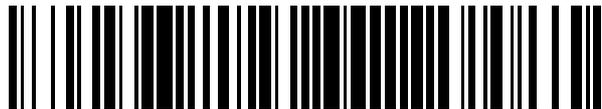


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 897**

51 Int. Cl.:

H02H 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2015 PCT/EP2015/052110**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15114151**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2015 E 15702470 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 3103178**

54 Título: **Procedimiento y circuito de detección de un arco eléctrico en un circuito y dispositivo de conmutación que utiliza tal circuito**

30 Prioridad:

03.02.2014 FR 1450817

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

22.02.2018

73 Titular/es:

**LEACH INTERNATIONAL EUROPE SA (50.0%)
2 rue Goethe Zone industrielle
57430 Sarralbe, FR y
UNIVERSITÉ DE LORRAINE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**TISSERAND, ETIENNE;
BOURNAT, MARC;
ANDREA, JONATHAN;
SCHWEITZER, PATRICK y
WEBER, SERGE**

74 Agente/Representante:

STEPHANN, Valérie

ES 2 655 897 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

Procedimiento y circuito de detección de un arco eléctrico en un circuito y dispositivo de conmutación que utiliza tal circuito

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento de detección de un arco en un circuito eléctrico, a un circuito de detección que implementa dicho procedimiento y a un dispositivo de conmutación que consta de tal circuito.

10 En la siguiente descripción, las referencias entre corchetes ([]) se refieren a la lista de los elementos presentada al final del texto.

15 Estado de la técnica

En los circuitos eléctricos, ciertos defectos pueden dar lugar a arcos eléctricos de manera no deseable. Se distinguen principalmente dos clases de defectos.

20 El primer tipo de defecto aparece cuando se crea una separación entre dos elementos del circuito en el trayecto de la corriente. Con poca tensión, no pasa ninguna corriente, pero con una tensión que depende, en particular, de la anchura de la separación, se establece un arco en la separación y la corriente pasa. Se habla entonces de un defecto de tipo arco en serie. En el caso de una corriente alterna, se establece un arco en cada medio ciclo.

25 El segundo tipo de defecto aparece cuando un conductor parásito tiende a un cortocircuito en la fuente de corriente del circuito eléctrico. Una vez más, subsiste una separación entre un conductor principal y el conductor parásito. Con una baja tensión, no pasa ninguna corriente entre los dos conductores, pero cuando la tensión aumenta, se establece un arco en la separación y la corriente pasa, realizando un cortocircuito. Se puede producir un fenómeno similar cuando un líquido conductor moja simultáneamente dos conductores bajo diferentes potenciales. Se habla entonces de un defecto de tipo arco en paralelo.

30 Se produce localmente un calentamiento que puede disiparse si el arco no es frecuente, pero que puede generar daños si se produce frecuentemente o de manera repetida. Además, la alimentación del circuito se debilita. Por otra parte, la corriente de cortocircuito también puede calentar el conductor parásito y provocar un incendio.

35 Se ha propuesto un dispositivo de protección para un circuito eléctrico que consta de un dispositivo de detección de arco eléctrico. El documento EP 1.845.599 A1 [1] muestra un ejemplo de tales dispositivos. La detección se basa en la medida de la corriente y de la tensión de alimentación del circuito eléctrico en el análisis digital de estas señales. Varias unidades de detección comparan los valores de las señales, de sus derivadas y de su integración con los umbrales para proporcionar señales de ayuda a la decisión, adaptándose cada unidad de detección a un tipo de arco eléctrico particular. Unos medios de decisión reciben señales de ayuda con la decisión con el fin de proporcionar una señal de control para abrir el circuito eléctrico y ponerlo en seguridad.

45 En otro documento [2], un circuito de detección de arco eléctrico se aplica al control de potencia de semiconductores. En este documento, se propone igualmente utilizar medios de decisiones que reciben los resultados de varias unidades de detección. En una de ellas, se propone una detección por interpolación de la señal de entrada tomada entre la corriente y la tensión. La señal se submuestra y después se interpola por un polinomio. A continuación, la interpolación se compara con la señal de origen y se genera una alerta si la diferencia excede un umbral predeterminado.

50 Aunque este procedimiento de detección funciona bien, necesita efectuar numerosos cálculos complejos, lo que requiere un circuito de detección potente y, por lo tanto, caro.

55 Los documentos US 6.504.692 B1, EP 0.639.879 A2 y EP 1.443.622 A2 describen procedimientos y circuitos de detección de presencia de arco eléctrico que refleja el preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 6. La invención tiene como objetivo un procedimiento de detección de arco eléctrico que sea simple de implementar, eficaz y que necesite pocos medios de cálculo.

Descripción de la invención

60 Con estos objetivos en vista, la invención tiene por objeto un procedimiento de detección de arco eléctrico en un circuito eléctrico alimentado con corriente alterna según un periodo de alimentación, según el cual se mide al menos una señal de entrada entre una corriente y una tensión de alimentación del circuito eléctrico y, se proporciona una señal de alerta que indica que se ha producido un arco eléctrico cuando la señal de entrada es constante al menos en una parte del periodo de alimentación.

65

Los inventores han constatado que cuando un arco de tipo serie aparece en un circuito eléctrico alimentado con corriente alterna, el arco desaparece cuando la corriente se anula. La corriente permanece sustancialmente nula durante un cierto tiempo hasta que la tensión al nivel de la separación sea suficiente para reiniciar el arco. La corriente se establece de nuevo y eleva bruscamente. La detección de este periodo durante el cual la corriente es nula permite caracterizar la presencia de al menos un arco en el circuito eléctrico. Del mismo modo, con un defecto de tipo paralelo, el circuito eléctrico está prácticamente en cortocircuito y la tensión, por lo tanto, es muy débil, siendo sustancialmente constante. La supervisión de la tensión o de la corriente permite detectar el uno o el otro tipo de defecto. Se entiende por constante el hecho de que la señal se encuentre, por ejemplo, en una banda cuya anchura es pequeña, del orden de la amplitud de un ruido en la señal o de un ruido de un arco eléctrico. Se puede definir igualmente que la señal es constante cuando su derivada en el tiempo es inferior a un umbral predeterminado.

Según la invención, el procedimiento de detección de arco eléctrico está caracterizado por que la señal de entrada se muestra digitalmente en el momento de su medición según unos niveles predeterminados y, para identificar que la señal de entrada es constante, se determina la frecuencia a la que cada nivel se logra por la señal de entrada en una ventana temporal predeterminada, se compara la frecuencia de cada nivel con un umbral de alerta predeterminado y se suministra la señal de alerta si la frecuencia de al menos uno de los niveles es superior al umbral de alerta. A partir de la digitalización de la señal de entrada, es relativamente fácil cuantificar la frecuencia a la que un nivel se alcanza. A partir de ahí, es igualmente fácil determinar si para al menos uno de los niveles, la frecuencia excede un umbral de alerta. Si la señal de entrada es constante durante una cierta duración, se detectará el mismo nivel varias veces. En cada medición que corresponde a este nivel, el valor de la frecuencia se aumenta. La superación de un umbral para el valor de la frecuencia es el signo de que la señal es constante durante cierta duración del periodo. No es necesario calcular ni la integral ni la derivada por este método, lo que limita la necesidad de cálculos.

Según una disposición constructiva, se utiliza una memoria de frecuencia para almacenar las frecuencias de los niveles, constando la memoria de frecuencia de los registros y recibiendo un primer bus de dirección el valor muestreado de la señal de entrada, se utilizan medios de suma para incrementar en 1 uno de los registros señalados para el valor proporcionado en el primer bus de dirección, se utiliza, además, una memoria de tipo primero en entrar-primero en salir que recibe el valor muestreado de la señal de entrada en una entrada y que proporciona un valor desplazado en una salida, un segundo bus de dirección de la memoria de frecuencia que recibe el valor desplazado y, se utilizan medios de resta para disminuir en 1 el registro señalado por el valor desplazado en el segundo bus de dirección, la suma, realizándose la resta y la diferencia en la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir en un mismo ciclo. La memoria de frecuencia permite memorizar para cada nivel el número de veces en el que la señal de entrada alcanza el nivel y esto, para un periodo de tiempo determinado por el tamaño de la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir y la duración de un ciclo. En efecto, la memoria de un nivel determinado se incrementa cuando dicho nivel está presente en el primer bus de dirección, después se disminuye cuando el mismo nivel se presenta en el segundo bus de dirección por la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir más tarde, tras un número de ciclos que corresponde al tamaño de la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir. El procedimiento de conteo es simple porque permite utilizar directamente una memoria sin microcontrolador, con simplemente un sumador y un restador, como se verá mejor a continuación.

De manera complementaria, se establecen otros signos de alerta según al menos otro procedimiento entre una detección por análisis espectral, una detección por filtro interpolador, un método de diferenciación temporal y, se combinan estas señales para determinar un control de corte del circuito eléctrico. De esta manera, se está en condiciones de tener en cuenta diferentes tipos de arcos eléctricos que pueden tener diferentes firmas y, por lo tanto, diferentes métodos para detectarlos. La combinación de las señales permite igualmente correlacionar los métodos entre ellas con el fin de tener una detección fiable.

De manera particular, la señal de entrada es la señal de corriente, teniendo en cuenta la determinación del control de corte la intensidad de la señal de corriente durante la alerta, la frecuencia de las señales de alerta y su duración media. La detección de una ocurrencia de arco eléctrico no es suficiente en sí para considerar que el circuito eléctrico está en peligro. No obstante, cuanto mayor es la intensidad de la corriente durante el arco y más larga es la duración de los arcos, más se considera que el circuito está en peligro y necesita protegerse rápidamente. Por el contrario, si la intensidad es baja o si los arcos no duran mucho tiempo, es posible dejar el circuito alimentado a pesar de los arcos.

Según una disposición particular, el corte se controla si un par de frecuencia de las señales de alerta y la duración media de las señales de alerta está más allá de una primera curva de forma hiperbólica decreciente o, si un par de intensidad de alerta y duración media está más allá de una segunda curva de forma hiperbólica decreciente. Se combina de este modo, por una parte, la frecuencia de las señales de alerta y la duración media de las señales de alerta y, por otra parte, la intensidad de alerta y la duración media de las señales de alerta para aplicar un límite más allá del cual el accionamiento del circuito eléctrico se controla. Se puede expresar igualmente el límite por el hecho de que el producto de los dos miembros del par es inferior a un límite. Es evidente que estos criterios se aplican en una ventana temporal, de tal manera que los eventos antiguos no se tienen en cuenta.

La invención tiene también por objeto un circuito de detección para detectar la presencia de arco eléctrico en un circuito eléctrico alimentado con corriente alterna según un periodo de alimentación, constando el circuito de detección de los medios de medición para establecer, al menos, una señal de entrada entre una señal de tensión y una señal de corriente representativa respectivamente de la tensión y de la intensidad que alimenta el circuito eléctrico, disponiéndose el circuito para suministrar una señal de alerta que indica que se ha producido un arco eléctrico cuando la señal de entrada es constante al menos en una parte del periodo de alimentación, caracterizándose el circuito por que consta de los medios de muestreo para muestrear digitalmente la señal de entrada en el momento de su medición según unos niveles predeterminados y de los medios de tratamiento para identificar que la señal de entrada es constante, determinando la frecuencia a la que cada nivel se alcanza por la señal de entrada en una ventana temporal predeterminada, comparando la frecuencia de cada nivel con un umbral de alerta predeterminado y suministrando la señal de alerta si la frecuencia de al menos uno de los niveles es superior al umbral de alerta. La invención tiene también por objeto un dispositivo de conmutación eléctrica que consta de los medios de conmutación para abrir y cerrar un circuito eléctrico alimentado con corriente alterna según un periodo de alimentación y un circuito de detección para el accionamiento de los medios de conmutación, caracterizado por que el circuito de detección es tal como se describió anteriormente.

Breve descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor y otras particularidades y ventajas serán más evidentes tras la lectura de la siguiente descripción siguiente, haciendo referencia la descripción a los dibujos anexos, entre los cuales:

- la figura 1 es un esquema del circuito eléctrico que consta de un circuito de detección según la invención;
- la figura 2 es un esquema de la lógica implementada por el circuito de detección de la figura 1;
- la figura 3 es un diagrama temporal de una señal de tensión y de una señal de corriente medida por medios de medición del circuito de detección de la figura 1;
- la figura 4 es un esquema de un modo de realización para una parte del circuito de detección de la figura 1;
- la figura 5 es un diagrama de frecuencia para la detección de una frecuencia de implementación en el esquema de la figura 7;
- la figura 6 es un diagrama de frecuencia de un filtro del esquema de la figura 7;
- la figura 7 es un esquema funcional de un algoritmo de implementación para el circuito de detección de la figura 1;
- las figuras 8 y 9 son diagramas que ilustran el funcionamiento de una unidad de decisión ilustrada en la figura 2.

Descripción detallada

Un circuito eléctrico se representa de manera genérica en la figura 1. Un tal circuito consta de una carga 2 alimentada por una fuente de alimentación 3 de corriente alterna por medio de un dispositivo de conmutación 1 eléctrico. Un defecto del circuito eléctrico susceptible de generar un arco eléctrico se simboliza por dos teclas 4 separadas y enfrentadas entre sí. La fuente de alimentación 3 suministra una corriente periódica según un periodo de alimentación.

El dispositivo de conmutación 1 consta de un circuito de detección 10 apto para controlar un interruptor 11 al menos en una rama del circuito eléctrico, de medios de medición de la corriente 12 que circula por el circuito que suministra una señal de corriente I al circuito de detección 10 y de medios de medición de la tensión 13 que suministran una señal de tensión U al circuito de detección 10. El circuito de detección 10 implementa un procedimiento de detección de arco eléctrico y controla la apertura del circuito eléctrico por el interruptor 11 si se determina que un defecto susceptible de ser peligroso se detecta. El circuito de detección 10 también se puede realizar funciones más clásicas de protección contra las sobrecorriente o de control remoto. Estas funciones no se detallan más adelante en el documento.

El circuito de detección 10 implementa varios algoritmos de detección 1 a n, con el fin de detectar varios tipos de arcos eléctricos y de hacer fiable la detección. Como se muestra en la figura 2, cada algoritmo recibe al menos una de las señales medidas (I, U), el análisis, después transmite una señal de alerta A1 a An a una intensidad de decisión 14. La unidad de decisión 14 efectúa una síntesis de las señales de alerta A1 a An y determina una señal de control de corte C para el interruptor 11.

Según un primer de los algoritmos del procedimiento de detección de arco eléctrico, se mide una señal de entrada, en este caso, la señal de corriente I y, se proporciona una señal de alerta A1 que indica que se ha producido un arco eléctrico cuando la señal de entrada es constante al menos en una parte del periodo de alimentación.

En efecto, haciendo referencia a la figura 3, que muestra en el gráfico inferior la señal de corriente I medida por los medios de medición de corriente 12 mientras que un defecto que genera un arco se presenta en el circuito a partir de un instante t1, la corriente se caracteriza por una primera fase P1 en la que el defecto es una apertura del circuito e impide que la corriente circule. No obstante, cuando la tensión de alimentación es suficiente, se establece un arco al nivel del defecto y la corriente pasa por el arco, encontrando un nivel correspondiente sustancialmente al que sería en ausencia del defecto. Se encuentra, por lo tanto, una forma de alternancia durante una segunda fase P2, hasta

que la corriente se anule de nuevo. El arco desaparece entonces hasta la segunda fase P2 del siguiente medio periodo. La primera fase P1 corresponde a una fase durante la cual la corriente es constante. La detección de esta fase P1 permite caracterizar la presencia de un defecto que genera un arco en el circuito.

5 De la misma manera, haciendo referencia al gráfico superior de la figura 3 que muestra la señal de tensión U medida por los medios de medición de la corriente al mismo tiempo que la corriente I, la tensión U sigue la tensión de alimentación sinusoidal en la primera fase P1. En el momento de la aparición del arco, la tensión U medida se determina esencialmente por la tensión de mantenimiento del arco y aparece, por lo tanto, sustancialmente constante. La detección de esta fase P2 de tensión constante permite caracterizar la presencia de un defecto que genera un arco en el circuito.

10 En un ejemplo de realización para implementar el procedimiento de detección, el circuito de detección 10, tal como se muestra en la figura 4, consta de una memoria de frecuencia 101 para almacenar las frecuencias de los niveles, una memoria de tipo primero en entrar-primero en salir 102, medios de suma 103, medios de resta 104 y un reloj 105. La memoria de frecuencia 101 consta de registros y un primer bus de dirección Addr1 que recibe un valor de muestreo de la señal de entrada S según unos niveles predeterminados. Los medios de suma 103 se disponen para incrementar en 1 el registro señalado por el valor proporcionado en el primer bus de dirección Addr1 entre el conjunto de registros. La memoria de tipo primero en entrar-primero en salir 102 recibe el valor de muestreo de la señal de entrada S en una entrada 1020 y proporciona un valor desplazado D en una salida 1021. La memoria de frecuencia 101 consta de un segundo bus de dirección Addr2 que recibe el valor desplazado D desde la salida 1021 de la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir 102. Los medios de resta 104 se disponen para disminuir en 1 el registro señalado por el valor desplazado D en el segundo bus de dirección Addr2. La suma realizada por los medios de suma 103, la sustracción realizada por los medios de sustracción 104 y el desplazamiento en la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir 102 se realizan en un mismo ciclo temporal determinado por una señal de reloj CLK proporcionada por el reloj 105.

15 Para identificar que la señal de entrada S es constante, se recorre cada registro de la memoria de frecuencia 101 y se compara la frecuencia de cada nivel que corresponde a un umbral de alerta predeterminado y se suministra la señal de alerta A1 si la frecuencia de al menos uno de los niveles es superior al umbral de alerta.

20 Durante el funcionamiento, el reloj 105 funciona a una frecuencia predeterminada y suministra la señal de reloj CLK con una duración de ciclo constante. En cada ciclo, el valor de la señal tal como se muestrea está presente en la entrada de la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir 102 y se almacena en dicha memoria. El valor se desplaza en cada ciclo en la memoria y está presente en la salida de la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir 102 tras el número de ciclos que corresponde al número de registros de la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir 102, es decir, tras una duración de desplazamiento que corresponde al producto de la duración del ciclo de reloj y de dicho número de registros.

25 De este modo, cuando la señal muestreada presenta un valor en un momento dado y, el contenido del registro correspondiente se incrementa en 1 por los medios de suma 103, el mismo registro se determina por los medios de resta 104 tras la duración de desplazamiento. Por lo tanto, no tiene influencia en el contenido de la memoria de frecuencia 101. De este modo, el contenido de la memoria de frecuencia 101 corresponde al análisis de la señal únicamente en una ventana temporal predeterminada, de la duración de desplazamiento. Se selecciona preferentemente esta duración de desplazamiento inferior a un periodo de alimentación. La señal se muestrea, por ejemplo, en 8 bits, lo que corresponde a una memoria de frecuencia 101 de 256 registros.

Otros algoritmos que suministran señales de alerta pueden combinarse con el que acaba de describirse para determinar el control de corte del circuito electro.

30 Un segundo algoritmo implementa, por ejemplo, una detección por análisis espectral. El principio de la detección por análisis espectral se basa en la composición del contenido de frecuencia de las señales de arcos eléctricos.

Se calcula, a partir de tres frecuencias de bases f_0 , $f_0 + m\Delta f$ y $f_0 - m\Delta f$. La formulación propuesta se escribe:

$$B_{f_0} = \frac{|A_{f_0 - m\Delta f}|^2}{\beta} + |A_{f_0}|^2 + \frac{|A_{f_0 + m\Delta f}|^2}{\beta}$$

35 donde A_{f_0} es la señal muestreada y B_{f_0} es la señal de análisis de frecuencia. La desviación de frecuencia $m\Delta f$ representa la desviación entre dos frecuencias cercanas y depende de la resolución Δf utilizada para el análisis. El coeficiente β es superior a 1 y debe calcularse para que B_{f_0} sea, por una parte, continuamente creciente entre 0 y f_0 y, por otra parte, continuamente decreciente entre f_0 y el infinito. Cuando esta condición se respeta, se obtiene la curva de la figura 5.

Es posible duplicar este principio de detección en función del número de armónicos que se supervisarán. Bien entendido, cuanto más elevado es el número deseado, mayor es la cantidad de recursos necesarios. Cuando solo son interesantes los armónicos impares o pares de la señal a la vez, se utiliza un filtro 5 llamado "in between" que recibe la señal de entrada S. El tamaño ideal del filtro 5 se muestra en la figura 6. Como muestra el esquema de la figura 7, la señal filtrada Sib proporcionada por el filtro 5 se envía a la entrada de una serie de detectores 6a, 6b, 6c... 6n de frecuencia, dedicándose cada detector a una de las frecuencias en armonía impar en relación con una fundamental f0. Cada detector 6a, 6b, 6c... 6n aplica el análisis según la figura 5. La señal de detección Ha, Hb, Hc... Hn, proporciona para cada uno de los detectores 6a, 6b, 6c... 6n se envía a un sumador 7a, 7b, 7c... 7n que realiza una suma en una ventana temporal deslizante. La suma se transmite a un comparador 8a, 8b, 8c... 8n que efectúa una umbralización y que suministra una señal de umbralización Ja, Jb, Jc... Jn, con dos estados, cambiando de un estado al otro cuando la suma sobrepasa un valor predeterminado. Las señales de umbralización Ja, Jb, Jc... Jn y las señales de detección Ha, Hb, Hc... Hn se transmiten a una unidad de síntesis 9 que suministra una señal de alerta en función del conjunto de las señales de umbralización y de las señales de detección. La presencia de un arco se caracteriza por variaciones aleatorias y, por lo tanto, por la ausencia de una dominante. La unidad de síntesis 9 verifica que los armónicos están casi todos presentes el tiempo suficiente para suministrar una señal de alerta A2 que indica la presencia de un arco.

Un tercer algoritmo implementa una detección por filtro interpolador. Este método de detección se basa en el sobremuestreo de las señales. Forma parte de los métodos de predicciones temporales. Se trata, más exactamente de un método de interpolación que se utiliza para efectuar una predicción de la señal. La señal de error se calcula a continuación efectuando la diferencia entre la señal real y la señal predicha. La presencia de un defecto de arco eléctrico se caracteriza a menudo por una variación abrupta de la señal (ya sea una caída de tensión, o bien, una elevación de corriente) que induce la aparición de una desviación. Cuando la desviación es demasiado importante, se desencadena una señal de alarma A3. Este método se basa en las ecuaciones de interpolación de Lagrange. Se describe en detalle en el documento [2] en el párrafo III. Un cuarto algoritmo implementa un método de diferenciación temporal. El principio de este algoritmo es comparar los valores de la señal de entrada S con un desvío temporal E que corresponde a uno o varios periodos. Para ello, se evalúa el valor absoluto siguiente:

$$E(t) = |S(t) - S(t - T)|$$

donde T es un múltiplo del periodo de la señal de entrada S y t es el tiempo. En un circuito eléctrico sin defecto, la señal de entrada S es regular en su periodo y, la desviación de un periodo al otro es nula. Por el contrario, si aparece un defecto que genera un arco, los periodos sucesivos no son iguales y, el desvío ya no es nulo, lo que permite generar una señal de alerta A4.

La unidad de decisión 14 tiene en cuenta el conjunto de las señales de alerta suministradas por los diferentes algoritmos para determinar la señal de control de corte C. La determinación del control de corte C tiene en cuenta la intensidad media de la señal de corriente I durante la alerta, la frecuencia de las señales de alerta y su duración media. Las figuras 8 y 9 muestran diagramas que representan una primera y una segunda curva límite en función de la duración de la señal de alerta y, respectivamente, de la frecuencia del arco y de la intensidad del arco. La primera curva 141, en la figura 8, es de forma hiperbólica decreciente, limitada a una duración de arco límite t_{max} y a una frecuencia de arco límite N_{max} . El corte se controla si el par de frecuencia N de las señales de alerta y duración media t_{arc} de las señales de alerta está más allá de la primera curva 141. La segunda curva 142, en la figura 9, es de forma hiperbólica decreciente, limitada a la duración de arco límite t_{arc} y a una intensidad de arco límite I_{max} . El corte se controla si el par de intensidad de alerta y duración media t_{arc} está más allá de la segunda curva 142.

Lista de referencias

[1] EP 1.845.599 A1: publicado el 17 de octubre de 2007
 [2] "Principle of Arc Fault Detection for Solid State Power Controller", J. Andrea, O. Zirn, M. Bournat, ISBN 978-1-4673-0778-9 in Electrical Contacts (Holm), 2012 IEEE 58th Holm Conference on

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de arco eléctrico en un circuito eléctrico alimentado con corriente alterna según un periodo de alimentación, según el cual se mide al menos una señal de entrada (S) entre una corriente (I) y una tensión (U) de alimentación del circuito eléctrico y, se proporciona una señal de alerta (A1) que indica que se ha producido un arco eléctrico cuando la señal de entrada (S) es constante al menos en una parte del periodo de alimentación, caracterizado por que se muestrea digitalmente la señal de entrada (S) en el momento de su medición según unos niveles predeterminados y, para identificar que la señal de entrada (S) es constante, se determina la frecuencia a la cual cada nivel es alcanzado por la señal de entrada (S) en una ventana temporal predeterminada, se compara la frecuencia de cada nivel con un umbral de alerta predeterminado y se suministra la señal de alerta si la frecuencia de al menos uno de los niveles es superior al umbral de alerta.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, según el cual se utiliza:
- una memoria de frecuencia (101) para almacenar las frecuencias de los niveles, constandingo la memoria de frecuencia (101) de registros y un primer bus de dirección (Addr1) que recibe el valor muestreado de la señal de entrada (S), se utiliza:
 - unos medios de suma (103) para incrementar en 1 uno de los registros señalados por el valor proporcionado en el primer bus de dirección (Addr1),
 - una memoria de tipo primero en entrar-primero en salir (102) que recibe el valor muestreado de la señal de entrada (S) en una entrada (1020) y que proporciona un valor desplazado (D) en una salida (1021), un segundo bus de dirección (Addr2) de la memoria de frecuencia (101) que recibe el valor desplazado (D), y
 - medios de resta (104) para disminuir en 1 el registro señalado por el valor desplazado en el segundo bus de dirección (Addr2), la suma, realizándose la resta y el desplazamiento en la memoria de tipo primero en entrar-primero en salir (102) en un mismo ciclo.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, según el cual se establecen otras señales de alerta (A2, A3, A4) según al menos otro procedimiento de entre una detección por análisis espectral, una detección por filtro interpolador, un método de diferenciación temporal y se combinan estas señales de alerta (A2, A3, A4) para determinar un control de corte (C) del circuito eléctrico.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, según el cual la señal de entrada (S) es la señal de corriente (I), teniendo en cuenta la determinación del control de corte (C) la intensidad de la señal de corriente (I) durante la alerta, la frecuencia de las señales de alerta (N) y su duración media (t_{arc}).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, según el cual, se controla el corte si un par de frecuencia (N) de las señales de alerta y duración media (t_{arc}) de las señales de alerta está más allá de una primera curva (141) de forma hiperbólica decreciente o, si un par de intensidad de alerta y duración media está más allá de una segunda curva (142) de forma hiperbólica decreciente.
6. Circuito de detección para detectar la presencia de un arco eléctrico en un circuito eléctrico alimentado con corriente alterna según un periodo de alimentación, constandingo el circuito de detección (10) de medios de medición (12, 13) para establecer al menos una señal de entrada (S) de entre una señal de tensión (U) y una señal de corriente (I) que representan respectivamente la tensión (U) y la intensidad (I) que alimentan el circuito eléctrico, disponiéndose el circuito de detección (10) para suministrar una señal de alerta (A1) que indica que se ha producido un arco eléctrico cuando la señal de entrada (S) es constante al menos en una parte del periodo de alimentación, estando el circuito caracterizado por que consta de unos medios de muestreo para muestrear digitalmente la señal de entrada (S) en el momento de su medición según unos niveles predeterminados y de unos medios de tratamiento para identificar que la señal de entrada (S) es constante, determinando la frecuencia a la cual cada nivel es alcanzado por la señal de entrada (S) en una ventana temporal predeterminada, comparando la frecuencia de cada nivel con un umbral de alerta predeterminado y suministrando la señal de alerta si la frecuencia de al menos uno de los niveles es superior al umbral de alerta.
7. Dispositivo de conmutación eléctrica que consta de unos medios de conmutación (11) para abrir y cerrar un circuito eléctrico alimentado con corriente alterna según un periodo de alimentación y un circuito de detección (10) para accionar los medios de conmutación (11), caracterizado por que el circuito de detección (10) es conforme a la reivindicación 6.

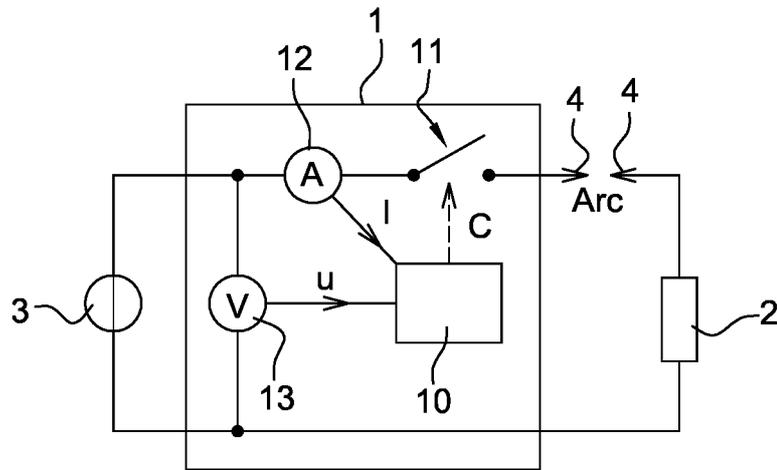


Fig. 1

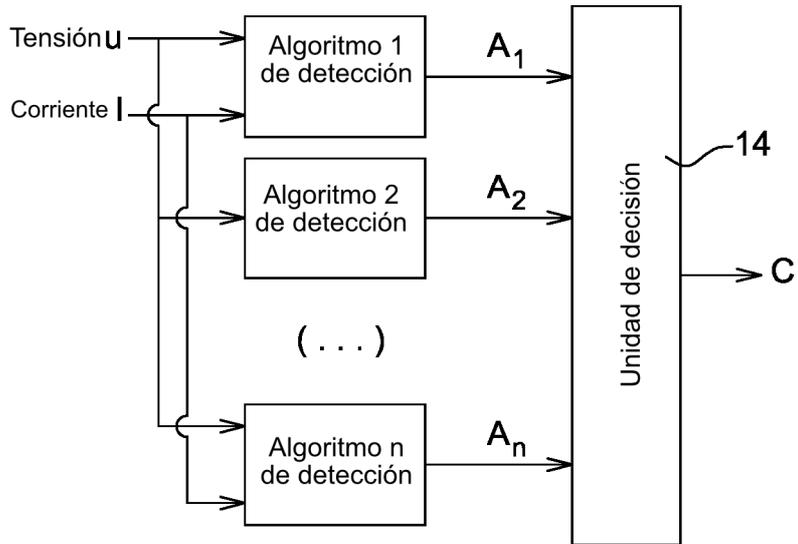


Fig. 2

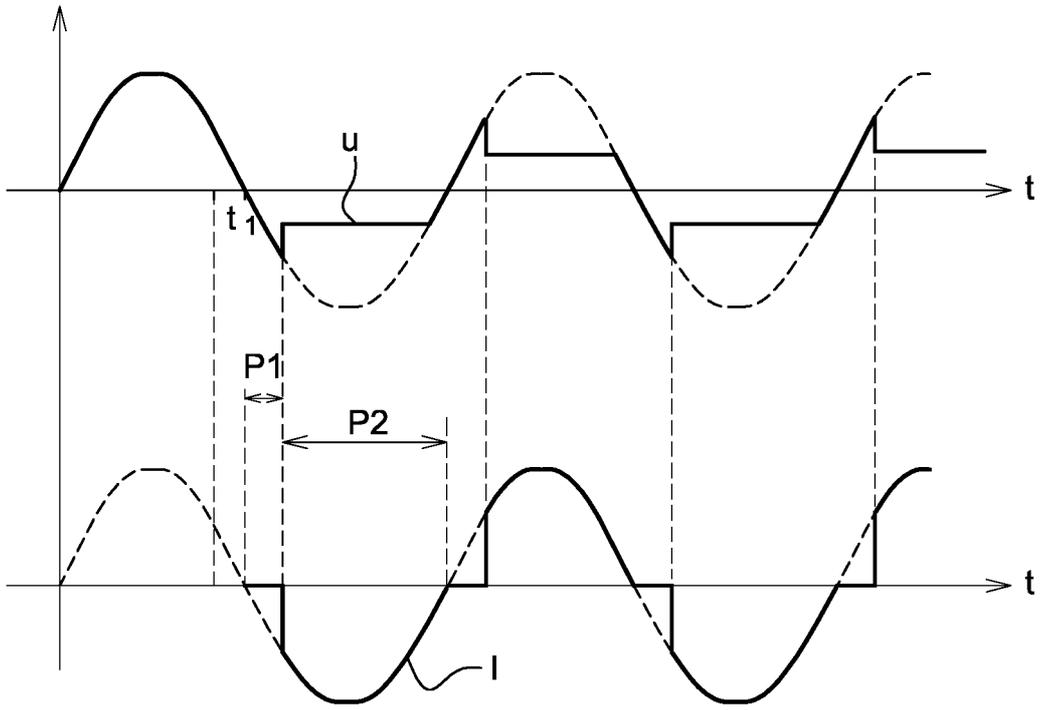


Fig. 3

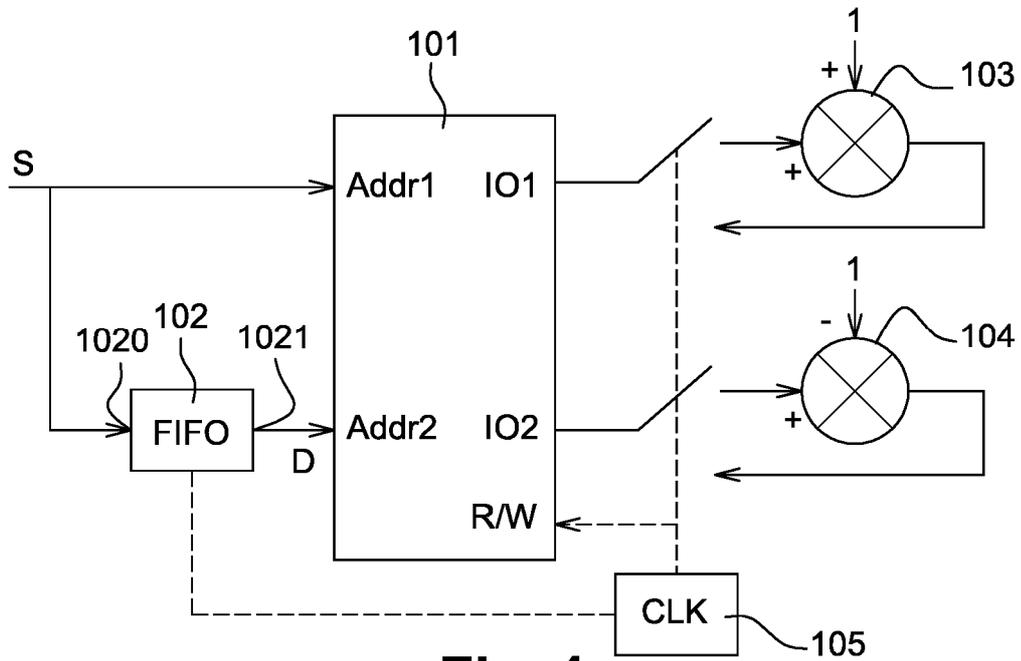


Fig. 4

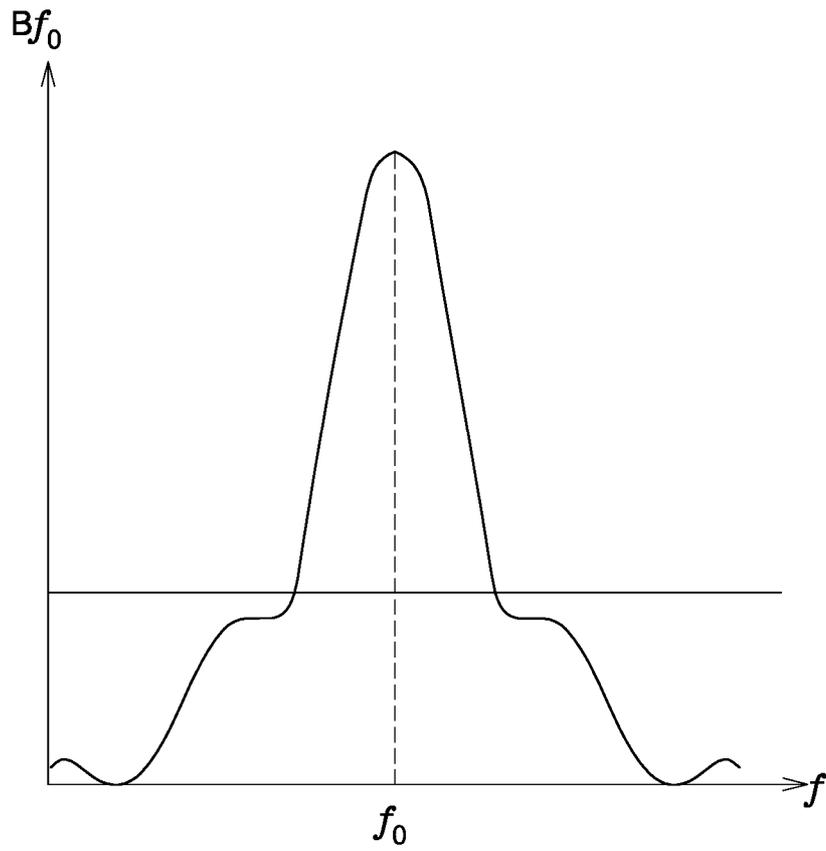


Fig. 5

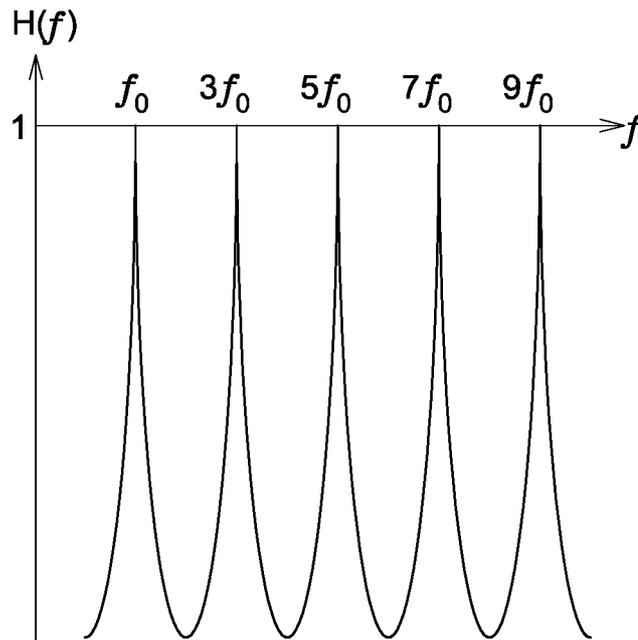


Fig. 6

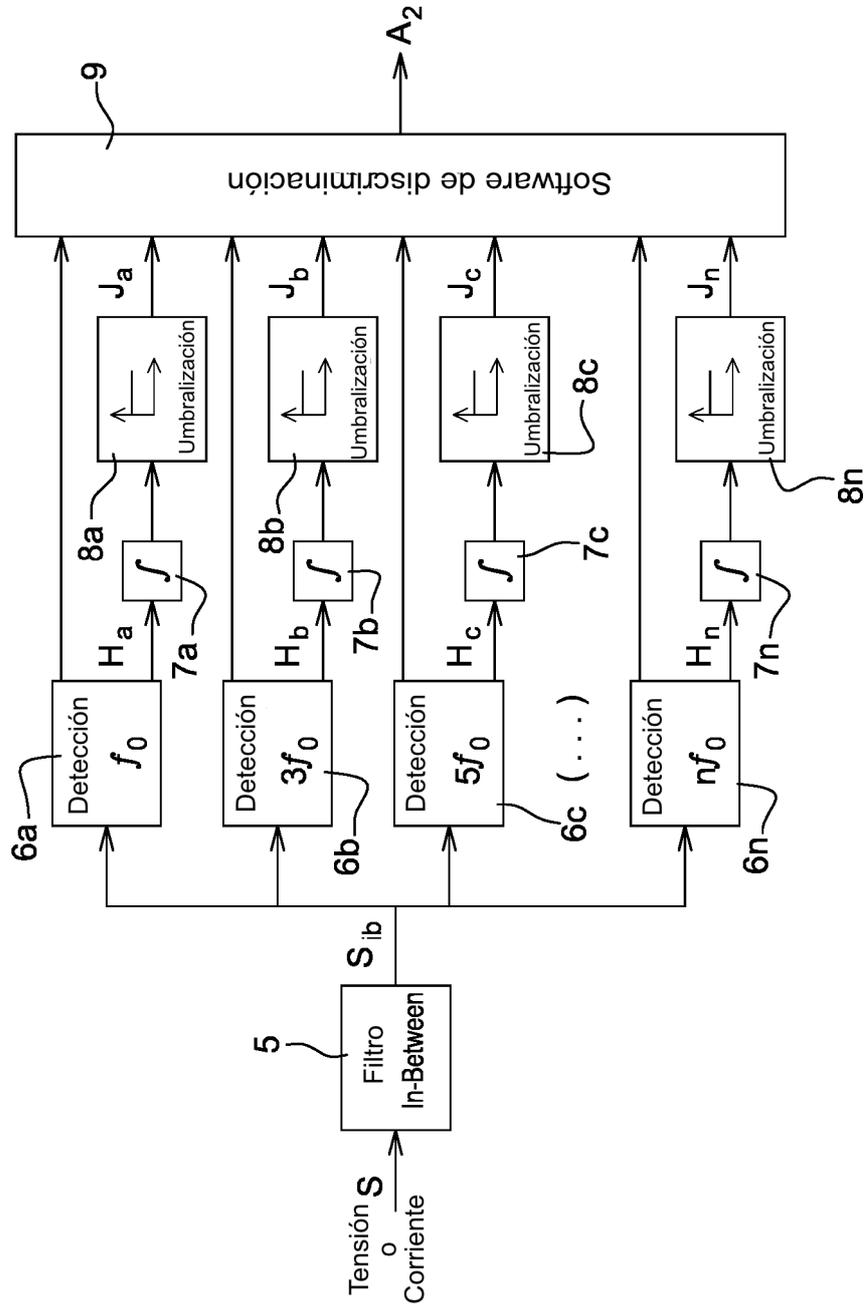


Fig. 7

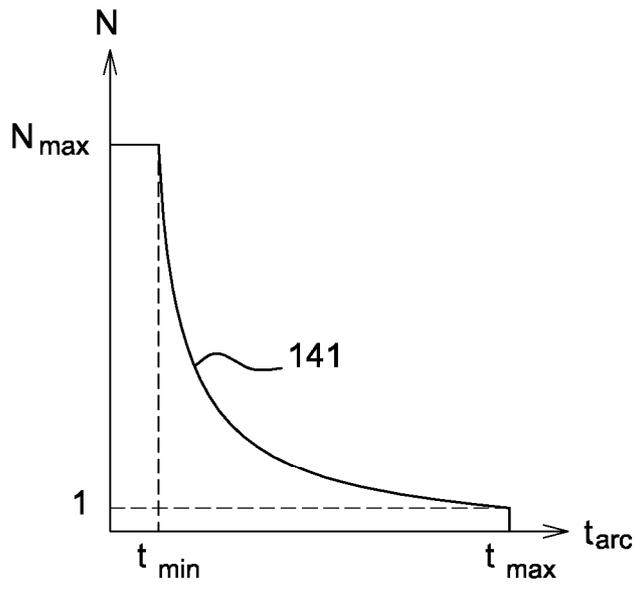


Fig. 8

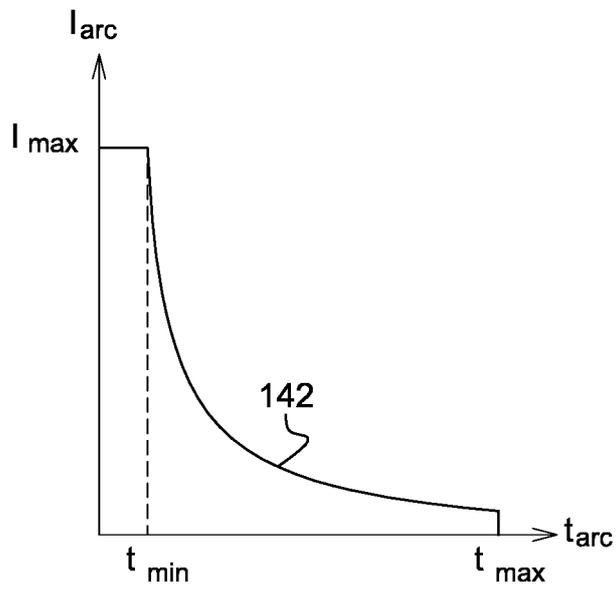


Fig. 9