

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 835**

51 Int. Cl.:

H02H 3/33 (2006.01)

H02H 3/093 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2018** **E 18188956 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.01.2022** **EP 3471228**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de protección diferencial y aparato eléctrico que comprende dicho dispositivo**

30 Prioridad:

13.10.2017 FR 1759620

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

20.04.2022

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

BERNARD, JEAN-BAPTISTE

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 906 835 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

Dispositivo y procedimiento de protección diferencial y aparato eléctrico que comprende dicho dispositivo

Campo técnico

La invención se refiere a un dispositivo de protección diferencial que comprende:

- 5 - un sensor de medición de corriente diferencial, y
- una unidad de procesamiento de fallos diferenciales conectada a dicho sensor de medición para recibir una señal de medición de corriente diferencial y proporcionar una señal de disparo a un actuador, comprendiendo dicha unidad de procesamiento:
- 10 - un módulo de detección de fallos diferenciales que recibe una señal representativa de una corriente diferencial y proporciona una señal representativa de una superación del umbral de fallo diferencial,
- un módulo de retardo de disparo controlado por dicho módulo de detección de fallos diferenciales para activar dicho retardo de disparo cuando se supere dicho umbral de fallo diferencial, y
- un módulo de detección de señales de alta energía.

La invención se refiere a un procedimiento de protección diferencial que comprende:

- 15 - la medición de una señal representativa de una corriente diferencial,
- el procesamiento de fallos diferenciales para proporcionar una señal de disparo cuando la señal de fallo diferencial supera un umbral de disparo predeterminado durante un tiempo predeterminado, y
- detección de señales diferenciales de alta energía.

20 La invención también se refiere a aparato de conmutación eléctrico que tiene conductores principales conectados en serie con contactos principales, un mecanismo para abrir dichos contactos principales y un dispositivo de protección diferencial para controlar la apertura de los contactos principales en caso de un fallo eléctrico diferencial.

Estado de la técnica

25 Los dispositivos de protección diferencial conocidos, como los mostrados en el diagrama de la figura 1, comprenden un sensor de medición de corriente diferencial 1 conectado a un circuito de procesamiento 2 para activar la apertura de los contactos principales 3 a través de un relé de disparo 4. Cuando el dispositivo de protección diferencial no pertenece a la categoría de dispositivos que deben funcionar con corriente propia, el circuito de procesamiento suele ser alimentado por un circuito de alimentación 5. El sensor de medición 1 comprende generalmente un núcleo 6 de material magnético que rodea a los conductores principales 7 y un devanado secundario 8 que suministra una corriente de medición I_d representativa de la corriente diferencial I_{dp} al primario del sensor. La corriente secundaria I_d fluye a través de una resistencia de medición 9 para proporcionar al circuito de procesamiento una señal de medición V_d representativa de la corriente secundaria I_d . Un limitador de tensión representado por dos diodos 10 conectados en forma de cabeza a cola limita la tensión de la señal V_d para proteger el circuito de procesamiento.

35 Las perturbaciones de alta energía aplicadas a los conductores principales y que generan altas corrientes diferenciales pueden perturbar el funcionamiento de los sensores de corriente 1. Dichas corrientes diferenciales son causadas, en particular, por fallos diferenciales de gran valor que se producen en un corto período de tiempo, por ejemplo, fallos superiores a varias veces un umbral de disparo. Algunas corrientes pueden alcanzar varios amperios. Otras corrientes perturbadoras se deben a las corrientes causadas por descargas de prueba de formas de onda estándar, por ejemplo, 8/20 o descargas reales entre los conductores principales y las masas o la tierra.

40 Las elevadas corrientes diferenciales de corta duración no deben provocar la apertura de los contactos principales, especialmente cuando el dispositivo de protección diferencial se encuentra en la cabecera de la distribución eléctrica. A menudo, este tipo de dispositivo incluye un retardo de disparo para garantizar la selectividad con los dispositivos de corriente residual aguas abajo.

45 Particularmente cuando el sensor de corriente es un toroide de circuito magnético, la energía almacenada en el sensor continúa proporcionando corriente secundaria I_d incluso después de que la alta corriente diferencial en los conductores principales haya desaparecido. Esta corriente secundaria de arrastre es vista por el circuito de procesamiento como una corriente de fallo persistente y puede dar lugar a un disparo cuando el fallo ha desaparecido. En estos casos, los retardos temporales pueden no proporcionar suficiente inmunidad a las corrientes de interferencia de muy alta energía. Así, estas corrientes de interferencia de alta energía pueden afectar a la selectividad de los dispositivos de protección selectiva.

El documento EP2352213 describe una solución para superar este inconveniente. Consiste en inhibir el disparo hasta que una señal de medición vuelva a un valor cercano a cero después de una onda perturbadora. Esta solución funciona bien con los sensores de medición cuyo circuito magnético está hecho de un material común como el FeNi (hierro-níquel).

- 5 Sin embargo, con otros materiales como la ferrita, la energía devuelta al secundario del sensor es muy alta. En este caso, la solución anterior ya no es suficiente para cubrir todas las configuraciones de funcionamiento.

Otros dispositivos de protección diferencial con diferentes niveles de retardo de tiempo se divulgan en los documentos US 5600523 y US 2016/202321.

Descripción de la invención

- 10 La invención, tal como se define en el juego de reivindicaciones adjunto, se dirige a un dispositivo y a un procedimiento de protección diferencial con un nivel muy alto de inmunidad a las corrientes de interferencia.

En un dispositivo de protección diferencial según la invención que comprende:

- un sensor de medición de corriente diferencial, y
- 15 - una unidad de procesamiento de fallos diferenciales conectada a dicho sensor de medición para recibir una señal de medición de corriente diferencial y proporcionar una señal de disparo a un actuador, dicha unidad de procesamiento comprende :
 - un módulo de detección de fallos diferenciales que recibe una señal representativa de una corriente diferencial y proporciona una señal representativa de una superación del umbral de fallo diferencial,
 - 20 - un módulo de retardo de disparo controlado por dicho módulo de detección de fallos diferenciales para activar dicho retardo de disparo cuando se supere dicho umbral de fallo diferencial, y
 - un módulo de detección de señales de alta energía, dicho módulo de retardo de disparo está conectado a dicho módulo de detección de señales de alta energía y tiene una gestión de retardo de disparo para controlar el tiempo de retardo de disparo según la detección de la presencia de señales de alta energía.

Según la presente invención, además, dicho módulo de retardo de disparo comprende:

- 25 - un retardo largo o lento controlado cuando el módulo de detección de señales de alta energía detecta una primera onda de alta energía, y
- un retardo corto o rápido por defecto mientras no se detecte una primera onda o cuando se detecte una sucesión de ondas de alta energía.

- 30 Preferiblemente, dicho módulo de detección de señales de alta energía tiene al menos un umbral de detección de señales de alta energía mayor que un umbral de protección diferencial para el control de la transición a un retardo lento o largo.

Ventajosamente, dicho módulo de detección de señales de alta energía comprende:

- al menos un primer umbral para detectar señales de alta energía que sean superiores a un umbral de protección diferencial para el control de la transición a un retardo lento o largo,
- 35 - al menos un segundo umbral bajo para detectar señales de alta energía por encima de un umbral de protección diferencial para un control de la transición a un retardo rápido o corto.

Preferentemente, dicho módulo de detección de señales de alta energía comprende una inhibición del control de detección de señales de alta energía durante un período de tiempo predeterminado más corto que la mitad de una alternancia de una señal de corriente alterna de una red eléctrica a proteger.

- 40 Preferentemente, dicho módulo de retardo de disparo comprende una gestión de retardo de disparo que comprende un contador para controlar dicho tiempo de retardo de disparo, dicho contador tiene un incremento para los retardos lentos o rápidos y un decremento para un efecto de memoria, siendo los retardos lentos o rápidos controlados cuando se detecta un fallo diferencial y la función de memoria es controlada cuando dicho fallo diferencial ya no está presente.

- 45 Ventajosamente, dicho contador tiene un incremento alto para el retardo corto o rápido y un incremento bajo para el retardo largo o lento.

Ventajosamente, dicho contador tiene un valor objetivo bajo para el retardo de tiempo corto o rápido y un valor objetivo alto para el retardo de tiempo largo o lento.

Preferiblemente, el sensor de medición de corriente diferencial es un sensor con un circuito magnético hecho de materiales de ferrita.

5 Ventajosamente, dicho dispositivo de protección diferencial está asociado con un dispositivo de protección de arco, dicho dispositivo de protección diferencial y dicho dispositivo de protección de arco tienen un sensor de medición de corriente diferencial común.

10 Un aparato de conmutación eléctrico según la invención que comprende conductores principales conectados en serie con contactos principales y un mecanismo de apertura de dichos contactos principales, comprende un dispositivo de protección diferencial definido anteriormente que comprende una gestión del retardo de disparo en función de la detección de la presencia de señales de alta energía, estando dichos medios de medición dispuestos alrededor de los conductores principales para medir una corriente diferencial y dichos medios de accionamiento que cooperan con dicho mecanismo de apertura.

Un procedimiento de protección diferencial según la invención que comprende:

- la medición de una señal representativa de una corriente diferencial,
- 15 - procesamiento de fallos diferenciales para proporcionar una señal de disparo cuando la señal de fallo diferencial supera un umbral de disparo predeterminado durante un tiempo predeterminado,
- detección de señales diferenciales de alta energía,

incluye la gestión del retardo de disparo para controlar el tiempo de retardo en función de la detección de la presencia de señales de alta energía, cambiando dicho tiempo de retardo a un tiempo de retardo largo cuando se detecta una primera onda de alta energía.

20 Según la presente invención, dicha gestión del retardo de disparo controla la transición de dicho retardo de disparo a un retardo corto por defecto mientras no se detecte una primera onda o cuando se detecte una sucesión de ondas de alta energía.

25 Preferentemente, dicha detección de señales de alta energía comprende la inhibición del control de detección de señales de alta energía durante un periodo de tiempo predeterminado inferior a la mitad de una alternancia de una señal de corriente alterna de una red eléctrica a proteger.

Ventajosamente, dicha gestión del retardo de disparo comprende un contador para controlar el tiempo de retardo de disparo, dicho contador tiene un incremento para los retardos lentos o rápidos y un decremento para un efecto de memoria, siendo los retardos lentos o rápidos controlados cuando se detecta un fallo diferencial y la función de memoria controlada cuando el fallo diferencial ya no está presente.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Otras ventajas y características quedarán más claras a partir de la siguiente descripción de realizaciones particulares de la invención, dadas como ejemplos no limitantes, y mostradas en los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 muestra un diagrama de un dispositivo de protección diferencial conocido;
- 35 - la figura 2 muestra un diagrama de un dispositivo de protección diferencial según una primera realización de la invención;
- la figura 3 muestra un diagrama de un dispositivo de protección diferencial según una segunda realización de la invención asociado a un dispositivo de protección de arco;
- la figura 4 muestra un diagrama de un dispositivo de protección diferencial según una tercera realización de la invención;
- 40 - la figura 5 muestra un diagrama esquemático de un primer modo de control de un contador de retardo para un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención;
- la figura 6 muestra un diagrama esquemático de un segundo modo de control de un contador de retardo para un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención;
- 45 - las figuras 7A a 7C muestran señales con una señal de perturbación en un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención;
- las figuras 8A a 8C muestran señales con una señal fuerte sin perturbación en un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención;

- las figuras 9A a 9C muestran señales con sucesivas señales de alta energía en un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención;
- la figura 10 muestra un diagrama de flujo de la gestión del retardo en un procedimiento según la invención;
- la figura 11 muestra un diagrama de flujo de la protección diferencial en un procedimiento según la invención.

5 Descripción detallada de las realizaciones

Los dispositivos de protección diferencial como el mostrado en la figura 1 comprenden un sensor de medición de corriente diferencial 1, y un circuito de procesamiento de fallos diferenciales 2 conectado a un sensor de medición para recibir una señal de medición I_d o V_d y proporcionar una señal de disparo D. La señal de medición I_d o V_d se compara con al menos un umbral de disparo SD para detectar un fallo diferencial. Entonces, si el umbral de disparo se supera durante un tiempo de retardo predeterminado TD, el circuito de procesamiento proporciona la señal de disparo D. En algunos casos, el retardo puede ser muy bajo o nulo.

Cuando la corriente diferencial es generada por corrientes u ondas de muy alta energía, el circuito magnético del sensor se satura y almacena energía que es liberada al devanado secundario del sensor. Algunos dispositivos con retardos largos o bloques de protección son capaces de evitar disparos no deseados. Sin embargo, cuando los sensores están hechos de materiales de alta energía, como las ferritas, las soluciones conocidas ya no son suficientes. Por ejemplo, los retardos o bloqueos excesivos no serían compatibles con los tiempos de disparo normalizados. Además, los sistemas con fuentes de alimentación requieren tiempos de procesamiento y retardo más cortos para compensar los retardos debidos a la acumulación de la fuente de alimentación y la inicialización de los circuitos electrónicos. Estos casos de funcionamiento se refieren, en particular, al cierre de aparatos eléctricos en caso de fallo eléctrico diferencial.

Para superar estos inconvenientes, un dispositivo según la invención comprende una gestión del retardo de disparo. Así, si se detecta una primera onda de perturbación, el retardo de disparo pasa a retardo largo para ser inmune y si se detectan sucesivas ondas de perturbación el retardo vuelve a pasar a retardo corto ya que esto indica la presencia de un fallo eléctrico a proteger dentro de los tiempos de disparo estándar.

La figura 2 muestra un esquema de un aparato de conmutación eléctrico que tiene conductores principales 7 conectados en serie con contactos principales 3 y un mecanismo 4B para abrir dichos contactos principales. En este esquema, el aparato comprende un dispositivo de protección diferencial según una primera realización de la invención que comprende un sensor de medición de corriente diferencial 1 dispuesto alrededor de los conductores principales 7 para medir una corriente diferencial I_d una unidad de procesamiento 2, y un relé de disparo 4 que coopera con el mecanismo de apertura 4B.

La figura 2 muestra un diagrama de un dispositivo de protección diferencial según una primera realización de la invención. El dispositivo de protección diferencial comprende un sensor de medición de corriente diferencial 1 I_d , y una unidad de procesamiento de fallos diferenciales 2 conectada a dicho sensor de medición para recibir una señal de medición de corriente diferencial I_d y proporcionar una señal de disparo D a un actuador 4 para producir un disparo de un mecanismo de apertura de contactos 4B 3.

La unidad de procesamiento comprende:

- un módulo de detección de fallos diferenciales 20 que recibe una señal representativa de una corriente diferencial I_d y proporciona una señal representativa D_{id} de que se ha superado un umbral de fallo diferencial SD,
- un módulo de retardo de disparo 21 controlado por el módulo de detección de fallos diferenciales 20 para activar dicho retardo de disparo cuando se supere dicho umbral de fallo diferencial, y
- un módulo de detección 22 de las señales de alta energía que perturban dicho sensor de medición 1.

Para garantizar la inmunidad a las ondas de alta energía y, al mismo tiempo, los tiempos de disparo normales, el módulo de retardo de disparo 21 está conectado a dicho módulo de detección de señales de alta energía 22 e incluye una gestión de retardo de disparo para controlar el tiempo de retardo de disparo en función de la detección de la presencia de señales de alta energía. El tiempo de retardo por defecto es preferiblemente un tiempo de retardo corto para permitir una demora normal de disparo. Si se detecta una onda de alta energía, el retardo se controla para que funcione con retardo largo o lento. Este retardo largo o lento permite que la onda perturbadora y la señal almacenada en el circuito magnético pasen sin provocar la apertura de un dispositivo. Si se detectan varias ondas sucesivas, el retardo se controla para volver al retardo corto, ya que en este caso la señal está saturada pero representa un fallo eléctrico de alto valor. Un retardo corto o rápido es, por ejemplo, del orden de 12 ms (milisegundos), mientras que un retardo lento o largo es del orden de 40 ms. Una señal diferencial de alta energía es, por ejemplo, una corriente superior a 150 mA, del orden de 5 veces el umbral de un diferencial de 30 mA. Los umbrales bajos para detectar una señal de alta energía serán inferiores a 150 mA. Los umbrales de detección de un fallo diferencial serán del orden de 30 mA para las aplicaciones destinadas a la protección de las personas.

En la siguiente descripción la referencia Id representa todas las representaciones de corriente diferencial de los valores de los sensores primarios y secundarios. Id puede representar valores de corriente diferencial alterna, rectificadora, filtrada, analógica y/o digital diferencial. Lo mismo ocurre con el valor del umbral diferencial SD asociado.

5 La figura 3 muestra un diagrama de un dispositivo de protección diferencial según una segunda realización de la invención asociado a un dispositivo de protección de arco. El sensor de corriente 1 tiene un devanado secundario 8 conectado a un circuito de acondicionamiento 23. Este circuito 23 incluye diodos 10 y una resistencia 9 mostrada en la figura 1. A continuación, la señal representativa de una corriente diferencial Id se aplica a la entrada de la unidad de procesamiento 2. Un módulo 24 rectifica la señal Id. A continuación, un módulo de detección de fallos diferenciales 20 incluye un comparador 25 para comparar la señal rectificadora Id I Id I con un umbral de fallo diferencial SD. A la salida del módulo 20, se controla un módulo de retardo 21 para realizar las funciones de retardo o memoria. Si la corriente diferencial Id o la corriente diferencial rectificadora I Id I supera el umbral de detección SD se inicia el retardo de disparo, en caso contrario el retardo se mantiene tal cual u opera una función de memoria disminuyendo el valor de la señal del retardo anterior. La función de memoria la realiza un módulo 26. En la figura 3, el módulo de detección de señales de alta energía 22 recibe la señal de corriente diferencial Id. En este caso particular, es la señal rectificadora I Id I. Esta señal diferencial se compara con un umbral de detección de señales de alta energía SP en un comparador 27. La salida del módulo de detección de señales de alta energía 22 se aplica al módulo de retardo 21 para cambiar el retardo o el tipo de retardo. El cambio de la retardo se realiza en un módulo de gestión del retardo 28. Si se detecta una primera onda o una primera señal de alta energía, el retardo se controla para que funcione en retardo largo o lento. De lo contrario, el retardo es rápido o corto por defecto o durante una sucesión de ondas de alta energía. Por ejemplo, en la primera onda de alta energía, el retardo se vuelve largo. A continuación, en cuanto se produce la segunda onda de alta energía, el retardo vuelve a ser corto, ya que se trata de una secuencia de onda de alta energía representativa de un fallo diferencial.

El umbral de detección de señales de alta energía SP del módulo de detección de señales de alta energía 22 para el control de la transición a un retardo de tiempo lento o largo es mayor que el umbral de protección diferencial SD.

25 En la realización mostrada en la figura 3, el dispositivo de protección diferencial 2 está, en este caso particular, asociado a un dispositivo de protección de arco 29. Dicho dispositivo de protección diferencial y dicho dispositivo de protección contra el arco eléctrico tienen preferentemente un sensor de medición de corriente diferencial común. El sensor de corriente diferencial 8 es preferentemente un sensor con un circuito magnético 6 hecho de materiales de ferrita. El circuito magnético de ferrita también tiene la ventaja de ser menos costoso que los circuitos magnéticos de hierro-níquel. Sin embargo, la invención también es aplicable a todo tipo de material magnético, como los dispositivos con circuitos magnéticos de hierro-níquel para mejorar la inmunidad a las señales de interferencia.

La figura 4 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de protección diferencial según una tercera realización de la invención. El módulo de detección de señales de alta energía 22 comprende:

- 35 - al menos un primer umbral alto SPA para la detección de señales de alta energía por encima de un umbral de protección diferencial SD para el control de la transición a un retardo lento o largo, y
- al menos un segundo umbral bajo SPB para detectar señales de alta energía superiores a un umbral de protección diferencial SD para el control de la transición a un retardo rápido o corto.

Así, la señal de corriente diferencial rectificadora Id I Id I se aplica a dos comparadores 27A y 27B. El primer comparador 27A compara la señal diferencial con un primer umbral alto SPA. Si se supera este umbral alto, se ordena un retardo lento o largo de 28A. El segundo comparador 27B compara la señal diferencial con un segundo umbral bajo SPB. Si este umbral bajo se supera mientras el primer umbral alto ya fue superado en un ciclo anterior, se ordena un retardo rápido o corto 28B. Para mejorar el funcionamiento de la transición de los retardos, el módulo de detección de señales de alta energía 22 incluye una inhibición 30 del control de detección de señales de alta energía durante un periodo de tiempo predeterminado inferior a la mitad de una alternancia de una señal de corriente alterna de una red eléctrica a proteger. Preferiblemente este tiempo de inhibición es del orden de 5 ms. En la figura 4, el silenciamiento es controlado por la salida del comparador 27A. Cuando se ordena el retardo de tiempo largo, se ordena un retorno a un retardo de tiempo corto después de un tiempo de espera predeterminado. Este retorno está representado en la figura 4 por un módulo 31.

50 El módulo de retardo de disparo 21 comprende una gestión de retardo de disparo que incluye un contador 35 para controlar el tiempo de retardo de disparo. El contador funciona con un incremento para retardos lentos o rápidos y un decremento para un efecto de memoria. Los retardos lentos o rápidos se controlan cuando se detecta un fallo diferencial y la función de memoria se controla cuando el fallo diferencial ya no está presente. Para mejorar el funcionamiento de la detección de fallos diferenciales, el módulo 20 incluye un filtro de paso bajo 32 en la entrada de la señal de corriente diferencial. Preferiblemente, la constante de tiempo del filtro es muy baja, del orden de 2 ms, para no aumentar el tiempo de procesamiento.

La figura 5 muestra un diagrama esquemático de un primer modo de control de un contador 35 de retardo para un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención. El contador tiene una entrada Ck conectada a un reloj 36 y una entrada conectada a la salida del módulo de detección de fallos diferenciales 20 para

seleccionar el incremento del contador en caso de fallo o su disminución cuando el fallo desaparece hasta un valor bajo, por ejemplo cero. La salida del contador se compara en un módulo 37 con un valor umbral para controlar el disparo D y el control del relé. En esta realización, el módulo de detección de señales de alta energía 22 controla un umbral de retardo bajo TDS1 para un retardo corto o rápido y un umbral alto TDS2 para un retardo lento o largo. Así, el contador tiene un valor objetivo bajo para el tiempo de retardo corto o rápido y un valor objetivo alto para el tiempo de retardo largo o lento.

La figura 6 muestra un diagrama esquemático de un segundo modo de control de un contador 35 de retardo para un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención. El contador tiene una entrada de reloj Ck conectada a un primer reloj 36A y a un segundo reloj 36B. Al igual que en la figura 5, se conecta una entrada a la salida del módulo de detección de fallos diferenciales 20 para seleccionar el incremento del contador en caso de fallo o su disminución cuando el fallo desaparece. La salida del contador se compara en un módulo 37 con un valor umbral TDS para controlar el disparo D y el control del relé. En esta realización, el valor umbral TDS está predeterminado y el módulo de detección de señales de alta energía 22 controla el primer reloj CK1 a un valor rápido para un retardo corto o rápido y el segundo reloj CK2 a un valor lento para un retardo lento o largo. Por supuesto, ambos relojes pueden hacerse con un solo reloj con dos valores de funcionamiento. Así, el contador tiene un incremento alto para el tiempo de retardo corto o rápido y un incremento bajo para el tiempo de retardo largo o lento.

Las figuras 7A a 7C muestran señales con una señal de perturbación en un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención. La figura 7A muestra el funcionamiento de un módulo de detección de señales de alta energía 22, la figura 7B muestra el funcionamiento de un módulo de detección de fallos diferenciales 20 y la figura 7C muestra el funcionamiento del módulo de gestión del retardo de disparo 21 para una onda perturbadora de alta energía. En la figura 7B, en un tiempo t1, una señal de corriente diferencial IdF, en este caso filtrada, supera el umbral de protección diferencial SD, se activa entonces el retardo de disparo, se representa por el incremento de un contador CPT en la figura 7C. Entonces, en la figura 7A, en un tiempo t2 la señal de corriente diferencial Id supera el umbral de detección de señales de alta energía, el umbral de retardo objetivo cambia de un valor bajo TDS1 para un retardo corto o rápido a un valor alto TDS2 para un retardo largo o lento. A continuación, en un tiempo t3 la señal de fallo diferencial cae por debajo del umbral de fallo diferencial SD y el contador disminuye con una lenta disminución. Como el contador no ha alcanzado el umbral TDS2, no se produce el disparo y el dispositivo es inmune a la perturbación de una onda de muy alta energía. El retardo volverá al umbral TDS1 después de un largo tiempo de retorno, mucho después de que el contador haya disminuido por debajo del umbral TDS1.

Las figuras 8A a 8C muestran señales con una fuerte señal alterna de tipo clase CA en un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención. En este caso, el periodo global de las señales rectificadas en el secundario del sensor es del orden de 10 ms. La figura 8A muestra el funcionamiento de un módulo de detección de señales de alta energía 22, la figura 8B muestra el funcionamiento de un módulo de detección de fallos diferenciales 20 y la figura 8C muestra el funcionamiento del módulo de gestión de retardo de disparo 21 para una corriente alterna de alta energía. En la figura 8B, en un tiempo t5, una señal de corriente diferencial IdF, en este caso filtrada, supera el umbral de protección diferencial SD, se activa entonces el retardo de disparo, se representa por el incremento de un contador CPT en la figura 8C. Entonces, en la figura 8A, en un tiempo t6 la señal de corriente diferencial Id supera un primer umbral alto SPA de detección de señales de alta energía, el umbral de retardo objetivo cambia de un valor bajo TDS1 para un retardo de tiempo corto o rápido a un valor alto TDS2 para un retardo de tiempo largo o lento. Entonces, en un momento t7 la señal de corriente diferencial Id supera un segundo umbral bajo SPB para detectar señales de alta energía, el umbral de retardo objetivo cambia de un valor alto TDS2 para un retardo largo o lento a un valor bajo TDS1 para el retardo corto o rápido. Como el incremento del contador ha continuado, el valor de retardo supera el umbral bajo TDS1 para un retardo rápido y el disparo se activa en el tiempo t7. Sin este cambio en el retardo, el contador habría continuado hasta el tiempo t8, ya que el umbral de fallo diferencial SD se supera continuamente. Al producirse el disparo en el tiempo t7, el tiempo de disparo está garantizado incluso en presencia de señales diferenciales de muy alta energía.

Las figuras 9A a 9C muestran las señales de alta corriente de clase A rectificadas sucesivamente en un dispositivo de protección diferencial según una realización de la invención. Dado que la señal se rectifica en las líneas del conductor primario, el periodo global de las señales es de unos 20 ms. La figura 9A muestra el funcionamiento de un módulo de detección de señales de alta energía 22, la figura 9B muestra el funcionamiento de un módulo de detección de fallos diferenciales 20 y la figura 9C muestra el funcionamiento del módulo de gestión de retardo de disparo 21 para una corriente alterna de alta energía. En la figura 9B, en un tiempo t10, una señal de corriente diferencial IdF, en este caso filtrada, supera el umbral de protección diferencial SD, se activa entonces el retardo de disparo, se representa por el incremento de un contador CPT en la figura 9C. Entonces, en la figura 9A, en un tiempo t11 la señal de corriente diferencial Id excede un primer umbral alto SPA para detectar señales de alta energía, el umbral de retardo objetivo cambia de un valor bajo TDS1 para un retardo corto o rápido a un valor alto TDS2 para un retardo largo o lento. Entonces, en un momento t12 la señal de corriente diferencial Id supera un segundo umbral bajo SPB para detectar señales de alta energía, el umbral de retardo objetivo cambia de un valor alto TDS2 para un retardo largo o lento a un valor bajo TDS1 para el retardo corto o rápido. Como el incremento del contador ha continuado, el valor de retardo supera el umbral bajo TDS1 para un retardo rápido y el disparo se activa en el tiempo t12. Al producirse el disparo en el tiempo t12, el tiempo de disparo está garantizado incluso en

presencia de señales diferenciales de muy alta energía. Para mejorar aún más el rendimiento, el dispositivo tiene un tiempo de inhibición de control de la señal de alta energía TI del orden de 5 ms.

Un procedimiento de protección diferencial según la invención que comprende:

- la medición de una señal de corriente diferencial Id,
- 5 - procesamiento de fallos diferenciales para proporcionar una señal de disparo D cuando la señal de fallo diferencial Id supera un umbral de disparo predeterminado SD durante un tiempo predeterminado TD, y
- detección de señales diferenciales de alta energía,

10 incluye la gestión del retardo de disparo para controlar el tiempo de retardo TD en función de la detección de la presencia de señales de alta energía, cambiando dicho tiempo de retardo a retardo largo cuando se detecta una primera onda de alta energía.

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de la gestión de retardo en un procedimiento según la invención. Una etapa 40 inicia la gestión del retardo de disparo. En la etapa 41, el retardo se selecciona como corto o rápido por defecto. Una etapa 42 detecta señales de alta energía, como una primera onda perturbadora. Si se detecta una señal de alta energía, una etapa 43 cambia el retardo a retardo largo o lento para evitar disparos no deseados. En una etapa 44, un tiempo de espera TI de algunos milisegundos inhibe el control para esperar otras posibles ondas de corriente alta. Así, la detección de señales de alta energía implica la inhibición del control de detección de señales de alta energía durante un periodo de tiempo predeterminado inferior a la mitad de una alternancia de una señal de corriente alterna de una red eléctrica a proteger, por ejemplo 5 ms. La etapa 45 continúa controlando la aparición de sucesivas ondas de corriente alta. En este caso, el sistema está en presencia de un fallo eléctrico de alta intensidad y una etapa 46 selecciona un retardo de disparo corto para garantizar tiempos de disparo normalizados y cortos. Si no hay ningún fallo después de la primera onda de perturbación, una etapa 47 controla el retorno a un retardo corto por defecto, por ejemplo después de 500 ms. Así, la gestión del retardo de disparo controla la transición del retardo de disparo a un retardo corto por defecto mientras no se detecte una primera onda o cuando se detecte una sucesión de ondas de alta energía.

25 La figura 11 muestra un diagrama de flujo de la protección diferencial en un procedimiento según la invención. La gestión del retardo de disparo incluye un contador para controlar la duración del retardo de disparo, dicho contador tiene un incremento para los retardos lentos o rápidos y un decremento para un efecto de memoria. Los retardos lentos o rápidos se controlan cuando se detecta un fallo diferencial. La función de memoria se controla cuando el fallo diferencial ya no está presente.

30 En una etapa 50, se inicia la detección de fallos diferenciales. Una etapa 51 realiza un filtrado de paso bajo para suavizar un poco la señal de corriente diferencial. En una etapa 52, la señal de corriente diferencial Id se compara con un umbral de detección de fallos diferenciales SD. Si se sobrepasa el umbral SD, una etapa 53 incrementa un contador CPT en tiempo de retardo corto o rápido o en tiempo de retardo largo o lento en función de la gestión del retardo y de la presencia de señales de alta energía. Si no se supera el umbral SD, una etapa 54 disminuye el contador CPT hasta un valor mínimo. Preferiblemente, el decremento es más lento que el incremento. Una etapa 55 compara el valor del contador CPT con un valor de retardo de disparo lento o rápido. Si se supera este valor, una etapa 56 activa el relé para abrir un dispositivo eléctrico. En caso contrario, la protección diferencial continúa.

40 En la descripción anterior, la referencia de corriente diferencial Id indica todas las formas de representación de la corriente diferencial tanto en el primario del sensor 1 como en el secundario en forma de señal analógica o digital representativa. Lo mismo ocurre con los valores de umbral, de corriente tiempo de retardo.

Los módulos del dispositivo y las etapas del procedimiento pueden implementarse en circuitos electrónicos o en forma programada, en particular en microcontroladores. Preferiblemente, se implementarán en varias tecnologías en circuitos especializados que comprendan funciones analógicas, digitales y programadas.

45 El aparato eléctrico mostrado en las figuras 1 y 2 es un aparato bipolar con dos líneas de fase y neutro. Sin embargo, la invención es igualmente aplicable a dispositivos bipolares o tripolares o tetrapolares.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de protección diferencial que comprende:
 - un sensor de medición (1, 6, 8) de corriente diferencial (Id), y
 - una unidad de procesamiento de fallos diferenciales (2) conectada a dicho sensor de medición para recibir una señal de medición de corriente diferencial (Id) y proporcionar una señal de disparo (D) a un actuador (4), comprendiendo dicha unidad de procesamiento:
 - un módulo de detección de fallos diferenciales (20) que recibe una señal representativa de una corriente diferencial (Id) y proporciona una señal representativa de una superación del umbral de fallo diferencial (SD),
 - un módulo de retardo de disparo (21) controlado por dicho módulo de detección de fallos diferenciales (20) para activar dicho retardo de disparo cuando se supere dicho umbral de fallo diferencial, y
 - un módulo de detección de señales de alta energía (22),

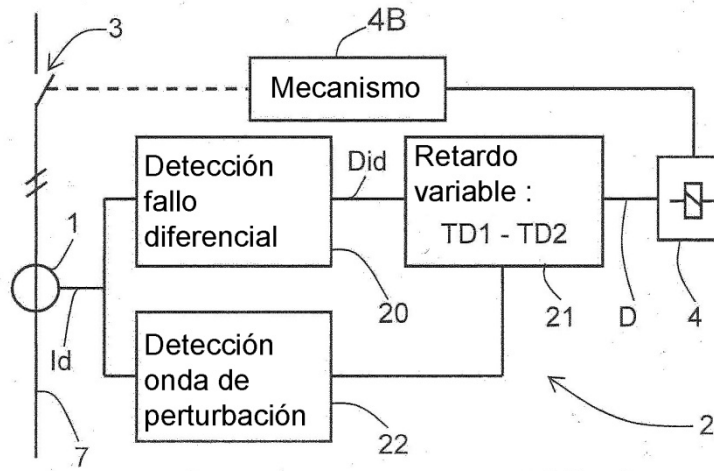
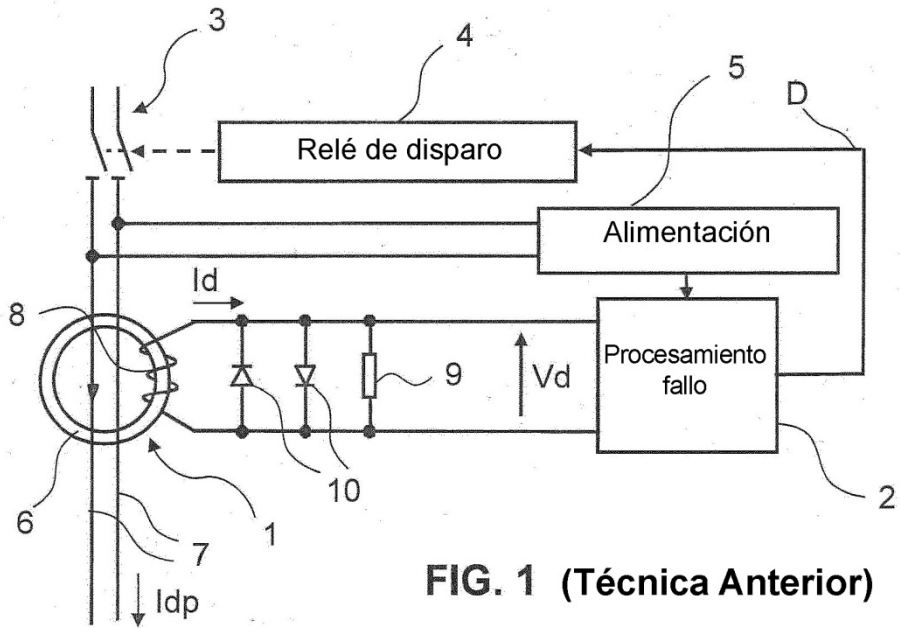
caracterizado porque dicho módulo de retardo de disparo (21) está conectado a dicho módulo de detección de señales de alta energía (22) e incluye una gestión de retardo de disparo (28) para controlar el tiempo de retardo de disparo (TD) en función de la detección de la presencia de señales de alta energía, comprendiendo dicho módulo de retardo de disparo (21):

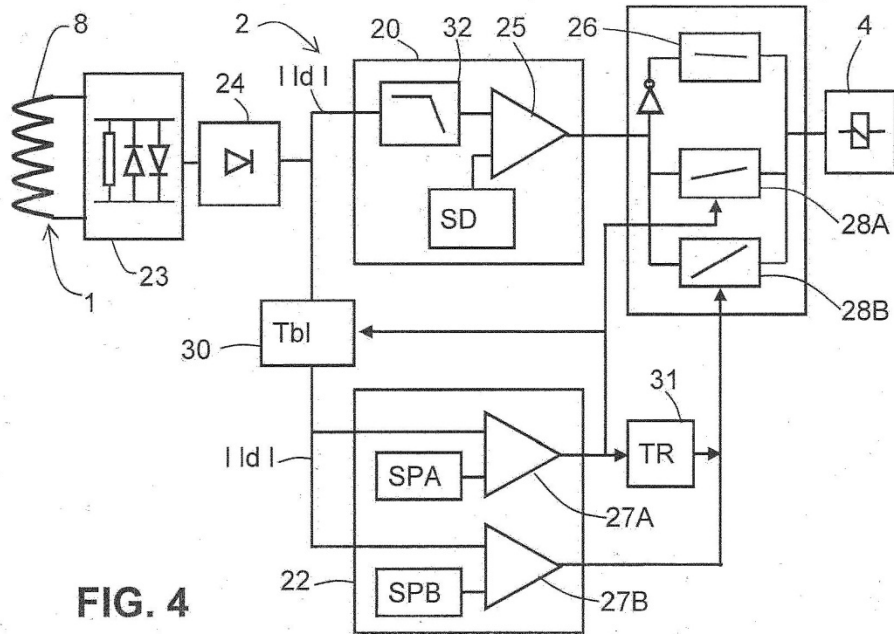
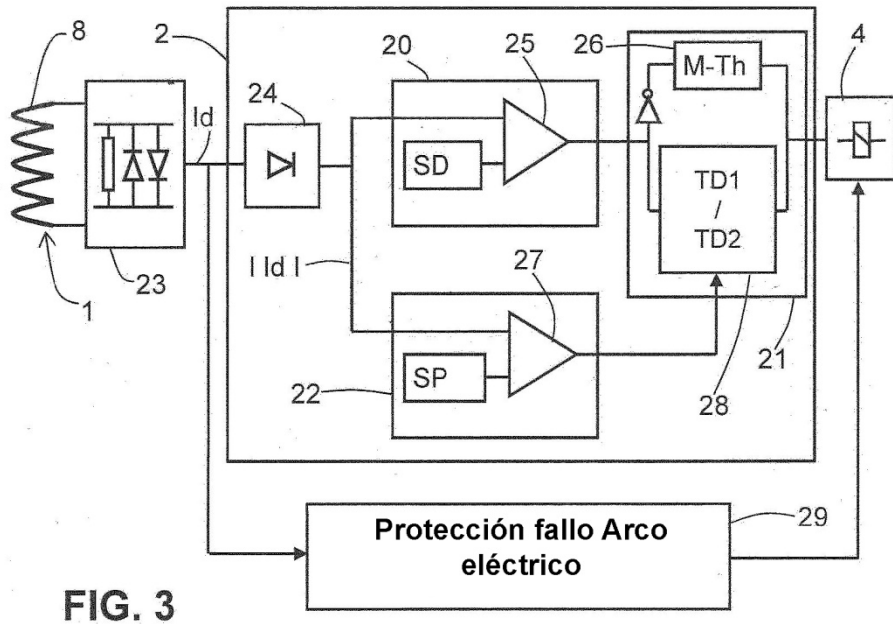
 - un retardo largo o lento (TD2) controlado cuando el módulo de detección de señales de alta energía detecta una primera onda de alta energía, y
 - un retardo corto o rápido por defecto (TD1) mientras no se detecte una primera onda o cuando se detecte una sucesión de ondas de alta energía, y

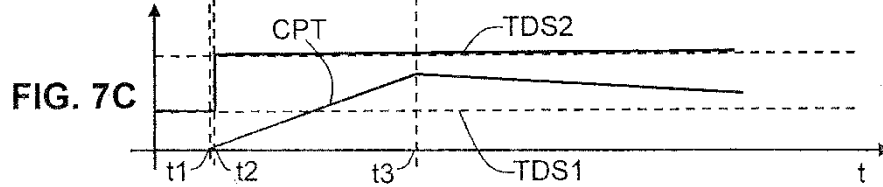
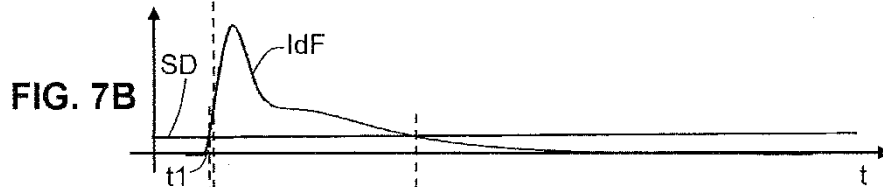
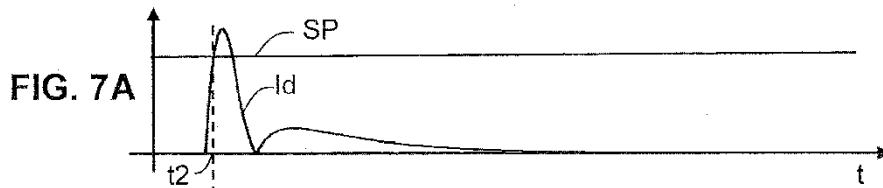
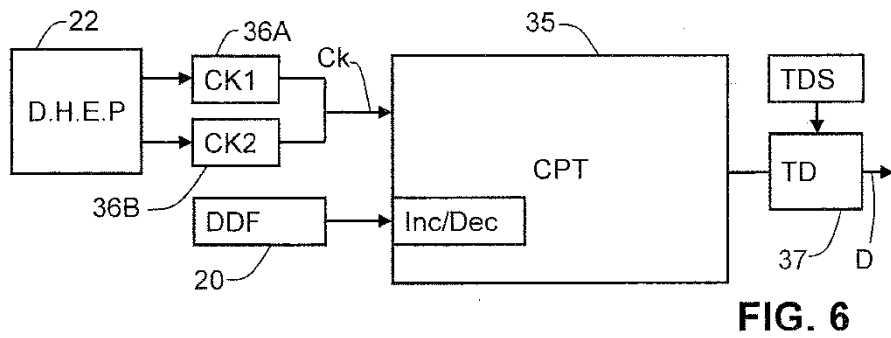
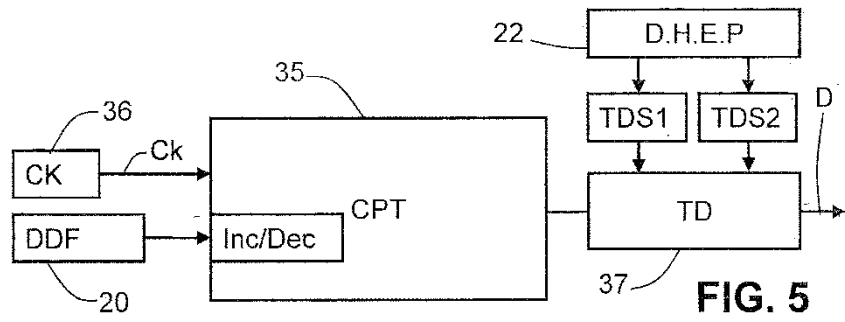
comprendiendo dicho módulo de detección de señales de alta energía (22) al menos un umbral de detección de señales de alta energía (SP, SPA, SPB) superior a un umbral de protección diferencial (SD) para el control de la transición a un retardo lento o largo (TD2), detectándose dichas señales y/u ondas de alta energía cuando se sobrepasa dicho umbral de detección de señales de alta energía (SP, SPA, SPB).
2. Dispositivo de protección según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho módulo de detección de señales de alta energía (22) comprende:
 - al menos un primer umbral (SPA) para detectar señales de alta energía por encima de un umbral de protección diferencial (SD) para el control de la transición a un retardo lento o largo (TD2),
 - al menos un segundo umbral bajo (SPB) para detectar señales de alta energía por encima de un umbral de protección diferencial (SD) para el control de la transición a un retardo rápido o corto (TD1).
3. Dispositivo de protección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** dicho módulo de detección de señales de alta energía (22) comprende una inhibición (30, 44) del control de detección de señales de alta energía para una duración predeterminada (TI) inferior a la mitad de una alternancia de una señal de corriente alterna de una red eléctrica a proteger.
4. Dispositivo de protección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** dicho módulo de retardo de disparo (21) comprende un sistema de gestión de retardo de disparo que comprende un contador (CPT, 35) para controlar dicho tiempo de retardo de disparo (TD), presentando dicho contador un incremento (28A, 28B, 53) para los retardos lentos o rápidos y un decremento (26) para un efecto de memoria, siendo los retardos lentos o rápidos (TD1, TD2) controlados cuando se detecta un fallo diferencial y siendo controlada la función de memoria (26, 54) cuando dicho fallo diferencial ya no está presente.
5. Dispositivo de protección según la reivindicación 4 **caracterizado porque** dicho contador (CPT, 35) tiene un incremento alto (28B, CK1) para el retardo corto o rápido y un incremento bajo (28A, CK2) para el retardo largo o lento.
6. Dispositivo de protección según la reivindicación 5 **caracterizado porque** dicho contador (CPT) tiene un valor objetivo bajo (TDS1) para el retardo corto o rápido y un valor objetivo alto (TDS2) para el retardo largo o lento.
7. Dispositivo de protección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el sensor de medición de corriente diferencial (Id) (1, 6, 8) es un sensor que comprende un circuito magnético (6) hecho de materiales de ferrita.
8. Dispositivo de protección según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** dicho dispositivo de protección diferencial (2) está asociado a un dispositivo de protección contra el arco eléctrico (29), teniendo dicho dispositivo de protección diferencial y dicho dispositivo de protección contra el arco eléctrico un sensor de medición de corriente diferencial común (1, 6, 8).
9. Aparato de conmutación eléctrico que comprende los conductores principales (7) conectados en serie con los contactos principales (3) y un mecanismo (4) de apertura de dichos contactos principales, **caracterizado porque** comprende un dispositivo de protección diferencial según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8

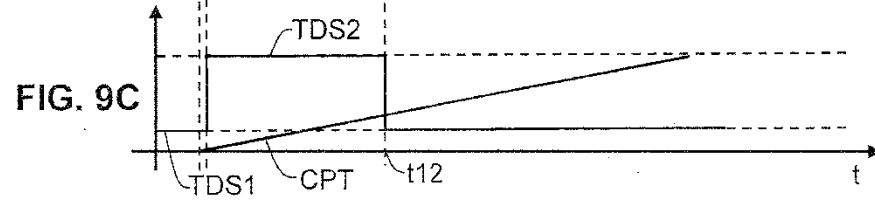
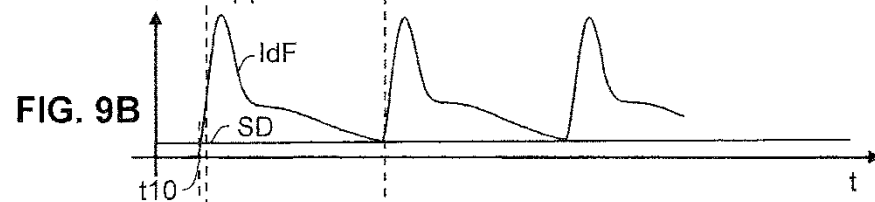
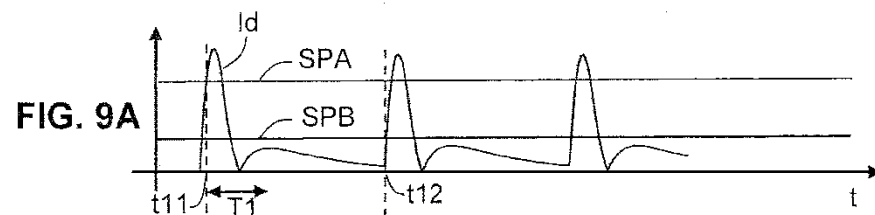
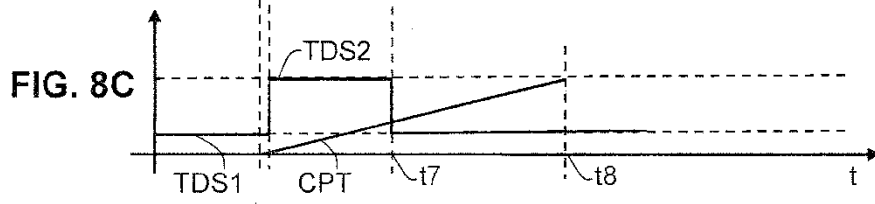
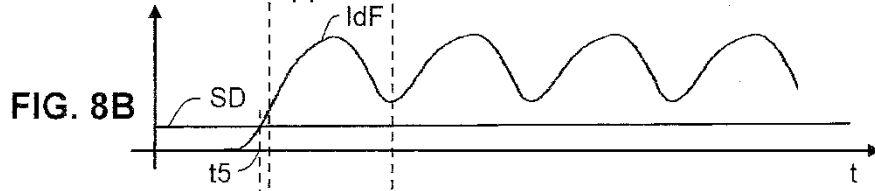
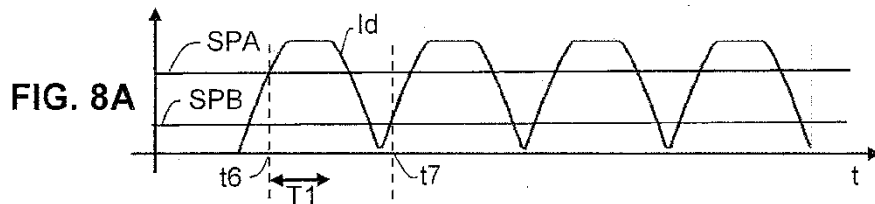
que comprende una gestión del retardo de disparo en función de la detección de la presencia de señales de alta energía, estando dichos medios de medida (1) dispuestos alrededor de los conductores principales (7) para medir una corriente diferencial (Id), y cooperando dichos medios de accionamiento con dicho mecanismo de apertura (4).

- 5 10. Procedimiento de protección diferencial que comprende:
- la medición (50) de una señal (Id) representativa de una corriente diferencial,
 - el procesamiento de fallos diferenciales (52) para proporcionar una señal de disparo (D) cuando la señal de fallo diferencial supera un umbral de disparo predeterminado (SD) durante un período de tiempo predeterminado (TD),
 - 10 - la detección (42, 45) de señales diferenciales de alta energía,
- Caracterizado porque** comprende una gestión (42, 43, 44, 45) del retardo de disparo para controlar la duración del retardo (41, 43, 46) en función de la detección de la presencia de señales de alta energía, pasando dicho retardo (43) a un retardo largo (TD2) cuando se detecta una primera onda de alta energía, la detección (22) de señales diferenciales de alta energía comprende al menos un umbral de detección de señales de alta energía (SP, SPA, SPB) mayor que un umbral de protección diferencial (SD) para el control de la transición a un retardo lento o largo (TD2), siendo detectadas dichas señales y/o ondas de alta energía cuando se supera dicho al menos un umbral de detección de señales de alta energía (SP, SPA, SPB).
- 15
11. Procedimiento de protección diferencial según la reivindicación 10, **caracterizado porque** dicha gestión del retardo de disparo controla la transición (41) del retardo de disparo a retardo corto (TD1) por defecto mientras no se detecte una primera onda o cuando se detecte una sucesión de ondas de alta energía (45).
- 20
12. Procedimiento de protección diferencial según una de las reivindicaciones 10 u 11 **caracterizado porque** dicha detección (22) de señales de alta energía comprende una inhibición (44) del control de detección de señales de alta energía durante una duración predeterminada (TI) inferior a la mitad de una alternancia de una señal de corriente alterna de una red eléctrica a proteger.
- 25
13. Procedimiento de protección diferencial según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12 **caracterizado porque** dicha gestión de retardo de disparo comprende un contador (CPT) para controlar el tiempo de retardo de disparo (TD), presentando dicho contador un incremento (53) para los retardos lentos o rápidos y un decremento (54) para un efecto de memoria, siendo los retardos lentos o rápidos controlados cuando se detecta un fallo diferencial (52) y siendo controlada la función de memoria cuando el fallo diferencial ya no está presente.
- 30









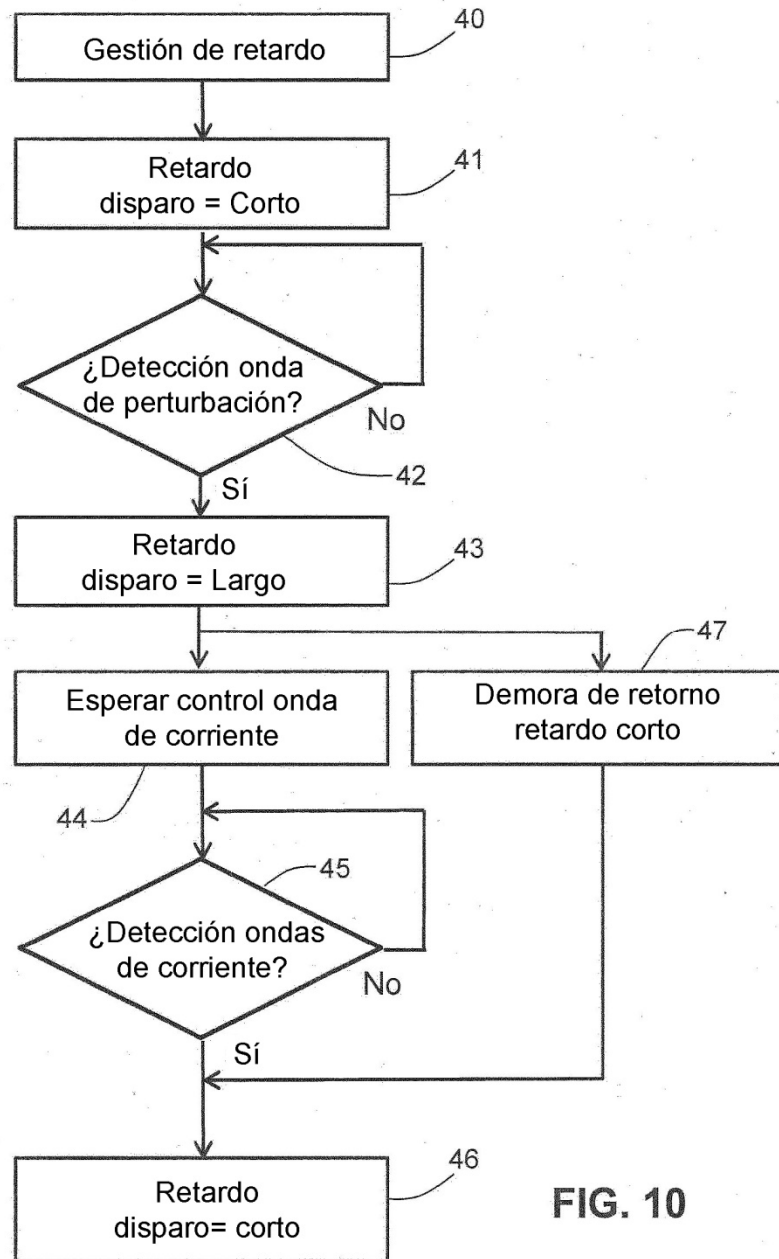


FIG. 10

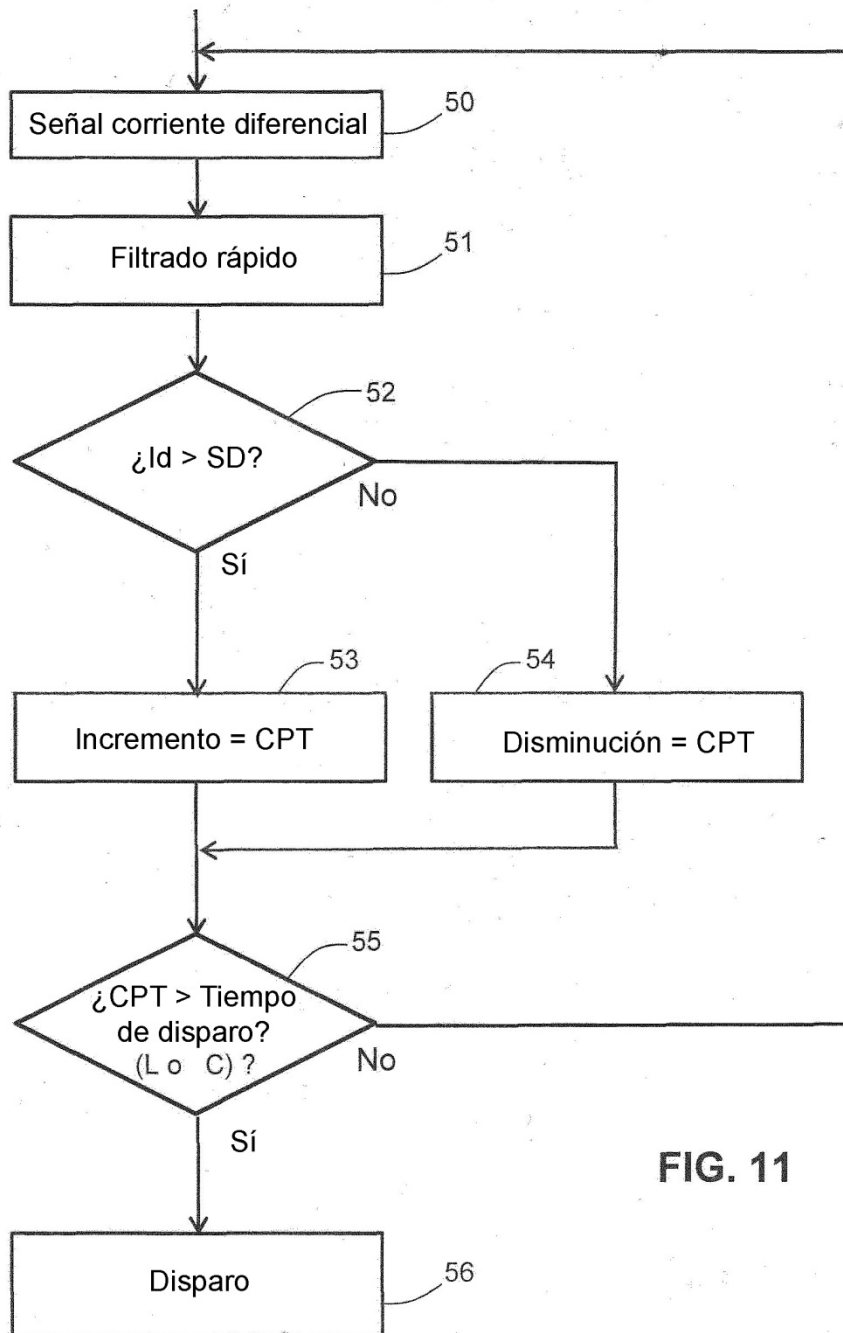


FIG. 11