

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 845**

51 Int. Cl.:

H02H 3/33 (2006.01)

H02H 3/00 (2006.01)

H02H 3/16 (2006.01)

G01R 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2004 E 14175942 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015 EP 2802051**

54 Título: **Enfoque basado en un microcontrolador de sensor único para interruptores de circuito de fallo de conexión a tierra**

30 Prioridad:

16.10.2003 US 687068

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

23.02.2016

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC USA, INC. (100.0%)
200 N. Martingale Road, Suite 1000
Schaumburg, IL 60173, US**

72 Inventor/es:

**REID, PAUL A.;
GASS, RANDALL J. y
MEEHLEDER, STEVE M.**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 560 845 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

Enfoque basado en un microcontrolador de sensor único para interruptores de circuito de fallo de conexión a tierra

5 Antecedentes de la invención

Los diseños existentes para dispositivos de protección de fallo de conexión a tierra, tales como disyuntores y cajas eléctricas, típicamente utilizan un circuito analógico y dos sensores de corriente para cumplir los requisitos de UL 943. Se requiere un sensor para detectar la característica de desequilibrio de corriente de un fallo de conexión a tierra, y un se utiliza segundo sensor como parte de un circuito oscilador latente para detectar un estado de conexión a tierra que puede degradar la capacidad de detección de defectos de conexión a tierra. Estos sensores tienen que ser de gran precisión en una amplia gama de temperaturas y presentar una baja varianza entre las partes ya que el circuito analógico ofrece poca compensación o capacidades de calibración. Además, el enfoque analógico puede no funcionar bien si la alimentación es discontinua dado que no está disponible ninguna función de memoria no volátil.

15 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En resumen, la presente invención utiliza la combinación de un único sensor de corriente de bajo coste y un microcontrolador pequeño de bajo coste, diseñados para utilizarse formando parte de un disyuntor o una caja eléctrica para fallos de conexión a tierra para cumplir todos los requisitos de UL 943 a la vez que se tratan los problemas de los diseños existentes.

De acuerdo con la invención, el coste se reduce en comparación con el enfoque de dos sensores combinando las funciones de detección de defectos de conexión a tierra y la detección tierra-neutro en un sensor.

25 De acuerdo con la invención, un esquema simple de medición y compensación de la temperatura para corregir defectos de linealidad con la temperatura permite diseñar el sensor para utilizar materiales de bajo coste y un proceso de fabricación simple.

30 La presente invención utiliza un dispositivo programable que prevé una calibración por software durante el proceso de montaje electrónico para superar la variancia entre partes en la circuitería del sensor. Esto permite un mayor rango de tolerancias aceptables para los componentes del circuito de detección y reduce la cantidad de material de componentes rechazados.

35 De acuerdo con la presente invención, se dispone una función de memoria analógica para reanudar una condición de disparo del circuito en un fallo detectado si se pierde temporalmente la alimentación antes de que el circuito de disparo tenga tiempo para activarse. Esta característica permite que el circuito de la presente invención funcione desde una fuente de alimentación rectificada de media onda u otra discontinua.

40 La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos:

45 La figura 1 es un diagrama esquemático de un interruptor de circuito de fallo de conexión a tierra como ejemplo de la invención,

La figura 2 es un diagrama de temporización que ilustra el uso del condensador de la memoria en el circuito de la figura 1,

50 La figura 3 es una serie de formas de onda que ilustra la detección de fallo de conexión a tierra con una fuente de alimentación de media onda,

La figura 4 es una serie de formas de onda que ilustra la detección de fallo de conexión a tierra con una fuente de alimentación de onda completa,

Las figuras 5a y 5b ilustran la detección de un estado en el que no existe tierra-neutro, y

55 Las figuras 6a y 6b ilustran la detección de un estado tierra-neutro.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN ILUSTRADA

Haciendo referencia ahora a los dibujos, e inicialmente a la figura 1, se dispone un circuito 10 de un interruptor de circuito de fallo de conexión a tierra (GFCI) basado en un microcontrolador para detectar estados de fallo de conexión a tierra y tierra-neutro en los conductores de línea 30 y neutro y 32, respectivamente, utilizando un único transformador de corriente T1 como sensor.

ES 2 560 845 T3

El microcontrolador digital U1 es un dispositivo tal como el microcontrolador PIC12CE673, o un procesador de señal digital o un dispositivo ASIC, con características como: RAM incorporada, una memoria no volátil, un temporizador interno, un convertidor analógico a digital (A/D) interno y puertos analógicos y digitales.

5 La alimentación de CC para el circuito GFCI 10 se suministra desde un circuito de alimentación 20, que obtiene la energía de los conductores de línea y neutro 30 y 32, y un circuito de referencia 22 que produce los niveles de tensión requeridos de CC regulada. La fuente de alimentación completa consiste en un solenoide de disparo L1, un varistor MOV1, un rectificador CR1, un condensador C1, una resistencia de caída R1, una cadena de diodos CR2-CR5, un diodo de referencia CR6, y un condensador de salida C3. El solenoide de disparo L1, el condensador C1 y el varistor MOV1 realizan filtrado de entrada y limitación de sobretensión. El solenoide de disparo L1 sirve para múltiples funciones, proporcionando filtrado de entrada, es decir, una impedancia en serie para supresión de sobretensión y ruido, así como un medio para abrir los contactos principales (no mostrados) en un fallo de cortocircuito en la fuente de alimentación o para la función de disparo pretendida en caso de detectarse un estado de fallo de conexión a tierra o tierra-neutro. El rectificador CR1 rectifica la corriente alterna de entrada, y el condensador C1 proporciona almacenamiento de energía adicional y supresión de transitorios de alta frecuencia. La resistencia de caída de tensión R1 tiene el tamaño adecuado para mantener una corriente suficiente para polarizar directamente la cadena diodos CR2-CR6 en el circuito de referencia de tensión 22, además de proporcionar la corriente de funcionamiento deseada para el circuito a la tensión de entrada mínima. El nivel de tensión de CC necesaria para el funcionamiento del microcontrolador y otros circuitos lo regula la cadena de diodos CR2-CR6. CR6 y C3 proporcionan una tensión de referencia necesaria para el funcionamiento estable del circuito de detección 24. El condensador C3 proporciona una pequeña cantidad de almacenamiento de energía en estados transitorios. La salida Vref regulada está disponible en un rango de entrada de ~66 a ~132 VAC. La tensión de salida Vref y el rango de entrada pueden regularse variando valores de componentes, tal como es bien conocido por los expertos en la materia.

25 Un condensador C2 y un rectificador controlado de silicio (SCR) Q1 realizan una función de disparo. Cuando el microcontrolador U1 detecta un fallo, se establece el pin de "disparo" de la salida digital del microcontrolador U1, lo que activa el SCR Q1 y crea una trayectoria de corriente a través del solenoide L1, el rectificador CR1 y el SCR Q1. La corriente resultante se encuentra a un nivel suficiente para activar el solenoide de disparo L1 y abrir los contactos principales (no mostrados). El condensador C2 proporciona supresión de ruido para la puerta del SCR Q1 y almacena tensión durante la operación de disparo para mantener el estado "activado" del Q1 durante un período de tiempo mayor.

Un circuito de prueba manual 18 consiste de un pulsador de prueba PTT manual y un par de resistencias R11 y R12. Al pulsar el pulsador PTT se produce un paso de corriente suficiente para provocar que el circuito GFCI 10 detecte un fallo y utilice la función de disparo para abrir los contactos principales (no mostrado).

40 El circuito de detección de corriente 24 consiste en un transformador de corriente T1 conectado a un conductor de línea 30 y un conductor neutro 32 y un circuito amplificador compuesto de un amplificador operacional U2 y un par de resistencias R7 y R8. Un circuito divisor resistivo de tensión de polarización formado por un par de resistencias R3 y R4 establece una tensión de circuito que es 1/2 de Vref. Esto asegura que el nivel "cero" de la salida del circuito de detección 24 se encuentre a la mitad entre los carriles de la entrada A/D del microcontrolador U1 para facilitar la detección de envolvente.

45 La permeabilidad del transformador de corriente T1 se ve afectada por variaciones de la temperatura ambiental que preferiblemente se compensan para niveles umbral de fallo de conexión a tierra y tierra-neutro.

50 Un circuito detector de temperatura opcional 26 utiliza la tensión de base a emisor de un pequeño transistor de unión bipolar de señal pequeña Q3 para proporcionar una lectura de los estados de temperatura ambiente cerca del transformador de corriente T1. La corriente de polarización de unión del transistor Q3 la establece la resistencia R13 conectada a la tensión de alimentación de referencia Vref. La tensión de referencia Vref y la tensión en la base del transistor Q3 son muestreadas por el microcontrolador U1, y el valor muestreado se utiliza para ajustar el valor umbral de fallo de conexión a tierra y el valor de referencia de detección tierra-neutro para compensar cambios en el rendimiento del transformador de corriente T1 sobre la temperatura.

55 Durante el proceso de fabricación el microcontrolador puede programarse para calcular los valores umbral de fallo de conexión a tierra y tierra-neutro a una temperatura determinada y guardar los valores umbral en una memoria no volátil. A continuación, se describe otro procedimiento de compensación de temperatura con referencia a las figuras 5 y 6.

60 Un circuito de memoria a corto plazo analógico 28 consiste en un condensador C6, una resistencia de carga R9 y una resistencia de descarga R10. El microcontrolador U1 utiliza un pin bi-direccional *Mem_cap* como entrada analógica para leer la tensión del circuito de memoria 28 y como salida digital para cargar el condensador C6 del

circuito de memoria 28. Si se detecta un fallo, el software que se ejecuta en el microcontrolador U1 provoca que se coloque una carga en el condensador C6. Si se pierde la alimentación antes de que el solenoide de disparo pueda abrir los contactos, la memoria de disparo (es decir, la tensión en el condensador C6) se mantendrá durante un corto espacio de tiempo y producirá la reactivación de la función de disparo (por el microcontrolador U1) tras la reanudación de la tensión de alimentación. El circuito de memoria 28 permite que el circuito GFCI 10 funcione desde una fuente de alimentación rectificadora de media onda u otra discontinua.

Haciendo ahora referencia a la figura 2, el diagrama de temporización muestra el uso de un circuito de memoria analógico 28 durante el funcionamiento normal (sin fallo detectado), para fines de temporización para determinar cuándo ejecutar los controles tierra-neutro y fallo de conexión a tierra. El circuito de memoria 28 permite la temporización de controles tierra-neutro para que siga siendo consistente incluso si se utiliza una alimentación rectificadora de onda media (discontinua). Cuando la tensión del circuito de memoria alcanza el estado casi descargado, el microcontrolador U1 carga el condensador C6 a un nivel de tensión menor que la cantidad requerida para indicar un disparo pendiente, tal como se ha descrito anteriormente y ejecuta un modo de detección de fallos de conexión a tierra continuo durante el intervalo de tiempo hasta que el condensador de tensión C6 alcanza de nuevo el estado casi descargado. Cuando la tensión del circuito de memoria 28, muestreado por el microcontrolador U1, alcanza el estado casi descargado, se realiza un control tierra-neutro durante el intervalo de tiempo o intervalo de espacio. Este ciclo ocurre unas pocas veces por segundo tal como se ilustra, y puede ajustarse variando los valores del condensador de la memoria C6 y la resistencia de descarga R10.

Volviendo ahora a la figura 3, se ilustra la operación de detección de defectos de conexión a tierra desde la activación hasta el disparo de un circuito en base a una fuente de alimentación rectificadora de media onda. En 100a la fuente de alimentación se pone en marcha, y en 102 el microcontrolador U1 se inicializa y se lee el condensador de la memoria C6 para determinar si existe una condición de disparo que no se ha cumplido de un ciclo anterior tal como se ha mencionado anteriormente. En 104, la función de detección de fallo de conexión a tierra activa el interruptor Q2, colocando la resistencia de carga de baja impedancia R6 en el circuito a través del secundario de T1. El amplificador operacional U2 amplifica la tensión a través de la resistencia R6 a un nivel que permite que el convertidor A/D del microcontrolador U1 lea una corriente de fallo de conexión a tierra 5 mA. Los resultados se comparan en un software a un valor umbral de referencia de fallo de conexión a tierra para determinar si se ha sobrepasado el umbral de disparo, lo que indica un fallo. Si existe un fallo, entonces en 106 el condensador de la memoria C6 se carga para indicar una condición de disparo pendiente, y en 108a se activa la función de disparo en un intento de producir un disparo del circuito en el tiempo restante. Sin embargo, en 110 la fuente de alimentación de media onda se desconecta. En 100b la fuente de alimentación se inicia de nuevo, y el microprocesador U1 se reinicia en 102b, pero la carga en el condensador de la memoria C6 indica una condición de disparo pendiente, de modo que la función de disparo se activa en 108b para producir un circuito de disparo inmediato.

Quando se alimenta continuamente con una fuente de alimentación de onda completa, como en la figura 4, el disparo del circuito puede producirse más rápidamente dado que hay energía disponible también para activar la función de disparo durante el ciclo medio negativo. Utilizando una fuente de alimentación de onda completa, los ciclos de inicio 100 y 102 de la figura 3 se realizan solamente una vez durante el encendido/restablecimiento, y no se muestran en la figura 4. Durante la detección de fallo de conexión a tierra, el microcontrolador U1 activa el interruptor Q2, colocando la resistencia de carga de baja impedancia R6 en el circuito a través del secundario de T1. El amplificador operacional U2 amplifica esta señal a un nivel que permite que el convertidor A/D del microcontrolador U1 lea una corriente de fallo de conexión a tierra de 5 mA. Los resultados se comparan en un software a un valor umbral de referencia de fallo de conexión a tierra para determinar si el umbral de disparo ha sido sobrepasado. Si existe un fallo, entonces el condensador de la memoria 106 se carga para indicar una condición de disparo pendiente, y en 108 la función de disparo se activa para producir un disparo del circuito inmediato. En caso de que el circuito de línea principal se interrumpa antes de que el circuito haya sido disparado, la función de la memoria puede ayudar, durante un corto espacio de tiempo, a realizar el disparo inmediatamente tras la restauración de energía.

Volviendo ahora a las figuras 5-6, se ilustran formas de onda de la salida del circuito de detección de corriente 24 para el funcionamiento de la función de detección tierra-neutro cuando no existe ningún estado tierra-neutro y cuando hay presente tierra-neutro de 1-Ohm, respectivamente.

Quando la tensión en el condensador de la memoria C6 alcanza el estado casi descargado se entre un modo de detección tierra-neutro. Esto se produce cuando el circuito se activa por primera vez y cada pocos cientos de milisegundos después de ello, tal como determina el circuito de memoria 28 tanto para alimentación de onda completa como de media onda. En un modo de detección tierra-neutro, el interruptor Q2 se desactiva mediante la salida de *Ping* del microcontrolador U1, que cambia el voltaje de puerta del interruptor Q2 de alto a bajo y genera una perturbación en el secundario del transformador de corriente T1 a través del condensador C5. Con R6 desconectada del circuito, el secundario del transformador T1 y el condensador C4 pueden resonar con una pequeña amortiguación proporcionada por la resistencia de carga de alta impedancia R5, tal como se muestra en la figura 5b. Un estado tierra-neutro varía la impedancia del devanado secundario del transformador T1 y amortigua

considerablemente las oscilaciones, tal como se muestra en la figura 6b. La envolvente o amplitud pico a pico de la forma de onda oscilatoria amortiguada a medida que varía con el tiempo es amplificada por el amplificador operacional U2 y medida por la entrada A/D del microcontrolador U1 después de un retardo predeterminado.

- 5 La amplitud pico a pico de la forma de onda, o envolvente, medida por el microcontrolador U1 se compara con un umbral guardado para un estado tierra-neutro. Si la amplitud pico a pico es mayor que el umbral, entonces la impedancia primaria se encuentra por encima del nivel umbral tierra-neutro, por ejemplo $> 2,5$ Ohms. En este caso, el condensador de la memoria C6 se carga durante el siguiente intervalo de tiempo, la resistencia de carga de baja impedancia R6 cambia de nuevo al circuito mediante el interruptor Q2, y el programa de software inicia el control de
- 10 un estado de fallo de conexión a tierra. Si la amplitud pico a pico medida es inferior a un valor umbral tierra-neutro, entonces, existe un estado tierra-neutro, el condensador de la memoria C6 se carga para indicar una condición de disparo pendiente y la función de disparo se activa. La figura 6b ilustra el efecto de amortiguación de un estado tierra-neutro 34 producida por una conexión tierra-neutro de 1-Ohm, lo que hace que la envolvente de la forma de onda oscilatoria decaiga rápidamente, en comparación con la envolvente ilustrada en la figura 5b, donde no hay
- 15 ningún estado tierra-neutro.

Las oscilaciones amortiguadas mencionadas anteriormente pueden expresarse en forma de ecuación exponencial multiplicada por una senoide de la siguiente manera:

$$A \sin(\omega t) \times e^{-\alpha t}$$

20

'A' representa la amplitud inicial de la senoide, ω representa la frecuencia de oscilación, τ representa el tiempo, y α es el factor de decaimiento. Este α es la combinación de los elementos que provocan que la oscilación decaiga. La resistencia neutro a tierra está directamente relacionada con este α . A medida que la resistencia neutro a tierra se reduce, α aumenta, provocando que el decaimiento sea más rápido. Para determinar la presencia de un valor

25 predeterminado de la resistencia neutro a tierra, este parámetro α puede calcularse o estimarse mediante una serie de procedimientos. Cada procedimiento ofrece ventajas y compromisos en términos de requerimientos de procesamiento y susceptibilidad al ruido. Una vez que se ha estimado, la estimación puede compararse con un valor de consigna para la detección de un fallo tierra-neutro. Cada uno de los siguientes procedimientos puede implementarse solamente con el valor positivo, el negativo o ambos o los absolutos de los ciclos de oscilación. Estos

30 procedimientos se describen a continuación:

Procedimiento 1: Envolvente de picos - Observando que la forma de la expresión que describe la oscilación que decae contiene una senoide y una función exponencial, este procedimiento intenta encontrar la función exponencial envolvente. Los picos de la oscilación se encuentran por muestreo de la señal a alta velocidad. Esta

35 amplitud pico a pico puede medirse para determinar la envolvente de la forma de onda. La envolvente medida en un instante específico desde el inicio de la forma de onda oscilatoria puede utilizarse para medir la velocidad de decaimiento de la función exponencial.

Procedimiento 2: Envolvente polinómica de picos - Este procedimiento es como el procedimiento 1, pero utiliza una

40 estimación de segundo orden de la función en forma $y = Ax^2 + Bx + C$. A se utiliza para estimar α . Podría utilizarse también una polinómica de múltiples órdenes.

Procedimiento 3: Estimación envolvente lineal - Este procedimiento es también como el procedimiento 1 excepto que se encuentra un ajuste lineal de los valores pico. La pendiente resultante de la línea de regresión se utiliza para

45 estimar α .

Procedimiento 4: Área de Ciclos - Este procedimiento es como el procedimiento 1 pero utiliza una estimación del área que hay por debajo de la forma de onda de la señal en lugar de valores pico. Los puntos resultantes se ajustan a un modelo. El parámetro A de este modelo se utiliza para estimar α . Este procedimiento podría utilizar un modelo

50 exponencial, lineal o polinómico como en los procedimientos 1, 2 o 3 anteriores.

Procedimiento 5: Pendiente de ciclo medio - Este procedimiento estima la pendiente del borde frontal o posterior de un ciclo medio midiendo dos o más puntos. Las decisiones basadas en los parámetros podrían ser la pendiente del medio ciclo N, donde N es 1, 2, 3, 4 ...

55

Procedimiento 6: Función de pendiente de ciclos medios - Este procedimiento requiere el cálculo de la pendiente de M ciclos medios y después el uso de un parámetro tal como la pendiente de las pendientes de M ciclos medios resultantes.

60 Procedimiento 7: Umbral en la pendiente de ciclos medios - Este procedimiento requiere calcular la pendiente de M ciclos medios y después a utilizar un umbral para contar el número de ciclos medios por encima de un umbral

preseleccionado. El número de ciclos medios con una pendiente por encima del umbral se utiliza como parámetro de decisión.

5 Procedimiento 8: Recuento de picos por encima de un umbral - Se controla un número fijo de ciclos medios o un período del temporizador fijo. Durante este tiempo se cuenta el número de ciclos medios que cruzan por encima de un umbral preseleccionado. Se utiliza un parámetro de decisión basado en el número de picos por encima del umbral.

10 De acuerdo con otra realización de la presente invención, el efecto de la temperatura sobre el rendimiento del transformador de corriente T1 puede determinarse, durante la detección de fallo tierra-neutro, midiendo la frecuencia de la forma de onda oscilatoria amortiguada del transformador de corriente T1. Midiendo la frecuencia de resonancia con un valor de capacitancia conocido, las variaciones en la frecuencia pueden relacionarse directamente con variaciones en la inductancia del transformador de corriente T1. Un cambio en la inductancia es una indicación directa de un cambio en la permeabilidad en el material del núcleo del transformador y también se refiere a las características de salida del transformador de corriente T1.

20 De acuerdo con una realización de la presente invención, el microcontrolador se programar, durante el proceso de fabricación, a una temperatura de referencia, para iniciar la producción de una forma de onda oscilatoria amortiguada para producir un valor de frecuencia de referencia, y guardar el valor de frecuencia de referencia en una memoria permanente. El valor de la frecuencia de referencia obtenido está relacionado directamente con la inductancia del transformador de corriente T1 a una temperatura de referencia. Durante el funcionamiento normal, el valor de la frecuencia de referencia se compara con una frecuencia resonante medida operacionalmente, para calcular valores umbral fallo de conexión tierra y tierra-neutro modificados para utilizarlos en el proceso de detección de fallos. De este modo, los cambios en el rendimiento del transformador de corriente T1, en un rango de temperaturas, pueden realizarse por observación de una frecuencia de resonancia en lugar de un circuito de detección de temperatura opcional 26.

30 De acuerdo con una implementación de ejemplo, el sistema basado en un microcontrolador para detectar fallos de conexión a tierra y estados conexión a tierra-neutro en un sistema de distribución de corriente eléctrica que tiene conductores de línea y neutro comprende un circuito de detección que contiene un único transformador de corriente que produce una señal de salida sensible al paso de corriente tanto en conductores de línea como neutro del sistema de distribución de corriente eléctrica y un microcontrolador que recibe dicha señal de salida del sensor e inicia la generación de una señal de disparo tras la detección de dicho fallo de conexión tierra y dicho estado de conexión a tierra-neutro en el citado sistema de distribución de corriente. El microcontrolador está programado para utilizar dicha señal de salida del sensor para detectar estados de fallo de conexión a tierra durante intervalos de tiempo separados, y para utilizar dicha señal de salida del sensor para detectar un estado de conexión a tierra-neutro durante intervalos de tiempo intermedios entre dichos intervalos de tiempo separados. El sistema comprende, además, un interruptor de circuito para interrumpir el paso de corriente en el sistema de distribución de corriente en respuesta a la señal de disparo, y un circuito de memoria analógica operable con suministros de corriente tanto de onda completa como de onda media para proporcionar una función de temporización para controlar los intervalos de tiempo separados y los intervalos de tiempo intermedios, y una función de memoria establecida en respuesta a la detección de un fallo de conexión a tierra o un estado de conexión a tierra-neutro para reanudar un disparo del circuito si temporalmente se pierde alimentación antes de que se active dicho interruptor del circuito.

45 De acuerdo con todavía otra implementación de ejemplo, un procedimiento para detectar un fallo de conexión a tierra y estados de conexión a tierra-neutro en un sistema de distribución de corriente eléctrica que tiene conductores de línea y neutro, comprende las etapas de producir una señal con un único transformador de corriente, sensible al paso de corriente tanto en conductores de línea como neutro del sistema de distribución de corriente eléctrica, suministrar dicha señal a un microcontrolador que está programado para utilizar dicha señal para detectar un fallo de conexión a tierra o estados de conexión a tierra-neutro en dicho sistema de distribución de corriente e iniciar la generación de una señal de disparo después de la detección de dicho fallo de conexión a tierra o estado de conexión a tierra-neutro, interrumpir el paso de corriente en dicho sistema de distribución de corriente en respuesta a dicha señal de disparo, y utilizar una memoria analógica para proporcionar una función de temporización para controlar intervalos para analizar un fallo de conexión a tierra o estados de conexión a tierra-neutro, y una función de memoria establecida en respuesta a la detección de un fallo de conexión a tierra o un estado de conexión a tierra-neutro para reanudar un estado de disparo si temporalmente se pierde alimentación antes de que se interrumpa dicho flujo de corriente en dicho sistema de distribución de corriente.

60 De acuerdo con una realización de la presente invención, se dispone un sistema basado en un microcontrolador para detectar fallos de conexión a tierra y estados tierra-neutro en un sistema de distribución de corriente eléctrica que tiene conductores de línea y neutro, que comprende un circuito de detección que contiene un único transformador de corriente que varía de manera no lineal con la temperatura, que produce una señal de salida sensible al paso de corriente tanto en los conductores de línea como neutro del sistema de distribución de corriente

- eléctrica, un microcontrolador que recibe dicha señal de salida del sensor y que inicia la generación de una señal de disparo al detectar dicho de fallo de conexión a tierra o dicho estado de conexión a tierra-neutro en el citado sistema de distribución de corriente, y una memoria no volátil asociada a dicho microcontrolador. El microcontrolador se programa durante la fabricación para recibir dicha señal de salida del sensor a una temperatura determinada, y
- 5 calcular un valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado en base a dicha salida del sensor y guardar dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado en la citada memoria no volátil, y calcular un valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado en base a dicha salida del sensor y guardar dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado en dicha memoria no volátil.
- 10 De acuerdo con una realización de la presente invención, se dispone un procedimiento de detección de fallo de conexión a tierra y estados de conexión a tierra-neutro en un sistema de distribución de corriente eléctrica que tiene conductores de línea y neutro, que comprende las etapas de producir una señal con un único transformador de corriente, que varía de manera no lineal con la temperatura, que es sensible al paso de la corriente tanto en los conductores de línea como neutro de dicho sistema de distribución de corriente eléctrica, y enviar dicha señal a un
- 15 microcontrolador. El microcontrolador se programa durante la fabricación para recibir dicha señal a una temperatura de referencia y calcular un valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado en base a dicha temperatura de referencia, y guardar dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado en una memoria no volátil asociada a dicho microcontrolador, y recibir dicha señal a una temperatura de referencia y calcular un valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado en base a dicha referencia de temperatura, y guardar dicho valor umbral
- 20 de conexión a tierra-neutro predeterminado en una memoria no volátil asociada a dicho microcontrolador.

Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones y aplicaciones particulares de la presente invención, debe entenderse que la invención no se limita a la configuración y composiciones precisas que se describen aquí y que diversas modificaciones, cambios y variaciones pueden ser evidentes a partir de las descripciones anteriores sin

25 apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema basado en un microcontrolador (10) para detectar estados de fallo de conexión a tierra y conexión a tierra-neutro de un sistema de distribución de corriente eléctrica que tiene conductores de línea (30) y neutro (32),
5 que comprende:
- un circuito de detección (24) que contiene un único transformador de corriente (T1) que produce una señal de salida sensible al paso de corriente tanto en conductores de línea como neutro del sistema de distribución de corriente eléctrica, presentando dicho transformador de corriente una inductancia que varía con la temperatura, caracterizado
10 por el hecho de que el sistema comprende, además:
- un circuito de detección de temperatura ambiente situado próximo a dicho transformador de corriente, capaz de producir una tensión que varía de manera lineal con condiciones de temperatura ambiente,
- 15 un microcontrolador programable (U1) que tiene un valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado y un valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado guardados en una memoria no volátil, estando programado dicho microcontrolador para
- calcular un valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado en base a dicho valor umbral de fallo de conexión a
20 tierra predeterminado y la salida de dicho circuito de detección de temperatura ambiente,
- calcular un valor umbral conexión a tierra-neutro modificado en base a dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado y la salida de dicho circuito de detección de temperatura ambiente,
- 25 utilizar dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado para detectar un estado de fallo de conexión a tierra,
- utilizar dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro modificado para detectar un estado de conexión a tierra-neutro, e
30
- iniciar la generación de una señal de disparo (Trip) tras la detección de dicho fallo de conexión a tierra o dicho estado de conexión a tierra-neutro en dicho sistema de distribución de corriente, y
- un interruptor de circuito para interrumpir el paso de corriente en dicho sistema de distribución de corriente en
35 respuesta a dicha señal de disparo.
2. Sistema basado en un microcontrolador (10) para detectar estados de fallo de conexión a tierra y conexión a tierra-neutro de un sistema de distribución de corriente eléctrica que tiene conductores de línea (30) y neutro (32), que comprende:
- 40 un circuito sensor (24) que proporciona una señal de salida, caracterizado por el hecho de que dicho circuito sensor contiene
- un transformador de corriente (T1) que tiene una inductancia que varía con la temperatura y un circuito resonante (C4, R5), comprendiendo el sistema microcontrolador, además:
- 45 un microcontrolador programable (U1) que contiene un valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado y un valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado guardados en una memoria no volátil, estando programado dicho microcontrolador para
- 50 iniciar una señal "ping" (*Ping*) para producir una oscilación resonante de dicho circuito resonante del sensor durante una prueba de conexión a tierra-neutro,
- medir la frecuencia de dicha oscilación resonante para determinar una variación de la inductancia de dicho
55 transformador de corriente,
- calcular un valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado en base a dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado y dicha variación de la inductancia del citado transformador de corriente,
- 60 calcular un valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado en base a dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro y dicha variación de la inductancia del citado transformador de corriente,

ES 2 560 845 T3

utilizar dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado para detectar dicho estado de fallo de conexión a tierra,

5 utilizar dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro modificado para detectar dicho estado de conexión a tierra-neutro, e

iniciar la generación de una señal de disparo (Trip) tras la detección de dicho fallo de conexión a tierra o dicho estado de conexión a tierra-neutro en dicho sistema de distribución de corriente, y

10 un interruptor de circuito para interrumpir el paso de corriente en dicho sistema de distribución de corriente en respuesta a dicha señal de disparo.

3. Procedimiento para detectar estados de fallo de conexión a tierra y conexión a tierra-neutro en un sistema de distribución de corriente eléctrica que tiene conductores de línea (30) y neutro (32), que comprende:

15 producir una señal con un sensor (24), que varía de manera no lineal con la temperatura, sensible al paso de corriente, tanto en los conductores de línea como neutro del sistema de distribución de corriente eléctrica, el procedimiento está caracterizado por el hecho de que comprende, además:

20 producir una lectura de temperatura ambiente de dicho sensor, y

enviar dicha señal a un microcontrolador (U1) que tiene un valor de fallo de conexión a tierra predeterminado y un valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado, estando programado dicho microcontrolador para:

25 utilizar dicha lectura de temperatura ambiente para calcular un valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado en base a dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado,

utilizar dicha lectura de la temperatura ambiente para calcular un valor umbral de conexión a tierra-neutro modificado en base a dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado,

30 utilizar dicha señal para detectar estados de fallo de conexión a tierra en base a dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado,

35 utilizar dicha señal para detectar estados de conexión a tierra-neutro en base a dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro modificado,

iniciar la generación de una señal de disparo (Trip) al detectar un fallo de conexión a tierra o un estado de conexión a tierra-neutro, e

40 interrumpir el paso de corriente en dicho sistema de distribución de corriente en respuesta a dicha señal de disparo.

4. Procedimiento para detectar un fallo de conexión a tierra y estados de conexión a tierra-neutro en un sistema de distribución de corriente eléctrica que tiene conductores de línea (30) y neutro (32), que comprende:

45 producir una señal sensible al paso de corriente tanto en conductores de línea como neutro del sistema de distribución de corriente eléctrica con un sensor (24) que contiene un circuito resonante (C4, R5) y un transformador de corriente (T1) que tiene una inductancia que varía con la temperatura,

50 enviar dicha señal a un microcontrolador (U1) que tiene un valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado y un valor umbral de conexión a tierra-neutro predeterminado, y

dicho microcontrolador está programado para

55 iniciar una señal ping (*Ping*) para producir una oscilación amortiguada en una señal de salida del sensor durante una prueba de conexión a tierra-neutro,

medir la frecuencia de dicha oscilación amortiguada para determinar una variación de la inductancia de dicho transformador de corriente,

60 calcular un valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado en base a dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra predeterminado y dicha variación de la inductancia del citado transformador de corriente,

ES 2 560 845 T3

calcular un valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado en base a dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro y dicha variación de la inductancia del citado transformador de corriente,

5 utilizar dicho valor umbral de fallo de conexión a tierra modificado para detectar un estado de fallo de conexión a tierra,

utilizar dicho valor umbral de conexión a tierra-neutro para detectar un estado de conexión a tierra-neutro modificado, e

10 iniciar la generación de una señal de disparo (Trip) tras la detección de dicho fallo de conexión a tierra o dicho estado de conexión a tierra-neutro en el citado sistema de distribución de corriente.

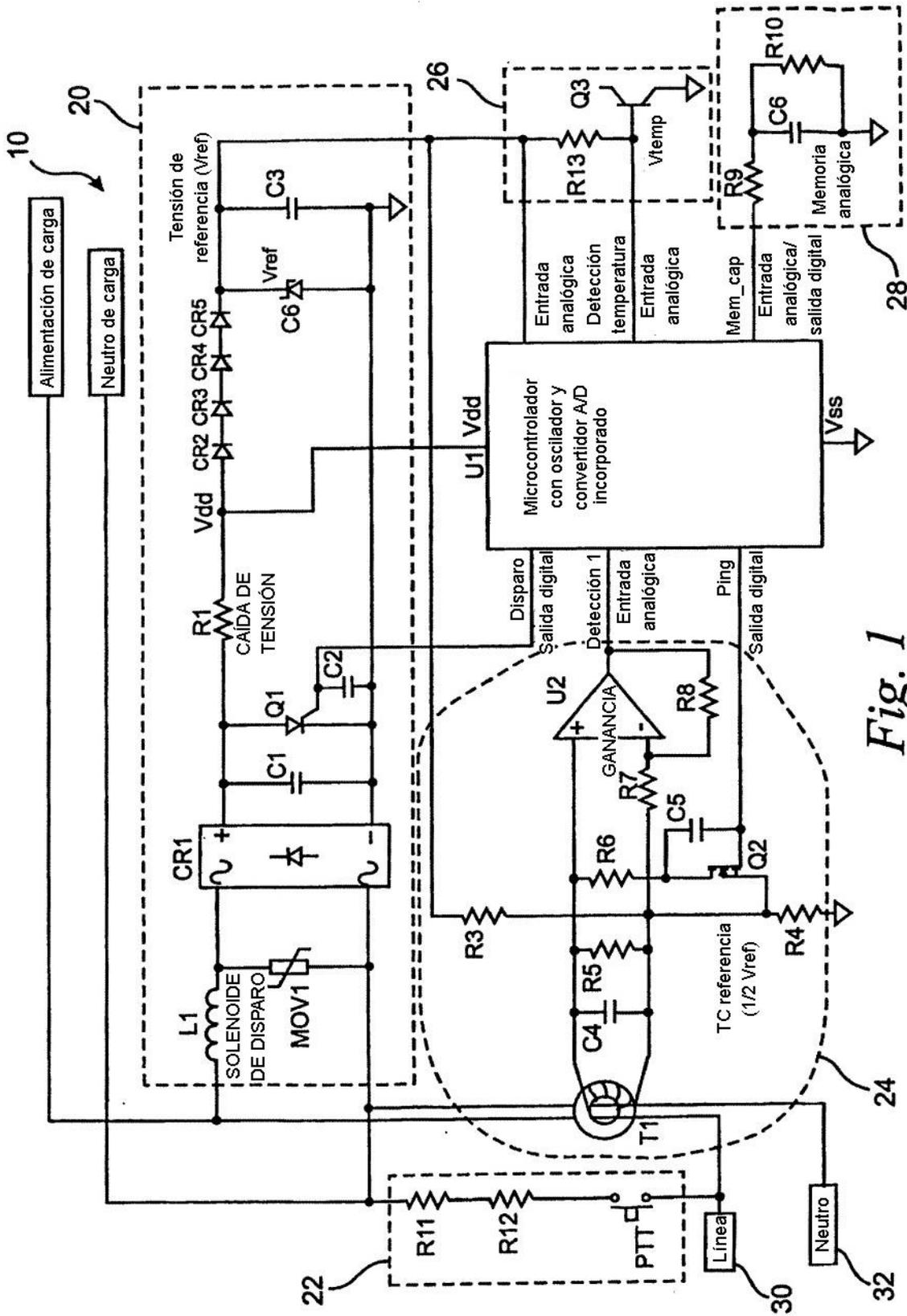


Fig. 1

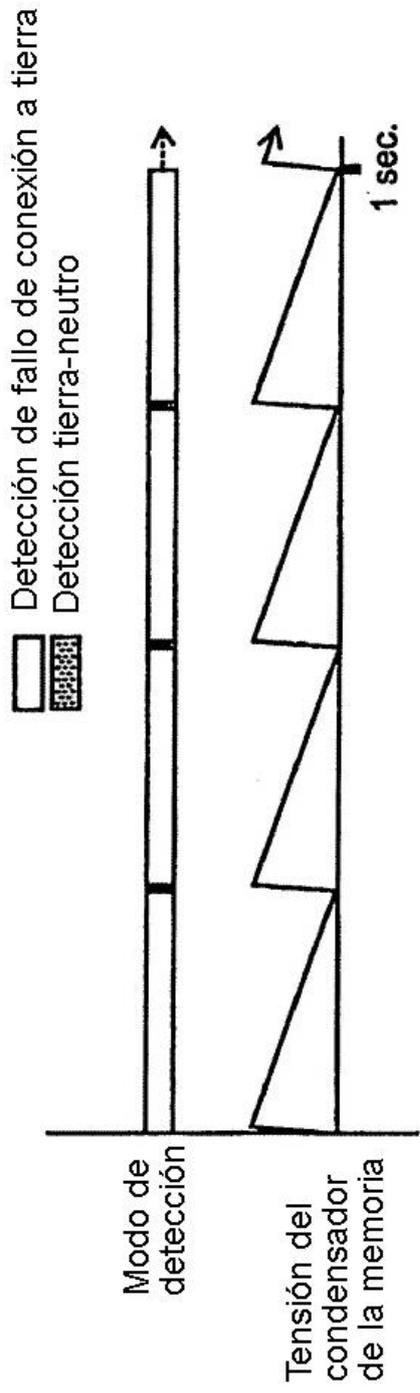


Fig. 2

seg.

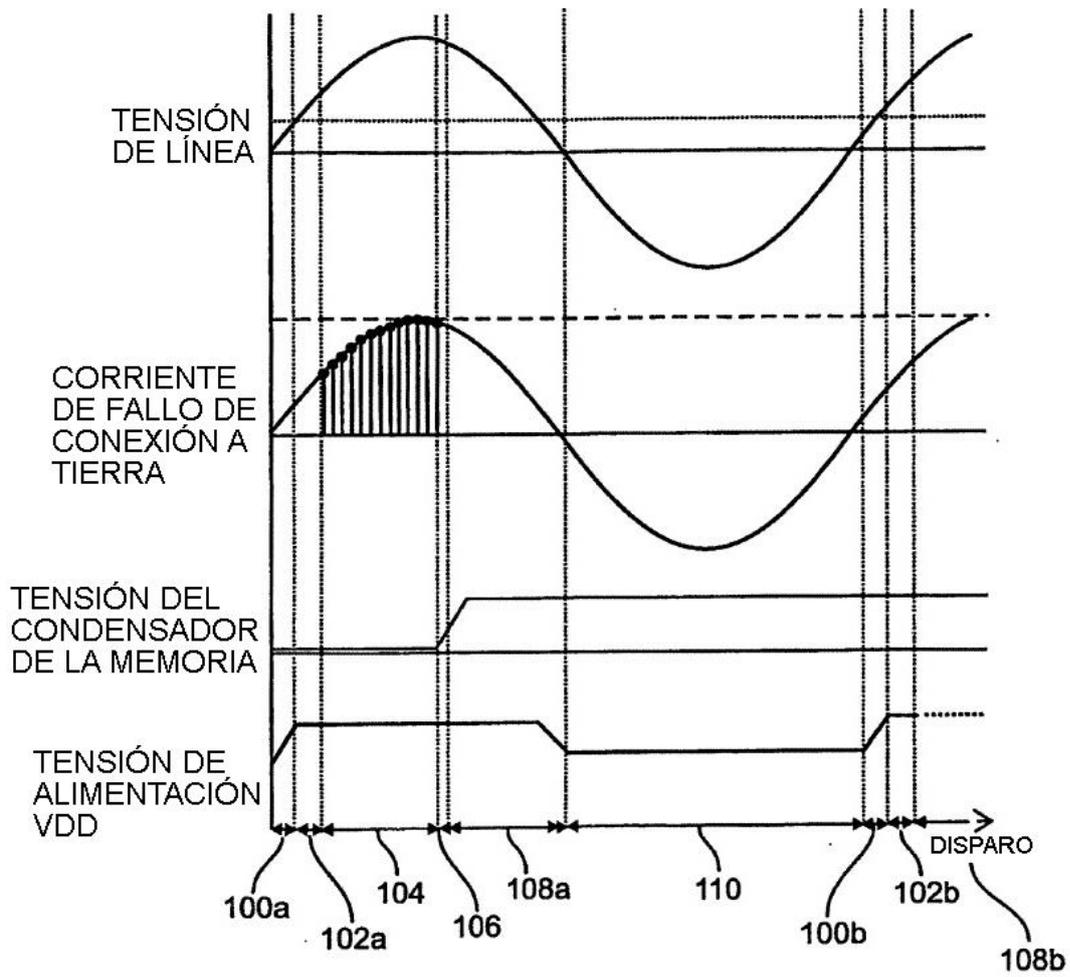


Fig. 3

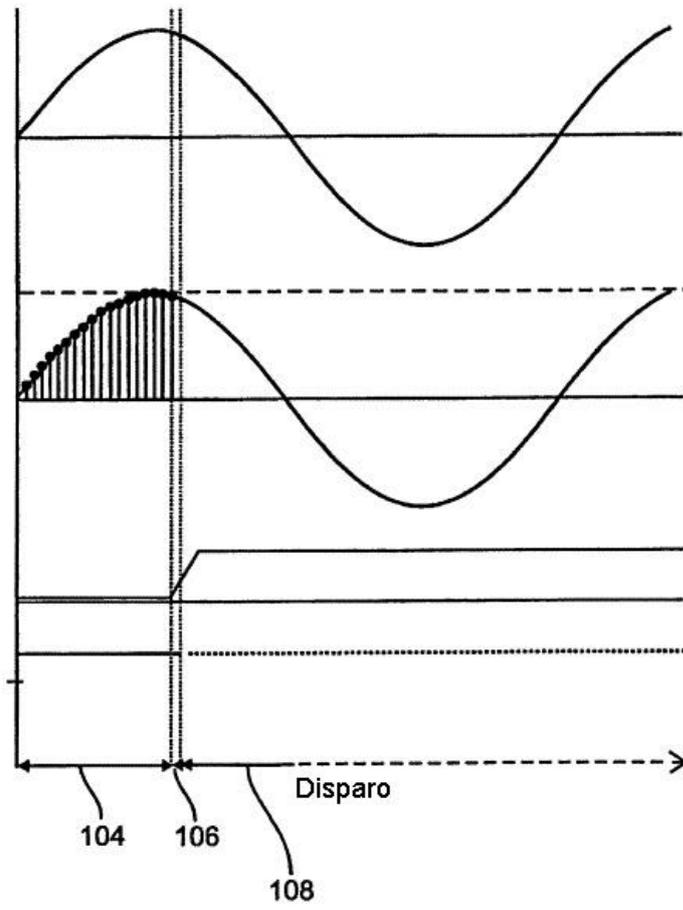


Fig. 4

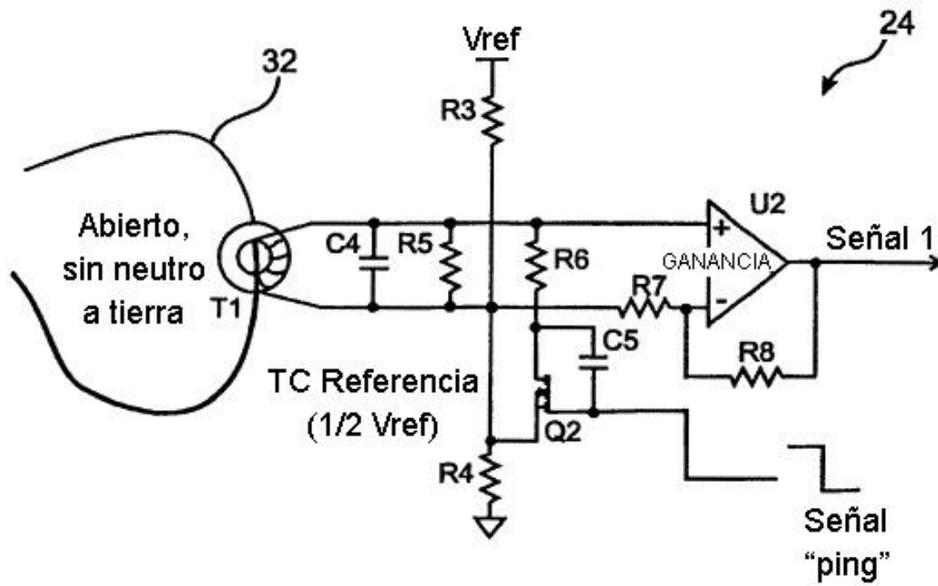


Fig. 5a

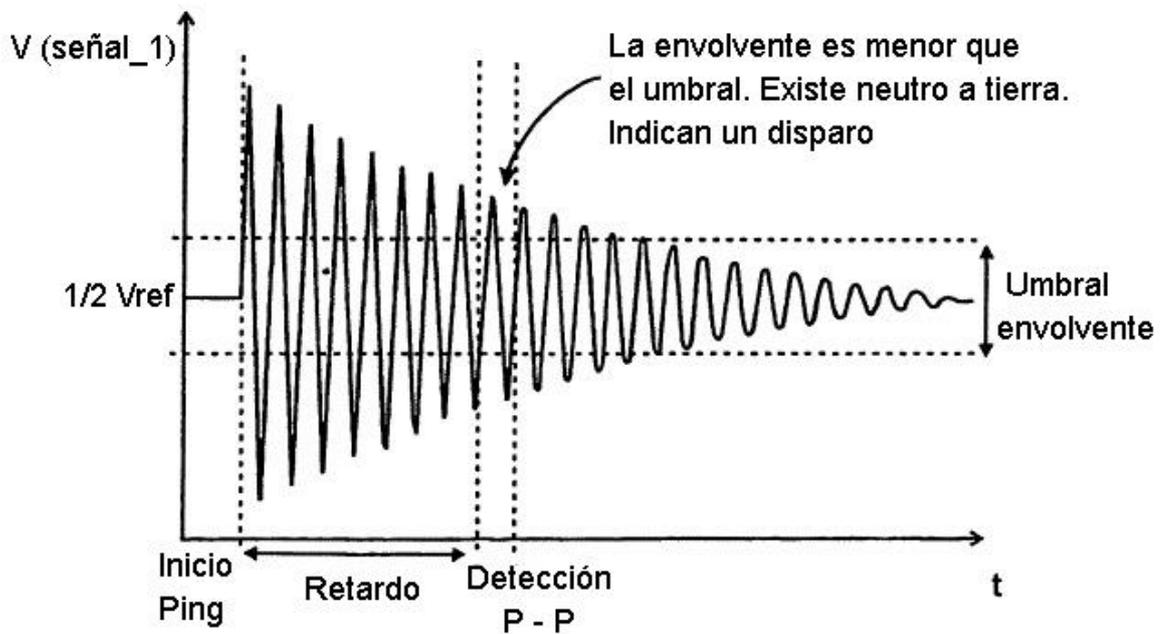


Fig. 5b

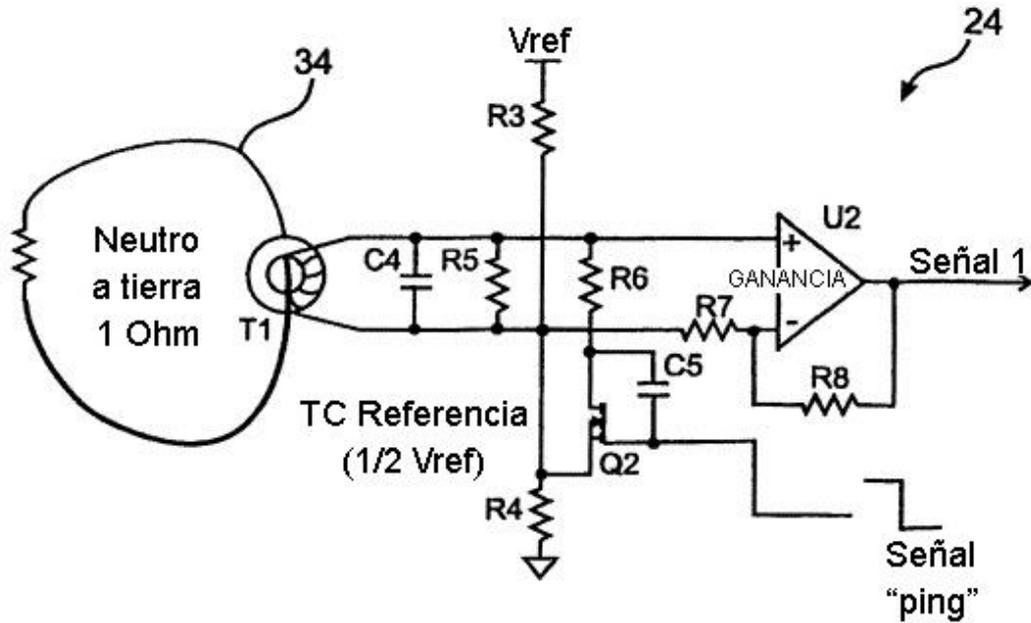


Fig. 6a

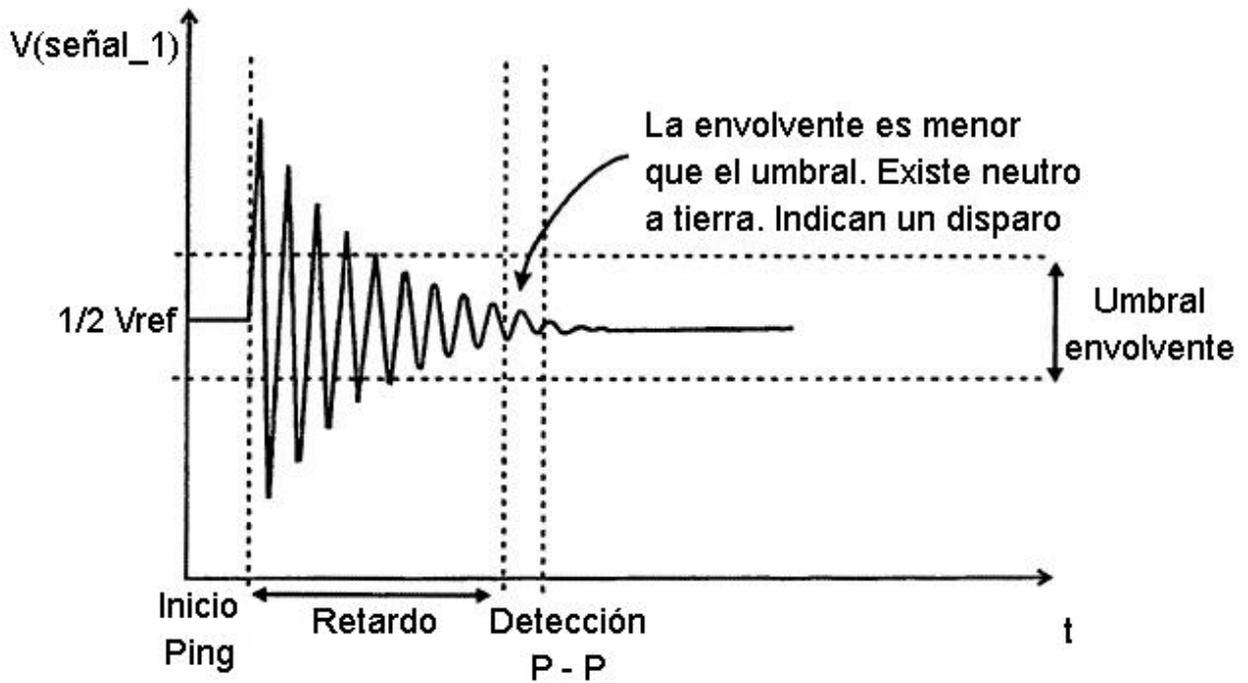


Fig. 6b