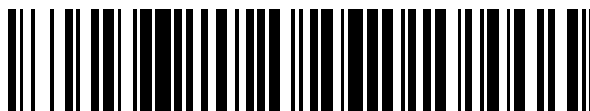


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 139**

51 Int. Cl.:

H01H 71/04 (2006.01)

H01H 71/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2013 PCT/US2013/049856**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14039165**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2013 E 13739911 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017 EP 2893547**

54 Título: **Interruptor de circuito que emplea memoria no volátil para diagnósticos mejorados**

30 Prioridad:

10.09.2012 US 201213608495

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

31.01.2018

73 Titular/es:

**EATON CORPORATION (100.0%)
1000 Eaton Boulevard
Cleveland, OH 44122, US**

72 Inventor/es:

**PARKER, KEVIN L. y
MILLER, THEODORE J.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 652 139 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 que emplea memoria no volátil para diagnósticos mejorados

5 Antecedentes

Campo

10 El concepto desvelado se refiere, en general, a interruptores de circuito y, más específicamente, a disyuntores. El concepto desvelado también se refiere a los disyuntores en miniatura.

Información de antecedentes

15 En el documento US 4 958 252 A se desvela un disyuntor en miniatura como se define en la parte precaracterizadora de la reivindicación 1.

20 Además, en el documento EP 0 193 732 A1 se desvela un dispositivo para monitorizar y controlar dispositivos de conmutación, en el que los eventos que ocurren en realidad y el estado instantáneo de la aparamenta se registran por una multiplicidad de sensores y se alimentan como señales a una lógica de evaluación que realiza una correlación, una evaluación y una comparación con patrones de comportamiento almacenados.

25 Los interruptores de circuito, tales como los disyuntores, son en general antiguos y bien conocidos en la técnica. Los disyuntores se usan para proteger los circuitos eléctricos contra daños debidos a una condición de sobrecorriente, tal como una condición de sobrecarga o un cortocircuito de nivel relativamente alto o una condición de fallo. En los disyuntores pequeños, comúnmente denominados disyuntores en miniatura, usados para aplicaciones residenciales y comerciales livianas, dicha protección se proporciona normalmente mediante un dispositivo de disparo térmico-magnético. Este dispositivo de disparo incluye un bimetalo, que se calienta y se dobla en respuesta a una condición de sobrecorriente persistente. El bimetalo, a su vez, desbloquea un mecanismo de funcionamiento accionado por resorte, que abre los contactos separables del disyuntor para interrumpir el flujo de corriente en el sistema de alimentación protegido.

30 Los disyuntores industriales utilizan a menudo un bastidor de disyuntor, que aloja una unidad de disparo. Véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos N.º 5.910.760; y 6.144.271. La unidad de disparo puede ser modular y puede reemplazarse, con el fin de alterar las propiedades eléctricas del disyuntor.

35 Es bien conocido el empleo de unidades de disparo que utilizan un microprocesador para detectar diversos tipos de condiciones de disparo de sobrecorriente y proporcionar diversas funciones de protección, tales como, por ejemplo, un disparo de retardo largo, un disparo de retardo corto, un disparo instantáneo, y/o un disparo de fallo de tierra. La función de disparo de retardo largo protege la carga servida por el sistema eléctrico protegido de las sobrecargas y/o sobrecorrientes. La función de disparo de retardo corto puede usarse para coordinar el disparo de los disyuntores corriente abajo en una jerarquía de disyuntores. La función de disparo instantáneo protege los conductores eléctricos a los que está conectado el disyuntor de condiciones de sobrecorriente dañinas, tal como los cortocircuitos. Como se sugiere, la función de disparo por fallo de tierra protege el sistema eléctrico de los fallos a tierra.

40 Los primeros diseños de circuitos de la unidad de disparo electrónico utilizan componentes discretos tales como transistores, resistencias y condensadores.

45 Más recientemente, los diseños, tales como los descritos en las patentes de Estados Unidos N.º 4.428.022 y 5.525.985, han incluido microprocesadores, que proporcionan un mejor rendimiento y flexibilidad. Estos sistemas digitales toman muestras de las formas de onda de corriente periódicamente para generar una representación digital de la corriente. El microprocesador usa las muestras para ejecutar algoritmos, que implementan una o más curvas de protección de corriente.

50 Al diagnosticar problemas de campo con un interruptor de circuito por fallo de arco (AFCl), los ingenieros a menudo se basan en gran medida en los informes de oídas de las circunstancias que rodean a cada problema. Estos informes pueden provenir de usuarios, electricistas y personal de ventas. Aunque las personas que proporcionan la información son ciertamente bienintencionadas y sus esfuerzos son muy apreciados, la calidad de la información que se informa desde el campo a menudo es de poco valor o cuestionable. De hecho, evaluar la calidad de la información proporcionada por los informes de campo a menudo es un desafío tan grande como determinar cuál pudo haber sido el problema original.

55 Cuando el patrón de información disponible es confuso o poco claro, entonces, los ingenieros se ven obligados a hacer muy amplias conjeturas en cuanto a cuál puede haber sido el problema de campo. Por lo tanto, diagnosticar un problema de campo es difícil con poca información sólida para ayudar a diagnosticar el problema. En estos casos, a menudo se requiere enviar a un ingeniero de diseño de interruptores de circuito a una localización de

campo junto con osciloscopios y otros equipos de diagnóstico con el fin de recopilar información de primera mano sobre el problema. Esto puede consumir mucho tiempo, ser costoso e incluso improductivo si el problema de campo no es repetible.

- 5 Hay una necesidad de una “caja negra” en un disyuntor en miniatura, con el fin de mejorar la cantidad y calidad de la información disponible en el diagnóstico, por ejemplo, los problemas de AFCI encontrados en el campo.

10 En los disyuntores de miniatura conocidos, la información que el disyuntor usa para hacer cada decisión de disparo se pierde debido a que no existe un mecanismo de almacenamiento integral. Por ejemplo, un microprocesador de AFCI conocido almacena solo un único byte de información (es decir, la “causa del disparo”) en su EEPROM de datos internos por evento de disparo. Esto se debe a diversas restricciones.

15 La más alta prioridad de un AFCI es interrumpir el circuito protegido siempre que se sospeche una condición excepcional. El procesador no puede retrasar la interrupción del circuito con el fin de almacenar información. Por lo tanto, el microprocesador almacena una “causa del disparo” en la EEPROM solo después de que se haya identificado un fallo y se haya enviado una señal para abrir por disparo el mecanismo de funcionamiento del disyuntor. Además, hay un tiempo limitado después de que el AFCI interrumpa el circuito protegido para que el procesador almacene la información. Esto se debe a que el AFCI usa la energía proporcionada por la fuente de la red pública, que se interrumpe cuando se abren los contactos separables del disyuntor. Por ejemplo, el tiempo necesario para almacenar la información en la EEPROM es relativamente grande (por ejemplo, de 5 a 10 milisegundos (ms)) en comparación con el tiempo de retención de la fuente de alimentación, de tal manera que solo puede guardarse un único byte de información por cada evento de disparo.

25 Otro problema asociado con la EEPROM es que el único microprocesador de AFCI puede parar de ejecutar el código mientras que la información se escribe en su EEPROM. Como consecuencia, el procesador no escribe en la EEPROM cada vez que está buscando fallos. De lo contrario, si esto estuviera permitido, entonces el microprocesador estaría “ciego” ante las condiciones de fallo de arco cada vez que almacenaran datos. Además, las restricciones en el número de ciclos de escritura de la EEPROM (por ejemplo, 300000 ciclos de escritura máximos) significan que puede almacenarse una cantidad limitada de información en la EEPROM.

30 Un disyuntor de fallo de arco de alimentador de rama convencional proporciona protección a los arcos paralelos y fallos de tierra de 30 mA. Por lo general, este no emplea un procesador y no proporciona un registro de datos, la extracción de un registro de estado o las comunicaciones del usuario. Además, no hay información de causa del disparo disponible.

35 Un disyuntor de combinación de primera generación conocido proporciona protección a los arcos paralelos, los arcos serie y a los fallos de tierra de 30 mA. Este emplea un procesador, proporciona un registro de disparo único que contiene un byte de información (es decir, la causa del disparo más reciente) en la EEPROM de datos para el registro de datos, y proporciona la extracción de la causa del disparo conectando una herramienta de desarrollo de EEPROM de un tercero directamente a la placa de circuito impreso del disyuntor, pero no proporciona las comunicaciones de usuario. La información de la causa del disparo no está disponible para el usuario.

40 Un disyuntor de combinación de segunda generación conocido proporciona una mejor protección a los arcos paralelos y los arcos serie, y opcionalmente a los fallos de tierra de 30 mA. Este emplea un procesador, proporciona varios cientos de registros de disparo, conteniendo cada registro un byte de información que indica una causa del disparo para cada evento de disparo en la EEPROM de datos para el registro de datos, y proporciona la extracción de la causa del disparo mediante un LED parpadeante opcional, pero solo para el evento de disparo más reciente. Un registro de estado del historial de disparo completo está disponible conectando directamente una herramienta propietaria a la placa de circuito impreso del disyuntor, pero no está disponible para el usuario.

50 Hay margen de mejora en los interruptores de circuito.

También hay margen de mejora en los disyuntores, tales como los disyuntores en miniatura.

55 Sumario

60 Estas y otras necesidades se cumplen mediante las realizaciones del concepto desvelado, en las que una rutina de un procesador de un interruptor de circuito introduce la información de circuito de potencia detectada, y determina y almacena la información de interruptor de circuito en una memoria no volátil durante una vida útil de funcionamiento del interruptor de circuito.

De acuerdo con un aspecto del concepto desvelado, se define un disyuntor en miniatura que incluye una vida útil de funcionamiento en la reivindicación independiente 1. Aspectos adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

65

Breve descripción de los dibujos

Una comprensión completa del concepto desvelado puede ganarse a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lea junto con los dibujos adjuntos en los que:

- 5 La figura 1 es un diagrama de bloques de un disyuntor en miniatura de acuerdo con las realizaciones del concepto desvelado.
 Las figuras 2A-2D son diagramas de flujo de nivel superior de las rutinas ejecutadas por el procesador de la figura 1.
 10 Las figuras 3A (mostradas como 3A1-3A2), 3B (mostrada como 3B1-3B2), 3C y 3D (mostradas como 3D1-3D2) son diagramas de flujo de las rutinas ejecutadas por el procesador de la figura 1.
 La figura 4 es un diagrama de bloques de un búfer circular que almacena una pieza de datos por semiciclo de línea para la rutina de interrupción de la figura 3B.
 15 La figura 5 es un diagrama de bloques de los contenidos de la memoria no volátil de la figura 1.

Descripción de las realizaciones preferidas

Como se emplea en el presente documento, el término “número” significará uno o un número entero mayor que uno (es decir, una pluralidad).

- 20 Como se emplea en el presente documento, el término “procesador” significará un dispositivo digital y/o analógico programable que puede almacenar, recuperar, y procesar datos; un ordenador; una estación de trabajo; un ordenador personal; un microprocesador; un microcontrolador; una microcomputadora; una unidad de procesamiento central; un ordenador central; un mini ordenador; un servidor; un procesador de red; o cualquier dispositivo o aparato de procesamiento adecuado.
 25

- Como se emplea en el presente documento, la afirmación de que dos o más partes están “conectadas” o “acopladas” entre sí significará que las partes se unen entre sí, o directamente o unidas a través de una o más partes intermedias. Además, tal como se emplea en el presente documento, la afirmación de que dos o más partes están “unidas” significará que las partes se unen entre sí directamente.
 30

- Como se emplea en el presente documento, la expresión “vida útil de funcionamiento” significará la duración de la existencia de funcionamiento de un interruptor de circuito con la potencia adecuada aplicada a su terminal(s) de línea.
 35

- El concepto desvelado se describe en asociación con los disyuntores en miniatura de polo único, aunque el concepto desvelado puede aplicarse a una amplia gama de interruptores de circuito que tengan cualquier número de polos.

- 40 Haciendo referencia a la figura 1, se muestra un interruptor de circuito, tal como el disyuntor en miniatura de ejemplo 2. El disyuntor en miniatura de ejemplo 2 tiene una vida útil de funcionamiento e incluye unos contactos separables 4, un mecanismo de funcionamiento 6 estructurado para abrir y cerrar los contactos separables 4, un mecanismo de disparo, tal como el circuito de disparo de ejemplo 8, que coopera con el mecanismo de funcionamiento 6 para abrir por disparo los contactos separables 4, y un procesador, tal como el microcontrolador de ejemplo 10, que tiene una rutina 12.
 45

- El disyuntor en miniatura de ejemplo 2 también incluye una pluralidad de sensores 14, 16, 18, 20 para detectar la información de circuito de potencia asociado operativamente con los contactos separables 4. Por ejemplo y sin limitación, los sensores de ejemplo incluyen el sensor de fallo de tierra 14, el sensor de ruido de banda ancha 16, el sensor de corriente 18, y un circuito de detección de voltaje de línea a neutro y detector de cruce por cero 20. La salida 15 del sensor de fallo de tierra 14 se introduce por un circuito de fallo de tierra 22 que emite una señal de fallo de tierra 23 al microcontrolador 10. La salida 17 del sensor de ruido de banda ancha 16 se introduce por un circuito de detección de ruido de alta frecuencia 24 que emite una señal de detector de alta frecuencia 25 al microcontrolador 10. La salida 19 del sensor de corriente 18 se introduce por un circuito de detección de corriente de línea 26 que emite una señal de corriente de línea 27 al microcontrolador 10. La entrada 21 del circuito de detección de voltaje de línea a neutro y detector de cruce por cero 20 es una tensión de línea a neutro. A su vez, el circuito 20 emite una señal de tensión de línea 28 y una señal de cruce por cero de tensión de línea 29 al microcontrolador 10. El microcontrolador 10 incluye las entradas analógicas 30, 32, 34, 36 para las respectivas señales analógicas 23, 25, 27, 28, y una entrada digital 38 para la señal de cruce por cero de tensión de línea digital 29. Las entradas analógicas 30, 32, 34, 36 están operativamente asociadas con un número de convertidores analógico a digital (ADC) (no mostrados) dentro del microcontrolador 10. El microcontrolador 10 también incluye una salida digital 40 que proporciona una señal de disparo 41 al circuito de disparo 8.
 50
 55
 60

- El disyuntor en miniatura de ejemplo 2 incluye además una memoria no volátil 42 accesible por el mismo. La memoria no volátil 42 puede ser externa (no se muestra) o interna (como se muestra) al microcontrolador 10. La rutina 12 del microcontrolador 10, que puede almacenarse por la memoria no volátil 42 (como se muestra) o por otra
 65

memoria adecuada (no mostrada), está estructurada para introducir la información de circuito de potencia detectada a partir de los diversos sensores 14, 16, 18, 20, para determinar y almacenar la información de disparo para cada uno de una pluralidad de ciclos de disparo en la memoria no volátil 42, para almacenar la información de circuito de potencia detectada en la memoria no volátil 42 para cada uno de una pluralidad de semiciclos de línea, y para determinar y almacenar la información de disyuntor en la memoria no volátil 42 durante la vida útil de funcionamiento del disyuntor en miniatura 2.

Las figuras 2A-2D muestran las rutinas respectivas 50, 60, 70, 90 ejecutadas por el microcontrolador 10 de la figura 1. La rutina de inicialización 50 de la figura 2A inicializa partes de la memoria no volátil 42. En 52, la rutina de inicialización 50 se ejecuta antes de que el microcontrolador 10 se active en el campo por primera vez (por ejemplo, durante la programación de fábrica). A continuación, en 54, la memoria no volátil 42 se carga con los valores iniciales adecuados de la información de disparo, la información de circuito de potencia detectada y la información de disyuntor.

Como se muestra en la figura 2B, la rutina de bucle principal 60 comienza en 62. A continuación, en 64, se inicializan los registros de configuración de hardware de microcontrolador. A continuación, en 66, se actualiza cualquier variable no volátil que deba actualizarse cuando se enciende el disyuntor 2 (por ejemplo, sin limitación, aumentar el recuento de la cantidad de veces que se ha encendido el disyuntor; la información adecuada de entre la información de disparo, la información de circuito de potencia detectada y la información de disyuntor). A continuación, en 68, se inicializan las interrupciones. Finalmente, en 69, no se hace nada mientras se espera a que se produzcan las interrupciones. Como alternativa, puede ejecutarse una rutina adecuada en segundo plano, tal como el bucle principal 252 de la figura 3A.

La rutina de interrupción 70 de la figura 2C comienza en 72. A continuación, en 74, se determina si este es el comienzo de un nuevo semiciclo de línea basándose en el estado de la señal de cruce por cero de la tensión de línea 29 de la figura 1. Si es de este modo, entonces en 76, se actualiza cualquier variable no volátil que necesite actualizarse con el inicio de un semiciclo de línea (por ejemplo, sin limitación, incrementar el recuento del número de semiciclos de línea que se ha encendido el disyuntor durante toda su vida útil). De lo contrario, o después de 76, se adquieren los datos analógicos de las entradas 30, 32, 34, 36 de la figura 1. A continuación, en 80, se realiza un procesamiento de algoritmo de protección adecuado. A continuación, en 82, se actualiza cualquier variable no volátil que necesite actualizarse de cada muestra (por ejemplo, sin limitación, almacenar el valor de la corriente de la línea muestreada en un búfer de captura de forma de onda activa en la memoria no volátil 42). A continuación, en 84, se determina si se ha detectado un fallo por el algoritmo(s) de protección. Si es de este modo, entonces en 86 se ejecuta la rutina de disparo 90 de la figura 2D. De lo contrario, la rutina de interrupción 70 termina en 88.

Como se muestra en la figura 2D, la rutina de disparo 90 comienza en 91. A continuación, en 92, se actualiza cualquier variable no volátil que necesite actualizarse cada vez que el microcontrolador 10 dispara el disyuntor 2 (por ejemplo, sin limitación, incrementar el recuento del número de veces que el disyuntor se ha disparado por el microcontrolador 10). A continuación, en 94, se determina si este es un dispositivo de "solo evaluación" (por ejemplo, sin limitación, como se define por una localización predeterminada en la memoria no volátil 42). Si es de este modo, entonces en 96, el microcontrolador 10 se reinicia, lo que permite que la rutina 12 de la figura 1 se reinicie en su comienzo (por ejemplo, 62 de la rutina 60 de la figura 2B). De lo contrario, en 98, se emite una orden (señal de disparo 41) al circuito de disparo 8 para desbloquear el mecanismo de funcionamiento 6 de la figura 1. A continuación, la rutina de disparo 90 termina en 100.

Ejemplo 1

Las figuras 3A-3D son diagramas de flujo de las rutinas 200, 300, 400, 500 ejecutadas por el microcontrolador 10 de la figura 1. La figura 3A muestra la rutina 200, que es una versión más detallada de la rutina de bucle principal 60 de la figura 2B. Después de 64, en 202, se actualizan las variables globales almacenadas en la memoria no volátil 42. A continuación, en 204, en una sección de variables globales (612 de la figura 5), se incrementa un contador que rastrea el número de veces que el disyuntor 2 se ha encendido en su vida útil de funcionamiento. A continuación, en 206, en la sección de variables globales, se inicializa un temporizador para una pila de utilización de energía a cero. En 208, en la sección de variables globales, se inicializan todas las entradas en la pila de utilización de energía se inicializan a cero. A continuación, en 210, en la sección de variables globales, se inicializa el identificador de la entrada activa dentro de la pila de utilización de energía a la primera entrada.

A continuación, en 212, se actualiza un registro de estado. A continuación, en 214, se determina si la entrada más reciente en el registro de estado global indica un disparo iniciado por el microcontrolador 10. Si es de este modo, entonces, en 216, hay una indicación definitiva de por qué se produjo una interrupción de la potencia del disyuntor 2 y la ejecución se reanuda en 232. De lo contrario, en 218, el microcontrolador 10 no inicia la última interrupción de la potencia para el disyuntor, por lo que se deduce la causa de esta interrupción de potencia examinando el historial de la corriente de línea. A continuación, en 220, mirando en el registro de corriente en el búfer de captura de forma de onda activa anterior (616 de la figura 5), se determina si hubo una tendencia de uno o dos semiciclos de línea de corriente de línea relativamente muy alta (por ejemplo, sin limitación, más de diez veces la corriente nominal) dentro

de un tiempo predeterminado (por ejemplo, sin limitación, uno o dos semiciclos de línea) antes de la última vez que se desactivó el disyuntor 2.

Si es de este modo, entonces, en 222, en la sección de variables globales, se encuentra la primera entrada no usada en el registro de estado global y en esa entrada, se almacena una indicación de que se ha producido una pérdida de potencia que no era el resultado de un disparo ordenado electrónicamente pero que puede haber sido el resultado de un disparo de sobrecorriente instantáneo mecánico provocado por el circuito de disparo 8, después de lo cual la ejecución se reanuda en 232. Por otro lado, en 224, a partir del registro de corriente en el búfer de captura de forma de onda activa anterior, se determina si había una tendencia de relativamente muchos semiciclos de línea de corriente, cada uno con una magnitud moderadamente superior al valor manejado (por ejemplo, sin limitación, mayor que la corriente nominal pero menor de dos veces la corriente nominal), dentro de un tiempo predeterminado (por ejemplo, sin limitación, 45 segundos) antes de la última vez que se apagó el circuito. Si es de este modo, en 226, en la sección de variables globales, se encuentra la primera entrada no usada en el registro de estado global y en esa entrada, se almacena una indicación de que se ha producido una pérdida de potencia que no es el resultado de un disparo ordenado electrónicamente, pero que puede haber sido el resultado de un disparo de sobrecarga térmica mecánica provocado por el circuito de disparo 8, después de lo cual la ejecución se reanuda en 232.

Por otro lado, si falla la prueba en 224, entonces, en 228 nada en el registro de magnitudes de corriente aclara por qué se ha retirado la potencia del disyuntor 2. En este caso, ya que no se ha producido ningún fallo del interruptor 2 o un descenso del circuito de potencia, tal vez el interruptor de circuito se ha apagado por un usuario (por ejemplo, el mecanismo de funcionamiento 6 ha abierto los contactos separables 4 independientemente del circuito de disparo 8) o se ha perdido la energía de la red pública. A continuación, en 230, en la sección de variables globales, se encuentra la primera entrada no usada en el registro de estado global y en esa entrada, se almacena una indicación de que se ha producido una pérdida de potencia de línea entrante que no es el resultado de un disparo ordenado electrónicamente, pero la causa real de la pérdida de potencia no está clara.

Después de 230, en 232, en la sección de variables globales, se encuentra la primera entrada no usada en el registro de estado global y en esa entrada, se almacena una indicación de que el disyuntor 2 está encendido. En este caso, el fin es que si el microcontrolador 10 está encendido y se observa que la entrada anterior en el registro de estado también es un "encendido", eso significa que se ha producido una pérdida de potencia intermedia. Si este es el caso, entonces el microcontrolador 10 intenta determinar si la pérdida de potencia intermedia se ha debido a un disparo mecánico. A continuación, en 234, ahora que se ha analizado cualquier pérdida de potencia anterior, en la sección de variables globales, se incrementa el identificador del búfer de captura de forma de onda activa (en una forma circular).

A continuación, en 236, las variables no volátiles en el búfer de captura de forma de onda se inicializan por lo que estarán activas durante este período de funcionamiento. A continuación, en 238, en la cabecera del búfer de captura de forma de onda activa, se almacena el número de veces que el disyuntor 2 se ha encendido en su vida útil de funcionamiento en el "identificador único" del búfer de captura de forma de onda activa. En 240, en la cabecera del búfer de captura de forma de onda activa, se inicializa el código de causa del disparo a cero. En 242, en el búfer de captura de forma de onda activa, se inicializan todas las entradas de captura de forma de onda individuales a cero. A continuación, en 244, en la parte de "pila de amplitudes de corriente" del búfer de captura de forma de onda activa, se inicializan todas las entradas individuales a cero. En 246, en la cabecera del búfer de captura de forma de onda activa, se inicializa el identificador de la entrada activa en la pila de amplitudes de corriente a la primera entrada en la pila. A continuación, en 248, en la cabecera del búfer de captura de forma de onda activa, se inicializa el identificador de la entrada activa del búfer de captura de forma de onda a la primera entrada en la pila.

En 250, las variables en la RAM se borran incluyendo el acumulador de fallos de arco (AFA) y el acumulador de fallos de tierra (GFA). Finalmente, después de que se inicialicen las interrupciones en 68, se ejecuta el bucle principal en 252.

La figura 3B muestra la rutina de interrupción 300, que es una versión más detallada de la rutina de interrupción 70 de la figura 2C y que comienza en 302. A continuación, en 304, se determina si este es el comienzo de un nuevo semiciclo de línea. Si es de este modo, entonces en 306, se incrementa un identificador de semiciclo de línea x (denominado como "N" en el ejemplo 14, más adelante). A continuación, en 308, se borra un identificador de interrupción y (denominado como "S" en el ejemplo 14, más adelante). En 310, se actualizan los registros de tiempo de funcionamiento. A continuación, en 312, en la cabecera de variables globales, se incrementa el número total de semiciclos de línea que ha estado en funcionamiento el disyuntor 2 (por ejemplo, los contactos separables 4 cerrados y excitados) durante toda su vida útil. A continuación, en 314, en la cabecera del búfer de captura de forma de onda activa, se incrementa el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 ha estado encendido desde la última vez que se encendió. A continuación, en 316, se actualizan los registros del historial de carga. En 318, basándose en el cómputo de los valores de corriente de línea acumulados durante el semiciclo de línea anterior, se determina si el disyuntor 2 se ha cargado en un intervalo de porcentaje específico de corriente nominal durante el semiciclo de línea anterior. Basándose en esta determinación, se incrementa un valor correspondiente en la cabecera de variables globales para el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha cargado en ese intervalo correspondiente durante toda su vida útil de funcionamiento.

5 A continuación, en 320, se determina si una bandera (establecida en 510 en la figura 3D) indica que un algoritmo de detección de fallo de arco está activo durante el semiciclo de línea anterior. Si es de este modo, entonces en 322, en la sección de variables globales, se incrementa un contador que rastrea el número de semiciclos de línea que el algoritmo de detección de fallos de arco ha estado activo. De lo contrario, o después de 322, en 324, se borra la bandera que rastrea si el algoritmo de detección de fallos de arco está activo durante un semiciclo dado.

10 A continuación, en 326, se actualiza el registro de utilización de energía reciente. En 328, en la pila de utilización de energía (almacenado en la sección de variables globales), se incrementa el temporizador que marca los límites de un período de acumulación de utilización de energía. A continuación, en 330, se determina si el temporizador de pila de utilización de energía indica que este es el final de un período de registro de energía. Si es de este modo, en 332, en la parte de pila de utilización de energía de las variables globales, se incrementa el identificador del búfer activo (en una forma circular). A continuación, en 334, en la parte de pila de utilización de energía de las variables globales, se borra el temporizador.

15 A continuación, o si la prueba ha fallado en 330, se actualiza el registro de las corrientes en 336. En 338, en el búfer de captura de forma de onda activa, se copia el cómputo de los valores de corriente de línea acumulados en el semiciclo de línea anterior para la entrada activa en el registro de la corriente de semiciclo de línea. A continuación, en 340, en el búfer de captura de forma de onda activa, se incrementa el identificador de la entrada activa en el registro de las corrientes de semiciclo de línea (en una forma circular). A continuación, en 342, se borra el cómputo de semiciclo de línea de las muestras de corriente, con el fin de que esté listo para recibir nueva información en el próximo semiciclo de línea.

20 A continuación, en 344, se adquieren datos analógicos usando los ADC del microcontrolador 10. Las etapas 346, 348, 350 y 352 muestrean respectivamente la señal de tensión de línea $v(x, y)$, la señal de corriente de línea $i(x, y)$, la señal de detector de alta frecuencia HF (x, y) y la señal de fallo de tierra GF (x, y) . A continuación, en 354, se agrega la señal de corriente de línea $i(x, y)$ a un cómputo de valores de corriente de línea durante este semiciclo de línea. Finalmente, la rutina de interrupción 300 finaliza en 356. Sin embargo, para la protección de fallo de arco y/o de fallo de tierra, la ejecución continúa para la rutina de protección de fallo de arco/de fallo de tierra 500 de la figura 3D.

30 De lo contrario, si la prueba falla en 304, entonces en 307, se incrementa el identificador de interrupción y antes de que se reanuda la ejecución en 344.

35 La figura 3C muestra la rutina de disparo 400, que es una versión más detallada de la rutina de disparo 90 de la figura 2D y que comienza en 402. A continuación, en 404, se incrementa en el microcontrolador 10 que se ha disparado el disyuntor. A continuación, en 406, en la cabecera del búfer de forma de onda activa, se escribe la causa del disparo. A continuación, en 408, en la sección de variables globales, se encuentra la primera entrada en el registro de estado global que contiene el valor predeterminado (sin usar). El código de causa del disparo se escribe en esta entrada. Si el registro de estado global está completamente lleno, entonces el código de disparo se escribe en la última localización.

40 A continuación, en 410, se determina si este es un dispositivo de "sólo evaluación". Si es de este modo, entonces en 412, el microcontrolador 10 se reinicia, lo que permite que la rutina 200 de la figura 3A se reinicie en 64. Por otro lado, si este no es un dispositivo de "solo evaluación", entonces, en 414, se emite una orden (la señal de disparo 41) al circuito de disparo 8 para desbloquear el mecanismo de funcionamiento 6, después de lo cual la rutina de disparo 400 finaliza en 416.

45 La figura 500 muestra una rutina de protección de fallo de arco/de fallo de tierra opcional 500, que comienza en 502 después del 356 de la figura 3B y realiza el procesamiento del algoritmo de protección de fallo de arco en 504. En 506, se determina si el valor absoluto de la corriente de línea $i(x, y)$ es mayor que un valor predeterminado, y si la salida del detector de alta frecuencia HF (x, y) es mayor que un valor predeterminado. Si es de este modo, entonces en 508, se incrementa el acumulador de detección de fallo de arco AFA (x, y) . A continuación, en 510, se establece una bandera para mostrar que el algoritmo de detección de fallos de arco ha estado activo durante este semiciclo de línea. De lo contrario, si la prueba falla en 506, entonces se decrementa el acumulador de detección de fallo de arco AFA (x, y) en 512.

50 A continuación, o después de 510, en 514, se determina si el acumulador de detección de fallo de arco AFA (x, y) es menor que cero. Si es de este modo, entonces el acumulador de detección de fallo de arco AFA (x, y) se establece a cero en 516.

60 A continuación, o si la prueba falla en 514, se realiza el procesamiento del algoritmo de protección de fallo de tierra. En 520, se determina si el valor absoluto de la señal de corriente de fallo de tierra GF (x, y) es mayor que un valor predeterminado. Si es de este modo, entonces en 522, se incrementa el acumulador de detección de fallo de tierra GFA (x, y) . Por otro lado, si la prueba falla en 520, en 524, se decrementa el acumulador de detección de fallo de tierra GFA (x, y) . Después de 522 o 524, en 526, se determina si el acumulador de detección de fallo de tierra GFA (x, y) es menor que cero. Si es de este modo, entonces en 528, el acumulador de detección de fallo de tierra GFA (x, y)

y) se establece a cero. A continuación, o si la prueba falla en 526, en 530, se actualizan los contenidos del búfer de captura de forma de onda activa.

5 En 532, en el búfer de captura de forma de onda activa, x , y , $v(x, y)$, $i(x, y)$, $HF(x, y)$, $GF(x, y)$, $AFA(x, y)$ y $GFA(x, y)$ se almacenan en la entrada de captura de forma de onda activa. Aunque esta acción de ejemplo se realiza junto con los algoritmos de fallo de arco y/o de fallo de tierra, se apreciará que un interruptor de circuito que no realiza la detección de fallo de arco o de fallo de tierra puede aún almacenar y emplear una tendencia de información de corriente para identificar si mecanismo se dispara debido, por ejemplo, o a una sobrecarga térmica o a unas condiciones de sobrecorriente instantánea. A continuación, en 534, en la cabecera del búfer de captura de forma de onda activa, se incrementa el puntero a la entrada del búfer de captura de forma de onda activa (en una forma circular). A continuación, en 536, se calcula la energía instantánea que pasa por el disyuntor 2 durante esta muestra a partir de $v(x, y) * i(x, y)$. A continuación, en 538, en la sección de variables globales, la energía instantánea entregada por el disyuntor 2 durante esta muestra se suma a la energía total entregada por el disyuntor 2 durante su vida útil de funcionamiento. A continuación, en 540, en la parte de pila de uso de energía de la sección de variables globales, la energía instantánea entregada por el disyuntor 2 durante esta muestra se suma al uso de la energía entregada durante el presente período. A continuación, en 542, en el búfer de captura de forma de onda activa, la energía instantánea entregada por el disyuntor 2 durante esta muestra se suma a la energía total entregada por el disyuntor 2 desde la última vez que se ha encendido.

20 A continuación, en 544, se determina si el acumulador de detección de fallo de arco $AFA(x, y)$ es mayor que el umbral de disparo de fallo de arco. Si es de este modo, entonces en 546, se establece una bandera para indicar a la rutina de disparo 400 de la figura 3C que la causa del disparo es un fallo de arco. Por último, en 548, se ejecuta la rutina de disparo 400.

25 De otro modo, si la prueba falla en 544, entonces en 550 se determina si el acumulador de detección de fallo de tierra $GFA(x, y)$ es mayor que el umbral de disparo de fallo de tierra. Si es de este modo, entonces en 552, se establece una bandera para indicar a la rutina de disparo 400 de la figura 3C que la causa del disparo es un fallo de tierra y en 554 se ejecuta la rutina de disparo 400. Por último, si en 550 se determina que el acumulador de detección de fallo de tierra $GFA(x, y)$ es igual a o menor que el umbral de disparo de fallo de tierra, entonces, en 30 556, se produce el fin de la rutina de interrupción 500 y la ejecución del programa vuelve al bucle principal 252, 69 de la figura 3A.

Ejemplo 2

35 El microcontrolador de ejemplo 10, que puede realizar funciones de AFCL, almacena información de manera continua, sin obstaculizar la protección del circuito, y también almacena una cantidad relativamente grande de información acerca de cada decisión de disparo. Esta información, a medida que se almacena por el microcontrolador 10, constituye una información de una fuente conocida y de una calidad conocida, que es útil para diagnosticar problemas de campo.

40

Ejemplo 3

45 El microcontrolador de ejemplo 10 incluye la memoria no volátil interna de ejemplo 42 proporcionada por, por ejemplo y sin limitación, una memoria de acceso aleatorio ferroeléctrica (FRAM). Cuando se compara con la memoria no volátil EEPROM de datos convencional, la FRAM tiene un rendimiento de escritura más rápido (por ejemplo, $125 * 10^{-9}$ segundos por escritura frente a $5 * 10^{-3}$ segundos por escritura) y un número máximo mucho mayor de ciclos escritura-borrado (10^{15} frente a 10^6). Usando la capacidad de FRAM no necesariamente mejorarán las funciones de protección del microcontrolador 10; sin embargo, permite un almacenamiento de datos continuo, lo que podría dar lugar a diagnósticos mucho más extensos que como se establece en los ejemplos 4-12, a 50 continuación.

Ejemplo 4

55 El mantenimiento de un recuento de semiciclos de línea en la FRAM permite medir la duración entre eventos. Por ejemplo, contar semiciclos permite que se capture lo siguiente: (1) el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha activado durante su vida útil; y (2) los semiciclos de línea desde cuando el disyuntor 2 se enciende hasta que se dispara, para cada evento de disparo.

Ejemplo 5

60 Para una aplicación de captura de datos, un procesador con una memoria no volátil FRAM puede almacenar datos de manera continua sin tener en cuenta un límite de ciclo de escritura-borrado. Esta puede capturar datos históricos, tales como por ejemplo y sin limitación: (1) una función interna como de "osciloscopio", que captura varios semiciclos de línea de datos digitales y/o analógicos muestreados (por ejemplo, sin limitación, la corriente de línea; la salida de detector de alta frecuencia; la tensión de línea; la tensión de línea de cruce por cero; la señal de fallo de tierra; el semiciclo de línea y el recuento de interrupciones, que ayuda a capturar el orden en el que se producen los datos y 65

también la información de fase de los datos en relación con la tensión de la red pública) antes de un disparo; si dispone de una memoria adecuada, el procesador puede almacenar una "captura de osciloscopio" de los datos analógicos muestreados vistos antes de los últimos varios eventos de disparo; y (2) o bien una instantánea o un historial de registros de procesador claves y/o variables de algoritmo claves que han precedido a cada disparo.

Ejemplo 6

El disyuntor en miniatura de ejemplo 2 proporciona un mejor diagnóstico y un registro de disparos mecánicos. Por ejemplo, algunas funciones de disparo (por ejemplo, térmica-magnética; disparos instantáneos) se proporcionan por los mecanismos mecánicos, que funcionan independientemente de, por ejemplo, la electrónica de AFCl y no proporcionan retroalimentación a las mismas. Por lo tanto, el diseño de la electrónica AFCl no tiene manera de distinguir directamente entre los siguientes eventos: (1) se produce un disparo mecánico instantáneo magnético; (2) se produce un disparo mecánico térmico; (3) el usuario apaga el disyuntor 2; y (4) se pierde la energía de la red pública.

Como otro ejemplo, si el disyuntor 2 almacena un registro de varios semiciclos de magnitudes de corriente de línea, entonces se puede deducir o bien un disparo térmico (por ejemplo, relativamente muchos semiciclos de moderadamente alta corriente) o un disparo instantáneo mecánico (por ejemplo, aproximadamente uno o dos semiciclos de corriente relativamente muy alta) y distinguir estos eventos de un apagado mecánico iniciado por el usuario. La información de disparo deducido podría almacenarse en un registro de disparo. Si se desea, podría indicarse a un usuario (por ejemplo, a través de un patrón de parpadeo de LED u otro mecanismo de comunicación adecuado).

Como un ejemplo adicional, si el disyuntor 2 deduce disparos térmicos y magnéticos con bastante precisión, entonces tal vez otros eventos benignos (por ejemplo, sin limitación, apagado de usuario; pérdida de tensión de la línea de la red pública) puedan deducirse mediante un proceso de eliminación. Sin embargo, ya que el apagado de usuario y el corte de tensión son condiciones benignas, su identificación es menos crítica.

Ejemplo 7

Puede proporcionarse una monitorización de carga si el disyuntor 2 tiene una detección de tiempo y captura la información de la corriente de línea y de tensión para su función(s) de protección. Esta información también podría usarse para la monitorización y el registro de tendencia de la utilización y el rendimiento de circuitos. Algunos ejemplos incluyen: (1) kilovatios-hora totales que se entregan a través del disyuntor 2 durante su tiempo de vida de funcionamiento (si se conocen los kilovatios-hora totales y el tiempo de funcionamiento total, entonces esto puede proporcionar una carga media estimada del disyuntor); (2) un registro más detallado de la carga del circuito de potencia (por ejemplo, sin limitación, durante la vida útil de funcionamiento del disyuntor 2, el número de semiciclos de línea cuando el disyuntor se carga desde, por ejemplo, 0-25 %, 25-50 %, 50-75 %, 75-100 %, y más del 100 % de la corriente nominal); (3) una tendencia de kilovatios-hora por cada hora durante un intervalo de tiempo (por ejemplo, sin limitación, kilovatios-hora consumidos por hora durante las últimas veinticuatro horas); (4) la información del factor de potencia (ya que el microcontrolador 10 conoce la magnitud de la tensión de línea aproximada y la magnitud y la fase de la corriente); (5) los valores de pico de tensión de la línea de red pública y la corriente de línea durante la vida útil del disyuntor 2; y (6) este tipo de monitorización de carga podría conducir a algunas funciones "protectoras" inusuales, tales como, por ejemplo, disyuntores en miniatura que se disparan después de un número fijo de kilovatios-hora, o si el factor de potencia promedio cae por debajo de un valor predeterminado durante un período de tiempo predeterminado.

Ejemplo 8

Un disyuntor o receptáculo de combinación proporciona una mejor protección para los arcos paralelos y los arcos serie, una protección de fallo de tierra de 5 o 30 mA opcional, y una detección "contacto incandescente" opcional. Este emplea un procesador, proporciona un amplio intervalo de registros de disparos, consistiendo cada registro de disparo en muchos bytes (limitado por la memoria disponible); también, una función de registro no tiene por qué limitarse a las causas de los disparos, y podría incluir otras medidas de rendimiento. Esta información se almacena en la FRAM u otro tipo adecuado de memoria de acceso aleatorio no volátil. La extracción de registros de estado se proporciona por una pantalla persistente adecuada o mediante comunicaciones inalámbricas. Las comunicaciones de usuario se proporcionan por una pantalla persistente, por una comunicación inalámbrica, o a una red o a un dispositivo de mano, o mediante comunicaciones ópticas. Una gran cantidad de información se almacena y está disponible para indicar por qué se activa el disyuntor, y también para analizar el estado y la utilización del circuito de potencia protegido.

Ejemplo 9

El disyuntor en miniatura desvelado 2 recoge una amplia gama de información sobre el circuito de potencia protegido con el fin de tomar decisiones de disparo. Por ejemplo y sin limitación, tal información puede incluir la corriente de línea, la actividad de alta frecuencia, la magnitud de tensión de línea, y el ángulo de fase.

La memoria no volátil 42 (por ejemplo, sin limitación, una FRAM; una memoria de acceso aleatorio magnetorresistente (MRAM); una SRAM no volátil (NVS RAM); una memoria de acceso aleatorio de cambio de fase (PRAM); una RAM de puenteo conductora (CBRAM); una memoria SONOS (silicio-óxido-nitruro-óxido-silicio); una memoria de acceso aleatorio resistiva (RRAM)) puede emplearse para implementar una “caja negra”. Los datos almacenados en la “caja negra” pueden mejorar en gran medida el diagnóstico de los problemas en el campo. Tal funcionalidad de “caja negra” también puede ser una etapa importante hacia la conversión de, por ejemplo, un disyuntor de fallo de arco convencional en un disyuntor “inteligente”.

Ejemplo 10

Un disyuntor “inteligente” incluye tres componentes: (1) un procesador adecuado, tal como un microprocesador o el microcontrolador de ejemplo 10, que realiza funciones de protección pero que también podría realizar funciones de monitorización y registro con los recursos disponibles que permanecen después de implementarse las funciones de protección; (2) una memoria no volátil, tal como la 42, con el fin de que la información puede acumularse durante un período de tiempo indefinido y no se pierda con un corte de energía (por ejemplo, cuando se dispara el disyuntor); y (3) una capacidad de comunicaciones, con el fin de transmitir la información que se ha acumulado a un usuario.

Ejemplo 11

El disyuntor en miniatura desvelado 2, que incluye la memoria no volátil 42, también es útil en las mejoras de diseño de pruebas de campo (por ejemplo, sin limitación, un mecanismo de detección mejorada, un algoritmo de protección mejorado) donde, por ejemplo, se desea una evaluación de campo de la mejora de diseño, pero sin la posibilidad de exponer un sitio de prueba de campo a los disparos no deseados. Esto puede incluir, por ejemplo y sin limitación, aplicaciones de campo donde el disparo no deseado puede conducir a resultados muy indeseables, tal como los sistemas eléctricos de aeronaves o los sistemas eléctricos industriales que suministran procesos continuos u otros en los que una pérdida inesperada de potencia dan como resultado un gran gasto.

Esto permite un prototipo de disyuntor que incluye una nueva, pero sin comprobar totalmente, mejora de diseño para instalarse en un sitio Alfa o Beta. El prototipo de disyuntor sería completamente funcional en todos los aspectos, excepto que el prototipo no se dispararía como resultado de, por ejemplo, un algoritmo de protección mejorado. Sin embargo, el prototipo de disyuntor reunía los datos históricos útiles acerca del algoritmo de protección mejorado y los almacenaría en la memoria no volátil 42. Como resultado, los datos históricos se reúnen durante un período de tiempo prolongado adecuado, y finalmente se extraen y se usan para, o confirmar que el nuevo enfoque está funcionando como se esperaba, o para identificar problemas y o mejorar o descartar el nuevo enfoque.

Ejemplo 12

Las siguientes variables globales se inicializan en la fábrica en la memoria no volátil 42: (1) el número total de veces que el disyuntor 2 se ha encendido: inicializado a cero; (2) el identificador del búfer de captura de forma de onda activa específica: inicializado al primer búfer de captura de forma de onda activa; (3) la energía total entregada a través del disyuntor 2 durante toda su vida útil de funcionamiento: inicializado a cero; (4) el número total de semiciclos de línea que se ha encendido el disyuntor 2 durante toda su vida útil de funcionamiento: inicializado a cero; y (5) el número total de semiciclos de línea que se ha habilitado un algoritmo de detección de arcos: inicializado a cero.

Además, el historial de carga de disyuntor se inicializa para: (6) el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha cargado al 0-25 % de su valor manejado (por ejemplo, la corriente nominal): inicializado a cero; (7) el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha cargado al 25-50 % de su valor manejado: inicializado a cero; (8) el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha cargado al 50-75 % de su valor manejado: inicializado a cero; (9) el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha cargado al 75-100 % de su valor manejado: inicializado a cero; (10) el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha cargado al 100-125 % de su valor manejado: inicializado a cero; (11) el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha cargado al 125-150 % de su valor manejado: inicializado a cero; (12) el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha cargado a más del 150 % de su valor manejado: inicializado a cero; (13) el número total de veces que la electrónica de disparo ha disparado el disyuntor 2: inicializado a cero; y (14) un registro de estado global: todos los valores en el registro de estado global se inicializan a un valor inicial de cero (el valor predeterminado). Además, una pila de utilización de energía se inicializa para proporcionar: (15) un temporizador de: inicializar a cero; (16) un identificador de un búfer activo: inicializado a la primera localización; y (17) unas entradas de uso de energía: inicializar toda la pila a cero.

Las siguientes variables se inicializan en la fábrica en la memoria no volátil 42 para cada una de los búferes de captura de forma de onda activa: (1) el número de veces que el disyuntor 2 se ha encendido (este es un identificador único para la captura de forma de onda): inicializado a cero; (2) el número de semiciclos de línea que el disyuntor 2 se ha encendido desde la última vez que se ha activado: inicializado a cero; (3) un byte de causa del disparo: inicializado a cero; (4) el identificador de la última localización dentro del búfer de forma de onda: inicializado a la primera localización en el búfer de forma de onda; (5) los contenidos del búfer de forma de onda activa: inicializar

todas las entradas de la pila a cero; (6) el identificador de la pila de amplitudes de corriente: inicializar a la primera localización en la pila de amplitud de corriente; y (7) la pila de amplitudes de corriente: inicializar toda la pila a cero.

Ejemplo 13

5 La figura 4 muestra un ejemplo de un búfer circular 600 de longitud de entero N que almacena una pieza de datos por semiciclo de línea. El búfer circular 600 se accede por un puntero de búfer circular 602, en el que $M = i \text{ modulo } N$. El intervalo de direcciones del búfer circular 600, con respecto a la primera localización (almacenar el valor $i-(N-3)$ en este ejemplo), es de 0 a $N-1$. Los datos para el semiciclo de línea inicial 604 ya no están disponibles en el búfer circular 600. Es el semiciclo de línea más antiguo para el que se dispone de datos, los datos ($i-(N-1)$), están en el semiciclo de línea 606. Los datos más antiguos se sobrescriben como parte del proceso de actualización del búfer circular 600. El semiciclo de línea i -ésimo 608, el semiciclo de línea más reciente para el que están disponibles los datos completos, se almacena en la localización de búfer circular $N-3$ en este ejemplo. Los datos se están recogiendo, pero aún no se almacenan durante el semiciclo de línea actual 610.

Ejemplo 14

20 La figura 5 muestra los contenidos de ejemplo 611 de la memoria no volátil 42 de la figura 1, que incluyen variables globales 612 y una pila de captura de forma de onda 614, que se implementa como un búfer circular que incluye una pluralidad de búferes de captura de forma de onda 616. Las variables globales 612 incluyen una cabecera que tiene el número total de veces que el disyuntor 2 se ha encendido, el identificador del búfer de captura de forma de onda activa específica, la energía total entregada a través del disyuntor 2 durante toda su vida útil de funcionamiento, el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 ha estado encendido durante toda su vida útil de funcionamiento, el número total de semiciclos de línea que el algoritmo de detección de arcos serie ha estado activado, el número total de semiciclos de línea que el disyuntor 2 ha estado cargado en diversos intervalos (por ejemplo, sin limitación, 0-25 %, 25-50 %, 50-75 %, 75-100 %, 100-125 %, 125-150 %, más de 150 %) de su valor nominal o el valor manejado, y el número total de veces que el microcontrolador 10 ha disparado el disyuntor 2.

30 Las variables globales 612 también incluyen un registro de estado global que tiene una pluralidad de entradas de registro de estado global, conteniendo las entradas no utilizadas unos valores predeterminados.

35 Las variables globales 612 incluyen además una pila de utilización de energía que tiene un temporizador (por ejemplo, rastrear un intervalo de tiempo durante el que se acumula la energía), un identificador de la entrada individual activa, y una pila de uso de energía implementada como un búfer circular que tiene una pluralidad de entradas individuales de uso de energía.

40 Cada uno de los búferes de captura de forma de onda 616 incluye una cabecera, un registro de las corrientes implementadas como un búfer circular, y un registro de captura de forma de onda implementado como un búfer circular. La cabecera incluye un recuento de veces que el disyuntor 2 se ha encendido (esto es un identificador único para la captura de forma de onda), el número de semiciclos de línea que se ha encendido el disyuntor 2 desde la última vez que se ha activado, el byte de causas de disparo (si se ha producido un disparo en el final del tiempo en que este búfer de captura de forma de onda específico estaba activo), el identificador de (o el puntero a) la entrada activa en el búfer circular de amplitud de corriente, y el identificador de (o el puntero a) la entrada activa dentro del búfer de captura de forma de onda.

45 Cada entrada de captura de forma de onda incluye unas entradas de datos plurales de que todos se muestrearon durante una interrupción dada (por ejemplo, sin limitación, N , S , $v(N, S)$, $i(N, S)$, $HF(N, S)$, $GF(N, S)$, $AFA(N, S)$ y $GFA(N, S)$), donde N define el semiciclo de línea, S es la muestra (por ejemplo, sin limitación, 8 muestras por semiciclo de línea) dentro del semiciclo de línea, v es la tensión de línea muestreada, i es la corriente de línea muestreada, HF es la señal de detector de alta frecuencia muestreada, GF es la señal de fallo de tierra muestreada, AFA es la señal de acumulador de fallo de arco muestreada (figura 3D), y GFA es la señal de acumulador de fallo de tierra muestreada (figura 3D).

55 Cada búfer podría contener múltiples entradas por muestra, y múltiples muestras. Las entradas pueden incluir datos de muestra, y/o los estados de las variables o los registros del microcontrolador. Cada búfer podría tener un preámbulo que almacene, por ejemplo y sin limitación, la localización de los datos más recientes, y el número total de semiciclos de línea desde cuando el disyuntor 2 se encendió hasta la siguiente activación. En este ejemplo, el circuito detector de cruce por cero 20 produce una onda cuadrada que está en fase con la tensión de línea a neutro. El microcontrolador 10 usa la información de temporización en la onda cuadrada para muestrear de manera sincrónica con la tensión de línea. En este ejemplo, el microcontrolador 10 muestrea ocho veces por semiciclo de línea, aunque puede emplearse cualquier frecuencia de muestreo adecuada.

60 El concepto desvelado de un dispositivo de tipo "sólo evaluación" permite reunir los datos históricos para la evaluación de nuevos enfoques, bajo condiciones realistas y durante períodos prolongados, sin introducir el riesgo de disparos no deseados.

- 5 Aunque se desvelan los contactos separables 4, pueden emplearse contactos separables de estado sólido adecuados. Por ejemplo, el disyuntor en miniatura desvelado 2 incluye un mecanismo de interruptor de circuito adecuado, tal como los contactos separables 4 que se abren y se cierran mediante el mecanismo de funcionamiento 6, aunque el concepto desvelado puede aplicarse a una amplia gama de mecanismos de interrupción de circuito (por ejemplo, sin limitación, interruptores de estado sólido como los dispositivos FET o IGBT; los contactos del contactor) y/o dispositivos de control/protección basado en el estado sólido (por ejemplo, sin limitación, unidades; arrancadores suaves; convertidores de CC/CC) y/o mecanismos de funcionamiento (por ejemplo, sin limitación, mecanismos eléctricos, electro-mecánicos, o mecánicos).
- 10 Aunque las realizaciones específicas del concepto desvelado se han descrito en detalle, se apreciará por los expertos en la materia que podrían desarrollarse diversas modificaciones y alternativas a esos detalles en vista de las enseñanzas generales de la divulgación. Por consiguiente, las disposiciones específicas descritas pretenden ser solo ilustrativas y no limitantes en cuanto al alcance del concepto desvelado que se le debe dar la amplitud completa de las reivindicaciones adjuntas.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Un disyuntor en miniatura (2) que incluye una vida útil de funcionamiento, comprendiendo dicho disyuntor en miniatura:

5 unos contactos separables (4);
 un mecanismo de funcionamiento (6) estructurado para abrir y cerrar dichos contactos separables;
 un mecanismo de disparo (8) que coopera con dicho mecanismo de funcionamiento para abrir por disparo dichos
 10 contactos separables;
 un procesador (10) que comprende una rutina (12);
 una pluralidad de sensores (14, 16, 18, 20) que detectan la información de circuito de potencia asociada
 operativamente con dichos contactos separables; y
 una memoria no volátil (42) accesible por dicho procesador,
 15 en el que la rutina de dicho procesador está estructurada para introducir la información de circuito de potencia
 detectada, determinar y almacenar la información de disparo para cada uno de una pluralidad de ciclos de
 disparo en la memoria no volátil, almacenar la información de circuito de potencia detectada en la memoria no
 volátil para cada uno de una pluralidad de semiciclos de línea, y determinar y almacenar la información de
 20 disyuntor en la memoria no volátil durante la vida útil de funcionamiento de dicho disyuntor en miniatura; en el
 que una de dicha información de circuito de potencia detectada es una corriente de línea detectada que fluye a
 través de dichos contactos separables; caracterizado por que la rutina de dicho procesador está estructurada
 además para:

(1) determinar (220) que había una tendencia de una serie de semiciclos de línea de la corriente de línea
 25 detectada que estaba por encima de un valor predeterminado dentro de un tiempo predeterminado antes de
 una última vez en que dicho disyuntor en miniatura se apagase, y almacenar (222) una indicación en dicha
 memoria no volátil de que produjo una pérdida de potencia a partir de un disparo de sobrecorriente
 instantáneo mecánico provocado por dicho mecanismo de disparo;

(2) determinar (224) que había una tendencia de una serie de semiciclos de línea de la corriente de línea
 30 detectada que estaba por encima de un primer valor predeterminado y por debajo de un segundo valor
 predeterminado más grande dentro de un tiempo predeterminado antes de una última vez en que dicho
 disyuntor en miniatura se apagase, y almacenar (226) una indicación en dicha memoria no volátil de que
 produjo una pérdida de potencia a partir de un disparo de sobrecarga térmico magnético provocado por dicho
 mecanismo de disparo; o

(3) determinar (224) que no había una tendencia de una serie de semiciclos de línea de la corriente de línea
 35 detectada que estaba por encima de un primer valor predeterminado y por debajo de un segundo valor
 predeterminado más grande dentro de un tiempo predeterminado antes de una última vez en que dicho
 disyuntor en miniatura se apagase, y almacenar (228) una indicación en dicha memoria no volátil de que
 produjo una pérdida de potencia de línea de entrada o a partir de dicho mecanismo de funcionamiento que
 abre dichos contactos separables independientes de dicho mecanismo de disparo.

2. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 1, en el que la rutina de dicho procesador está estructurada
 además para precargar (54) dicha memoria no volátil con los valores iniciales correspondientes a los estados
 40 iniciales de dicha información de disparo, dicha información de circuito de potencia detectada y dicha información de
 disyuntor; o para actualizar (66) alguna de entre dicha información de disparo, dicha información de circuito de
 potencia detectada y dicha información de disyuntor en dicha memoria no volátil cuando dicho disyuntor en miniatura
 está activado.

3. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 1, en el que la rutina de dicho procesador está estructurada
 50 además para incrementar (204) un recuento en dicha memoria no volátil de las veces que dicho disyuntor en
 miniatura se ha activado cuando dicho disyuntor en miniatura está activado.

4. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 1, en el que la rutina de dicho procesador está estructurada
 además, para cada uno de una pluralidad de semiciclos de línea, para actualizar (346, 348, 350, 352) dicha
 55 información de circuito de potencia detectada en dicha memoria no volátil.

5. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 4, en el que la rutina de dicho procesador está estructurada
 además para incrementar (312) un recuento de los semiciclos de línea que dicho disyuntor en miniatura se ha
 encendido durante la vida útil de funcionamiento del mismo; o para detectar (344) alguna de dicha información de
 60 circuito de potencia detectada para una pluralidad de muestras para cada uno de los semiciclos de línea, y para
 actualizar (346, 348, 350, 352) alguna de dicha información de circuito de potencia detectada en la memoria no
 volátil para cada una de las muestras.

6. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 5, en el que una de dicha información de circuito de potencia
 65 detectada es una corriente de línea detectada que fluye a través de dichos contactos separables; en el que la rutina
 de dicho procesador está estructurada además para almacenar (346) la corriente de línea detectada en un búfer de
 captura de forma de onda activa (616) en la memoria no volátil; y en el que dicho disyuntor en miniatura tiene un

valor nominal de la corriente que fluye a través de dichos contactos separables; y en el que la rutina de dicho procesador está estructurada además (318) para determinar cuál de una pluralidad de intervalos diferentes del valor nominal corresponde a la corriente de línea detectada e incrementar un recuento de los semiciclos de línea que el disyuntor en miniatura se ha cargado en dicho intervalo de los diferentes intervalos.

5 7. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 4, en el que la rutina de dicho procesador comprende una rutina de detección de fallo de arco (504) que tiene un estado activo y un estado inactivo; y en el que la rutina de dicho procesador está estructurada además para incrementar (322) un recuento de un número de los semiciclos de línea que tiene la rutina de detección de fallo de arco en el estado activo.

10 8. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 4, en el que dicha información de circuito de potencia detectada comprende una tensión de línea aplicada a dichos contactos separables, una corriente de línea que fluye a través de dichos contactos separables, una señal de alta frecuencia asociada a dicha tensión de línea, y una señal de fallo de tierra que es una diferencia entre la corriente de línea y una corriente neutra; y en el que la rutina de dicho procesador está estructurada además para añadir (354) la corriente de línea a un cómputo de los valores de corriente de línea para cada uno de los semiciclos de línea.

15 9. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 5, en el que la rutina de dicho procesador está estructurada además para determinar la energía instantánea entregada por el disyuntor en miniatura para cada una de la pluralidad de muestras para cada uno de los semiciclos de línea, y para determinar y almacenar en dicha memoria no volátil una cantidad de: (1) energía entregada por el disyuntor en miniatura durante una corriente de los semiciclos de línea (536), (2) energía total entregada por el disyuntor en miniatura ya que era el último encendido (542), y (3) energía total entregada por el disyuntor en miniatura durante la vida útil de funcionamiento del mismo (538).

20 10. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 4, en el que la rutina de dicho procesador está estructurada además para determinar (410) si dicho procesador debería hacer que dicho mecanismo de disparo abriera por disparo dichos contactos separables y para actualizar (404, 406) alguna de dicha información de disparo y dicha información de disyuntor en dicha memoria no volátil; y para incrementar (404) un recuento en dicha memoria no volátil de un número de veces que el disyuntor en miniatura se ha disparado por dicho procesador.

25 11. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 1, en el que la rutina de dicho procesador está estructurada además para determinar (410) que el disyuntor en miniatura no es un disyuntor de evaluación única, y determinar (414) que dicho mecanismo de funcionamiento abriría por disparo dichos contactos separables y haría que dicho mecanismo de funcionamiento abriese por disparo dichos contactos separables.

30 12. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 1, en el que dicha información de disyuntor se selecciona a partir del grupo que consiste en la energía total entregada a través de dicho disyuntor en miniatura durante la vida útil de funcionamiento (538); el número total de los semiciclos de línea que dichos contactos separables se han cerrado y excitado durante la vida útil de funcionamiento (312); el número total de los semiciclos de línea que un algoritmo de detección de arcos de dicho mecanismo de disparo se ha habilitado durante la vida útil de funcionamiento (322); el número total de los semiciclos de línea que dicho disyuntor en miniatura se ha cargado en un intervalo predeterminado de la corriente nominal durante la vida útil de funcionamiento (318); y el número total de veces que dicho procesador ha disparado dicho disyuntor en miniatura durante la vida útil de funcionamiento (404).

35 45 13. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 1, que incluye además una vida útil de funcionamiento; en el que la rutina de dicho procesador está estructurada además para introducir (344) la información de circuito de potencia detectada, y determinar y almacenar (536, 538, 540, 542) otra información de disyuntor en la memoria no volátil durante dicha vida útil de funcionamiento, y en el que dicha otra información de disyuntor se selecciona del grupo que consiste en la energía total entregada a través de dicho disyuntor durante la vida útil de funcionamiento (538); el número total de los semiciclos de línea que dichos contactos separables se han cerrado y excitado durante la vida útil de funcionamiento (312); el número total de los semiciclos de línea que un algoritmo de detección de arcos de dicho mecanismo de disparo se ha habilitado durante la vida útil de funcionamiento (322); y el número total de los semiciclos de línea que dicho disyuntor se ha cargado en un intervalo predeterminado de la corriente nominal durante la vida útil de funcionamiento (318).

50 55 60 14. El disyuntor en miniatura (2) de la reivindicación 1, en el que la rutina de dicho procesador está estructurada además para determinar (410) que el interruptor de circuito es un interruptor de circuito de solo evaluación, y determinar (412) que dicho mecanismo de funcionamiento no debería abrir por disparo dichos contactos separables, y debería restablecer dicho procesador y reiniciar dicha rutina a un estado inicial.

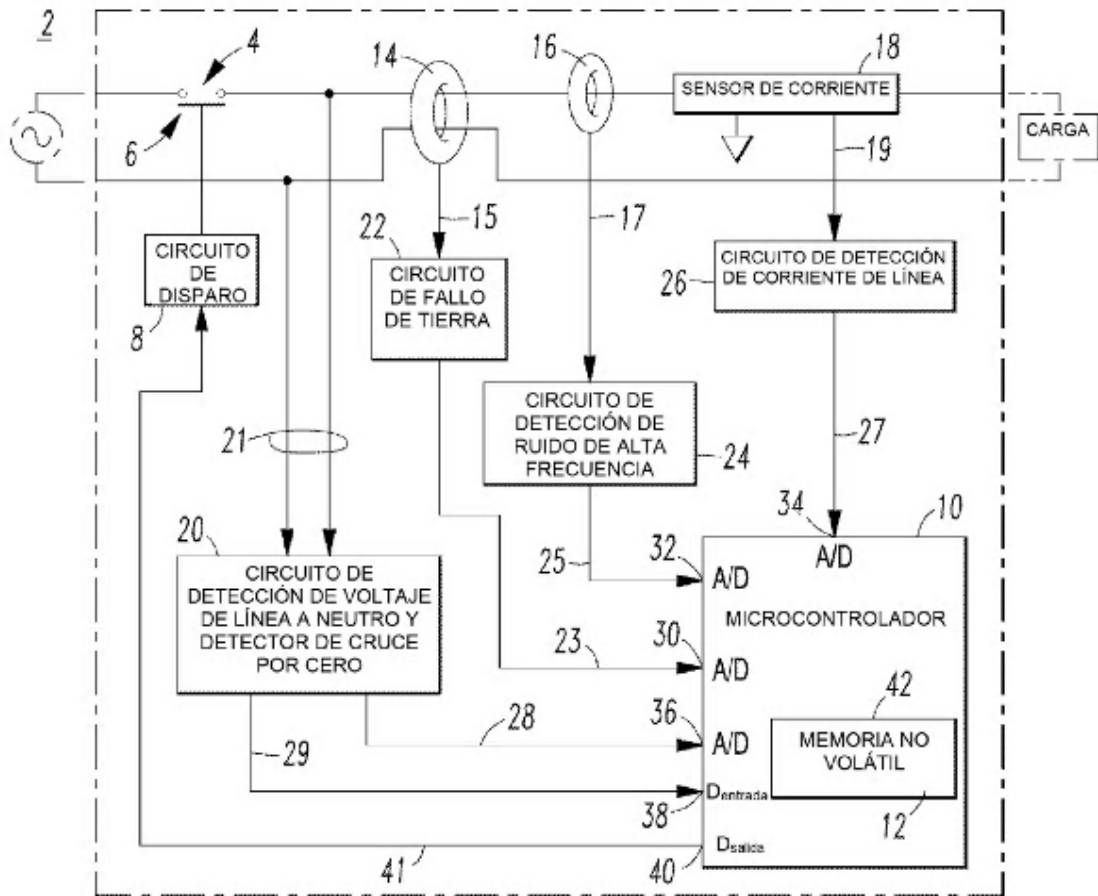


FIG. 1

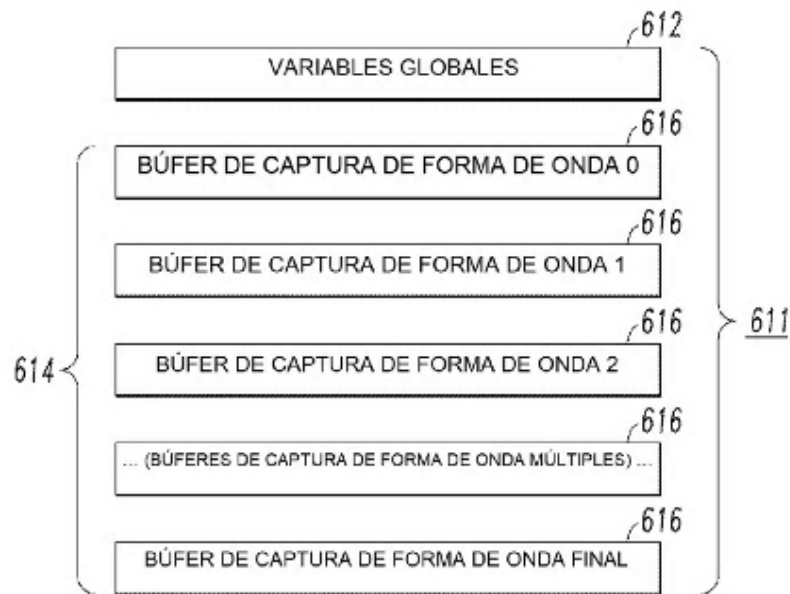


FIG. 5

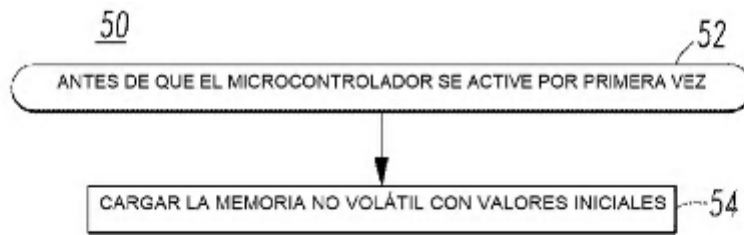


FIG. 2A



FIG. 2B

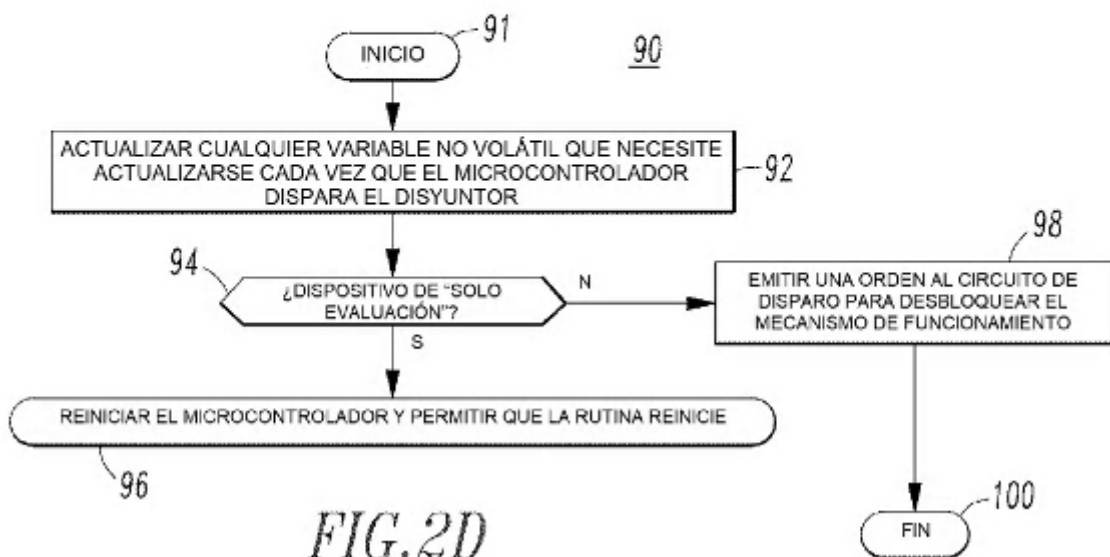


FIG. 2D

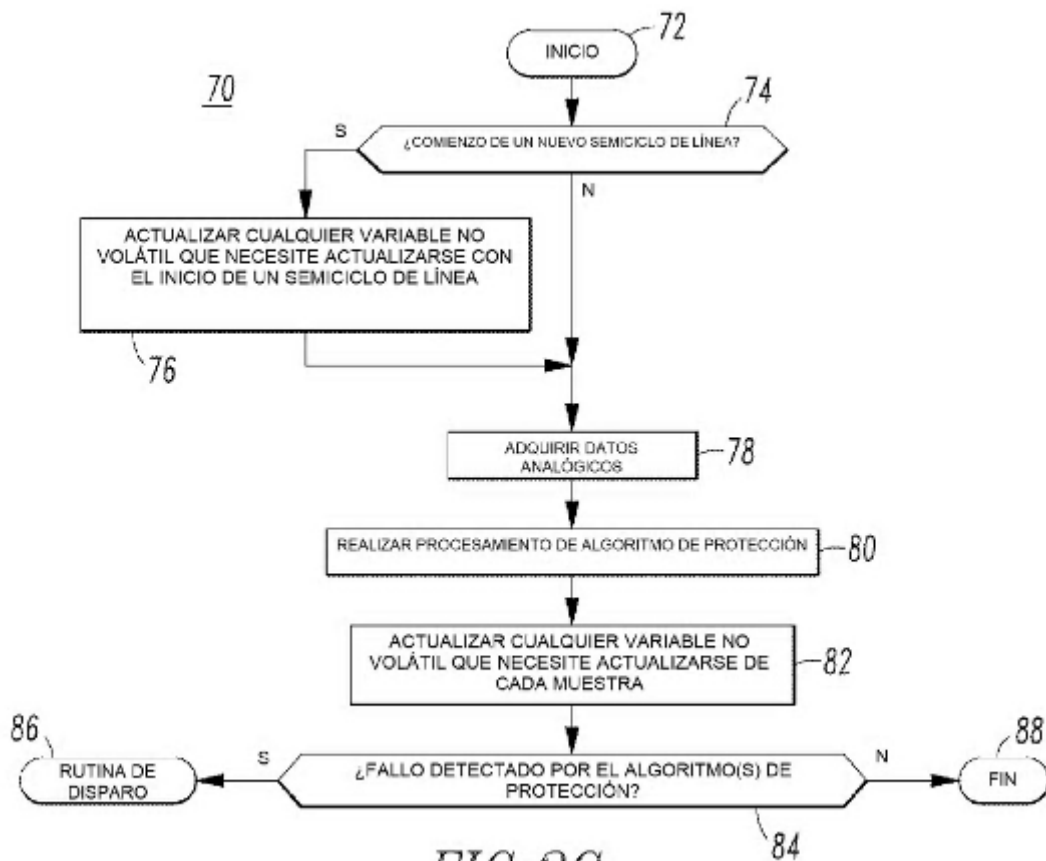


FIG.2C

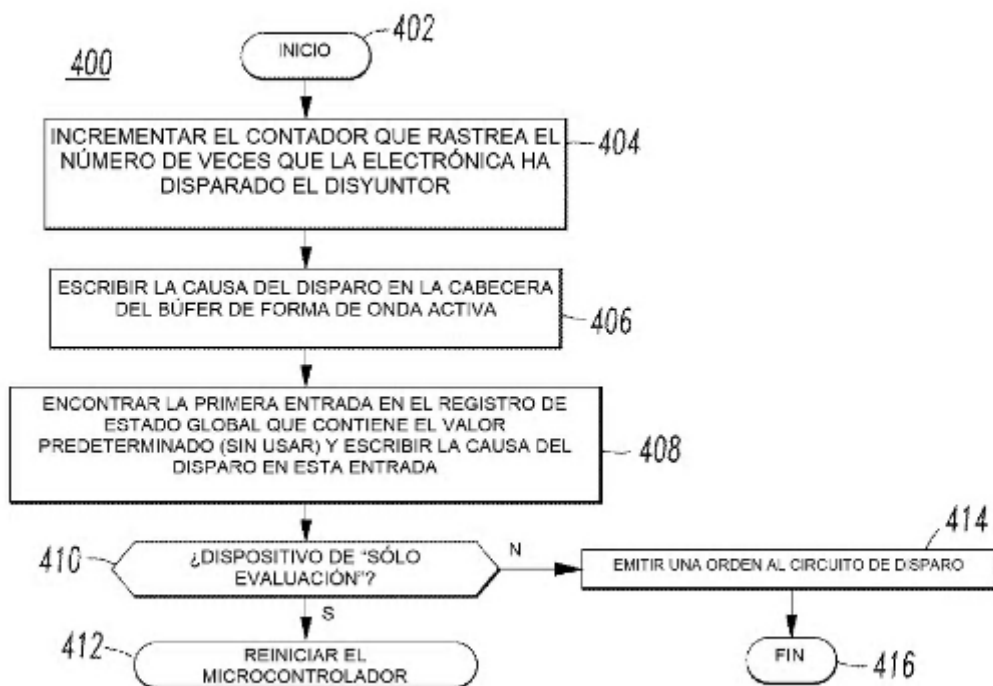


FIG.3C

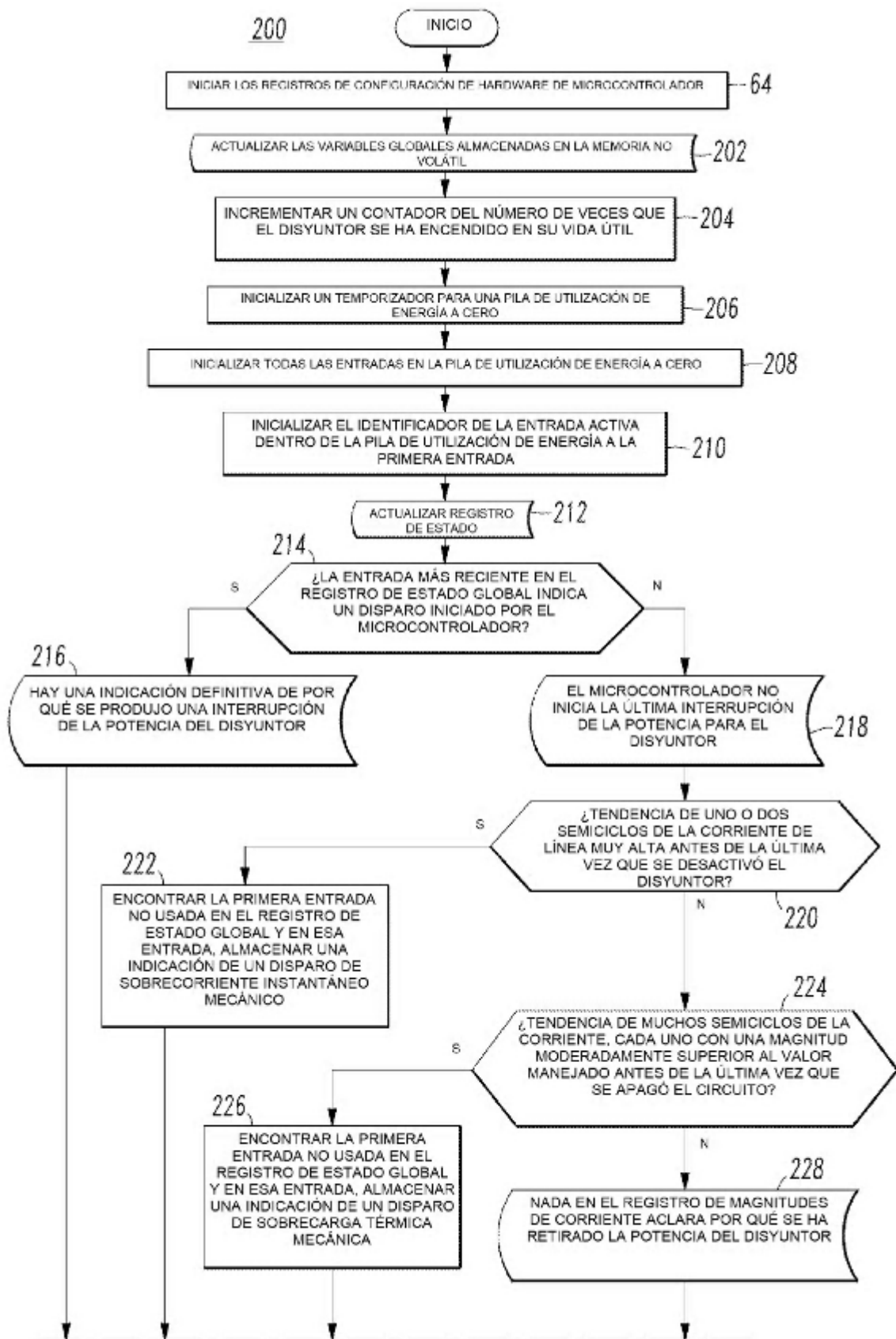


FIG. 3A1

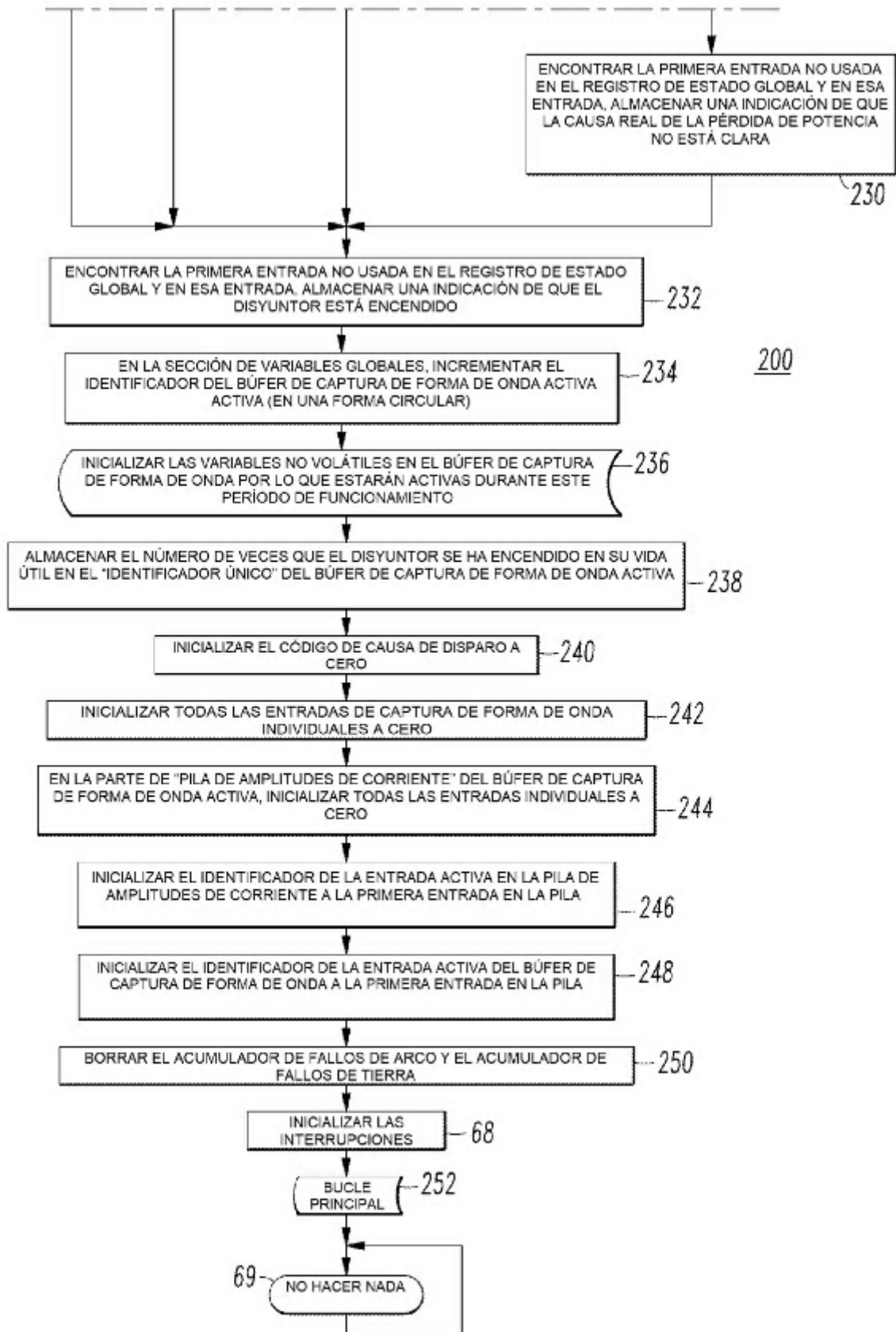


FIG.3A2

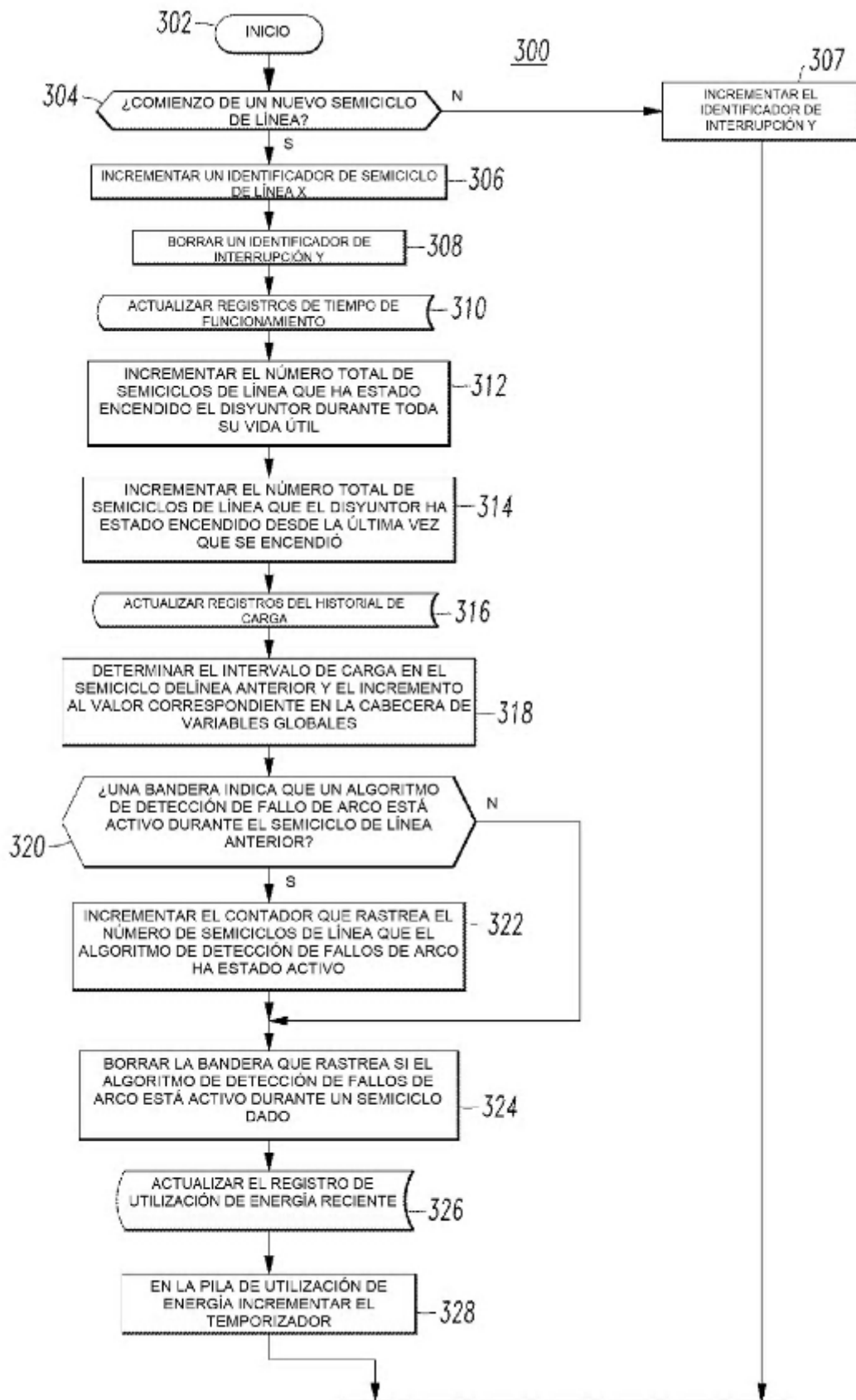


FIG. 3B1

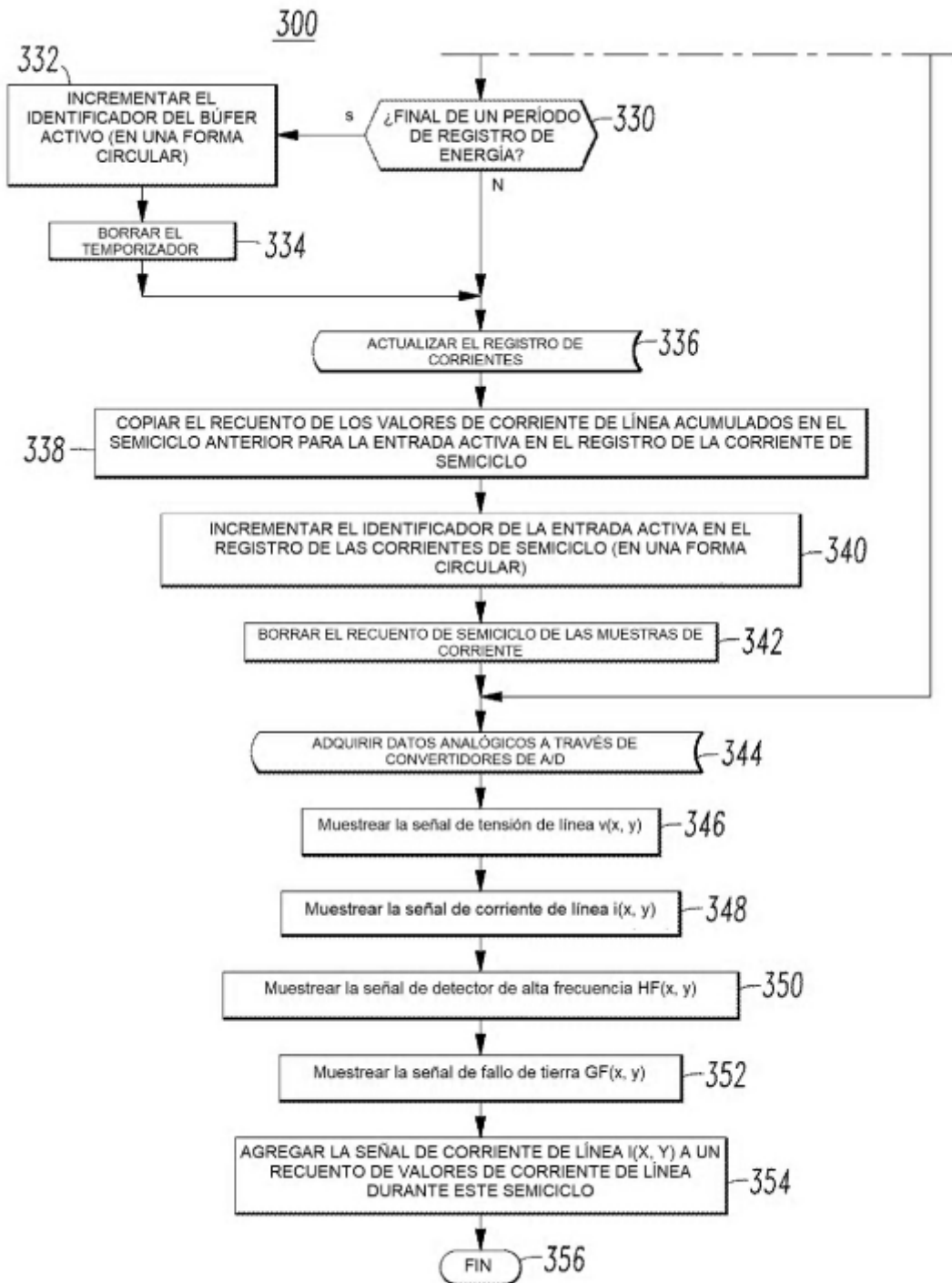


FIG.3B2

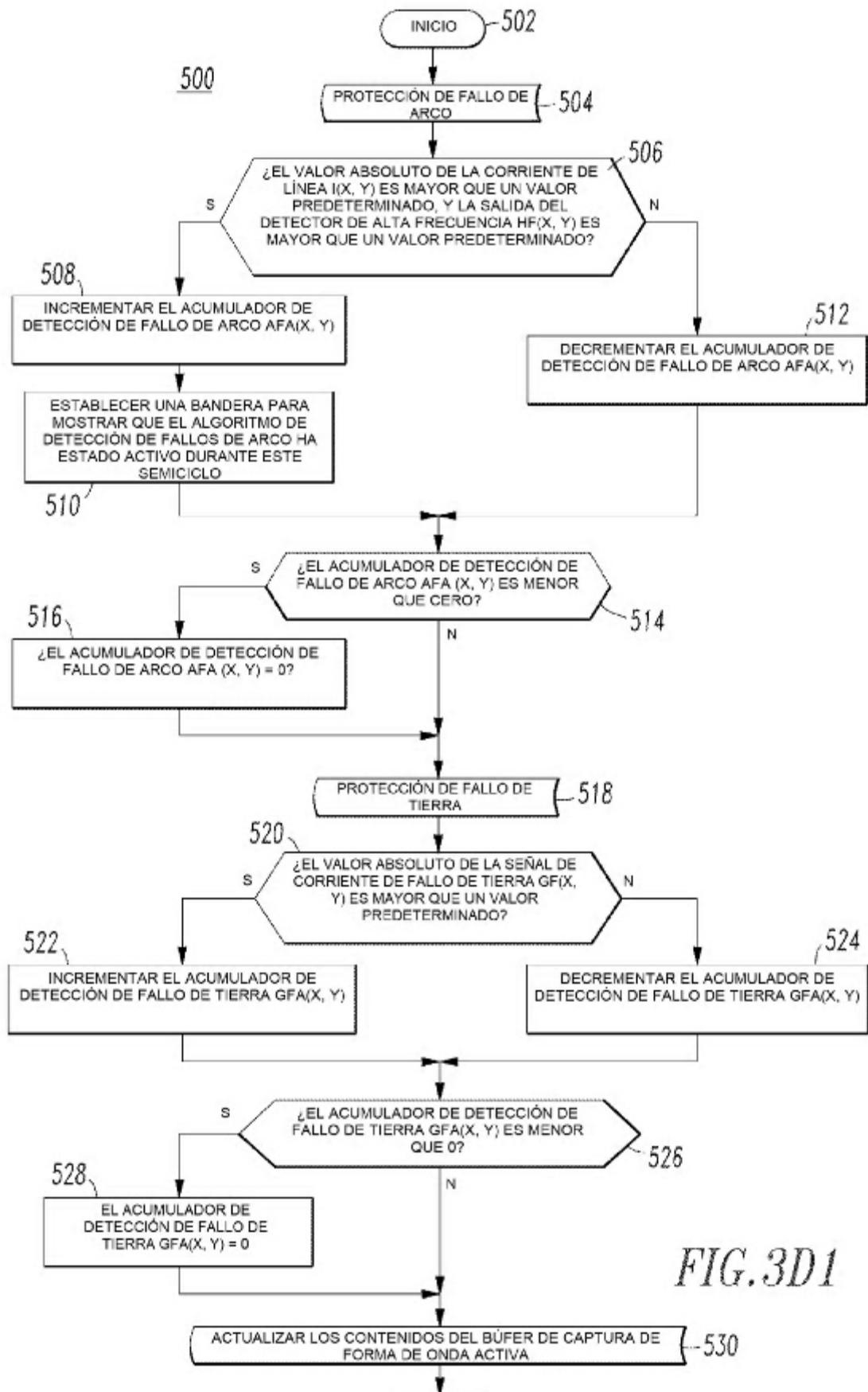


FIG. 3D1

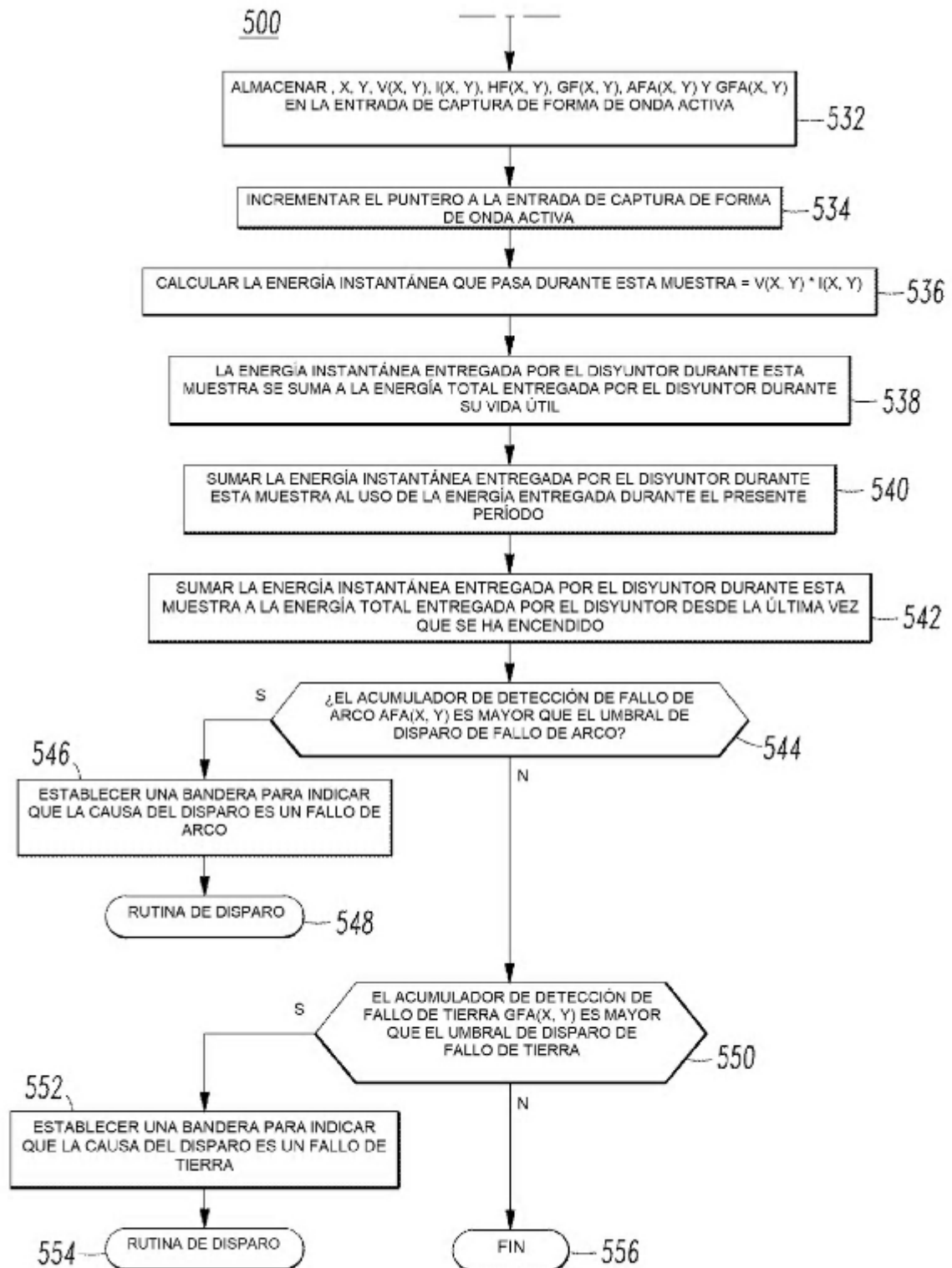


FIG.3D2

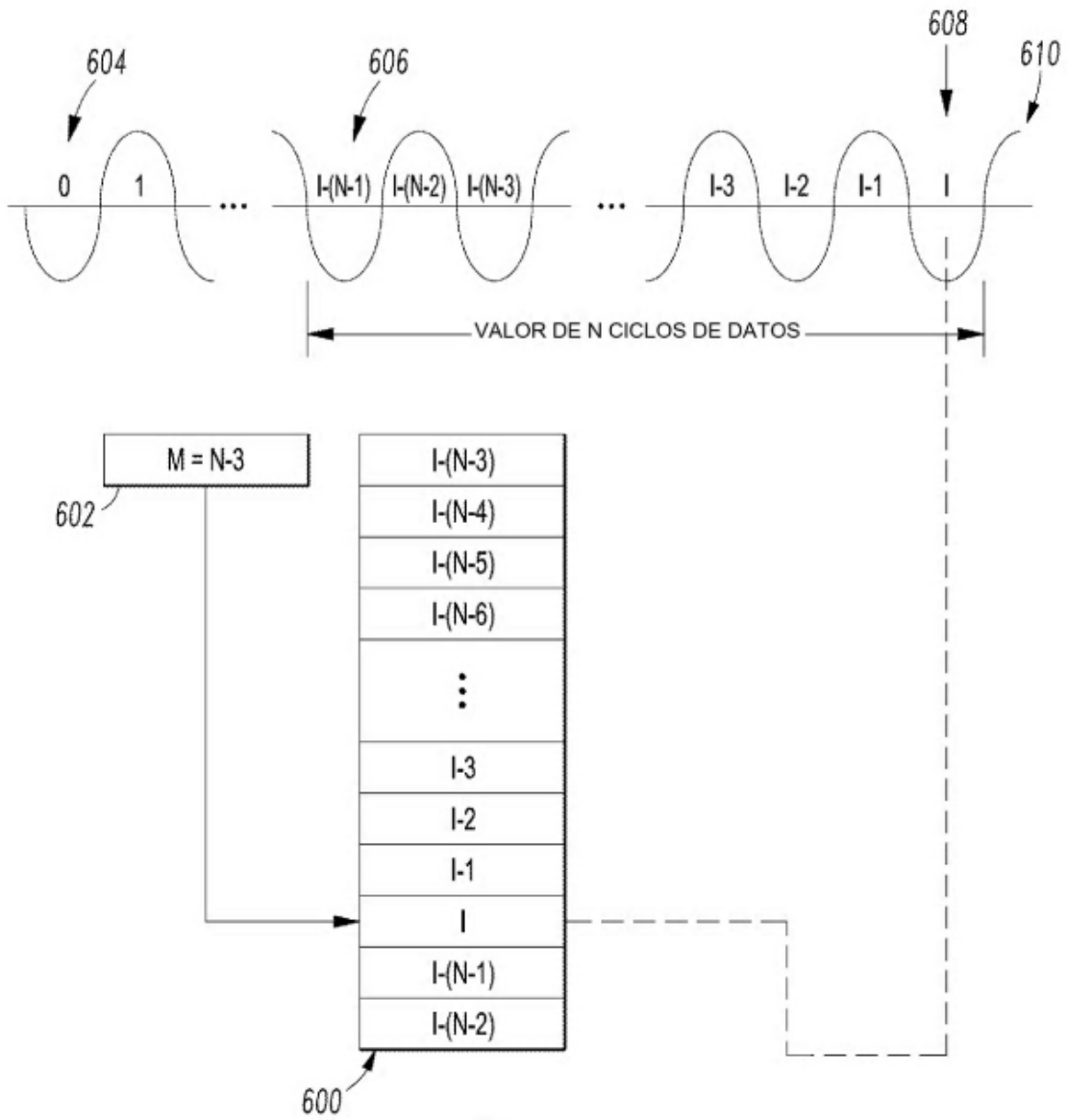


FIG.4