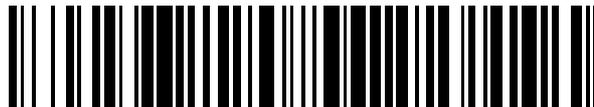


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 825**

51 Int. Cl.:

G01R 35/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2012** E 12188306 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020** EP 2720063

54 Título: **Calibración automática de la unidad central del contador de energía**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.10.2020

73 Titular/es:

ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
48, rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen, FR

72 Inventor/es:

GIOINO, MAURO

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 787 825 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

Calibración automática de la unidad central del contador de energía

5 La invención se refiere a una unidad contadora de energía con funciones de autocalibración de acuerdo con la reivindicación 1, un método para llevar a cabo la calibración automática en un contador de energía de acuerdo con la reivindicación 13.

10 En el campo del ferrocarril o similar, el consumo de energía de los trenes debe medirse con mucha precisión. Los criterios principales para este tipo de mediciones se establecen, por ejemplo, para Europa mediante la norma EN50463, que impone la verificación periódica de la precisión en los canales de entrada analógicos en las Unidades Centrales Contadoras de Energía.

15 Los contadores de energía actuales pueden llevar a cabo funciones de autocalibración, pero durante la ejecución de estas funciones de autocalibración, el monitoreo del consumo de potencia por parte del contador de energía se interrumpe y puede reiniciarse después de que el procedimiento de autocalibración ha finalizado.

20 Por lo general, la forma principal de llevar a cabo la autocalibración consiste en proporcionar una señal de referencia con parámetros conocidos para probar los canales de medición y comparar los parámetros de las señales de referencia que se miden con los parámetros nominales conocidos. A partir de la comparación, puede llevarse a cabo un ajuste de calibración de varias maneras diferentes. Alternativamente, en algunos contadores de energía se proporciona en el contador de energía una primera y una segunda unidad de medición de energía eléctrica de referencia. El valor de energía que miden las dos unidades de medición se compara y, si se determina una diferencia, se lleva a cabo un ajuste de calibración en la salida de la primera unidad de medición. Esta configuración necesita dos unidades de medición y la
25 unidad de medición de referencia debe monitorearse constantemente en relación con su precisión para ser una unidad de medición de referencia confiable para la calibración de la primera unidad de medición de energía.

30 Los contadores de energía conocidos capaces de llevar a cabo algún tipo de autocalibración se conocen, por ejemplo, de los documentos EP2343561, US6815942, WO97/21106, US6735535 y DE19526723 en los que se basa el preámbulo de la reivindicación 1. Los contadores de energía que se describen en estos documentos no resuelven el problema de interrumpir la medición de energía durante el proceso de calibración.

35 El objetivo de la presente invención es proporcionar una unidad contadora de energía con funciones de autocalibración, cuyo contador de energía puede llevar a cabo el procedimiento de calibración sin ninguna interrupción de la medición en curso.

Un objetivo adicional de la presente invención es definir un procedimiento de calibración específico que permita evitar la interrupción de las mediciones de energía y extender el período de calibración que establecen las regulaciones.

40 Todavía un objetivo adicional de la presente invención tiene como meta proporcionar un contador de energía que permita limitar el número de componentes, contribuyendo así a la estabilidad.

45 En primera instancia, la presente invención logra los objetivos mencionados anteriormente por medio de una unidad contadora de energía con funciones de autocalibración, que comprende:

Al menos un primer y un segundo canal de medición de corriente de CA o CC para medir la corriente que fluye en una línea de alimentación de CA o CC;

Al menos un primer y un segundo canal de medición de voltaje de CA o CC para medir el voltaje en dicha línea de alimentación de CA o CC;

50 Una unidad de procesamiento que tiene una entrada para cada uno de dichos canales de medición de corriente y voltaje;

La unidad de procesamiento que determina el consumo de energía eléctrica en la línea de alimentación a partir de los valores de corriente y voltaje que se miden y

Medios para probar la calibración de dichos canales de medición y

55 Medios para llevar a cabo una calibración de dichos canales de medición en función de los resultados de la prueba de calibración;

60 Cada canal se proporciona con medios de conmutación para conmutar cíclicamente cada uno de dichos primer y segundo canales de medición de corriente y dichos primer y segundo canales de medición de voltaje alternativamente a la línea de alimentación y a los medios para llevar a cabo la prueba de calibración y la calibración de dichos canales, y llevar a cabo de esta manera las mediciones de corriente y voltaje en la línea de alimentación y la calibración alternativamente con uno de dichos primer y segundo canales de medición de corriente y con uno de dichos primer y segundo canales de medición de voltaje.

65 El nuevo procedimiento de calibración que logra los objetivos de evitar la interrupción de las mediciones de potencia en curso puede definirse basándose en la redundancia del canal de medición.

En comparación con la solución de la técnica anterior, cada canal de adquisición analógico se duplica con el fin de permitir mediciones en un canal y calibración en el otro canal al mismo tiempo.

5 Un ejemplo de procedimiento de calibración específico puede proporcionar, por ejemplo, que periódicamente (por ejemplo, 5 minutos) se intercambien el primer y segundo canales para medir la corriente y el voltaje con el fin de obtener las mediciones del canal calibrado más reciente, sin ninguna interrupción en el cálculo de energía y para llevar a cabo la prueba de calibración y ajustes en el otro canal de medición de dichos dos canales.

10 De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, los medios de conmutación conectan cada uno de los canales de medición de corriente de CA y/o CC y voltaje de CA y/o CC primero y segundo a la línea de alimentación y a una fuente de señales de referencia para la prueba de calibración.

15 Por lo tanto, basándose en redundancia y referencias independientes, el dispositivo puede detectar automáticamente el estado de "fuera de calibración".

Son posibles diferentes formas de controlar los medios de conmutación. Por ejemplo, los medios de conmutación pueden accionarse mediante una unidad de control que acciona la unidad de procesamiento o los medios de conmutación pueden accionarse por dicha unidad de procesamiento directamente.

20 En una modalidad de la presente invención, se proporcionan un primer y segundo canal de medición para las corrientes de CA, un primer y segundo canal de medición para las corrientes de CC, un primer y segundo canal de medición para los voltajes de CA y un primer y segundo canal de medición para los voltajes de CD.

25 Las señales de referencia para llevar a cabo la prueba de calibración y la calibración de cada canal son al menos una, preferiblemente dos o más señales diferentes que tienen voltajes de referencia predeterminados y cada medio de conmutación tiene una entrada para cada señal de referencia y una entrada para la línea de alimentación que puede conmutarse alternativamente a uno de dichos primer y segundo canales de medición de corriente y voltaje de CA y/o CC.

30 De acuerdo con una forma de llevar a cabo la prueba de calibración, el medio de prueba de calibración determina los voltajes medidos de dichas señales de referencia mediante el canal de medición que se conmuta respectivamente a dicha señal de referencia y compara dichos voltajes medidos de las señales de referencia con los valores de voltaje nominal de las señales de referencia.

35 De acuerdo con una forma preferida de llevar a cabo los ajustes de calibración, el medio de calibración determina los parámetros de corrección de dicho canal de medición en función del resultado de dicha comparación.

40 En una forma preferida de llevar a cabo la prueba de calibración, se proporcionan tres señales de referencia diferentes que tienen diferentes voltajes de referencia y que tienen diferentes funciones para la prueba de calibración: una para determinar la desviación del canal de medición y las otras dos para determinar el factor de ganancia del canal de medición.

45 De acuerdo con esto para cada canal de medición, los medios de la prueba de calibración determinan un parámetro de corrección de desviación a partir de la diferencia de la señal de referencia de desviación medida y la señal de referencia de desviación nominal y los medios para determinar un parámetro de corrección de ganancia a partir de la comparación entre las señales de referencia de ganancia medidas y las señales de referencia de ganancia nominal, cada canal se proporciona con medios de calibración que comprenden un sumador que suma el parámetro de corrección de desviación a los valores que mide dicho canal y un amplificador de ganancia variable que tiene una entrada para alimentar el parámetro de corrección de ganancia y por lo tanto controlar el ajuste de la ganancia de dicho amplificador.

50 De acuerdo con una mejora, un canal de entrada adicional para una señal de referencia adicional que tiene una forma de onda sinusoidal y una frecuencia de referencia para determinar el desplazamiento de fase de las mediciones de corriente y voltaje y compensar dicho desplazamiento de fase.

55 La relación entre las potencias reactiva y activa que se miden en los dos canales de calibración representa el desplazamiento de fase a compensar.

También en este caso, la compensación del desplazamiento de fase en las señales puede llevarse a cabo digitalmente mediante la unidad de procesamiento en las señales muestreadas.

60 En una modalidad preferida, la señal de referencia de desviación es una señal que tiene 0 voltios y las señales de referencia de ganancia son señales que tienen un valor de voltaje idéntico, positivo y negativo, respectivamente.

65 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, los medios de prueba de calibración y los medios de calibración se forman al menos en parte por una unidad de procesamiento, preferiblemente la unidad de procesamiento procesa las señales de medición con el fin de calcular y almacenar las mediciones de energía.

Una prueba de calibración ejecutable y un programa de calibración cargado y ejecutado por dicha unidad de

procesamiento, dicho programa proporciona la unidad de procesamiento para llevar a cabo las funciones de determinar los parámetros de corrección de desviación y ganancia. La unidad de procesamiento lleva a cabo las etapas de sumar el parámetro de corrección de desviación y multiplicar el parámetro de corrección de ganancia con las señales de medición y, en una modalidad, dichas etapas se realizan directamente de forma digital en la única muestra adquirida.

Por lo tanto, la presente invención también proporciona un método para llevar a cabo la calibración automática en un contador de energía, el método comprende una combinación o subcombinación de uno o más de las etapas mencionadas anteriormente para probar los canales de medición y determinar los ajustes de calibración de dichos canales usando dos o más señales de referencia para determinar dos o más parámetros de ajuste de calibración.

Las mejoras adicionales de dicho método consisten en el hecho de que cada canal de medición se duplica y cada uno de estos dos canales de medición se conmuta alternativamente a la línea en la que debe medirse el consumo de energía y a una de las señales de referencia, de modo que alternativamente uno de los dos canales de medición se somete a la prueba de calibración y el otro funciona para la medición de energía.

De acuerdo con una modalidad, una señal de referencia es para determinar un parámetro de ajuste de calibración aditivo a las señales medidas de un canal y la otra para determinar un parámetro de ajuste de calibración multiplicativo de la señal medida de un canal.

El parámetro de ajuste de calibración aditivo puede determinarse por la diferencia de las mediciones de voltaje de una primera señal de referencia que tiene un voltaje de referencia predeterminado con el valor nominal predeterminado de dicho voltaje de referencia y esta diferencia se suma a las señales que mide el canal correspondiente y el parámetro de ajuste de calibración multiplicativa se determina por la relación de la diferencia entre los valores de voltaje medidos de dos señales de referencia adicionales, que tienen preferiblemente el mismo voltaje pero polaridad diferente, a la diferencia de los valores nominales de dichos voltajes de referencia, mientras que dicho parámetro de ajuste de calibración se aplica a las señales que mide el canal correspondiente como la ganancia de la amplificación de la señal medida.

Se podría proporcionar una señal de referencia adicional, la cual es una señal de 50 Hz para la compensación del desplazamiento de fase.

La invención todavía se refiere a un método para operar un contador de energía de acuerdo con una o más de las características reivindicadas del contador de energía que se describió anteriormente y en las reivindicaciones de la 1 a la 14 y cuyo método comprende una o más de las combinaciones de las etapas reivindicadas en la reivindicación 15 y en la descripción anterior.

Gracias al método de calibración que se adopta, los factores que influyen en la medición de energía se reducen a la resistencia de derivación y a la referencia de voltaje: usando una resistencia de muy alta precisión, el límite durante el tiempo de vida es la estabilidad de la referencia de voltaje, la cual puede mantenerse dentro de valores muy bajos.

De acuerdo con las etapas adicionales de llevar a cabo la calibración, la conmutación de cada primer y segundo canal de medición alternativamente a la línea que se va a monitorear y a las señales de referencia para llevar a cabo la prueba de calibración se ejecuta conmutando primero ambos dichos primer y segundo canales de medición a línea que se va a monitorear durante un cierto período de tiempo y luego conmutar uno de dichos primer y segundo canales a las señales de referencia para llevar a cabo la prueba de calibración y la calibración de acuerdo con la presente invención.

Esta forma de llevar a cabo la conmutación permite tener los dos canales en una condición de equilibrio estable.

Obviamente, los medios de conmutación tienen que configurarse de tal manera que permitan ese tipo de etapas de conmutación.

De acuerdo todavía con otra característica, los medios de calibración o los medios de prueba de calibración de cualquier forma que estos medios se configuren tienen una memoria para un valor de diferencia máxima entre los parámetros medidos de al menos una o todas las señales de referencia y los parámetros nominales (ideales o teóricos) cuya diferencia máxima tiene una función de un umbral. Si el valor de diferencia entre los parámetros medidos de al menos una o todas las señales de referencia y los parámetros nominales (ideales o teóricos) exceden dicho umbral, entonces el canal de medición se declara como no funcional o "averiado" y no se lleva a cabo la calibración en ese canal. Se genera una indicación correspondiente de que un canal se declara no funcional. La indicación puede ser de cualquier tipo.

Gracias a las características anteriores, en comparación con las soluciones de la técnica anterior, la presente invención permite extender el período de calibración desde 1+2 años hasta 10+20 años. Además, con la autodetección, el período de calibración no se fija a un tiempo predefinido, sino que lo define el propio dispositivo, con un gran beneficio en los costos de mantenimiento preventivo.

De hecho, es posible determinar mediante la prueba de calibración y la determinación de los parámetros de ajuste de calibración si un ajuste excede un cierto umbral, por lo que resulta difícil o imposible calibrar correctamente el canal correspondiente.

De acuerdo con una modalidad preferida, la presente invención proporciona un contador de energía de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, cuyo contador de energía comprende:

5 Cuatro entradas analógicas para medir, respectivamente, una corriente de CA, una corriente de CD, un voltaje de CA y un voltaje de CD en una línea de alimentación, cada entrada que se conecta en serie a un convertidor de corriente/voltaje y a la entrada de un multiplexor, el multiplexor que tiene una o más entradas para cada una de una o más señales de referencia, el multiplexor que tiene dos salidas, cada una se conecta a un canal de medición, cada canal de medición que comprende en serie un filtro LPF y un amplificador diferencial cuya salida se conecta a la
10 entrada de un canal de uno de dos convertidores AD respectivamente, cuyas salidas se conectan a un puerto de entrada de una unidad de procesamiento digital,
Dicha unidad de procesamiento digital que tiene una memoria para los datos medidos y en dicha unidad de procesamiento digital se programa de manera tal que lleve a cabo el cálculo del consumo de potencia a partir de los valores de corriente y voltaje que se miden en la línea de alimentación, llevando a cabo pruebas de calibración en los
15 canales de medición y llevando a cabo la calibración de dichos canales de medición;
Dicha unidad de procesamiento genera señales de activación para los multiplexores.

En relación con las características de la presente invención, también debe observarse que las redundancias de los canales de medición permiten aumentar la fiabilidad de la misión, incluso si no tienen las características de calibración automática.

20 De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, se proporcionan medios para validar la fiabilidad de la prueba de calibración. La fiabilidad de la prueba de calibración depende de la estabilidad y fiabilidad del parámetro característico de las señales de referencia que se introducen en el canal a probar, cuyo parámetro característico es el voltaje de las señales de referencia.

25 De acuerdo con la presente invención, al menos dos o más señales de referencia se generan por fuentes independientes y se introducen alternativamente y en secuencia en el canal a probar. Cada una de al menos dos señales de referencia se usa para determinar un parámetro de ajuste de calibración de un conjunto de dos o más parámetros de calibración y cada parámetro de ajuste de dicho conjunto se usa para definir una curva característica de acuerdo con una función predeterminada. La curva característica que se determina como la función de dicho conjunto de parámetros de ajuste de calibración se compara con la curva característica que se determina con el otro conjunto de parámetros de ajuste de calibración y si la diferencia entre las dos curvas características excede un cierto umbral, la prueba de calibración se considera no confiable.

30 El método anterior se basa en el hecho de que cuando al menos dos señales de referencia se proporcionan por dos fuentes completamente independientes, es altamente improbable que dichas al menos dos señales de referencia no sean correctas o defectuosas y también que la deriva para ambas, dichas al menos dos señales de referencia, sean del mismo orden.

40 Como una mejora adicional, la presente invención proporciona un método para llevar a cabo una prueba para validar la fiabilidad del procedimiento de autocalibración de un contador de energía eléctrica que tiene al menos un par de canales de medición, cuyo método comprende las etapas de:

45 Generar al menos dos señales de referencia independientes, cada una con un parámetro de referencia predeterminado, preferiblemente su voltaje, que es diferente del otro;
Introducir cada una de dichas señales de referencia en un canal de medición del contador de energía;
Adquirir el parámetro de referencia medido y;
Determinar al menos dos parámetros de ajuste de calibración diferentes de acuerdo con dos funciones diferentes a partir de dicho parámetro de referencia medido y el valor predeterminado de dichos parámetros de referencia;
50 Aplicar dichos parámetros de ajuste de calibración al canal correspondiente;
Repetir dichas etapas para cada canal de medición;
Considerar la calibración confiable solo si la diferencia entre los dos conjuntos de parámetros de calibración permanece dentro de cierto umbral definido.

55 Cuando la diferencia entre los dos conjuntos de parámetros de calibración excede un cierto umbral definido, la calibración se considera no confiable y se genera una alarma de advertencia y se sugiere un ajuste externo.

La invención también se dirige a un contador de energía que comprende medios para llevar a cabo una prueba para validar la fiabilidad del procedimiento de autocalibración, dichos medios consisten en:

60 Una fuente independiente que se dedica a proporcionar una de al menos dos señales de referencia independientes, cada una de las cuales tiene un parámetro de referencia predeterminado, preferiblemente su voltaje, que es diferente del otro;
Medios de conmutación para introducir cada una de dichas señales de referencia en un canal de medición de energía del contador de energía;
65 Medios para adquirir y guardar el parámetro de referencia medido de dichas señales de referencia y;

Medios de procesamiento para determinar al menos dos parámetros de ajuste de calibración diferentes de acuerdo con dos funciones diferentes a partir de dicho parámetro de referencia medido y el valor predeterminado de dichos parámetros de referencia; Medios para aplicar dichos parámetros de ajuste de calibración al canal de medición correspondiente;

5 Medios para generar una alarma de falla o una alarma para un ajuste externo cuando la diferencia entre los dos conjuntos de parámetros de calibración excede un cierto umbral predefinido.

10 Como se verá más claramente a partir de la siguiente descripción detallada de la modalidad preferida, las señales de referencia son preferiblemente tres señales de referencia, cada una con un voltaje diferente. Y una de ellas es una señal de referencia de 0 voltios para determinar la desviación del canal de medición y las otras dos son señales de referencia que tienen diferentes valores de voltaje para determinar la característica de ganancia del canal de medición, siendo la curva característica una línea recta. En el diagrama de la Figura 2 se ilustra un ejemplo de la diferencia entre las líneas rectas reales e ideales que representan las curvas características reales e ideales de un canal.

15 En las reivindicaciones dependientes se describen mejoras adicionales del contador de energía y del método para llevar a cabo mediciones de energía de acuerdo con la presente invención.

20 La invención y las ventajas relacionadas se describen con más detalle en la siguiente descripción de una modalidad y en los dibujos anexos en los que:

La Figura 1 muestra un esquema de dicha modalidad ejemplar del contador de energía con los detalles de un multiplexor.

25 La Figura 2 muestra un esquema que explica la fase de prueba de calibración que se lleva a cabo alternativamente en cada primer y segundo canal de medición de los canales de medición de corriente y voltaje de CA y CC y la característica ideal y real curvada en forma de líneas rectas a partir de la comparación de la que puede determinarse una medida de la fiabilidad de la prueba de calibración.

30 El contador de energía de acuerdo con una modalidad preferida de la presente invención comprende cuatro canales de medición dobles que se indican globalmente por 1, cada canal doble consiste en dos canales de medición independientes 101 y 102 que se conectan cada uno a una entrada de una unidad de procesamiento 2. La unidad de procesamiento, preferiblemente un procesador de señal digital lee los datos medidos y, como primera tarea, calcula el consumo de energía. El consumo de energía eléctrica se calcula en W/h o kW/h. Por lo tanto, para medir el consumo de energía en una línea de alimentación se necesita adquirir las mediciones del valor de voltaje y corriente en dicha línea de alimentación.

35 En una configuración básica, el contador de energía podría proporcionarse con solo dos canales de medición dobles 1. Uno de ellos para adquirir los valores medidos de una corriente de CA o CC y el otro canal doble para adquirir los valores medidos de un voltaje de CA o CC en la línea de alimentación. En esta configuración mínima, un primer y segundo canal de medición 101, 102 para la corriente de CA o CC y un primer y segundo canal de medición para el voltaje de CA o CC están presentes en el contador de energía.

40 Se proporciona una configuración más completa de canales de medición dobles 1, es decir, que consiste en un primer y segundo canal de medición para las corrientes y voltajes de CA y CC, como es el caso del ejemplo en la Figura 1.

45 Además, las mediciones de voltaje y corrientes en una línea de alimentación se transforman todas en una medición de voltaje mediante un contacto o interfaz de entrada 3 de los canales de medición a la línea de alimentación que comprende un convertidor de corriente/voltaje 103. Normalmente, este convertidor 103 es una resistencia de alta precisión como lo indica el detalle en la Figura 1.

50 Cada canal 101, 102 comprende en serie entre sus entradas y sus salidas un filtro LPF 4 un amplificador 5, preferiblemente un amplificador diferencial y un convertidor analógico/digital cuya salida se conecta a un puerto de entrada de la unidad de procesamiento 2.

55 En la presente modalidad de la figura, los ocho convertidores AD se forman por dos convertidores A/D 6, 7 cada uno con cuatro canales de conversión A/D independientes cuyas salidas se conectan a un puerto de la unidad de procesamiento 2. Esto puede lograrse mediante puertos de entrada dedicados o mediante un protocolo de comunicación de las cadenas de datos que genera el convertidor A/D que permite identificar de manera unívoca los datos correspondientes a cada canal separado del convertidor A/D y, por lo tanto, de los valores que mide cada canal de medición correspondiente.

60 Los cuatro canales A/D de cada convertidor A/D 6, 7 se identifican con el sufijo 0, 1, 2 y 3.

La ventaja de los dos convertidores A/D independientes es la adquisición simultánea de muestras de corriente y voltaje de cada par de señales medidas.

65 La unidad contadora de energía comprende además para los primer y segundo canales 101, 102 de cada canal de medición doble 1 un medio de conmutación que en el presente ejemplo es un multiplexor 8. Cada multiplexor 8 tiene una entrada indicada como IN que se conecta a la interfaz de conexión o entrada 3 para cada canal de medición doble 1. En

la figura hay cuatro interfaces 3 respectivamente para la medición de la corriente y el voltaje de CC que se identifican por IDC y VDC y para la corriente y el voltaje de CA que se identifican por IAC y VAC.

5 Cada multiplexor 8 tiene entradas adicionales para al menos una, o para más de una señal de referencia. En la presente modalidad ejemplar hay tres entradas adicionales para tres señales de referencia diferentes, cada una de las cuales tiene como parámetro de referencia un cierto valor de voltaje de referencia predeterminado. Una que se indica por $0V_{REF}$ es una señal de referencia de voltaje 0 y se usa para llevar a cabo la prueba de calibración en relación con las derivas de las desviaciones de los canales de medición. Las otras dos entradas son para dos señales de referencia más que tienen un cierto voltaje predeterminado distinto de cero. Las dos señales de referencia tienen voltajes diferentes que son preferiblemente de valor idéntico, pero con polaridad invertida, por lo que son simétricas en relación con el voltaje de referencia de 0 voltios. En el presente ejemplo, las dos entradas de estas dos señales de referencia se indican respectivamente por $+V_{REF}$ y $-V_{REF}$.

15 Cada multiplexor 8 tiene dos salidas que se indican por out-A y out-B que se conectan respectivamente al primer y al segundo canal de medición 101 y 102 de cada canal de medición doble 1.

20 A partir de la estructura de los contactos de conmutación que se ilustran en el detalle de la Figura 1, queda claro que para cada canal de medición doble 1, el primer y segundo canales de medición 101 y 102 pueden conectarse alternativamente o juntos a la entrada IN del multiplexor 8 y, por lo tanto, a la interfaz 3 con la línea de alimentación a monitorear y el primer y segundo canales de medición 101 y 102 pueden conectarse alternativamente uno a otro a una de las señales de referencia $0V_{REF}$, $+V_{REF}$ y $-V_{REF}$.

25 Cada multiplexor 8 se acciona mediante una señal de control que genera una unidad de control que puede ser una unidad de control separada que acciona la unidad de procesamiento 2 o la unidad de control puede ser la unidad de procesamiento 2 misma en la cual se carga y ejecuta un programa de control del multiplexor. Estas dos opciones no se ilustran en la figura ya que son obvias para la persona experta. Lo mismo se aplica al hecho de que debe haber un sincronismo de conmutación de cada uno de los dos canales 101, 102 de los canales dobles 1 para alimentar a la unidad de procesamiento 2 siempre con un valor de voltaje y de corriente que son necesarios para calcular la potencia eléctrica en la línea de alimentación.

30 Como una mejora adicional que no es obligatoria para la presente invención, pero que agrega ventajas adicionales, la modalidad de la figura 1 muestra que todos los primeros canales 101 y todos los segundos canales 102 de cada canal de medición doble se conectan respectivamente solo al primer convertidor A/D 6 y al segundo convertidor A/D 7. Este tipo de cruce de los dos canales 101 y 102 al primer y segundo canal permite explotar la configuración redundante del contador de energía de acuerdo con la presente invención para permitir aún mediciones de consumo de energía si un convertidor A/D falla o se daña.

35 Como se ve además de la figura, el primer y segundo canal 101, 102 de cada canal de medición doble 1 no se conectan al mismo canal 0, 1, 2 o 3 de los dos convertidores A/D, sino que el primer canal 101 se conecta a un determinado canal del primer convertidor A/D 6 y el segundo canal 102 se conecta a un canal diferente del segundo convertidor A/D como aquel al que se conecta el primer canal 101 al primer convertidor A/D 6. Esto permite mantener alineado el muestreo de los dos ADC que involucran a las parejas 00, 11, 22, 33 que representan las señales correlacionadas de voltaje y corriente de CA y CC.

40 Como se ve claramente de la configuración anterior de la estructura del contador de energía y gracias a la provisión de un canal de medición doble para cada medición de corriente y voltaje en la línea de alimentación, es posible llevar a cabo la medición de energía usando alternativamente uno de los dos canales de medición 101, 102 de cada canal de medición doble 2, mientras que el otro canal de medición 101, 102 de cada canal de medición doble 2 puede someterse a la prueba de calibración y al ajuste de calibración.

45 En la presente modalidad, los medios de calibración para probar y ajustar la calibración de los canales de medición 101, 102 se forman por las señales de referencia y obviamente por el medio para generar tales señales, que es interno al contador de energía, por un amplificador diferencial 5 y por la unidad de procesamiento 2 que en la presente modalidad puede ejecutar una prueba de calibración y un programa de ajuste de calibración que se ha cargado en su memoria.

50 Esta disposición particular permite implementar o modificar fácilmente las pruebas de calibración y el procedimiento de ajuste, evitando en la medida de lo posible las modificaciones de hardware en el contador de energía.

55 Una forma particular de llevar a cabo la calibración de acuerdo con la presente invención proporciona la prueba y el ajuste de dos parámetros de calibración de cada canal de medición 101, 102 que son la desviación de 0 voltios del canal de medición y la ganancia de cada canal. El ajuste se lleva a cabo mediante la determinación de un ajuste de calibración aditivo que consiste en un parámetro de ajuste de desviación que se sumará a los valores de voltaje que mide el canal de medición correspondiente y mediante la determinación de un ajuste de calibración multiplicativo que consiste en un parámetro de ajuste de ganancia que se multiplicará con los valores de voltaje que mide el canal de medición correspondiente.

El parámetro de ajuste de desviación se suma a las mediciones de voltaje mediante un canal de medición por la unidad de procesamiento 2. De manera similar, el parámetro de ajuste de ganancia se aplica como factor multiplicativo a las mediciones de voltaje mediante un canal de medición por la unidad de procesamiento 2. Dichas funciones se llevan a cabo digitalmente en las señales muestreadas que recibe la unidad de procesamiento 2. Por supuesto, la unidad de procesamiento 2 se proporciona con memorias dedicadas o áreas de memorias tales como una RAM para guardar los datos medidos y los parámetros de ajuste. Dado que el experto puede elegir varias configuraciones de la unidad de procesamiento 2 de un amplio espectro de unidades de procesamiento disponibles en el estado de la técnica y cada unidad de procesamiento puede llevar a cabo las funciones descritas anteriormente, la estructura de la unidad de procesamiento no se describe en detalle.

A continuación, se describe con más detalle la forma de operación del contador de energía de acuerdo con el presente ejemplo y la forma de probar y calibrar los canales de medición.

Adquisición de etapas de 8 entradas usando los dos convertidores A/D:

Señal de corriente de CA, conversión A/D de 16 bits, frecuencia de muestreo de 16 Ksps en los canales duales 101, 102 de un canal de medición de dos canales

Señal de corriente de CC, conversión A/D de 16 bits, frecuencia de muestreo de 16 Ksps en los canales duales 101, 102 de un canal de medición de dos canales

Señal de voltaje de CA, conversión A/D de 16 bits, frecuencia de muestreo de 16 Ksps en los canales duales 101, 102 de un canal de medición de dos canales

Señal de voltaje de CC, conversión A/D de 16 bits, frecuencia de muestreo de 16 Ksps en los canales duales 101, 102 de un canal de medición de dos canales

La escala completa de adquisición de 16 bits se adaptará a la resistencia de derivación que se usa para la medición de la señal de entrada: Como ejemplo, pueden aplicarse los siguientes datos

Señal de entrada Máxima [mA]	Resistencia de derivación [Ω]	Escala Completa Equivalente Máxima [Conteo] (firmado)	Escala Completa [Conteo] (firmado)
± 50	40,2	629273	-32767 + 32768

Salidas: datos convertidos (conteos) disponibles para la función de cálculo (con función de calibración incluida)

Calibración

Entradas: datos convertidos disponibles para la función de cálculo

El procedimiento de calibración se implementa para garantizar la precisión en la medición de energía. La conmutación entre canales se implementa con la gestión del multiplexor para garantizar la adquisición continua de señales de entrada: un canal mide la señal de entrada, mientras el segundo se encuentra en calibración.

Cada procedimiento de calibración de tiempo configurable (TCALIBRACIÓN) ejecuta las siguientes etapas:

- 1) Para cada par de canales, un canal medirá la señal de entrada mientras que el otro mide el voltaje de referencia (0V), que es la desviación del canal
- 2) Para cada par de canales, un canal medirá la señal de entrada mientras que el otro mide el voltaje de referencia $-V_{REF}$ (-2,048V)
- 3) Para cada par de canales, un canal medirá la señal de entrada mientras que el otro mide el voltaje de referencia $+V_{REF}$ (+2,048V)
- 4) Los valores de referencia adquiridos se almacenarán en una tabla que contiene la desviación (NOFS) y la ganancia lineal (GACQ), la cual se calcula en los dos voltajes de referencia $-V_{REF}$ y $+V_{REF}$ ($\pm 2,048V$).
- 5) Al principio, ambos canales se conectarán al canal de entrada física (ambos canales miden la señal de entrada)
- 6) Después de un tiempo de estabilización (TSTAB de 5 segundos), la corrección se implementará en el canal bajo calibración.
- 7) Posteriormente, el canal calibrado se usará como canal de medición para el cálculo de energía, el otro no se usará (se fija a $0V_{REF}$).

La calibración del tiempo de corrida se ejecutará de acuerdo con la siguiente configuración de la etapa de adquisición:

Señal/canal de medición	ADC	Canal del ADC	Principal/Dual
VDC/101	ADC2	Ch1	Principal
VDC/102	ADC1	Ch0	Dual
IDC/101	ADC2	Ch0	Principal
IDC/102	ADC1	Ch1	Dual
VAC/101	ADC2	Ch3	Principal
VAC/102	ADC1	Ch2	Dual
IAC/101	ADC2	Ch2	Principal
IAC/102	ADC1	Ch3	Dual

Para cada tiempo programable ($T_{\text{CALIBRATION}}$) se aplicará el procedimiento de calibración conmutando alternativamente los canales principal y dual

Al final, el resultado de la calibración se marcará (Aprobada o Fallida).

Las etapas de prueba de calibración descritas anteriormente se explican también con un esquema de la Figura 2.

La secuencia de calibración CS para cada canal comprende, como se describe anteriormente, tres fases:

- una fase P1 en la cual la señal $0V_{\text{REF}}$ se alimenta al canal;
- una segunda fase P2 en la que la señal de voltaje de referencia $-V_{\text{REF}}$ se alimenta a dicho canal de medición y
- una tercera fase P3 en la que la señal de voltaje de referencia $+V_{\text{REF}}$ se alimenta a dicho canal de medición.

Cada una de dichas fases de P1 a P3 tiene una duración de aproximadamente algunos segundos, preferiblemente 5 segundos.

Se proporciona una cuarta fase P4 después de la tercera fase P3, que es la fase de conmutación durante la cual el primer canal y el segundo canal se conectan juntos a la misma señal de entrada para proporcionar una conmutación instantánea sin transitorios no deseados. Esta cuarta fase de conmutación tiene también una duración de 5 segundos. Después de esta etapa intermedia, uno de los dos canales (el que anteriormente se conectó a la línea a monitorear) se conectará a las señales de referencia para llevar a cabo la prueba de calibración.

La secuencia de calibración CS se realiza en los últimos 20 segundos del período $T_{\text{CALIBRATION}}$ (normalmente 5 minutos). El tiempo restante (P0 en la Figura 2) es una especie de espera para el canal bajo calibración durante el cual el canal en sí se mantiene conectado a $0V_{\text{ref}}$.

El esquema de la Figura 2 combina también un gráfico de las curvas características reales (medidas) de un canal durante la calibración y de la curva característica ideal correspondiente para un canal de medición.

Los puntos que se indican por n_0 , n_A y n_B son los valores que se miden cuando el canal se conecta respectivamente a las señales de referencia $0V_{\text{REF}}$, $-V_{\text{REF}}$ y $+V_{\text{REF}}$.

De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, cada valor que adquiere el canal (n_A , n_B , n_0) se compara con el valor ideal. Si la diferencia excede un umbral definido, el canal se declara "averiado" y la calibración no se llevará a cabo. Esta situación puede señalarse de todas las formas deseadas para llevar a cabo las etapas necesarias.

De acuerdo con una posible mejora, puede proporcionarse una señal de referencia adicional para la calibración. Esta señal de referencia puede usarse para calibrar también el desplazamiento de fase. En esta mejora, además de las señales de referencia $+V_{\text{ref}}$, $-V_{\text{ref}}$, $0V_{\text{ref}}$, puede proporcionarse una cuarta señal de calibración que se forma por una onda sinusoidal de 50 Hz. La amplitud de la señal no es relevante. A partir de las mediciones de potencia activa y reactiva, puede compensarse el desplazamiento de fase de los canales de medición de corriente y voltaje 101, 102 que se debe principalmente a los filtros LPF 4.

La necesidad de una cuarta señal de referencia de calibración para compensar el desplazamiento de fase puede evitarse mejorando los componentes de precisión en el filtro LPF. Con respecto a la modalidad que proporciona la señal de referencia para compensar el desplazamiento de fase, esta solución alternativa permite ahorrar espacio en la placa A/D.

Como se ve en la Figura 2, las señales de referencia $0V_{\text{ref}}$, $-V_{\text{ref}}$ y $+V_{\text{ref}}$ pueden usarse para determinar una curva característica del canal bajo prueba que en el presente ejemplo es una línea recta.

- Usando los valores medidos de $0V_{ref}$ y $-V_{ref}$ y $+V_{ref}$, para determinar la desviación y la ganancia del canal, dichos parámetros pueden usarse para dibujar una curva característica real que pueda compararse con la ideal. Si cada uno de dichos voltajes de referencia o al menos dos de dichos voltajes de referencia se generan mediante fuentes independientes, será altamente improbable que si ocurre una falla en la fuente o el voltaje de referencia no es correcto, el mismo error esté presente también para todos los voltajes de referencia de modo que la curva de referencia real resultante será diferente y no paralela a la curva característica ideal. Puede establecerse un umbral para esta diferencia, de modo que, si se supera dicho umbral, el canal puede establecerse como defectuoso y puede generarse una alarma u otro tipo de señales para llevar a cabo las etapas de mantenimiento necesarias.
- 5
- 10 Por lo tanto, el contador de energía de acuerdo con la invención también permite probar la fiabilidad de la prueba de calibración debido a fallas de las señales de referencia tales como aberraciones o derivas.

REIVINDICACIONES

1. La unidad contadora de energía con funciones de autocalibración, que comprende:
 - 5 Al menos un primer y un segundo canal de medición de corriente de CA o CC (101, 102), definido como un canal de medición de doble corriente de CA o CC (1), para medir la corriente que fluye en una línea de alimentación de CA o CC;
 - Al menos un primer y un segundo canal de medición de voltaje de CA o CC (101, 102), definido como un canal de medición de doble voltaje de CA o CC (1), para medir el voltaje en dicha línea de alimentación de potencia de CA o CC;
 - 10 Una unidad de procesamiento (2) que tiene una entrada para cada uno de dichos canales de medición de corriente y voltaje (101, 102);
 - La unidad de procesamiento (2) que determina el consumo de energía eléctrica en la línea de alimentación a partir de los valores y
 - 15 medios medidos de corriente y voltaje (2, 8) para probar la calibración de dichos canales y
 - medios de medición (2) para llevar a cabo una calibración de dichos canales de medición en función de los resultados de la prueba de calibración,
 - caracterizados porque**
 - 20 cada canal de medición (101, 102) se proporciona con medios de conmutación (8) para conmutar cíclicamente cada uno de dichos primer y segundo canales de medición de corriente (101, 102) y dichos primer y segundo canales de medición de voltaje (101, 102) alternativamente a la línea de alimentación y a los medios para llevar a cabo la prueba de calibración y la calibración de dichos canales, lo que puede llevar a cabo de esta manera las mediciones alternativamente usando uno de los dos canales de medición (101, 102) de cada canal de medición doble (1), mientras que el otro canal de medición (102, 101) de cada canal de medición doble (1)
 - 25 puede someterse a calibración.

2. El contador de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se proporcionan un primer y un segundo canal de medición de corriente de CA (101, 102), un primer y un segundo canal de medición de corriente de CC (101, 102);
- 30 Un primer y un segundo canal de medición de voltaje de CA (101, 102) y un primer y un segundo canal de medición de voltaje de CC (101, 102), cada canal que tiene un medio de conmutación (8) para conmutar cíclicamente dicho primer y dicho segundo canales de medición (101, 102) alternativamente a la línea de alimentación y a los medios para llevar a cabo la prueba de calibración y los medios para calibrar los dichos canales, y llevar a cabo de esta manera las mediciones de corriente y voltaje y la calibración alternativamente con uno de dichos primer y segundo canales de medición de corriente (101, 102) y con uno de dichos primer y segundo canales de medición de voltaje (101, 102).

3. El contador de energía de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de procesamiento (2) es una unidad de procesamiento de señal digital y cada canal de medición se conecta a través de un convertidor de señal de analógico a digital (6, 7) a una de las entradas de la unidad de procesamiento de señal digital (2).

4. El contador de energía de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de conmutación (8) conectan alternativamente cada uno del primer y segundo canales de medición de corriente de CA y/o CC y voltaje de CA y/o CC (101, 102) a la línea de alimentación y a una fuente de señales de referencia para la prueba de calibración.

- 45 5. El contador de energía de acuerdo con la reivindicación 4, en el que se proporcionan dos convertidores de señal analógica a digital (6, 7), cada uno que se conecta a una entrada de la unidad de procesamiento (2) y cada uno con cuatro canales de conversión, los primeros canales de medición (101) para las corrientes de CA y CC respectivamente y los voltajes de CA y CC que se conectan a los canales de conversión de un primer convertidor digital (6) mientras que los segundos canales de medición (102) para la corriente y el voltaje de CA y CC se conectan a los canales de conversión de un segundo convertidor digital (7).

- 50 6. El contador de energía de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que cada medio de conmutación (8) tiene al menos dos entradas que pueden conmutarse alternativamente a uno de dichos primer y segundo canales de medición de corriente y voltaje de CA y/o CC (101, 102) y de cuyas entradas una entrada se conecta a la línea de alimentación, y al menos una entrada adicional a una fuente de al menos una señal de referencia, los medios para probar la calibración determinan una señal de referencia que se mide por el canal de medición (101, 102) que se conmuta respectivamente a dicha fuente de señal de referencia y comparan dicha señal de referencia medida con la señal de referencia nominal y los medios para llevar a cabo la calibración determinan unos parámetros de corrección de dicho canal de medición (101, 102) en función del resultado de dicha comparación.

- 55 60 7. El contador de energía de acuerdo con la reivindicación 6 en el que cada medio de conmutación (8) tiene al menos cuatro entradas para conectar alternativamente el primer y segundo canal de medición correspondiente (101, 102) a la línea de alimentación y a tres señales de referencia diferentes (OVref, -Vref, +Vref) una para determinar la

- desviación del canal de medición, y las otras dos para determinar el factor de ganancia del canal de medición, los medios para llevar a cabo la calibración comprenden medios de comparación para determinar un parámetro de corrección de desviación a partir de la diferencia de la señal de referencia de desviación medida y la señal de referencia de desviación nominal y medios para determinar un parámetro de corrección de ganancia a partir de la comparación entre las señales de referencia de ganancia medidas y las señales de referencia de ganancia nominal, cada canal (101, 102) se proporciona con medios para llevar a cabo la calibración que comprende un sumador que suma el parámetro de corrección de desviación a los valores que mide dicho canal.
- 5
8. El contador de energía de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7 en el que los medios de conmutación (8) tienen un canal de entrada adicional para una señal de referencia adicional que tiene una forma de onda sinusoidal y una frecuencia de referencia para determinar el desplazamiento de fase de las mediciones de corriente y voltaje y compensar dicho desplazamiento de fase.
- 10
9. El contador de energía de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores de la 4 a la 8 en el que los canales de medición (101, 102) miden valores de voltaje, cada canal de medición se conecta a la línea de alimentación mediante un convertidor de corriente/voltaje (103), las señales de referencia (0Vref, -Vref, +Vref) son señales que tienen un valor de referencia de voltaje predeterminado.
- 15
10. El contador de energía de acuerdo con las reivindicaciones 7 y 9 en el que la señal de referencia para determinar la desviación es una señal que tiene 0 voltios y las señales de referencia para determinar el factor de ganancia son señales que tienen valores de voltaje diferentes, que también podrían ser idénticos, positivos y negativos respectivamente.
- 20
11. El contador de energía de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores de la 7 a la 10 en el que cada medio de conmutación (8) es un multiplexor; cada canal de medición (101, 102) se proporciona con un filtro LPF (4) que tiene la entrada en conexión con la salida de un multiplexor correspondiente (8) y una salida en conexión con un amplificador diferencial (5) cuya salida se conecta a un canal de dicho primer y un segundo convertidor de analógico a digital (6, 7) respectivamente, cada convertidor de analógico a digital se conecta a la entrada de una unidad de procesamiento (2), dicha unidad de procesamiento se proporciona con medios para generar una señal de control de multiplexor para accionar los multiplexores (8), y los medios para llevar a cabo la calibración que se forman por dicha unidad de procesamiento (2) que comprenden medios para calcular los parámetros de corrección de desviación y los parámetros de corrección de ganancia de cada canal de medición (101, 102) y dicho sumador para sumar el parámetro de corrección de desviación al valor de voltaje medido de cada canal de medición (101, 102) y medios para aplicar dichos parámetros de corrección de ganancia como factor multiplicativo a dicho valor de voltaje medido.
- 25
- 30
- 35
12. El contador de energía de acuerdo con la reivindicación 11 en el que dichos medios para llevar a cabo la calibración son un programa ejecutable cargado y ejecutado por dicha unidad de procesamiento (2).
- 40
13. Un método para llevar a cabo la calibración automática en un contador de energía de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores en el que cada uno de los primeros canales de medición de corriente de CA y/o CC y voltaje de CA y/o CC y cada uno de los segundos canales de medición de corriente de CA y/o CC y/o voltaje de CA y/o CC se conmutan alternativamente a la línea en la que debe medirse el consumo de energía y a una o más señales de referencia, de modo que alternativamente uno de dichos primer y segundo canales de medición se somete a la prueba de calibración y el otro del primer y segundo canales de medición funciona para la medición de energía y en el cual la prueba de calibración consiste en la comparación entre el voltaje de referencia que se mide por un canal de medición y un valor nominal de dicho voltaje de referencia y se lleva a cabo un cierto número de veces en cierta secuencia de tiempo; una primera señal de referencia es para determinar un parámetro de ajuste de calibración aditivo para las señales medidas de un canal; dicho parámetro de ajuste de calibración aditivo se determina por la diferencia de las mediciones de voltaje de dicha primera señal de referencia que tiene un voltaje de referencia predeterminado con el valor nominal predeterminado de dicho voltaje de referencia,
- 45
- 50
- caracterizado porque**
- 55 se proporcionan dos señales de referencia adicionales para determinar un parámetro de ajuste de calibración multiplicativo de la señal medida de un canal de medición, dicho parámetro de ajuste de calibración multiplicativo se determina por la relación de la diferencia entre los valores de voltaje medidos de dichas dos señales de referencia adicionales, preferiblemente con el mismo voltaje pero polaridad diferente, a la diferencia de los valores nominales de dichos voltajes de referencia, la calibración de cada canal se lleva a cabo al sumar dicho parámetro de ajuste de calibración aditivo a las señales que se miden por el canal correspondiente y al aplicar dicho parámetro de ajuste de calibración multiplicativo a las señales que se miden por el canal correspondiente como la ganancia de la amplificación de la señal medida.
- 60
- 65
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13 en el que se proporciona una cuarta señal de referencia para la calibración del desplazamiento de fase, cuya cuarta señal de referencia es una onda sinusoidal de 50 Hz que se alimenta alternativamente a cada canal de medición para de esta manera compensar el desplazamiento de fase

de los canales de medición de corriente y voltaje mediante mediciones de potencia activa y reactiva.

15. Un método para llevar a cabo una prueba para validar la fiabilidad del procedimiento de calibración automática de la reivindicación 13 o 14 en un contador de energía eléctrica que tiene al menos un par de canales de medición, cuyo método comprende las etapas de:

5 Generar señales de referencia independientes, cada una con un parámetro de referencia predeterminado, preferiblemente su voltaje, que es diferente del otro;

10 Introducir cada una de dichas señales de referencia en un canal de medición del contador de energía;

Adquirir el parámetro de referencia que se mide para cada una de dichas señales de referencia;

15 calcular al menos dos parámetros de ajuste de calibración diferentes de acuerdo con dos funciones diferentes a partir de dicho parámetro de referencia medido de dichas señales de referencia y el valor predeterminado de dichos parámetros de referencia de dichas señales de referencia;

Aplicar dichos parámetros de ajuste de calibración al canal correspondiente;

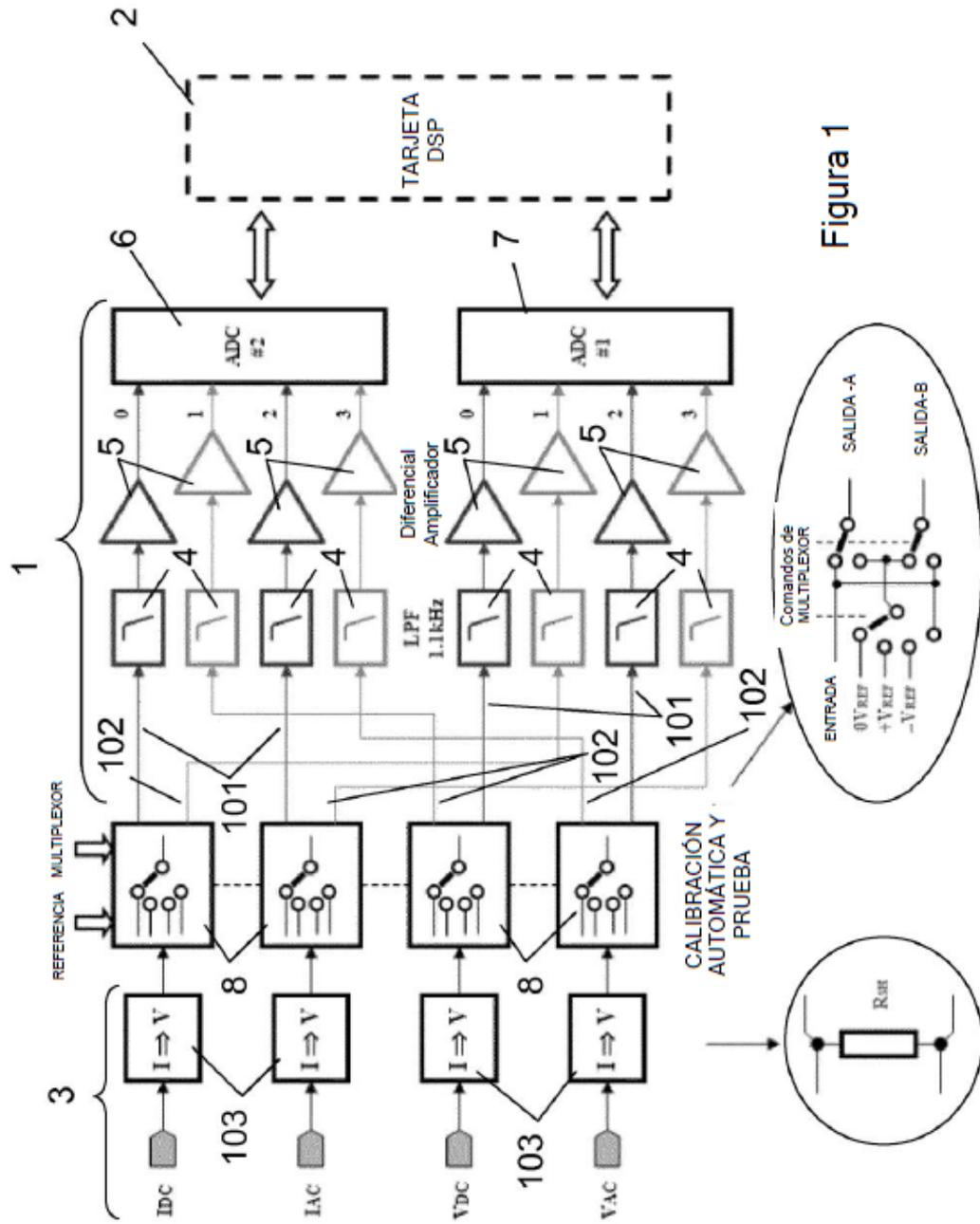
15 Repetir dichas etapas para cada canal de medición,

caracterizado porque

la etapa de generar señales de referencia independientes comprende generar al menos tres señales de referencia independientes (OVref, -Vref, +Vref), el método que comprende, además:

20 determinar para cada canal de medición una curva característica real que se calcula al aplicar dichos parámetros de calibración a dicho canal y a una curva característica ideal usando las tres señales de referencia (OVref, -Vref, +Vref);

25 Considerar la calibración confiable solo si la diferencia entre la curva característica real y la curva característica ideal de dicho canal permanece dentro de un umbral definido, de lo contrario, considerar la calibración no confiable y generar una o más señales de alarma diferentes y/o una solicitud de mantenimiento/ajuste externo y/o configurar el canal en un estado inactivo.



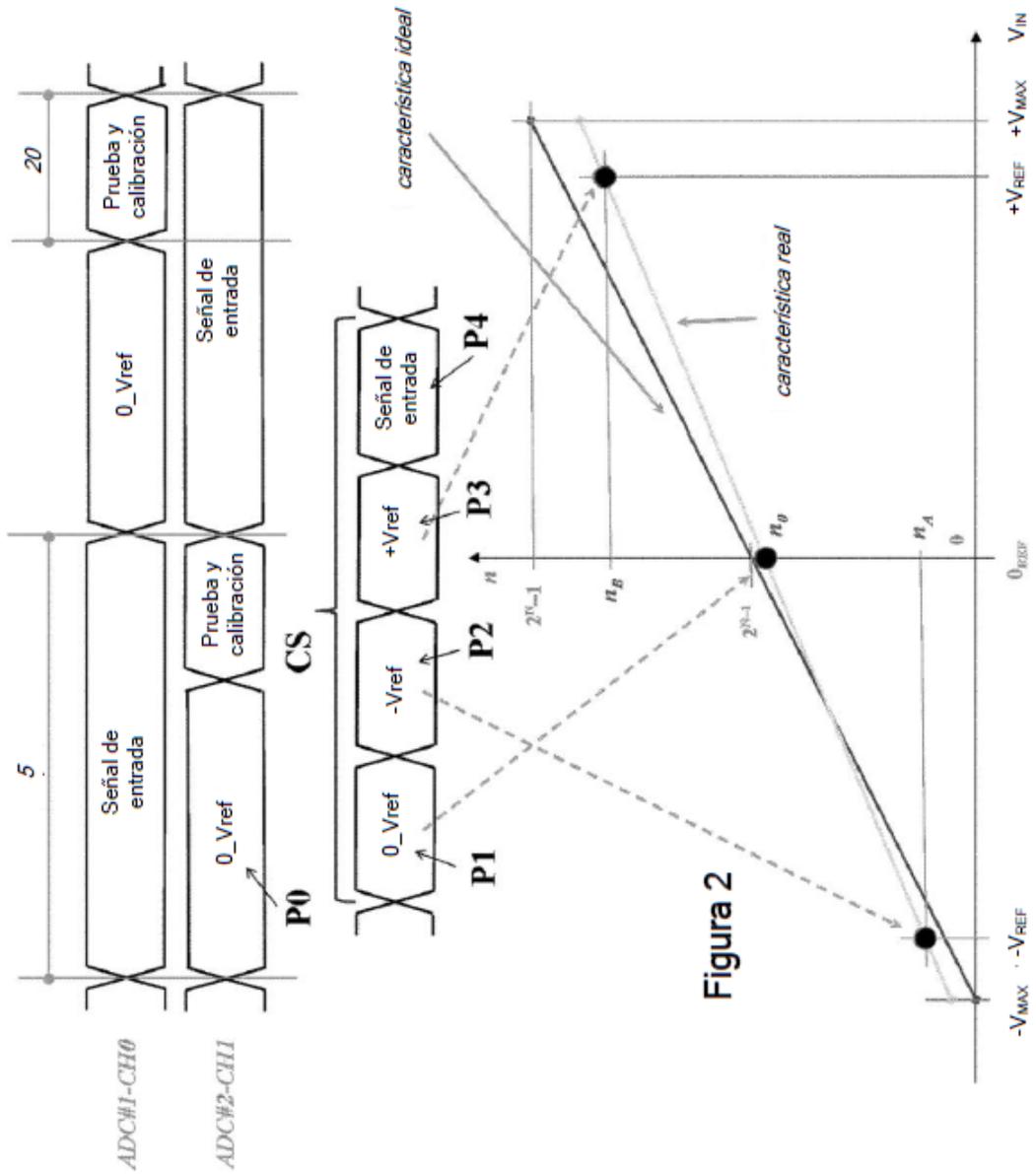


Figura 2