre al menos dos clases, bloqueado y desbloqueado, en función de dichas variables sintéticas generadas, dicho módulo de aprendizaje se entrena a partir de un conjunto de datos de entrenamiento en el que dichos valores de decisión precalculados comprenden una clase entre dichas dos clases. De este modo, el procedimiento de detección es relativamente sencillo de utilizar y los datos de predicción obtenidos en salida son relativamente sencillos de procesar.

40 Según una alternativa de implementación ventajosa, dicho módulo de aprendizaje automático implementa un procedimiento de aprendizaje de regresión supervisada para calcular un valor de probabilidad de bloqueo, en función de dichas variables sintéticas generadas, entrenándose dicho módulo de aprendizaje a partir de un conjunto de datos de entrenamiento en el que dichos valores de decisión precalculados comprenden un valor de probabilidad de bloqueo. De este modo, el procedimiento de detección es relativamente preciso y permite una interpretación más profunda de los datos de predicción obtenidos en la salida.

45 Ventajosamente y de manera no limitativa, dicho procedimiento de árboles de regresión y de clasificación incluye un procedimiento de bosques de árboles de decisión. Esto permite obtener un procedimiento de aprendizaje automático relativamente sencillo de implementar, robusto y rápido de ejecutar.

50 Según una realización de la invención, dichos valores de índice se memorizan en intervalos de 24 horas; siendo la primera duración predeterminada entre 1 día y 60 días, correspondiendo la segunda duración predeterminada sustancialmente a dos años de sustancialmente 365 días, es decir, sustancialmente 730 días, y correspondiendo el tercer valor predeterminado sustancialmente a un año, es decir, aproximadamente 365 días.

55 La invención también se refiere a un dispositivo de detección del bloqueo de dispositivos contadores del consumo de un recurso, por ejemplo, agua, gas, electricidad, entre un conjunto de dispositivos contadores; calculando cada dispositivo contador un valor de índice en función del consumo acumulado medido;

60 transmitiéndose dichos valores de índice de cada dispositivo contador en intervalos regulares a un órgano de centralización que memoriza dichos valores de índice con su fecha de transmisión; la diferencia entre un primer valor de índice y un segundo valor de índice corresponde a la estimación del consumo entre, respectivamente, la primera fecha y la segunda fecha de transmisiones asociadas; y cuando dicha diferencia sea inferior a un valor umbral mínimo significativo de consumo, dicha estimación de consumo define un período de parada del dispositivo contador.

65 El dispositivo comprende:

- 5 - medios para seleccionar un subconjunto de dispositivos contadores de dicho conjunto de dispositivos contadores, para los cuales la diferencia en los valores de índice durante una primera duración predeterminada, llegando hasta la última memorización de un valor de índice, es inferior a dicho valor umbral mínimo de consumo significativo, formando el último período de parada del dispositivo contador; correspondiendo dicha primera fecha de dicho último período de parada a la última fecha de parada del dispositivo contador;
- medios de adquisición, para cada dispositivo contador de dicho subconjunto de dispositivos contadores, de valores de índice memorizados en una segunda duración predeterminada, anterior a la última fecha de parada de dicho dispositivo contador;
- 10 - medios de generación de una pluralidad de variables sintéticas en función de dichos valores de índice adquiridos para cada dispositivo contador de dicho subconjunto de dispositivos contadores;

estando dichos medios de generación adaptados para calcular:

- 15 - un primer valor representativo de la duración a partir de la cual dichos valores de índice memorizados del contador son inferiores a dicho valor umbral mínimo de consumo significativo;
- un segundo valor de consumo total de dicho recurso registrado por dicho dispositivo contador; y
- un tercer valor representativo de la tasa de períodos de parada en una tercera duración predeterminada, menor que la segunda duración predeterminada y mayor que la primera duración predeterminada;

20 comprendiendo el dispositivo también medios de cálculo de decisión adaptados para determinar, para cada dispositivo contador de dicho subconjunto de dispositivos contadores, en función de dichas variables sintéticas calculadas si dicho dispositivo contador está bloqueado.

25 La invención también se refiere a un sistema contador de un recurso, tal como de agua, de gas o de electricidad, que comprende un conjunto de dispositivos contadores y un dispositivo de detección tal como se describió anteriormente.

Otras particularidades y ventajas de la invención se apreciarán mejor tras la lectura de la siguiente descripción de una realización particular de la invención, aportada a modo indicativo, pero no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 35 [Fig. 1] es una vista esquemática de un sistema contador según una primera realización de la invención;
- [Fig. 2] es un diagrama de flujo del procedimiento implementado por el dispositivo de detección del sistema según la figura 1;
- [Fig. 3] es una vista esquemática de un conjunto de datos de entrenamiento para el módulo de aprendizaje automático implementado por el procedimiento según la figura 2.

Las figuras 1 a 3 al referirse a la misma realización, serán comentadas simultáneamente.

40 La invención se refiere a un sistema de lectura del consumo 2, en este caso un sistema de lectura remota 2, que comprende una pluralidad de dispositivos contadores 20 del consumo de recursos suministrados en la red de distribución, tal como de agua, de gas o de electricidad, y un órgano de centralización de datos 21, en este caso un servidor remoto 21 de adquisición de datos de lectura remota desde dichos dispositivos 20.

45 La invención se refiere en particular a la implementación por parte del sistema 2 de un procedimiento de detección 1 del bloqueo de los dispositivos contadores 20.

Los ejemplos de recursos, agua, gas o electricidad, sin embargo, se dan de forma no limitativa y pueden aplicarse a cualquier otro recurso o producto, por lo que el consumo se puede medir de forma continua, en particular cualquier producto distribuido a través de la red de distribución 22.

50 En la continuación de la descripción, se hará referencia indistintamente a un dispositivo contador de consumo 20 bajo el nombre de contador 20.

55 En esta realización de la invención, el contador 20 es un contador digital inteligente 20, sin embargo, la invención no se limita a los contadores inteligentes y puede aplicarse a cualquier tipo de contador cuya lectura de datos permita constituir un historial de consumo, en forma de una sucesión regular de índices de consumo memorizados.

60 En el presente documento, el contador 20 comprende medios de comunicación, en particular medios de comunicación por radiofrecuencia 201, para emitir regularmente lecturas de consumo a un órgano de centralización de datos.

El órgano de centralización de datos 21 es en este caso un servidor remoto 21 que se comunica por radiofrecuencia con el contador 20.

65 Sin embargo, la invención no se limita a este sistema 2 particular, se puede prever de manera particular que el contador comprenda medios para implementar el procedimiento de detección de bloqueo y, en particular, medios para transmitir

el bloqueo cuando se detecta.

Los medios de comunicación pueden ser medios de comunicación por radiofrecuencia pero también medios de comunicación por red cableada, por ejemplo por fibra óptica, por red telefónica, por corriente portadora de línea o cualquier otra solución conocida por los expertos en la materia.

El contador coopera con la red de distribución cuyo consumo se mide, por ejemplo en la entrada de una instalación doméstica o industrial.

En particular, en el campo del conteo de agua, el contador comprende un órgano contador, por ejemplo, medios de medición de la velocidad del agua, una turbina, un órgano de medición volumétrico o cualquier otro tipo de órgano adaptado para medir la cantidad de agua que pasa por la tubería en las proximidades del contador.

El órgano contador emite una señal de medición analógica transformada por un convertidor analógico-digital, en particular integrado en el órgano contador, para proporcionar al contador una señal de consumo muestreada.

El contador comprende entonces un órgano para calcular el índice de referencia del contador. El índice es un valor numérico definido según la naturaleza del recurso o del producto cuyo consumo se mide. En el ámbito del suministro de agua, y fluidos en general, el índice es un valor numérico correspondiente al volumen total consumido medido por el contador, por ejemplo en metros cúbicos.

El contador transmite en intervalos regulares, en intervalos de 24 horas, a modo no limitativo, el último valor del índice calculado en el órgano de centralización de datos.

El órgano de centralización de datos procede entonces a memorizar y marcar la hora del último valor de índice calculado, y mantiene en una memoria de almacenamiento el conjunto de los índices calculados adquiridos para el mismo contador durante un período predeterminado, por ejemplo durante una duración de 2 años, llamada segunda duración predeterminada, es decir, aproximadamente 730 índices adquiridos, con un intervalo de adquisición de 24 horas. Sin embargo, esta segunda duración predeterminada puede ser diferente del ejemplo dado, por ejemplo, entre 2 y 5 años.

El órgano de centralización también incluye medios de cálculo para implementar un procedimiento de detección 1 de un contador bloqueado.

Estos medios de cálculo son en este caso un ordenador, por ejemplo un servidor, que comprende un procesador y una interfaz de comunicación con dicha memoria de almacenamiento.

El procedimiento 1 se implementa para un subconjunto de contadores de un parque de contadores. Por parque de contadores se hace referencia al conjunto de contadores de una red de distribución que proporcionan datos de medición al órgano de centralización 21.

Para detectar los contadores bloqueados, se selecciona un subconjunto de contadores potencialmente bloqueados del parque de contadores.

Este subconjunto de contadores se determina analizando los últimos índices de consumo de cada contador.

De este modo, se puede definir un valor umbral de ausencia de consumo, en otras palabras, una duración de lectura con índice constante, más allá de la cual el contador se considera potencialmente bloqueado.

En particular, en esta realización, para un contador de consumo de agua, en contadores de instalaciones domésticas, seleccionamos los contadores que presentan una ausencia de consumo durante los últimos 60 días, también llamada primera duración predeterminada, y por tanto las últimas 60 lecturas consecutivas que presentan un índice constante o que no reflejan un consumo significativo. Sin embargo, este valor se da a título indicativo. Una duración inferior permite que la detección del bloqueo ocurra antes pero requiere un aumento en los contadores analizados, por el contrario, una duración más larga reduce el tamaño del subconjunto de contadores pero aumenta el tiempo de reacción cuando un contador está bloqueado.

Para contadores de instalaciones industriales se puede por ejemplo tomar un valor de 7 días, sabiendo que a diferencia de las instalaciones domésticas, en particular en lo que respecta a las segundas residencias, las instalaciones industriales generalmente no experimentan un período de ausencia de consumo de varios días consecutivos.

Teniendo en cuenta el tratamiento realizado por separado entre distintos tipos de contadores de un mismo parque, por ejemplo entre los contadores de instalaciones domésticas y los contadores de instalaciones industriales, que presentan diferentes perfiles de funcionamiento, es posible prever la implementación del procedimiento de detección de bloqueo de contadores por separado para cada conjunto de contadores agrupados por tipo de instalación, de este modo se implementará un primer procedimiento para contadores de instalaciones domésticas y un segundo

procedimiento de detección, independiente del primero, se implementará para los contadores de instalaciones industriales.

5 El procedimiento 1 comprende entonces una etapa de adquisición 11 del historial de los índices memorizados del subconjunto de contadores 20 del parque seleccionado, en este caso durante los últimos 2 años, también llamada segunda duración predeterminada.

10 El procedimiento 1 implementa entonces una segunda etapa de generación 12 de una pluralidad de variables sintéticas basándose en los datos de conteo adquiridos, en este caso los datos de índice, permitiendo a continuación que se implemente la etapa de decisión 13.

15 En esta realización de la invención, se implementan las etapas de selección 10, de adquisición 11, de generación 12 y la etapa de decisión 13 de manera repetida, por ejemplo una vez cada 24 horas, o según cualquier otra frecuencia adaptada de detección de contadores bloqueados.

Durante la etapa de generación 12, se calcula de manera particular la duración V1 desde la cual no se ha registrado ningún consumo.

20 Por tanto, la duración V1 corresponde a la duración desde la cual los valores de índice memorizados del contador son constantes.

Esta duración V1 está asociada con la fecha con marca de tiempo de la primera fecha T_0 desde el cual el índice no ha variado, también llamada última fecha de parada T_0 del contador.

25 En otras palabras, la última fecha de parada T_0 es la primera fecha asociada con una lectura de índice, a partir de la cual comienza el último período de parada detectado.

30 Dado que el procedimiento tiene como objetivo detectar los contadores bloqueados, sólo se seleccionan los contadores en parada en el momento de la última lectura del índice; además el último período de parada se extiende entre la última fecha de parada T_0 y la última lectura del índice.

35 También se tiene en cuenta el valor de índice más reciente V2. De hecho, cuanto más bajo sea el índice, más reciente es el contador, ya que es raro que un contador tenga un reinicio de índice durante su ciclo de vida. Además, la probabilidad de bloqueo del contador, particularmente en el caso de un fallo de hardware, es menor para un contador que presente un índice bajo.

El valor de índice más reciente V2 corresponde por tanto a un valor V2 de consumo total de dicho recurso registrado por dicho dispositivo contador.

40 También se calcula la tasa de consumo no significativa V3 durante el año anterior a la última fecha de parada T_0 , también llamada tercera duración predeterminada, es decir, sobre un período de 365 días antes de la parada del contador.

45 Asimismo, la tasa de consumo no significativa V3 corresponde al porcentaje de tiempo durante el cual se registraron sucesiones de índices sin variación.

50 En esta realización particular, la tasa de consumos no significativos V3 se calcula con mayor precisión excluyendo los datos adquiridos 90 días antes de la última fecha de parada T_0 . De hecho, en caso de un contador defectuoso, su comportamiento puede ser inconsistente en las semanas anteriores a su parada total. Además, se excluyen los datos cercanos a la última fecha de parada, en este caso a 90 días, y se calcula la tasa de ocupación comprendida en el intervalo de 365 días siguientes a $[T_0-90-365 \text{ días}; T_0-90 \text{ días}]$.

55 Esta tasa de consumos no significativos V3, por lo tanto corresponde al porcentaje de días, en un conjunto de 365 datos adquiridos entre $T_0-455 \text{ días}$ y $T_0-90 \text{ días}$.

60 Esta variable sintética de tasa de consumos no significativos V3 permite evaluar la tasa de uso del contador durante un año completo, y permite operar una distinción, particularmente en el campo de la distribución en redes domésticas, entre las residencias principales con tasas de consumo relativamente bajas y no significativas y las residencias secundarias, que pueden presentar tasas de consumo elevadas y no significativas, por ejemplo superiores al 50 %.

En el modo principal de la invención se trata de las tres variables sintéticas V1-V3 calculadas para evaluar en la continuación del procedimiento la existencia del bloqueo del contador.

65 Sin embargo, según implementaciones alternativas de la invención, se pueden calcular otras variables sintéticas, que permiten afinar la detección, mediante una mayor carga de cálculo. Cada una de las siguientes variables sintéticas se puede añadir independientemente al procedimiento además de las tres variables de la realización principal.

- Según una primera variable sintética opcional V4, se calcula la tasa de consumos no significativos durante los 90 días anteriores a la última fecha de parada T_0 . Esta variable puede, en particular, sustituir el cálculo de la tasa durante el año anterior a T_0 -90 días en caso de que no haya datos disponibles antes de T_0 -90 días, por ejemplo si el bloqueo es posterior a la instalación del contador.
- Una segunda variable sintética opcional V5 incluye el cálculo de la longitud promedio de períodos de consumos no significativos.
- De este modo, por ejemplo, durante un período de 2 años antes de la última fecha de parada T_0 se identifica cada serie de lecturas donde el consumo no es significativo, de lo contrario, cualquier serie de valores de índice consecutivos de igual valor, o inferior a un umbral mínimo. En el caso de un contador que pueda presentar consumos negativos, entonces estos consumos se consideran distintos de cero.
- Una tercera variable sintética opcional V6 comprende el cálculo del periodo más largo de consumo ininterrumpido no significativo. Dicho de otro modo, se determina entre todos los períodos de consumo no significativo registrados durante el período de adquisición, es decir, 2 años en esta realización, el período más largo de consumo no significativo.
- Una cuarta variable sintética opcional V7 incluye el cálculo de la duración máxima de consumo significativo ininterrumpido. Dicho de otro modo, se determina entre el conjunto de los períodos de consumo significativo registrados durante el período de adquisición, es decir, 2 años en esta realización, la duración más larga del consumo significativo.
- Por consumo significativo se entiende, un período de consumo durante el cual el consumo es superior a un umbral mínimo de consumo significativo, por ejemplo, un consumo inferior a 20 litros de agua en un período de 48 horas. No obstante, este valor umbral mínimo que separa los consumos llamados "no significativos", por un lado, por debajo del valor umbral, de los consumos llamados "significativos", superiores al valor umbral.
- Una quinta variable sintética opcional V8 incluye el cálculo del número de periodos de consumo significativo. Dicho de otro modo, se calcula para esta quinta variable sintética V8 el número de periodos de consumo significativo, por consiguiente intercalados con períodos de consumo no significativo, también llamados períodos de parada del contador. En particular, se puede calcular esta quinta variable durante un período de 2 años anteriores a la última fecha de parada T_0 .
- También se puede adquirir una sexta variable sintética opcional, en forma de variable booleana, que permite saber si, a T_0 , el alojamiento está vacío, por ejemplo si los datos están disponibles y son conocidos por el órgano de centralización de datos 21.
- Una séptima variable sintética opcional V9 corresponde al cálculo de una probabilidad de bloqueo del modelo de contador, en función del modelo y de su año de implementación.
- Esta séptima variable sintética opcional V9 permite estimar una probabilidad de bloqueo del contador en función del tipo de modelo del contador y/o de su año de producción. Se trata, por tanto, de una probabilidad de bloqueo ligada a la fiabilidad de cada modelo de contador en función del conocimiento adquirido sobre cada modelo de contador.
- Después de esta etapa de generación 2 de una pluralidad de variables sintéticas, se implementa una etapa de decisión 13 para determinar, en función de dichas variables sintéticas calculadas, si el dispositivo contador está bloqueado.
- La etapa de decisión se puede implementar de varias formas conocidas por los expertos en la materia.
- En particular, es posible definir una etapa de decisión que defina una pluralidad de umbrales, aplicados a cada variable sintética implementada, por ejemplo, un umbral para cada una de las tres variables sintéticas según la primera realización de la invención. Sin embargo, tal enfoque, mediante umbrales de datos, es relativamente poco fiable y proporciona una tasa de falsos positivos demasiado alta.
- Los expertos en la materia también pueden implementar otras soluciones deterministas u otros procedimientos conocidos por los expertos en la materia, tales como un sistema experto que comprende un motor de inferencia, aunque estos enfoques resultan poco fiables y/o costosos en tiempo de cálculo.
- Además, la etapa de decisión según la primera realización de la invención implementa etapas de aprendizaje automático, en particular, un procedimiento de clasificación supervisado, que tiene como objetivo predecir, en función de las variables sintéticas calculadas, si un contador pertenece a una clase de contador bloqueado o no bloqueado.
- En particular, una técnica implementada, es un motor de aprendizaje con bosques de árboles de decisión, en inglés *Random Forest*, que es un procedimiento de clasificación y regresión supervisado relativamente sólido, rápido y fiable.

Esta solución incluye la definición de una pluralidad de árboles de decisión de clasificación y de regresión, *Classification and Regression Trees* en inglés, a menudo abreviado *CART*; en este caso árboles de clasificación.

5 Cada árbol se entrena de forma independiente sobre la base del subconjunto T1-T3 de datos significativamente diferentes del mismo conjunto de datos de entrenamiento N. Por lo tanto, para un mismo conjunto de variables sintéticas, cada árbol del bosque de árboles podrá proporcionar una predicción diferente de las demás. En ese caso, la predicción final corresponde a la predicción que es la más representada entre todas las predicciones de todos los árboles del bosque de árboles de decisión.

10 La técnica del bosque de árboles de decisión se implementa en la primera realización para proporcionar la denominada salida de clasificación, conocido con el nombre de Bosque Aleatorio de Clasificación, para proporcionar en salida un valor binario de clase: bloqueado o no bloqueado.

15 Sin embargo, según una realización alternativa, la técnica del bosque de árboles de decisión se puede implementar para proporcionar una salida llamada de regresión, que comprende una probabilidad de bloqueo, generalmente un valor, o un rango de valores, comprendido entre 0 y 1. Entonces generalmente se habla de Bosques aleatorios de regresión, en inglés *Random Forest Regression* o *Regression Forest*.

20 Se observará que la invención no se limita únicamente a esta técnica de aprendizaje automático. De hecho, cualquier procedimiento de aprendizaje automático, tal como aprendizajes por refuerzo, supervisados o no supervisados podrán ser implementados por aquellos expertos en la materia.

25 En particular, según una implementación alternativa, se puede utilizar la técnica de aprendizaje supervisado conocida con el nombre de los vecinos k-más cercanos, en inglés *k-nearest neighbors*, o también una técnica de árbol de decisión solo, en inglés *decision tree*.

También podrán implementarse métodos de redes neuronales y, en particular, métodos de aprendizaje profundo.

30 En el contexto de la primera realización de la invención, la etapa de decisión 132 está precedida por una etapa preliminar 131 de entrenamiento de un motor de aprendizaje, y está asociada con una etapa de reentrenamiento 133, que se puede implementar en paralelo, por ejemplo en intervalos regulares, en particular una vez a la semana en esta realización, mientras que el procedimiento de detección se implementa una vez al día.

35 Por motor de aprendizaje se entiende un espacio de memoria asignado que comprende instrucciones lógicas para construir una pluralidad de árboles de decisión, instrucciones lógicas de entrenamiento y de recorrido de estos árboles de decisión, e instrucciones lógicas para obtener predicciones, en particular de clasificación predictiva, en función del recorrido de la pluralidad de árboles de decisión obtenidos y entrenados.

40 Cada árbol de decisión corresponde a una porción de un espacio de memoria asignado, que comprende un encadenamiento lógico, por nodos, ramas y hojas de extremos, entre conjuntos de valores de variables sintéticas, pudiendo cada rama conducir a un nodo que separa el espacio lógico en otras dos subramas o una subrama y una hoja de extremo, o dos hojas de extremo, correspondiendo cada hoja de extremo a una predicción sobre si el contador está bloqueado o no.

45 De este modo, durante una primera fase de entrenamiento, se proporciona al motor de aprendizaje una pluralidad de datos de entrenamiento, también llamados base de aprendizaje.

50 Esta base de aprendizaje comprende una pluralidad de datos correspondientes a una pluralidad de contadores, cada pluralidad de datos para un contador comprende los datos de índice durante 2 años, para permitir el cálculo de las variables sintéticas tenidas en cuenta por el motor de entrenamiento, también llamado atributos de contador, y el estado de este contador, es decir, bloqueado o no, también llamado clase del contador.

55 La fase de entrenamiento implementa una etapa de cálculo de las variables sintéticas para construir los árboles sobre los datos sintéticos que forman los atributos y no sobre los datos brutos de lectura del índice.

La base de aprendizaje podrá consistir, en particular, en casos documentados, en forma de comentarios sobre la experiencia de campo, donde se haya realizado la constatación de bloqueo o no bloqueo.

60 El procedimiento corresponde por tanto a un procedimiento de aprendizaje supervisado basado en las variables sintéticas definidas para la implementación de la realización.

65 A partir de estos datos, se construye una pluralidad de árboles, en otras palabras, una pluralidad de estructuras lógicas de decisión, que permite encontrar el estado de cada contador, bloqueado o no bloqueado, generalmente llamado su clase, de la base de aprendizaje en función de los datos sintéticos, llamados atributos del contador, por recorrido lógico del árbol.

Para garantizar una fase óptima de decisión, se define una pluralidad de árboles de decisión, por ejemplo entre 10 y 20 árboles, formando un bosque de árboles de decisión.

5 Cada árbol del bosque de árboles se entrena con un subconjunto de datos de la misma base de aprendizaje que es diferente de los demás árboles. Entonces cada árbol se entrena a partir de un conjunto de datos de entrenamiento, también llamado base de aprendizaje, diferente de los otros.

10 En esta realización, con referencia a la figura 4, un conjunto de datos de entrenamiento N que comprende 500 datos de contadores N1-N500, que contiene cada uno el identificador del contador, posiblemente su año de producción y las lecturas del índice diario durante 2 años, así como su estado bloqueado o no en el último índice leído.

15 Esto proporciona una base relativamente sólida para garantizar predicciones fiables. Sin embargo, es posible proporcionar una base de aprendizaje que comprenda un mayor número de datos de contador, en particular si estos datos ya están en posesión del experto en la materia en el momento de la implementación.

20 La etapa de entrenamiento preliminar 131 generalmente se implementa solo una vez tras la inicialización del procedimiento según la invención, y no se repite con la misma frecuencia que las etapas de selección 10, de adquisición 11, de generación 12 y la etapa de decisión 13.

A continuación, se implementa la etapa de decisión 13, durante la cual el motor de aprendizaje recibe en entrada las variables sintéticas generadas 12 para el contador, y proporciona en salida una predicción de clasificación del contador, entre las dos clases bloqueadas o no bloqueadas.

25 En esta realización, el motor de aprendizaje que implementa un bosque de árboles de decisión, cada árbol está sujeto a las variables sintéticas del contador analizado y cada árbol proporciona una predicción de clasificación.

30 En el caso de que no todos los árboles proporcionen la misma predicción, la predicción final corresponde en esta realización a la predicción más representada; se habla normalmente de predicción por mayoría de votos.

35 En la realización alternativa que implementa un bosque de árboles de decisión en forma de Bosques aleatorios de regresión, la predicción final puede comprender el cálculo de una probabilidad de bloqueo promedio, en función del conjunto de valores de probabilidad predichos obtenidos para cada árbol de regresión, posiblemente después de filtrar o excluir los valores extremos.

De este modo, después de la etapa de decisión 13, se obtiene entonces para cada contador una clasificación, bloqueado o no bloqueado, es decir, una probabilidad de bloqueo, que permite saber con relativa fiabilidad si este contador está bloqueado o solo se detiene en funcionamiento normal.

40 En intervalos regulares, por ejemplo cada mes, es decir, aproximadamente cada 30 días, el bosque de árboles de decisión se puede volver a entrenar, proporcionando una nueva base de aprendizaje, o una base de aprendizaje actualizada.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección del bloqueo de dispositivos contadores (20) de consumo de un recurso, por ejemplo, agua, gas, electricidad, entre un conjunto de dispositivos contadores (20); calculando cada dispositivo contador un valor de índice en función del consumo acumulado medido;
- transmitiéndose dichos valores de índice de cada dispositivo contador en intervalos regulares a un órgano de centralización que memoriza dichos valores de índice con su fecha de transmisión asociada; la diferencia entre un primer valor de índice y un segundo valor de índice corresponde a la estimación del consumo respectivamente entre la primera fecha (T_0) y la segunda fecha de transmisiones asociadas; y cuando dicha diferencia sea inferior a un valor umbral mínimo significativo de consumo, dicha estimación de consumo define un período de parada del dispositivo contador; estando el procedimiento **caracterizado por que** comprende:
- una etapa de selección (10) de un subconjunto de dispositivos contadores de dicho conjunto de dispositivos contadores, para los cuales la diferencia en los valores de índice durante una primera duración predeterminada, llegando hasta la última memorización de un valor de índice, es inferior a dicho valor umbral mínimo de consumo significativo, formando el último período de parada del dispositivo contador; correspondiendo dicha primera fecha (T_0) de dicho último período de parada a la última fecha de parada (T_0) del dispositivo contador;
- y para cada dispositivo contador de dicho subconjunto de dispositivos contadores:
- una etapa de adquisición (11) de los valores de índice memorizados durante una segunda duración predeterminada, anterior a la última fecha de parada (T_0) de dicho dispositivo contador (20);
 - una etapa de generación (12) de una pluralidad de variables sintéticas (V_n) en función de dichos valores de índice adquiridos para la segunda duración predeterminada, que comprende el cálculo de:
 - un primer valor (V_1) representativo de la duración desde la cual dichos valores de índice memorizados del contador son inferiores a dicho valor umbral mínimo de consumo significativo;
 - un segundo valor (V_2) de consumo total de dicho recurso registrado por dicho dispositivo contador; y
 - un tercer valor (V_3) representativo de la tasa de períodos de parada en una tercera duración predeterminada, menor que la segunda duración predeterminada y mayor que la primera duración predeterminada;
- comprendiendo además el procedimiento una etapa de decisión (13) durante la cual se determina en función de dichas variables sintéticas calculadas si dicho dispositivo contador está bloqueado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la tercera duración predeterminada se extiende sobre un período anterior a 90 días antes de la última fecha de parada (T_0).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la etapa de generación (12) comprende además el cálculo de un cuarto valor (V_4) correspondiente a la tasa de períodos de parada del dispositivo contador en un intervalo de tiempo que se extiende 90 días antes de la última fecha de parada (T_0).
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la etapa de generación (12) comprende además el cálculo de un quinto valor (V_5) correspondiente a la duración promedio de los períodos de parada del dispositivo contador.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la etapa de generación (12) comprende además el cálculo de un sexto valor (V_6) correspondiente al período de parada más largo del dispositivo contador entre el conjunto de los períodos de parada del dispositivo contador.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la etapa de generación (12) comprende además el cálculo de un séptimo valor (V_7) correspondiente al período más largo durante el cual los valores de índice memorizados son mayores que dicho valor umbral mínimo de consumo significativo.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la etapa de generación (12) comprende además el cálculo de un octavo valor (V_8) correspondiente al número de períodos durante los cuales los valores de índice memorizados son sucesivamente mayores que dicho valor umbral mínimo de consumo significativo.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la etapa de generación (12) comprende además el cálculo de un noveno valor (V_9) correspondiente al cálculo de una probabilidad de bloqueo de dicho dispositivo en función de su modelo de fabricación y de su año de puesta en servicio.
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la etapa de decisión (13) comprende la implementación de un módulo de aprendizaje automático supervisado, entrenándose dicho módulo de aprendizaje automático durante una etapa de entrenamiento inicial (131).

- 5 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado por que** está adaptado para ser implementado una pluralidad de veces, llevándose a cabo la etapa de entrenamiento inicial (131) sólo una vez, y llevándose a cabo una etapa de reentrenamiento (133) de manera repetida, a una frecuencia inferior a la frecuencia de implementación del procedimiento.
11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** dicho módulo de aprendizaje automático implementa un procedimiento de árbol de regresión y de clasificación,
- 10 comprendiendo dicha etapa de entrenamiento (131) una etapa de provisión de un conjunto de datos de entrenamiento (N), que comprende una pluralidad de datos de contadores (N1-N500), cada uno comprendiendo una pluralidad de valores de índice memorizados en dicha segunda duración predeterminada y/o valores sintéticos calculados, así como un valor de decisión precalculado,
- 15 estando cada árbol de decisión entrenado, durante dicha etapa de entrenamiento (131), a partir de un subconjunto único (T1-T3) de dicho conjunto de datos de entrenamiento (N).
12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** dicho procedimiento de bosque de árboles de decisión módulo de aprendizaje automático implementa un procedimiento de clasificación de contadores entre al menos dos clases, bloqueado y desbloqueado, en función de dichas variables sintéticas generadas (12), dicho módulo
- 20 de aprendizaje se entrena a partir de un conjunto de datos de entrenamiento en el que dichos valores de decisión precalculados comprenden una clase entre dichas dos clases.
13. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** dicho módulo de aprendizaje automático implementa un procedimiento de aprendizaje de regresión supervisada para calcular un valor de probabilidad de bloqueo, en función de dichas variables sintéticas generadas (12), entrenándose dicho módulo de aprendizaje a partir
- 25 de un conjunto de datos de entrenamiento en el que dichos valores de decisión precalculados comprenden un valor de probabilidad de bloqueo.
14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado por que** dicho procedimiento de árboles de regresión y de clasificación incluye un procedimiento de bosque de árboles de decisión.
- 30 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por que** dichos valores de índice se memorizan en intervalos de 24 horas; siendo la primera duración predeterminada entre 1 día y 60 días, correspondiendo la segunda duración predeterminada sustancialmente a dos años de sustancialmente 365 días, es decir, sustancialmente 730 días, y correspondiendo el tercer valor predeterminado sustancialmente a un año, es decir, aproximadamente 365 días.
- 35 16. Dispositivo de detección del bloqueo de dispositivos contadores del consumo de un recurso, por ejemplo, agua, gas, electricidad, entre un conjunto de dispositivos contadores; calculando cada dispositivo contador un valor de índice en función del consumo acumulado medido; transmitiéndose dichos valores de índice de cada dispositivo contador en intervalos regulares a un órgano de centralización que memoriza dichos valores de índice con su fecha de transmisión;
- 40 la diferencia entre un primer valor de índice y un segundo valor de índice corresponde a la estimación del consumo respectivamente entre la primera fecha (T_0) y la segunda fecha de transmisiones asociadas; y cuando dicha diferencia sea inferior a un valor umbral mínimo significativo de consumo, dicha estimación de consumo define un período de parada del dispositivo contador;
- 45 **caracterizado por que** comprende:
- medios de selección (10) de un subconjunto de dispositivos contadores de dicho conjunto de dispositivos contadores, para los cuales la diferencia en los valores de índice durante una primera duración predeterminada, llegando hasta la última memorización de un valor de índice, es inferior a dicho valor umbral mínimo de consumo significativo, formando el último período de parada del dispositivo contador; correspondiendo dicha primera fecha (T_0) de dicho último período de parada a la última fecha de parada (T_0) del dispositivo contador;
 - medios de adquisición (11), para cada dispositivo contador de dicho subconjunto de dispositivos contadores, de valores de índice memorizados en una segunda duración predeterminada, anterior a la última fecha de parada (T_0) de dicho dispositivo contador (20);
 - medios de generación (12) de una pluralidad de variables sintéticas (V_n) en función de dichos valores de índice adquiridos para cada dispositivo contador de dicho subconjunto de dispositivos contadores;
- 60 estando dichos medios de generación (12) adaptados para calcular:
- un primer valor (V_1) representativo del tiempo desde el cual dichos valores de índice memorizados del contador son inferiores a dicho valor umbral mínimo de consumo significativo;
 - un segundo valor (V_2) de consumo total de dicho recurso registrado por dicho dispositivo contador; y
 - un tercer valor (V_3) representativo de la tasa de períodos de parada en una tercera duración predeterminada, menor que la segunda duración predeterminada y mayor que la primera duración predeterminada;
- 65

comprendiendo el dispositivo también medios de cálculo de decisión (13) adaptados para determinar, para cada dispositivo contador de dicho subconjunto de dispositivos contadores, en función de dichas variables sintéticas calculadas si dicho dispositivo contador está bloqueado.

5

17. Sistema contador de un recurso, tal como de agua, de gas o de electricidad, que comprende un conjunto de dispositivos contadores (20) y un órgano de centralización que incluye un dispositivo de detección (21) según la reivindicación 16.

Fig.1

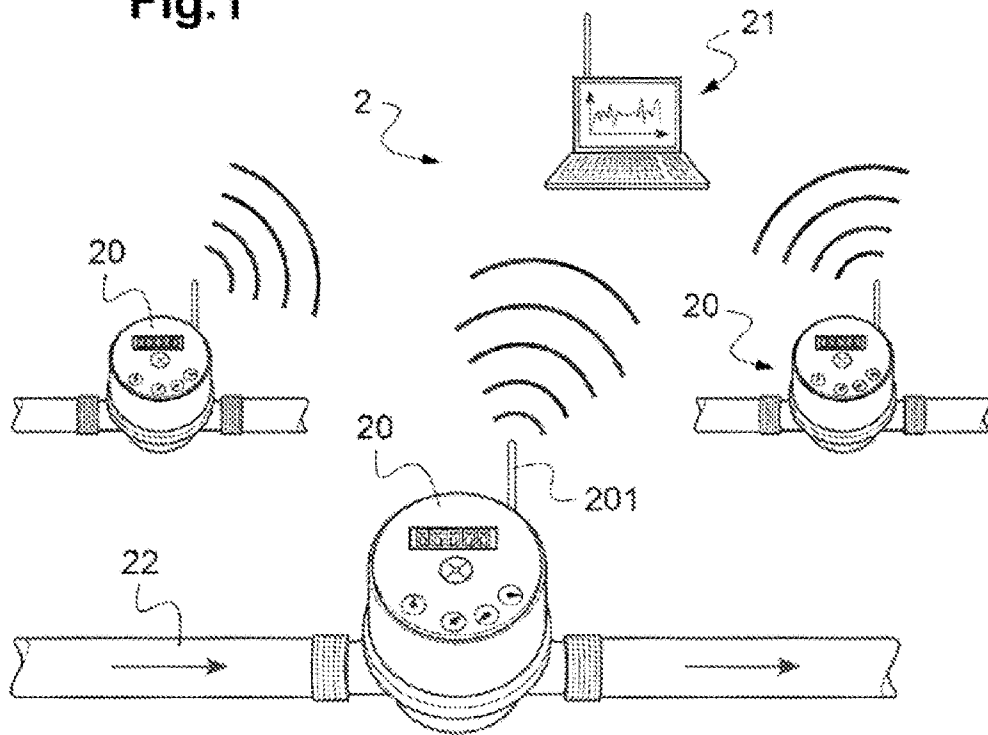


Fig.3

