

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 265**

51 Int. Cl.:

H02H 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2008 PCT/IB2008/002082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2009 WO09019586**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2008 E 08789032 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 2176933**

54 Título: **Interruptor de circuito de falla de arco y método de detección e interrupción de un arco en serie resistivo de un circuito de potencia**

30 Prioridad:

07.08.2007 US 834856

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

19.09.2018

73 Titular/es:

**EATON CORPORATION (100.0%)
Eaton Center 1111 Superior Avenue
Cleveland, Ohio 44114-2584, US**

72 Inventor/es:

**ELMS, ROBERT, T. y
PARKER, KEVIN, L.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 682 265 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 falla de arco y método de detección e interrupción de un arco en serie resistivo de un circuito de potencia

5 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere, en general, a interruptores de circuito y, de forma más particular, a interruptores de circuito de falla de arco. La invención también se refiere a métodos de detección e interrupción de un arco en serie resistivo de un circuito de potencia.

15 Información de antecedentes

Los dispositivos de protección de sobrecorriente convencionales para sistemas eléctricos de corriente alterna (CA), tales como disyuntores de circuito y relés de sobrecarga no responden, por lo general, a las fallas de arco. Tales fallas tienen a menudo una alta resistencia, con el fin de que la corriente de falla se encuentre por debajo de la corriente de disparo instantánea de tales dispositivos de protección. Las fallas de arco en los sistemas de CA también tienden a ser intermitentes, de tal modo que los mismos no generan los valores de corriente integrados en el tiempo necesarios para activar una característica de disparo retardado en un dispositivo de protección de circuito típico.

20 Un enfoque común para la detección de fallas de arco reconoce que la corriente de arco está considerablemente distorsionada con respecto a una onda sinusoidal pura. Por ejemplo, esta contiene un ruido de alta frecuencia considerable. Además, puede haber intervalos sin corriente y / o periodos de corriente de cortocircuito. Se han propuesto para los detectores de arco algunos dispositivos que combinan varias de estas características de corriente de arco. Algunos de estos emplean microcomputadores para aplicar los diversos criterios a la forma de onda de corriente.

25 Otro enfoque para la detección de falla de arco depende del hecho de que un arco entre conductores separados o una separación en un conductor solo se puede generar cuando el voltaje crece hasta el voltaje de disrupción a través del espacio o separación. Por lo tanto, estos detectores responden al incremento en escalón en la corriente producida por el inicio de arco. Un detector de este tipo se describe en la patente US 5.224.006. Con el fin de evitar falsos disparos producidos por las extracorrientes de conexión en el encendido de algunas cargas típicas, otro detector de este tipo, tal como se describe en la patente US 5.940.256, busca una pluralidad de incrementos en escalón en la corriente dentro de un cierto intervalo de tiempo característico de una falla de arco, que se genera y se interrumpe de forma repetitiva. Una mejora adicional en este tipo de detector, que genera una integración atenuada en el tiempo de unos pulsos representativos de incrementos en escalón en la corriente, tales como los generados por las fallas de arco, se describe en la patente US 5.691.869.

30 Los interruptores de circuito de falla de arco (AFCI, *arc fault circuit interrupter*) son unos dispositivos que tienen por objeto mitigar los efectos de las fallas de arco al funcionar para desexcitar un circuito eléctrico cuando se detecta una falla de arco. Los ejemplos no limitantes de los AFCI incluyen: (1) disyuntores de circuito de falla de arco; (2) interruptores de circuito de falla de arco de ramificación / alimentador, que tienen por objeto instalarse en el origen de un circuito de ramificación o alimentador, tal como un tablero, y que pueden proporcionar protección frente a fallas de arco (por ejemplo, mayor que 40 mA) y fallas de línea a neutro (por ejemplo, mayor que 75 A); (3) interruptores de circuito de falla de arco de circuito de salida, que tienen por objeto instalarse en una salida de circuito de ramificación, tal como una caja de salida, con el fin de proporcionar protección de juegos de cables y cables de suministro de alimentación conectados a los mismos (cuando están dotados de salidas de receptáculo) frente a los efectos no deseados de formación de arco, y que pueden proporcionar protección frente a fallas de línea a tierra (por ejemplo, mayores que 75 A) y fallas de línea a neutro (por ejemplo, de 5 a 30 A, y mayores que 75 A); (4) interruptores de circuito de falla de arco de cable, que tienen por objeto conectarse a una salida de receptáculo, para proporcionar protección a un cable de suministro de alimentación integral o separado; (5) interruptores de circuito de falla de arco de combinación, que funcionan o bien como un AFCI de ramificación / alimentador o bien como un circuito de salida; y (6) interruptores de circuito de falla de arco portátiles, que tienen por objeto conectarse a una salida de receptáculo y dotarse de una o más salidas.

35 La figura 1A muestra la corriente característica 2, que resulta de un circuito (que no se muestra) en el que, por ejemplo, una fuente de 120 V_{RMS}, 60 Hz (que no se muestra) se conecta en serie con una carga resistiva (que no se muestra), por ejemplo, 5 A_{RMS}, y un arco eléctrico se introduce en serie con este circuito por medio de un electrodo de carbono (que no se muestra) y un electrodo de cobre (que no se muestra) separados por una separación relativamente pequeña.

60 La figura 1B muestra el voltaje de fuente de línea a neutro 4 y el voltaje de arco 6 durante el arco en serie de la figura 1A. Durante un corto periodo de tiempo, el voltaje en el circuito es demasiado bajo para iniciar y sostener un

arco eléctrico a través del espacio entre los electrodos de carbono y de cobre (que no se muestran). Durante este tiempo, el voltaje de arco 6 a través del espacio entre estos electrodos es equivalente al voltaje de fuente 4 y no fluye corriente alguna en el circuito. Esto se muestra por medio de los "puntos planos" 8 de la figura 1A.

5 No obstante, cuando el voltaje de fuente se vuelve lo suficientemente grande, se sostiene un arco eléctrico entre los electrodos y fluye corriente en el circuito tal como se muestra por medio de la corriente característica 2 de la figura 1A, lo cual tiene lugar entre los puntos planos 8, tal como en 10 o 12. Como resultado, se asocia una "forma de corriente" característica con arcos eléctricos en serie con una carga resistiva. Se puede observar que esta forma de corriente es casi sinusoidal, pero tiene los puntos planos 8 o periodos de conducción de corriente nula, que
10 coinciden con los pasos por cero del voltaje de fuente 4.

15 El documento US2006018060 (A1) divulga un interruptor de circuito de falla de arco que incluye unos terminales de línea y de carga, unos contactos separables, un sensor de corriente que detecta la corriente que fluye entre los terminales y que está asociado con un tipo de carga, y un primer circuito de detección de falla de arco que genera una primera señal de disparo en respuesta a la corriente detectada. Un segundo circuito de detección de falla de arco recoge una pluralidad de muestras de corriente detectada para un ciclo de línea de corriente y también para un ciclo de línea previo, determina un valor de corriente total a partir de una corriente de pico de las muestras de ciclo de línea de corriente, emplea el valor de corriente total y algunas de las muestras para determinar el tipo de carga, y genera una segunda señal de disparo en respuesta a la corriente detectada y el tipo determinado de carga. Un
20 circuito de disparo genera una tercera señal de disparo en respuesta a la primera y la segunda señales de disparo. Un mecanismo de accionamiento abre los contactos en respuesta a la tercera señal.

25 El documento US2006114627 (A1) divulga un método y sistema para determinar si está presente formación de arco en un circuito eléctrico. El método incluye detectar un cambio en una corriente alterna en el circuito y desarrollar una señal de entrada correspondiente, analizar la señal de entrada para determinar la presencia de ruido de banda ancha en un rango previamente determinado de frecuencias, y producir una señal de salida correspondiente. El método incluye además determinar un tipo de carga conectado con el circuito eléctrico, en función, al menos en parte, de la señal de entrada y la señal de salida, incrementar uno o más de una pluralidad de contadores de una forma previamente determinada de acuerdo con la señal de entrada y la señal de salida y determinar si está
30 presente una falla de formación de arco en función, al menos en parte, de los estados de uno o más de una pluralidad de contadores. El método también incluye decrementar uno o más de la pluralidad de contadores en función de un análisis secundario.

35 Hay margen de mejora en los interruptores de circuito de falla de arco.

También hay margen de mejora en los métodos de detección e interrupción de un arco en serie resistivo de un circuito de potencia.

40 Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan, de forma respectiva, un interruptor de circuito de falla de arco y un método, tal como se exponen en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se describen algunas formas de realización de la invención.

45 Estas y otras necesidades se satisfacen mediante formas de realización de la invención, que determinan un valor de desfase a partir de un promedio de una pluralidad de muestras de corriente detectada próximas a pasos por cero de voltaje para semiciclos de corriente alterna correspondientes. Cada una de una pluralidad de muestras ajustadas de corriente detectada se determina a partir de una correspondiente de las muestras de corriente detectada ajustadas por el valor de desfase. Un perfil se corresponde con un arco en serie resistivo como una función de una pluralidad de muestras ajustadas de la corriente detectada y las muestras ajustadas. Una señal de disparo se determina en respuesta a un número de apariciones del perfil para un número de los semiciclos, y el circuito de potencia se interrumpe en respuesta a la señal de disparo.
50

55 De acuerdo con un aspecto de la invención, un interruptor de circuito de falla de arco para un circuito de potencia que incluye una pluralidad de semiciclos de corriente alterna comprende: un terminal de línea; un terminal de carga; unos contactos separables conectados eléctricamente en serie entre el terminal de línea y el terminal de carga; un conductor de neutro; un mecanismo de accionamiento estructurado para abrir por disparo los contactos separables en respuesta a una señal de disparo; un sensor de corriente estructurado para detectar una pluralidad de pasos por cero de voltaje entre el terminal de carga y el conductor de neutro, definiendo un par consecutivo de los pasos por cero de voltaje uno correspondiente de los semiciclos; y un procesador que coopera con el sensor de corriente y el
60 sensor de voltaje para detectar un arco en serie resistivo en serie con los contactos separables, comprendiendo el procesador una rutina estructurada para determinar, para cada uno de los semiciclos, una pluralidad de muestras de la corriente detectada, un valor de desfase a partir de un promedio de una pluralidad de las muestras de la corriente detectada próximas a los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos, una pluralidad de muestras ajustadas de la corriente detectada, siendo cada una de las muestras ajustadas una correspondiente de las muestras de la corriente detectada ajustadas por el valor de desfase, un perfil que se corresponde con un arco
65

en serie resistivo como una función de una pluralidad de las muestras de la corriente detectada y las muestras ajustadas, y la señal de disparo en respuesta a un número de apariciones del perfil para un número de los semiciclos.

5 La rutina se puede estructurar además para determinar el perfil cuando cada una de una primera pluralidad de las muestras de la corriente detectada es aproximadamente cero próxima a uno correspondiente de los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos y cuando cada una de una segunda pluralidad de las muestras ajustadas se encuentra dentro de un rango correspondiente de valores para el correspondiente de los semiciclos.

10 La rutina se puede estructurar además para determinar el rango de valores correspondiente como una función de la corriente de pico de las muestras de la corriente detectada para el correspondiente de los semiciclos.

La rutina se puede estructurar además para determinar el perfil cuando cada una de una pluralidad de las muestras ajustadas se encuentra dentro de un rango de valores correspondiente para el correspondiente de los semiciclos en aproximadamente +458, aproximadamente +908 y aproximadamente +1358 en relación con el primero del par consecutivo de pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos.

El rango correspondiente de valores para una primera de las muestras ajustadas en aproximadamente +458 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje se puede encontrar entre aproximadamente 0,50 y aproximadamente 0,62 veces la corriente de pico de una carga resistiva sin formación de arco en serie, el rango correspondiente de valores para una segunda de las muestras ajustadas en aproximadamente +908 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje se puede encontrar entre aproximadamente 0,80 y aproximadamente 0,90 veces la corriente de pico, y el rango correspondiente de valores para una tercera de las muestras ajustadas en aproximadamente +1358 con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje se puede encontrar entre aproximadamente 0,50 y aproximadamente 0,62 veces la corriente de pico.

La rutina se puede estructurar además para determinar el rango correspondiente de valores como una función de la corriente de pico de las muestras de la corriente detectada para el correspondiente de los semiciclos. El rango de valores correspondiente para una primera de las muestras ajustadas en aproximadamente +458 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje se puede encontrar entre aproximadamente 0,588 y aproximadamente 0,729 veces la corriente de pico, el rango de valores correspondiente para una segunda de las muestras ajustadas en aproximadamente +908 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje se puede encontrar entre aproximadamente 0,941 y aproximadamente 1,059 veces la corriente de pico, y el rango de valores correspondiente para uno tercero de las muestras ajustadas en aproximadamente +1358 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje puede estar entre aproximadamente 0,588 y aproximadamente 0,729 veces la corriente de pico.

La rutina se puede estructurar además para determinar la corriente de pico de las muestras de la corriente detectada para el correspondiente de los semiciclos, para determinar un valor proporcional a la corriente de pico, para añadir el valor proporcional a la corriente de pico a un acumulador cuando el perfil que se corresponde con un arco en serie resistivo se determina para el correspondiente de los semiciclos, y para sustraer un valor predeterminado a partir del acumulador para el correspondiente de los semiciclos.

La rutina se puede estructurar además para determinar el valor desfasado del promedio de la pluralidad de las muestras de la corriente detectada próxima a los pasos por cero de voltaje en aproximadamente +11,258 y aproximadamente -11,258 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos.

La rutina se puede estructurar además para determinar el perfil como una función de tres de las muestras de la corriente detectada en aproximadamente +11,258, aproximadamente +168,758 y aproximadamente +191,258 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos, y como una función de tres de las muestras ajustadas en aproximadamente +458, aproximadamente +908 y aproximadamente +1358 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos.

Como otro aspecto de la invención, un método de detección e interrupción de un arco en serie resistivo de un circuito de potencia que incluye una pluralidad de semiciclos de corriente comprende: detectar corriente que fluye a través del circuito de potencia; detectar una pluralidad de pasos por cero de voltaje del circuito de potencia, definiendo un par consecutivo de los pasos por cero de voltaje uno correspondiente de los semiciclos; determinar, para cada uno de los semiciclos, una pluralidad de muestras de la corriente detectada, un valor desfasado a partir de un promedio de una pluralidad de las muestras de la corriente detectada próxima a los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos, una pluralidad de muestras ajustadas de la corriente detectada, siendo cada una de las muestras ajustadas una correspondiente de las muestras de la corriente detectada ajustadas por el valor de desfase, un perfil que se corresponde con un arco en serie resistivo como una función de una pluralidad de las muestras de la corriente detectada y las muestras ajustadas, y una señal de disparo en respuesta a un número

de apariciones del perfil para un número de los semiciclos; e interrumpir el circuito de potencia en respuesta a la señal de disparo.

5 El método puede determinar el perfil cuando cada una de una pluralidad de muestras ajustadas se encuentra dentro de un rango de valores correspondiente para el correspondiente de los semiciclos en aproximadamente +458, aproximadamente +908 y aproximadamente +1358 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos.

10 El método puede determinar el valor desfasado del promedio de la pluralidad de las muestras de la corriente detectada próxima a los pasos por cero de voltaje en aproximadamente +11,258 y aproximadamente -11,258 en relación con el primero del par consecutivo de los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de los semiciclos.

15 Breve descripción de los dibujos

Una comprensión plena de la invención se puede obtener a partir de la siguiente descripción de las formas de realización preferidas cuando se lea junto con los dibujos adjuntos, en los que:

20 La figura 1A es una representación gráfica de corriente durante un arco en serie con una carga resistiva.
 La figura 1B es una representación gráfica de voltaje de fuente de línea a neutro y voltaje de arco durante el arco en serie de la figura 1A.
 La figura 2 es una representación gráfica de un voltaje de arco, corriente durante un arco en serie con una carga resistiva y una pluralidad de interrupciones de microprocesador para tomar muestra de la corriente.
 25 La figura 3 es un diagrama de bloques de un disyuntor de circuito de acuerdo con formas de realización de la invención.
 Las figuras 4A - 4B forman un diagrama de flujo de una rutina ejecutada por el microprocesador de la figura 3.

Descripción de las formas de realización preferidas

30 Tal como se emplea en el presente documento, el término "número" deberá significar uno o un entero mayor que uno (es decir, una pluralidad).

35 Tal como se emplea en el presente documento, el término "procesador" significa un dispositivo analógico y / o digital programable que puede almacenar, recuperar, y procesar datos; un ordenador; una estación de trabajo; un ordenador personal; un microprocesador; un microcontrolador; un microcomputador; una unidad de procesamiento central; un ordenador central; un miniordenador; un servidor; un procesador en red; o un dispositivo o aparato de procesamiento adecuado.

40 La invención se describe en asociación con un disyuntor de circuito de falla de arco, a pesar de que la invención es aplicable a un rango amplio de interruptores de circuito de falla de arco.

45 La figura 2 muestra el voltaje de arco 19, la corriente 20 durante un arco en serie con una carga resistiva, y una pluralidad de interrupciones de microprocesador 22 para tomar muestra de la corriente 20. Un algoritmo de interruptor de circuito de falla de arco de "forma" se emplea para detectar, por ejemplo, fallas de arco en serie resistivo de $5 A_{RMS}$. Los arcos en serie resistivos tienen poca o nada corriente en un intervalo de toma de muestra en cualquier lado del paso por cero de voltaje (por ejemplo, aproximadamente 0,0 A a 0,35 A). En los puntos de 458 y 1358 después del paso por cero de voltaje de línea a neutro, la corriente es de aproximadamente 3,5 A a 4,4 A (más o menos aproximadamente 50 %) de la corriente de pico de la carga resistiva de $5 A_{RMS}$ sin formación de arco en serie durante ese semiciclo. En el punto de 908 después del paso por cero de voltaje de línea a neutro, la corriente es de aproximadamente 5,7 A a 6,4 A (más o menos aproximadamente 85 %) de la corriente de pico de la carga resistiva de $5 A_{RMS}$ sin formación de arco en serie.

50 Una dificultad tiene lugar cuando una señal de voltaje, que se corresponde con el nivel de corriente cero, se arrastra con el tiempo. Un amplificador operacional correspondiente (que no se muestra) tiene un desfase, por ejemplo, de aproximadamente 3,0 mV. La señal de voltaje, que se corresponde con una corriente de 0,35 A, es, por ejemplo, aproximadamente 1 mV además de la diferencia entre los voltajes de suministro y voltajes de referencia del amplificador operacional. El arrastre observado con el tiempo del nivel de corriente cero es una señal que se corresponde con aproximadamente 1,0 A. Si el arrastre de nivel de señal es relativamente pequeño de ciclo a ciclo, entonces la corriente en cualquier lado de los puntos de toma de muestra de paso por cero de voltaje serán
 55 sustancialmente las mismas en ambos extremos del semiciclo, según se toma la muestra en cualquier lado del paso por cero de voltaje.
 60

65 La figura 3 muestra un disyuntor de circuito de falla de arco 30 para un circuito de potencia 32 que incluye una pluralidad de semiciclos de corriente alterna 34. El disyuntor de circuito de falla de arco 30 incluye un terminal de línea 36, un terminal de carga 38, unos contactos separables 40 conectados eléctricamente en serie entre los terminales de línea y de carga 36, 38, un conductor de neutro 42, y un mecanismo de accionamiento 44 estructurado

para abrir y cerrar los contactos separables 40. El mecanismo de accionamiento 44 se estructura para abrir por disparo los contactos separables 40 en respuesta a una señal de disparo 46. A pesar de que no se requiere, el disyuntor de circuito 30 también puede incluir una o más de un terminal de neutro 48, un terminal de neutro de carga 50 y un conductor de tierra 52.

Un sensor de corriente adecuado 54 se estructura para detectar corriente que fluye a través de los contactos separables 40. Un sensor de voltaje 56 se estructura para detectar una pluralidad de pasos por cero de voltaje entre el terminal de carga 38 y el conductor de neutro 42. Un par consecutivo de los pasos por cero de voltaje, tal como 58, 60, define uno correspondiente de los semiciclos 34, tal como 62.

Un procesador, tal como el microcomputador (μC) 64 a modo de ejemplo, coopera con el sensor de corriente 54 a través de un circuito analógico 66 y con el sensor de voltaje 56 para detectar un arco en serie resistivo en serie con los contactos separables 40. Tal como se analizará más adelante, en conexión con las figuras 4A - 4B, el μC 64 incluye una rutina 68 estructurada para determinar, para cada uno de los semiciclos 34, una pluralidad de muestras de corriente detectada 70, un valor desfasado a partir de un promedio de una pluralidad de las muestras de la corriente detectada 70 próxima a los pasos por cero de voltaje, tal como 58, 50, para uno correspondiente de los semiciclos 34, una pluralidad de muestras ajustadas de la corriente detectada 70, siendo cada una de las muestras ajustadas una correspondiente de las muestras de la corriente detectada 70 ajustadas por el valor de desfase, un perfil que se corresponde con un arco en serie resistivo como una función de una pluralidad de las muestras de la corriente detectada 70 y las muestras ajustadas, y la señal de disparo 46 en respuesta a un número de apariciones del perfil para un número de los semiciclos 34.

La determinación del valor desfasado se describe a continuación con referencia a la figura 2. En ella se puede observar que los valores absolutos de las diferencias entre la corriente 20 tomada en respuesta a las interrupciones de microprocesador 22 en 72 y 74, en 74 y 76, y en 76 y 78 son aproximadamente cero (por ejemplo, $< 0,35$ A en este ejemplo). Estas interrupciones 22 se generan por los circuitos de interrupción 79 en respuesta al sensor de voltaje 56 de la figura 3. Dado que las corrientes de interés son aproximadamente cero, un valor de desfase adecuado puede ser igual a $\frac{1}{2}$ (muestra de corriente 80 + muestra de corriente 82). En otras palabras, el valor de corriente detectado promedio cerca de un paso por cero de voltaje, tal como 58 o 60 (figura 3), representa el error de desfase, dado que este valor de corriente detectado deberá ser cero. Por lo tanto, para comparaciones de corriente hechas durante un semiciclo dado, las corrientes detectadas 70 se corrigen para el error de desfase correspondiente al sustraer ese error de desfase a partir de la corriente detectada 70 siendo comparada. Esto se analizará en mayor detalle, más adelante, y en conexión con las figuras 4A - 4B.

Una descripción matemática de una rutina para detectar arcos en serie con cargas resistivas es como sigue. En general, $i(a, b)$ es la corriente de línea según se toma en un tiempo que se corresponde con el intervalo de toma de muestra "b" dentro de un semiciclo "a". En particular, se emplean las siguientes corrientes tomadas:

$i(a, 0)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a 0° en relación con el voltaje de línea a neutro durante semiciclo "a". Véase, por ejemplo, corriente tomada $i(1, 0)$ en la interrupción de microprocesador 73 y corriente tomada $i(2, 0)$ en la interrupción de microprocesador 77 de la figura 2.

$i(a, 1)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a $11,25^\circ$ en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a". Véase, por ejemplo, corriente tomada $i(1, 1)$ en la interrupción de microprocesador 74 y corriente tomada $i(2, 1)$ en la interrupción de microprocesador 78 de la figura 2.

$i(a, 2)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a $22,5^\circ$ en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a".

$i(a, 3)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a 45° en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a".

$i(a, 4)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a $67,5^\circ$ en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a".

$i(a, 5)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a 90° en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a".

$i(a, 6)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a $112,5^\circ$ en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a".

$i(a, 7)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a 135° en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a".

$i(a, 8)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a $157,5^\circ$ en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a".

$i(a, 9)$ es la corriente de línea instantánea "i" cuando se toma a $168,75^\circ$ en relación con el voltaje de línea a neutro durante el semiciclo "a".

Si la totalidad de las condiciones de las ecuaciones 1 - 7 siguientes, son verdaderas para un semiciclo dado 34 de la corriente detectada 70, entonces la "forma" o perfil frente al ángulo de fase de ese semiciclo de corriente es lo suficientemente similar al perfil esperado para un arco eléctrico en serie con una carga resistiva, que este semiciclo particular de corriente puede identificarse como tal.

$$|i(n-1, 9)| \approx 0 \text{ o } |i(n-1, 9)| < \sim 1 A_{PICO} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$5 \quad |i(n, 1)| \approx 0 \text{ o } |i(n, 1)| < \sim 1 A_{PICO} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$I_{3, \text{MÍN}} < |i(n, 3)| < I_{3, \text{MÁX}} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$10 \quad I_{5, \text{MÍN}} < |i(n, 5)| < I_{5, \text{MÁX}} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$I_{7, \text{MÍN}} < |i(n, 7)| < I_{7, \text{MÁX}} \quad (\text{Ec. 5})$$

$$15 \quad |i(n, 9)| \approx 0 \text{ o } |i(n, 9)| < \sim 1 A_{PICO} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$20 \quad |i(n+1, 1)| \approx 0 \text{ o } |i(n+1, 1)| < \sim 1 A_{PICO} \quad (\text{Ec. 7})$$

en donde:

25 n es un número entero, que es mayor que o igual a 1;

$I_{3, \text{MÍN}}$ es $0,50 * I_{PICO}$;

$I_{3, \text{MÁX}}$ es $0,62 * I_{PICO}$;

$I_{5, \text{MÍN}}$ es $0,80 * I_{PICO}$;

$I_{5, \text{MÁX}}$ es $0,90 * I_{PICO}$;

30 $I_{7, \text{MÍN}}$ es $0,50 * I_{PICO}$;

$I_{7, \text{MÁX}}$ es $0,62 * I_{PICO}$; e

I_{PICO} es la corriente de pico de la corriente detectada 70, dado que tal corriente detectada es una carga resistiva sin formación de arco en serie.

35 Como ejemplos no limitantes, para $I_{RMS} = 5 A_{RMS}$, $I_{3, \text{MÍN}}$ es aproximadamente $3,53 A_{PICO}$, $I_{3, \text{MÁX}}$ es aproximadamente $4,38 A_{PICO}$, $I_{5, \text{MÍN}}$ es aproximadamente $5,66 A_{PICO}$, $I_{5, \text{MÁX}}$ es aproximadamente $6,36 A_{PICO}$, $I_{7, \text{MÍN}}$ es aproximadamente $3,53 A_{PICO}$, y $I_{7, \text{MÁX}}$ es aproximadamente $4,38 A_{PICO}$. Estos aplican cuando se detecta una carga resistiva fija teniendo un valor de corriente RMS conocido.

40 Alternativamente, si hay un arco en serie con una carga resistiva de valor arbitrario, entonces I_{PICO} sin arco en serie no se conoce. Aquí, un valor estimado adecuado de I_{PICO} (con arco en serie) $\approx 0,85 * I_{PICO}$ (sin arco en serie) puede emplearse, de tal modo que los valores anteriores se ajusten por alrededor de $1,176 (= 1 / 0,85)$ para proporcionar:

45 $I_{3, \text{MÍN}}$ es $0,588 * I_{PICO}$;

$I_{3, \text{MÁX}}$ es $0,729 * I_{PICO}$;

$I_{5, \text{MÍN}}$ es $0,941 * I_{PICO}$;

$I_{5, \text{MÁX}}$ es $1,059 * I_{PICO}$;

$I_{7, \text{MÍN}}$ es $0,588 * I_{PICO}$; e

$I_{7, \text{MÁX}}$ es $0,729 * I_{PICO}$.

50 Continuando con referencia a la notación para los valores tomados, si hay el término de error o término de desfase, que se introduce por el circuito (por ejemplo, formado por sensor de corriente 54, circuito analógico 66 y convertidor de analógico a digital (ADC) 84 (figura 3)) usado para medir la corriente detectada $i(a, b)$, entonces esta medición es dada por la ecuación 8:

$$55 \quad i'(a, b) = i(a, b) + K \quad (\text{Ec. 8})$$

en donde:

60 $i'(a, b)$ es la medición defectuosa de $i(a, b)$;

$i(a, b)$ es la medición correcta de $i(a, b)$; y

K es un error de medición o término de desfase constante.

65 En la práctica, no obstante, el término de error "K" puede ser una función de temperatura y puede cambiar con el tiempo conforme la temperatura cambia. Más aún, la temperatura puede variar ampliamente y de manera

impredecible, dando como resultado con ello variaciones amplias e impredecibles en el error de medición o término de desfase.

5 Cuando el error de medición o término de desfase es pequeño en comparación con la cantidad siendo medida (es decir, $K \ll i(a, b)$), entonces el error o término de desfase "K" tiene un efecto despreciable y la técnica de las ecuaciones 1 - 7 para detectar arcos en serie resistivos se puede usar. No obstante, si el error de medición o término de desfase es significativo en comparación con la cantidad siendo medida, entonces el error o término de desfase "K" puede ocasionar que se opere de forma inapropiada con las ecuaciones 1 - 7, que dependen exclusivamente de identificar una "forma de corriente" característica mediante comparar mediciones de corriente temporizadas apropiadamente con umbrales fijos. Por lo tanto, si hay un error significativo al medir la corriente detectada 70 (figura 3), entonces esto crea una necesidad de modificar las ecuaciones 1 - 7, para trabajar en una manera independiente del error de medición de corriente.

15 La rutina 68 (figura 3 y 4A - 4B) hace esto de dos maneras. En primer lugar, si hay un arco en serie con una carga resistiva, entonces las mediciones de cualquier "punto plano" de corriente (es decir, periodos de conducción de corriente aproximadamente cero) deberán ser todas equivalentes en magnitud, asumiendo que el error o término de desfase está cambiando lentamente en comparación con el periodo del voltaje de fuente de línea (por ejemplo, sin limitación, 60 Hz). Segundo, una estimación del error de medición o término de desfase se calcula y se incorpora en comparaciones de magnitud de corriente, que tienen lugar a 45°, 90° y 135° en relación con el correspondiente de los pasos por cero, tal como 58,60, del voltaje de línea a neutro.

La ecuación 9 proporciona una estimación adecuada (K_{EST}) del error o término de desfase "K":

$$K_{EST} = \frac{i'(n-1, 9) + i'(n, 1)}{2}$$

25 (Ec. 9)

en donde:

30 $i'(n-1, 9)$ es la medición defectuosa de la corriente instantánea $i(n-1, 9)$; y
 $i'(n, 1)$ es la medición defectuosa de la corriente instantánea $i(n, 1)$.

Tal como se muestra en las ecuaciones 10 - 14, siguientes, si todas de las siguientes condiciones son verdad para un semiciclo dado de la corriente detectada 70, entonces la carga, que se genera ese semiciclo, se considera que tiene una "forma de corriente" o perfil de magnitud frente al ángulo de fase, lo cual es característico de un arco en serie con una carga resistiva, y puede, por lo tanto, identificarse de manera apropiada como tal:

$$i'(n+1, 1) - i'(n, 9) \approx 0 \text{ o } |i'(n+1, 1) - i'(n, 9)| < \sim 1 A_{PICO} \quad (\text{Ec. 10})$$

$$40 \quad I_{3, \text{MÍN}} < |i'(n, 3) - K_{EST}| < I_{3, \text{MÁX}} \quad (\text{Ec. 11})$$

$$I_{5, \text{MÍN}} < |i'(n, 5) - K_{EST}| < I_{5, \text{MÁX}} \quad (\text{Ec. 12})$$

$$45 \quad I_{7, \text{MÍN}} < |i'(n, 7) - K_{EST}| < I_{7, \text{MÁX}} \quad (\text{Ec. 13})$$

$$50 \quad i'(n, 9) - i'(n, 1) \approx 0 \text{ o } |i'(n, 9) - i'(n, 1)| < \sim 1 A_{PICO} \quad (\text{Ec. 14})$$

Las figuras 4A - 4B muestran a la rutina 68, que se ejecuta por el microprocesador (μP) 81 del μC 64 de la figura 3. Esta rutina 68 identifica arcos eléctricos en serie con cargas resistivas mediante capturar mediciones de magnitud de corriente en ángulos de fase predeterminados plurales en relación con el voltaje de línea a neutro y comparando la corriente detectada 70 con el perfil esperado para un arco eléctrico en serie con una carga resistiva. En particular, tal como se muestra en las figuras 2 y 3, las mediciones de amplitud de corriente se sincronizan con el voltaje de línea a neutro por el sensor de voltaje 56 y circuitos de interrupción 79, que proporcionan las interrupciones de microprocesador 22, y tales mediciones se colocan en ángulos de fase adecuados, lo cual permite la detección de intervalos característicos de corriente cero que tienen lugar alrededor de los pasos por cero, tal como 58,60, del voltaje de línea a neutro. Por ejemplo, la interrupción 73 (muestra $i(1, 0)$) tiene lugar en alrededor del paso por cero de dirección positiva de un semiciclo primero o positivo, y la interrupción 77 (muestra $i(2, 0)$) tiene lugar en alrededor del paso por cero de dirección negativa del semiciclo siguiente o negativo.

Para las figuras 4A - 4B, son de aplicación los siguientes valores:

- 5 $i'(n, k)$ es el valor de la corriente detectada 70 en el semiciclo "n" y la interrupción k;
 n es un entero mayor que o igual a 1;
 k es un entero entre 0 y 9;
 $i'(n, 0 \dots 9)$ es el valor de las mediciones de corriente durante el semiciclo presente "n";
 $i'(n - 1, 0 \dots 9)$ es el valor de las mediciones de corriente durante el semiciclo anterior "n - 1";
 $i'(n - 2, 0 \dots 9)$ es el valor de las mediciones de corriente durante el semiciclo anterior "n - 2".
- 10 Similar a, por ejemplo, $i(a, 1)$, $i(a, 2)$ e $i(a, 3)$, anteriores, $i'(n, 1)$ es el valor de la corriente detectada 70 en el semiciclo "n" y la interrupción 1 en 11,25° en relación con el voltaje de línea a neutro, $i'(n, 2)$ es el valor de la corriente detectada 70 en el semiciclo "n" y la interrupción 2 en 22,5° en relación con el voltaje de línea a neutro, $i'(n, 3)$ es el valor de la corriente detectada 70 en el semiciclo "n" y la interrupción 3 a 45° relativa al voltaje de línea a neutro. Los otros valores $i'(n, k)$ tienen los mismos ángulos de fase como los valores $i(a, b)$ correspondientes,
- 15 anteriores. En particular, $i'(n, 3)$ es el valor de la corriente detectada 70 en el semiciclo "n" y la interrupción 3 a 45° en relación con el voltaje de línea a neutro, $i'(n, 5)$ es el valor de la corriente detectada 70 en el semiciclo "n" y la interrupción 5 a 90° en relación con el voltaje de línea a neutro, e $i'(n, 7)$ es el valor de la corriente detectada 70 en el semiciclo "n" y la interrupción 7 a 135° en relación con el voltaje de línea a neutro.
- 20 La rutina 68 incluye una rutina principal 100 y una rutina de interrupción 102. En primer lugar, la rutina principal 100 inicializa hardware, en 104, inicializa variables, en 106, y configura interrupciones, en 108. A continuación, en 110, las interrupciones son habilitadas globalmente, después de lo cual un salto a una interrupción pendiente se toma en 112. Después de que la rutina de interrupción 102 se ejecuta, el regreso de la interrupción tiene lugar en 114, después de lo cual se repite el paso 110.
- 25 En la rutina de interrupción 120, la corriente de línea se adquiere, en 116, mediante leer la corriente detectada 70 del ADC 84. A continuación, en 118, el resultado se almacena en la disposición $i'(n, \text{interrupción})$. Luego, en 120, se determina, durante semiciclo n, si la interrupción es n.º 2 (por ejemplo, para n = 1, interrupción 121 de la figura 2). Si es así, entonces los pasos 122, 124, 126, 128 revisan la "forma" o perfil frente al tiempo de la corriente detectada 70 del semiciclo previo n - 1, para determinar si es indicativo de un arco en serie. Si la interrupción es otra que n.º 2, entonces la ejecución se reanuda en 134. A continuación, en 122, la corriente de pico para el semiciclo previo ($I_{\text{PICO}}(n - 1)$) se determina. La corriente de pico es el valor máximo del valor absoluto de los diez valores a modo de ejemplo de $i'(n - 1, 0 \dots 9)$, que es el valor de las mediciones de corriente durante el semiciclo previo, "n - 1".
- 30 Entonces, en 124, la corriente de pico para el semiciclo previo ($I_{\text{PICO}}(n - 1)$) se usa para calcular los parámetros $I_{3, \text{MÍN}}$, $I_{3, \text{MÁX}}$, $I_{5, \text{MÍN}}$, $I_{5, \text{MÁX}}$, $I_{7, \text{MÍN}}$, e $I_{7, \text{MÁX}}$ de acuerdo con las variables definidas después de la ecuación 7 (entendiéndose que estas son para el semiciclo previo (n - 1)). A continuación, en 126, el error de medición de corriente o término de desfase K_{EST} se determina a partir de la ecuación 9 (de nuevo, entendiéndose que esto es para el semiciclo previo (n - 1)). Esto determina el valor de desfase a partir de las dos muestras de la corriente detectada 70 próximas a los pasos por cero de voltaje, tal como 58 o 60, en aproximadamente +11,258 y aproximadamente -11,258 en relación con el paso por cero de voltaje 08 para el semiciclo correspondiente 34.
- 35 Entonces, en 128, se determina si las condiciones de las ecuaciones 10 - 14 son todas verdad para el semiciclo previo (n - 1) (de nuevo, entendiéndose que estas son para el semiciclo previo (n - 1)). Esto determina el perfil de arco en serie cuando un valor absoluto de la diferencia entre las muestras de la corriente detectada 70 es aproximadamente +11,258 y aproximadamente +165,758 en relación con el paso por cero de voltaje 08 para el semiciclo correspondiente 34 es menor que aproximadamente 1 amperio, cuando cada uno de tres de las muestras ajustadas de la corriente detectada 70 se encuentra dentro de un rango de valores correspondiente para el correspondiente de los semiciclos en alrededor +458, aproximadamente +908 y alrededor +1358 en relación con el paso por cero de voltaje 08 para el semiciclo correspondiente 34, y cuando un valor absoluto de la diferencia entre las muestras de la corriente detectada 70 en aproximadamente +168,758 y aproximadamente +191,258 en relación con el paso por cero de voltaje 08 para el semiciclo correspondiente 34 es menor que aproximadamente 1 amperio.
- 40 Si la prueba en 128 es verdadera, entonces en 130, una cantidad equivalente a o proporcional a la corriente de pico ($I_{\text{PICO}}(n - 1)$) se añade a un acumulador. De otra manera, si la prueba en 128 es falsa, entonces una cantidad predeterminada (por ejemplo, sin limitación, aproximadamente 1 A_{PICO}) se sustrae del acumulador. Después de o bien 130 o bien 132, a continuación, en 134, se determina si el acumulador ha excedido un umbral de disparo predeterminado (por ejemplo, sin limitación, aproximadamente 100 A_{PICO}) (o bien por primera vez, en cuyo caso la señal de disparo 46 es falsa, o bien previamente, en cuyo caso la señal de disparo 46 es verdadera). Si no, entonces, en 136, la señal de disparo 46 se fija falsa (por ejemplo, apagada), de tal modo que el disyuntor de circuito
- 45 30 permanezca cerrado. De otra manera, si el acumulador ha excedido el umbral de disparo predeterminado, entonces la señal de disparo 46 se fija a verdadera (por ejemplo, encendida) en 138, para abrir por disparo los contactos separables 40. Después de o bien 136 o bien 138, la rutina de interrupción 102 termina, en 140, y la ejecución regresa al ciclo principal en 114.
- 50 A pesar de que se divulgan los contactos separables 40, pueden emplearse unos contactos separables de estado sólido adecuados. Por ejemplo, el disyuntor de circuito 30 que se divulga incluye un mecanismo interruptor de
- 55
- 60
- 65

5 circuito adecuado, tal como los contactos separables 40 que se abren y cierran por el mecanismo de accionamiento 44, a pesar de que la invención es aplicable a un rango amplio de mecanismos de interrupción de circuito (por ejemplo, sin limitación, interruptores de estado sólido o FET; contactos de dispositivos de contactos) y/o dispositivos de control / protección a base de estado sólido (por ejemplo, sin limitación, controladores; arranques suaves).

10 A pesar de que formas de realización específicas de la invención han sido descritas en detalle, se apreciará por los técnicos en la materia que varias modificaciones y alternativas a esos detalles podrían desarrollarse a la luz de las enseñanzas globales de la divulgación. De manera acorde, las disposiciones particulares que se divulgan tienen por objeto ser ilustrativos solamente y no limitantes respecto del alcance de la invención a la cual será dada la amplitud completa de las reivindicaciones anexas y todos y cualesquiera los equivalentes de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un interruptor de circuito de falla de arco (36) para un circuito de potencia (32) que incluye una pluralidad de semiciclos de corriente alterna (34), comprendiendo dicho interruptor de circuito de falla de arco:

- 5 un terminal de línea (36);
- un terminal de carga (38);
- unos contactos separables (40) conectados eléctricamente en serie entre dicho terminal de línea y dicho terminal de carga;
- 10 un conductor de neutro (42);
- un mecanismo de accionamiento estructurado para abrir y cerrar dichos contactos separables, dicho mecanismo de accionamiento estando estructurado para abrir por disparo dichos contactos separables en respuesta a una señal de disparo (46);
- 15 un sensor de corriente (54) estructurado para detectar corriente que fluye a través de dichos contactos separables;
- un sensor de voltaje (56) estructurado para detectar una pluralidad de pasos por cero de voltaje (58, 60) entre dicho terminal de carga y dicho conductor de neutro, definiendo un par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje uno correspondiente de dichos semiciclos; y
- 20 un procesador (64) que coopera con dicho sensor de corriente y dicho sensor de voltaje para detectar un arco en serie resistivo en serie con dichos contactos separables, comprendiendo dicho procesador una rutina (68) estructurada para determinar, para cada uno de dichos semiciclos, una pluralidad de muestras de dicha corriente detectada (70), caracterizado por que dicha rutina se estructura además para determinar un valor de desfase (K_{EST}) a partir de un promedio de una pluralidad de dichas muestras de dicha corriente detectada próxima a los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos, una pluralidad de muestras ajustadas de dicha corriente detectada, siendo cada una de dichas muestras ajustadas una correspondiente de dichas muestras de dicha corriente detectada ajustada por dicho valor de desfase, un perfil correspondiente con un arco en serie resistivo como una función de una pluralidad de dichas muestras de dicha corriente detectada y dichas muestras ajustadas, y dicha señal de disparo en respuesta a un número de apariciones de dicho perfil para un número de dichos semiciclos,
- 30 en donde dicha rutina se estructura además (128) para determinar dicho perfil cuando cada una de una pluralidad de dichas muestras de dicha corriente detectada es aproximadamente cero próxima a uno correspondiente de los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos.

2. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha pluralidad de muestras de dicha corriente detectada es aproximadamente diez muestras de dicha corriente detectada para cada uno de dichos semiciclos, y en donde dichas aproximadamente diez muestras de dicha corriente detectada para cada uno de dichos semiciclos es diez muestras de dicha corriente detectada tomadas a aproximadamente 0° , aproximadamente $11,25^\circ$, aproximadamente $22,5^\circ$, aproximadamente 45° , aproximadamente $67,5^\circ$, aproximadamente 90° , aproximadamente $112,5^\circ$, aproximadamente 135° , aproximadamente $157,5^\circ$ y aproximadamente $168,75^\circ$ en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos.

3. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha rutina se estructura además (128) para determinar dicho perfil cuando cada una de una segunda pluralidad de dichas muestras ajustadas se encuentra dentro de un rango correspondiente de valores para el correspondiente de dichos semiciclos.

4. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha rutina se estructura además (128) para determinar dicho perfil cuando un valor absoluto de la diferencia entre dichas muestras de dicha corriente detectada en aproximadamente $+11,258$ y aproximadamente $+168,758$ en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos es menor que aproximadamente 1 amperio, y cuando un valor absoluto de la diferencia entre dichas muestras de dicha corriente detectada en aproximadamente $+168,758$ y aproximadamente $+191,258$ en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos es menor que aproximadamente 1 amperio.

5. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha rutina se estructura además (128) para determinar dicho perfil cuando cada una de tres de dichas muestras de dicha corriente detectada es aproximadamente cero en aproximadamente $+11,258$, aproximadamente $+168,758$ y aproximadamente $+191,258$ en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos.

6. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha rutina se estructura además (128) para determinar dicho perfil cuando cada una de una pluralidad de dichas muestras ajustadas se encuentra dentro de un rango de valores correspondiente para el correspondiente de dichos semiciclos, y en donde dicha

rutina se estructura además (124) para determinar el rango de valores correspondiente como una función de la corriente de pico de dichas muestras de dicha corriente detectada para el correspondiente de dichos semiciclos.

- 5 7. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha rutina se estructura además (128) para determinar dicho perfil cuando cada una de una pluralidad de dichas muestras ajustadas se encuentra dentro de un rango correspondiente de valores para el correspondiente de dichos semiciclos en aproximadamente +458, aproximadamente +908 y aproximadamente +1358 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos.
- 10 8. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 7, en donde el rango de valores correspondiente para la primera de dichas muestras ajustadas en aproximadamente +458 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje es entre aproximadamente 0,50 y aproximadamente 0,62 veces la corriente de pico de una carga resistiva sin formación de arco en serie, el rango de valores correspondiente para una segunda de dichas muestras ajustadas en aproximadamente +908 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje está entre aproximadamente 0,80 y aproximadamente 0,90 veces dicha corriente de pico, y el rango de valores correspondiente para uno tercero de dichas muestras ajustadas en aproximadamente +1358 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje está entre aproximadamente 0,50 y aproximadamente 0,62 veces dicha corriente de pico.
- 15 9. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 7, en donde dicha rutina se estructura además (128) para determinar el rango de valores correspondiente como una función de la corriente de pico de dichas muestras de dicha corriente detectada para el correspondiente de dichos semiciclos, y en donde el rango de valores correspondiente para una primera de dichas muestras ajustadas en aproximadamente +458 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje es entre aproximadamente 0,588 y
- 20 25 aproximadamente 0,729 veces dicha corriente de pico, el rango de valores correspondiente para una segunda de dichas muestras ajustadas en aproximadamente +908 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje es entre aproximadamente 0,941 y aproximadamente 1,059 veces dicha corriente de pico, y el rango de valores correspondiente para uno tercero de dichas muestras ajustadas en aproximadamente +1358 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje está entre aproximadamente 0,588 y aproximadamente 0,729 veces dicha corriente de pico.
- 30 10. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha rutina se estructura además (122, 130, 132) para determinar la corriente de pico de dichas muestras de dicha corriente detectada para el correspondiente de dichos semiciclos, para determinar un valor proporcional a dicha corriente de pico, para añadir dicho valor proporcional a dicha corriente de pico a un acumulador cuando dicho perfil correspondiente con un arco en serie resistivo se determina para el correspondiente de dichos semiciclos, y para sustraer un valor predeterminado a partir de dicho acumulador para el correspondiente de dichos semiciclos.
- 35 11. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha rutina se estructura además (126) para determinar dicho valor desfasado a partir del promedio de dicha pluralidad de dichas muestras de dicha corriente detectada próxima a los pasos por cero de voltaje en aproximadamente +11,258 y aproximadamente -11,258 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos.
- 40 12. El interruptor de circuito de falla de arco (30) de la reivindicación 1, en donde dicha rutina se estructura además (128) para determinar dicho perfil como una función de tres de dichas muestras de dicha corriente detectada en aproximadamente +11,258, aproximadamente +168,758 y aproximadamente +191,258 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos, y como una función de tres de dichas muestras ajustadas en aproximadamente +458, aproximadamente +908 y
- 45 50 aproximadamente +1358 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos.
- 55 13. Un método de detección e interrupción de un arco en serie resistivo de un circuito de potencia (32) que incluye una pluralidad de semiciclos de corriente alterna (34), comprendiendo dicho método:
- 60 detectar corriente (54) que fluye a través de dicho circuito de potencia;
 detectar (56) una pluralidad de pasos por cero de voltaje (58, 60) de dicho circuito de potencia, definiendo un par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje uno correspondiente de dichos semiciclos;
 determinar (68), para cada uno de dichos semiciclos,
- 65 una pluralidad de muestras de dicha corriente detectada (70),
 un valor desfasado (K_{EST}) a partir de un promedio de una pluralidad de dichas muestras de dicha corriente detectada próxima a los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos,
 una pluralidad de muestras ajustadas de dicha corriente detectada, siendo cada una de dichas muestras ajustadas una correspondiente de dichas muestras de dicha corriente detectada ajustadas por dicho valor de desfase,

un perfil que se corresponde con un arco en serie resistivo como una función de una pluralidad de dichas muestras de dicha corriente detectada y dichas muestras ajustadas, y una señal de disparo (46) en respuesta a un número de apariciones de dicho perfil para un número de dichos semiciclos;

5

interrumpir (40, 44) dicho circuito de potencia en respuesta a dicha señal disparada, y

determinar dicho perfil cuando cada una de una pluralidad de dichas muestras de dicha corriente detectada es aproximadamente cero próxima a uno correspondiente de los pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos.

10

14. El método de la reivindicación 13, que comprende además:

determinar (128) dicho perfil cuando cada una de tres de dichas muestras de dicha corriente detectada es aproximadamente cero en aproximadamente +11,258, aproximadamente +168,758 y aproximadamente +191,258 en relación con el primero de dicho par consecutivo de dichos pasos por cero de voltaje para el correspondiente de dichos semiciclos; y

15

determinar (128) dicho perfil cuando cada una de una pluralidad de dichas muestras ajustadas se encuentra dentro de un rango de valores correspondiente para el correspondiente de dichos semiciclos.

20

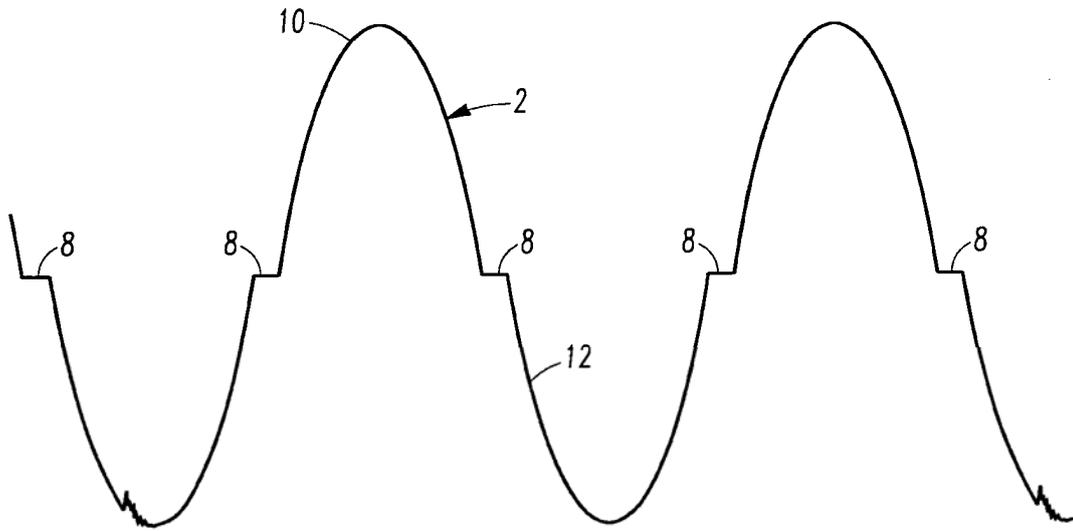


FIG. 1A
TÉCNICA ANTERIOR

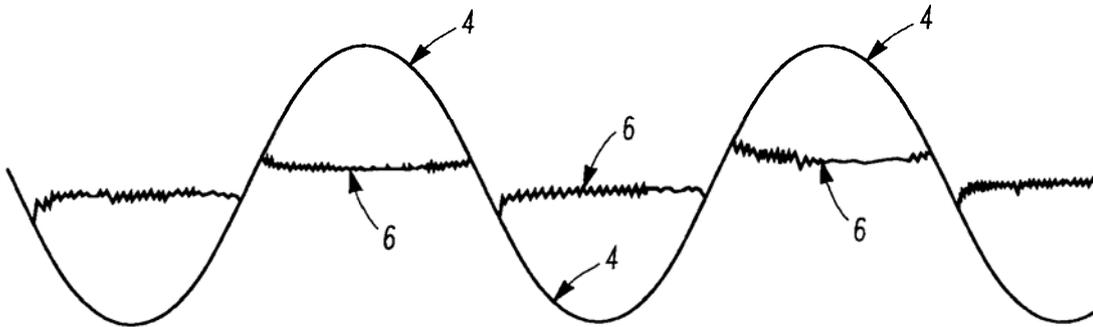


FIG. 1B
TÉCNICA ANTERIOR

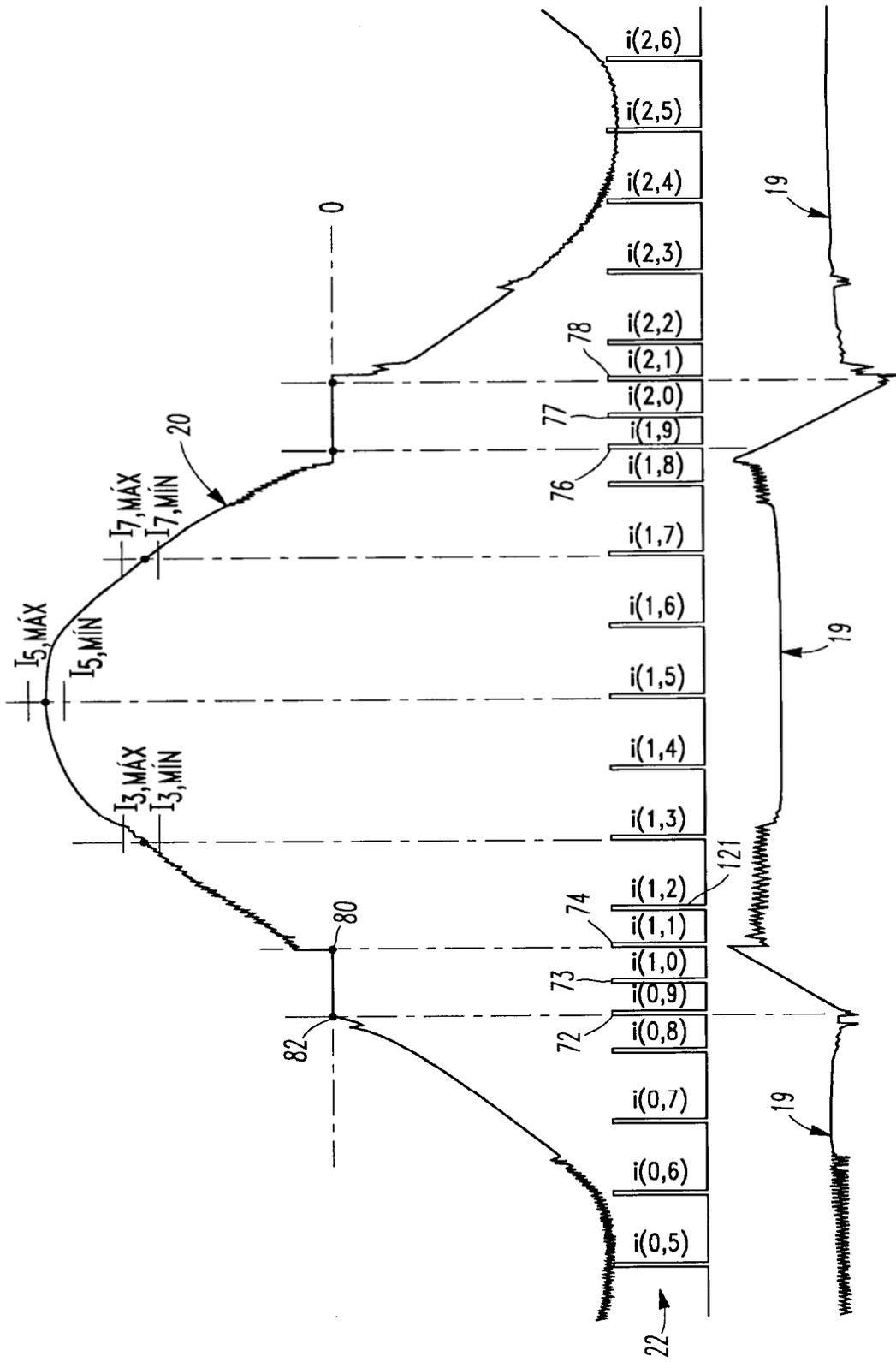
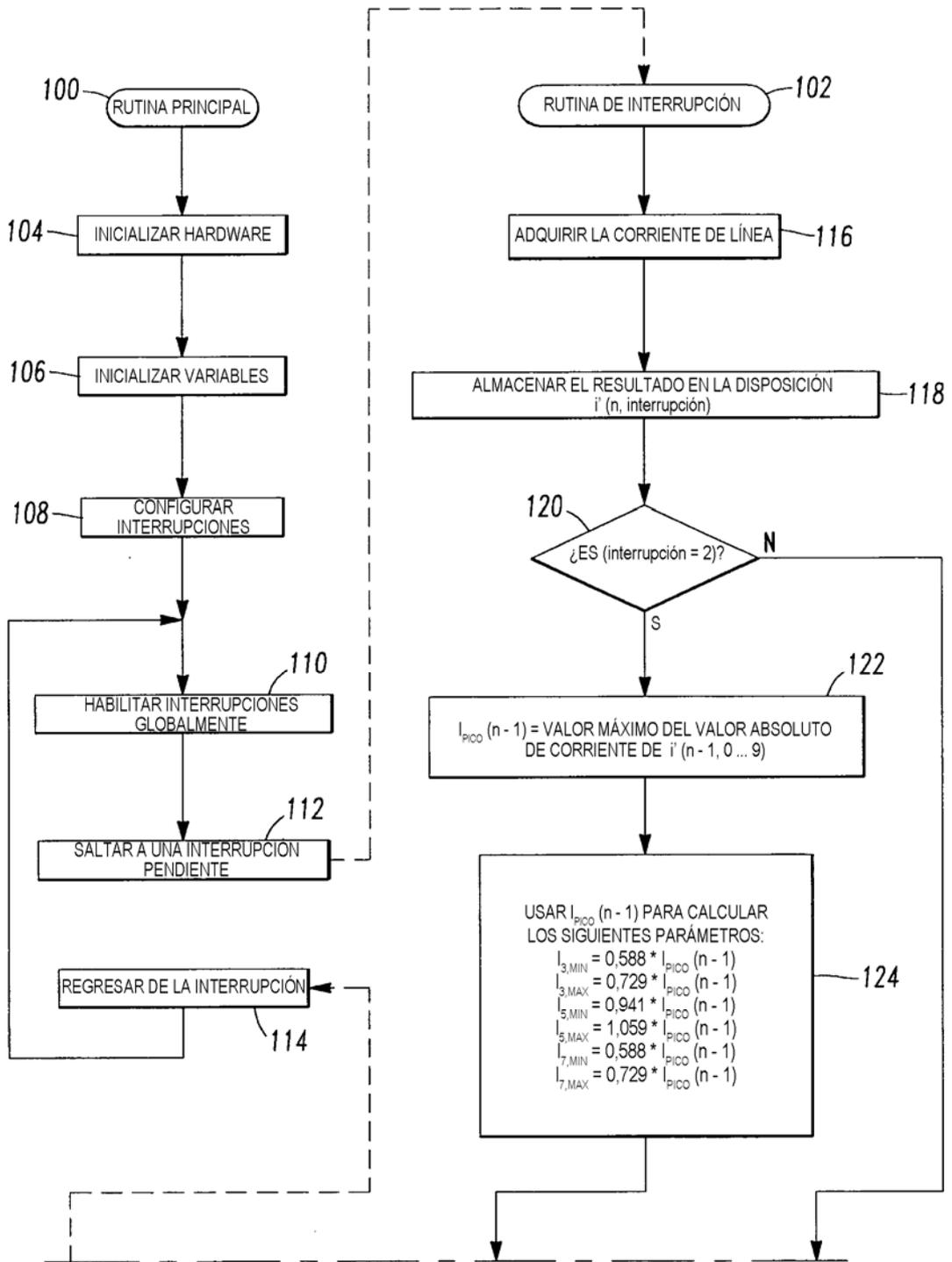


FIG.2



68

FIG. 4A

