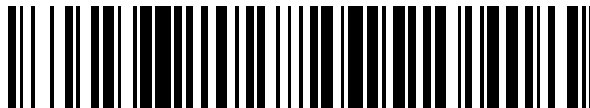


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 130**

51 Int. Cl.:

G01R 35/04 (2006.01)

G01D 18/00 (2006.01)

G01D 4/08 (2006.01)

G01R 11/17 (2006.01)

G01R 22/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2006 PCT/FI2006/050518**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2007 WO07063180**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2006 E 06820098 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 1955088**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la calibración de contadores**

30 Prioridad:

01.12.2005 FI 20051233

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

05.05.2017

73 Titular/es:

**TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY
(100.0%)
Vuorimiehentie 3
02150 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

SEPPÄ, HEIKKI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 611 130 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 y sistema para la calibración de contadores

La presente invención se refiere a un procedimiento de calibración según la reivindicación 1.

La invención se refiere también a un sistema para la calibración de contadores.

5 En la medición de energía, existe un aumento significativo en la lectura a distancia. Particularmente en Suecia y otros países nórdicos, existe una gran presión en esta dirección. También en China, donde hay una enorme carencia de energía, existe presión para cambiar a la lectura a distancia. A medida que los contadores de lectura a distancia se hacen cada vez más frecuentes, es muy probable que la calidad de la energía sea supervisada también de manera específica al contador. Esto es debido a que es posible que la lectura a distancia sencilla y el aumento de eficiencia que conlleva no sean necesariamente suficientes para cubrir los costes en los que incurren las compañías eléctricas con relación a la lectura a distancia. En los lugares en los que hay varios contadores, es natural que el consumo de los contadores sea leído en primer lugar desde el contador más preciso y que este contador envíe los datos a la compañía eléctrica. La suficiente precisión de los contadores es importante tanto para los consumidores como para las compañías eléctricas. La legislación sobre la calibración de los contadores varía mucho de un país a otro. Sin embargo, todos los países requieren algún procedimiento para determinar la precisión de los contadores. Frecuentemente, todos los contadores que han alcanzado una determinada antigüedad son recogidos para su inspección y después de un mantenimiento son devueltos a su sitio o son reemplazados por nuevos contadores. Mediante la realización de un muestreo, pueden identificarse los contadores defectuosos, pero el procedimiento no garantiza la precisión de todos los contadores.

20 Una desventaja de la técnica anterior es que los procedimientos de inspección aleatorios no son precisos y contadores que proporcionan claramente una lectura errónea pueden pasar la inspección sin ser detectados. Una sustitución de un contador antiguo por otro nuevo que se realiza demasiado tarde conduce a un aumento significativo en el error mientras que, por otra parte, una operación similar que se realiza demasiado pronto aumentará significativamente los costos.

El documento DE3743064 A1 describe un procedimiento para la calibración de contadores en un sistema en el que el error de medición de los contadores individuales es corregido por un cociente calculado.

25 La invención está destinada a eliminar los defectos de la técnica anterior descritos anteriormente y, para este propósito, crea un tipo de procedimiento completamente nuevo para la calibración de contadores, particularmente contadores de consumo de energía.

30 La invención se basa en el uso de un único contador más preciso para medir la cantidad de la suma de los contadores individuales y en el uso de una medición repetida y al menos aproximadamente simultánea de todos los contadores para producir información estadística acerca del resultado de medición individual de cada contador con relación al resultado de medición del contador sumador. Los contadores defectuosos se detectan en base a las propiedades estadísticas de los resultados de medición.

En una realización preferida de la invención, se mide el consumo de energía eléctrica.

Más específicamente, el procedimiento según la invención está definido por las características de la reivindicación 1.

35 El sistema según la invención está definido, a su vez, por las características de la reivindicación 8.

Se obtienen considerables ventajas con la ayuda de la invención.

40 Con la ayuda del procedimiento según la invención, la imprecisión de los contadores en red en torno a un contador legible a distancia puede ser medida sin desconectar los contadores de la red. Sólo se necesita una fracción del número de costosos contadores de precisión requeridos actualmente, ya que sólo los contadores sumadores deben ser contadores de precisión. Debido a que el precio de un contador de kilovatios-hora es de aproximadamente 30 € y el precio actual de un único contador legible a distancia usando GSM es de aproximadamente 100 €, la desconexión y la calibración y la reinstalación de un contador es un coste adicional muy significativo. En el futuro, el coste relativo de los contadores disminuirá, pero el coste del procedimiento de calibración usando procedimientos de calibración tradicionales probablemente aumentará. De esta manera, la introducción de la calibración automática según la invención a una red eléctrica será una medida muy importante para el ahorro de costes.

45 Si se añade a los contadores existentes la lectura mediante RFID usando un teléfono móvil, será posible utilizar el procedimiento descrito en la presente invención también en su calibración.

A continuación, la invención se examina con la ayuda de ejemplos y con referencia al dibujo adjunto.

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema adecuado para el procedimiento según la invención.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un sistema en el que el contador K 1 está conectado, por ejemplo, a un "contador colector" 4 en un bloque de viviendas, que está conectado mediante cableado o de manera inalámbrica a una red 7 de datos. El contador 4 colector, o los j contadores 1 individuales están conectados también a través de la red 7 de datos a contadores 3 y 5 legibles a distancia en las proximidades de una estación 2 de transformador. En la estimación de la presente memoria, se supone que los contadores 4 colectores son de una clase de precisión que es claramente más precisa que la de los contadores 1 en la red tras los mismos. En esta solicitud, los contadores 1 se denominan también contadores de campo. Los resultados de medición leídos desde los contadores son transmitidos con la ayuda de la red de datos a un servidor 5 para la realización de operaciones de cálculo.

En primer lugar, se examina un caso simple, en el que j contadores 1 están conectados, por ejemplo, a un contador 4 colector en un bloque de viviendas. Además, se supone que los datos de medición son recopilados en una memoria a intervalos regulares. Ahora, puede escribirse una ecuación relacionada con un momento o período de tiempo i.

$$P_{\Sigma}(i) = \sum_j (1 + \varepsilon_j) P_j(i) + P_{j,0}$$

En la ecuación, ε_j representa un error sistemático que depende lentamente del tiempo en un contador j (1) individual y $P_{j,0}$ es su error en el punto cero. Aquí, se supone que el contador 4 colector es preciso, o que el error relacionado con el mismo es conocido. Una vez realizadas N mediciones, puede escribirse la siguiente ecuación matricial en base a los resultados

$$\begin{bmatrix} P_{\Sigma}(1) \\ P_{\Sigma}(2) \\ \dots \\ P_{\Sigma}(N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1(1) & P_1(2) & \dots & P_1(N) \\ P_2(1) & P_2(2) & \dots & P_2(N) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_K(1) & P_K(2) & \dots & P_K(N) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_1 + 1 \\ \varepsilon_2 + 1 \\ \dots \\ \varepsilon_K + 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} P_{1,0} \\ P_{2,0} \\ \dots \\ P_{K,0} \end{bmatrix}$$

Si se supone que las mediciones se realizan de manera suficiente frecuente, puede suponerse que los resultados de un usuario individual no estarán completamente correlacionados con los resultados de otro contador. Además, se supone que el uso de energía por cada usuario varía con el tiempo. Esto significa matemáticamente que el determinante de la matriz de energía de la ecuación anterior es diferente de cero. En primer lugar, se supone que no hay ningún error de punto cero en los contadores 1. Ahora, puede resolverse la ecuación para la imprecisión relativa de cada contador 1 individual (j en la ecuación)

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \dots \\ \varepsilon_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1(1) & P_1(2) & \dots & P_1(N) \\ P_2(1) & P_2(2) & \dots & P_2(N) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_K(1) & P_K(2) & \dots & P_K(N) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_{\Sigma}(1) \\ P_{\Sigma}(2) \\ \dots \\ P_{\Sigma}(N) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix}$$

Además, puede resolverse la desviación de error en base a los resultados de medición. La incertidumbre de la imprecisión depende de la desviación del uso de energía en los diversos contadores 1 y de la desviación en la medición tanto de los contadores 1 individuales como del contador 4 colector. El punto esencial, sin embargo, es que con el tiempo todos los contadores (1) a través de los cuales pasa la energía estarán calibrados. La solución descrita en la presente memoria requiere la operación de calcular la inversa de la matriz, lo que demanda una gran cantidad de potencia del procesador. Además, el cálculo de la imprecisión del error requiere la operación de calcular la inversa de la matriz. Sin embargo, la inversión de la matriz puede ser eliminada mediante el uso de los denominados procedimientos recursivos, en los que, en base a cada nuevo resultado de medición, se corrige el valor del vector de error. El uso de un procedimiento recursivo permite que el procesador del contador 4 colector estime el error usando su propio procesador. Esto reduce significativamente la necesidad de transferir datos entre los contadores y el servidor 5. En fábricas, centros comerciales y edificios de viviendas, es conveniente medir la lectura de cada contador a intervalos de 1 s - 10 s usando una red 7 de datos local, y que el contador 4 colector estime las imprecisiones de los contadores en base a los resultados. Esta información puede ser adjuntada para formar parte de la "información de calidad" y puede ser enviada a la compañía de electricidad cuando sea necesario, por ejemplo, a intervalos de 1 h - 1 mes. También es posible operar de manera que la información acerca de un contador posiblemente defectuoso y de la magnitud del error sea enviada solo si el error es suficientemente grande y su imprecisión es menor que el error. En una situación en la que los datos leídos a distancia son

transferidos directamente desde un contador individual a la compañía eléctrica, será necesario realizar el cálculo en un ordenador central y los resultados leídos a distancia deberían ser obtenidos a intervalos tan cercanos como sea posible, permitiendo de esta manera que la imprecisión del contador sea resuelta en base a los resultados. Un intervalo de tiempo adecuado en una situación de este tipo es de 1 - 10 minutos. Cuanto menos frecuentemente se lee un contador, más tiempo necesitará la estimación de la imprecisión de los contadores. Afortunadamente, sin embargo, un error gran será detectado muy rápidamente y, de esta manera, los contadores que funcionan de manera defectuosa serán detectados rápidamente.

Mediante la recopilación de los datos por hora de todos los contadores, tanto en una red de baja tensión como en redes de alta tensión, el procedimiento hace posible una situación en la que, en principio, sólo debe calibrarse un contador que mide la energía de la red en toda la empresa de energía. Si estos contadores que miden cantidades muy grandes de energía son remplazados, por ejemplo, con tres contadores, también será posible en base a la lectura a distancia supervisar si cualquiera de estos contadores puede haber desarrollado un fallo. Mediante la introducción de la lectura a distancia en toda la red y mediante la aplicación del procedimiento descrito anteriormente, una compañía eléctrica podría automatizar casi completamente la supervisión de la fiabilidad de los contadores.

De esta manera, con referencia a la Figura 1, el procedimiento de calibración de los contadores 1 puede ser aplicado, con la ayuda del contador 4, de una manera correspondiente a los contadores 4, con la ayuda de un contador 5 recolector de nivel más alto.

En general, mediante el cálculo de la desviación, se percibirá que la incertidumbre de la imprecisión de los contadores a través de los cuales pasa sólo una pequeña cantidad de energía sigue siendo grande, mientras que por el contrario los contadores que miden grandes lecturas de energía son calibrados con más precisión. Si se extrae energía desde la red sin pasar por un contador, el modelo conduce a interpretar que la imprecisión de algunos contadores ha cambiado rápidamente. Sin embargo, si la imprecisión del contador es típicamente una función muy lenta con respecto al tiempo, es probable que en ese caso se esté extrayendo energía desde la red sin pasar por un contador, o que haya una fuga en la red. En otras palabras, mediante la supervisión de la evolución en el tiempo de la imprecisión de los contadores, es posible deducir el estado de la red, o el posible mal uso de la red eléctrica. Además, si ocurre que el error en todos los contadores en algunas sub-redes es el mismo, es posible sospechar que la razón radica en la lectura errónea del contador colector, y no en los contadores de la red. Por supuesto, la imprecisión del contador colector puede ser estimada con la ayuda de los contadores que están en el lado de alta tensión de la red.

El procedimiento no indica si la compañía eléctrica tiene derecho a corregir la lectura de un contador en base a los datos de error, o si debe reemplazar el contador defectuoso. En principio, sería posible que la corrección de la lectura del contador estuviese permitida hasta cierto límite, de manera que los contadores no tengan que ser reemplazados en absoluto debido a una lectura errónea. Por supuesto, si la imprecisión de un contador es debida a una falta de linealidad, la lectura del contador no puede ser corregida.

Se ha representado un procedimiento sencillo para supervisar el error de los contadores de kilovatios-hora en redes de lectura a distancia. La introducción del procedimiento conllevará ahorros significativos para las compañías eléctricas. Además, el procedimiento permite la supervisión del estado de la red y de un posible mal uso. Aunque en los ejemplos se ha tratado con un caso de una sola fase, el procedimiento puede ser usado también naturalmente en redes trifásicas. Si, por ejemplo, en un bloque de viviendas, la red trifásica está conectada a través de un contador sumador trifásico a contadores monofásicos, las ventajas del procedimiento incluso se acentúan. Esto se debe a que sólo habrá un número razonable de contadores en una sola fase y, de esta manera, un error en los contadores será detectado más rápidamente. El procedimiento puede ser usado también naturalmente en contadores de calefacción urbana, pero un cambio en las pérdidas de energía de la red y los cambios en la temperatura pueden interferir con el uso del procedimiento. El procedimiento puede ser aplicado también en contadores o medidores de flujo en fábricas, campos de gas, etc.

Los cálculos de calibración se realizan usando algún ordenador 5 adecuado que, preferiblemente, está conectado directamente como el servidor de cálculo de la red 7 de datos. Por supuesto, los resultados de medición pueden ser transferidos para la realización del cálculo al ordenador 5 de otras maneras distintas a usando una red 7 de datos, por ejemplo, con la ayuda de un medio de memoria adecuado, tal como un disco duro extraíble o algún otro medio de memoria similar.

Tal como es evidente a partir del ejemplo anterior, una cantidad medible típica es el consumo de energía eléctrica. Sin embargo, la invención puede ser aplicada a cualquier cantidad que sea medida por un sistema de medición, siempre que una lectura de la suma de los contadores a calibrar en el sistema sea medida usando un solo contador colector, que debería formar una suma precisa de las cantidades de los diversos contadores indicados anteriormente. En una red de electricidad, esto se implementa colocando el contador colector en un conductor que representa la corriente de suma de los sub-contadores (por ejemplo, contadores de campo). En el caso de contadores de agua o contadores de calefacción urbana, el contador colector debería medir, por otra parte, el flujo o la energía de la tubería principal, detrás de la cual están situados los contadores de nivel inferior, tales como los contadores de campo.

El procedimiento puede ser implementado también localmente en cada contador colector, con la ayuda de software.

5 Según la invención, la ruta de transferencia y sus cambios entre el contador 4 colector y los contadores 1 por debajo del mismo pueden tomarse en cuenta midiendo la tensión en cada contador y recopilando los datos de tensión en la memoria del sistema. Si la diferencia de tensión entre el contador 4 colector y un contador 1 de nivel inferior cambia a una corriente constante, se sabrá que las propiedades de la ruta de transferencia han cambiado debido, por ejemplo, a un cambio en la temperatura o un estado de error. Por consiguiente, las propiedades de la ruta de transferencia pueden ser estimadas midiendo simultáneamente la relación de la energía que pasa a través de cada contador a la tensión, de manera que un cambio en la relación indicará un cambio en las propiedades de la ruta de transferencia.

10 La manera de realizar mediciones indicada anteriormente puede ser usada tanto para mejorar la precisión de la medición como para detectar también fallos de red.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de calibración de contadores en un sistema, en el que varios contadores (1, j) son usados para medir una cantidad deseada, en el que un contador (4) colector es usado para medir la cantidad que forma la suma de las cantidades de los varios contadores (1) indicados anteriormente, en el que
- 5 – los resultados de medición tanto de los varios contadores (1) como del contador (4) colector son registrados repetidamente y al menos de manera aproximadamente simultánea,
- a partir de los datos de medición registrados y sus tiempos de registro, se crea un modelo del error de medición relativo de los contadores (1, j) individuales y, posiblemente, de la desviación del error, mediante procedimientos de cálculo matricial,
- 10 – el contador (4) colector es de una clase de precisión que es claramente más precisa que la de los contadores (1), y los resultados de medición leídos desde los contadores son transmitidos con la ayuda de una red (7) de datos a un servidor para la realización de operaciones de cálculo.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se mide el consumo de energía.
3. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que se mide el consumo de energía eléctrica.
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se mide el consumo de agua.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el modelo es creado localmente en el contador (4) colector.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el modelo es creado en el servidor (5) de una red de datos.
7. Sistema de calibración de contadores, en cuyo sistema hay dispuestos varios contadores (1, j) para medir una cantidad deseada, y hay dispuesto un contador (4) colector para medir la cantidad que forma la suma de las
- 20 cantidades de los varios contadores (1) indicados anteriormente, en el que
- el sistema comprende medios para registrar los resultados de medición tanto de los varios contadores (1) como del contador (4) colector repetidamente y al menos de manera aproximadamente simultánea,
- el sistema comprende medios (5) de cálculo para crear, a partir de los datos de medición registrados y sus tiempos de registro, un modelo del error de medición relativo de los contadores (1, j) individuales y,
- 25 posiblemente, de la desviación del error, mediante procedimientos de cálculo matricial, y
- el contador (4) colector es de una clase de precisión que es claramente más precisa que la de los contadores (1), en el que el sistema está configurado de manera que los resultados de medición leídos desde los contadores son transmitidos con la ayuda de una red (7) de datos a un servidor para la realización de operaciones de cálculo.
- 30 8. Sistema según la reivindicación 7, en el que los contadores (1, 4) están dispuestos para medir el consumo de energía.
9. Sistema según la reivindicación 7, en el que los contadores (1, 4) están dispuestos para medir el consumo de energía eléctrica.
10. Sistema según la reivindicación 7, en el que los contadores (1, 4) están dispuestos para medir el consumo de
- 35 agua.
11. Sistema según la reivindicación 7, en el que los medios (5) de cálculo están situados en los contadores (4) colectores.
12. Sistema según la reivindicación 7, en el que los medios (5) de cálculo están centralizados en una red (7) de datos.
- 40 13. Un programa de ordenador configurado para causar la realización de un procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1-6.

