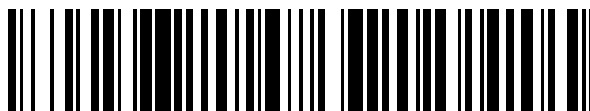


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 652**

51 Int. Cl.:

G01R 19/252 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.07.2007** **PCT/EP2007/006019**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2008** **WO08006521**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2007** **E 07785925 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018** **EP 2038663**

54 Título: **Un sensor de corriente CA para la medición de corriente CA en un conductor y un sistema indicador que comprende dicho sensor**

30 Prioridad:

10.07.2006 EP 06014223

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.09.2018

73 Titular/es:

THIIM2 APS (100.0%)
Ådalen 26
2970 Hørsholm, DK

72 Inventor/es:

THIIM, SØREN

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 683 652 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

Un sensor de corriente CA para la medición de corriente CA en un conductor y un sistema indicador que comprende dicho sensor

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sensor de corriente para realizar una medición sustancialmente en tiempo real de la magnitud de corriente CA eléctrica en un conductor, que comprende un medio sensible a la corriente que comprende un transformador de corriente adaptado para montaje adyacente a dicho conductor de corriente; y circuitos sensores que comprenden medios para emitir una señal de onda no eléctrica como salida. La presente invención se refiere además a un sistema indicador que comprende dicho sensor, adecuado para procesar dicha señal de onda no eléctrica para diferentes fines de monitorización, como indicar cortocircuitos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Existen sensores de corriente que se utilizan para una amplia gama de aplicaciones, como componentes de sistemas indicadores que indican diferentes estados eléctricos en un conductor basados en ellos, como valores de corriente momentáneos y promedios, valores de potencia, la presencia de cortocircuitos, averías en la línea, cortacircuitos y similares. Para proporcionar una captación de corriente fiable, se necesita una retroalimentación de estado precisa y en tiempo real. Existen sensores de corriente para sistemas eléctricos de CC y CA. En el contexto de la presente solicitud, solo se consideran y se analizan los sensores de corriente para conductores que conducen corriente CA.

Un ejemplo de un estado eléctrico que debe indicarse son los cortocircuitos. El sistema indicador que se analiza a continuación se refiere a la indicación de cortocircuitos. Sin embargo, se ha comprendido mediante la invención que un sensor de corriente según la invención puede monitorizar una amplia gama de estados de corriente o condiciones basadas en la corriente, y se puede usar un sistema indicador según la invención que comprende dicho sensor de corriente para indicar una multitud de estados eléctricos basados en él. El sistema indicador adaptado para la detección de cortocircuitos no debe interpretarse, por lo tanto, como limitante de la invención, sino más bien como ejemplificación de la misma.

Cuando se producen cortocircuitos durante el funcionamiento de líneas eléctricas de CA, como por ejemplo líneas eléctricas de alimentación y distribución de voltaje de CA alto y medio en una red de distribución o líneas eléctricas para vías ferroviarias, es importante localizarlos y repararlos lo más rápido posible. Con ese fin, hay disponibles en el mercado indicadores de cortocircuito.

Generalmente, hay tipos conocidos de indicadores de cortocircuito disponibles que comprenden un sensor de corriente para líneas de distribución eléctrica de CA destinados a la indicación remota o local de la presencia de cortocircuitos en las mismas a fin de reducir el tiempo de localización de cara al trabajo de mantenimiento y los costes asociados con el mismo. En particular, cuando se miden líneas eléctricas de CA de alto voltaje, el problema es determinar la ocurrencia de dicho cortocircuito, por ejemplo, midiendo la corriente o más correctamente la corriente de cortocircuito, sin una conexión potencial a la línea eléctrica de CA, lo que sería costoso debido al requisito de tener un alto grado de aislamiento entre el conductor y la tierra, por ejemplo, una unidad indicadora colocada a distancia.

Las corrientes de cortocircuito experimentadas en un conductor eléctrico en líneas eléctricas de CA a menudo son varias órdenes más altas que la corriente en estado normal, dependiendo de la impedancia del conductor y la distancia entre el sensor y la posición del cortocircuito en el conductor. El valor de las corrientes medidas en las que los indicadores se configuran para indicar un cortocircuito, es decir, el umbral de corriente de cortocircuito, puede ajustarse porque el umbral establecido depende de las condiciones en el punto de aplicación, por ejemplo, diferentes secciones transversales de cable y cambio de carga eléctrica.

Algunos tipos disponibles de indicadores de cortocircuito para conductores de CA comprenden un sensor para cada fase o conductor que se monitoriza y comprenden dos tipos diferentes:

un primer tipo de sensor proporciona el indicador de cortocircuito adyacente al sensor, es decir, integrado con el sensor que se monta sobre el conductor supervisado en una unidad indicadora sensora. Esa es una ventaja cuando se monitorizan, por ejemplo, líneas eléctricas aéreas, que son libremente visibles desde el suelo, y el indicador es, por ejemplo, un destello de luz mecánico o potente o alternatively se emite una señal de RF en el momento en

que se capta un cortocircuito. Un ejemplo de tales unidades indicadoras sensoras se describe en, por ejemplo, US 5.748.095 para la visualización superior local de un estado de cortocircuito mediante una luz intermitente o un punto rojo en la línea que se está monitorizando, mientras que durante las corrientes en estado normal, no se enciende la luz o se muestra un punto verde.

El segundo tipo proporciona la unidad indicadora separada de cada unidad sensora, por ejemplo, una para cada una de las tres fases que se monitorizan, en un sistema indicador de cortocircuitos. Esa es una ventaja cuando se monitorizan, por ejemplo, cables de tierra que no son libremente visibles y, por lo tanto, la unidad indicadora está colocada en una posición que permite su fácil mantenimiento. Un ejemplo de tal sistema indicador de cortocircuito se describe en EP 0 463 860. Aquí también, la indicación se proporciona cuando la unidad sensora ha captado una avería o un cortocircuito.

Un sensor de corriente convencional para los dos tipos de indicadores comprende un transformador de corriente, que puede ser un transformador de tipo abierto o de abrazadera, que consiste en un yugo de material magnético acoplable para disponer alrededor de un conductor o línea eléctrica que forma el primer devanado, es decir, una sola vuelta de transformador en el transformador. El devanado de transformador secundario se enrolla alrededor del material magnético, por ejemplo, con varios devanados para suministrar a la unidad sensora de corriente una corriente de medición. Este tipo de transformador de corriente permite la instalación en los cables del sistema eléctrico sin desconectar los cables del sistema eléctrico de su fuente o carga.

Generalmente, el primer tipo de indicadores disponibles que comprende un sensor de corriente es adecuado para líneas eléctricas de CA de todos los voltajes y el segundo tipo de indicador disponible es adecuado para voltaje de CA debido al aislamiento requerido entre el sensor y el nivel de tierra provisto en la unidad indicadora.

Sin embargo, muchos de los cortocircuitos experimentados por las compañías de distribución eléctrica se proporcionan en sistemas de medio voltaje (MV) de alto, medio y bajo amperaje, es decir, de 1 a 40 kV y bajo voltaje (BV), es decir, líneas de 110 a 480 V de CA. Incluso si la frecuencia de cortocircuitos experimentados es baja, algunas compañías de distribución eléctrica han impuesto multas cuando ocurren cortes de energía en su red de distribución, lo que representa un incentivo para que estas compañías incrementen el tiempo de actividad en todas las áreas de la red eléctrica. La indicación de cortocircuitos también es necesaria en los campos de MV y BV relacionados, por ejemplo, las líneas eléctricas operativas de la vía ferroviaria que transmiten voltaje de CA de alrededor de 1 kV y las líneas eléctricas de distribución de alrededor de 400 V.

Por consiguiente, se necesitan indicadores automatizados y monitorizados a distancia que sean adecuados tanto para cables de distribución de CA de AV, MV y BV y para una amplia gama de niveles de corriente de conductor.

Como ejemplo, en una red de distribución de energía eléctrica hay en particular en la red de medio voltaje (MV) y bajo voltaje (BV) una multitud de nodos de distribución o estaciones, que proporciona conexiones a diferentes grupos de consumidores. La mayoría de las líneas portadoras de corriente se proporcionan actualmente como cables subterráneos; solo unos pocos lugares presentan cables aéreos, especialmente en áreas rurales. Ante la presencia de averías o estados de corriente específicos, como cortocircuitos en la red, es importante localizar y corregir los errores de forma rápida y fiable y es importante poder diferenciar entre las sobrecargas de corriente temporales y otros estados de corriente específicos duraderos, como cortocircuitos.

Una ventaja de la monitorización remota de, por ejemplo, cortocircuitos en las muchas líneas eléctricas de CA de MV y BV es que la identificación de líneas eléctricas problemáticas se puede realizar de forma fácil y rápida para determinar la posición y el alcance de las inversiones en infraestructura de red mejorada, mantenimiento de equipo viejo y/o defectuoso y su reemplazo. Esto disminuye considerablemente los costes de mantenimiento y planificación para las compañías de distribución de energía eléctrica.

La solicitud de patente EP 0 463 860 anteriormente mencionada describe un indicador de circuito con avería que tiene un detector que indica las corrientes de avería en un conductor monitorizado al indicador ubicado remotamente usando un enlace de señal eléctricamente aislado entre ellos. El detector comprende un sensor de corriente que está conectado a un conductor portador de carga y el detector detecta la presencia de una avería o perturbación del sistema en el conductor monitorizado y señala a la unidad indicadora tal evento. Cuando el detector detecta una avería de una magnitud de corriente predeterminada, se transmite un impulso de luz desde el detector al indicador a través del enlace, es decir, un cable de fibra óptica, donde, tras su recepción, el impulso se convierte en un impulso eléctrico que hace que el indicador indique un estado de «avería». El uso de un cable de fibra óptica eléctricamente aislado asegura la separación galvánica entre la línea eléctrica y el indicador, y también reduce los problemas con las interferencias eléctricas en la señal de detección retransmitida.

Sin embargo, dicho detector conocido puede no ser lo suficientemente rápido como para captar, detectar y transmitir todas las instancias de cortocircuitos durante el período de tiempo de detección disponible antes de que la corriente de línea alcance cero. Tener un cortocircuito que ocurre cerca del indicador reduce la duración de la corriente de cortocircuito experimentada y aumenta su valor de corriente máximo, porque estos dos factores dependen tanto de la distancia desde la posición del indicador al cortocircuito en el conductor y de la corriente en estado normal en las líneas eléctricas. Además, dicho detector puede no ser lo suficientemente preciso como para distinguir entre picos de corriente de irrupción y cortocircuitos reales, que dan como resultado fusibles quemados.

Por lo tanto, el prejuicio técnico prevalente ha sido que los sensores de corriente autosuficientes en los dos tipos de sistemas indicadores conocidos anteriormente mencionados para líneas eléctricas de AV han sido demasiado lentos para indicar cortocircuitos cercanos, en particular si se intentan aplicar a líneas eléctricas de BV y MV. Como ejemplo, en una línea eléctrica ferroviaria de 1 kV, el período de tiempo de desconexión para la liberación del cortocircuito se reduce a 5 ms cuando se produce un cortocircuito cercano. Por consiguiente, el período de tiempo de detección para proporcionar una captación fiable de un cortocircuito por parte del sensor de corriente es de aproximadamente o menos de 5 ms. Este período de tiempo es igual a un cuarto de un período en un sistema de 50 Hz, cuyo período es el intervalo de medición conocido más corto necesario para los indicadores de cortocircuito de CA de la técnica anterior.

WO 2004/099798 describe un dispositivo de medición de corriente, un sistema que comprende dicho dispositivo y un procedimiento de compensación para calibrar dicho sistema, en el que el dispositivo comprende un sensor de corriente de efecto Faraday de fibra óptica para una medición de corriente eléctrica en líneas eléctricas de MV. El sensor comprende un material magneto-óptico que se coloca transversalmente a la corriente en una línea eléctrica y mide el efecto Faraday de la corriente en el mismo, que establece que el plano de una luz incidente polarizada experimenta una rotación relativa al campo magnético aplicado. Los sensores están conectados a módulos de medición que utilizan fibras ópticas, que guían la luz polarizada. Como se indica en el documento, una desventaja de estos sensores de efecto Faraday es que hay fuentes de perturbaciones en la detección del cambio de polarización de la señal luminosa, que comprenden ruido óptico en el circuito de detección, ruido eléctrico en la fuente de luz, interferencia de campos magnéticos de inductores y sistemas cercanos, montaje y configuración del sensor, forma y diámetro del conductor, tolerancias de producción del sensor, efectos de temperatura en la fuente y detector de luz, degradación de la fuente y detector de luz durante la vida útil de los productos. Por lo tanto, es necesario calibrar antes de comenzar las mediciones y durante la monitorización de las líneas, lo que aumenta los costes de las unidades sensoras e indicadoras por igual. Dado el hecho de que se requiere un gran número de dispositivos para habilitar un sistema de monitorización de red, esto aumenta el coste total del sistema descrito.

GB 2339295 describe un dispositivo para medir la magnitud de una corriente alterna. Dicho dispositivo incluye un convertidor de corriente a frecuencia y un convertidor electro-óptico.

En US 6.566.855 se describe un dispositivo o sensor que mide la magnitud de corriente en un conductor acoplado a un dispositivo eléctrico. Dicho dispositivo genera una señal de salida eléctrica que comprende una serie de impulsos que tienen una frecuencia, donde dicha frecuencia de la serie de impulsos es sensible a la magnitud de corriente medida. El dispositivo se usa para captar la corriente para diferentes tipos de cargas eléctricas, como bombas, compresores, calentadores, transportadores y similares para conductores de corriente CA y BV. Sin embargo, dicho dispositivo no es adecuado para monitorizar conductores de AV o incluso MV, ya que el dispositivo necesita estar suficientemente eléctricamente aislado entre el conductor y la tierra. Esto se debe al hecho de que el dispositivo utiliza un aislador óptico de bajo voltaje y el dispositivo solo puede adaptarse a aplicaciones de mayor voltaje a un elevado coste. Además, la señal de frecuencia se transmite desde el dispositivo al controlador digital a través de cables eléctricos. Por consiguiente, una aplicación en conductores de CA de AV y MV requeriría la aplicación de un costoso aislamiento eléctrico entre el dispositivo y el conductor, o indicador y tierra. Además, el sensor descrito es demasiado lento como para proporcionar valores de corriente realistas en el tiempo ya que proporciona un valor de corriente promedio medido durante un período de tiempo de muestreo relativamente largo, es decir, más de un período de ciclo, como se puede ver en el diagrama de circuito proporcionado.

Por consiguiente, es un objetivo de la presente invención proporcionar un sensor de corriente CA de bajo coste adecuado para la integración en un sistema indicador, por ejemplo, para indicar cortocircuitos, y siendo el sistema indicador correspondiente, que proporciona detección rápida de estados de corriente en conductores CA eléctricos, en particular fácilmente adaptable para su uso en la detección de una amplia gama de magnitudes de corriente de conductor en la distribución eléctrica de BV, MV y AV, por ejemplo, para detectar cortocircuitos. Además, un objetivo de la presente invención es que el sensor de corriente y, por lo tanto, también el sistema indicador, debe ser capaz de proporcionar indicaciones fiables de dichos estados de corriente, como cortocircuitos, dentro de períodos de

tiempo de detección cortos, por ejemplo, más cortos que 5 ms.

RESUMEN DE LA INVENCION

- 5 Este objeto se consigue mediante el sensor de corriente mencionado inicialmente según la parte caracterizadora de la reivindicación 1, y un sistema indicador según la reivindicación 8, que comprende dicho sensor.

10 Por consiguiente, en un primer aspecto de la invención, se proporciona un sensor de corriente CA según la reivindicación 1. La señal de onda no eléctrica es preferentemente una señal luminosa de un LED y la provisión de una señal pulsada durante corrientes en estado normal que proporcionan mediciones de corriente sustancialmente en tiempo real en lugar de una señal de error única durante otros estados de corriente, como un cortocircuito, permite una amplia gama de aplicaciones para dicho sensor.

15 Además, se proporciona un sensor de bajo coste. Los componentes que proporcionan convertidores de corriente a frecuencia son en sí mismos conocidos en la técnica y fáciles de implementar y a menudo comprenden un circuito oscilante, por ejemplo, que comprende uno o más amplificadores. Mediante la invención, se utiliza un número limitado de componentes que consumen potencia para los circuitos de indicación de nivel de corriente, lo que reduce el consumo total de potencia del sensor, que nuevamente se proporciona desde el conductor que se va a medir.

20 Esta es una gran ventaja, porque entonces se puede seleccionar un punto de ajuste inferior I_1 muy pequeño y, por consiguiente, el sensor puede medir magnitudes de corriente muy pequeñas de corrientes de conductor en estado normal. Preferentemente, I_1 puede seleccionarse con base en la corriente de excitación mínima requerida para proporcionar dicha señal de onda no eléctrica, es decir, el valor de corriente que proporciona la corriente de excitación mínima de los circuitos sensores, y puede proporcionarse mediante un equilibrio entre la salida del transformador de corriente y el diseño del circuito, dependiendo de la aplicación requerida.

25 Además, los costes de producción de cada sensor de corriente individual en comparación con los sensores, detectores e indicadores de la técnica anterior son bajos. Esto es en particular una ventaja cuando se utilizan muchos sensores de corriente, por ejemplo, en la monitorización de una red de líneas de distribución, reduciendo por lo tanto los costes de instalación.

30 Además, los costes de instalación se han reducido en comparación con, por ejemplo, los sensores Faraday, porque no se necesitan ajustes iniciales o posteriores relativos a una unidad de detección, porque los componentes del sensor son menos sensibles a las influencias ambientales como la temperatura ambiente, los campos eléctricos y magnéticos y la humedad.

35 También se han reducido los costes de mantenimiento porque el personal de mantenimiento puede simplemente reemplazar un sensor de corriente dañado o que funciona mal, y proporcionándose la unidad sensora preferentemente en una sola pieza, no requiriendo reparación y facilitando el reemplazo. Esta es una ventaja para las líneas eléctricas de MV y BV, ya que estas redes requieren un gran número de unidades sensoras en los nodos para una red de monitorización de cobertura.

40 La persona experta en la materia puede por consiguiente proporcionar un intervalo de frecuencia correspondiente a cualquier intervalo de corriente predeterminado adecuado, es decir, que dicho sensor proporciona rangos de rendimiento sustancialmente libremente seleccionables, mediante la selección de los componentes apropiados que proporcionan el convertidor de corriente a frecuencia, es decir, que los sensores de corriente pueden ser adecuados para medir diferentes rangos de corriente, en sensores de alcance múltiple que varían de amplio a corto alcance, y una selección muy adaptativa de sus dos puntos finales. Esto proporciona diferentes sensores de corriente según la presente invención, por ejemplo, se puede proporcionar un sensor para medir corrientes dentro de un intervalo de corriente de medio alcance predeterminado de 10 a 160 A, se puede proporcionar otro sensor para un intervalo de corriente de amplio alcance predeterminado de entre 2 y 500 A, y otro para niveles de corriente de conductor pequeños, digamos un sensor de corto alcance para corrientes de conductor de entre 2 y 20 A.

45 Por ejemplo, dicho intervalo de corriente predeterminado puede estar entre 40 y 160 A, o entre 20 y 200 A, o entre 10 y 40 A, donde cada intervalo de corriente puede seleccionarse apropiadamente seleccionando adecuadamente los componentes del transformador de corriente, como el número de devanados, la calidad del material de devanado, el diámetro de devanado individual y la calidad del hierro del transformador, y seleccionando con base en ello un conjunto de componentes para los circuitos sensores, siendo cada sensor por lo tanto adaptable a la corriente dentro de la línea del conductor que se va a medir. Por lo tanto, el intervalo de corriente resultante también es una función de la capacidad de respuesta de los medios de respuesta a la corriente, por ejemplo,

transformadores de corriente hechos de hierro de grado alto, medio o bajo. Las pruebas realizadas por el solicitante han mostrado que al usar un transformador de corriente que usa hierro de bajo grado generalmente disponible, se podía alcanzar un intervalo de corriente medido de una línea de MV de entre 10 y 160 A con el mismo sensor de corriente. Al usar hierro de alto grado, las pruebas han mostrado que se puede lograr un intervalo de corriente de cada sensor de entre 2 y 500 A.

Al proporcionar al sensor una capacidad de autoalimentación, es decir, que la potencia para el funcionamiento y las mediciones que se realizan dentro de dicho sensor se suministra sustancialmente desde la línea en la que se va a medir, esto elimina el requisito de tener una fuente de alimentación externa para el sensor. Esto es en particular una ventaja para las líneas eléctricas de alto voltaje debido al extenso aislamiento eléctrico requerido para eliminar cualquier riesgo de averías a tierra a través de la unidad sensora hasta la unidad detectora posicionada remotamente.

Se ha comprendido mediante la invención que incluso cuando se tienen corrientes de conductor en estado normal por debajo del intervalo de corriente predeterminado, las corrientes de cortocircuito todavía pueden detectarse, porque los valores de las corrientes de cortocircuito, que están ocurriendo y que deben captarse, pueden ser varias veces más altos que los valores de las corrientes de línea durante los estados normales. Por consiguiente, un sensor de corriente según la invención también es adecuado para captar corrientes de cortocircuito mucho más altas que las corrientes en estado normal, siempre que las corrientes de cortocircuito estén dentro de dicho intervalo de corriente predeterminado $I_1 - I_2$ o superior al menos durante un intervalo de medición de, por ejemplo, 5 ms. Por consiguiente, las corrientes de línea en estado normal hasta cero pueden ser monitorizadas, incluso si los niveles de corriente no alcanzan niveles donde el sensor proporcione cualquier señal de frecuencia. Por lo tanto, una señal de presencia o disponibilidad de sensor es ventajosa para determinar si el sensor está activo y midiendo, incluso si no se emite ninguna señal de impulso de corriente desde él.

Las pruebas han mostrado que pueden medirse corrientes de línea normales tan bajas como aquellas próximas a cero para una indicación fiable de una corriente de cortocircuito mediante unidades sensoras según la invención.

Mediante la invención se ha comprendido que los sensores de corriente conocidos del primer tipo han sido provistos de circuitos sensores muy lentos, de modo que cuando se aplica una corriente inferior a la corriente de excitación normal, es decir, cuando ha ocurrido y pasado un estado de cortocircuito, no hay corriente de excitación en el sensor en exactamente ese momento en el tiempo en el que se necesita esa potencia. Por lo tanto, han sido habilitados para proporcionar una señal de error, cuando el estado de cortocircuito ha alcanzado.

Los sensores del segundo tipo son muy lentos, ya que tienen períodos de medición que duran más de un período o más.

Sin embargo, se ha comprendido mediante la invención que mediante una combinación de las ventajas de los dos tipos de sensores conocidos, es decir, el transformador de corriente autosuficiente que proporciona la corriente de excitación del sensor desde el primer tipo de indicador, excluyendo la captación de averías, y utilizando la capacidad de emisión de ondas y, por lo tanto, la característica eléctricamente aislada del segundo tipo de indicador, y al proporcionar un convertidor de corriente a frecuencia de frecuencia relativamente alta, se ha proporcionado un tercer tipo de unidad sensora, que proporciona un sensor estable de bajo coste que proporciona un bajo consumo de energía y es adaptable para un amplio rango de corrientes de conductor y voltajes.

Según una realización de un sensor de corriente según la presente invención, la frecuencia de impulso de dicha señal de impulso de indicación de nivel de corriente se encuentra dentro de un intervalo de frecuencia predeterminado, por ejemplo, entre 1 y 250 kHz u otro intervalo adecuado, donde dicho intervalo de frecuencia se selecciona para ser adecuado para la cooperación con un sistema indicador, es decir, para una indicación fiable del valor de corriente sustancialmente instantáneo real y estados de corriente relacionados.

El intervalo de rendimiento de frecuencia de impulso puede adaptarse para el sensor de corriente que coopera dentro de un sistema indicador, de modo que el intervalo de frecuencia de impulso seleccionado pueda ser de banda ancha, media o estrecha, y los dos puntos finales, es decir, el valor mínimo y máximo seleccionados según los requisitos de la unidad detectora disponible dentro de dicho sistema indicador y, por supuesto, al ancho y a las posiciones de los intervalos de valor de corriente con los que deben corresponderse.

Además, estos rangos de frecuencia se seleccionan según corresponda a las corrientes esperadas que se van a medir, dependiendo de la aplicación del sensor, para acomodar un cierto número de impulsos durante el período de tiempo de medición, por ejemplo, hasta que la corriente sea cero en el conductor monitorizado después de un

cortocircuito. El número de impulsos puede en cualquier caso ser tan bajo como un impulso por período de medición o más, véase más adelante.

Ejemplos de rangos de frecuencia de impulsos operativos podrían estar entre 50 y 180 kHz, entre 10 y 90 kHz, entre 100 y 130 kHz, entre 10 y 300 kHz o extenderse a los rangos de MHz o Hz o cualquier otro rango adecuado. En general, se selecciona una correspondencia sustancialmente positiva, donde una frecuencia de impulso baja refleja un valor de corriente de conductor instantáneo más bajo, y una frecuencia de impulso alta refleja un valor de corriente de conductor instantáneo más alto, respectivamente. Sin embargo, puede existir cualquier otra relación conocida por el experto en la materia, según los requisitos de la aplicación y del sistema, como una relación lineal negativa, una relación exponencial o cualquier otra relación conocida por el experto.

En otra realización preferida de un sensor de corriente según la invención, dichos circuitos sensores comprenden además circuitos de indicación de disponibilidad de sensor adaptados para proporcionar dicha señal de onda no eléctrica como señal de indicación de disponibilidad de sensor que indica la disponibilidad del sensor, en particular cuando la corriente de conductor eléctrico está por debajo de dicho intervalo de corriente predeterminado. Como se mencionaba anteriormente, cuando la corriente de línea normal está por debajo del intervalo de corriente predeterminado, es decir, esta es demasiado baja como para ser medida de forma continua por el sensor de corriente, este último no proporcionará una señal de indicación de nivel de corriente durante esos períodos de tiempo. Proporcionando la presente realización, el sensor de corriente transmitirá una señal de indicación de disponibilidad de sensor para indicar que el sensor de corriente está funcionando adecuadamente, por ejemplo, al personal de mantenimiento o monitorización y/o a maquinaria automatizada, como un PC de monitorización colocado remotamente. Por consiguiente, el rango de rendimiento de captación de corriente efectivo se ha aumentado, de hecho, mediante la invención a valores de corriente muy por debajo del punto final inferior del intervalo de corriente predeterminado I_1 .

Se ha comprendido mediante la realización preferida de la presente invención mencionada anteriormente, que esta es una ventaja específica cuando se dispone de una corriente muy baja, como corrientes de línea en estado normal. Cuando se utiliza con corrientes de conductor en estado normal relativamente bajas, por ejemplo, 0,5 A y hasta el extremo inferior del rango de medición I_1 , la corriente de excitación inducida en la unidad sensora puede ser demasiado baja para accionar el convertidor de corriente a frecuencia y proporcionar una señal de impulso para la indicación de la corriente de conductor. Se ha comprendido mediante la invención que tal indicación de la corriente de conductor no es necesaria durante el estado normal, es decir, el estado energizado del conductor, sino solo durante la aparición de una corriente de cortocircuito en dicho conductor.

La señal de indicación de disponibilidad del sensor, por ejemplo, proporcionando una señal recurrente durante estados de baja energía, puede aparecer de forma diferente a la señal de impulso de indicación de nivel de corriente para que un sistema indicador pueda diferenciar entre las dos señales cuando estas se retransmiten al mismo tiempo. Las señales de impulso y la señal recurrente pueden, por ejemplo, ser diferentes en longitud de impulso, frecuencia de impulso, frecuencia de transmisión como una diferencia significativa en el intervalo de frecuencia luminosa utilizado. Sin embargo, esta se puede adaptar de cualquier manera adecuada, por ejemplo, de maneras convencionales conocidas por el experto en la materia del procesamiento de señales.

En todavía otra realización de dicho sensor de corriente según la presente invención, la frecuencia de impulso de dicha señal de indicación de disponibilidad de sensor recurrente es predeterminada y relativamente baja en comparación con la frecuencia de dicha señal de impulso de indicación de nivel de corriente, como el intervalo entre una vez por cada décima de segundo y una vez cada diez segundos, preferentemente alrededor de una vez por segundo. Dado que el sensor, al medir corrientes muy bajas, recibe muy poca potencia para accionar los circuitos sensores, es decir, una corriente muy baja, es una ventaja proporcionar dicha señal de disponibilidad de sensor solo cuando sea necesaria para reducir la potencia necesaria para accionar los circuitos de indicación de disponibilidad de sensor. Por lo tanto, la frecuencia de repetición de impulsos de la última señal se mantiene preferentemente baja. Esto proporciona otra ventaja, ya que el sensor por debajo de su rango de corriente puede ponerse en un estado de baja potencia en el que el convertidor de corriente a frecuencia se desactiva, reduciendo el consumo total de potencia del sensor, por ejemplo, al aumentar I_1 . Al dirigir toda la potencia disponible a los circuitos de disponibilidad de sensor, es posible permitir que la función de disponibilidad de sensor permanezca activada con una corriente de conductor muy baja, por ejemplo, inferior a 1 A o incluso cercana a cero para un rango de medición de corriente de hasta más de 500 A.

En otra realización preferida más de dicho sensor de corriente según la presente invención, dichos circuitos sensores comprenden además circuitos de indicación de pérdida de voltaje para proporcionar una medición de voltaje electrostático de dicho conductor eléctrico y se adapta para proporcionar dicha señal de onda no eléctrica

como una señal de indicación de pérdida de voltaje, cuya presencia indica que el voltaje a través de dicho conductor eléctrico es inferior a un valor de voltaje mínimo predeterminado después de un período de tiempo predeterminado después de que la corriente esté por debajo de dicho intervalo de corriente predeterminado, cuyo período de tiempo predeterminado es preferentemente más corto que el período de la señal de indicación de disponibilidad de sensor, como después de entre 50 y 500 ms. Por lo tanto, la necesidad de sensor de voltaje independiente, por ejemplo, en forma de un transformador independiente para la monitorización del voltaje del conductor se elimina, lo que reduce el número de componentes de sistema requeridos y a instalar, lo que reduce sustancialmente el coste total de instalación y mantenimiento de dicho sistema. El valor de voltaje mínimo predeterminado puede ser preferentemente del 30 al 50 % del voltaje nominal o cualquier otro nivel de bajo voltaje adecuado. Preferentemente, dichos circuitos de indicación de disponibilidad del sensor y dichos circuitos de pérdida de voltaje se proporcionan íntegramente para proporcionar al menos dicha señal de indicación de pérdida de voltaje en forma de un impulso específico. La potencia que normalmente alimenta los circuitos de disponibilidad se puede usar entonces para alimentar los circuitos de indicación de pérdida de voltaje. Además, la determinación de que el voltaje es bajo se realiza localmente dentro del sensor de corriente, lo que reduce la complejidad necesaria en los circuitos adicionales dentro de dicho sistema indicador. Dicho impulso específico puede ser un impulso diferente a los otros impulsos, como se mencionaba anteriormente, por ejemplo, teniendo una amplitud específica o usando una banda de frecuencia de onda de transmisor específica, o siendo un impulso singular después de un período predeterminado de ausencia de impulsos.

En otra realización más del sensor de corriente según la presente invención, dichos circuitos sensores comprenden además circuitos de indicación de dirección de flujo de potencia para proporcionar una señal de indicación de ángulo de fase y una señal de indicación de polaridad desde dichos medios para emitir una señal de onda no eléctrica. Por consiguiente, usando la fase y polaridad de la corriente para proporcionar la dirección de potencia de la corriente de conductor, dicho sensor es capaz de proporcionar una indicación de en qué dirección con respecto al sensor de corriente se ha producido el estado actual, por ejemplo, un cortocircuito, en cuestión, porque la indicación de dirección proporcionada aquí en el período de tiempo de medición proporcionado justo antes de que el cortocircuito sea registrado por el sistema indicador, y, por lo tanto, la polaridad, la fase y, posiblemente, también la dirección al cortocircuito o similar pueden calcularse a partir de esa información. Nuevamente, la medición necesaria para realizar la determinación de la dirección del flujo de potencia se realiza en el sensor, y la determinación y visualización de dicha dirección se realiza dentro del sistema indicador de cortocircuitos.

Alternativamente, en otra realización más del sensor de corriente según la presente invención, dichos circuitos sensores comprenden además circuitos de indicación de dirección de flujo de potencia para proporcionar una señal de dirección de flujo específica indicativa de dicha dirección de flujo de potencia desde dichos medios para emitir una señal de onda no eléctrica. Por lo tanto, la señal que indica la dirección del flujo puede ser usada directamente por dicho sistema indicador para proporcionar y visualizar la dirección de flujo de potencia. La señal binaria puede proporcionarse desde una unidad de microcontrolador u otros circuitos ubicados dentro de los circuitos sensores.

En una realización preferida de dicho sensor de corriente, dichos medios para emitir una señal de onda no eléctrica es al menos un diodo emisor de luz y la señal de onda no eléctrica es al menos una señal luminosa. Por lo tanto, en particular para líneas eléctricas de AV y MV, se eliminan cualesquiera influencias eléctricas en la señal de onda de la corriente de conductor debido a radiofrecuencia o interferencias electromagnéticas.

En una realización suya, se proporcionan medios para emitir una señal de onda no eléctrica para emitir cada uno de dichos impulsos y otras señales de indicación, y en otra se proporciona un medio para emitir una señal de onda no eléctrica para emitir todas las señales mencionadas. Tener un emisor para cada señal reduce la frecuencia de error, si el mismo emisor va a emitir señales superpuestas, sin embargo, uno o un número reducido de emisores es una ventaja, ya que solo se necesitan uno o un número reducido de receptores y enlaces de comunicación, lo que reduce los costes de producción e instalación. Por supuesto, puede que solo se necesite un receptor/enlace de comunicación, si se usa el procesamiento de señales apropiado durante la transferencia y recepción de dichas señales. Una forma de usar el procesamiento de señales es mediante una realización donde la banda de frecuencia de onda de cada uno de dichos impulsos u otras señales difiere de las demás, o más de un LED, teniendo cada uno su espectro y/o amplitud diferentes.

En todavía otra realización preferida más del sensor de corriente según la presente invención, dicho medio para emitir una señal de onda no eléctrica es al menos un diodo emisor de luz y la señal de onda no eléctrica es al menos una señal luminosa. Por consiguiente, al usar un diodo emisor de luz o LED para proporcionar la señal o señales de impulso desde el sensor de corriente, se puede proporcionar una señal fiable, cuya detección en un sistema indicador puede proporcionarse usando componentes disponibles comercialmente, como contadores de impulsos, por ejemplo, que comprenden fotodiodos, alternativamente circuitos sensibles a la luz integrados con una unidad de

microcontrolador (MCU). Esto reduce los costes de producción y aumenta la fiabilidad de la señal recibida. El LED puede transmitir en diferentes intervalos de frecuencia luminosa, según la señal que se está transmitiendo, cuyas frecuencias pueden seleccionarse de entre los tipos disponibles, que comprenden diodos infrarrojos, visibles, ultravioletas y láser. Se pueden concebir otras señales de ondas no eléctricas, incluidas señales de onda mecánicas y sonoras. Estas pueden, sin embargo, resultar demasiado lentas para la presente solicitud a la hora de proporcionar una indicación rápida de los estados de corriente. Otro tipo de señal de onda son las ondas de RF u otra señal de onda electromagnética.

En otra realización del sensor de corriente según la presente invención, dicho medio para emitir una señal de onda no eléctrica es un dispositivo que proporciona todas las señales, alternativamente; es un dispositivo para cada señal. Al usar solo un dispositivo, por ejemplo, un LED para proporcionar una o más señales, por ejemplo, para indicar diferentes resultados de medición del sensor de corriente, el número de dispositivos de salida como un enlace de comunicación se mantiene bajo, lo que reduce los costes de producción e instalación. Sin embargo, proporcionar más de un dispositivo puede acabar por aumentar la fiabilidad de la señal transmitida, ya que pueden superponerse y cooperar para la detección por uno o más medios de detección. Por consiguiente, se pueden usar diferentes técnicas de procesamiento de señales para que dicho sistema indicador sea capaz de diferenciar entre las diferentes señales proporcionadas por un sensor de corriente. Por lo tanto, en una realización la banda de frecuencia de onda y/o la longitud de impulso de cada una de dichas señales de impulso difiere de las demás. En otra realización, la amplitud de cada una de dichas señales de impulso difiere de las demás.

Con el fin de proporcionar una señal de impulso fiable con una alta resolución, cuya señal puede registrarse mediante componentes electrónicos actualmente disponibles, en una realización del sensor de corriente según la invención, el ancho de impulso de cada impulso, al menos de la señal de impulso de indicación de nivel de corriente, es de 0,5 a 5 μ s, preferentemente de 1 a 3 μ s, lo más preferentemente de 1,2 a 2 μ s, proporcionando también por lo tanto mediciones de tiempo casi real. Esto se puede lograr seleccionando la composición apropiada de los circuitos de indicación de nivel de corriente, por ejemplo, usando una conversión rápida de corriente a frecuencia. Además, el procesamiento de señales proporciona otra realización de la presente invención en el que el ancho y/o la altura de impulso de cada señal de impulso difiere de las demás que usan técnicas de procesamiento de señales.

En una realización del sensor de corriente según la presente invención, se adapta para suministrar potencia eléctrica adicional a dicho sensor. Alternativamente o a modo de suplemento, dicho sensor comprende una fuente de alimentación eléctrica local, es decir, una alimentación interna como una batería y/o una alimentación externa, tal como paneles alimentados por energía solar y/o uno o más receptores de potencia alimentados por RF. En general, el transformador de corriente se usa para alimentar un sensor de corriente autosuficiente, es decir, la potencia para accionar el sensor de corriente se extrae electromagnéticamente de la corriente de conductor utilizando el transformador de corriente. Esta es una ventaja cuando se monitorizan líneas eléctricas de CA de AV o MV, donde la potencia se proporciona desde ellas. Al menos uno de los conductores en los que se va a medir pasa a través de un núcleo magnéticamente permeable que magnifica el campo magnético del conductor o conductores. La corriente CA cambia constantemente el potencial de positivo a negativo y viceversa, generalmente a una velocidad de 50 o 60 Hz. El campo magnético que se expande y colapsa induce corriente a los devanados, lo que permite a uno medir con precisión la corriente eléctrica en el cable. Sin embargo, el sensor de corriente puede comprender además una fuente de alimentación eléctrica local, es decir, una alimentación interna como una batería y/o una alimentación externa, aun así eléctricamente aislada del entorno, como paneles alimentados por energía solar y/o receptor de potencia alimentado por RF. Una batería u otro respaldo, como paneles solares, que pueden estar eléctricamente aislados del entorno, pueden ser una ventaja. La indicación de pérdida de voltaje solo es necesaria después de que se haya producido un cortocircuito en el conductor medido, y, después, debido a la alta corriente de cortocircuito, hay suficiente energía disponible para accionar el sensor.

La provisión de potencia local suplementaria no aumenta el trabajo de mantenimiento, por ejemplo, para reemplazar baterías o similares, porque la vida útil de las baterías usadas puede ventajosamente superar por mucho la potencia requerida por el sensor, ya que, en particular, los circuitos de indicación de pérdida de voltaje requieren una fuente de alimentación muy pequeña. Preferentemente, dicho respaldo suplementario son baterías recargables y/o condensadores, recargándose, por ejemplo, durante corrientes en estado normal por dicha corriente de conductor.

En una realización del sensor de corriente según la presente invención, se adapta para que un conductor eléctrico sea una línea eléctrica de CA en una red de distribución eléctrica. Alternativamente, se adapta para que un conductor eléctrico sea una línea eléctrica de CA para una vía ferroviaria. Estas son áreas de uso del sensor de corriente y el sistema indicador correspondiente en las que son particularmente ventajosos, ya que son de bajo coste y pueden requerirse muchos sensores de corriente para una red de monitorización de cobertura, especialmente en redes de distribución eléctrica de BV y MV y para líneas eléctricas ferroviarias. Se ha comprendido mediante la

invención que el conductor eléctrico que se va a captar podría ser también un cable eléctrico de consumo, por ejemplo, para un electrodomestico.

En una realización del sensor de corriente según la presente invención, se adapta además para captar más de un conductor, por ejemplo, para captar fugas de tierra a cargas eléctricas mediante análisis diferenciales. En una realización del sensor de corriente según la presente invención, el tamaño del yugo de dicho transformador de corriente helicoidal inductivo se adapta para rodear, sostener y captar más de un conductor. El transformador en el sensor puede entonces estar provisto de un yugo de dimensiones relativamente grandes para rodear a más de un conductor o adaptarse de otra manera para captar más de un cable. Cuando se requiere un análisis diferencial, por ejemplo, al realizar fugas a tierra a diferentes cargas eléctricas, como bombas, calentadores y similares. Esto es en particular también una ventaja para conductores multicable, por ejemplo, cuando el conductor está provisto de una sección de cable con conexión a tierra.

En una realización del sensor de corriente según la presente invención, dicho sensor, es decir, dichos medios sensibles a la corriente, circuitos y medios emisores, están todos provistos en una unidad unitaria que comprende una carcasa. Por lo tanto, se proporciona un dispositivo sensor de corriente de bajo coste y bajo consumo de potencia, que puede miniaturizarse, diseñarse e instalarse fácilmente en líneas eléctricas convencionales o conductores de una multitud de tipos.

En otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un sistema indicador para un conductor eléctrico, que comprende un sensor de corriente CA del tipo mencionado anteriormente. En una realización suya, dicho sistema indicador comprende además un enlace de comunicación eléctricamente aislado para retransmitir al menos dicha señal de onda no eléctrica desde dicho sensor de corriente; y una unidad detectora operable para captar al menos la frecuencia de al menos dicha señal de impulso de indicación de nivel de corriente desde dicho sensor de corriente y traducirla a un valor de corriente instantáneo para la aplicación para determinar diferentes estados de conductor, como el valor de corriente instantáneo, la ocurrencia de cortocircuitos, cortes de retransmisión, sobrecargas de potencia y similares.

Por lo tanto, se proporciona un sistema indicador versátil, rápido y fiable que puede adaptarse para su uso con conductores eléctricos en líneas eléctricas de BV, MV y AV y para una amplia gama de detección de corriente y que puede usarse para indicar un número de estados basados en la corriente, como el valor de corriente promedio, cortocircuitos, averías en la línea eléctrica, cortes de retransmisión, averías en la línea base y todos sustancialmente en tiempo real, proporcionando valores de corriente instantáneos.

La determinación de un estado de corriente presente en el conductor, por ejemplo, si ha ocurrido un cortocircuito, se proporciona preferentemente de forma remota desde la unidad sensora y no dentro de la unidad sensora autoalimentada, como es el caso con algunos tipos de indicadores conocidos. En los indicadores conocidos, la captación de corriente, la determinación de un cortocircuito y a menudo también su indicación se proporcionan todos dentro de un dispositivo provisto en el conductor. Mediante la invención, el solicitante ha comprendido que si alguien tuviese que determinar un estado de corriente, como un estado de cortocircuito, remotamente a partir de la captación, la determinación en sí misma y su indicación se pueden proveer de una fuente de alimentación continua, por ejemplo, desde una unidad indicadora independiente, que hace que la determinación y la indicación sean independientes de las limitaciones de los períodos de tiempo de detección. Esto proporciona la ventaja de que las determinaciones de cortocircuitos pueden realizarse dentro de períodos de tiempo de captación de corriente muy cortos. Esto proporciona una determinación muy rápida y fiable del valor de magnitud de la corriente CA.

La unidad detectora está preferentemente adaptada para seleccionar uno o más de los estados de corriente actualmente disponibles para ser monitorizados mediante la disposición de medios de selección como interruptores DIP, botones, medios de visualización o buses para establecer uno o más de dichos estados actuales que se va a medir.

Un sensor de corriente según la invención comprende convertidores de corriente a frecuencia para proporcionar señales de impulso diferentes o moduladas, cuya frecuencia y/o presencia indica los resultados del sensor del sensor o sensores de corriente, en lugar de sistemas indicadores conocidos según el primer tipo, que proporcionan detectores ubicados sobre las líneas de conductores para proporcionar una determinación de un estado de corriente, como un cortocircuito, en el momento de la ocurrencia. Esto reduce significativamente el número de componentes que consumen potencia de los circuitos sensores, lo que, como se mencionaba anteriormente, reduce significativamente la corriente de conductor más baja detectable I_L . Además, al usar señales o señales de impulso moduladas y/o diferentes para cada medición diferente, se pueden usar una o más de las técnicas de procesamiento de señales conocidas por el experto en la materia para diferenciar entre las diferentes señales y su contenido de información.

El término «señal de onda no eléctrica» se define como una señal en un movimiento ondulado de un medio, que no es eléctrico, es decir, no se propaga utilizando electrones, sino de cualquier otra forma, como, en particular, mediante el uso de una onda electromagnética, como luz visible o infrarroja, ondas de radiofrecuencia u otras ondas no eléctricas, como ondas mecánicas o sonoras. El uso de un enlace de comunicación eléctricamente aislado, por ejemplo, como un cable óptico, para la señal de onda no eléctrica tiene la ventaja de proporcionar una línea de transferencia eléctricamente aislada entre la unidad indicadora, que a menudo está conectada a tierra, y el conductor en el que se va a medir. Sin embargo, otra ventaja es que, cuando se proporcionan uno o más de tales enlaces, cuando se proporcionan mediante cableado en conexión con otros cables, como cables eléctricos en, por ejemplo, paneles eléctricos, cajas de conexiones y fusibles, interruptores y similares, el riesgo de, por ejemplo, un defecto de aislamiento que provoca un arco eléctrico entre los cables se reduce significativamente.

En otra realización suya, el sistema indicador comprende además medios de umbral de corriente operables para determinar si la corriente correspondiente a la frecuencia de dicha señal de impulso de corriente está por encima de un umbral de corriente predeterminado; y medios de visualización de cortocircuitos operables para indicar que se ha producido un cortocircuito en dicho conductor eléctrico con base en dicha determinación de corriente, proporcionando, por lo tanto, un sistema indicador de cortocircuitos.

El valor de corriente realista en el tiempo y preciso proporcionado por el al menos un sensor puede usarse por consiguiente para determinar si hay un cortocircuito presente en el conductor eléctrico que se está monitorizando, incluso para conductores de potencia de BV y/o cortocircuitos cercanos en líneas de AV.

En uso, las pruebas han demostrado que un sistema indicador según la invención es muy rápido y proporciona mediciones de corriente fiables y detecciones de cortocircuitos dentro de duraciones de corrientes de cortocircuito de menos de 1 ms, lo que es muy corto en comparación con los indicadores y detectores de estado de corriente conocidos actualmente disponibles.

En una realización preferida del sistema indicador según la presente invención, este comprende además un medio de medición de voltaje para realizar una medición de voltaje a través de dicho conductor eléctrico; un medio de umbral de voltaje operable para determinar si el voltaje medido por dicho medio de medición de voltaje está por debajo de un umbral de voltaje predeterminado tras un período de tiempo predeterminado después de que dicho medio de umbral de corriente haya realizado una determinación positiva; y siendo dicho medio de visualización de cortocircuitos operable para indicar que se ha producido un cortocircuito en dicho conductor eléctrico cuando dicho medio de umbral de voltaje ha realizado una determinación positiva. Por consiguiente, el presente sistema indicador no es sensible a los picos de corriente de corta duración no relacionados con cortocircuitos, lo que reduce el número de indicaciones de error.

En una realización suya, dicho medio de medición de voltaje y dicho medio de umbral de voltaje están provistos íntegramente dentro de dicho sensor de corriente que comprende dichos circuitos de pérdida de voltaje. Por consiguiente, se puede prescindir de un sensor de medición de voltaje independiente, lo que reduce aún más los costes de instalación y mantenimiento. Alternativamente, dicho medio de medición de voltaje comprende un sensor de medición de voltaje independiente de dicho sensor de corriente, en cuyo caso los medios de umbral de voltaje se proporcionan por separado de dicho sensor de corriente, preferentemente dentro de una unidad detectora. La realización de una medición de voltaje después de un período de tiempo dado asegura que los picos de corriente temporales dentro del conductor, cuyos picos no se deban a cortocircuitos, no se determinen por error como corrientes de cortocircuito.

En una realización preferida del sistema indicador, este comprende además un medio de visualización de disponibilidad de sensor, que puede funcionar en particular cuando dicha corriente de conductor está por debajo de dicho intervalo de corriente predeterminado. Por consiguiente, el rango de trabajo del sistema indicador se ha incrementado para incluir niveles de corriente por debajo de dicho intervalo de corriente predeterminado.

En una realización del sistema indicador según la presente invención, este comprende además un medio de visualización de nivel de corriente. Por ejemplo, una pantalla LCD o indicadores LED de valor o similares. Por lo tanto, se muestra el nivel de corriente actual, por ejemplo, una pantalla para cada conductor o una pantalla para todos, proporcionando, por ejemplo, un promedio o un valor cuadrático medio RMS (*Real Mean Square*) de los conductores que se está monitorizando. El nivel de corriente mostrado es generalmente la corriente de línea en estado normal dentro del intervalo de corriente predeterminado y no la corriente de cortocircuito medida. La pantalla se puede usar además para fines de configuración, indicando variables y valores de configuración.

En una realización del sistema indicador según la presente invención, dicha unidad detectora está ubicada remotamente respecto a dicho sensor de corriente. Esto aumenta la accesibilidad de la unidad detectora, por ejemplo, para mantenimiento y reparación, lo que es una ventaja, en particular, para cables de tierra y aéreos de difícil acceso, reduce las influencias de perturbaciones electromagnéticas en la determinación de un cortocircuito de dicho sistema y proporciona la posibilidad de proporcionar una unidad detectora para más de un sensor de corriente. Alternativamente, la unidad detectora está provista íntegramente de dicho sensor de corriente, lo que puede ser una ventaja para un solo conductor que se monitoriza para cables de baja potencia, como cables domésticos.

En otra realización más del sistema indicador según la presente invención, dicho medio de umbral de corriente comprende además un dispositivo de ajuste de corriente de entrada ajustable, como uno o más interruptores DIP, potenciómetros y/o botones pulsadores, o usa el medio de visualización para configurar la corriente de entrada para proporcionar dicho valor de umbral de corriente. Por consiguiente, el mismo sensor de corriente puede aplicarse a diferentes tipos de conductores configurando el umbral de corriente a un valor adecuado, que depende de las corrientes de cortocircuito esperadas en ese punto en el conductor monitorizado. El dispositivo de ajuste de corriente de entrada ajustable puede proporcionar la corriente de entrada, es decir, la corriente de conductor en estado normal a la que el sistema es sensible. Este puede ser por pasos o de ajuste continuo, por ejemplo, una corriente de entrada ajustable en 14 pasos de 40 A a 160 A. Por lo tanto, así se facilita la instalación. En una realización suya, dicho dispositivo de ajuste de umbral de corriente ajustable está provisto de medios para un ajuste remoto del umbral de corriente ajustable. Por consiguiente, el intervalo de corriente dicho sistema puede ser operado de forma remota, lo que reduce las horas de trabajo del personal necesarias para el transporte a un sistema indicador, en caso de que la corriente de entrada cambie o algo similar.

En todavía otra realización más del sistema indicador según la presente invención, dicho enlace de comunicación es un cable de fibra óptica eléctricamente aislado y la señal de onda no eléctrica es una señal de onda luminosa, lo que reduce las influencias electromagnéticas sobre la señal transmitida en el mismo.

En otra realización del sistema indicador según la presente invención, dicho medio de visualización de cortocircuitos comprende al menos un diodo emisor de luz. Por lo tanto, se proporciona una indicación individual de un cortocircuito en uno o más de los conductores.

En una realización del sistema indicador según la presente invención, dicho medio de visualización de cortocircuitos se proporciona además remotamente respecto a dicha unidad detectora para una indicación remota de un cortocircuito, por ejemplo, como un módulo de interfaz digital para la comunicación con un PC remoto para la visualización de un cortocircuito y otros parámetros. Un PC con software adecuado y una unidad de interfaz digital en comunicación con, por ejemplo, una interfaz digital de dicha unidad detectora proporcionará la posibilidad de una visualización común de cortocircuitos u otros estados de corriente de más de un sistema indicador: esto reduce el tiempo necesario para inspeccionar cada unidad detectora de la red de conductores monitorizada. Esto es, en particular, una ventaja cuando se proporcionan muchos sistemas. Dicha interfaz digital también proporciona la posibilidad de proporcionar información adicional y control remoto sobre las condiciones de corriente y voltaje reales.

En todavía una realización del sistema indicador según la presente invención, este comprende además un medio de reinicio del indicador, y en una realización suya, dicho medio de reinicio del indicador está provisto de medios que permiten un reinicio remoto. Dicho medio de reinicio del indicador sirve para reiniciar el sistema indicador, cuando el conductor vuelve a la corriente en estado normal después de un cortocircuito, y puede comprender medios de reinicio manual, por ejemplo, un interruptor o un botón pulsador en la unidad detectora, medios de reinicio automático y/o interfaz digital.

En una realización del sistema indicador según la presente invención, este comprende además medios de visualización de la dirección de potencia. Por lo tanto, se puede proporcionar una localización más precisa del cortocircuito que se indica, lo que reduce aún más el tiempo de mantenimiento necesario para reparar la línea con el cortocircuito.

En otra realización del sistema indicador según la presente invención, este comprende además una fuente de alimentación sustancialmente continua para la unidad detectora cuando está en funcionamiento. A diferencia de algunos indicadores conocidos, la determinación e indicación de un cortocircuito no están restringidas por ningún período de tiempo de detección del sensor de corriente. En su lugar, la detección, es decir, la determinación del estado de corriente y la retransmisión de dicha información las realiza dicha unidad detectora, con base en dicha señal pulsada del sensor. El hecho de que la propia unidad detectora esté provista de una fuente de alimentación continua proporciona una indicación fiable del estado de corriente, incluso cuando la señal del sensor ya no está disponible debido a la pérdida de la corriente de excitación del sensor desde dicho conductor en el caso de, por

ejemplo, cortocircuitos.

En otra realización del sistema indicador según la presente invención, dicha unidad detectora proporciona dicha corriente correspondiente a la frecuencia de dicha señal de impulso de corriente como un promedio o RMS de corriente traducido a partir de una serie de impulsos proporcionados continuamente dentro de un intervalo de medición, preferentemente un intervalo de medición corto en el rango de aproximadamente 1 ms. Por consiguiente, se dispone de una indicación muy rápida de la corriente del conductor para la determinación de un cortocircuito y su visualización y, opcionalmente, para la visualización de dicho promedio o valor RMS de corriente, por ejemplo, como una media de un rango de promedios o valores RMS de corriente.

En otra realización del sistema indicador según la presente invención, dicho valor de corriente sustancialmente instantáneo se proporciona a dicha unidad detectora para una determinación de la calidad de corriente y/o voltaje. Debido al valor de corriente sustancialmente instantáneo obtenido por un sistema indicador según la invención, se puede obtener una evaluación de la calidad de la señal de corriente y/o señal de voltaje, es decir, el grado en que la corriente y/o voltaje del conductor se aproxima a una curva idealmente sinusoidal, cuyo grado es una medida de calidad de la corriente y/o voltaje del conductor.

Un sistema indicador según otra realización más de la invención, dicha unidad detectora está provista íntegramente de dicho sensor de corriente. Alternativamente, dependiendo del punto de vista, uno o más sensores de corriente pueden proporcionarse íntegramente con dicha unidad detectora. Esto es, en particular, una ventaja cuando se monitorizan líneas de BV, donde no se requiere aislamiento de alto voltaje entre las dos.

A continuación se describe la invención con más detalle con referencia a dos realizaciones ejemplares ilustradas en los dibujos esquemáticos, donde los mismos números indican las mismas características, en las que:

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una foto que ilustra una realización de un sistema indicador según la presente invención que comprende tres sensores de corriente según sus primeras realizaciones;
La figura 2 es una vista general del sistema indicador de la figura 1;
La figura 3 es un diagrama general muy esquemático que ilustra una segunda realización de un sensor de corriente según la presente invención que comprende circuitos sensores de corriente;
La figura 4 es un diagrama de circuito simplificado de circuitos de sensores para un sensor de corriente de la figura 3 o la figura 1; y
Las figuras 5A - 5E son pantallas de salida de una configuración de prueba que comprende un sensor de corriente según una primera realización de la invención, que muestra la corriente de CA del conductor real y la frecuencia de impulso de luz resultante del sensor de corriente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

En la figura 1 se muestra una vista en perspectiva vista desde arriba de un sistema indicador 1 según una realización de la presente invención, en la que está adaptado para indicar cortocircuitos, que comprende tres sensores de corriente 22, 24 y 26, respectivamente, según sus primeras realizaciones según la invención, estando cada uno de ellos adaptado para posicionarse sobre cada uno de sus conductores en una red de distribución de potencia de CA de tres fases y para medir la corriente en ellos para una conversión de corriente a frecuencia en una señal de impulso CS_1 en forma de una señal de onda luminosa, siendo su frecuencia de impulso Pf_{CS} una indicación del nivel de corriente medido.

El sensor de corriente 22 capta continuamente, es decir, mide y transmite información en dicha señal de impulso de indicación de nivel de corriente CS_1 con respecto a la corriente de conductor real en períodos de tiempo de medición o intervalos de detección predeterminados sucesivos, cuya duración se mantiene lo más baja posible para proporcionar una indicación rápida, como 1 ms. Esto permite un número suficientemente grande de impulsos dentro de dicho período para proporcionar valores de magnitud de corriente sustancialmente instantáneos, proporcionando además una precisión estadística mejorada y permite un promedio o valor RMS de corriente preciso dentro de dicho período de tiempo de medición preestablecido, que es al menos cinco veces más rápido que los períodos de tiempo de detección alcanzados por los sistemas indicadores conocidos actualmente disponibles. La frecuencia de impulso Pf_{CS} de dicha señal de impulso puede ser, por ejemplo, 10 veces o más por período de tiempo de medición, es decir, 10 kHz o más, véase la discusión en relación a las figuras 5A - 5C.

Correspondientemente, en algunas realizaciones de dicho sensor de corriente 22, dicho sensor de corriente puede

proporcionar señales o señales de impulso adicionales para una indicación de, por ejemplo, disponibilidad de sensor en condiciones de corriente en estado normal relativamente bajas, y/o pérdida de voltaje en el conductor o conductores después de un período de tiempo predeterminado, y/o información sobre ángulo de fase y polaridad del voltaje y/o corriente para determinar su dirección del flujo de potencia o información directa en el conductor, para cooperar con los medios de detección y visualización correspondientes, como se describirá más adelante. Además, al usar señales diferentes para cada medición diferente, se pueden usar varias técnicas de procesamiento de señales conocidas por el experto en la materia para diferenciar entre las diferentes señales y su contenido de información. Las diferentes técnicas de procesamiento de señales son conocidas por los expertos y no se discutirán más allá de mencionar algunos ejemplos que comprenden el uso de diferentes amplitudes del impulso, diferentes anchos de los impulsos individuales, diferentes frecuencias de impulso, usando técnicas de discernimiento para diferenciar entre impulsos de superposición usando medios de procesamiento de señales, y similares, tales como el uso de bandas de frecuencia de onda luminosa diferentes, es decir, infrarrojos, rojo visible, verde visible y/o luz láser de diferentes bandas y amplitudes de onda.

Dicho sistema 1 comprende además un enlace de comunicación para cada sensor, que comprende cables de fibra óptica 32, 34, 36, estando dispuesto su extremo proximal con dicho sensor de corriente y estando su extremo proximal recogido en una unidad detectora 5 para la determinación e indicación individual de un cortocircuito presente. Alternativamente, también se puede proporcionar un enlace de comunicación, determinación e indicación comunes. Cada uno de los tres sensores de corriente 22, 24, 26 es de construcción similar y, por lo tanto, solo se describirá uno más adelante en relación a la descripción de la figura 3. Se han ilustrado tres sensores; uno destinado para cada fase en una línea eléctrica ferroviaria trifásica de 1 kV. Sin embargo, obviamente, se puede proporcionar cualquier número de sensores y enlace o enlaces de comunicación correspondientes dependiendo de la aplicación, por ejemplo, desde un sensor, una unidad detectora para cada conductor, hasta varios sensores, uno para cada conductor monitorizado, y una o más unidades detectoras dentro de una o más unidades detectoras. Además, el ejemplo que se muestra para medir cables de 1 kV solo pretende ser un ejemplo y no limitar el alcance.

El enlace de comunicación es un cable de fibra óptica que puede ser de cualquier grado disponible, como un cable SH4001 de fibra plástica encamisado de núcleo de 1 mm, que es adecuado para transmitir impulsos de ondas luminosas que tienen determinadas frecuencias de impulso dadas, y utiliza bandas de frecuencia luminosa iguales o diferentes. La longitud de dicho cable de fibra óptica puede ser cualquier longitud adecuada, dependiendo de la atenuación de la onda en el mismo, por ejemplo, un cable de 1 a 10 metros de longitud.

Como se muestra adicionalmente en la figura 1, el sensor de corriente 22 puede comprender un transformador de corriente 2210 del tipo de abrazadera generalmente provisto de una carcasa para sensor 2252. Dicho transformador de corriente 2210 comprende un yugo 2244 con forma de U de un material magnéticamente inducible, que se debe sujetar alrededor de dicha línea eléctrica usando medios de fijación 2242 y se fija magnéticamente mediante un tornillo 2246 a la carcasa 2252. El transformador 2210 está provisto de tal manera, por ejemplo, utilizando una bobina alrededor de un núcleo (no se muestra) que se extiende entre los medios de separación 2242, que se suministra una potencia eléctrica de excitación a los circuitos sensores (no se muestran), que se describirán en detalle a continuación en relación a la discusión de las Figuras 3 y 4, dentro de la carcasa 2252, al menos cuando fluye una corriente de cortocircuito en la línea eléctrica que se está captando. Por lo tanto, se proporciona una fuente de alimentación autosuficiente para accionar los circuitos del sensor. Como suplemento, se puede proporcionar una fuente de alimentación externa o interna eléctricamente aislada del entorno, por ejemplo, en forma de células solares, cuando el área que rodea el sensor de corriente está provista de luz suficiente, por ejemplo, luz solar, o baterías dentro de la carcasa del sensor de corriente, lo que, en particular, es una ventaja para monitorizar líneas eléctricas de baja corriente. Una técnica reciente para proporcionar una fuente de alimentación externa que está eléctricamente aislada del entorno es un receptor de potencia alimentado por RF en el que la potencia se suministra a través de ondas de radiofrecuencia proporcionadas a distancia desde dicho sensor de corriente.

Además, dicho sensor puede estar provisto de un emisor/receptor alimentado por banda de ondas electromagnéticas (RF, luz, IR, etc.) para retransmitir datos relativos a las mediciones realizadas, y/o para configurar y/o regular otros valores dentro del sensor, como el intervalo de corriente I_1 - I_2 que se va a medir dentro, $I_{\text{máx}}$ y/o similares.

En una realización (no se muestra), el sensor de corriente puede adaptarse además para captar más de un conductor. Este puede ser el caso cuando se captan fugas a tierra en conductores que conducen a cargas eléctricas, como bombas, calentadores, iluminación y similares, donde el análisis diferencial se puede realizar sobre tales multitudes de conductores en los que se va a medir. Por ejemplo, el sensor de corriente puede adaptarse para este uso si el tamaño del yugo de dicho transformador de corriente helicoidal inductivo está adaptado para rodear, sostener y captar más de un conductor. El transformador en el sensor puede proporcionarse entonces para captar

más de un cable y, por ejemplo, proporcionar una señal de detección, cuando la corriente que va en una dirección no es igual a la corriente que regresa, es decir, que la suma de corrientes es diferente de cero. Tal análisis diferencial es necesario, por ejemplo, cuando se realizan fugas de tierra a dicha carga eléctrica. Esto, en particular, también es una ventaja para los conductores multicable, por ejemplo, cuando el conductor está provisto de dos o más conductores de corriente y/o una o más secciones de cable conectadas a tierra.

La unidad detectora 5 comprende medios de detección 51, como se muestra en la figura 2, que, por ejemplo, pueden ser un detector de impulsos de luz tal como un fotodiodo o similar, por ejemplo, integrado con una unidad microcontroladora, comprendida dentro de una carcasa que tiene una cara frontal para facilitar la lectura. Dicha unidad detectora 5 acomoda además circuitos detectores (no se muestran por simplificar y facilitar la vista general). La unidad detectora 5 comprende además medios de visualización de cortocircuitos en forma de un LED rojo y uno verde para cada medio de visualización de cortocircuitos 532, 543, 536 en la cara frontal, cuya conmutación puede mostrar una luz roja cuando se determina un cortocircuito en el conductor, y una luz verde cuando se mide una corriente en estado normal, y/o cuando el medio de detección 51 registra una señal de indicación de disponibilidad de sensor, en cuyo caso los LED también pueden funcionar como medios de visualización de disponibilidad de sensor 540. En la figura 3 se muestra un LED 540 independiente provisto en la carcasa del indicador.

Además, dicha unidad de detección 5 puede comprender medios de visualización de nivel de corriente (no se muestran), que pueden mostrar el valor promedio o el valor RMS de las corrientes que se miden en los tres conductores que proporcionan el valor de corriente operativo, o puede ser el valor de corriente de entrada al que se proporciona el sistema indicador. Los medios de visualización pueden estar provistos de una pantalla LCD, o una pantalla indicadora de nivel, u otros medios adecuados para comunicar un valor numérico relativo. Este valor de corriente de entrada o valor de puntos de ajuste de cortocircuito puede ajustarse manualmente mediante interruptores DIP 552, mediante interruptores de subida/bajada y/o configurarse de forma remota, en el que el experto conoce otras variantes en sí mismas. Además, dicha unidad de detección 5 comprende medio de reinicio del indicador 560 para reiniciar el sistema indicador después de que se haya indicado un cortocircuito, por ejemplo, cuando la línea se repara consecuentemente. Los medios de visualización de cortocircuitos o los LED 532, 543, 536 pueden permanecer en rojo hasta que se reinicie el indicador. Los medios de reinicio también pueden comprender un reinicio manual externo, o un reinicio automático después de un período de tiempo determinado ajustable, por ejemplo, 4 horas o un día, dado al personal de mantenimiento tiempo suficiente para registrar el cortocircuito y repararlo. El ajuste de dicho valor de corriente operativo o de entrada, el reinicio del sistema indicador 1 y la visualización mediante los medios de visualización de cortocircuitos pueden realizarse además de forma remota desde dicha unidad detectora 5, por ejemplo, usando una interfaz digital 580 transmitiendo, por lo tanto, instrucciones y visualizaciones remotas. Además, dicha unidad detectora 5 está provista de un sistema de montaje 570, por ejemplo, para la cooperación con un carril estándar, como el carril DIN TS 35.

En la figura 2 se muestra una vista general esquemática del sistema indicador 1 de la figura 1, en el que las unidades sensoras 22, 24 y 26 están situadas alrededor de los conductores L1, L2 y L3, como una línea eléctrica ferroviaria trifásica de 1 kV. Se proporcionan los cables de fibra óptica 32, 34 y 36 respectivos para retransmitir señales luminosas de onda no eléctricas desde dichas unidades sensoras 22, 24 y 26, respectivamente, a la unidad de detección 5, donde se proporciona una unidad microcontroladora o MCU para procesar las señales luminosas individuales de cada unidad sensora. Las señales luminosas recibidas comprenden señales de impulso de corriente, cuya frecuencia es proporcional a la corriente del conductor medida. La unidad microcontroladora MCU es capaz de traducir cada señal o señal de impulso CS recibida a un valor de corriente y funciona como la unidad detectora 5.

Los conductores L1, L2, L3 son líneas eléctricas ferroviarias de CA de 1 kV, por ejemplo, para suministrar luz y potencia de servicio a ubicaciones a lo largo del ferrocarril. Sin embargo, dichos sensores de corriente 22, 24, 26 pueden adaptarse a cualquier conductor eléctrico de CA de diámetro pequeño a grande, por ejemplo, de entre unos pocos mm a varios cm. Sin embargo, se debe tener en cuenta el tamaño, ya que, en particular, el yugo 2244 debe adaptarse para acoplar conductores de diferentes tamaños. Los conductores pueden ser conductores de CA para líneas eléctricas de BV, MV y AV, dependiendo de la composición de los circuitos sensores.

Dichos circuitos detectores comprenden medios de detección 51 para captar al menos la frecuencia de al menos dicha señal de impulso de corriente y traducirla a una corriente correspondiente a la frecuencia de dicha señal de impulso de corriente, por ejemplo, mediante el uso de dicha MCU como se muestra en la figura 2. En el sistema indicador de cortocircuitos, los circuitos detectores comprenden además medios de umbral de corriente operables para determinar si la corriente correspondiente a la frecuencia de dicha señal de impulso de corriente CS está por encima de un umbral de corriente predeterminado $I_{m\acute{a}x}$. El sistema comprende además medios de umbral de voltaje operables para determinar si el voltaje medido por medios de medición de voltaje está por debajo de un umbral de voltaje predeterminado V_{min} después de un período de tiempo predeterminado t_1 , como aproximadamente 200 ms

para una línea eléctrica de 1 kV o al menos por debajo de 500 ms, después de que dicho medio de umbral de corriente haya realizado una determinación positiva de una corriente por encima del intervalo de corriente predeterminado. Sin embargo, tales circuitos detectores pueden proporcionarse según técnicas convencionales para el experto, y no se describirán más en el presente documento. El período de tiempo predeterminado se selecciona según la aplicación, es decir, los niveles de potencia monitorizados. Los medios 51 pueden estar provistos íntegramente, es decir, la MCU y los medios de determinación, por ejemplo, en un relé biestable para cambiar los medios de visualización de cortocircuitos a un estado de avería, por ejemplo, un LED que emite luz roja visible.

El valor de corriente de entrada configurado mediante los interruptores DIP 552 en la unidad detectora 5, cuya corriente de entrada determina un nivel de activación de sobrecorriente o umbral de corriente de la unidad detectora 5, que depende del tipo de conductor en el que se va a medir. Por ejemplo, debido a la corriente de onda sinusoidal medida en las líneas eléctricas de CA, un ajuste del valor de la corriente de entrada de, por ejemplo, 40 A corresponderá a un ajuste de sobrecorriente de $40 \sqrt{2}$ o 54,4 A. La corriente real permitida $I_{\text{máx}}$ en el período de tiempo de medición de 1 ms para la configuración de corriente de entrada de 40 A será, por lo tanto, de 54,4 A. En otras palabras, cualquier corriente medida que sea más alta que 54,4 A en un período de 1 ms, seguida por una medición de voltaje después de dicha demora de 200 ms, por ejemplo, $V_{\text{mín}}$ por debajo de 20 Vcc o 40 Vca, se detectará como una corriente de cortocircuito del rango de 40 A de $\pm 10\%$ o $\pm 5\%$, o mejor aún según la aplicación.

Dichos medios de medición de voltaje pueden proporcionarse de dos maneras: en una primera realización dicho medio de medición de voltaje es un monitor de medición de voltaje 40 independiente, como se muestra en la figura 2, que puede ser el proporcionado por el transformador principal utilizado en la planta, proporcionando una medición que se debe retransmitir a la MCU para determinar si el voltaje se pierde, es decir, si está por debajo de dicho umbral de voltaje $V_{\text{mín}}$, por ejemplo, del 10 al 50 % del voltaje nominal o menos, después de dicho período de tiempo predeterminado t_1 .

En una segunda realización, los medios de medición de voltaje y los medios de umbral de voltaje están provistos íntegramente 2240 dentro del sensor de corriente 22 en circuitos indicadores de pérdida de voltaje 2226, como se indica en la figura 3, para proporcionar una medición de voltaje electrostático de dicho conductor eléctrico, que puede implementarse usando varios componentes disponibles, estando adaptados para proporcionar dicha señal de onda no eléctrica como una señal de indicación de pérdida de voltaje VLS, cuya presencia indica que el voltaje en dicho conductor eléctrico es más bajo que dicho valor de voltaje mínimo predeterminado después de dicho período de tiempo predeterminado. La segunda realización proporciona la ventaja de reducir el tiempo de instalación disminuyendo el número de componentes que se instalarán por separado y simplificando los circuitos detectores.

La realización de una medición de voltaje después de un período de tiempo dado asegura que los picos de corriente temporales dentro del conductor, cuyos picos no se deban a cortocircuitos, no se determinen por error como corrientes de cortocircuito. Dicha medición de voltaje realizada con el sensor es opcional, pero se requiere una medición de voltaje para determinar correctamente si una sobretensión es, de hecho, un cortocircuito y no algún otro problema de potencia de corta duración.

Se proporciona un reinicio manual como un interruptor a través de los terminales C1 y C2 para reiniciar el sistema indicador a un estado operativo, por ejemplo, cuando se ha reparado el cortocircuito o cuando el estado de corriente ha vuelto al modo normal.

La alimentación para los circuitos detectores se proporciona mediante una fuente de alimentación sustancialmente estable, por ejemplo, una fuente de alimentación de CA o CC eléctrica, como la red eléctrica, un paquete de baterías o similar, provista en los terminales A1 y A2. Por lo tanto, no se imponen restricciones sobre el período de tiempo de detección de la corriente de cortocircuito y se proporciona una determinación fiable de un cortocircuito.

Durante el uso, como se muestra en la figura 2, cuando cada sensor de corriente 22, 24, 26 está sujeto a su respectivo conductor L1, L2, L3, cada sensor de corriente 22, 24, 26 genera una señal de impulso de onda no eléctrica, donde la frecuencia de impulso de la señal de impulso resultante es proporcional a la corriente del conductor de CA captada por el sensor de corriente correspondiente en el conductor. Se proporciona una visualización de los cortocircuitos en forma de LED 532, 534, 536 para cada sensor de corriente provisto para una indicación de un cortocircuito o estado de avería del conductor que se va a captar. Alternativamente, se proporciona un LED común para todos los sensores, que indica un cortocircuito o en otros ejemplos del sistema indicador otros estados basados en la corriente también, como potencia, potencia reactiva y similares.

Como se muestra en la figura 3, los circuitos sensores 2220 se alimentan con una corriente de excitación, es decir, una alimentación autosuficiente a través del transformador de corriente 2210 y comprenden los circuitos de

indicación de nivel de corriente 2222, que comprenden un convertidor de corriente a frecuencia que usa uno o más amplificadores para la provisión de una señal de impulso de onda luminosa que tiene una frecuencia P_{fcs} proporcional a la corriente de entrada, es decir, la magnitud de la corriente de conductor, cuya señal de impulso se emite por el medio 2230, es decir, un LED, que es común a todas las señales de onda luminosas emitidas por el sensor de corriente. Alternativamente, un primer grupo de emisores puede enviar una, un número de o todas las señales, un segundo grupo, de nuevo, una, algunas o todas; o se proporciona un LED para cada señal que se va a emitir, que requiere los enlaces de comunicación y medios de recepción correspondientes dentro de la unidad detectora 5.

Dicho intervalo de corriente predeterminado $I_1 - I_2$ es el rango de trabajo del sensor de corriente, es decir, la corriente de conductor adecuada para suministrar la corriente de excitación de los circuitos sensores para proporcionar una señal luminosa pulsada. Este rango puede seleccionarse preferentemente según la aplicación, por ejemplo, de 10 a 200 A para líneas de 1 kV, o de 5 a 500 para líneas eléctricas de BV seleccionando apropiadamente los componentes de los circuitos. Para ser detectable, el ancho del impulso se ajusta a un ancho adecuado en relación al intervalo de medición de 1 ms, y actualmente hay unidades detectoras disponibles para detectar anchos de impulso en el rango de menos de 10 μ s, por ejemplo, entre 0,5 y 5 μ s, preferentemente de 1 a 3 μ s, lo más preferentemente aproximadamente de 1,2 a 2 μ s. La altura y/o el ancho de los impulsos individuales se pueden seleccionar como corresponda para fines de diferenciación. Esta selección de resolución del tren de impulsos es una ventaja del presente sensor de corriente, porque puede adaptarse fácilmente a cualquier resolución de detección dada de una unidad detectora correspondiente en un sistema según la invención.

El Imáx mencionado anteriormente, es decir, el valor de umbral de corriente para identificar, por ejemplo, cortocircuitos o averías de línea, preferentemente se selecciona como estando dentro de dicho intervalo de detección de corriente $I_1 - I_2$ o puede definirse como igual a I_2 .

Un ejemplo de circuitos indicadores de nivel de corriente 2222 se muestra en la figura 4, en la que se proporciona una entrada de potencia eléctrica en los dos terminales, por ejemplo, desde el transformador de corriente 2210, de un convertidor de corriente a frecuencia y la salida es proporcionada por una señal de impulso de un LED, cuya frecuencia de impulso es proporcional a la corriente a través de dicho transformador 2210. Los circuitos 2222 que comprenden un convertidor de corriente a frecuencia comprenden un amplificador/comparador operativo, que está conectado en una disposición con un número de componentes de los circuitos. Dado el hecho de que el experto en la materia conoce diferentes técnicas para adaptar los tipos, valores y posiciones de los componentes de los circuitos según la aplicación requerida, y para proporcionar convertidores de corriente a frecuencia de otros tipos, estos no se discutirán más aquí.

Según la invención, la especificación que cada convertidor de corriente a frecuencia de los sensores debe contemplar depende de la aplicación. Los circuitos 2222 mostrados en la figura 4 están dispuestos para ser aplicables en una línea eléctrica ferroviaria de servicio trifásica de 1 kV, un sensor para cada fase, y contempla las siguientes especificaciones: el intervalo de entrada de corriente operativa de 40 A a 160 A, que permite una proporcionalidad, es decir, una dependencia de una sola variable, que puede ser no lineal, o parcial o totalmente lineal o logarítmicamente proporcional dentro de un intervalo de frecuencia de salida adecuado, es decir, para la cooperación con la unidad detectora del sistema indicador de cortocircuitos, de modo que sea capaz de registrar de manera fiable su frecuencia de impulso, cuyo intervalo de frecuencia adecuado puede ser de 50 kHz a 180 kHz para una resolución alta y detección fiable con componentes detectores actualmente disponibles.

Como se muestra en la figura 3, los circuitos sensores 2220 comprenden además circuitos indicadores de disponibilidad de sensor 2224 para proporcionar una señal de indicación de disponibilidad de sensor AS, cuya frecuencia de pulso Pf_{AS} está predeterminada y es relativamente baja en comparación con la frecuencia de pulso Pf_{CS} de dicha señal de pulso de indicación de nivel de corriente CS_1 , por ejemplo, un intervalo entre una vez por cada décima de segundo y una vez cada diez segundos, preferentemente aproximadamente una vez por segundo.

Los circuitos sensores comprenden además circuitos indicadores de pérdida de voltaje 2226, que preferentemente pueden integrarse con dichos circuitos indicadores de disponibilidad de sensor 2224, para proporcionar una medición de voltaje electrostático de dicho conductor eléctrico y adaptarse para proporcionar dicha señal de onda no eléctrica como una señal de indicación de pérdida de voltaje o señal de impulso VLS, cuya presencia indica que el voltaje a través de dicho conductor eléctrico es inferior a un valor de voltaje mínimo predeterminado después de un período de tiempo predeterminado, que es preferentemente más corto que el período de la señal de indicación de disponibilidad de sensor, como después de 200 ms. Puede ser una señal de impulso única específica, diferente de cada una de las otras señales del sensor de corriente para que la unidad detectora pueda diferenciar entre ellas.

Como se muestra en la figura 3, los circuitos sensores 2220 comprenden además circuitos indicadores de dirección de flujo de potencia 2228. Se contemplan dos realizaciones diferentes, una primera 2228A para proporcionar información sobre mediciones de voltaje para una posterior determinación de la dirección del flujo de potencia en la unidad detectora 5, por ejemplo, proporcionando dos señales de impulso distintas teniendo cada una de las cuales su frecuencia de impulso Pf_{PA} y Pf_{PP} , una correspondiente al ángulo de fase y la otra a la polaridad de dicho voltaje medido, emitiéndose dichas señales de impulso desde dichos medios para emitir una señal de onda no eléctrica; y una segunda realización, en la que la determinación de la dirección del flujo se realiza dentro de los circuitos sensores, proporcionando una señal de impulso singular que tiene valores binarios basados en una determinación continua de la dirección de flujo de la corriente. El experto en la materia conoce otras formas de indicar la dirección de flujo de potencia, retransmitidas a la unidad detectora 5. Correspondientemente, la unidad detectora 5 puede diferenciar y traducir estas señales de impulso a un valor de dirección de flujo de potencia, que es binario, por ejemplo, bien la corriente fluye en una dirección durante el cortocircuito o fluye en la otra, donde la dirección de flujo de corriente se indica con medios de visualización de la dirección de flujo (no se muestran). Por lo tanto, se puede indicar la dirección al cortocircuito para una reparación fácil y rápida por parte del personal de mantenimiento.

Los circuitos 2222, 2224, 2226, 2228 puede proporcionarse íntegramente, en particular los circuitos 2224 y los circuitos de indicación de pérdida de voltaje 2226 puede proporcionarse íntegramente, beneficiándose los circuitos de pérdida de voltaje de un voltaje amplificado presente para los circuitos de indicación de disponibilidad de sensor 2224 para una indicación fiable de la caída de voltaje. Además, pueden incluirse circuitos de preservación de energía para administrar y reducir el consumo de potencia de los circuitos sensores. Mediante la invención se ha comprendido que se pueden incluir circuitos adicionales para proporcionar mediciones adicionales de las propiedades del conductor eléctrico para el procesamiento, determinación y/o indicación por dichos medios de detección 51 y unidad 5, y el sensor de corriente según la invención puede ser utilizado para otras aplicaciones que no sean un sistema indicador de cortocircuitos como se describe en la presente solicitud.

Además, dicho sensor puede proporcionarse en una unidad unitaria, véanse las figuras 1 y 2, en cuyo caso se proporciona una unidad de bajo consumo de potencia, que es adecuada para cooperar dentro de un sistema indicador como se describe.

Obviamente, dado que el indicador puede proporcionarse con la capacidad de recibir valores de corriente en vivo casi instantáneos y opcionalmente niveles de voltaje, el indicador puede adaptarse además para indicar valores y/o niveles de potencia reales, es decir, sus promedios, y/o indicar la potencia reactiva en el conductor de CA que se va a medir cuando también se proporciona el ángulo de fase de la corriente/voltaje.

Además, dicho sistema indicador puede proporcionarse íntegramente (no se muestra), lo que puede ser una ventaja, en particular, en sistemas de BV, donde no se requiere un aislamiento eléctrico de alto voltaje, en cuyo caso todo el sistema indicador que comprende uno o más sensores puede instalarse en un solo paso de instalación.

En uso, un procedimiento de indicación rápida de un estado de corriente de CA en un conductor eléctrico comprende los pasos para proporcionar una medición de corriente a partir de un sensor de corriente según la invención provisto en dicho conductor eléctrico; transformar dicha medición de corriente en una señal de impulso de corriente, cuya frecuencia es proporcional a dicha medición de corriente; retransmitir dicha señal de impulso de corriente a una unidad detectora para una traducción a un valor de corriente instantáneo para su aplicación en la determinación de diferentes estados de conductor, como el valor de corriente instantáneo, la ocurrencia de cortocircuitos, cortes de retransmisión, sobrecargas de potencia y similares.

Un estado de corriente es determinante si ha tenido lugar un cortocircuito, comprendiendo dicho procedimiento además la determinación de si dicha señal de impulso de corriente está por encima de un umbral de corriente predeterminado y, en ese caso, después de un período de tiempo predeterminado, la determinación mediante una medición de voltaje en el conductor eléctrico de si el voltaje está por debajo de un valor mínimo predeterminado y, en ese caso, la indicación de que se ha producido un cortocircuito en dicho conductor.

Resultados de las pruebas

Se realizaron pruebas exhaustivas con el sensor de corriente de la figura 1 que tiene un diagrama de circuito de sensor equivalente al que se muestra en la figura 4.

Las figuras 5A a 5E muestran la señal de dicho sensor de corriente que muestra la corriente real del conductor y la señal de frecuencia correspondiente del LED transmisor del sensor de corriente.

En la figura 5A se muestra la corriente de conductor medida, es decir, una curva sinusoidal aproximadamente de 50 Hz, que tiene cero en la línea horizontal indicada por 2>, y la salida de frecuencia correspondiente del LED, que se indica por la salida de luz, que tiene su cero en la línea horizontal indicada por 1>, correspondiendo cada división del eje x a 5 ms. Como se puede ver más claramente en la figura 5B, que es una ampliación de la figura 1, se muestra una vista más detallada de la entrada y la salida del sensor de corriente, donde cada división del eje x es de 2,5 ms, donde la salida de luz aparentemente escalonada está de hecho constituida por un tren de impulsos luminosos que tiene frecuencias mucho más altas que dicha corriente de CA que se va a medir.

También se puede observar en las figuras 5A y 5B que la información sobre la polaridad de la señal de corriente real se muestra como dos niveles de intensidad diferentes de la luz emitida por el LED. Las corrientes negativas son, de hecho, discernibles de las corrientes positivas por la altura máxima de cada impulso de frecuencia de luz, siendo la primera generalmente más baja que la última. Esto permite una detección de la polaridad de la corriente instantánea medida, que también puede indicarse mediante dicha unidad detectora 5.

En la figura 5C se muestra una vista aún más detallada de la entrada y salida del sensor de corriente en una ampliación, donde cada división del eje x corresponde a 1 ms. Aquí, se ve claramente que se puede proporcionar un valor de magnitud de corriente instantánea a partir de la frecuencia, es decir, el número de impulsos luminosos por período de tiempo, es decir, 1 ms en la figura 5C.

En las figuras 5D y 5E se muestra el frente ascendente de una superposición de una serie de impulsos individuales de las figuras 5A, 5B y 5c, en la que el frente de cada señal está posicionado el uno sobre el otro. La ampliación aquí se aplica a cada división en 1 μ s y 250 ns, respectivamente, en el eje x. El borde de salida del primer impulso es una indicación de que el ancho de cada impulso («impulso» izquierdo en la imagen) puede diferir de tal forma que cuanto mayor sea el valor de una corriente de conductor instantánea medida, mayor será el ancho del impulso luminoso que se emite y viceversa. Esto se debe al lapso del tiempo de descarga de los condensadores que se utilizan en los circuitos sensores. Además, se muestra que los impulsos subsiguientes («impulso» derecho) también pueden presentar diferentes distancias respecto a su impulso inicial, hecho que también es causado por dicho efecto. Por consiguiente, se puede extraer información adicional sobre los valores de corriente de las distancias entre dos impulsos y/o el ancho de cada impulso individual. Por consiguiente, se proporcionan mediciones de corriente de tan solo dos e incluso un impulso por período de medición (1 ms), lo que es una mejora muy sustancial con respecto a los sistemas indicadores conocidos.

Está claro que el rango dinámico del sensor de corriente, es decir, el intervalo de corriente medida operativa al intervalo de frecuencia de salida se puede adaptar para que sea adecuado para la aplicación dada. Pruebas adicionales han demostrado que un rango dinámico del orden de 1 a 500 A, que incluye el rango en el que está activa la función de disponibilidad de sensor, es alcanzable para el sensor de corriente según la invención, cuyo rango puede obviamente ser desplazado hacia arriba o hacia abajo según el intervalo de corrientes que se va a medir mediante la selección adecuada de los componentes del circuito en el circuito del sensor. Las pruebas revelan que la relación alcanzable entre el valor mínimo y máximo de la corriente generalmente es de 1:100.

En general, cuando se selecciona un rango dinámico de detección de corriente amplio, por ejemplo, de 1:10 hasta 1:200, dependiendo del transformador y los componentes que se usen, esto da como resultado un mayor coste y viceversa. Por consiguiente, se puede seleccionar de hecho cualquier rango de corriente dinámico apropiado, por ejemplo, cuando se proporciona un sensor de corriente según la invención para líneas eléctricas de AV, se puede seleccionar un rango dinámico amplio, para líneas eléctricas de MV, un rango dinámico estrecho, y para líneas eléctricas de BV, un rango dinámico corto o viceversa. Esto también se reflejará directamente en el tamaño físico del sensor de corriente, que, de nuevo, es una función del tamaño del transformador.

Un sistema indicador según la invención puede comprender además un sensor de temperatura (no se muestra), por ejemplo, comprendiendo dicha unidad detectora 5 dicho sensor de temperatura para proporcionar indicaciones de este parámetro con el fin de detectar otros estados de error, como llamaradas o incendios cerca del sistema indicador.

Un sistema indicador según la invención, en el que dicha unidad detectora comprende además medios de visualización y/o medios de retransmisión para la indicación remota de la medición de un voltaje y/o un ángulo de fase y/o potencia y/o

Se ha encontrado otra aplicación del sistema indicador y sensor según la invención. La provisión de valores de corrientes casi instantáneos incluso proporciona una oportunidad única para evaluar la calidad de la corriente de

- 5 conductor y/o la calidad del voltaje, cuando se proporciona una medición de voltaje suplementaria. La calidad de una corriente o voltaje de un conductor puede definirse como el grado en que la curva de señal resultante se corresponde con la curva sinusoidal ideal. Cuanto más alto sea este grado, mejor, porque una curva no sinusoidal indica pérdidas de potencia u otros problemas en la línea del conductor. En una realización, la unidad detectora está provista de la capacidad de proporcionar una evaluación de una serie de valores instantáneos de corriente y/o voltaje y una correlación con la forma sinusoidal esperada, el sistema indicador puede proporcionar la detección de dichos estados de corriente en dichos uno o más conductores monitorizados.

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de corriente de CA (22; 24; 26) para realizar una medición sustancialmente en tiempo real de la magnitud de corriente eléctrica de CA en un conductor y para generar una señal de onda no eléctrica como salida, comprendiendo dicha señal de onda no eléctrica una serie de impulsos que tienen una frecuencia, que es proporcional a la magnitud de la corriente medida, comprendiendo dicho sensor de corriente:

un medio de respuesta de corriente que comprende un transformador de corriente helicoidal inductivo (2210), adaptado para el montaje adyacente a dicho conductor eléctrico, proporcionando dicho medio de respuesta de corriente potencia eléctrica como corriente de excitación para dicho sensor de corriente;

circuitos sensores (2220) que comprenden circuitos indicadores de nivel de corriente (2222) que comprenden un convertidor de corriente a frecuencia adaptado para proporcionar dicha señal de onda no eléctrica como una señal de pulso de indicación de nivel de corriente sustancialmente en tiempo real (CS_1) que tiene una frecuencia de pulso (Pf_{cs}) que es proporcional a la magnitud de dicha corriente de conductor cuando está dentro de un intervalo de corriente predeterminado ($I_1 - I_2$); y

comprendiendo dichos circuitos sensores (2220) además un medio (2230) para emitir dicha señal de onda no eléctrica como salida,

caracterizado porque dicha señal de onda no eléctrica comprende al menos una señal de indicación de onda no eléctrica en forma de una señal de indicación de polaridad de corriente (POS), y en el que la señal de indicación de polaridad de corriente (POS) indica la polaridad de la corriente eléctrica de CA como dos niveles de intensidad diferentes.

2. El sensor según la reivindicación 1, en el que la frecuencia de impulsos (Pf_{cs}) de dicha señal de pulso de indicación de nivel de corriente (CS_1) se encuentra dentro de un intervalo de frecuencia predeterminado, donde dicho intervalo de frecuencia se selecciona para ser adecuado para la cooperación dentro de un sistema indicador para indicar estados de corriente en dicho conductor, como una condición de cortocircuito.

3. El sensor según la reivindicación 1, en el que dichos circuitos sensores comprenden además: circuitos indicadores de disponibilidad de sensor (2224) adaptados para proporcionar dicha señal de onda no eléctrica como señal de indicación de disponibilidad de sensor (AS) que indica la disponibilidad del sensor, en particular, cuando la corriente del conductor eléctrico está por debajo de dicho intervalo de corriente predeterminado ($I_1 - I_2$);

circuitos de indicación de pérdida de voltaje (2226) para proporcionar una medición de voltaje electrostático de dicho conductor eléctrico y adaptados para proporcionar dicha señal de onda no eléctrica como una señal de indicación de pérdida de voltaje (VLS), cuya presencia indica que el voltaje a través de dicho conductor eléctrico es inferior a un valor de voltaje mínimo predeterminado después de un período de tiempo predeterminado después de que la corriente esté por debajo de dicho intervalo de corriente predeterminado, cuyo período de tiempo predeterminado es preferentemente más corto que el período de la señal de indicación de disponibilidad de sensor, como después de 50 a 500 ms;

circuitos indicadores de dirección de flujo de potencia (2228A) para proporcionar una señal de indicación de ángulo de fase (PAS) y una señal de indicación de polaridad (POS) desde dicho medio para emitir una señal de onda no eléctrica; y

circuitos de indicación de la dirección del flujo de potencia (2228B) para proporcionar una señal de dirección de flujo específica (BS) indicativa de dicha dirección de flujo de potencia desde dicho medio para emitir una señal de onda no eléctrica.

en el que dichos circuitos de indicación de disponibilidad de sensor y dichos circuitos de indicación de pérdida de voltaje están provistos íntegramente para proporcionar al menos dicha señal de indicación de pérdida de voltaje (VLS) en forma de al menos una señal de pulso específica.

4. El sensor según la reivindicación 3, en el que una frecuencia de pulso (Pf_{as}) de dicha señal de indicación de disponibilidad de sensor (AS) está predeterminada y es relativamente baja en comparación con la frecuencia de pulso (Pf_{cs}) de dicha señal de pulso de indicación de nivel de corriente (CS_1), como el intervalo entre una vez por cada décima de segundo y una vez cada diez segundos, preferentemente aproximadamente una

vez por segundo.

5. El sensor según la reivindicación 1, en el que dicho medio para emitir una señal de onda no eléctrica se selecciona de entre uno o más dispositivos para proporcionar todas las señales y/o señales de impulso, como al menos un diodo emisor de luz que produce una señal de onda luminosa como señal de onda no eléctrica.

6. El sensor según cualquiera de las reivindicaciones 5, en el que dicho medio para emitir una señal de onda no eléctrica es un dispositivo para cada señal, en el que la banda y/o amplitud de la frecuencia de onda y/o el ancho y/o altura del impulso de cada señal difiere de los demás.

7. El sensor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes adaptado para:
un conductor eléctrico que es una línea eléctrica de CA en aplicaciones como en una red de distribución de potencia y para una vía ferroviaria; y
captar más de un conductor, por ejemplo, para captar fugas a tierra a cargas eléctricas realizando análisis diferenciales.

8. Un sistema indicador (1) para un conductor eléctrico, que comprende un sensor de corriente de CA (22; 24; 26) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

9. El sistema indicador según la reivindicación 8, que comprende además:
un enlace de comunicación eléctricamente aislado (32; 34; 36) para retransmitir al menos dicha señal de onda no eléctrica desde dicho sensor de corriente; y
una unidad detectora (5) operable para captar al menos la frecuencia de al menos dicha señal de impulso de indicación de nivel de corriente (CS_1) desde dicho sensor de corriente y traducirla a un valor de corriente sustancialmente instantánea para su aplicación para determinar diferentes estados de conductor, como el valor de corriente instantánea, la aparición de cortocircuitos, cortes de retransmisión, sobrecargas de potencia y similares.

10. Sistema indicador según las reivindicaciones 8 y 9, que comprende además:
un medio de medición de voltaje (40; 2240) para realizar una medición de voltaje a través de dicho conductor eléctrico;
un medio de umbral de voltaje operable para determinar si el voltaje medido por dicho medio de medición de voltaje (40; 2240) está por debajo de un umbral de voltaje predeterminado (V_{min}) después de un período de tiempo predeterminado (t_1) después de que un medio de umbral de corriente haya realizado una determinación positiva, en el que dicho medio de medición de voltaje y dicho medio de umbral de voltaje están provistos íntegramente dentro de dicho sensor de corriente que tiene circuitos de pérdida de voltaje;

un medio de umbral de corriente, que comprende un dispositivo de ajuste de la corriente de entrada ajustable (552), operable para determinar si la corriente correspondiente a la frecuencia de dicha señal de impulso de corriente (CS) está por encima de un umbral de corriente predeterminado (I_{max});

un medio de indicación de cortocircuitos (532; 534; 536), que comprende al menos un diodo emisor de luz (523; 534; 536), operable para indicar que ha ocurrido un cortocircuito en dicho conductor eléctrico con base en dicha determinación de corriente o cuando dicho medio de umbral de voltaje ha hecho una determinación positiva;

una fuente de alimentación sustancialmente continua para la unidad detectora (5), cuando está en funcionamiento;

un medio de reinicio del indicador (560) que comprende un medio (570) que permite un reinicio remoto;

un sensor de temperatura;

un medio de visualización de disponibilidad de sensor (540), que es operable, en particular, cuando dicha corriente de conductor está por debajo de dicho intervalo de corriente predeterminado (I_1 , I_2); y

un medio de visualización de nivel de corriente y un medio de visualización de dirección de potencia.

11. El sistema indicador según la reivindicación 9, en el que dicha unidad detectora (5) está:
situada a distancia respecto a dicho sensor de corriente (22; 24; 26); o
5 provista íntegramente con dicho sensor de corriente (22, 24, 26).
12. El sistema indicador según la reivindicación 9, en el que dicha unidad de detección (5) proporciona dicha corriente correspondiente a la frecuencia de dicha señal de impulso de corriente como una corriente media o
10 valor RMS traducidos a partir de una serie de impulsos proporcionados continuamente para reflejar la corriente a tiempo real.
13. El sistema indicador según la reivindicación 9, en el que dicha unidad detectora (5) comprende: dicho sensor de temperatura, y un medio de visualización y/o medio de retransmisión para la indicación remota de una
15 corriente y/o voltaje medidos y/o un ángulo de fase y/o calidad y/o polaridad de corriente y/o y/o voltaje y/o potencia y/u otro valor determinado basado en cualquiera de los parámetros mencionados.
14. Un sistema indicador según la reivindicación 10, en el que dicho medio de indicación de cortocircuitos se proporciona además de forma remota respecto a dicha unidad detectora (5) para una indicación remota de uno o
20 más estados de corriente, como un cortocircuito, por ejemplo, que comprende un módulo de interfaz digital (580) para la comunicación con un PC remoto para la visualización de dicho estado de corriente, como una condición de cortocircuito, y/u otros parámetros.
15. El sistema indicador según la reivindicación 10, en el que dicho medio de umbral de corriente
25 comprende además un dispositivo de ajuste de corriente de entrada ajustable, como uno o más interruptores DIP (552) o potenciómetros, para ajustar la corriente de entrada para proporcionar dicho valor de umbral de corriente, y en el que dicho dispositivo de ajuste de umbral de corriente ajustable está provisto de medios (580) para un ajuste remoto del umbral de corriente ajustable.

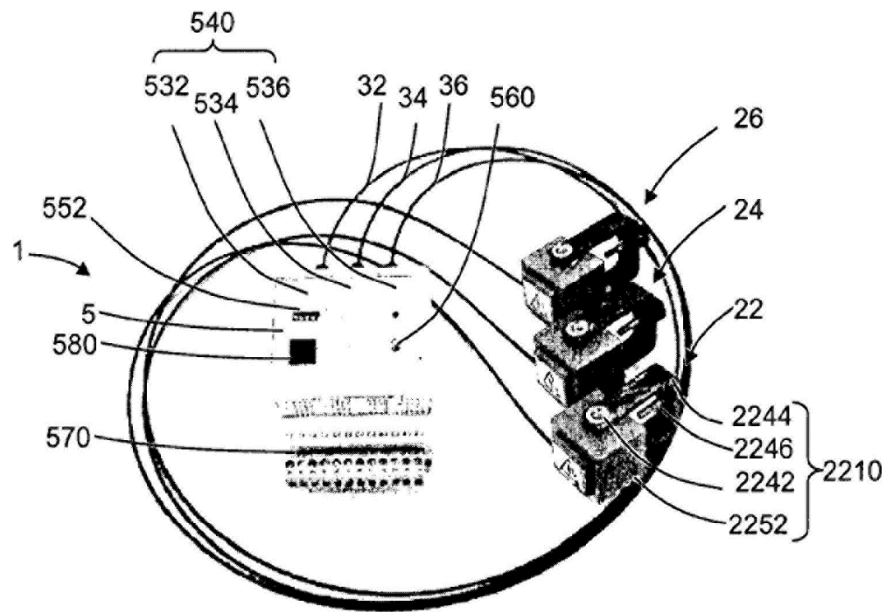


Fig. 1

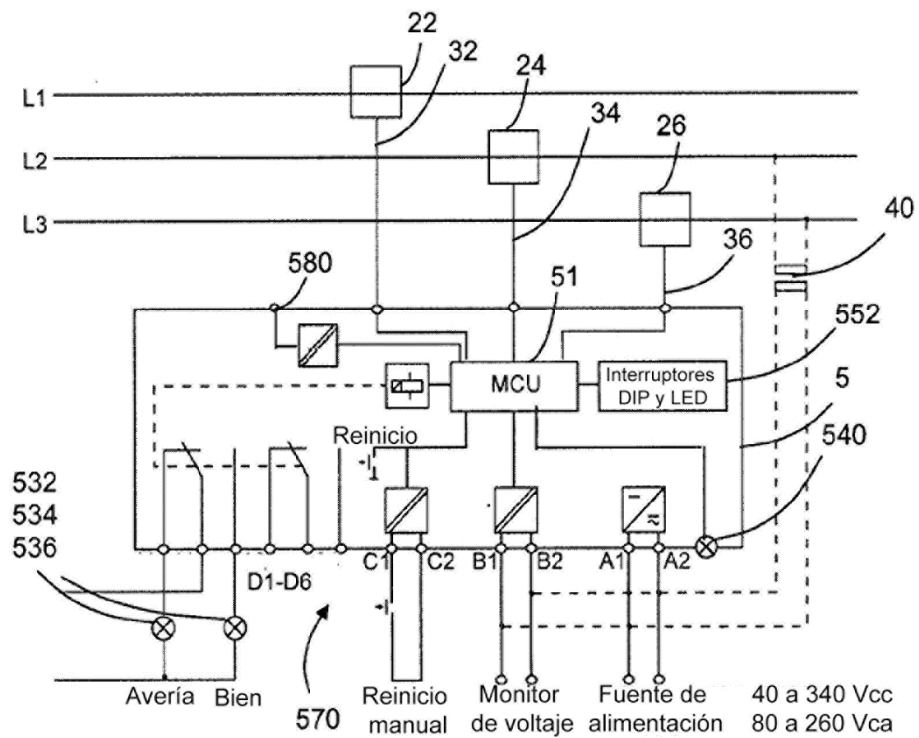


Fig. 2

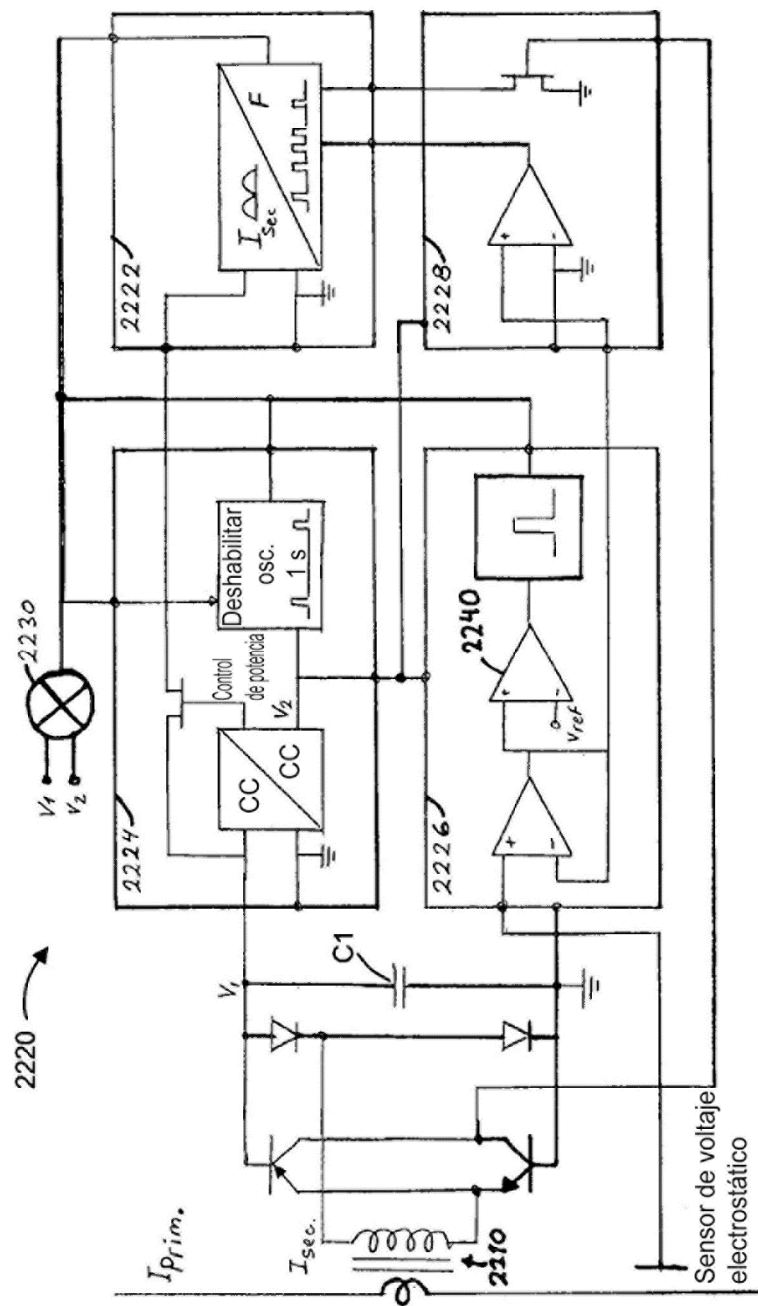


Fig. 3

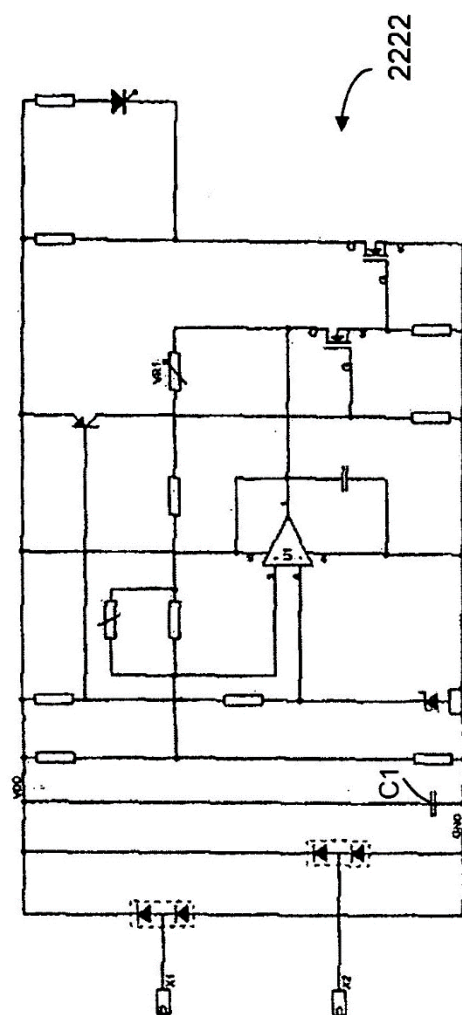


Fig. 4

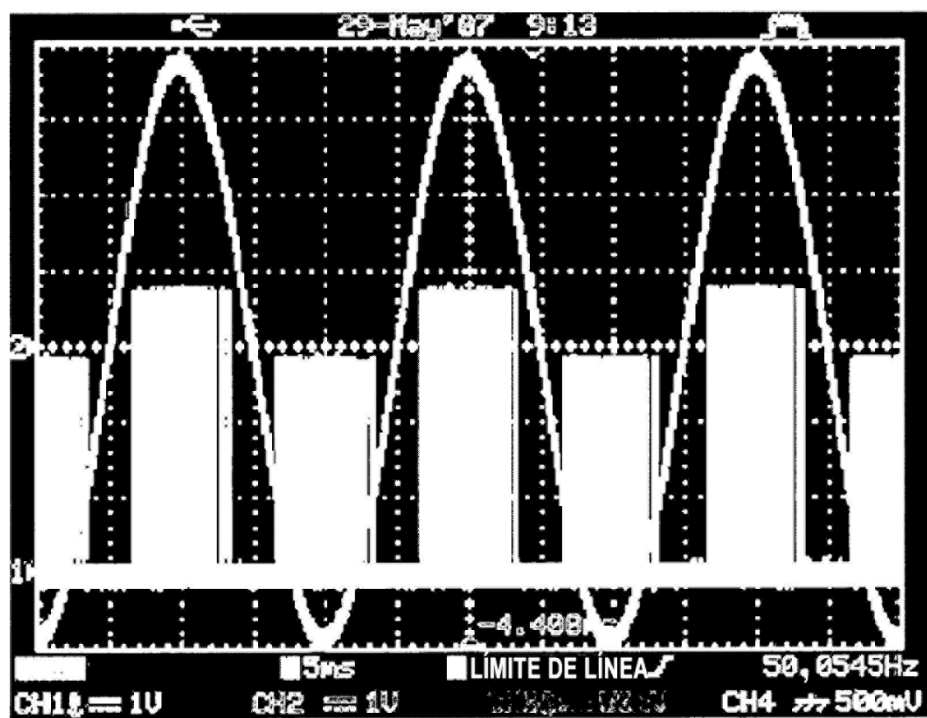


Fig. 5A

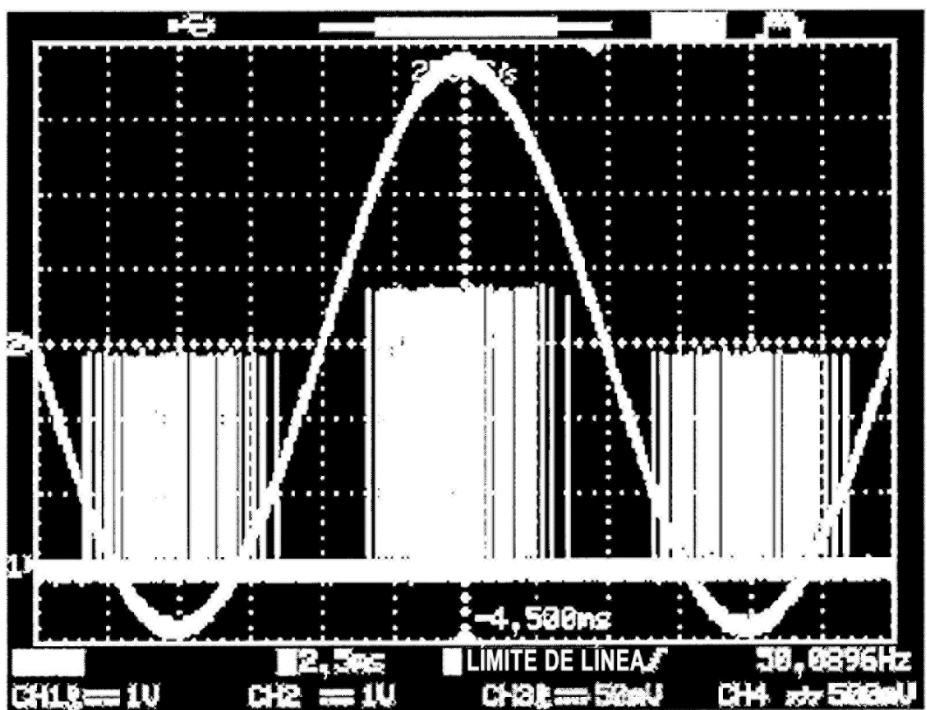


Fig. 5B

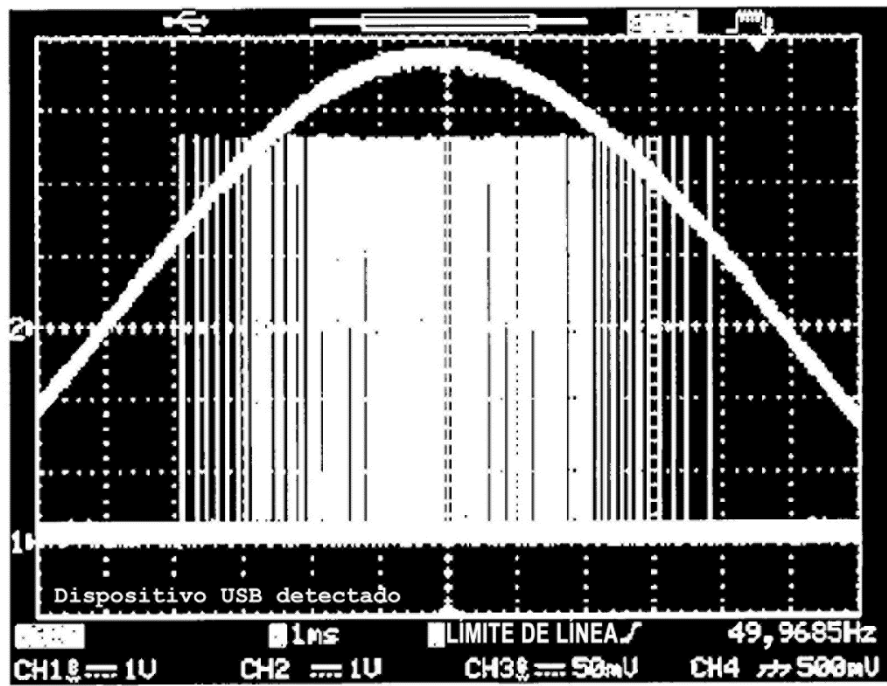


Fig. 5C

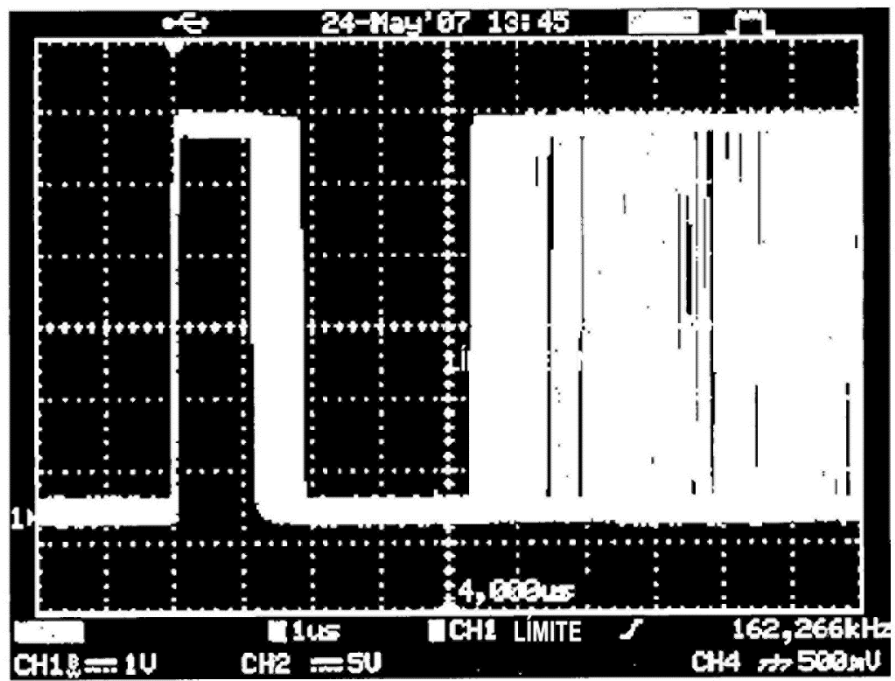


Fig. 5D

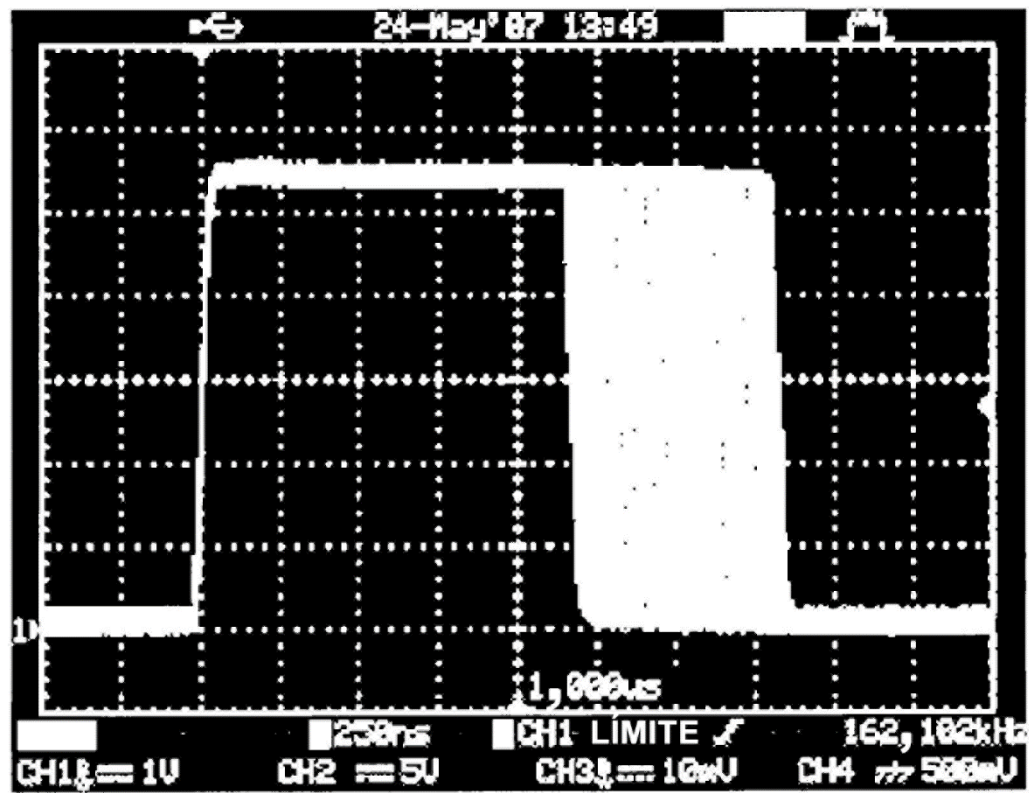


Fig. 5E