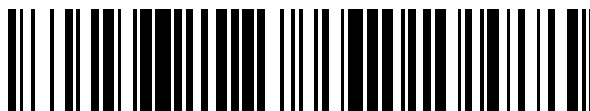


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 349**

51 Int. Cl.:

H02H 1/00

(2006.01)

H02H 3/33

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01947325 .5**

96 Fecha de presentación: **29.05.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1287599**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.03.2003**

54 Título: **EVALUACIÓN DE CORRIENTES DE FALLA CONTROLADAS POR SOFTWARE PARA SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y MONITORIZACIÓN.**

30 Prioridad:
09.06.2000 US 590098

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.02.2012

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
**GIES, Stefan y
SCHMID, Reinhard**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

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).

ES 2 375 349 T3

DESCRIPCION

Evaluación de corrientes de falla controladas por software para sistemas de protección y monitorización.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de detección de corriente de falla. Más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema de detección de corriente de falla que se implementa a través de software y se refiere a un método empleado por el sistema de detección.

10 Antecedentes de la invención

En muchas aplicaciones, se suministran corrientes eléctricas a uno o más dispositivos eléctricos para proporcionar energía para los dispositivos. Por ejemplo, se suministran corrientes eléctricas desde una empresa de energía a una o más tomas eléctricas en un domicilio, y un usuario puede conectar un dispositivo eléctrico a una toma para suministrar energía al dispositivo. Si el dispositivo eléctrico funciona mal o se maneja mal por el usuario, puede producirse una situación potencialmente peligrosa. Por ejemplo, si el usuario toca una parte del dispositivo eléctrico que recibe corrientes eléctricas de la empresa de energía, la corriente eléctrica pasará a través del usuario hacia tierra y puede hacer que el corazón del usuario sufra una parada cardíaca. Además, si la parte del dispositivo eléctrico que recibe corrientes eléctricas está puesta a tierra de manera inadecuada debido a un aislamiento defectuoso, se suministrará una corriente al dispositivo eléctrico y puede iniciarse un incendio en el hogar del usuario. La sobreintensidad adicional que se suministra al hogar del usuario cuando el dispositivo eléctrico funciona mal o se maneja mal se conoce como corriente de falla.

Con el fin de evitar un incendio en el hogar del usuario o para evitar que el usuario resulte dañado, se ha desarrollado un interruptor automático que detecta corrientes de falla y que bloquea el suministro de corriente eléctrica a la una o más tomas eléctricas en el hogar del usuario si las corrientes de falla detectadas superan determinados niveles. La figura 7 muestra un ejemplo de un interruptor 1 automático de este tipo que comprende un transformador 2 de corriente de suma, una fuente 4 de alimentación, un circuito 5 de disparo, un relé 6 de disparo, un mecanismo 7 de conmutación, y un conmutador 8.

Las corrientes eléctricas se suministran desde la empresa de energía al hogar del usuario a través de una red LN conductora, y la red LN incluye tres conductores L1, L2 y L3 activos y un conductor N neutro o a tierra. La red LN conductora está bobinada alrededor de un núcleo 3 del transformador 2 de corriente de suma para realizar un bobinado N1 primario del transformador 2. Además, un bobinado N2 secundario se bobina alrededor del núcleo 3 del transformador 2, y el circuito 5 de disparo está conectado al bobinado N2. Específicamente, el circuito 5 de disparo está conectado en paralelo a los terminales de salida del bobinado N2, y el relé 6 de disparo está conectado en paralelo a los terminales de salida del circuito 5. El relé 6 de disparo controla el mecanismo 7 de conmutación para abrir y cerrar selectivamente el conmutador 8, y el conmutador 8 está previsto en la trayectoria de la red LN conductora entre la empresa de energía y el dispositivo eléctrico.

Cuando el dispositivo eléctrico en el hogar del usuario está en funcionamiento o está siendo manejado en condiciones normales, no existen corrientes de falla. Como resultado, la suma vectorial de las corrientes que fluyen a través del núcleo 3 a través de la red LN conductora es cero. Sin embargo, si se genera una corriente de falla I_f , la suma vectorial de las corrientes no es cero, y se genera una tensión U_e a través del bobinado N2 secundario. Las características de la tensión U_e corresponden a las características de la corriente de falla I_f , y el circuito 5 de disparo genera una tensión de salida U_a basándose en la tensión de entrada U_e . La tensión de salida U_a hace que una corriente I_a fluya a través del relé 6 de disparo, y el relé 6 se dispara. El disparo del relé 6 hace que el mecanismo 7 de conmutación abra el conmutador 8 y bloquee el suministro de corriente desde la empresa de energía a al menos una toma en el hogar del usuario. Por consiguiente, cuando el usuario toca una parte conductora de un dispositivo eléctrico conectado a una toma y provoca que se genere una corriente de falla I_f , el relé 6 se dispara, y el mecanismo 7 de conmutación abre el conmutador 8. Como resultado, la peligrosa corriente de falla I_f ya no se suministra al hogar del usuario y no dañará al usuario.

El valor de una corriente de falla de disparo $I_{\Delta \text{disparo}}$ del interruptor 1 automático (es decir, el valor de una corriente de falla I_f que disparará el relé 6) se determina basándose en la corriente residual nominal (o corriente de falla nominal) $I_{\Delta n}$. La corriente de falla nominal $I_{\Delta n}$ corresponde a la sensibilidad del interruptor 1 automático y se selecciona basándose en las normas eléctricas del sistema eléctrico en el que está incorporado el interruptor 1 automático. Un ejemplo de cómo se selecciona la corriente de disparo $I_{\Delta \text{disparo}}$ se describirá a continuación junto con el gráfico ilustrado en la figura 8.

El gráfico muestra un ejemplo de una curva límite de fibrilación G1 y una curva límite de prevención de incendios G2. La curva límite de fibrilación G1 representa el valor máximo de la corriente de falla I_f que no provocará que el corazón de un usuario fibrile si el usuario toca la corriente I_f , y los valores en la curva G1 dependen de la frecuencia de la corriente de falla I_f . Por ejemplo, si la corriente de falla I_f tienen una frecuencia de 100 Hz y es inferior a o igual

a aproximadamente 30 mA, el usuario no sufrirá fibrilación ventricular, pero si la corriente de falla I_f es superior a aproximadamente 30 mA, el usuario experimentará fibrilación. Por otro lado, si la corriente de falla I_f tiene una frecuencia de 1 kHz, el corazón del usuario no fibrilará si la corriente I_f es inferior a o igual a aproximadamente 420 mA pero fibrilará si la corriente I_f es superior a tal valor.

Mientras que los valores de corriente máximos en la curva límite de fibrilación G1 dependen de la frecuencia de la corriente de falla I_f , los valores de corriente máximos representados por la curva límite de prevención de incendios G2 no dependen de la frecuencia. En particular, si el valor de la corriente de falla I_f (a cualquier frecuencia) es inferior a o igual a aproximadamente 420 mA, no se producirá un incendio en el dispositivo eléctrico u hogar del usuario, pero si el valor es superior a 420 mA, es probable que se produzca un incendio. En el presente ejemplo, el valor de corriente de 420 mA se selecciona para un sistema de energía con una tensión de 230 V (con respecto a tierra) con el fin de evitar una disipación de energía superior a 100 vatios en la ubicación de la falla.

Tal como se indicó anteriormente, los valores y características específicos de las curvas límite G1 y G2 se rigen por las normas eléctricas de un sistema eléctrico particular. Por ejemplo, la curva límite G1 se determina según la norma internacional IEC 479. Si el interruptor 1 automático funcionase según normas diferentes, los valores específicos de las curvas G1 y G2 serían diferentes.

La corriente de falla de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$, que hace que el interruptor 1 automático se dispare, debería seleccionarse basándose tanto en la curva límite de fibrilación G1 como en la curva límite de prevención de incendios G2 en el gráfico mostrado en la figura 8. Específicamente, la corriente de falla de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$ debería seleccionarse de tal manera que, cuando se produce una corriente de falla I_f , el interruptor 1 automático se disparará antes de que la corriente de falla I_f suba hasta un nivel que pueda provocar lesiones al usuario de un dispositivo eléctrico o hasta un nivel que pueda provocar un incendio. Por tanto, si el interruptor 1 automático funciona en un entorno en el que puedan generarse corrientes de falla que tengan frecuencias bajas, la corriente de falla de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$ puede ajustarse a un valor que esté por debajo de la curva límite de fibrilación G1 a bajas frecuencias. En el ejemplo mostrado en la figura 8, la corriente de falla de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$ será inferior a aproximadamente 30 mA si es posible que se generen corrientes de falla dañinas I_f que tengan frecuencias de 50 Hz. Sin embargo, tal como se muestra en la figura 8, los valores máximos de la curva límite G1 aumentan significativamente a medida que aumenta la frecuencia de las corrientes de falla I_f .

Además, pueden producirse varios tipos de corrientes de falla I_f que pueden provocar daño a un usuario de un dispositivo eléctrico o que pueden provocar un incendio en el hogar de un usuario. Los diferentes tipos de corrientes de falla incluyen una corriente de falla alterna, una corriente de falla continua pulsatoria y una corriente de falla continua lisa.

Una corriente de falla alterna se produce cuando la corriente de falla I_f es una señal alterna y la magnitud de amplitud negativa de la señal de entrada está distorsionada con respecto a la amplitud positiva de la señal de entrada. Una corriente de falla continua lisa se produce cuando la magnitud de la amplitud negativa o la magnitud de la amplitud positiva de la corriente de falla I_f entra dentro de un determinado intervalo de valores alrededor del valor eficaz de la corriente de falla I_f . Una corriente de falla continua pulsatoria se produce cuando la magnitud de la amplitud negativa o la magnitud de la amplitud positiva se sitúa fuera de un determinado intervalo de valores alrededor del valor eficaz de la corriente de falla I_f .

Por consiguiente, el interruptor 1 automático debería detectar idealmente si se ha producido o no una corriente de falla I_f , qué tipo de corriente de falla I_f se ha producido, y si el tipo particular de corriente de falla I_f es grave o no. Siempre que un tipo particular de corriente de falla I_f sea grave, el interruptor 1 automático se disparará idealmente para evitar que se suministre energía eléctrica al dispositivo eléctrico del usuario.

Aunque el interruptor 1 automático anteriormente descrito detecta corrientes de falla I_f y bloquea el suministro de energía al dispositivo eléctrico en algunos casos, está implementado por hardware analógico o digital. Por tanto, diseñar el interruptor 1 automático de modo que detecte adecuadamente corrientes de falla I_f , distinga las corrientes de falla I_f detectadas de entre múltiples tipos de corrientes de falla I_f , y determine la gravedad de las corrientes de falla I_f detectadas, es extremadamente complejo, si no imposible. Además, puesto que el diseño del interruptor 1 automático tiene un diseño de hardware complejo, tiene que adaptarse para cada aplicación específica y norma según la cual vaya a funcionar. Por consiguiente, la producción en masa del interruptor 1 automático es prácticamente imposible, y la modificación del diseño del interruptor 1 automático es muy difícil.

Además, muchos componentes eléctricos que están conectados a la red LN conductora normalmente generan breves corrientes de fuga transitorias que se suministran al dispositivo eléctrico durante un periodo de tiempo relativamente corto. Cuando se generan tales corrientes de fuga transitorias, no dañarán el dispositivo eléctrico en el hogar del usuario ni provocarán un incendio. Sin embargo, puesto que el interruptor 1 automático está implementado por hardware, no puede distinguir fácilmente entre corrientes de fuga transitorias no dañinas que tienen duraciones cortas y corrientes de falla dañinas que tienen duraciones más largas. Como resultado, las corrientes de fuga a menudo hacen que el interruptor 1 automático se dispare e impiden innecesariamente que se suministre energía al

dispositivo eléctrico. Por consiguiente, la eficacia operativa del dispositivo eléctrico se ve sustancialmente perjudicada.

- 5 El documento DE 196 34 438 A1 da a conocer un dispositivo de protección frente a corrientes de falla en el que se determina la frecuencia de las corrientes de falla, y en el que basándose en una curva predeterminada, con respecto a cada frecuencia, se atribuye un valor particular de un límite de corriente para que un conmutador se abra.

Sumario de la invención

- 10 Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de detección de corriente de falla que puede detectar corrientes de falla, distinguir las corrientes de falla detectadas de entre múltiples tipos de corrientes de falla, determinar la gravedad de las corrientes de falla detectadas, y determinar las frecuencias de las diferentes corrientes de falla. Un objeto relacionado es proporcionar un sistema de detección de fallas de este tipo que pueda detectar estos parámetros de manera más precisa de lo que era posible hasta ahora.

- 15 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de detección de corriente de falla que pueda producirse en masa fácilmente y que pueda modificarse fácilmente para que funcione en muchos entornos diferentes.

- 20 Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un sistema de detección de corriente de falla que pueda distinguir fácilmente entre corrientes de fuga transitorias no dañinas que tienen cortas duraciones y corrientes de falla dañinas que tienen duraciones más largas.

- 25 Para conseguir los anteriores y otros objetos, se proporciona un programa de software de detección de corriente de falla según la reivindicación 1.

Para conseguir también adicionalmente los anteriores y otros objetos, se proporciona un sistema de detección de corriente de falla según la reivindicación 10.

30 Breve descripción de los dibujos

Los anteriores y otros objetivos y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes mediante la descripción detallada de realizaciones preferidas de la misma con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 35 la figura 1 es un diagrama de bloques de la estructura de un sistema de detección de corriente de falla según una realización ilustrativa de la presente invención;

- 40 la figura 2 es un diagrama de flujo de un proceso ilustrativo que determina si una corriente de falla es una corriente de falla de alta frecuencia y que se realiza por el sistema de detección de corriente de falla de la realización ilustrativa de la presente invención;

- 45 la figura 3 es un diagrama de flujo de un proceso ilustrativo que determina qué tipo de corriente de falla se ha generado y que se realiza por el sistema de detección de corriente de falla de la realización ilustrativa de la presente invención;

- la figura 4 es un diagrama de flujo de un proceso ilustrativo que evalúa una corriente de falla alterna y que se realiza por el sistema de detección de corriente de falla de la realización ilustrativa de la presente invención;

- 50 la figura 5 es un diagrama de flujo de un proceso ilustrativo que evalúa una corriente de falla continua lisa y que se realiza por el sistema de detección de corriente de falla de la realización ilustrativa de la presente invención;

la figura 6 es un diagrama de flujo de un proceso ilustrativo que evalúa una corriente de falla continua pulsatoria y que se realiza por el sistema de detección de corriente de falla de la realización ilustrativa de la presente invención;

- 55 la figura 7 es un diagrama de bloques de un interruptor automático que está implementado por hardware y que evita que se suministre energía a un dispositivo eléctrico cuando se detecta una corriente de falla; y

la figura 8 es una ilustración gráfica de un ejemplo de una curva límite de fibrilación y una curva límite de prevención de incendios.

60

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La siguiente descripción de las realizaciones preferidas da a conocer configuraciones, componentes y etapas de proceso específicos. Sin embargo, las realizaciones preferidas son meramente ejemplos de la presente invención, y por tanto, las características específicas descritas a continuación se usan meramente para describir más fácilmente

65

tales realizaciones y para proporcionar una comprensión global de la presente invención. Por consiguiente, un experto en la técnica reconocerá fácilmente que la presente invención no está limitada a las realizaciones específicas descritas a continuación. Además, las descripciones de diversas configuraciones, componentes y etapas de la presente invención que los expertos en la técnica conocen, se omiten por motivos de claridad y brevedad.

Un ejemplo de la estructura de un sistema de detección de corriente de falla según una realización ilustrativa de la presente invención se muestra en la figura 1. Tal como se muestra en la figura, el sistema comprende un transformador 20 de corriente de suma, un controlador 30 y un conmutador 40. Una red 10 conductora forma un bobinado primario del transformador 20 de corriente de suma y está conectado a un dispositivo eléctrico a través del conmutador 40. La configuración de y las interconexiones entre la red 10 conductora, el transformador 20 de corriente de suma y el conmutador 40 son preferiblemente similares a las de los componentes correspondientes mostrados en la figura 7 y no se comentarán en más detalle por motivos de brevedad.

El controlador 30 recibe una señal de detección desde el transformador 20 de corriente de suma, y la señal de detección corresponde a una corriente de falla I_f que se ha generado en la red 10 conductora. Basándose en la señal de detección, el controlador 30 determina qué tipo de corriente de falla existe y la gravedad de la corriente de falla. Entonces, el controlador 30 emite una señal de control al conmutador 40 para indicar al conmutador 40 que bloquee el suministro de la corriente de falla I_f al dispositivo eléctrico, si es necesario.

El funcionamiento del controlador 30 se controla a través de un programa de software. El programa de software puede suministrarse al controlador 30 a través de una memoria de solo lectura ("ROM"), una memoria de acceso aleatorio ("RAM"), un disco flexible, un disco duro, un disco óptico, una onda portadora (por ejemplo, una onda portadora transmitida a través de Internet, un intervalo de borrado vertical de una señal de televisión, etc.), o cualquier otro medio legible por ordenador. Una realización ilustrativa de las rutinas del programa de software ejecutado por el controlador 30 se muestra en los diagramas de flujo de las figuras 2-6.

Tal como se muestra en la figura 2, el controlador 30 genera una imagen de la corriente de falla I_f en función del tiempo. La imagen de la corriente de falla I_f puede determinarse midiendo continuamente el valor de la corriente de falla I_f como una función continua del tiempo o puede determinarse midiendo el valor de la corriente de falla en instantes de tiempo discretos. Una vez determinada la imagen de la corriente de falla I_f , el controlador 30 calcula uno o más de los siguientes valores (etapa S190):

$I_{\Delta ef}$: El valor eficaz de la corriente de falla

$-\hat{I}$: La amplitud de la semionda negativa de la corriente de falla, si está presente

$+\hat{I}$: La amplitud de la semionda positiva de la corriente de falla, si está presente

T: El periodo de la corriente de falla

f: La frecuencia de la corriente de falla

Además, la frecuencia f de la corriente de falla I_f puede medirse directamente a partir de la imagen de la corriente de falla I_f . Por otro lado, el periodo T de la corriente de falla I_f puede medirse, y la frecuencia f de la corriente de falla I_f puede calcularse a partir del periodo T. Los algoritmos adecuados para determinar los valores anteriores son ampliamente conocidos para un experto en la técnica al leer la memoria descriptiva, y por tanto, no se describirán por motivos de brevedad.

Una vez determinados los valores anteriores, el controlador 30 determina si la frecuencia f de la corriente de falla I_f es superior a o igual a una frecuencia umbral (por ejemplo, 500 Hz) (etapa S200). Si la frecuencia f es superior a o igual a 500 Hz, el controlador 30 concluye que la corriente de falla I_f es una corriente de falla de alta frecuencia que puede provocar fibrilación ventricular en un usuario o un incendio en el sistema eléctrico (etapa S210). Un ejemplo de las diversas frecuencias y valores de las corrientes de falla I_f que provocarán fibrilación ventricular e incendio se comentó anteriormente junto con la figura 8. Además, el valor de la frecuencia umbral no está limitado a 500 Hz y dependerá de las características específicas y la aplicación particular en la que se use el sistema de detección.

Tras reconocer que la corriente de falla I_f es una corriente de falla de alta frecuencia, el controlador 30 determina si la frecuencia f de la corriente de falla es inferior a 1 kHz (etapa S220). Si la frecuencia f es inferior a 1 kHz (y superior a 500 Hz), el controlador 30 determina que el valor de la corriente de falla I_f no puede superar la curva límite de fibrilación G1 mostrada en la figura 8. Específicamente, si la frecuencia f de la corriente de falla I_f tiene un valor entre 500 Hz y 1 kHz, la corriente de falla I_f no provocará fibrilación ventricular o un incendio si el valor de la corriente I_f se sitúa por debajo de la curva límite de fibrilación G1. Por consiguiente, el controlador 30 ajusta la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ basándose en la curva límite de fibrilación G1 y ajusta el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ según aplicaciones y normas específicas (etapa S230). Si la corriente de falla I_f supera la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ durante un periodo de tiempo superior a o igual al tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$, el controlador 30 emite la señal de control para indicar al

conmutador 40 que bloquee el suministro de energía eléctrica al dispositivo eléctrico. La corriente de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$ se determina preferiblemente basándose en la siguiente ecuación:

$$I_{\Delta\text{disparo}} = A * LC \quad (1)$$

donde A es un parámetro que es igual a un valor entre 0,5 y 1,0 y LC representa la curva límite de fibrilación G1 mostrada en la figura 8. Por tanto, tal como se muestra en la figura 8, si la frecuencia f de la corriente de falla I_f es igual a 600 Hz, la corriente de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$ será igual a aproximadamente $A * 280$ mA. Además, el tiempo de disparo $t_{\Delta\text{disparo}}$ se ajusta igual a un parámetro T_2 que se determina por la aplicación y características específicas del sistema de detección de corriente de falla. En el ejemplo específico, el tiempo de disparo $t_{\Delta\text{disparo}}$ es igual a entre 10 ms y 300 ms.

Por otro lado, si la frecuencia f de la corriente de falla I_f se determina que es superior a o igual a 1 kHz en la etapa 220, el controlador 30 determina que el valor de la corriente de falla I_f no puede superar la curva límite de prevención de incendios G2 mostrada en la figura 8. En particular, si la frecuencia de la corriente de falla I_f tiene un valor superior a o igual a 1 kHz, la corriente de falla I_f no provocará fibrilación ventricular o un incendio si el valor de la corriente I_f se sitúa por debajo de la curva límite de prevención de incendios G2. Por consiguiente, el controlador 30 ajusta la corriente de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$ basándose en la curva límite G2 y ajusta el tiempo de disparo $t_{\Delta\text{disparo}}$ según aplicaciones y normas específicas (etapa S240). En la presente realización, puesto que no se producirá un incendio (y no se producirá fibrilación ventricular) mientras la corriente de falla I_f sea inferior a aproximadamente 420 mA para frecuencias por encima de 1 kHz, el controlador 30 ajusta la corriente de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$ igual a 420 mA. Además, en la presente realización, el tiempo de disparo $t_{\Delta\text{disparo}}$ se ajusta a un parámetro T_1 , que preferiblemente es igual a un valor entre 50 ms y 500 ms.

En la etapa S200, si la frecuencia f de la corriente de falla I_f es inferior a 500 Hz, el controlador 30 identifica el tipo de la corriente de falla I_f según el procedimiento mostrado en la figura 3. En particular, el controlador 30 determina si la corriente de falla es o no una corriente de falla alterna (etapa S300). La corriente de falla se considera que es una corriente de falla alterna si la magnitud de la amplitud negativa $-\hat{I}$ de la corriente de falla I_f es superior a o igual a una fracción predeterminada Z de la magnitud de la amplitud positiva $+\hat{I}$ de la corriente de falla I_f cuando la magnitud de la amplitud negativa $-\hat{I}$ es inferior a o igual a la magnitud de amplitud positiva $+\hat{I}$. Dicho de otro modo, la corriente de falla I_f se considera que es una corriente de falla alterna si se cumple la siguiente ecuación:

$$\text{para } |-\hat{I}| \leq |+\hat{I}|: \quad (2)$$

$$|-\hat{I}| \geq Z * |+\hat{I}|$$

El valor de la fracción predeterminada Z se basa en la aplicación y características específicas del sistema de detección de corriente de falla, y en la presente realización, la fracción Z tiene un valor entre 0,1 y 0,2.

Además, la corriente de falla I_f también se considera que es una corriente de falla alterna si la magnitud de la amplitud positiva $+\hat{I}$ es superior a o igual a la fracción predeterminada Z de la magnitud de la amplitud negativa $-\hat{I}$ cuando la magnitud de la amplitud negativa $-\hat{I}$ es superior a la magnitud de la amplitud positiva $+\hat{I}$. Dicho de otro modo, la corriente de falla I_f también se considera que es una corriente de falla alterna si se cumple la siguiente ecuación:

$$\text{para } |-\hat{I}| > |+\hat{I}|: \quad (3)$$

$$|+\hat{I}| \geq Z * |-\hat{I}|$$

Si la corriente de falla I_f se determina que es una corriente de falla alterna, se ejecuta la rutina de disparo de corriente de falla alterna mostrada en la figura 4 (etapa S310). Tal como se muestra en la figura 4, el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta\text{ef}}$ de la corriente de falla I_f cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta\text{ef}} \geq B * \text{Amperio} \quad (4)$$

donde B es un parámetro que tiene un valor entre 1 y 500 (etapa S400). El valor del parámetro B se determina basándose en las aplicaciones y normas específicas del entorno en el que se usa el sistema de detección de corriente de falla. Si el valor eficaz $I_{\Delta\text{ef}}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (4), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una primera rutina de disparo de corriente de falla alterna ("AFC") (es decir una rutina de disparo de AFC "500A") (etapa S410). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta\text{disparo}}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta\text{disparo}}$ se determinan según las aplicaciones y normas

específicas.

Por otro lado, si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (4), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq 5 * LC \quad (5)$$

donde el término LC corresponde a la curva límite de fibrilación G1 mostrada en la figura 8 (etapa S420). Específicamente, el término LC representa el valor de la curva límite G1 a la frecuencia f de la corriente de falla I_f . Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (5), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una segunda rutina de disparo de AFC (es decir, una rutina de disparo de AFC "5 * LC") (etapa S430). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Sin embargo, si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (5), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq 2 * LC \quad (6)$$

(etapa S440). Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (6), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una tercera rutina de disparo de AFC (es decir, una rutina de disparo de AFC "2 * LC") (etapa S450). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (6), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq C * LC \quad (7)$$

donde el parámetro C es igual a un valor entre 0,5 y 1,0 basándose en las condiciones operativas particulares y la aplicación del circuito de protección de corriente de falla (etapa S460). Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (7), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una cuarta rutina de disparo de AFC (es decir una rutina de disparo de AFC "1 * LC") (etapa S470). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según la aplicación y las características específicas del sistema de detección de corriente de falla.

Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (7), el controlador 30 puede emitir un mensaje para informar a un usuario u operador de que el sistema de detección de corriente de falla no se ha activado y puede almacenar el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f (etapa S480). Después, el controlador 30 avanza a la etapa S190 (figura 2) para actualizar los valores medidos en relación con la corriente de falla I_f y realiza las etapas restantes tal como se muestra en la figura 2 (etapa S490).

Si el controlador 30 determina que la corriente de falla I_f no es una corriente de falla alterna en la etapa S300 (figura 3), el controlador 30 determina si la corriente de falla I_f es o no una corriente de falla continua lisa (etapa S320). En particular, el controlador 30 determina si se cumple una de las siguientes condiciones: (1) la magnitud de la amplitud negativa $-\hat{I}$ de la corriente de falla es inferior a o igual a un múltiplo Y del valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f o (2) la magnitud de la amplitud positiva $+\hat{I}$ es inferior a o igual al múltiplo Y del valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f . Dicho de otro modo, el controlador 30 determina que la corriente de falla I_f es una corriente de falla continua lisa si se cumple la siguiente relación:

$$|-\hat{I}| \leq Y * I_{\Delta ef} ; 0 \quad (8)$$

$$|+\hat{I}| \leq Y * I_{\Delta ef}$$

De nuevo, el valor del múltiplo Y se basa en la aplicación y las características específicas del sistema de detección de corriente de falla, y en la presente realización, el múltiplo Y tiene un valor entre 1,1 y 1,2.

Si la corriente de falla I_f se determina que es una corriente de falla continua lisa, se ejecuta la rutina de disparo de corriente de falla continua lisa mostrada en la figura 5 (etapa S330). Tal como se muestra en la figura 5, el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq F * 1 \text{ Amperio} \quad (9)$$

donde F es un parámetro que tiene un valor entre 1 y 500 (etapa S500). El valor del parámetro F se determina basándose en las aplicaciones y normas específicas. Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (9), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una primera rutina de disparo de corriente de falla continua lisa ("SDFC") (es decir, una rutina de disparo de SDFC "500A") (etapa S510). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Por otro lado, si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (9), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq 5 * 2 * I_{\Delta n} \quad (10)$$

donde $I_{\Delta n}$ es igual a la corriente residual nominal (o corriente de falla nominal) del interruptor automático. La corriente $I_{\Delta n}$ es equivalente al valor $LC_{f(50)}$, donde $LC_{f(50)}$ es igual al valor de la curva límite G1 a una frecuencia f que es igual a 50 Hz. (etapa S520). Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (10), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una segunda rutina de disparo de SDFC (es decir, una rutina de disparo de SDFC "5 * 2 * $I_{\Delta n}$ ") (etapa S530). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según la aplicación y las características específicas del sistema de detección de corriente de falla.

Sin embargo, si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (10), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq 2 * 2 * I_{\Delta n} \quad (11)$$

(etapa S540). Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (11), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una tercera rutina de disparo de SDFC (es decir, una rutina de disparo de SDFC "2 * 2 * $I_{\Delta n}$ ") (etapa S550). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (11), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq G * I_{\Delta n} \quad (12)$$

donde el parámetro G es igual a un valor entre 0,5 y 2 y se basa en las condiciones operativas particulares y las características del sistema de detección de corriente de falla (etapa S560). Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (12), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una cuarta rutina de disparo de SDFC (es decir, una rutina de disparo de SDFC "1 * $I_{\Delta n}$ ") (etapa S570). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (12), el controlador 30 puede emitir un mensaje para informar a un usuario u operador de que el sistema de detección no se ha activado y puede almacenar el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f (etapa S580). Después, el controlador 30 avanza a la etapa S190 (figura 2) para actualizar los valores medidos en relación con la corriente de falla I_f y realiza las etapas restantes tal como se muestra en la figura 2 (etapa S590).

Si el controlador 30 determina que la corriente de falla no es una corriente de falla continua lisa en la etapa S320 (figura 3), la corriente de falla se determina que es una corriente de falla continua pulsatoria, y se ejecuta la rutina de disparo de corriente de falla continua pulsatoria mostrada en la figura 6 (etapa S340). Tal como se muestra en la figura 6, el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq D * 1 \text{ Amperio} \quad (13)$$

donde D es un parámetro que tiene un valor entre 1 y 500 (etapa S600). El valor del parámetro D se determina basándose en la aplicación y las características específicas del circuito de detección de corriente de falla. Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (13), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una primera rutina de disparo de corriente de falla continua pulsatoria ("PDFC") (es decir, una rutina de disparo de PDFC "500A") (etapa S610). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Por otro lado, si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (13), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq 5 * 1,4 * LC \quad (14)$$

(etapa S620). Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (14), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una segunda rutina de disparo de PDFC (es decir, una rutina de disparo de PDFC "5 * 1,4 * LC") (etapa S630). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Sin embargo, si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (14), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq 2 * 1,4 * LC \quad (15)$$

(etapa S640). Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f cumple la relación (15), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una tercera rutina de disparo de PDFC (es decir, una rutina de disparo de PDFC "2 * 1,4 * LC") (etapa S650). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (15), el controlador 30 determina si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ cumple la siguiente relación:

$$I_{\Delta ef} \geq E * LC \quad (16)$$

donde el parámetro E es igual a un valor entre 0,5 y 1,4 basándose en las condiciones operativas particulares y las características del sistema de detección de corriente de falla (etapa S660). Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ cumple la relación (16), el controlador 30 emite una señal de control para impedir el suministro de energía al dispositivo eléctrico según una cuarta rutina de disparo de PDFC, (es decir, una rutina de disparo de PDFC "1 * LC") (etapa S670). En la rutina de disparo, la corriente de disparo $I_{\Delta disparo}$ y el tiempo de disparo $t_{\Delta disparo}$ se determinan según las aplicaciones y normas específicas.

Si el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f no cumple la relación (16), el controlador 30 puede emitir un mensaje para informar a un usuario u operador de que el sistema de detección de corriente de falla no se ha activado y puede almacenar el valor eficaz $I_{\Delta ef}$ de la corriente de falla I_f (etapa S680). Después, el controlador 30 avanza a la etapa S190 (figura 2) para actualizar los valores medidos en relación con la corriente de falla I_f y realiza las etapas restantes tal como se muestra en la figura 2 (etapa S690).

Tal como se describió anteriormente, el controlador 30 determina el tipo de corriente de falla I_f y la gravedad de la corriente de falla I_f mediante software. Por consiguiente, el controlador 30 puede producirse en masa a partir de hardware relativamente simple y barato. Además, puesto que los diversos parámetros usados en las rutinas se almacenan en software, pueden modificarse y cambiarse fácilmente por un usuario. Como resultado, el controlador 30 puede modificarse fácilmente de modo que sea compatible con muchos dispositivos eléctricos diferentes que operan según muchos tipos diferentes de condiciones operativas.

Asimismo, tal como se describió anteriormente, el controlador 30 almacena diversos tiempos de disparo $t_{\Delta disparo}$ y los usa en las rutinas de software para garantizar que el sistema de detección de corriente de falla no se active para bloquear la señal de entrada que se introduce al dispositivo eléctrico de manera innecesaria. Por ejemplo, si se generan breves corrientes de fuga transitorias y se suministran al dispositivo eléctrico durante un periodo de tiempo relativamente corto, el controlador 30 no dispara el circuito de protección porque la duración de la corriente de fuga es inferior a los diversos tiempos de disparo $t_{\Delta disparo}$. Como resultado, el funcionamiento del dispositivo eléctrico no se ve afectado o interrumpido, y la eficacia operativa del dispositivo eléctrico mejora sustancialmente.

La descripción anterior de las realizaciones preferidas se proporciona para permitir a un experto en la técnica realizar y usar la presente invención. Además, diversas modificaciones a estas realizaciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos y ejemplos específicos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin tener que usar actividad inventiva. Por ejemplo, los ejemplos anteriores hacen referencia a parámetros que tienen valores o intervalos de valores específicos y hacen referencia a procedimientos que detectan tipos específicos de corrientes de falla. Sin embargo, la presente invención no se limita a tales parámetros con tales valores y no se limita a la detección de tales corrientes de falla. Por tanto, la presente invención no pretende estar limitada a las realizaciones descritas en el presente documento, sino que ha de otorgársele el más amplio alcance según se define por las limitaciones de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Programa de software de detección de corriente de falla contenido en un medio legible por ordenador, en el que el programa de software de detección de corriente de falla incluye instrucciones para realizar una rutina que comprende:
 - (a) determinar (S190) características predeterminadas de dicha corriente de falla basándose en una señal de detección correspondiente a dicha corriente de falla;
 - (b) identificar (S210) dicha corriente de falla como un primer tipo de corriente de falla cuando al menos una de dichas características predeterminadas tiene un primer valor predeterminado; de lo contrario pasar a (d);
 - (c) ajustar (S230, S240) una corriente de disparo a un primer valor de corriente de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho primer tipo de corriente de falla; y pasar a (f);
 - (d) identificar (S310, S330, S340) dicha corriente de falla como un segundo tipo de corriente de falla cuando al menos una de dichas características predeterminadas tiene un segundo valor predeterminado;
 - (e) ajustar una corriente de disparo a un segundo valor de corriente de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho segundo tipo de corriente de falla; y pasar a (f);
 - (f) emitir una señal de control cuando dicha corriente de falla y dicha corriente de disparo tienen una relación predeterminada;en el que dicho segundo tipo de corriente de falla es un tipo de corriente de falla diferente a dicho primer tipo de corriente de falla; y en el que dicho primer y dicho segundo tipo de corriente de falla son uno de una corriente de falla de alta frecuencia, una corriente de falla alterna, y una corriente de falla continua pulsatoria.
2. Programa de software de detección de corriente de falla según la reivindicación 1, en el que la etapa (b) comprende:
 - (b1) determinar (S190) si una frecuencia de dicha corriente de falla es superior a o igual a una primera frecuencia predeterminada; e
 - (b2) identificar (S210) dicha corriente de falla como una corriente de falla de alta frecuencia cuando dicha frecuencia de dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha primera frecuencia predeterminada.
3. Programa de software de detección de corriente de falla según la reivindicación 2, en el que dicha etapa (b2) comprende además:
 - (b2a) identificar dicha corriente de falla de alta frecuencia como corriente de falla que produce fibrilación si dicha frecuencia de dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha primera frecuencia predeterminada y es inferior a una segunda frecuencia predeterminada; e
 - (b2b) identificar dicha corriente de falla de alta frecuencia como una corriente de falla que produce fuego si dicha frecuencia de dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha segunda frecuencia predeterminada, yen el que dicha etapa (c) comprende:
 - (c1) ajustar (S230) dicha corriente de disparo a un valor de corriente de disparo particular cuando dicha corriente de falla se identifica como dicha corriente de falla que produce fibrilación; y
 - (c2) ajustar (S240) dicha corriente de disparo a un valor de corriente de disparo adicional cuando dicha corriente de falla se identifica como dicha corriente de falla que produce fuego.
4. Programa de software de detección de corriente de falla según la reivindicación 1, en el que dicha etapa (d) comprende:
 - (d1) determinar si dicho primer tipo de corriente de falla tiene un valor de corriente de falla que es superior a o igual a un primer valor de corriente de falla predeterminado; y
 - (d2) ajustar dicha corriente de disparo a un valor de corriente de disparo particular cuando dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a dicho primer valor de corriente de falla predeterminado.

5. Programa de software de detección de corriente de falla según la reivindicación 4, en el que dicha etapa (e) comprende además:
 - 5 (e1) cuando dicho valor de corriente de falla es inferior a dicho primer valor de corriente de falla predeterminado, determinar si dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a un segundo valor de corriente de falla predeterminado; y
 - 10 (e2) ajustar dicha corriente de disparo a un valor de corriente de disparo adicional cuando dicho valor de corriente de falla es inferior a dicho primer valor de corriente de falla predeterminado y es superior a o igual a dicho segundo valor de corriente de falla predeterminado.
6. Programa de software de detección de corriente de falla según la reivindicación 1, en el que la etapa (f) comprende:
 - 15 (f1) ajustar un tiempo de disparo a un primer valor de tiempo de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho primer tipo de corriente de falla,
 - 20 (f2) emitir dicha señal de control a un dispositivo de protección cuando dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha corriente de disparo y cuando dicha corriente de falla ha sido superior a o igual a dicha corriente de disparo durante más tiempo que dicho tiempo de disparo.
7. Programa de software de detección de corriente de falla según la reivindicación 1, en el que la etapa (f) rutina comprende:
 - 25 (f1) ajustar un tiempo de disparo a un primer valor de tiempo de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho primer tipo de corriente de falla; y
 - 30 (f2) ajustar dicho tiempo de disparo a un segundo valor de tiempo de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho segundo tipo de corriente de falla, y
 - 35 (f3) emitir dicha señal de control a un dispositivo de protección cuando dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha corriente de disparo y cuando dicha corriente de falla ha sido superior a o igual a dicha corriente de disparo durante más tiempo que dicho tiempo de disparo.
8. Programa de software de detección de corriente de falla según la reivindicación 1, en el que dicha etapa (e) comprende:
 - 40 (e1) determinar si dicho primer tipo de corriente de falla tiene un valor de corriente de falla que es superior a o igual a un primer valor de corriente de falla predeterminado;
 - 45 (e2) ajustar dicha corriente de disparo a un valor de corriente de disparo particular cuando dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a dicho primer valor de corriente de falla predeterminado; de lo contrario
 - 50 (e3) cuando dicho valor de corriente de falla es inferior a dicho primer valor de corriente de falla predeterminado, determinar si dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a un segundo valor de corriente de falla predeterminado;
 - 55 (e4) ajustar dicha corriente de disparo a un valor de corriente de disparo adicional cuando dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a dicho segundo valor de corriente de falla predeterminado; de lo contrario
 - 60 (e5) cuando dicho valor de corriente de falla es inferior a dicho segundo valor de corriente de falla predeterminado, determinar si dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a un tercer valor de corriente de falla predeterminado;
 - 65 (e6) ajustar dicha corriente de disparo a otro valor de corriente de disparo adicional cuando dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a dicho tercer valor de corriente de falla predeterminado; de lo contrario
 - (e7) cuando dicha corriente de falla es inferior a dicho tercer valor de corriente de falla predeterminado, determinar si dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a un cuarto valor de corriente de falla predeterminado, y

(e8) ajustar dicha corriente de disparo a aún otro valor de corriente de disparo adicional cuando dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a dicho cuarto valor de corriente de falla predeterminado.

9. Programa de software de detección de falla según la reivindicación 8, en el que dicha etapa (e) comprende además:

(e9) cuando dicho valor de corriente de falla es inferior a dicho cuarto valor de corriente de falla predeterminado, dicha señal de control no se emite; y

(e10) cuando dicho valor de corriente de falla es inferior a dicho cuarto valor de corriente de falla predeterminado, repetir dicha etapa (a).

10. Sistema de detección de corriente de falla que detecta una corriente de falla generada en una trayectoria conductora que suministra energía a un dispositivo eléctrico y que evita que la corriente de falla se suministre al dispositivo eléctrico, en el que el sistema de detección de corriente de falla comprende:

un detector (20) que detecta una corriente de falla generada en dicha trayectoria conductora y emite una correspondiente señal de detección;

un conmutador (40) que está previsto en dicha trayectoria conductora que aísla selectivamente dicho dispositivo eléctrico de dicha trayectoria conductora; y

un controlador (30) que introduce dicha señal de detección y determina características predeterminadas de dicha corriente de falla basándose en dicha señal de detección,

en el que dicho controlador ejecuta una rutina de software que comprende las etapas de:

(a) identificar (S210) dicha corriente de falla como un primer tipo de corriente de falla cuando al menos una de dichas características predeterminadas tiene un primer valor predeterminado; de lo contrario pasar a (c);

(b) ajustar una corriente de disparo a un primer valor de corriente de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho primer tipo de corriente de falla; y pasar a (e)

(c) identificar (S210) dicha corriente de falla como un segundo tipo de corriente de falla cuando al menos una de dichas características predeterminadas tiene un segundo valor predeterminado;

(d) ajustar una corriente de disparo a un segundo valor de corriente de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho segundo tipo de corriente de falla;

(e) emitir una señal de control a dicho conmutador (40) para indicar a dicho conmutador (40) que aisle dicho dispositivo eléctrico de dicha red conductora cuando dicha corriente de falla y dicha corriente de disparo tienen una relación predeterminada;

en el que dicho segundo tipo de corriente de falla es un tipo de corriente de falla diferente a dicho primer tipo de corriente de falla; y en el que dicho primer y dicho segundo tipo de corriente de falla son uno de una corriente de falla de alta frecuencia, una corriente de falla alterna, y una corriente de falla continua pulsatoria.

11. Sistema de detección de corriente de falla según la reivindicación 10, en el que dicho primer tipo de corriente de falla es una corriente de falla de alta frecuencia y dicho controlador identifica dicha corriente de falla como dicho primer tipo de corriente de falla:

determinando (S200) si una frecuencia de dicha corriente de falla es superior a o igual a una primera frecuencia predeterminada; e

identificando dicha corriente de falla como dicha corriente de falla de alta frecuencia cuando dicha frecuencia de dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha primera frecuencia predeterminada.

12. Sistema de detección de corriente de falla según la reivindicación 11, en el que dicho controlador identifica dicha corriente de falla de alta frecuencia como corriente de falla que produce fibrilación si dicha frecuencia de dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha primera frecuencia predeterminada y es inferior a una segunda frecuencia predeterminada,

en el que dicho controlador identifica dicha corriente de falla de alta frecuencia como una corriente de falla que produce fuego si dicha frecuencia de dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha segunda

frecuencia predeterminada,

en el que dicho controlador ajusta (S230) dicha corriente de disparo a un valor de corriente de disparo particular cuando dicha corriente de falla se identifica como dicha corriente de falla que produce fibrilación, y

en el que dicho controlador ajusta (S240) dicha corriente de disparo a un valor de corriente de disparo adicional cuando dicha corriente de falla se identifica como dicha corriente de falla que produce fuego.

13. Sistema de detección de corriente de falla según la reivindicación 10, en el que dicho controlador determina si dicho primer tipo de corriente de falla tiene un valor de corriente de falla que es superior a o igual a un primer valor de corriente predeterminado,

en el que dicho controlador ajusta dicha corriente de disparo a dicho primer valor de corriente de disparo cuando dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a dicho primer valor de corriente predeterminado.

14. Sistema de detección de corriente de falla según la reivindicación 13, en el que cuando dicho valor de corriente de falla es inferior a dicho primer valor de corriente predeterminado, dicho controlador determina si dicho valor de corriente de falla es superior a o igual a un segundo valor de corriente predeterminado, y

en el que dicho controlador ajusta dicha corriente de disparo a un segundo valor de corriente de disparo cuando dicho valor de corriente de falla es inferior a dicho primer valor de corriente predeterminado y es superior a o igual a dicho segundo valor de corriente predeterminado.

15. Sistema de detección de corriente de falla según la reivindicación 10, en el que dicho controlador ajusta un tiempo de disparo a un primer valor de tiempo de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho primer tipo de corriente de falla, y

en el que dicho controlador emite dicha señal de control a dicho conmutador cuando dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha corriente de disparo y cuando dicha corriente de falla ha sido superior a o igual a dicha corriente de disparo durante más tiempo que dicho tiempo de disparo.

16. Sistema de detección de corriente de falla según la reivindicación 15, en el que el controlador ajusta un tiempo de disparo a un primer valor de tiempo de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho primer tipo de corriente de falla,

en el que dicho controlador ajusta dicho tiempo de disparo a un segundo valor de tiempo de disparo cuando dicha corriente de falla se identifica como dicho segundo tipo de corriente de falla, y

en el que dicho controlador emite dicha señal de control a dicho conmutador cuando dicha corriente de falla es superior a o igual a dicha corriente de disparo y cuando dicha corriente de falla ha sido superior a o igual a dicha corriente de disparo durante más tiempo que dicho tiempo de disparo.

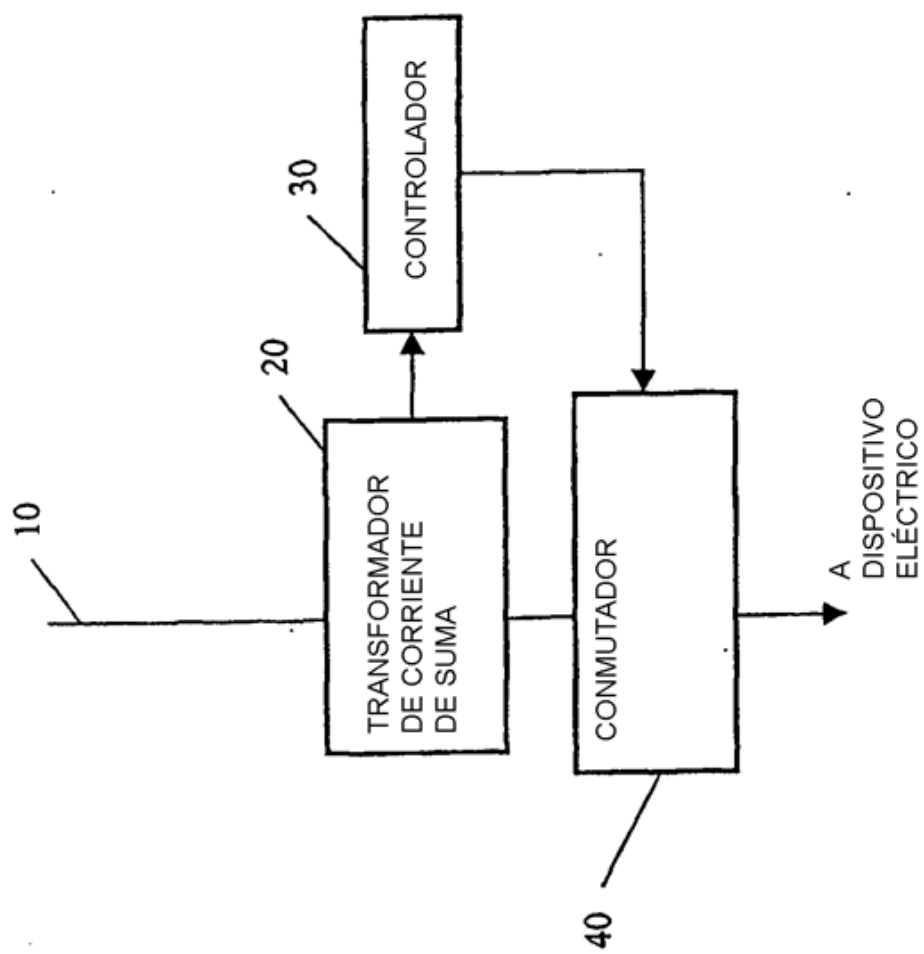


FIG. 1

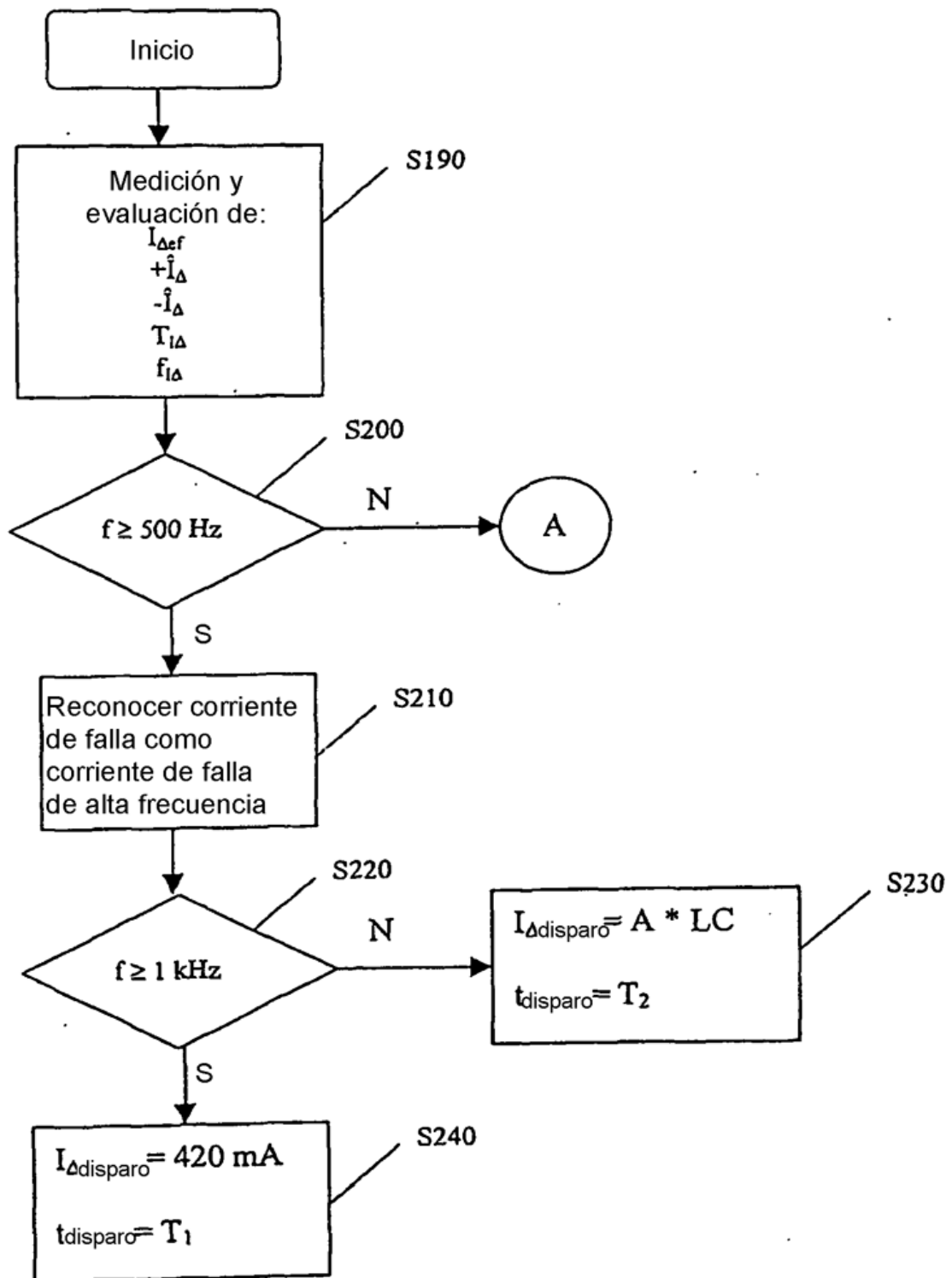


FIG. 2

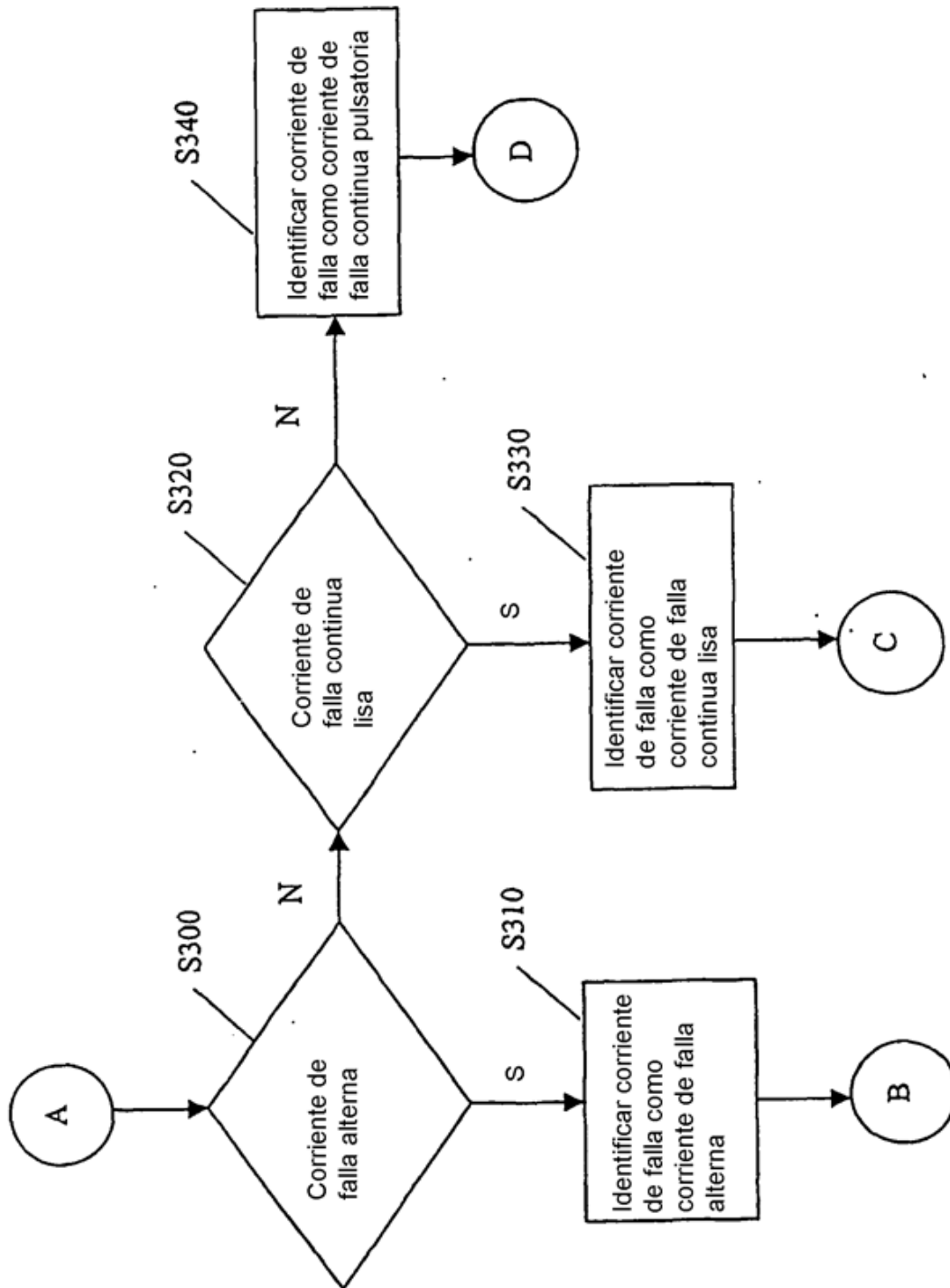


FIG. 3

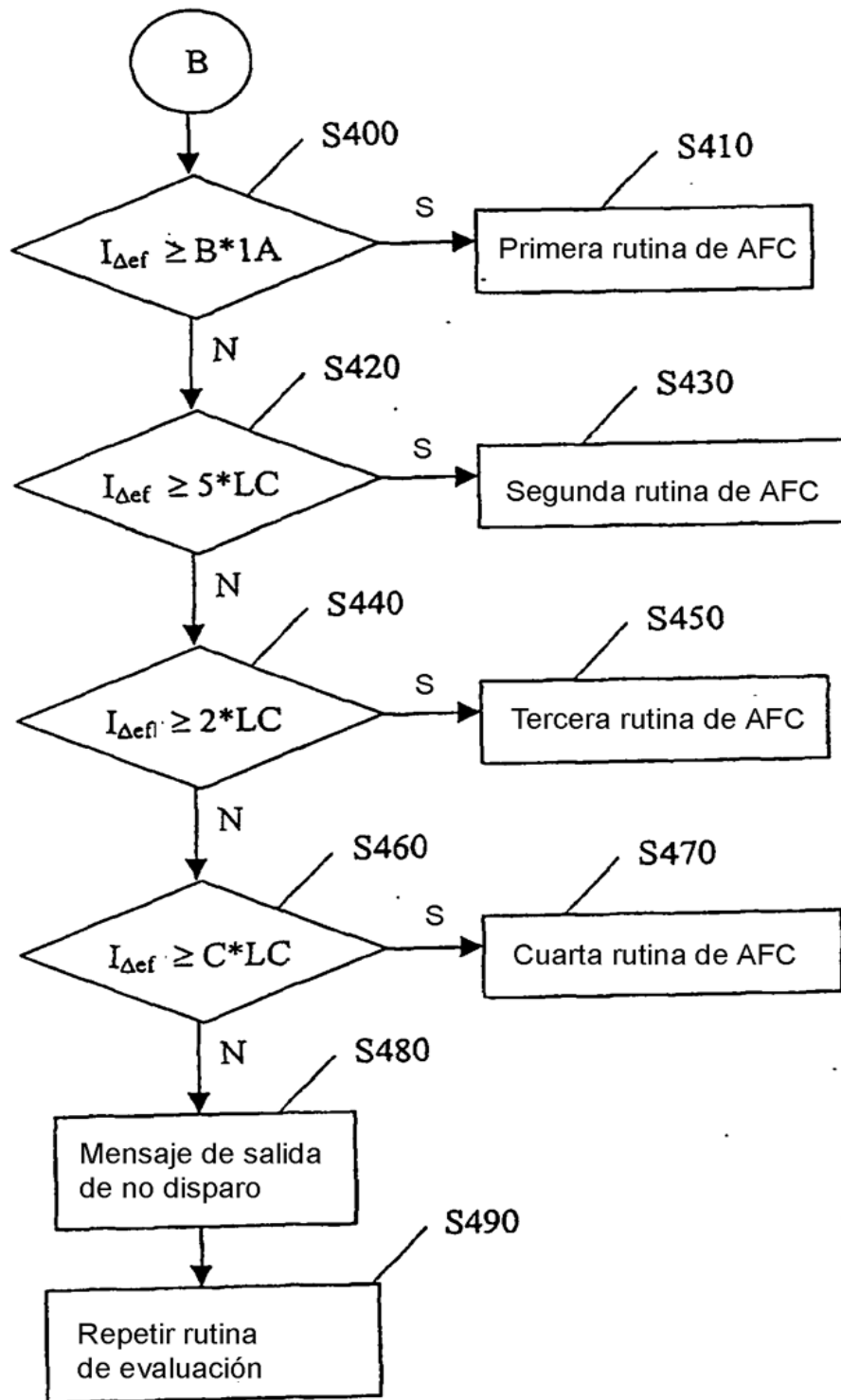


FIG. 4

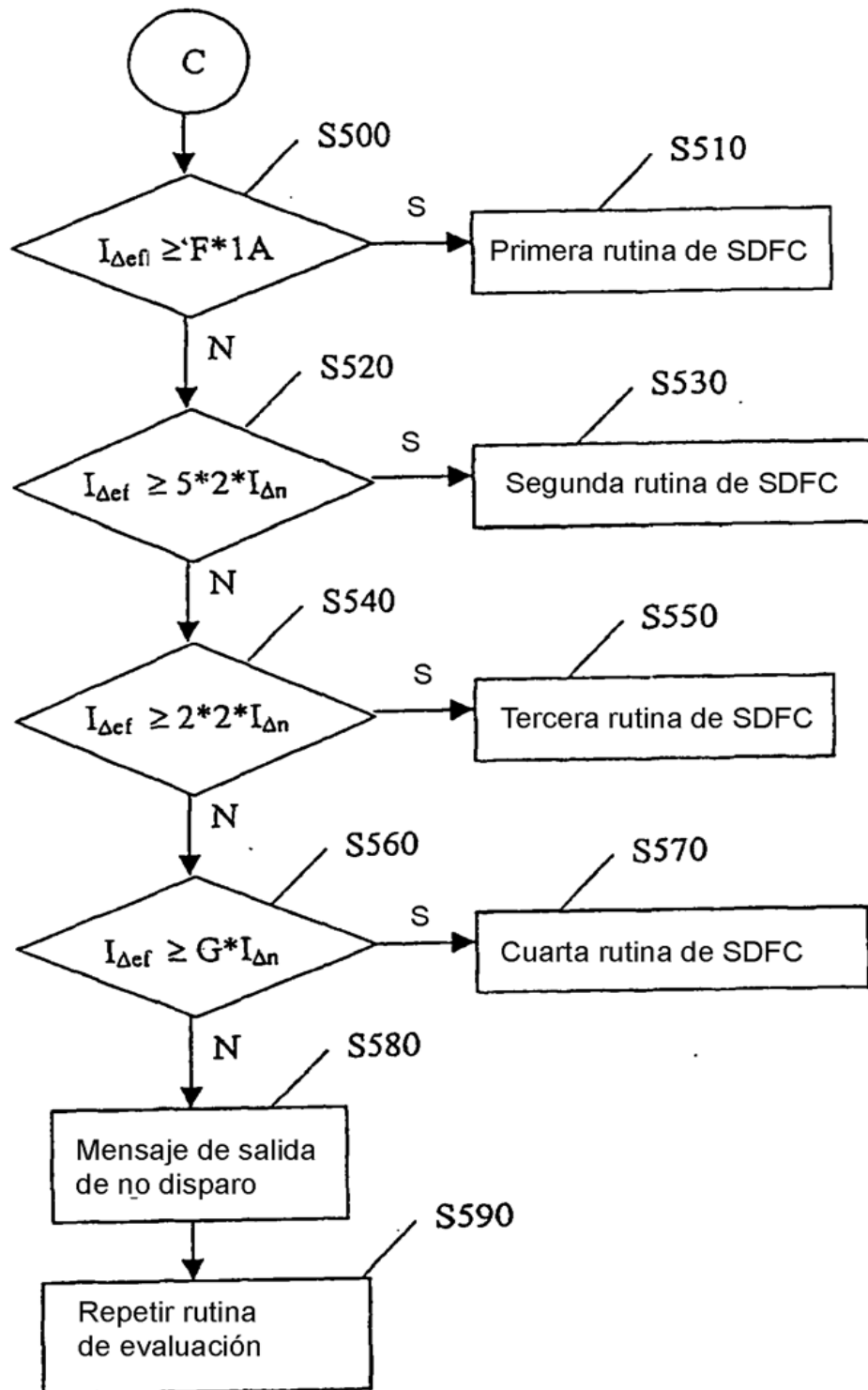


FIG. 5

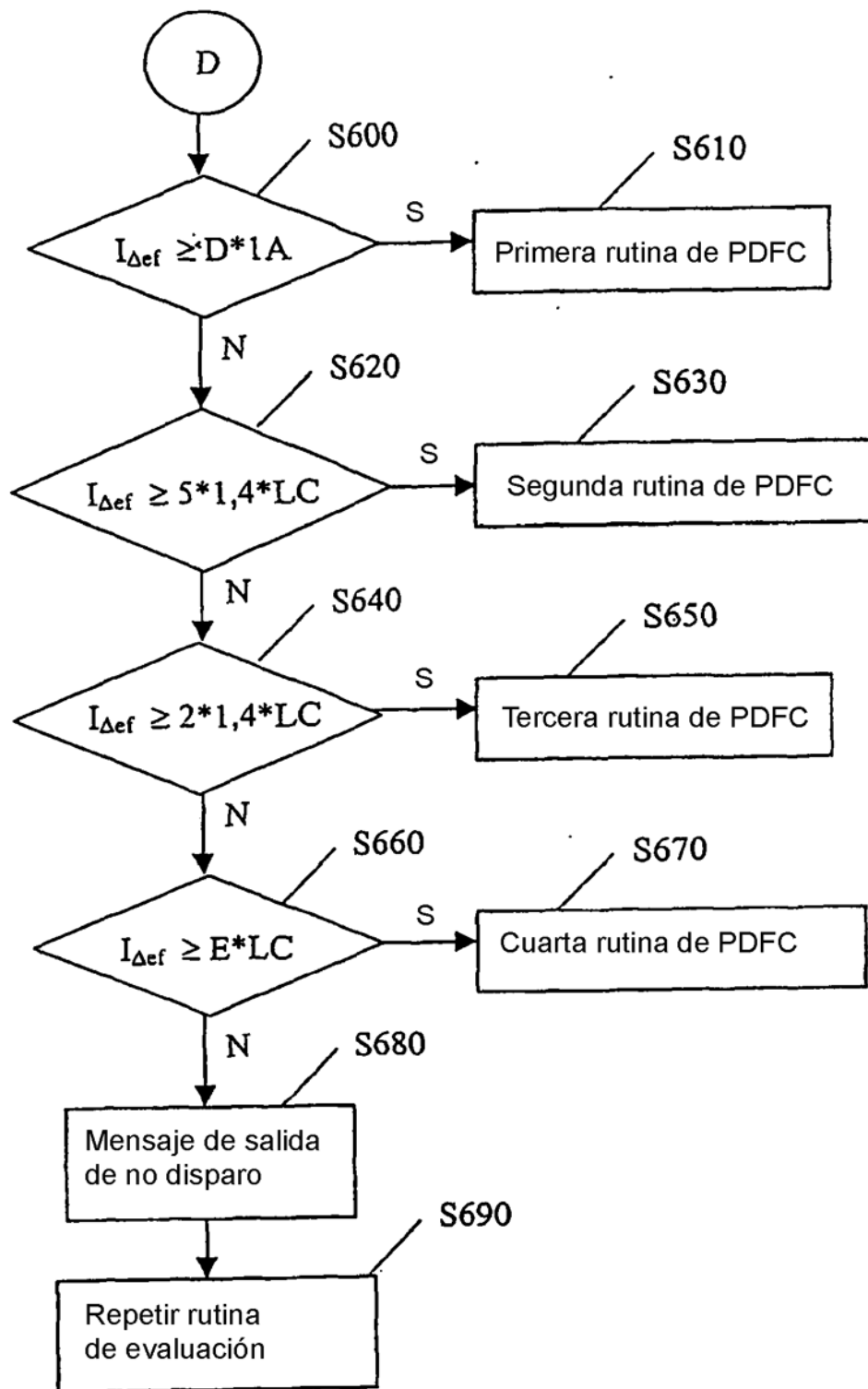


FIG. 6

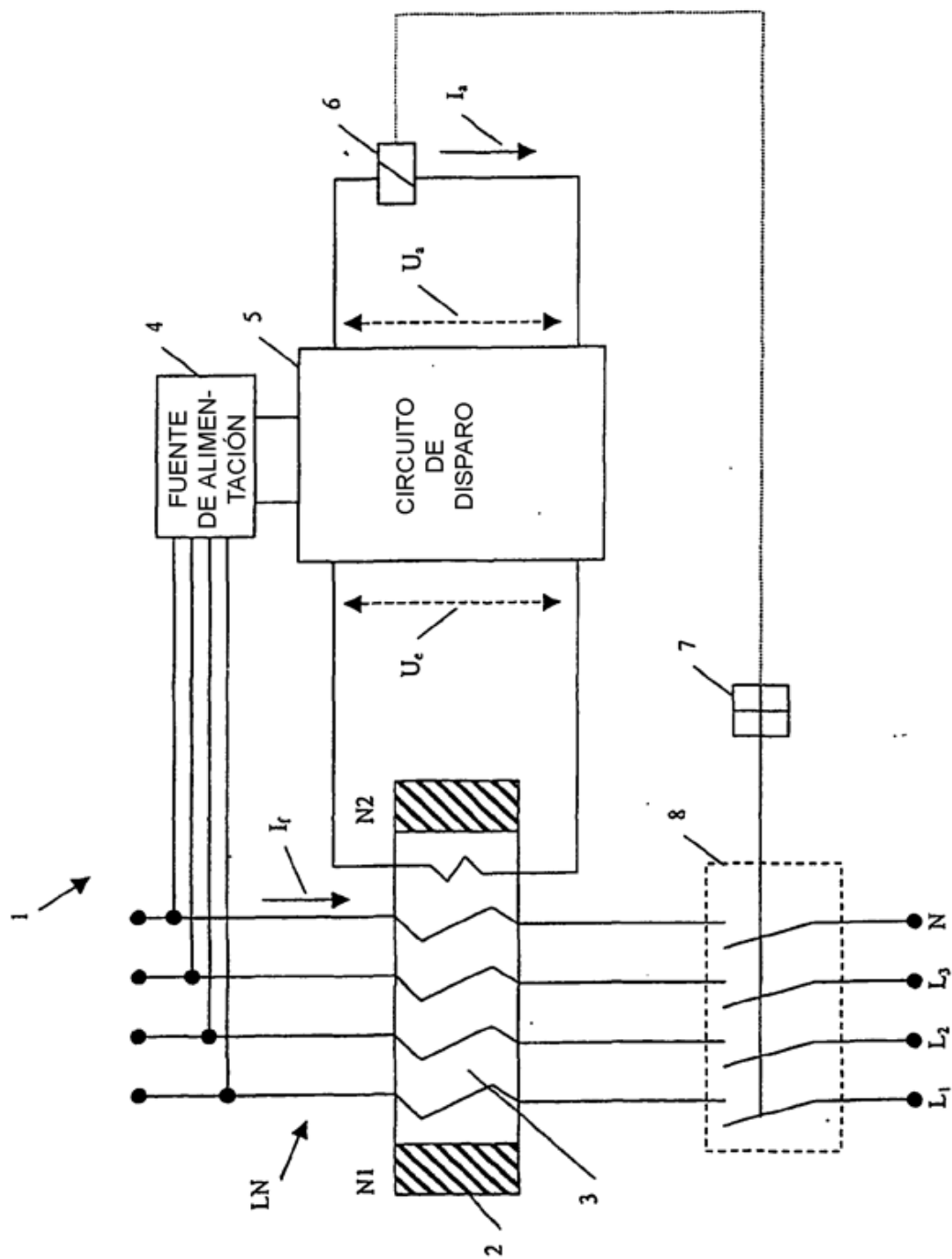


FIG. 7

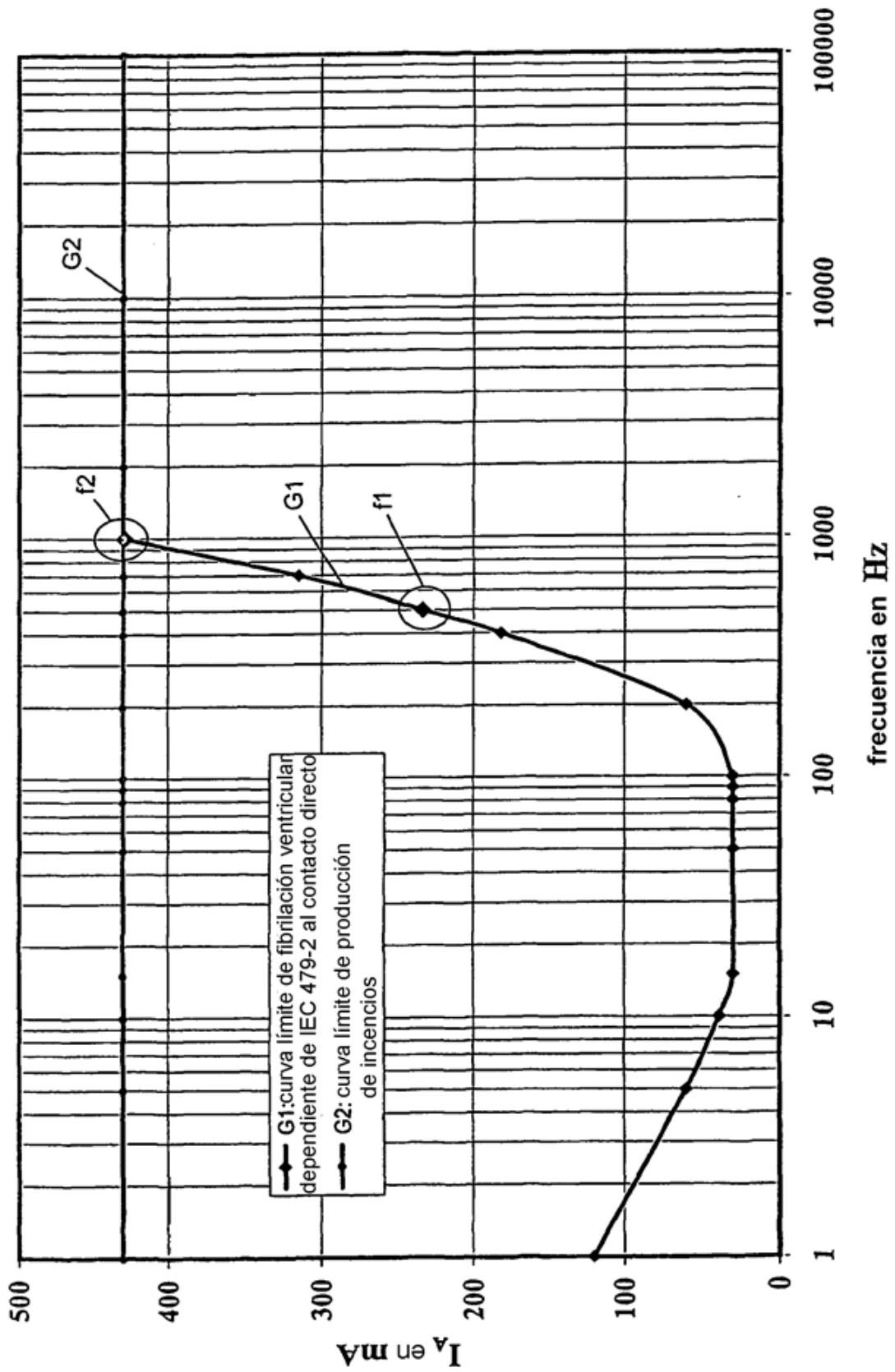


FIG. 8