

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 322**

51 Int. Cl.:

H01F 38/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.05.2012 PCT/US2012/038482**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2012 WO12162116**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2012 E 12790001 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019 EP 2710617**

54 Título: **Transformador de corriente CA/CC**

30 Prioridad:

20.05.2011 US 201161488475 P
18.05.2012 US 201213474814

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.05.2020

73 Titular/es:

LITTELFUSE, INC. (100.0%)
8755 W. Higgins Road, Suite 500
Chicago, IL 60631, US

72 Inventor/es:

VANGOOL, MICHAEL P. y
BAKER, GEOFFREY J.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 761 322 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

Transformador de corriente CA/CC

Campo de la descripción

5 La descripción se refiere generalmente al campo de los dispositivos de relé de protección, y más particularmente, a un circuito transformador de corriente de tipo toroidal de bobina simple para detectar tanto la corriente CA (corriente alterna) como CC (corriente continua).

Antecedentes de la descripción

10 Los dispositivos de monitorización de corriente para sistemas de energía eléctrica de CA típicamente emplean transformadores de corriente para proporcionar corrientes de entrada que están aisladas de los conductores del sistema de energía eléctrica. Por ejemplo, con referencia al transformador de corriente convencional TC1 mostrado en la FIG. 1, un conductor 1 de un sistema de energía está configurado como un bobinado primario del transformador de corriente TC1, y se extiende a través de un núcleo magnético toroidal 2. El término "núcleo magnético" como se emplea en esta memoria se refiere a un cuerpo magnético que tiene una relación definida con uno o más bobinados conductores. Un bobinado secundario 3 está acoplado magnéticamente al núcleo magnético 2. La frase "acoplado magnéticamente" se define aquí de modo de significar que los cambios de flujo en el núcleo magnético 2 están asociados con un voltaje inducido en el bobinado secundario 3, donde el voltaje inducido es proporcional a la tasa de cambio del flujo magnético de acuerdo con la Ley de Faraday.

15 La corriente que fluye a través del bobinado primario 1 y pasa a través del campo magnético del núcleo magnético 2 induce una corriente secundaria en el bobinado secundario 3, donde la magnitud de la corriente secundaria corresponde a una relación (comúnmente conocida como la "relación TC") del número de vueltas en los bobinados primario y secundarios 1 y 3. El bobinado primario 1 puede incluir solo una vuelta (como en la FIG. 1), o puede incluir múltiples vueltas envueltas alrededor del núcleo magnético 2. El bobinado secundario generalmente incluye múltiples vueltas envueltas alrededor del núcleo magnético 2. El bobinado secundario 2 está conectado a un relé de protección (no mostrado) que mide la corriente secundaria inducida. El relé de protección utiliza esta corriente medida para proporcionar protección contra la sobrecorriente y funciones de medición.

20 Tradicionalmente, los relés de protección y los transformadores de corriente asociados han sido diseñados para sistemas de energía eléctrica que funcionan a frecuencias fijas (por ejemplo, 50/60 Hz). Sin embargo, con el reciente aumento en el uso de unidades de frecuencia variable para controlar la operación de motores eléctricos, se necesitan relés de protección que empleen transformadores de corriente que sean capaces de detectar fallas tanto de CA como de CC.

25 La FIG. 2 ilustra un sensor 10 de corriente diferencial de la técnica anterior que puede detectar componentes de CA y de CC de una corriente diferencial, utilizando un circuito oscilante. En particular, un convertidor de corriente de suma comprende dos bobinados aplicados opuestamente W1 y W2, que tienen el mismo número de vueltas enrolladas alrededor de un núcleo magnético M. Durante la operación, los interruptores S1 y S2 de un oscilador se abren y se cierran en forma alternada, de manera que los bobinados W1 y W2 portan corriente en forma alternada. El circuito oscilante cambia de estado cuando el núcleo magnético M es saturado por la corriente en los bobinados W1 y W2. Con la saturación del núcleo magnético M, no hay cambio en la corriente que fluye a través del bobinado W1 o W2 portador de corriente, ya que la inductancia del bobinado W1 o W2 se vuelve insignificamente leve, de modo que tampoco se puede inducir voltaje en la entrada de control del interruptor S1 o S2 que se ha cerrado. El interruptor S1 o S2, por lo tanto, se abre. La apertura del interruptor S1 o S2 hace que el voltaje U_b (voltaje de suministro directo fijo) aparezca en la entrada de control, y se forma un voltaje de inducción correspondiente del bobinado no conductor W1 o W2. El interruptor previamente abierto S1 o S2 entonces se cierra.

30 Debido a que los interruptores S1 y S2 se cierran alternadamente, el flujo de corriente a través del sensor de corriente 10 produce una caída de voltaje en los resistores de medición R_m , que operan a frecuencias que corresponden a la frecuencia de oscilación. Al determinar la diferencia entre las caídas de voltaje a través de los resistores R_m , las dos ramas del oscilador pueden ser evaluadas. El voltaje diferencial U_{dif} puede considerarse un voltaje de onda cuadrada, lo que facilita la recuperación de los componentes de CA y CC de la corriente diferencial de allí.

35 El documento JP 2001 153893 describe una unidad de medición y un sensor de detección. El documento JP H07 31049 describe un método y un aparato para medir corriente primaria de un transformador de corriente de fase cero. El documento FR 2 430 680 describe un detector de corriente de falla de CA o CC que opera al detectar el cambio de inductancia en el transformador con núcleo toroidal.

40 Mientras que los sensores de corriente CA/CC de la técnica anterior, tales como el descrito anteriormente, son generalmente efectivos para su propósito previsto, pueden ser costosos. Por lo tanto, sería ventajoso proporcionar un sensor de corriente que sea capaz de detectar tanto fallas de CA como de CC, y que sea relativamente económico.

55

Compendio

Este compendio se proporciona para presentar una selección de conceptos en una forma simplificada, que se describen adicionalmente más adelante en la Descripción Detallada. Este compendio no pretende identificar características claves o características esenciales del objeto del asunto reivindicado, ni pretende ser una ayuda para determinar el alcance del objeto del asunto reivindicado.

De acuerdo con la presente descripción, se proporciona un circuito transformador de corriente de tipo toroidal de bobina simple, para detectar tanto corriente CA como CC. Una realización de un circuito transformador de corriente según la presente descripción puede incluir un transformador de corriente, un oscilador conectado eléctricamente al transformador de corriente, y un elemento de terminación conectado eléctricamente al oscilador. El circuito transformador de corriente puede incluir además un circuito de detección de TC abierto y corto conectado eléctricamente al oscilador, para facilitar la determinación del estado de conexión y estabilidad del transformador de corriente. Un procesador puede estar eléctricamente conectado a una salida del circuito de detección de TC abierto y corto, para realizar una serie de operaciones sobre datos de señal generados por el circuito de detección de TC abierto y corto y manipular la operación de un sistema de energía eléctrica en consecuencia.

Un método para procesar la salida de un transformador de corriente según la presente descripción puede incluir derivar datos de señal de la salida del transformador y convertir los datos de señal de formato analógico a digital. El método puede además incluir eliminar una señal portadora del oscilador de los datos de señal, cuadrar los datos de señal, y realizar un algoritmo RMS recursivo o un algoritmo similar sobre los datos de señal.

En un primer aspecto de la invención, se proporciona un circuito transformador de corriente según la reivindicación 1. En un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para configurar un circuito transformador de corriente según la reivindicación 8.

Breve descripción de los dibujos

A modo de ejemplo, ahora se describirán las realizaciones específicas del dispositivo descrito, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que ilustra un transformador de corriente convencional.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático que ilustra un circuito transformador de corriente de la técnica anterior.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una realización ejemplar de un circuito transformador de corriente de acuerdo con la presente descripción.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un algoritmo de medición según la presente descripción.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático detallado de un circuito transformador de corriente según la presente descripción.

Descripción detallada

Se proporciona un circuito transformador de corriente de tipo toroidal de bobina simple para detectar tanto corriente CA como CC. El circuito transformador de corriente puede incluir un transformador de corriente, un oscilador conectado eléctricamente al transformador de corriente, y un elemento de terminación conectado eléctricamente al oscilador. Un circuito de detección de TC abierto y corto conectado eléctricamente al oscilador puede usarse para facilitar la determinación del estado de conexión y estabilidad del transformador de corriente. Adicionalmente, un procesador puede estar conectado eléctricamente a una salida del circuito de detección de TC abierto y corto, para realizar una serie de operaciones sobre datos de señal generados por el circuito de detección de TC abierto y corto y manipular la operación de un sistema de energía eléctrica asociado, sobre la base de los parámetros deseados. La invención no se limita a las realizaciones específicas descritas a continuación.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de una realización ejemplar de un circuito transformador de corriente (TC) CA/CC según la presente invención. El circuito puede incluir un TC 100 que tiene un núcleo (no mostrado) formado de un material de núcleo adecuado, tal como hierro o cualquiera de una diversidad de otros metales que serán conocidos para los expertos en la técnica. Alternativamente, se contempla que el TC 100 pueda tener un núcleo de aire. El TC 100 puede incluir además un bobinado único (no mostrado) que está envuelto alrededor del núcleo, y que forma uno primario del TC 100. En una realización no limitativa y ejemplar del TC 100, el núcleo puede estar compuesto de un material magnético de modo tal que 100 vueltas del primario alrededor del núcleo producen una inductancia en un intervalo de aproximadamente 200 mH a aproximadamente 300 mH. Naturalmente, la variación del número de vueltas en el primario, y por lo tanto la inductancia, producirá realizaciones del TC 100 que tienen diferentes respuestas de frecuencia e intervalos de medición de corriente.

Un oscilador 102 puede estar conectado eléctricamente al TC 100. El oscilador 102 puede ser un multivibrador RL que es sintonizado por la inductancia del TC 100. Mediante la variación de la inductancia a través de los terminales del oscilador 102, el tiempo y las características de medición del circuito de TC pueden cambiarse. Particularmente, la

5 inductancia del TC 100 coopera con el oscilador 102 para forzar al TC 100 a la saturación de manera oscilante. Un resistor de carga (no se muestra) puede colocarse en serie con el bobinado secundario del TC 100. El voltaje a través de este resistor facilita la determinación de la corriente de bobina secundaria. El valor promedio del voltaje a través del resistor varía con la corriente CC en el bobinado primario del TC 100. Por lo tanto, la frecuencia de oscilación del oscilador 102 determina el intervalo de frecuencia de corriente primaria que se puede detectar, como se describe más adelante.

10 En una realización ejemplar, la frecuencia de oscilación se selecciona para permitir la detección de fallas de CC y frecuencias de fallas en un intervalo de aproximadamente 0 Hz a 100 Hz. La corriente de saturación secundaria del TC 100 determina así el intervalo de corriente que puede ser detectado como se describe más abajo. Una realización ejemplar de la presente descripción puede emplear un transformador de corriente CA con una relación TC de aproximadamente 100:1 y un intervalo de detección de aproximadamente 0 a 7 amperios CC y aproximadamente 0 a 5 amperios CA.

15 Un circuito 108 de detección de TC abierto y corto también puede estar conectado eléctricamente al oscilador 102, y puede configurarse para funcionar en combinación con el oscilador 102 para facilitar la determinación del estado de conexión y estabilidad del TC 100. El oscilador 102 opera con una inductancia representada por el TC 100. Esta relación se explota a través del circuito de detección de TC abierto/corto 108, para crear un monitor de frecuencia de la señal oscilante.

20 Una salida del circuito de detección de TC abierto y corto 108 puede ser eléctricamente conectada a una entrada de un procesador 110. El procesador 110 recibe así información relacionada con el estado de conexión y estabilidad del TC 100 desde el circuito de detección de TC corto y abierto 108, y está configurado para manipular la operación de un sistema de energía eléctrica (no mostrado) al cual el circuito TC está conectado en consecuencia. Por ejemplo, cuando el TC 100 está conectado operativamente, el procesador 110 puede monitorizar y registrar la frecuencia oscilante. Si la tasa de frecuencia cae a cero, entonces esta situación es detectada como una conexión de TC 100 en corto o abierta, por el procesador 110. Además, esta señal oscilante cambia con respecto a la corriente que pasa a través del primario del CT 100, y por lo tanto, el procesador 110 puede monitorizar la frecuencia y las variaciones de tiempo de la señal oscilante a fin de medir la corriente. Esto podría ser realizado como una validación de los datos que ingresan al procesador 110 a través de un filtro antialiasing 112, o en lugar del filtro antialiasing 112.

30 Si el procesador detecta una condición de falla, el procesador 110 puede generar una señal de salida que interrumpe el suministro de energía eléctrica desde el sistema de energía eléctrica, por ejemplo, a una carga. El procesador 110 puede ser, por ejemplo, un circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC, por sus siglas en inglés), una matriz de puertas programable en campo (FPGA, por sus siglas en inglés), un procesador de señal digital (DSP, por sus siglas en inglés), unidad de microcontrolador (MCU, por sus siglas en inglés) u otro dispositivo informático capaz de ejecutar algoritmos configurados para extraer información de la señal de oscilación generada por el oscilador 102, a fin de determinar el valor RMS de la corriente que pasa a través del bobinado primario del TC 100.

35 El procesador 110 también debería ser capaz de monitorizar la señal de salida desde el circuito de detección de TC abierto y corto 108 e interrumpir la operación de un sistema de energía eléctrica como se describe arriba. Un filtro antialiasing configurado adecuadamente 112, como puede ser representado por un filtro paso bajo, puede estar conectado eléctricamente entre el oscilador 102 y el procesador 110 para asegurar que el procesador 110 no reciba señales de frecuencia fuera de un intervalo deseado, tal como por encima de 1000 kHz o según lo definido por la tasa de muestreo del procesador 110 y dictado por el teorema de Nyquist.

40 Un suministro de energía 114 puede estar conectado eléctricamente a cualquiera o a todos del oscilador 102, el circuito de detección de TC abierto y corto 108, el procesador 110 y el filtro antialiasing 112, para proporcionarles energía eléctrica.

45 La FIG. 4 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar de un algoritmo de procesamiento para el procesador 110 descrito anteriormente. Se apreciará que este algoritmo de procesamiento particular es simplemente un ejemplo de muchos algoritmos diferentes que pueden ser implementados por el procesador 110 sin apartarse de la presente descripción.

50 En el bloque 200 en la FIG. 4, el procesador 110 (véase la FIG. 3) recibe datos de señal del filtro antialiasing, implementado usando un bloque de filtro paso bajo 112 y el circuito de detección abierto y corto 108. En el bloque 210, el procesador convierte los datos de la señal recibidos de su forma analógica original a un formato digital, para que la señal pueda procesarse y analizarse a fin de determinar las propiedades del sistema de energía. Un proceso de muestra descendente es opcionalmente realizado en el bloque 220. El proceso de muestra descendente presenta una oportunidad de sobremuestrear la señal de datos de entrada y luego muestrear descendentemente la señal para asegurarse de que se logran la frecuencia de muestreo y el tiempo deseados.

55 En el bloque 230, el procesador 110 realiza un proceso de calibración opcional que elimina un desplazamiento calibrado correspondiente al TC 100 particular de los datos de señal, para garantizar que el circuito TC pueda operarse con cualquiera de una diversidad de diferentes TC que tienen un intervalo correspondientemente amplio de propiedades inductivas. Este paso de calibración supervisa y ajusta los algoritmos ejecutados por el procesador 110

para rastrear condiciones de falla como el estado de TC, sobrecorrientes, el verdadero punto cero del sistema de energía y la escala de las salidas del sistema de energía. En el bloque 240, un filtro paso bajo elimina la señal portadora, que es la señal de oscilación. Es decir, la señal de oscilación actúa como una señal portadora en un esquema de modulación magnética en el que la corriente que pasa a través del bobinado primario del TC 100 se mezclará magnéticamente con la señal portadora. Por lo tanto, para recuperar los datos de modulación magnética, la oscilación es eliminada.

En el bloque 250, el procesador 110 cuadra los datos de señal muestreada individuales, de modo de iniciar un proceso de cálculo RMS. Particularmente, el proceso de cálculo RMS ajusta todas las señales de datos entrantes para centrarse alrededor de un valor RMS en lugar de cero o tierra. A continuación, en el bloque 260, el procesador 110 ejecuta un algoritmo RMS recursivo que suaviza los datos de la señal entrante a lo largo del tiempo y rastrea el valor RMS mientras se eliminan datos de señal que no son representativos de una señal RMS. Los expertos en la técnica reconocerán que otros algoritmos pueden sustituir el algoritmo RMS recursivo para lograr un resultado similar, sin apartarse de la presente descripción. Luego de la ejecución del algoritmo RMS, el procesador 110 compara los datos calculados contra el punto de ajuste definido por el operador. Si la corriente medida excede un umbral, el procesador alterna un circuito de indicación para notificar a un disyuntor o dispositivo de desconexión similar para eliminar la energía del área con falla antes de que se produzca un daño significativo.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático que ilustra una implementación ejemplar más detallada del circuito CT descrito anteriormente con referencia al diagrama de bloques mostrado en la FIG. 3. Particularmente, el oscilador 102 puede implementarse usando un amplificador operacional de energía 302, el circuito de detección de TC abierto y corto 108 puede ser implementado usando un contador de reloj 308, y el filtro paso bajo 112 puede ser implementado usando una serie de amplificadores operacionales 312. Naturalmente, se apreciará que el circuito ejemplar mostrado en la FIG. 5 representa solo una de muchas posibles implementaciones del circuito TC de la presente descripción.

Como se emplea en esta memoria, un elemento o paso citado en singular y precedido de la palabra "un" o "una" debe entenderse de modo de no excluir elementos o pasos plurales, a menos que dicha exclusión sea citada explícitamente. Además, las referencias a "una realización" de la presente invención no pretenden ser interpretadas de modo de excluir la existencia de realizaciones adicionales que además incorporan las características citadas.

Si bien se han descrito en la presente memoria ciertas realizaciones de la descripción, no se pretende que la descripción sea limitada a ellas, ya que se tiene la intención de que el alcance de la descripción sea tan amplio como lo permita la técnica, y que la memoria descriptiva sea leída de la misma manera. Por lo tanto, la descripción anterior no debe interpretarse como limitativa, sino simplemente como ejemplificaciones de realizaciones particulares. Los expertos en la técnica idearán otras modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Las diversas realizaciones o los componentes descritos anteriormente, por ejemplo, el circuito de TC y los componentes o procesadores en este pueden implementarse como parte de uno o más sistemas informáticos, que pueden estar separados o integrados con el circuito. El sistema informático puede incluir un ordenador, un dispositivo de entrada, una unidad de pantalla y una interfaz, por ejemplo, para acceder a Internet. El ordenador puede incluir un microprocesador. El microprocesador puede estar conectado a un bus de comunicación. El ordenador también puede incluir memorias. Las memorias pueden incluir Memoria de Acceso Aleatorio (RAM, conforme a sus siglas en inglés) y Memoria de Solo Lectura (ROM, conforme a sus siglas en inglés). El sistema informático además puede incluir un dispositivo de almacenamiento, que puede ser una unidad de disco duro o una unidad de almacenamiento extraíble tal como una unidad de disquete, unidad de disco óptico y similares. El dispositivo de almacenamiento también puede ser otro medio similar para cargar programas informáticos u otras instrucciones en el sistema informático.

Como se emplea en esta memoria, el término "ordenador" puede incluir cualquier sistema sobre la base de un procesador o microprocesador que incluye sistemas que utilizan microcontroladores, circuitos de conjunto de instrucciones reducido (RISC, conforme a sus siglas en inglés), circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASIC), circuitos lógicos y cualquier otro circuito o procesador capaz de ejecutar las funciones descritas aquí. Los ejemplos anteriores son solo ejemplares y, por lo tanto, no están destinados a limitar de ninguna manera la definición y/o el significado del término "ordenador".

El sistema informático ejecuta un conjunto de instrucciones que se almacenan en uno o más elementos de almacenamiento, para procesar datos de entrada. Los elementos de almacenamiento también pueden almacenar datos u otra información según se desee o se necesite. El elemento de almacenamiento puede presentarse en forma de una fuente de información o un elemento de memoria física dentro de la máquina de procesamiento.

El conjunto de instrucciones puede incluir diversos comandos que instruyen al ordenador como una máquina de procesamiento para realizar operaciones específicas tales como los métodos y los procesos de las diversas realizaciones de la invención, por ejemplo, para generar dos patrones de antena que tienen diferentes anchos. El conjunto de instrucciones puede ser en forma de un soporte lógico. El soporte lógico puede presentarse en diversas formas, tales como un soporte lógico del sistema o un soporte lógico de aplicación. Además, el soporte lógico puede presentarse en forma de una colección de programas separados, un módulo de programas dentro de un programa mayor, o una porción de un módulo de programa. El soporte lógico también puede incluir programación modular en forma de programación orientada a objetos. El procesamiento de datos de entrada por la máquina de procesamiento

puede ser en respuesta a comandos de usuario, o en respuesta a resultados de procesamiento previo, o en respuesta a una solicitud realizada por otra máquina de procesamiento.

5 Como se emplean en esta memoria, los términos "soporte lógico" y "firmware" son indistintos, e incluyen cualquier programa informático almacenado en la memoria para la ejecución por una computadora, incluida una memoria RAM, memoria ROM, memoria EPROM (memoria de solo lectura programable borrable, conforme a sus siglas en inglés), memoria EEPROM (ROM programable y borrable eléctricamente, conforme a sus siglas en inglés) y memoria no volátil (NVRAM, conforme a sus siglas en inglés). Los tipos de memorias anteriores son solo ejemplares, y por lo tanto, no son limitativas en términos de los tipos de memorias utilizables para el almacenamiento de un programa informático.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito transformador de corriente que comprende:
 - un transformador de corriente (100);
 - 5 un oscilador (102) conectado eléctricamente al transformador de corriente y configurado para forzar el transformador de corriente a la saturación de manera oscilante, lo que produce una señal oscilante en el transformador de corriente;
 - un circuito de detección de TC abierto y corto (108) conectado eléctricamente al oscilador y operable para facilitar la determinación del estado de conexión y estabilidad de dicho transformador de corriente, al crear un monitor de frecuencia de la señal oscilante en el transformador de corriente; y
 - 10 un procesador (110) conectado eléctricamente al circuito de detección de TC abierto y corto, y configurado para:
 - monitorizar y registrar la frecuencia oscilante de la señal oscilante;
 - determinar que dicho transformador de corriente tiene una conexión en corto o abierta si dicha frecuencia oscilante cae a cero; y
 - 15 manipular la operación de un sistema de energía eléctrica según dicha determinación.
2. El circuito transformador de corriente de la reivindicación 1, en donde el transformador de corriente incluye un núcleo, un bobinado primario y un bobinado secundario, en donde el núcleo puede ser un núcleo de metal.
3. El circuito transformador de corriente de la reivindicación 1 o 2, donde el oscilador se selecciona de un grupo que consiste en un multivibrador y un amplificador operacional de energía.
- 20 4. El circuito transformador de corriente de cualquier reivindicación anterior, en donde el circuito de detección de TC corto y abierto comprende un contador de reloj (308).
5. El circuito transformador de corriente de cualquier reivindicación anterior, en donde el procesador es seleccionado de un grupo que consiste en un circuito integrado de aplicaciones específicas, una matriz de puertas programable en campo, un procesador de señal digital y una unidad de microcontrolador.
- 25 6. El circuito transformador de corriente de cualquier reivindicación anterior, que comprende además un filtro antialiasing (112) conectado eléctricamente entre el oscilador y el procesador, en donde el filtro antialiasing puede comprender un filtro paso bajo.
7. El circuito transformador de corriente de cualquier reivindicación anterior, que comprende además un suministro de energía (114) conectado eléctricamente a al menos uno del oscilador, el circuito de detección de TC abierto y corto, y el procesador.
- 30 8. Un método para configurar un circuito transformador de corriente que comprende:
 - conectar eléctricamente un oscilador (102) a un transformador de corriente (100), en donde el oscilador está configurado para forzar el transformador de corriente a la saturación de manera oscilante, de manera de producir una señal oscilante en el transformador de corriente;
 - 35 caracterizado por que el método comprende además:
 - conectar eléctricamente un circuito de detección de TC abierto y corto (108) al oscilador, en donde el circuito de detección de TC abierto y corto está configurado para facilitar la determinación del estado de conexión y estabilidad de dicho transformador de corriente al crear un monitor de frecuencia de la señal oscilante en el transformador de corriente;
 - 40 conectar eléctricamente un procesador (110) al circuito de detección de TC abierto y corto; y
 - configurar el procesador para:
 - monitorizar y registrar la frecuencia oscilante del oscilador;
 - determinar que dicho transformador de corriente tiene una conexión en corto o abierta si dicha frecuencia oscilante cae a cero; y
 - 45 manipular la operación de un sistema de energía eléctrica según dicha determinación.
9. El método de la reivindicación 8, que comprende además conectar eléctricamente un filtro antialiasing (112) entre

el oscilador y el procesador.

10. El método de la reivindicación 8 o 9, que comprende además programar el procesador para realizar los pasos de:

convertir datos de señal recibidos del circuito de detección de TC abierto y corto, de formato analógico a digital;

5 eliminar una señal portadora, de los datos de señal;

cuadrar los datos de señal; y

realizar un algoritmo RMS recursivo en los datos de señal.

11. El método de la reivindicación 10, que comprende además programar el procesador para realizar el paso de muestreo descendente de los datos de señal y/o el paso de calibrar los datos de señal.

10 12. El método de la reivindicación 10 u 11, que comprende además manipular el suministro de energía eléctrica en un sistema de energía eléctrica según el resultado del algoritmo RMS recursivo.

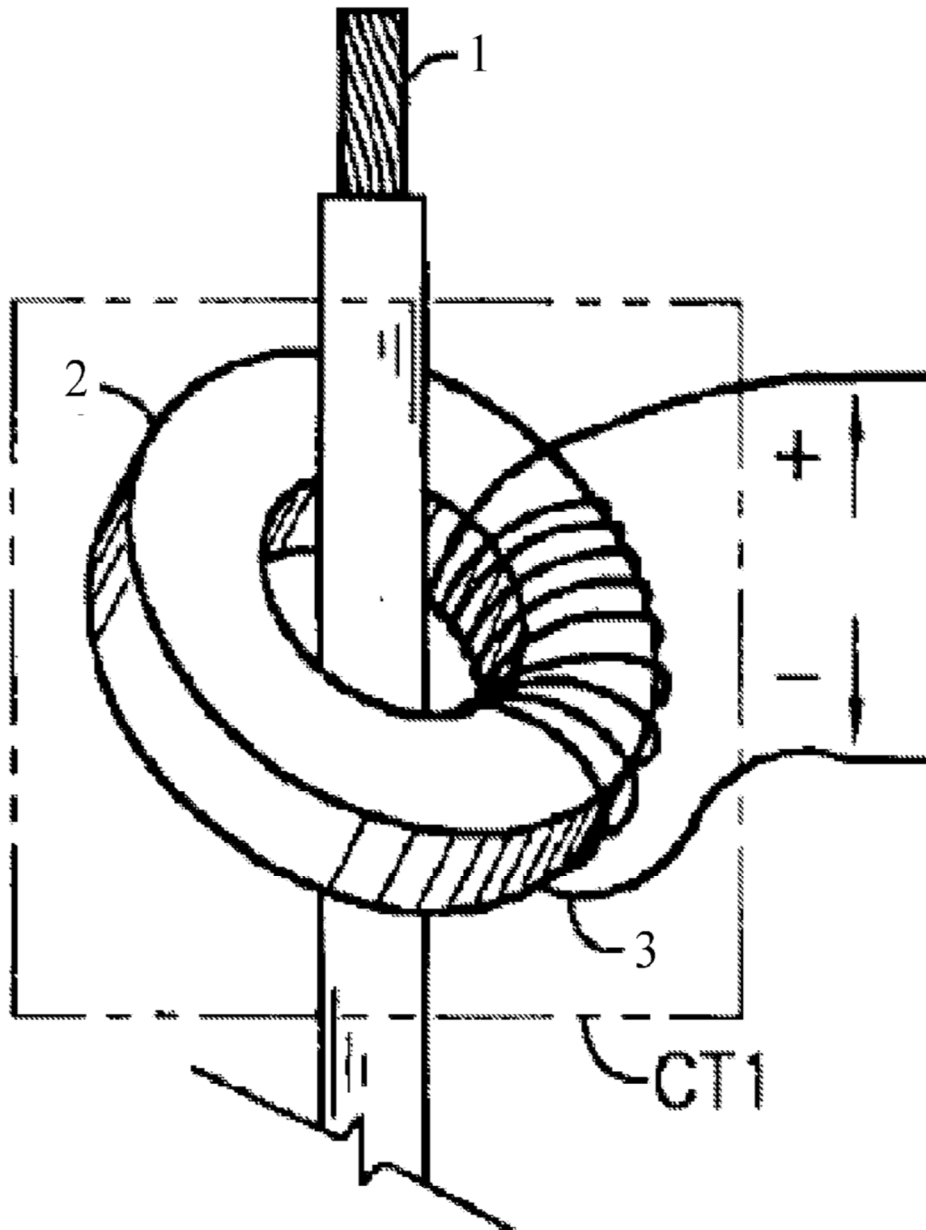


FIG. 1

(Técnica anterior)

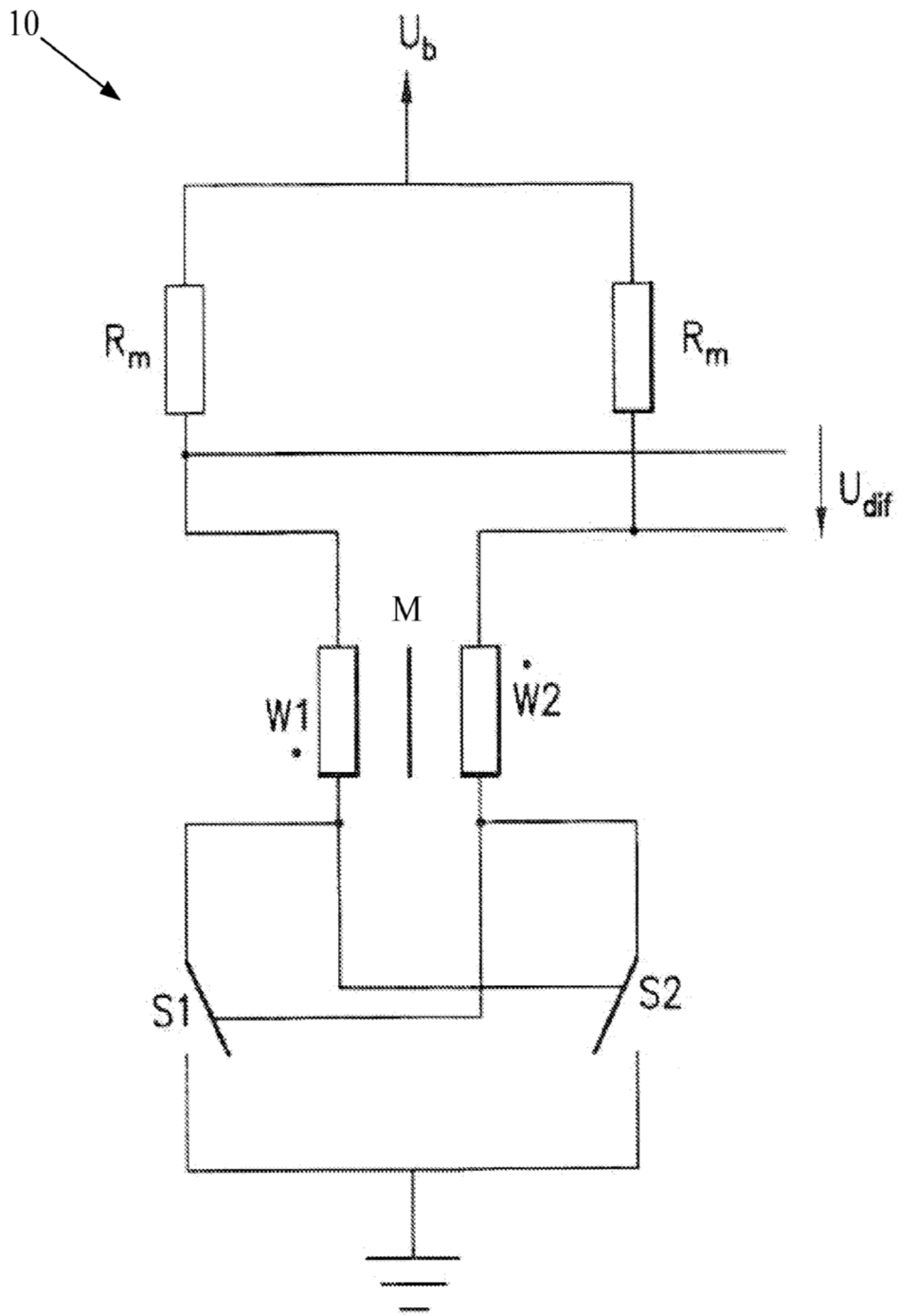


FIG. 2

(Técnica anterior)

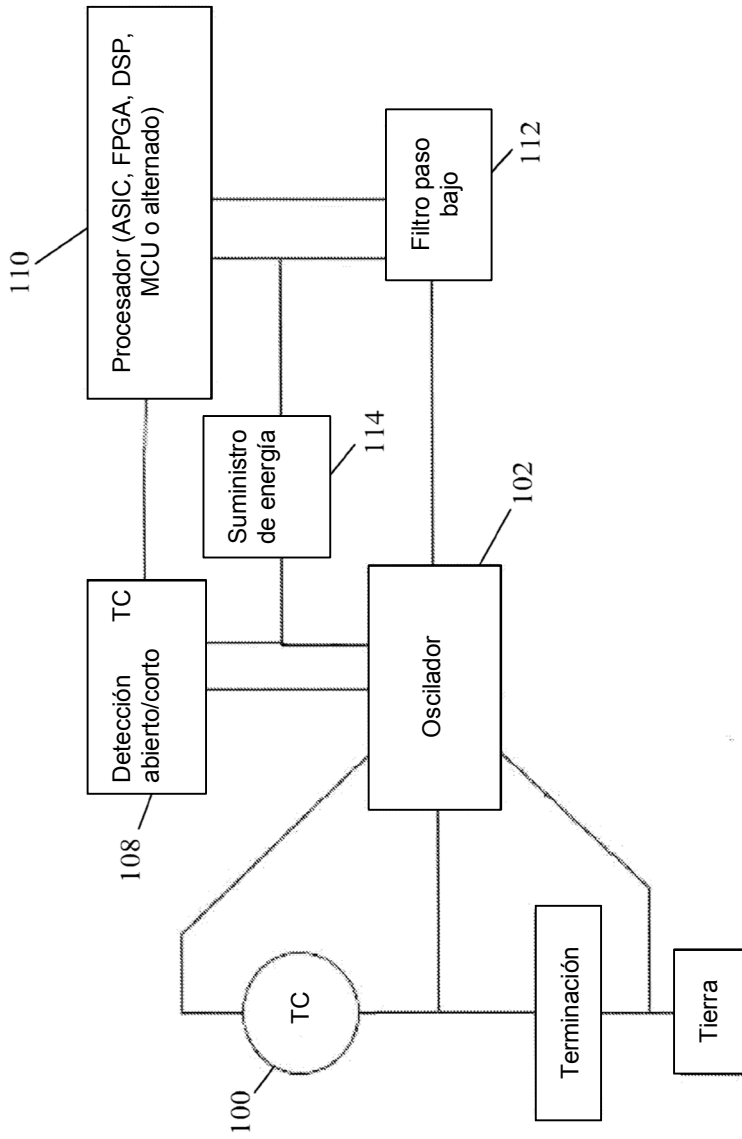


FIG. 3

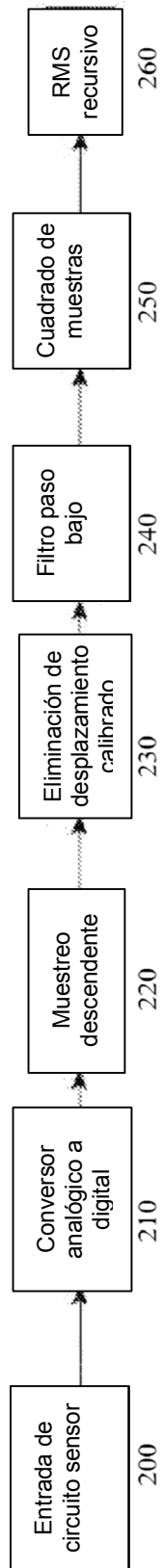


FIG. 4

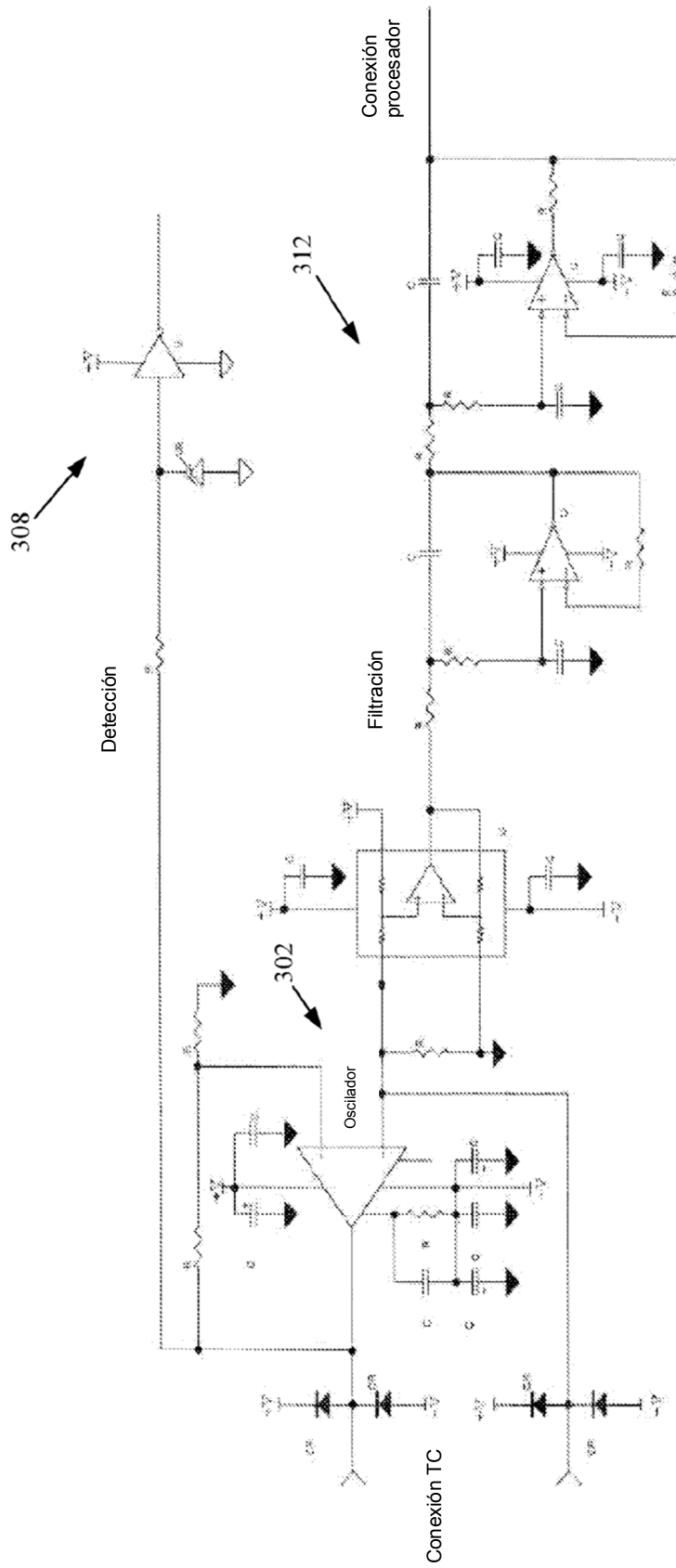


FIG. 5