

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 785**

51 Int. Cl.:

H01H 83/04 (2006.01)

H02H 3/33 (2006.01)

G01R 31/02 (2006.01)

H02H 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2013 E 13198626 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016 EP 2747116**

54 Título: **Interruptor de circuito de fallo de puesta a tierra**

30 Prioridad:

19.12.2012 US 201261739182 P

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

26.10.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FENTY, GEORGE J.;
EL-KHARBAWE, NEHAD EL-SHERIF y
VANGOOL, MICHAEL P.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 587 785 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

Interruptor de circuito de fallo de puesta a tierra

Campo de la descripción

5 La descripción se refiere generalmente al campo de los dispositivos de protección de circuitos y más particularmente a un dispositivo interruptor de circuito de fallo de puesta a tierra

Antecedentes de la Descripción

10 Los dispositivos interruptores de circuito de fallo de puesta a tierra (GFCI) son interruptores que se abren cuando la corriente en un circuito eléctrico fluye a lo largo de una trayectoria no intencionada. En general, un dispositivo GFCI detecta cuando la corriente que fluye desde el lado positivo de la fuente de alimentación (p. ej., una fuente de tensión de CA, o similares) es diferente de la corriente que retorna al lado negativo de la fuente de alimentación. Los GFCI se utilizan frecuentemente en lugares donde la corriente eléctrica podría encontrar una ruta alternativa para volver a tierra (p. ej., cerca de agua, estructuras metálicas puestas a tierra, o similares). Los dispositivos GFCI pueden ser utilizados para cerrar un circuito para evitar descargas indeseadas o electrocución debido a la corriente que viaja a lo largo de una trayectoria no intencionada. Por consiguiente, la instalación de dispositivos de GFCI en ciertos lugares es impuesta a menudo por diferentes normas de seguridad. Adicionalmente, estas normas de seguridad a menudo, especifican qué tipo de dispositivos son adecuados para ser instalados en tales lugares. Por ejemplo, existen algunas normas que especifican los requisitos mínimos para la función, construcción, rendimiento y marcas de los dispositivos GFCI.

20 Una de estas normas es la norma 943C de los Laboratorios Underwriter (UL). La UL 943C especifica que un dispositivo GFCI debe satisfacer los requisitos de rendimiento siguientes: (1) el GFCI debe ser capaz de detectar errores de cableado en el lado de la línea ; (2) el GFCI debe ser capaz de soportar transitorios de línea de 6 kV y 3 kA definidos por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 61000 -4-5; (3) el GFCI debe ser capaz de pasar una prueba dieléctrica de 2200 Voltios de CA durante 60 segundos; (4) el GFCI debe tener un nivel de disparo de fallo de puesta a tierra de 20 mA; (5) el GFCI debe tener un tiempo de disparo que sea menor que la curva de tiempo inverso definida para dispositivos GFCI y no debe exceder de 20 ms para corrientes elevadas de fallo de puesta a tierra; (6) el GFCI debe ser capaz de soportar una fallo de cortocircuito de 5 kA; (7) el GFCI debe ser capaz de funcionar desde una tensión de 85% a 110% con una carga aplicada de 100A en un intervalo de temperatura de -35°C a 40°C; (8) el GFCI debe ser capaz de vigilar la continuidad a tierra en el lado de la carga ; (9) el GFCI debe incluir una función de prueba de fallo de puesta a tierra. Por lo tanto, sería deseable proporcionar un dispositivo de GFCI que cumpla o exceda los requisitos mínimos indicados en dichas normas.

30 El documento WO 2011112510 A2 describe un circuito de detección de fallo de puesta a tierra para detectar un fallo de puesta a tierra relacionado con una perturbación eléctrica que se propaga en un sistema de distribución eléctrica. Un interruptor de circuito está acoplado al circuito de detección de fallos, e interrumpe la continuidad eléctrica entre un conjunto de elementos de terminación de línea y un conjunto de elementos de terminación de carga en un estado disparado.

35 Resumen

Este resumen se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen adicionalmente más adelante en la Descripción Detallada. Este Resumen no pretende identificar características clave o características esenciales del tema reivindicado, ni se pretende que sea una ayuda en la determinación del alcance del tema reivindicado.

40 Según la presente descripción, se proporciona un dispositivo interruptor de circuito de fallo de puesta a tierra (GFCI), trifásico, de tres cables, de 600-V, de 100A nominales que cumple los requisitos de normas relevantes. Una realización ejemplar del dispositivo GFCI incluye un conjunto de terminales de entrada y un conjunto de terminales de salida. Cada uno de los terminales de entrada está eléctricamente conectado a uno de los terminales de carga a través de un contactor y de una línea conductora. Un transformador de corriente está acoplado operativamente a las líneas conductoras. El transformador de corriente está configurado para dar salida a una corriente secundaria correspondiente a una magnitud de corriente primaria de la corriente eléctrica que fluye desde los terminales de entrada a los terminales de carga. Un módulo de control del contactor está configurado para hacer que los contactores se cierren durante el funcionamiento normal del dispositivo GFCI y se abran basado en la recepción de una señal de fallo. Un módulo limitador de corriente está configurado para determinar si la magnitud de corriente primaria excede de un valor predeterminado y enviar la señal de fallo al módulo de control de contactor basado en la determinación de que la magnitud de corriente primaria excede del valor predeterminado. Un módulo de supresión transitoria está eléctricamente conectado a los terminales de entrada y comprende tres varistores de óxido de metal conectados en estrella, que tienen un punto de la trayectoria conectado a un condensador, un módulo de detección de errores en el cableado configurado para detectar un error de conexión entre los terminales de entrada y los terminales de carga y enviar la señal de fallo al módulo de control de contactor basado en la detección del error de conexión. Un módulo de prueba de fallo de puesta a tierra está configurado para insertar en el transformador de corriente una magnitud de corriente predefinida para provocar que el limitador de corriente envíe la señal de fallo al módulo de control de contactor. Un módulo de detección

de carga puesta a tierra está configurado para detectar si una carga conectada los terminales de carga, no está puesta a tierra y enviar la señal de fallo al módulo de control del contactor basado en la detección de que la carga no está puesta a tierra. Un módulo de seguridad contra fallos está configurado para detectar un fallo del dispositivo GFCI y enviar la señal de fallo al módulo de control de contactor basado en la detección del fallo.

- 5 Con algunos ejemplos, el dispositivo GFCI puede incluir un alojamiento que tiene una pluralidad de aberturas de ventilación. En algunos ejemplos, el dispositivo de GFCI puede estar configurado para operar con tensiones de sistema de 208 V 240 V, 480 V, y/o 600 V.

Breve Descripción de los Dibujos

10 FIG 1 es un diagrama de bloques que ilustra una realización ejemplar de un dispositivo GFCI según la presente descripción.

FIG 2 es un diagrama esquemático que ilustra un módulo de contactor del dispositivo GFCI mostrado en la FIG 1.

FIG 3 es un diagrama esquemático que ilustra un módulo de control de contactor del dispositivo GFCI mostrado en la FIG.1.

FIG 4 es un diagrama de bloques de un módulo limitador de corriente del dispositivo GFCI mostrado en la FIG.1.

15 FIG 5 es un diagrama esquemático de un módulo de supresión de transitorios del dispositivo GFCI mostrado en la FIG.1.

FIG 6 es un diagrama esquemático de un módulo de detección de error de cableado del dispositivo GFCI mostrado en la FIG.1.

20 FIG 7 es un diagrama de bloques de un módulo de prueba de fallo de puesta a tierra del dispositivo GFCI EI mostrado en la FIG 1.

FIG 8 es un diagrama de bloques de un módulo de detección de carga puesta a tierra del dispositivo GFCI mostrado en la FIG 1.

FIG 9 es un diagrama de bloques de un módulo de seguridad contra fallos del dispositivo GFCI mostrado en la FIG.1.

FIG 10 es un diagrama de bloques de un módulo de interfaz del dispositivo GFCI mostrado en la FIG 1.

25 FIG 11 es un diagrama de bloques de un módulo de alimentación del dispositivo GFCI mostrado en la FIG 1.

FIG 12 es una vista en perspectiva que ilustra una envolvente del módulo de contactor utilizado en el dispositivo GFCI mostrado en la FIG 1. con disipadores de calor del contactor montados en los polos del contactor.

Descripción detallada

30 La presente descripción se describirá ahora más completamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales se muestran realizaciones de la descripción. Esta materia reivindicada, sin embargo, puede ser realizada en muchas formas diferentes y no debe ser interpretada como que está limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento. Más bien, estas realizaciones se proporcionan de modo que esta descripción sea minuciosa y completa, y se transmitirá totalmente el alcance de la materia reivindicada a los expertos en la técnica. En los dibujos, números similares se refieren a elementos similares en todos ellos.

35 Con referencia a la **FIG 1**, se ilustra un diagrama de bloques de un ejemplar de dispositivo trifásico GFCI 1000 acuerdo con la presente descripción. Como se apreciará, energía eléctrica trifásica es transmitida por tres conductores diferentes. En general, cada conductor transporta una corriente alterna de la misma frecuencia, donde la corriente en cada conductor está retardada de las corrientes en los otros conductores (p. ej. en 1/3 y 2/3 de un ciclo, respectivamente). Para proporcionar una conexión a la energía eléctrica trifásica, el dispositivo GFCI 1000 puede incluir líneas conductoras 110, 120, y 130 respectivamente.

40 Cada una de las líneas conductoras pueden incluir un terminal de entrada y un terminal de carga. Por ejemplo, los terminales de entrada 111, 121 y 131 así como los terminales de carga 112, 122 y 132 están representados. Los terminales de entrada están configurados para conectar el dispositivo GFCI 1000 a una fuente de alimentación trifásica. Adicionalmente, los terminales de carga están configurados para conectar el dispositivo GFCI 1000 a una carga (p. ej., motor, o similares). Además, el dispositivo GFCI 1000 puede incluir una línea de tierra 140 y un terminal de tierra 141 para conectar el dispositivo GFCI 1000 a tierra. Además, el dispositivo GFCI 1000 puede incluir un transformador de corriente (CT) 150 explicado en mayor detalle posteriormente.

45 Durante el funcionamiento, la corriente puede fluir desde la alimentación de energía trifásica a la carga a través de líneas conductoras 110, 120 y 130. El dispositivo GFCI 1000 puede estar configurado para interrumpir este flujo de corriente abriendo contactores (descritos con mayor detalle posteriormente) en un módulo de contactor 200. En general,

el dispositivo GFCI 1000 puede estar configurado para abrir los contactores en una variedad de situaciones y condiciones como se describen en este documento. Más específicamente, el dispositivo GFCI puede "dispararse" o abrir el circuito en una variedad de condiciones diferentes.

5 Para proporcionar las características de interrupción de corriente descritas en esta documento, el dispositivo GFCI 1000 puede incluir un número de sub-dispositivos, circuitos, u otros componentes, referidos en este documento como "módulos". Por ejemplo, como se representa en la **FIG 1**, el dispositivo GFCI 1000 incluye el módulo de contactor 200, un módulo 300 de control de contactor, un módulo 400 de detección de corriente, un módulo 500 de supresión de transitorios, un módulo 600 de detección de errores en el cableado, un módulo 700 de prueba de fallo de puesta a tierra, un módulo 800 de detección de carga puesta a tierra, un módulo 900 de seguridad contra fallos, un módulo de interfaz 1100 y un módulo 1200 de alimentación de energía.

10 Se debe apreciar, que los módulos representados en la **FIG. 1** pueden ser interconectados (p. ej., eléctricamente, físicamente, operativamente, o similares) en diferentes configuraciones. No todas las conexiones entre los módulos están representadas en la FIG. 1 para claridad de presentación. Sin embargo los expertos en la técnica apreciarán la diversas conexiones que pueden ser necesarias para implementar los módulos basados en la totalidad de esta descripción. Es particularmente importante señalar que, aunque no se ilustra en la **FIG. 1** el módulo 1200 de alimentación de energía puede conectarse eléctricamente a un número de los otros módulos, para proporcionar una fuente de alimentación regulada constante (descrito en mayor detalle posteriormente) a los otros módulos para proporcionar energía para el funcionamiento de los componentes del módulo.

15 Adicionalmente, es importante señalar que aunque en la **FIG. 1** no se representa, el módulo de control del contactor puede estar eléctricamente y/u operativamente conectado a un número de los otros módulos para recibir indicaciones (p. ej. señales, órdenes o similares) procedentes de los otros módulos de que los contactores en el módulo contactor 110 deberían ser abiertos. Más específicamente, el módulo 300 de control del contactor puede estar configurado para recibir señales que provocan que el dispositivo GFCI 1000 se abra o se dispare, interrumpiendo así el flujo de corriente entre los terminales de entrada 111, 121 y 131 y los terminales de carga 112, 122 y 132.

20 Adicionalmente, el dispositivo GFCI 1000 puede incluir fusibles 113, 123 y 133 conectados operativamente a las líneas conductoras 110, 120 y 130, respectivamente. Con algunos ejemplos los fusibles pueden tener un valor nominal de 200 Amperios.

25 Las FIGS. 2 -11 ilustran realizaciones ejemplares de algunos de los módulos del dispositivo GFCI 1000 ilustrado en la **FIG. 1**. Es importante señalar, que algunos de los ejemplos representados en el dispositivo GFCI 1000 y los módulos descritos con referencia a las FIGS. 2 -11 pueden estar configurados según la norma UL 943C. Sin embargo, debe apreciarse que aunque se hace referencia a la norma UL 943C, las realizaciones no están limitadas en este contexto. Por ejemplo, algunas realizaciones pueden ser proporcionadas de acuerdo con otras normas de GFCI.

30 Adicionalmente, es importante señalar, que una variedad de los módulos descritos en este documento pueden ser implementados usando un microprocesador, u otro dispositivo informático configurado para ejecutar instrucciones ejecutables por ordenador o realizar funciones de computación. Con algunos ejemplos, un microprocesador único puede ser implementado para realizar la funcionalidad de todos los microprocesadores descritos en este documento. Con otros ejemplos, microprocesadores individuales pueden ser implementados para realizar la funcionalidad de uno o más de los microprocesadores descritos en este documento. Los ejemplos no son limitados en este contexto.

35 Volviendo más específicamente a la FIG. 2, un diagrama esquemático de un módulo de contactor 200 está ilustrado. Como se ha representado, el módulo de contactor 200 incluye contactores 210, 220 y 230. Cada uno de los contactores está conectado a una de las líneas conductoras 110 120 y 130. Los contactores están configurados para interrumpir el flujo de corriente a través de las líneas conductoras. Con algunos ejemplos, los contactores pueden ser interruptores controlados eléctricamente. Los expertos en la técnica apreciarán que una variedad de tipos de contactores puede ser implementada en el módulo de contactor 110. Además la corriente nominal y/o la capacidad de los contactores puede variar (p. ej., dependiendo de la implementación, la fuente de alimentación conectada a terminales de entrada, la carga conectada a terminales de carga, o similares).

40 Con algunos ejemplos, los contactores 210, 220 y 230 pueden incluir bobinas 211, 221 y 231 que cuando se energizan causan que los contactores se abran o se cierren. En algunos ejemplos, los contactores pueden estar abiertos normalmente, como tal, cuando se energizan las bobinas, los contactores se cierran, permitiendo de este modo, que la corriente fluya desde los terminales de entrada a los terminales de carga. En algunos ejemplos, las bobinas pueden estar conectadas en serie (p. ej., como se representa en la FIG 2). Con algunos ejemplos, las bobinas pueden estar conectadas en paralelo. Las bobinas pueden estar conectados a una fuente de alimentación (p. ej, alimentación de entrada a través de las líneas conductoras o similares). El módulo 300 de control del contactor puede estar configurado para energizar y desconectar las bobinas para abrir y cerrar los contactores (descrito en mayor detalle posteriormente).

45 Un terminal 201 puede ser proporcionado para conectar eléctricamente el módulo contactor 200 al módulo de control de contactor 300. Más específicamente, puede preverse un terminal 201, que cuando está conectado a tierra (p. ej., descrito más posteriormente) energice las bobinas y cierre los contactores.

Con algunos ejemplos, el módulo contactor 200 puede incluir disipadores de calor conectados operativamente a los contactores 210, 220, 230. Los disipadores de calor 240 pueden estar fijados a los polos (no mostrados) de los contactores. Por ejemplo, los terminales de polo que normalmente pueden estar reservados para conexiones adicionales de cable de -control pueden ser usados para montar los disipadores de calor 240.

5 En algunos ejemplos, cada uno de los disipadores de calor 240 puede tener un área de 60 cm² (9,5 in²). Debe apreciarse, sin embargo que el tamaño de los disipadores de calor 240 puede variar dependiendo de los requisitos de aplicación. Debe apreciarse que, aunque se muestran cuatro disipadores de calor 240 en la **FIG 2**, pueden preverse más o menos disipadores de calor en diversas realizaciones.

10 Volviendo a la **FIG 3**, un diagrama esquemático de un módulo 300 de control de contactor ejemplar está ilustrado. El módulo 300 de control de contactor puede estar configurado para energizar y desconectar las bobinas en el módulo de contactor 200 para abrir y cerrar los contactores 210, 220, y 230. Con algunos ejemplos, el módulo 300 de control de contactor puede incluir un regulador de baja tensión y un interruptor de transistor de estado sólido de alta tensión configurado para energizar y/o desconectar las bobinas del módulo de contactor 200. El módulo 300 de control del
15 eléctricamente conectado al terminal de entrada 201 del módulo de contactor 200.

En algunos ejemplos, el módulo 300 de control de contactor puede estar configurado de tal manera que si falla un interruptor de transistor (p. ej. cortocircuitos o similar) los contactores serán abiertos. Adicionalmente, el módulo 300 de control de contactor puede estar configurado de manera que un fallo del interruptor de transistor no dañará el regulador de baja tensión, haciendo potencialmente que los contactores permanezcan cerrados. Para conseguir esta
20 funcionalidad, algunos ejemplos pueden proporcionar un circuito de accionamiento de transistor en serie como se ilustra en la **FIG 3**. Como se ha representado, los reguladores de baja tensión 311 y 312 están eléctricamente conectados en paralelo a un terminal de entrada común 302. El terminal de entrada 302 puede estar conectado a una variedad de módulos del dispositivo GFCI 1000 como se describirá con mayor detalle posteriormente. Además, el módulo 300 de control de contactor puede incluir dos interruptores de transistor 321 y 322. En algunos ejemplos, los interruptores de
25 transistor 321 y 322 pueden ser transistores de efecto de campo semiconductores de óxido de metal (MOSFET), transistores de unión bipolar, etc. Los reguladores de baja tensión 311 y 312 pueden estar conectados a la puerta de los interruptores de transistor 321 y 322, respectivamente. Como se ha representado, los interruptores de transistor 321 y 322 están conectados en una configuración en serie donde la fuente del primer interruptor de transistor 321 está conectada al drenaje del segundo interruptor de transistor 322; la fuente del segundo interruptor de transistor 322 está
30 conectada a tierra; y el drenaje del primer interruptor de transistor 321 está conectado al terminal de salida 301.

Los reguladores de baja tensión 311 y 312 pueden recibir una señal de entrada desde el terminal de entrada 302 y proporcionar una tensión suficiente a las puertas de los interruptores de transistor para activar los interruptores de transistor. Cuando los interruptores de transistor 321 y 322 son activados, se proporcionará un trayecto desde el terminal de salida 301 a tierra. Como tal, si el terminal de salida 301 está conectado al terminal 201, entonces las bobinas pueden ser energizadas, cerrando así los contactores 210, 220 y 230. En algunos ejemplos, los reguladores de
35 baja tensión 311 y 312 pueden estar configurados para proporcionar una señal de 12 V de CC cuando están activados y una señal de 0 V de CC cuando están desactivados.

Las resistencias 331 y 332 pueden estar eléctricamente conectadas como se muestra. Más específicamente, la resistencia 331 puede estar eléctricamente conectada en paralelo a través de la puerta y la fuente del primer interruptor de transistor 321 y la resistencia 332 puede estar conectada eléctricamente en paralelo a través de la puerta y la fuente del primer interruptor de transistor 322. Durante el funcionamiento, cuando los reguladores de baja tensión conmutan de activado a desactivado, las resistencias 331 y 332 pueden ayudar desactivando los interruptores de transistor. En algunos ejemplos, las resistencias 331 y 332 pueden tener un valor de resistencia de 10 kΩ.

Con algunos ejemplos, los diodos 341 y 342 pueden estar eléctricamente conectados en paralelo a las resistencias 331 y 332, respectivamente. En algunos ejemplos, los diodos 341 y 342 pueden ser diodos supresores de transitorios de 15 voltios (p. ej., diodos zener, o similares) configurados para asegurar que la tensión de la puerta a la fuente de los interruptores de transistor permanece dentro de los límites especificados durante la operación normal. Además, los diodos 343 y 344 pueden estar eléctricamente conectados en serie entre los reguladores de baja tensión 311 y 312 y la puerta de los interruptores 321 y 322, respectivamente. Con algunos ejemplos, los diodos 343 y 344 están tarados a la
50 tensión anticipada de las bobinas del contactor 211 221 y 231. Con algunos ejemplos esta tensión puede ser aproximadamente igual a la tensión de alimentación más la tensión de fijación de la bobina estabilizadora. En un ejemplo ilustrativo particular, esta tensión puede ser aproximadamente igual a 250 V.

Durante el funcionamiento, cuando los interruptores de transistor 321 y 322 están desactivados la energía inductiva almacenada en las bobinas del contactor puede hacer que la tensión de drenaje del primer interruptor de transistor 321 aumente. En el caso de un cortocircuito del primer interruptor de transistor 321, el segundo interruptor de transistor 322 realiza la función de conmutación y la tensión de bobina pueden aparecer en la fuente del conmutador 321 y transferirse a la puerta del conmutador 321 fluyendo a través del diodo 341. El diodo 343 bloquea esta tensión potencialmente destructiva para evitar un fallo en la salida del regulador de baja tensión 311 y otros componentes de circuito.

Se debería señalar que el diodo 344 puede estar previsto para evitar daños similares al regulador de baja tensión 312 en el caso de múltiples fallos (p. ej. ambos interruptores 321 y 322, o similares). Sin embargo, esto es opcional y no se requiere específicamente. Por ejemplo, la norma UL 943C no requiere inmunidad a múltiples fallos. Como tal, el dispositivo GFCI 1000 proporcionado sin el diodo 344 puede todavía satisfacer la norma UL 943C.

5 Volviendo más específicamente a la **FIG. 4**, un diagrama de bloques de un módulo 400 de detección de corriente ejemplar está ilustrado, que está configurado para detectar la corriente en las líneas conductoras 110, 120 y 130. Más específicamente, como se apreciará, el transformador de corriente (CT) 150 puede proporcionar una corriente proporcional a la corriente en las líneas conductoras 110, 120 y 130. Más específicamente, el transformador de corriente (CT)150 puede estar configurado para generar una corriente secundaria, la cual es proporcional a una corriente primaria que fluye a través de las líneas conductoras. Debe apreciarse que una variedad de diferentes tipos de transformadores de corriente puede ser implementada como el transformador de corriente (CT) 150. Con algunos ejemplos, el transformador de corriente (CT) 150 puede ser un transformador de corriente de 600: 1.

10 El módulo 400 de detección de corriente puede incluir un terminal de entrada 401 eléctricamente conectado a la salida del transformador de corriente (CT) 150 y un terminal de salida 402 eléctricamente conectado al terminal de entrada 302 del módulo 300 de control del contactor. El módulo 400 de detección de corriente puede incluir también una resistencia de terminación 410, un amplificador 420, un filtro 430 y un microprocesador 490, eléctricamente conectados en serie como se ha representado en la **FIG 4**. Más particularmente, la resistencia de terminación 410 puede estar conectada a la entrada 401 y puede convertir la corriente secundaria detectada por el transformador de corriente (CT) 150 en una señal de tensión. La señal de tensión puede ser amplificada por el amplificador 420 y luego filtrada por el filtro 430. En algunos ejemplos el filtro 430 puede ser un filtro de paso bajo de 500 Hz. La señal puede ser recibida a continuación por el microprocesador 490. En algunos ejemplos, el filtro puede estar conectado a una entrada de analógica a digital (A/D) del microprocesador 490.

15 El microprocesador 490 puede estar configurado para ejecutar un algoritmo de muestreo que utiliza la señal de tensión recibida, para determinar la magnitud de la corriente primaria en las líneas conductoras trifásicas 110, 120 y 130. El microprocesador 490 puede implementar un algoritmo de tiempo inverso para determinar si el dispositivo GFCI 1000 debe ser disparado, basado en la magnitud de la corriente primaria determinada. Por ejemplo, si la magnitud de la corriente primaria determinada en las líneas conductoras 110, 120 y 130 supera un límite predefinido, el microprocesador 490 puede emitir una señal de tensión para hacer que los contactores se abran. Más específicamente, el microprocesador 490 puede emitir una señal de tensión (p. ej. 0 Volts, o similar) al terminal de salida 402. El terminal de salida 402 puede estar conectado eléctricamente al terminal de entrada 302. Como tal, la señal de salida 0 Voltios sería recibida por los reguladores 311 y 321 y los interruptores de transistor 321 y 322 serían desactivados, por consiguiente, haciendo que los contactores se abran como se ha descrito anteriormente.

20 La **FIG. 5** es un diagrama esquemático de un módulo 500 de supresión de transitorios ejemplar. Como se apreciará, la norma UL 943C especifica que los dispositivos GFCI deben resistir 1,2/50 μ s, 8/20 μ s de impulsos transitorios de tensión/corriente de 6 kV y 3 kA.

25 Como se apreciará, pueden ser empleados varistores de óxido de metal (MOV) en supresores de transitorios. Típicamente, los MOV pueden estar conectados desde la línea-a-línea o de línea-a-tierra. Sin embargo, los MOV conectados la línea-a-línea, no son eficaces contra los transitorios de línea-a-tierra y los MOV conectados de línea-a-tierra o tubos de gas, que son efectivos en la supresión de los transitorios de línea-a-tierra, no satisfacen los requisitos dieléctricos porque existe un trayecto de baja resistencia a tierra para la tensión por encima de la tensión de umbral de MOV o de tubo de gas. Como resultado, los análisis de ensayos dieléctricos indican una fallo de aislamiento erróneo, que es indeseable.

30 El módulo 500 de supresión de transitorios puede preverse para superar las deficiencias anteriormente indicadas. Más particularmente, para satisfacer los requisitos de la norma UL 943C, el dispositivo GFCI 1000 puede ser previsto con el módulo 500 de supresión de transitorios de MOV trifásico. Como se ha representado, el módulo 500 del dispositivo GFCI 1000 incluye tres MOV 510 conectados en estrella con el punto de estrella conectado a un condensador 520. Más específicamente, cada uno de los MOV 510 está conectado a una de las líneas conductoras y luego conectado en estrella al condensador 520. Con algunas realizaciones, el condensador 520 puede ser un condensador UL/CSA de tipo Y1 de 4,7 μ f para 240 V de CA nominales. El condensador 520 proporciona un trayecto de baja impedancia a tierra para impulsos trasitorios y un trayecto de alta impedancia (> 200 k Ω) para la corriente de frecuencia de línea.

35 En algunos ejemplos, la tensión nominal de los MOV 510 puede ser seleccionada de manera que esté por encima del 110% de la tensión de línea-a- línea menos el estado estacionario nominal del condensador 520. Por ejemplo, la tensión nominal de los MOV 510 puede ser $(1,1 \times 600) - 240 = 420$ V Con estos criterios de selección, el punto en estrella de la conexión MOV puede estar operando cerca de cero voltios bajo condiciones sin fallos y puede no exceder de 240 V bajo condiciones de fallo de puesta a tierra.

40 Un ejemplo de dispositivo GFCI 1000 implementado con los MOV 510 y el condensador 520 anteriores, se ensayó como sigue: la alimentación de energía se retiró del dispositivo GFCI 1000, las líneas conductoras 110, 120 y 130 fueron conectadas juntas y se aplicó una tensión de 2200 V de CA entre las entradas y tierra durante 60 segundos. El valor

dieléctrico de los condensadores 520 fue típicamente de 4 kV. Por consiguiente, se verificó que un supresor de tensión transitoria como se ha descrito, sostenía la tensión de ensayo dieléctrica, lo que satisface los requisitos de UL 943C.

Volviendo más específicamente a la **FIG. 6**, un diagrama esquemático de un módulo 600 de detección de errores en el cableado ejemplar está ilustrado. El módulo 600 de detección de error en el cableado puede estar configurado para detectar pérdidas error de cableado de puesta a tierra de entrada o general de las fases de entrada de las líneas conductoras 110, 120 y 130 del dispositivo GFCI 1000. Como se ha representado el módulo 600 puede estar compuesto de una red de resistencias desequilibrada. Más específicamente, cada una de las líneas conductoras está conectada a una red de resistencias y a tierra, con una de las líneas conductoras (p. ej., la línea de conducción 110) desequilibrada de las otras dos. Por ejemplo, la línea de conducción 110 es conectada a tierra a través de resistencias conectadas en serie 620 y 650. Además, la línea de conducción 110 está conectada a tierra a través de la resistencia 610, que está conectada en paralelo a través de las resistencias 620 y 650. La línea de conducción 120 está conectado a tierra a través de resistencias conectadas en serie 630 y 660 y la línea de conducción 130 está conectada a tierra a través de resistencias conectadas en serie 640 y 670.

Adicionalmente, cada uno de los pares de resistencias conectados en serie, incluye una salida del divisor de tensión. Más específicamente, hay previstas una primera salida 681, una segunda salida 682 y una tercera salida 683. Cada una de las salidas de divisor de tensión puede estar conectada a la entrada de microprocesador 690. Por ejemplo, las salidas del divisor de tensión 681, 682, y 683 pueden ser conectadas a una entrada A/D del microprocesador 690.

El microprocesador 690 puede estar configurado para detectar cuándo las tensiones 681, 682, y 683 están desequilibradas con relación a tierra y evitar que los contactores se cierren cuando las tensiones estén desequilibradas. Más específicamente, el microprocesador 690 puede estar configurado para determinar cuándo las tensiones 681, 682 y 683 están desequilibradas y hacer que el dispositivo GFCI 1000 se dispare. El microprocesador 490 puede emitir una señal de tensión al terminal 601, que puede estar conectado al módulo 300 de control de contactor.

Como será apreciado, durante el funcionamiento, la medición de 681, 682, y 683 se hacen con referencia a tierra. Si la tierra del suministro externo no está conectada, la tierra del dispositivo GFCI 1000 interno, flotará hacia el punto neutro desequilibrado (p. ej., 681) definido por la red de resistencias. Bajo esta condición, las tres tensiones 681, 682 y 683 no estarán equilibradas, indicando una pérdida de tierra de entrada. En dicho ejemplo, puede impedirse que los contactores se cierren (p. ej., las bobinas no serán energizadas). A la inversa, si la tierra externa esta adecuadamente conectada, las tensiones de las líneas de entrada-a-tierra será iguales. Como resultado, las tensiones 681, 682, y 683 estarán equilibradas y puede permitirse que los contactores se cierren (p. ej., puede permitirse que las bobinas sean energizadas).

Con algunos ejemplos, las resistencias 620, 630 y 640 pueden estar tarados a 4,7 M Ω , las resistencias 650, 660, y 670 pueden estar taradas a 4,7 k Ω y la resistencia 610 puede estar tarada a 2,35 M Ω . Debe ser apreciado, que el desequilibrio en las tensiones, anteriormente descrito, puede ser conseguido alternativamente conectando la resistencia 610 en paralelo tanto a través de las resistencias 630 y 660 como de las resistencias 640 y 670, en lugar de a través de las resistencias 620 y 650 como se ha representado.

Volviendo más específicamente a la **FIG. 7**, un diagrama de bloques de un módulo 700 de prueba de fallo de puesta a tierra ejemplar está ilustrado. Como será apreciado, la norma UL 943C requiere dispositivos de GFCI para incluir elementos de prueba de fallo de puesta a tierra. Como tal, para cumplir con la norma UL 943C, el dispositivo GFCI 1000 puede incluir el módulo 700. El módulo 700 incluye un interruptor de activación 710, un microprocesador 790, y un convertidor 720. En general, el interruptor 720 puede ser cualquier dispositivo que puede ser accionado por un usuario para iniciar una prueba de fallo de puesta a tierra mediante el dispositivo de GFCI 1000. Con algunos ejemplos, el interruptor 710 puede ser implementado en el módulo de interfaz 1100 (descrito con mayor detalle posteriormente).

Durante la operación, cuando el interruptor 710 es accionado, el microprocesador 790 genera una señal de tensión modulada en anchura de impulso predefinida (PWM). Con algunos ejemplos, el microprocesador 790 puede implementar un algoritmo de onda sinusoidal PWM para generar la señal de tensión de PWM que es mayor que el umbral de disparo especificado en la norma UL 943C. La señal de tensión es convertida a una señal de corriente por el convertidor de señal y hecha pasar a través de la ventana del transformador de corriente (CT) 150. Más específicamente, la señal de corriente emitida por el convertidor de señal 720 es enviada al transformador de corriente (CT) 150, que está eléctricamente conectado al terminal 701. Como La magnitud de la corriente es superior al umbral de disparo del dispositivo GFCI 1000 un fallo de puesta a tierra será detectado (p. ej., por el módulo de detección de corriente 400) y los contactores serán abiertos. Como tal, el dispositivo GFCI incluye funcionalidad para determinar si está funcionando adecuadamente.

Volviendo más específicamente a la **FIG. 8**, un diagrama de bloques del módulo 800 de detección de puesta a tierra de la carga ejemplar está ilustrado. Como será apreciado la norma UL 943C especifica que los dispositivos GFCI deberían proporcionar medios para la detección de una conexión de puesta a tierra de la carga. Como tal, el dispositivo de GFCI 1000 puede incluir el módulo 800 de detección de puesta a tierra de la carga. El módulo 800 incluye un dispositivo 810 de terminación de tierra situado en la carga y un microprocesador 890. En general, el módulo 800, que utiliza un circuito de continuidad de CC DC puede estar configurado para verificar que el dispositivo de terminación está conectado a tierra en la carga. Más específicamente, la carga puede estar conectada a tierra a través de la conexión a tierra entre el

dispositivo GFCI 1000 y la carga (p. ej. por medio del terminal 141 o similares) Adicionalmente, el dispositivo 810 de terminación de puesta a tierra de la carga puede estar conectado a tierra y al microprocesador 890 por medio de un cable de detección 820. En algunos ejemplos, el dispositivo 810 puede ser un diodo. Con ejemplos particularmente ilustrativos, el dispositivo 810 puede ser un diodo zener de 5,6 Voltios.

5 El microprocesador 890 puede implementar un algoritmo de verificación para verificar la continuidad de la combinación en serie del cable de detección 820, del dispositivo de terminación 810, y de la conexión a tierra. Si no se confirma la continuidad, puede ser determinado que la carga no está puesta a tierra adecuadamente y el dispositivo GFCI 1000 puede dispararse. Más particularmente, el microprocesador 890 puede suministrar una señal de tensión al terminal 801, cuyo terminal puede estar eléctricamente conectado al módulo 400 de control de contactor. Como tal el dispositivo GFCI
10 1000 puede ser disparado como se ha descrito anteriormente. Ejemplos de detección de puesta a tierra de la carga se describen con mayor detalle en la Patente Norteamericana N° 6.304.089, la cual se incorpora en el presente documento como referencia en su totalidad.

Volviendo más específicamente a la **FIG. 9**, un diagrama de bloques de un ejemplar de módulo 900 de seguridad contra fallos está ilustrado que incluye un microprocesador 990 y un terminal de salida 901. En general el módulo 900 puede proporcionar que en el caso de un fallo de uno de los microprocesadores en el dispositivo GFCI 1000, el dispositivo GFCI fallará en la posición abierta. Más específicamente, en el caso de un fallo en uno de los microprocesadores 490, 690, 790 y/o 890, el módulo 900 puede hacer que el dispositivo de GFCI 1000 se dispare. Con algunos ejemplos, el microprocesador 990 puede implementar lo que es comúnmente referido como un "circuito de guarda". Es importante señalar, que el módulo 900 de seguridad contra fallos puede implementar este circuito de guarda empleando un
15 20 microprocesador adicional, distinto del (los) microprocesador(es) implementado(s) en otros módulos.

Si el microprocesador 990 detecta un error en los otros microprocesadores, el microprocesador 990 puede emitir una señal de tensión al terminal 901, cuyo terminal puede estar eléctricamente conectado al módulo 400 de control de contactor. Como tal, el dispositivo GFCI 1000 puede ser disparado como se ha descrito anteriormente.

Volviendo más específicamente a la **FIG 10**, un diagrama de bloques de un módulo de interfaz 1100 ejemplar está ilustrado. El módulo de interfaz 1100 del dispositivo GFCI 1000 puede incluir indicadores de fuga y disparo 1110. En algunos ejemplos, los indicadores de fuga y de disparo 1110 puede ser diodos fotoemisores (LED) o medios de indicación similar, situados en el exterior de un alojamiento del dispositivo GFCI 1000. Los indicadores 1110 pueden proporcionar a los observadores (p. ej., un usuario u operario) una indicación del estado operacional del dispositivo GFCI. El módulo de interfaz 1100 puede incluir además un botón 1120 de prueba de fallo de puesta a tierra y un botón de reiniciación 1130, situados también en el exterior del alojamiento. En algunos ejemplos, el botón 1120 puede estar conectado operativamente al interruptor de activación 710 para iniciar una prueba de fallo de puesta a tierra como se ha descrito anteriormente. Como tal, pulsando el botón de prueba 1120, el operario puede accionar manualmente el interruptor 710 e iniciar una prueba de disparo de fallo de puesta a tierra de la manera descrita anteriormente. Adicionalmente, la pulsación del botón de reiniciación 1130 puede restaurar el dispositivo GFCI 1000 al funcionamiento normal después de que se haya realizado una prueba de disparo de fallo de puesta a tierra.
25 30 35

Volviendo más específicamente a la **FIG 11**, un diagrama de bloques de un de módulo 1200 de alimentación de energía ejemplar está ilustrado. En general, el módulo 1200 de alimentación de energía proporciona energía a los otros módulos del GFCI 1000. Como se ha representado, el módulo 1200 de alimentación de energía incluye un transformador reductor 1210, un puente rectificador 1220, y un filtro capacitivo 1230. El transformador reductor 1210 está eléctricamente conectado a las líneas conductoras 110 y 120. Como tal, durante el funcionamiento, el transformador reductor 1210 puede recibir una parte de la energía suministrada por la alimentación de energía eléctrica trifásica conectada a los terminales de entrada. EL transformador reductor 1210 puede entonces reducir la tensión a un nivel deseado para alimentar los componentes del dispositivo de GFCI 1000. El puente rectificador 1220 está eléctricamente conectado al transformador reductor 1210. El puente rectificador 1220 convierte la señal de alimentación de corriente alterna procedente del transformador reductor 1210 en una señal de alimentación de corriente continua. El filtro capacitivo 1230 está eléctricamente conectado al puente rectificador 1220. El filtro capacitivo 1230 regula la señal de alimentación antes de ser suministrada a los otros componentes del dispositivo de GFCI 1000.
40 45

Como tal, el módulo 1200 de alimentación de energía puede proporcionar una señal de alimentación regulada constante a los componentes del dispositivo GFCI 1000. En particular, el módulo 1200 de alimentación de energía proporciona tensión regulada constante al módulo 400 de control de contactor. Esto es significativo porque la energía inductiva almacenada en las bobinas de los contactores (véase la FIG 2) aumentan con la tensión de bobina. Un aumento en la energía inductiva puede hacer que el tiempo de liberación de los contactores aumente, aumentando así el tiempo necesario para que el dispositivo GFCI 1000 se dispare e interrumpa el flujo de corriente entre los terminales de entrada y los terminales de carga. Sin embargo, el módulo 1200 de alimentación de energía proporciona una fuente de energía regulada constante de modo que el tiempo para abrir la contactores no es afectado por la tensión suministrada en los
50 55 terminales de entrada 111, 121 y 131.

La **FIG. 12** ilustra una cubierta ejemplar 2000 para el módulo contactor representado en la **FIG. 2**. Es importante señalar que los disipadores de calor 240 son ilustrados como externamente montados a la cubierta 2000 del contactor. En general, la cubierta 2000 puede no permitir que circule aire atmosférico dentro de la cubierta. El calor generado por los contactores puede causar, por lo tanto, que la temperatura interna de la cubierta 2000 aumente excesivamente cuando
60

el dispositivo GFCI 1000 opera a la corriente nominal de 100 A. Como será apreciado, este calor puede ser transferido a las bobinas del contactor y aumentar la resistencia de las bobinas. Como resultado, la tensión de activación de los contactores puede aumentar y puede impedir que los contactores se energicen cuando las temperaturas ambientales alcanzan 40°C.

5 Como tal, para enfriar las bobinas, pueden preverse aberturas de ventilación 2100. Como se ha representado, las aberturas de ventilación 2100 están dispuestas cerca de la base de la cubierta 2000. Los ejemplos, sin embargo, no están limitados en este contexto. Más específicamente, las aberturas 2100 pueden estar dispuestas en otras áreas de la cubierta 2000 para mejorar el enfriamiento y la evacuación del calor generado dentro de la cubierta 2000.

10 Durante la prueba, la combinación de los disipadores de calor 240 y de las aberturas de ventilación 2100, se encontró que proporciona una reducción de 15°C en la temperatura de los polos del contactor, permitiendo así, que el dispositivo GFCI 1000 funcione adecuadamente bajo condiciones de plena carga a 40°C de temperatura ambiente.

15 Con algunos ejemplos, la cubierta 2000 de contactor puede ser instalada en otro bastidor (no mostrado) que contiene los otros componentes del dispositivo 1000. Como tal, el dispositivo 1000 puede ser previsto incluyendo el módulo de contactor 200 instalado en la cubierta 2000. Con otros ejemplos, el dispositivo 1000 que incluye el módulo de contactor 200 instalado en la cubierta 2000, puede ser además instalado en una cubierta sellada NEMA 4X que tiene un área de, por ejemplo, 0,57m².

Aunque la presente descripción ha sido descrita con referencia a determinadas realizaciones, numerosas modificaciones, alteraciones y cambios de las realizaciones descritas son posibles sin apartarse de la esfera y el alcance de la presente invención.

20

REIVINDICACIONES

1- Un dispositivo (1000) interruptor de circuito de fallo de puesta a tierra (GFCI) trifásico que comprende:

- 5 un conjunto de terminales de entrada (111, 122, 131) y un conjunto de terminales de salida (112, 122, 132), cada uno de los terminales de entrada (111, 121, 131) eléctricamente conectado a uno de los terminales de carga (112, 122, 132) a través de un contactor (210, 220, 230) y una línea conductora (110, 120, 130);
- 10 un transformador de corriente (150) operativamente acoplado a las líneas conductoras (110, 120, 130), el transformador de corriente (150) para producir una corriente secundaria, correspondiendo la corriente secundaria a una magnitud de corriente primaria de corriente eléctrica que fluye desde los terminales de entrada (111, 121, 131) a los terminales de carga (112,122, 132);
- 15 un módulo (200) de control de contactor configurado para hacer que los contactores (210, 220, 230) se cierren durante el funcionamiento normal del dispositivo GFCI (1000) y se abran basados en la recepción de una señal de fallo, en donde cada uno de los contactores (210, 220, o 230) incluye una bobina (211, 221, o 231) para abrir o cerrar el contactor (210, 220, o 230), comprendiendo el módulo (200) de control de contactor :
- 20 un primer interruptor de transistor (321) y un segundo interruptor de transistor (322), el primero y el segundo interruptores de transistor (321, 322) eléctricamente conectados en serie entre las bobinas (211, 221, 231) de los contactores (210, 220, 230) y tierra;
- 25 un primer regulador de baja tensión (311) y un segundo regulador de baja tensión (312), la entrada del primer y el segundo regulador de baja tensión (311, 312) eléctricamente conectada a una entrada de señal de fallo, la salida del primer regulador de baja tensión (311) eléctricamente conectada a la puerta del primer interruptor de transistor (321) y la salida del regulador de baja tensión (312) eléctricamente conectada a la puerta del segundo interruptor de transistor (322);
- una primera resistencia (341) y un primer diodo (331) eléctricamente conectado en paralelo a través de la puerta y la fuente del primer interruptor de transistor (321) y una segunda resistencia (332) y un segundo diodo (342) eléctricamente conectado en paralelo a través de la puerta y la fuente del segundo interruptor de transistor (322); y
- 30 un tercer diodo (343) eléctricamente conectado en serie entre la salida del primer regulador de baja tensión (311) y la puerta del primer interruptor de transistor (321) y un cuarto diodo (344) eléctricamente conectado en serie entre la salida del segundo regulador de baja tensión (312) y la puerta del segundo interruptor de transistor (322);
- 35 un módulo (400) de detección de corriente configurado para determinar si la magnitud de corriente primaria excede de un valor predeterminado y enviar la señal de fallo al módulo (200) de control de contactor basado en la determinación de que la magnitud de corriente primaria excede del valor predeterminado;
- un módulo (500) de supresión de transitorios eléctricamente conectado a los terminales de entrada (111, 121, 131), comprendiendo el módulo (400) de supresión de transitorios tres varistores de óxido de metal conectados en estrella que tiene un punto en estrella conectado a un condensador (520);
- 40 un módulo (600) de detección de errores en el cableado configurado para detectar una conexión errónea entre los terminales de entrada (111, 121, 131) y los terminales de carga (112, 122, 132) y enviar la señal de fallo al módulo (200) de control de contactor basado en la detección de la conexión errónea;
- un módulo (700) de prueba de fallo de puesta a tierra configurado para insertar en el transformador de corriente (150) una magnitud de corriente predefinida, para hacer que el limitador de corriente envíe la señal de fallo al módulo de control de contactor;
- 45 un módulo (800) de detección de carga puesta a tierra configurado para detectar si una carga conectada a los terminales de carga no está puesta a tierra y enviar la señal de fallo al módulo (200) de control de contactor basado en la detección de que la carga no está puesta a tierra;
- y un módulo (900) de seguridad contra fallos configurado para detectar un fallo del dispositivo GFCI (1000) y enviar la señal de fallo al módulo (200) de control de contactor basado en la detección del fallo.

2- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 1, en donde- el primer interruptor de transistor (321) y el segundo interruptor de transistor (322) están conectados en serie y en donde el primer interruptor de transistor (321) y el segundo interruptor de transistor (322) son seleccionados del grupo que consiste en transistores de efecto de campo de óxido de metal y transistores de unión bipolares.

3- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 1, que comprende además al menos un disipador de calor operativamente conectado a cada uno de los contactores (210, 220, 230).

- 4- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 1, comprendiendo el módulo (400) de detección de corriente :
- una resistencia (410) eléctricamente conectada al transformador de corriente (150) tal que la corriente secundaria fluya a través de la resistencia (410);
 - y un microprocesador (490), el microprocesador (490) configurado para :
- 5
- medir una tensión a través de la resistencia (410) ;
 - determinar la magnitud de corriente primaria basado en a la tensión medida
 - determinar si la magnitud de corriente primaria excede de un valor predeterminado; y
 - producir una señal de fallo basado en la determinación de que la magnitud de la corriente primaria excede del valor predeterminado
- 10
- 5- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 1, comprendiendo el módulo de detección de errores en el cableado:
- una red de resistencias desequilibrada eléctricamente conectada a los terminales de entrada (111, 121, 131), incluyendo la red de resistores desequilibrada salidas de tensión (681, 682, 683), correspondiendo cada una de las salidas de tensión (681, 682, 683) a uno de los terminales de entrada (111, 121, 131); y
- 15
- un microprocesador (690) configurado para determinar si una de las salidas de tensión (681, 682, 683) es desigual a las otras y producir la señal de fallo cuando se determine que la una de las salidas de tensión (681, 682, 683) es desigual a las otras.
- 6- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 1, comprendiendo el módulo (700) de prueba de fallo de puesta a tierra :
- 20
- un interruptor de activación (710) ;
 - un microprocesador (790) configurado para generar una señal de tensión cuando el interruptor de activación (710) es activado; y
 - un convertidor de señal (720) configurado para convertir la señal de tensión en una señal de corriente e insertar la señal de corriente en el transformador de corriente (150).
- 25
- 7- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 6, que comprende además un botón de ensayo operativamente conectado al interruptor de activación (710).
- 8- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 1, comprendiendo el módulo (800) de detección de carga puesta a tierra :
- 30
- un dispositivo de terminación (810) situado en la carga, el dispositivo de terminación (810)eléctricamente conectado entre un cable de detección y una tierra de carga ; y
 - un microprocesador (890) operativamente acoplado al dispositivo de terminación (810), el microprocesador (890) configurado para :
- medir una continuidad del dispositivo de terminación (810)
 - detectar si la carga no está puesta a tierra basado al menos, en parte, en la continuidad medida; y
- 35
- enviar la señal de fallo al módulo (300) de control de contactor basado en la detección de que la carga no está puesta a tierra.
- 9- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 1, que comprende además un módulo (120) de alimentación de energía operativamente conectado al módulo (300) de control de contactor, comprendiendo el módulo (120) de control de alimentación de energía :
- 40
- un transformador reductor (1210) eléctricamente conectado a dos de los terminales de entrada (111, 121, 131);
 - un puente rectificador (1220) eléctricamente conectado al transformador reductor (1210); y
 - un filtro capacitivo (1230) eléctricamente conectado al puente rectificador (1220).
- 10- Un dispositivo trifásico GFCI (1000) que comprende:

ES 2 587 785 T3

- un conjunto de terminales de entrada (111, 121, 131) y un conjunto de terminales de salida (112, 122, 132), cada uno de los terminales de entrada (111, 121, 131) eléctricamente conectado a uno de los terminales de carga (112, 122, 132) a través de un contactor (210, 220, 230) y una línea conductora (110, 120, 130);
- 5 un transformador de corriente (150) operativamente acoplado a las líneas conductoras (110, 120, 130), el transformador de corriente para producir una corriente secundaria, correspondiendo la corriente secundaria a una magnitud de corriente primaria de corriente eléctrica que fluye desde los terminales de entrada (111, 121, 131) a los terminales de carga (112, 122, 132);
- 10 un módulo (200) de control de contactor configurado para hacer que los contactores (210, 220, 230) se cierren durante el funcionamiento normal del dispositivo GFCI (1000) y se abran basado en la recepción de una señal de fallo cada uno de los contactores (210, 220, o 230) incluye una bobina (211, 221 o 231), para abrir o cerrar el contactor (210, 220 ó 230);
- 15 un módulo (400) de detección de corriente configurado para determinar si la magnitud de corriente primaria excede de un valor predeterminado y para enviar la señal de fallo al módulo (200) de control de contactor basado en la determinación de que la magnitud de corriente primaria excede del valor predeterminado;
- 20 un módulo (500) de supresión de transitorios eléctricamente conectado a los terminales de entrada (111, 121, 131), comprendiendo el módulo (500) de supresión de transitorios tres varistores de óxido de metal conectados en estrella que tienen un punto de conexión en estrella conectado a un condensador (520);
- un módulo (600) de detección de errores en el cableado configurado para detectar una conexión errónea entre los terminales de entrada (111, 121, 131) y los terminales de carga (112, 122, 132) y enviar la señal de fallo al módulo (200) de control de contactor basado en la detección de la conexión errónea;
- 25 un módulo (700) de prueba de fallo de puesta a tierra configurado para insertar en el transformador de corriente (150) una magnitud de corriente predefinida para hacer que el limitador de corriente envíe la señal de fallo al módulo de control de contactor;
- un módulo (800) de detección de carga puesta a tierra configurado para detectar si una carga no está puesta a tierra y enviar la señal de fallo al módulo de control de contactor basado en la detección de que la carga no está puesta a tierra;
- 30 un módulo (900) de seguridad contra fallos configurado para detectar un fallo del dispositivo GFCI (1000) y enviar la señal de fallo al módulo de control de contactor basada en la detección del fallo ;
- un alojamiento,
- comprendiendo el dispositivo trifásico GFCI (1000) :
- 35 un primer interruptor de transistor (321) y un segundo interruptor de transistor (322), el primer y segundo interruptores de transistor (321, 322) eléctricamente conectados en serie entre las bobinas (211, 221, 231) de los contactores (210, 220, 230) y tierra;
- un primer regulador de baja tensión (311) y un segundo regulador de baja tensión (312), la entrada del primer y del segundo regulador de baja tensión (311, 312) eléctricamente conectadas a una entrada de señal de fallo, la salida del primer regulador de baja tensión (311) eléctricamente conectada a la puerta del primer interruptor de transistor (321) y la salida del segundo regulador de baja tensión eléctricamente conectada a la puerta del segundo el interruptor de transistor (322);
- 40 una primera resistencia (331) y un primer diodo(341) eléctricamente conectados en paralelo a través de la puerta y la fuente del primer interruptor de transistor (321) y una segunda resistencia (332) y un segundo diodo (342) eléctricamente conectado en paralelo a través de la puerta y la fuente del segundo interruptor de transistor (322);
- 45 un tercer diodo (343) eléctricamente conectado en serie entre la salida del primer regulador de baja tensión (311) y la puerta del primer interruptor de transistor (321) y un cuarto diodo (344) eléctricamente conectado en serie entre la salida del segundo regulador de tensión (312) y la puerta del segundo interruptor de transistor (322);
- una resistencia 331 eléctricamente conectada al transformador de corriente (150) tal que la corriente secundaria fluye a través de la resistencia 331; y
- 50 un microprocesador (490), el microprocesador (490) configurado para :
- medir una tensión a través de la resistencia (331);
- determinar la magnitud de corriente primaria basado en la tensión medida;

determinar si la magnitud de corriente primaria excede un valor predeterminado; y

producir la señal de fallo basado en la determinación de que la magnitud de corriente primaria excede el valor predeterminado.

5 11- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 10, que comprende además una pluralidad de disipadores de calor, en donde cada uno de la pluralidad de disipadores de calor está operativamente conectado a uno de los contactores (210, 220, 230) y montado sobre el alojamiento.

12- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 10, que comprende el módulo (600) de detección de errores en el cableado:

10 una red de resistencias desequilibrada eléctricamente conectada a los terminales de entrada (111, 121, 131), incluyendo la red de resistencias desequilibrada salidas de tensión (681, 682, 683), correspondiendo cada una de las salidas de tensión (681, 682, 683) a uno de los terminales de entrada (111, 121, 131), el microprocesador (490) configurado para determinar si una de las salidas de tensión (681, 682, 683) es desigual a las otras y producir la señal de fallo cuando se determina que una de las salidas de tensión (681, 682, 683) en desigual a las otras.

15 13- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 12, comprendiendo el módulo (700) de prueba de fallo de puesta a tierra :

un interruptor de activación (710), el microprocesador(490) configurado para generar una señal de tensión cuando se activa el interruptor de activación (710); y

20 un convertidor de señal (720) configurado para convertir la señal de tensión a una señal de corriente e insertar la señal de corriente en el transformador de corriente (150).

14- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 13 que comprende además un botón de prueba montado en el alojamiento, el botón de prueba operativamente conectado al interruptor de activación (710).

15- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 14, comprendiendo el módulo (800) de detección de carga puesta a tierra :

25 un dispositivo de terminación (810) situado en la carga, eléctricamente conectado entre un cable de detección y una tierra de carga,

un microprocesador (890) operativamente acoplado al dispositivo de terminación (810), el microprocesador (890) configurado para :

medir una continuidad del dispositivo de terminación (810);

30 detectar si una carga conectada no está puesta a tierra basado al menos, en parte, en la continuidad medida; y

enviar la señal de fallo al módulo (300) de control de contactor basado en la detección de que la carga no está puesta a tierra.

35 16- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 15, que comprende además un módulo (120) de control de alimentación de energía operativamente conectado al módulo (300) de control de contactor, comprendiendo el módulo (120) de control de alimentación de energía :

un transformador reductor (1210) eléctricamente conectado a dos de los terminales de entrada (111, 121, 131);

un puente rectificador (1220) eléctricamente conectado al transformador reductor (1210); y

un filtro capacitivo (1230) eléctricamente conectado al puente rectificador (1220).

40 17- El dispositivo trifásico GFCI (1000) de la reivindicación 16, en donde el microprocesador (490) es un primer microprocesador, comprendiendo el módulo de seguridad contra fallos un segundo microprocesador (990), el segundo microprocesador (990) configurado para detectar un fallo del primer microprocesador (490) y enviar la señal de fallo al módulo (300) de control de contactor basado en la detección del fallo.

45 18. El dispositivo trifásico GFCI de la reivindicación 17, en donde el alojamiento (2000) de contactor incluye una pluralidad de aberturas de ventilación (2100).

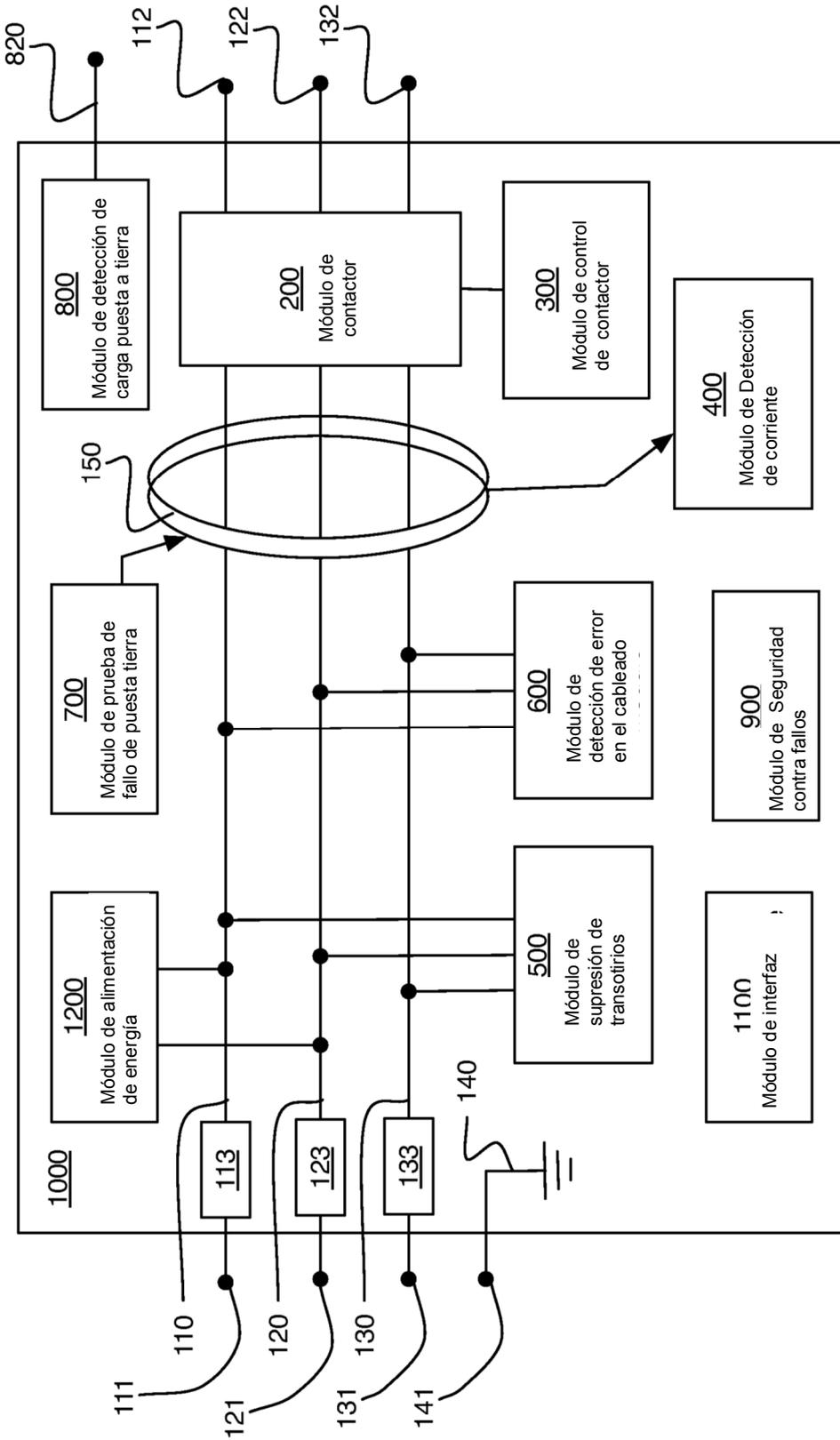


FIG. 1

FIG. 1

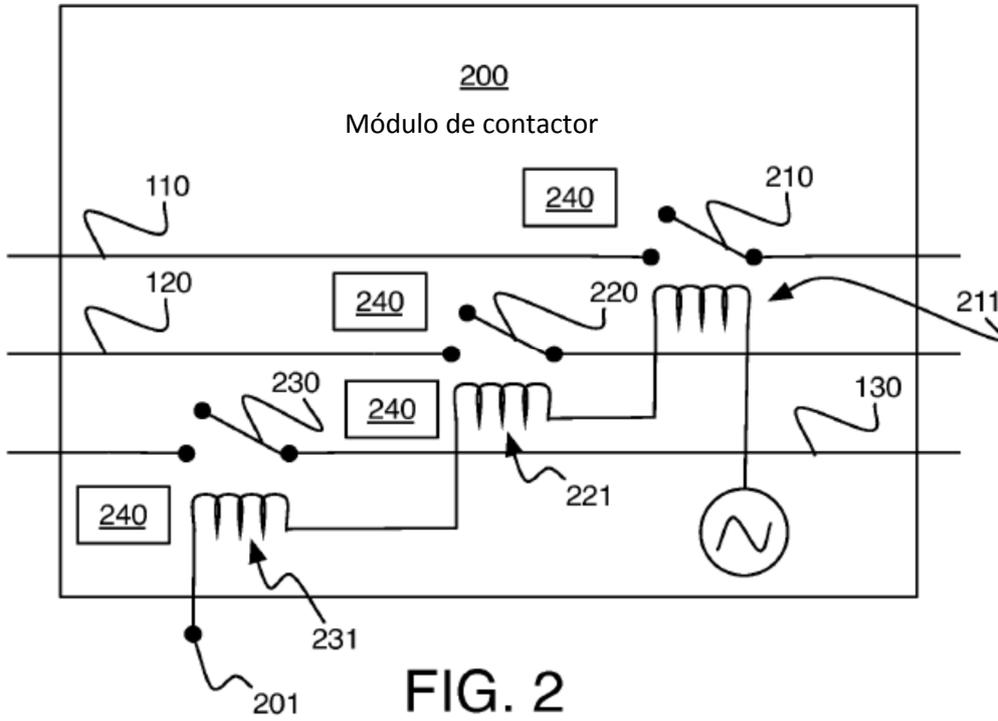


FIG. 2

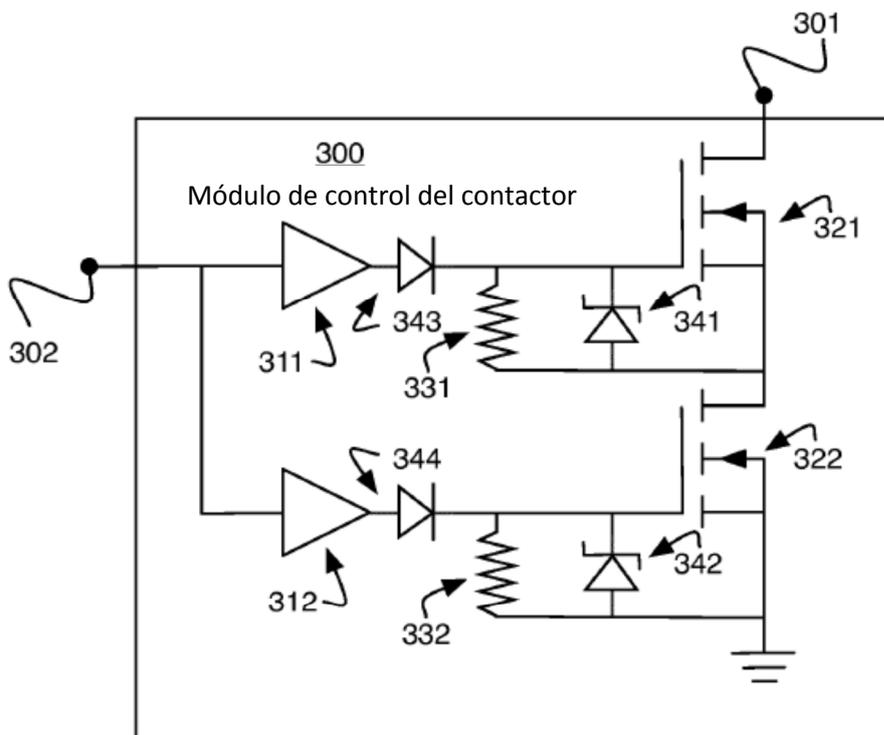


FIG. 3

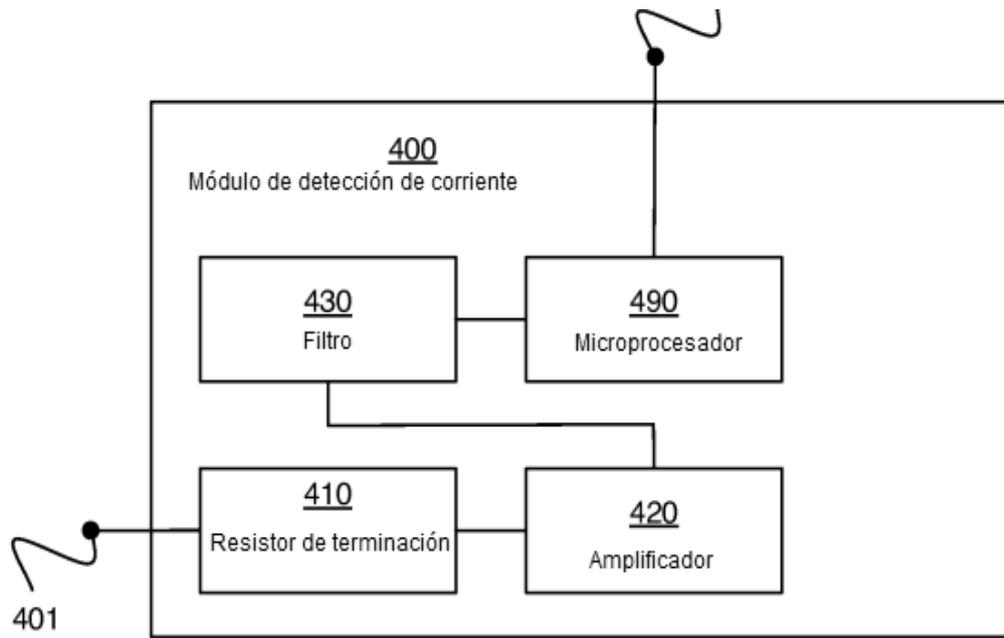


FIG. 4

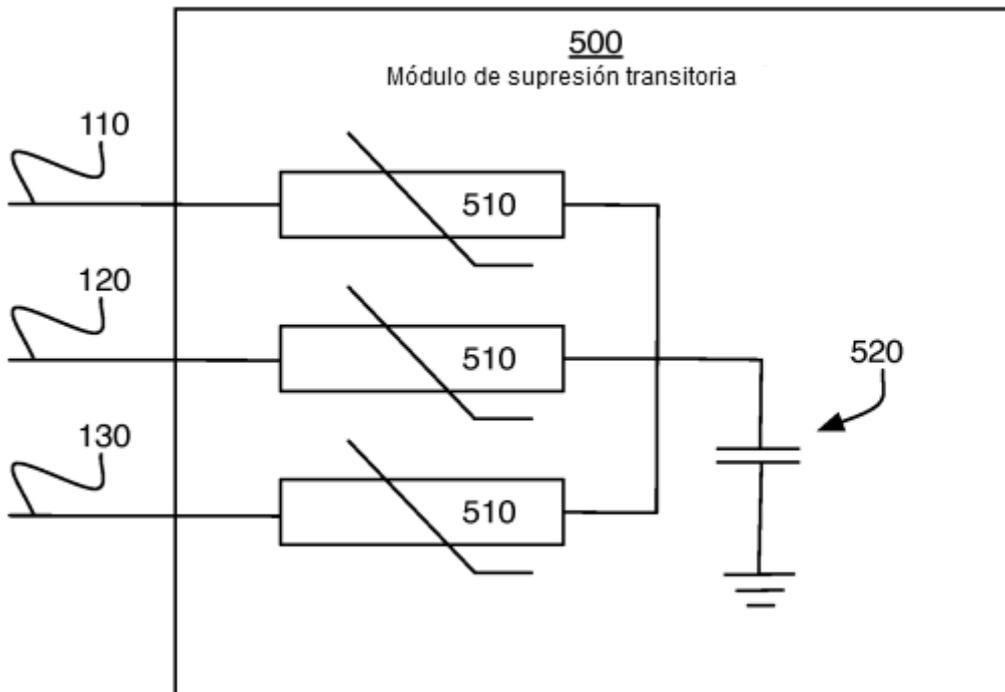


FIG.5

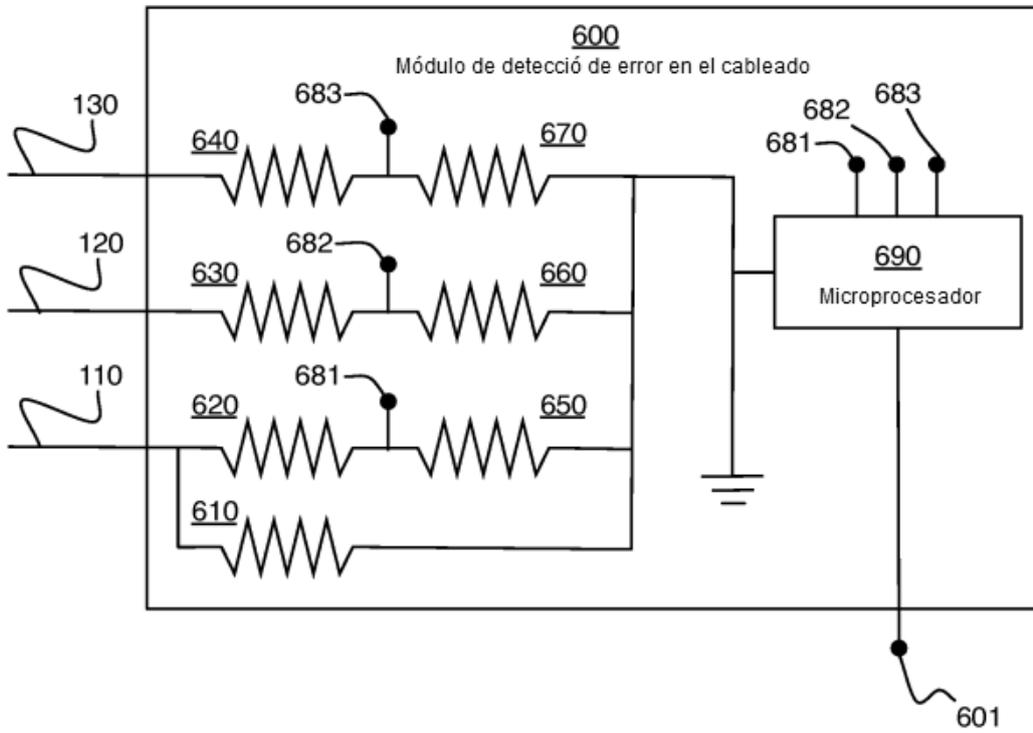


FIG.6

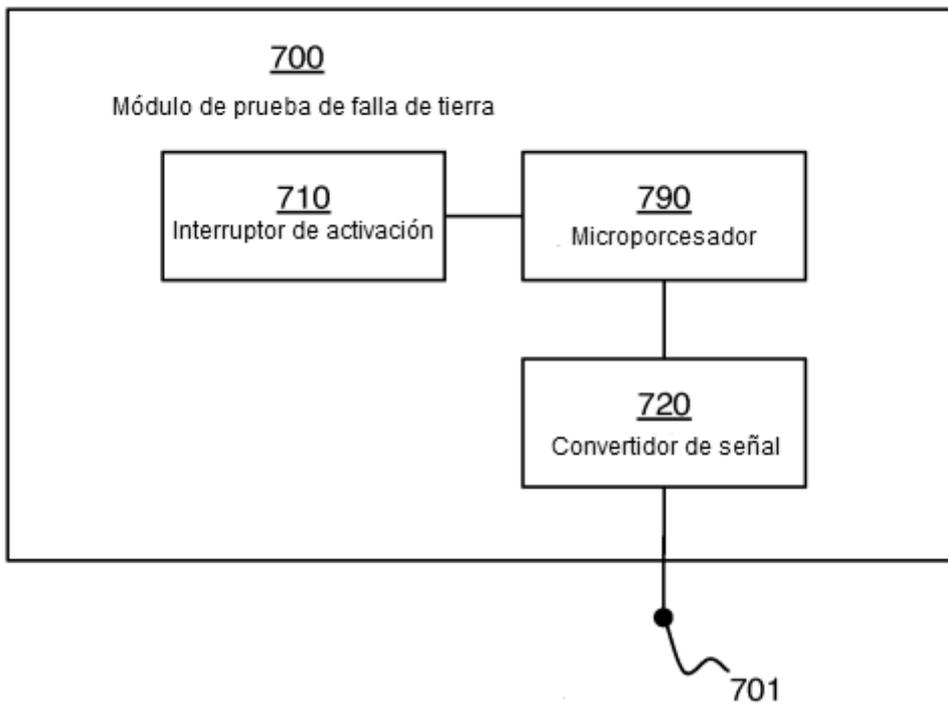


FIG. 7

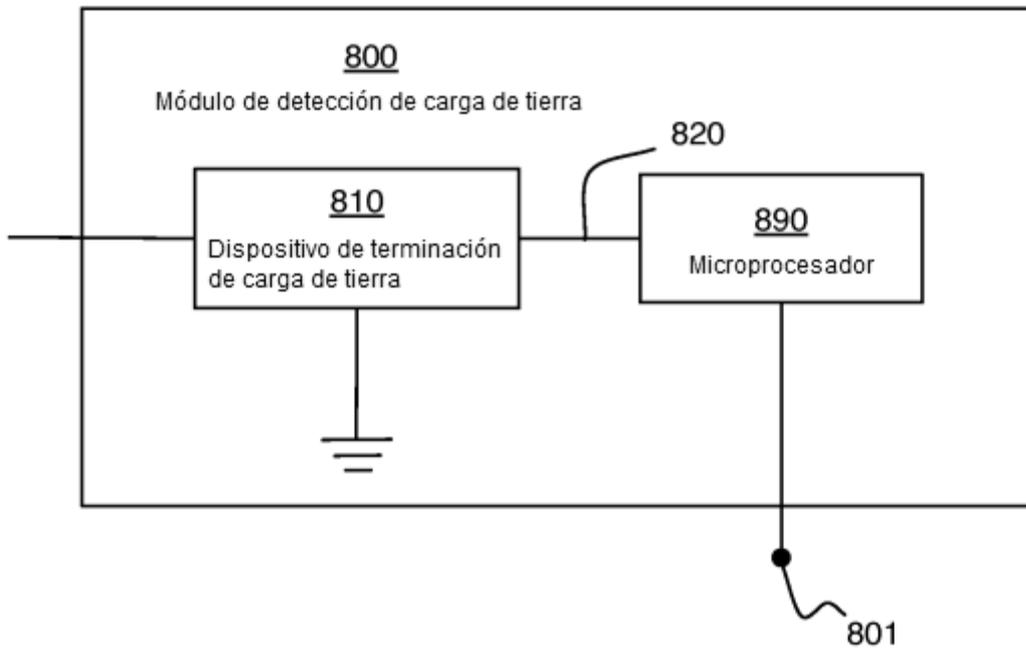


FIG.8

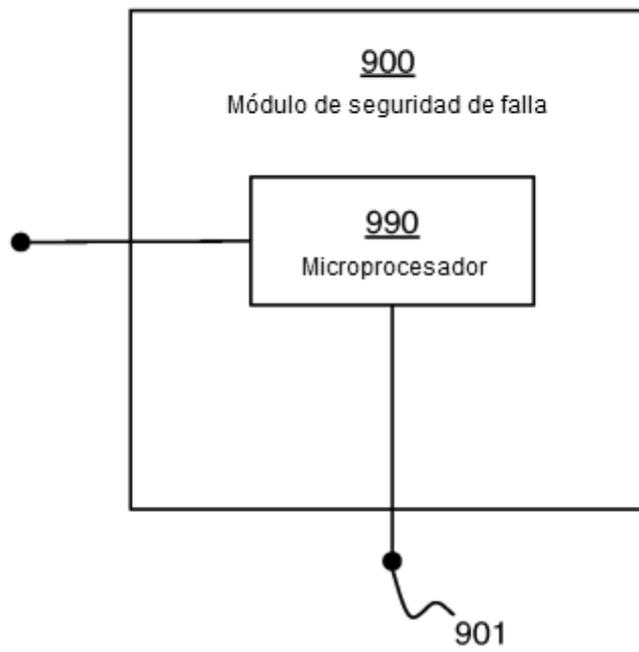


FIG. 9

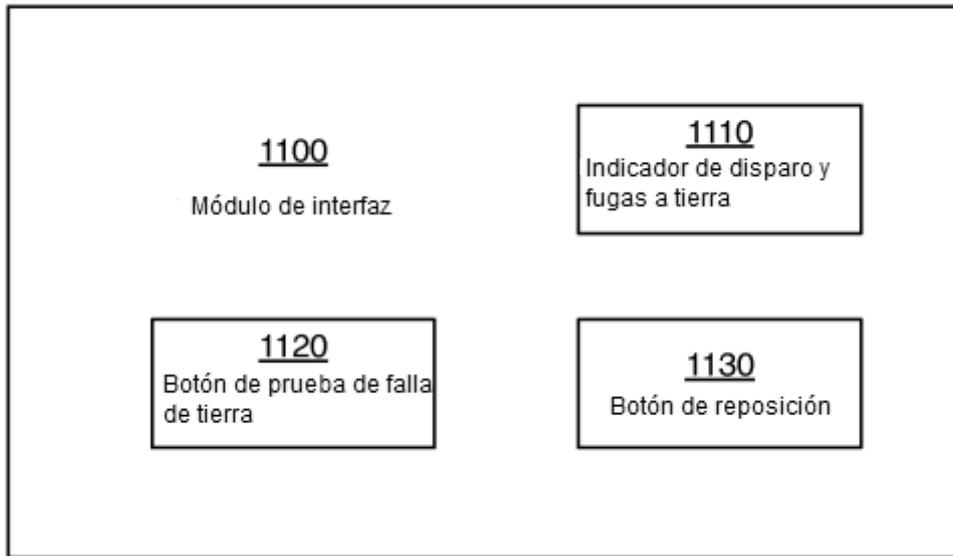


FIG.10

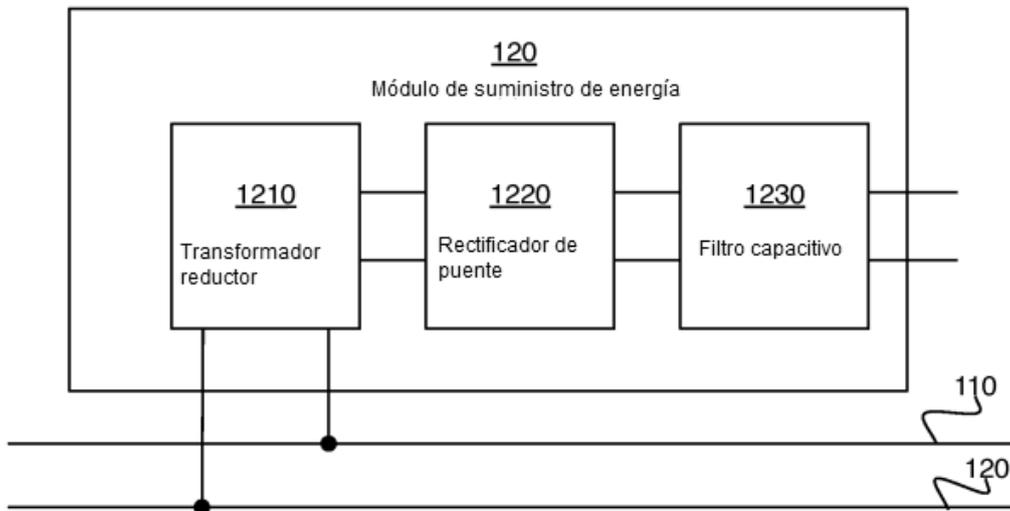


FIG.11

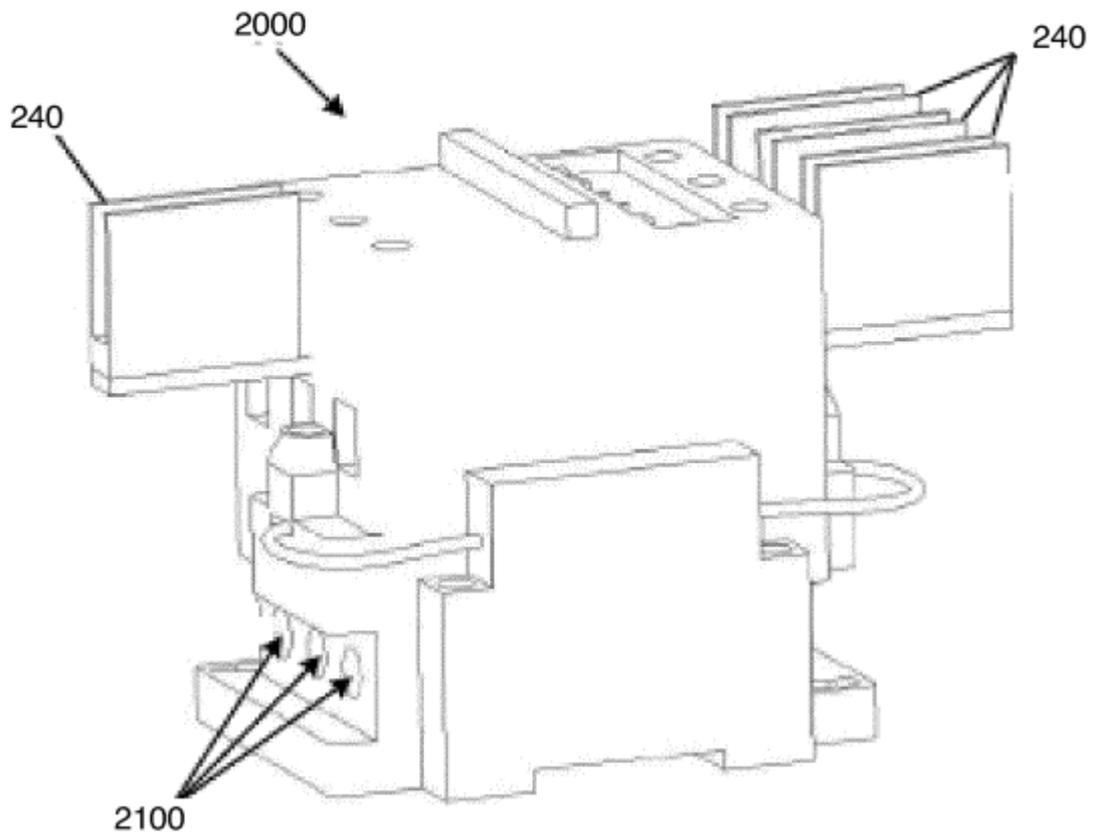


FIG.12