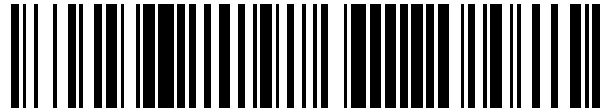


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 924 657**

51 Int. Cl.:

**H02H 3/38** (2006.01)  
**G01R 31/42** (2006.01)  
**H02H 7/122** (2006.01)  
**H02H 7/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2020** **E 20167904 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2022** **EP 3719947**

54 Título: **Procedimientos y sistemas de protección eléctrica**

30 Prioridad:

**05.04.2019 FR 1903678**

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

**10.10.2022**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NEYRET, YANNICK**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 924 657 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

Procedimientos y sistemas de protección eléctrica

La presente invención se refiere al campo de las redes de distribución de electricidad, y más concretamente a las microrredes (denominadas "microgrid" o "nanogrid" en inglés).

5 Las microrredes se utilizan normalmente en edificios residenciales, comerciales o industriales para generar y almacenar electricidad a nivel local, mientras que por otra parte están conectadas a una red pública de distribución de electricidad.

10 En particular, las microrredes facilitan el uso de fuentes de energía distribuidas, y más concretamente el uso de fuentes de energía renovables, como turbinas eólicas, turbinas mareomotrices o paneles fotovoltaicos. Las microrredes también pueden incluir dispositivos de almacenamiento de energía, como baterías. Las microrredes pueden utilizarse ventajosamente para proporcionar un suministro estable y continuo de electricidad cuando la red pública no es suficientemente fiable.

15 En la práctica, las microrredes se utilizan para suministrar energía eléctrica a una o más cargas eléctricas que están protegidas por dispositivos de protección eléctrica, como disyuntores o interruptores de fusibles, que pueden o no estar controlados a distancia.

Sin embargo, la desventaja de las microrredes es que es difícil gestionar los fallos eléctricos cuando la microrred está desconectada de la red pública.

En particular, es deseable poder aislar y localizar rápidamente el origen de un fallo eléctrico, sin afectar al suministro de energía al resto de la microrred.

20 Normalmente, cuando una microrred está conectada a la red pública, ésta absorbe las variaciones de carga puntuales y garantiza la estabilidad de la tensión eléctrica en amplitud y frecuencia. Además, en caso de un fallo eléctrico, como un cortocircuito o un fallo de aislamiento, la sobrecorriente resultante de este fallo tiene un elevado valor de intensidad, por ejemplo del orden de 10 a 20 veces el valor de la intensidad nominal de la instalación. Los dispositivos de protección eléctrica afectados por el fallo reaccionan de forma automática y rápida, aislando así la parte de la microrred en la que se origina el fallo eléctrico, sin afectar al funcionamiento del resto de la microrred.

Sin embargo, cuando la red pública está desconectada, este comportamiento no está garantizado.

Tradicionalmente, muchas microrredes han incluido un grupo electrógeno para complementar los sistemas de almacenamiento de energía y las fuentes de energía renovable, lo que ha tenido éxito durante mucho tiempo.

30 Típicamente, un grupo electrógeno de este tipo comprende un motor de combustión interna, como un motor diesel, acoplado a una máquina rotativa, como un alternador.

En particular, cuando la microrred está desconectada de la red pública, el grupo electrógeno permite estabilizar la microrred y, en caso de fallo eléctrico, desempeña un papel comparable al que normalmente desempeña la red pública, garantizando así que el fallo eléctrico se resuelva satisfactoriamente.

35 Sin embargo, el uso de grupos electrógenos diésel en las microrredes a veces ya no se desea debido a las nuevas normas medioambientales y a las mayores restricciones reglamentarias. Por lo tanto, es necesario garantizar que la microrred se comporte satisfactoriamente en caso de fallo eléctrico.

40 En la práctica, en ausencia de un grupo electrógeno, cuando la microrred está desconectada de la red pública, el suministro de energía se asegura mediante los inversores del dispositivo de almacenamiento de energía y de los dispositivos de producción de energía renovable, que, sin embargo, se comportan de manera diferente al alternador de un grupo electrógeno, en particular porque el alternador, en virtud de su construcción, posee una inercia mecánica que facilita la estabilización de la microrred en caso de corte de energía y proporciona una sobrecorriente significativa en caso de cortocircuito.

45 En particular, las fuentes de energía como los paneles solares son generalmente fuentes de corriente que son controladas por el voltaje de la fuente de tensión, siendo la fuente de tensión en dicha microrred el inversor del dispositivo de almacenamiento.

Uno de los problemas es que, en caso de fallo eléctrico, el inversor del dispositivo de almacenamiento de energía sólo puede mantener la energía durante un periodo de tiempo muy corto, normalmente no más de unos pocos segundos, antes de fallar y dejar de alimentar la microrred.

50 Además, la sobrecorriente del inversor tiene una intensidad muy cercana al valor de la intensidad nominal, por ejemplo del orden de 1,2 veces el valor de la intensidad nominal. Esta sobrecorriente es insuficiente en intensidad y duración para que los dispositivos de protección eléctrica más convencionales, como los fusibles o los disyuntores electromecánicos, se disparen realmente.

Por lo tanto, existe el riesgo de que los dispositivos de protección no puedan realizar su función y que el inversor deje de suministrar energía a la microrred antes de que se pueda localizar y aislar el fallo eléctrico. Cuando el inversor se reinicie posteriormente, el fallo seguirá estando presente y volverá a provocar un fallo en la microrred, lo que dificultará en gran medida que un equipo de mantenimiento encuentre y aisle el fallo.

- 5 También existe el riesgo de que, debido al elevado tiempo de reacción de los dispositivos de protección en tales circunstancias, el fallo eléctrico dañe la microrred y provoque un incendio.

10 El uso de dispositivos de protección de sobrecorriente dependientes de la tensión, como las protecciones del tipo ANSI 51V, no siempre es posible o deseable en las microrredes, por un lado, debido al elevado coste de implementación (ya que a menudo requiere la adición de un relé de protección electrónico externo a los interruptores) y, por otro lado, debido a la complejidad de su instalación y parametrización (ya que requiere ajustes de varios parámetros adicionales para cada dispositivo de protección, el cálculo de esquemas de protección específicos, ..) que consumen mucho más tiempo y requieren habilidades mucho más avanzadas o inusuales por parte de los instaladores y las oficinas de ingeniería encargadas de la instalación y el mantenimiento de la microrred.

15 Los siguientes documentos describen ejemplos de sistemas de detección para identificar un fallo eléctrico, pero estos sistemas no se refieren principalmente a las microrredes: DE 10 2016 213170 A1, EP 2527091 A2, DE 10 2016 103090 A1 y DE 10 2015 110288 A1.

Por lo tanto, existe la necesidad de una solución para detectar fallos eléctricos en una instalación eléctrica, especialmente en una microrred y, más concretamente, en una microrred sin grupo electrógeno diésel, que sea fiable, barata y fácil de implementar.

20 Para ello, según un aspecto de la invención, un procedimiento que comprende la implementación, por parte de un módulo electrónico de vigilancia asociado a un dispositivo de protección eléctrica, de etapas que consisten en:

- medir, repetidamente, una tensión eléctrica y una corriente eléctrica en una conexión eléctrica a la que está asociado dicho dispositivo de protección eléctrica;
- 25 - calcular repetidamente, a partir de los valores de corriente medidos, una primera media móvil y una segunda media móvil, calculándose la segunda media móvil para un período más largo que la primera media móvil;
- comparar el valor de tensión medido con un valor de umbral de tensión predefinido;
- comparar el valor actual de la primera media móvil con el valor actual de la segunda media móvil;
- 30 - identificar una condición de disparo del dispositivo de protección cuando el valor de tensión medido está por debajo del valor de umbral de tensión predefinido durante un período de tiempo mayor que un umbral de duración predefinido y el valor de corriente de la primera media móvil es mayor que el valor de corriente de la segunda media móvil.

La utilización de medias móviles calculadas a partir de los valores de corriente medidos permite detectar un fallo eléctrico con un umbral de disparo que se adapta automáticamente a las condiciones de funcionamiento de la red eléctrica a la que pertenecen la conexión eléctrica y el dispositivo de protección.

35 Gracias a la invención, la detección de una avería eléctrica se consigue, por tanto, de forma más fiable y relativamente sencilla.

Según aspectos ventajosos pero no obligatorios, dicho procedimiento puede incorporar una o más de las siguientes características, tomadas solas o en cualquier combinación técnicamente admisible:

- 40 - El procedimiento comprende además la emisión de una señal de alerta por parte del módulo electrónico de vigilancia cuando se identifica una condición de disparo.
- El procedimiento consiste en que el módulo electrónico de vigilancia envía una señal de disparo al dispositivo de protección cuando se identifica una condición de disparo.
- El procedimiento comprende además, cuando se identifica una condición de disparo, almacenar en la memoria del módulo electrónico de vigilancia una variable de estado que indica la presencia de una condición de disparo y poner en marcha el módulo electrónico de vigilancia, identificándose una condición de disparo si la variable de estado almacenada indica la presencia de una condición de disparo.
- 45 - Cuando se identifica una condición de disparo, el procedimiento comprende además las etapas de esperar durante un período de tiempo predefinido y luego volver a medir un valor de la tensión, inhibiéndose la condición de disparo si el valor medido de la tensión es inferior al valor de umbral de la tensión.
- 50 - El procedimiento comprende además:

- la adquisición de la información de estado emitida por un segundo módulo electrónico de vigilancia similar a dicho módulo electrónico de vigilancia, estando este segundo módulo electrónico de vigilancia asociado a un segundo dispositivo de protección conectado a continuación de dicho dispositivo de protección en el mismo enlace eléctrico;
- 5
- la inhibición de la condición de disparo para dicho dispositivo de protección si la información de estado adquirida indica que el segundo módulo electrónico de vigilancia ha identificado una condición de disparo para el segundo dispositivo de protección.
- La primera media móvil se calcula para una primera duración inferior o igual a 1 segundo, preferiblemente inferior o igual a 500 ms, y la segunda media móvil se calcula para una segunda duración superior a la primera, preferiblemente al menos cinco veces superior a la primera, siendo la segunda duración, por ejemplo, inferior o igual a 10 segundos, o inferior o igual a 5 segundos.
- 10

En otro aspecto, la invención se refiere a un sistema que comprende un dispositivo de protección eléctrica y un módulo electrónico de vigilancia asociado al dispositivo de protección eléctrica, estando el módulo electrónico de vigilancia programado para realizar las etapas de:

- medir, repetidamente, una tensión eléctrica y una corriente eléctrica en una conexión eléctrica a la que está asociado dicho dispositivo de protección eléctrica;
  - calcular repetidamente, a partir de los valores de corriente medidos, una primera media móvil y una segunda media móvil, calculándose la segunda media móvil para un período más largo que la primera media móvil;
  - comparar el valor de tensión medido con un valor de umbral de tensión predefinido;
- 15
- comparar el valor actual de la primera media móvil con el valor actual de la segunda media móvil;
  - identificar una condición de disparo del dispositivo de protección cuando el valor de tensión medido está por debajo del valor de umbral de tensión predefinido durante un período de tiempo mayor que un umbral de duración predefinido y el valor de corriente de la primera media móvil es mayor que el valor de corriente de la segunda media móvil.
- 20
- 25 Según aspectos ventajosos pero no obligatorios, dicho sistema puede incorporar una o más de las siguientes características, tomadas solas o en cualquier combinación técnicamente admisible:
- El módulo electrónico de vigilancia está integrado en el dispositivo de protección, por ejemplo, implementado por un disparador electrónico del dispositivo de protección.
  - El módulo electrónico de vigilancia está separado del dispositivo de protección y montado fuera de éste.
- 30 Según otro aspecto, la invención se refiere a una red eléctrica, en particular una microrred, que comprende:
- un dispositivo de almacenamiento de electricidad y/o un dispositivo de generación de electricidad, que suministra un enlace principal;
  - al menos una carga eléctrica, conectada al enlace principal a través de un sistema de protección como el descrito anteriormente.

35 La invención se entenderá mejor y otras ventajas de la misma quedarán más claras a la luz de la siguiente descripción de una realización de dicho procedimiento dada sólo a modo de ejemplo y hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de red de distribución eléctrica;

40 La figura 2 es una representación esquemática de un módulo electrónico de vigilancia según realizaciones de la invención asociado a un dispositivo de protección eléctrica de la red de la figura 1;

La figura 3 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento de funcionamiento del módulo electrónico de vigilancia de la figura 2 según una primera realización;

La figura 4 es una línea de tiempo de un primer ejemplo de funcionamiento del módulo electrónico de vigilancia de la figura 2;

45 La figura 5 es una línea de tiempo de un segundo ejemplo de funcionamiento del módulo electrónico de vigilancia de la figura 2;

La figura 6 es un diagrama de flujo de un ejemplo de procedimiento de funcionamiento del módulo electrónico de vigilancia de la figura 2 según una segunda realización.

La figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de red de distribución eléctrica 2, como una microrred.

La red 2 comprende un enlace eléctrico principal 4 conectado aquí a una red de distribución principal 8, como una red pública de distribución de electricidad, aquí a través de un dispositivo de protección 10 como un disyuntor.

5 Por ejemplo, la conexión eléctrica 4 comprende conductores eléctricos, como cables o barras colectoras de un cuadro eléctrico.

La red principal 8 es capaz de suministrar energía y puede desconectarse selectivamente de la red 2.

Según algunos ejemplos, la red 2 se instala en una instalación residencial, comercial o industrial.

10 La red 2 comprende uno o más dispositivos de generación de electricidad, preferentemente de fuentes de energía renovables, como turbinas eólicas, turbinas de agua o paneles fotovoltaicos, y uno o más dispositivos de almacenamiento de energía, como baterías eléctricas.

En el ejemplo ilustrado, la red 2 comprende:

- una fuente fotovoltaica SOL conectada al enlace principal 4 a través de un inversor 12 y un dispositivo de protección 14, y
- 15 - un dispositivo de almacenamiento de energía STOR conectado al enlace principal 4 a través de un inversor 16 y un dispositivo de protección 18.

Preferentemente, la red 2 carece de un grupo electrógeno, como un grupo electrógeno diesel o, más generalmente, de cualquier generador de electricidad que comprenda una máquina rotativa, como un alternador. En caso de que dicho grupo electrógeno esté físicamente presente en la red 2, el grupo electrógeno se desconecta preferentemente de la red 2 o se mantiene en estado de parada.

20 La red 2 comprende también una o varias cargas eléctricas destinadas a ser alimentadas eléctricamente por la electricidad suministrada por la red principal 8 y/o por el dispositivo de almacenamiento y/o de generación.

Las cargas eléctricas están conectadas al enlace de alimentación principal 4 a través de dispositivos de protección eléctrica 20, como disyuntores o interruptores de fusibles, controlados a distancia o no, o cualquier dispositivo de protección equivalente.

25 Por ejemplo, cada dispositivo de protección 20 está configurado, de manera conocida, para interrumpir el flujo de corriente eléctrica en un enlace eléctrico de la red 2 cuando la intensidad eléctrica que fluye en él es superior a un umbral de disparo según el estado de la técnica.

En particular, cada dispositivo de protección es conmutable entre un estado eléctricamente abierto, que impide el flujo de corriente, y un estado eléctricamente cerrado, que permite el flujo de corriente.

30 Según realizaciones de ejemplo, el dispositivo de protección 20 es de tecnología electromecánica y puede comprender contactos eléctricos separables, o cualquier otro medio de conmutación eléctrica, posiblemente conmutable mediante un actuador controlable, por ejemplo un actuador electromagnético.

La red 2 también incluye módulos electrónicos de vigilancia 22 asociados a uno o varios de los dispositivos de protección 20 y cuya función se describe con más detalle a continuación.

35 En el ejemplo ilustrado, un primer grupo de cargas eléctricas, como las cargas críticas, denotadas por la referencia Q1, están conectadas al enlace de alimentación principal 4, por ejemplo, a través de un sistema de alimentación ininterrumpida UPS ("uninterruptible power supply" en inglés) y un primer dispositivo de protección 20 con un módulo de vigilancia 22.

40 Un segundo grupo de cargas eléctricas LOAD está conectado al enlace de alimentación principal 4 a través de un segundo dispositivo de protección 20 equipado con un módulo de vigilancia 22.

Un tercer grupo de cargas eléctricas está conectado al enlace de alimentación principal 4 a través de varios dispositivos de protección en cascada 20, aquí mediante enlaces de alimentación secundarios conectados en paralelo, por ejemplo, dispuestos de forma jerárquica.

45 Por ejemplo, la referencia 24 se refiere al enlace de suministro secundario al que se asocia un dispositivo de protección de cabecera 20, aquí denominado con la referencia Q2, que forma un primer nivel de la jerarquía de la microrred 2.

Aguas abajo del dispositivo de protección principal 20, la conexión de alimentación secundaria 24 se divide en tres ramas, cada una de las cuales comprende un dispositivo de protección 20 y un módulo de vigilancia 22 asociado a un dispositivo de protección 20, formando aquí un segundo nivel.

En la figura 1, los dispositivos de protección 20 del segundo nivel se denominan "20-3" y uno de ellos se denomina aquí con la referencia Q3.

Una o varias cargas eléctricas pueden estar conectadas directa o indirectamente a continuación de los dispositivos de protección del nivel Q3.

- 5 Siempre en el ejemplo ilustrado, una de estas ramas está, después de su dispositivo de protección 20, subdividida a su vez en otras tres ramas a las que están conectadas, para cada una de ellas, una o varias cargas eléctricas por medio de un dispositivo de protección 20, que aquí no comprende un módulo de vigilancia 22, que define un tercer nivel.

- 10 En la figura 1, los dispositivos de protección 20 del tercer nivel se denominan con la referencia "20-4" y uno de ellos se denomina aquí con la referencia Q4.

Para facilitar la lectura de la figura 1, no se muestran todas las cargas eléctricas y las partes ocultas de la red 2 se muestran como líneas de puntos.

- 15 Se entiende que la red 2 descrita con referencia a la figura 1 se da como un ejemplo, no necesariamente limitante, y que, alternativamente, la red 2 podría ser diferente, por ejemplo podría tener una arquitectura y/o topología diferente, y/o comprender diferentes cargas eléctricas y dispositivos de generación y/o dispositivos de almacenamiento, tanto en términos de su naturaleza como de su número y disposición en la red 2. Sin embargo, la invención se refiere principalmente a las aplicaciones en las que las fuentes de energía están conectadas al enlace de alimentación 4 y no están dispuestas a continuación de los dispositivos de protección 20.

- 20 Según algunas realizaciones, como en el ejemplo ilustrado, no todos los dispositivos de protección 20 están equipados con un módulo de vigilancia 22.

En la práctica, en las realizaciones preferentes, sólo los dispositivos de protección 20 cuya intensidad nominal  $I_n$  es mayor o igual a una décima parte de la intensidad nominal del inversor 16 del dispositivo de almacenamiento de energía están equipados con un módulo de vigilancia 22.

- 25 La figura 2 muestra uno de los módulos de vigilancia 22 asociado a uno de los dispositivos de protección 20, por ejemplo, montado en el enlace de alimentación al que está conectado el dispositivo de protección 20.

En el ejemplo ilustrado, el enlace de alimentación 24 es un enlace trifásico y comprende tres conductores eléctricos 26, cada uno de ellos asociado a una fase eléctrica.

- 30 Según otras variantes, no ilustradas, los modos de realización descritos a continuación pueden generalizarse a otros tipos de redes, como las redes monofásicas con dos conductores (neutro y fase), las redes bifásicas con dos conductores (dos fases) o con tres conductores (dos fases y neutro), o incluso las redes trifásicas con cuatro conductores (tres fases y neutro).

El dispositivo de protección 20 está así adaptado para interrumpir una corriente eléctrica trifásica que circula por estos conductores 26.

- 35 La referencia 28 se refiere al sistema formado por la combinación del dispositivo de protección 20 y el módulo de vigilancia 22.

Por ejemplo, los módulos de vigilancia 22 de la red 2 son similares o idénticos entre sí y tienen un funcionamiento similar.

- 40 El módulo de vigilancia 22 comprende una unidad de procesamiento electrónico 30, un conjunto de sensores 32 para medir los valores de corriente y tensión eléctrica en el enlace de alimentación 24, y una interfaz de comunicación.

De acuerdo con las realizaciones, la unidad de procesamiento electrónico 30 comprende una unidad lógica computacional, como un microcontrolador programable o microprocesador, y una memoria de ordenador que forma un medio de almacenamiento de datos legible por ordenador.

- 45 Por ejemplo, la memoria es una memoria ROM, o una memoria RAM, o memoria no volátil del tipo EPROM, o EEPROM, o FLASH, o NVRAM, o una memoria óptica o magnética.

La memoria comprende aquí instrucciones ejecutables o módulos de código de software, preferentemente adaptados para implementar un procedimiento de detección como el descrito en los siguientes ejemplos cuando estas instrucciones son ejecutadas por la unidad lógica de computación.

- 50 Alternativamente, la unidad de procesamiento electrónico 30 comprende un componente lógico programable del tipo FPGA o un circuito integrado dedicado del tipo ASIC configurado para implementar el procedimiento de detección.

Según las realizaciones, los sensores 32 pueden utilizarse para medir la intensidad de la corriente eléctrica que fluye en el enlace de suministro al que está asociado el módulo de vigilancia 22, por ejemplo para medir la intensidad de la corriente en cada fase 26.

5 Los sensores 32 también pueden utilizarse para medir la tensión eléctrica entre dos fases 26 y/o en una o más fases individuales 26, por ejemplo con respecto a un potencial eléctrico de referencia.

Por ejemplo, el conjunto de sensores 32 comprende uno o más sensores de corriente y uno o más sensores de tensión. Los sensores de corriente pueden incluir un toroide Rogowski, o un transformador de corriente, o un sensor de efecto Hall, o un sensor de derivación. Los sensores de tensión pueden incluir, entre otros, un shunt, o un transformador de tensión, o un sensor capacitivo.

10 La interfaz de comunicación comprende, por ejemplo, una primera salida 34 para enviar una señal de control de disparo al dispositivo de protección 20, por ejemplo al actuador 36 o a un dispositivo de disparo del dispositivo de protección 20, en particular para conmutar el dispositivo de protección 20 a un estado abierto en caso de detección de un fallo eléctrico.

15 Ventajosamente, el módulo de vigilancia 22 también está conectado al dispositivo de protección 20 para determinar el estado abierto o cerrado del dispositivo de protección 20.

Según ejemplos, la interfaz de comunicación comprende también una segunda salida 38 para enviar una señal de advertencia, en particular a un usuario.

Por ejemplo, la segunda salida 38 incluye un conector o un contacto seco para accionar un dispositivo remoto, como un relé, o una luz de advertencia o un zumbador conectado directamente a la segunda salida 38.

20 Alternativamente, la interfaz de comunicación puede incorporar un dispositivo de comunicación capaz de enviar dicha señal de advertencia, como una luz de advertencia o un zumbador, o un dispositivo electrónico de interfaz hombre-máquina que comprenda, por ejemplo, una pantalla de visualización.

En otras realizaciones, la segunda salida 38 comprende una interfaz de radiofrecuencia para enviar la señal de aviso a través de un enlace de comunicación por radio, por ejemplo un enlace de largo alcance.

25 Según posibles implementaciones, como se ilustra en la figura 2, el módulo de vigilancia 22 está separado del dispositivo de protección 20, es decir, es un elemento separable e independiente del dispositivo de protección 20. El módulo de vigilancia 22 está montado fuera del dispositivo de protección 20.

30 Según otras posibilidades de realización, el módulo de vigilancia 22 está integrado en el dispositivo de protección 20. Por ejemplo, el módulo de vigilancia 22 puede ser un componente separado e independiente del dispositivo de protección 20, aunque esté alojado dentro de una carcasa del dispositivo de protección 20.

Alternativamente, el módulo de vigilancia 22 se implementa, por ejemplo en forma de software, mediante una unidad de control electrónico, como un disparador electrónico, perteneciente al dispositivo de protección 20.

35 En este caso, el módulo de vigilancia 22 no tiene necesariamente su propia interfaz de comunicación o entradas/salidas, sino que puede utilizar una interfaz de comunicación o entradas/salidas de la unidad de control electrónico del dispositivo de protección 20.

Generalmente, cada uno de los módulos de vigilancia 22 está programado para implementar las etapas de:

- medir una tensión eléctrica y una corriente eléctrica en la conexión eléctrica 24 a la que está asociado el dispositivo de protección 20 al que está asociado el módulo de vigilancia 22;
- 40 - calcular una primera media móvil, la llamada media corta, y una segunda media móvil, la llamada media larga, a partir de los valores de corriente medidos;
- comparar el valor de tensión medido con un valor de umbral de tensión predefinido;
- comparar el valor actual de la primera media móvil con el valor actual de la segunda media móvil;
- identificar una condición de disparo del dispositivo de protección 20 cuando el valor de tensión medido está por debajo del valor umbral de tensión predefinido durante un período de tiempo mayor que un umbral de duración predefinido y el valor de corriente de la primera media móvil es mayor o igual que el valor de corriente de la segunda media móvil.
- 45

Las etapas de medición, cálculo y comparación se realizan, por ejemplo, repetidamente a lo largo del tiempo, por ejemplo, de forma periódica. Así, se entiende que las primeras y segundas medias móviles se construyen a partir de varias mediciones de corriente realizadas para varios instantes en el tiempo.

Por ejemplo, las comparaciones de corriente y tensión pueden realizarse para cada fase o para varias fases.

Según un ejemplo, la tensión de una fase se compara con dicho umbral y se comparan las medias móviles calculadas a partir de la corriente medida para esa misma fase.

5 En otro ejemplo, la tensión compuesta entre dos fases se compara con dicho umbral y las medias móviles se comparan para detectar un aumento de corriente en estas dos fases.

En la práctica, la condición de disparo indica la presencia de un fallo eléctrico del tipo de cortocircuito o fallo de aislamiento.

10 Según las realizaciones, una vez que se ha identificado la condición de disparo, el módulo de vigilancia 22 puede tomar una o más acciones para remediar la causa de la ocurrencia del fallo, incluyendo el envío de una señal de disparo, por ejemplo, a través de la salida 34, y/o el envío de una señal de advertencia, por ejemplo, a través de la salida 38 o cualquier elemento adecuado de la interfaz de comunicación.

Ventajosamente, la presencia de una condición de disparo se almacena en la memoria de la unidad 30, por ejemplo en forma de una primera variable de estado.

15 Por ejemplo, la primera variable de estado puede tomar un primer valor (estado inactivo) que indica la ausencia de una condición de disparo o un segundo valor (estado activo) que indica la presencia de una condición de disparo.

En la práctica, la primera media móvil se calcula a partir de una primera muestra de valores actuales acumulados durante una primera duración. La segunda media móvil se calcula a partir de una segunda muestra de valores actuales acumulados durante un segundo período más largo que el primero. En otras palabras, la segunda media móvil se calcula para un período más largo que la primera media móvil.

20 Ventajosamente, la primera duración es menor o igual a 1 segundo, o menor o igual a 500 milisegundos (ms), preferentemente menor o igual a 200ms, o incluso igual a 100ms. La segunda duración es al menos cinco veces más larga que la primera, preferiblemente siendo por ejemplo menor o igual a 10 segundos, o menor o igual a 5 segundos.

25 En ejemplos, la primera media móvil es una media móvil exponencial. La segunda media móvil es una media aritmética.

Alternativamente, la primera y la segunda media móvil pueden ser elegidas de manera diferente.

La utilización de medias móviles calculadas a partir de los valores de corriente medidos permite detectar un fallo eléctrico con un umbral de disparo que se adapta automáticamente a las condiciones de funcionamiento de la red eléctrica 2.

30 Gracias a la invención, la detección de una avería eléctrica se consigue, por tanto, de forma más fiable y relativamente sencilla.

35 En realizaciones opcionales, cuando se identifica una condición de disparo, el módulo de vigilancia 22 espera durante un periodo de tiempo predefinido (aquí señalado como T4) y entonces vuelve a medir un valor de la tensión eléctrica, siendo inhibida la condición de disparo si el valor medido de la tensión eléctrica ha vuelto a estar por encima del valor umbral de la tensión eléctrica.

Este retardo evita que el dispositivo de protección 20 se dispare si la tensión eléctrica ha vuelto mientras tanto a una amplitud nominal, reduciendo así el riesgo de falsos positivos.

40 En realizaciones ventajosas pero opcionales, el módulo de vigilancia 22 tiene una salida 40 y/o una entrada 42 para la conexión a otros módulos de vigilancia 22, por ejemplo cuando se instalan varios dispositivos de protección 20 en cascada.

En particular, esto permite aislar el fallo eléctrico en el nivel correcto entre varios dispositivos de conmutación conectados en cascada dentro de la red 2.

45 Por ejemplo, la salida 40 proporciona una señal marcada como Sel\_out a un módulo de vigilancia 22 asociado a un dispositivo de protección aguas arriba 20. La entrada 42 recibe una señal marcada como Sel\_in de uno o varios módulos de vigilancia 22 asociados a uno o varios dispositivos de protección 20 situados aguas abajo.

En el ejemplo mostrado en la Figura 1, las salidas 40 de los módulos de vigilancia 22 de nivel Q3 están conectadas a la entrada 42 del módulo de vigilancia 22 de nivel Q2 aguas arriba.

Por ejemplo, cuando una pluralidad de módulos de vigilancia 22 están conectados aguas abajo de un módulo de vigilancia 22, dichos módulos aguas abajo están conectados en paralelo, de manera que la entrada 42 puede recibir una señal Sel\_in cuando uno o más de los módulos de vigilancia 22 aguas abajo emiten una señal correspondiente.

5 Ventajosamente, pero de forma opcional, el módulo de vigilancia 22 puede almacenar información representativa del estado del módulo o módulos de vigilancia aguas abajo 22 conectados a la entrada 42, por ejemplo en forma de una segunda variable de estado.

10 Por ejemplo, la segunda variable de estado puede tomar un primer estado correspondiente a la ausencia de una señal Sel\_in en la entrada 42, indicando la ausencia de una condición de disparo en los módulos aguas abajo 22, y un segundo estado correspondiente a la presencia de una señal Sel\_in recibida en la entrada 42, indicando la presencia de una condición de disparo en uno de los módulos aguas abajo 22.

Así, según las realizaciones que incluyen dicha gestión de la selectividad, el procedimiento puede comprender además:

- adquisición de la información de estado emitida por un segundo módulo de vigilancia aguas abajo 22 asociado a un segundo dispositivo de protección 20 conectado a continuación de dicho dispositivo de protección 20 ;
- 15 - la inhibición de la condición de disparo de dicho dispositivo de protección 20 si la información de estado adquirida indica que el segundo módulo de vigilancia 22 ha identificado una condición de disparo para el segundo dispositivo de protección 20.

20 Esto permite que no se dispare un dispositivo de protección 20 aguas arriba cuando el fallo ya ha sido detectado por uno de los dispositivos de protección 20 aguas abajo. Esto evita la necesidad de desactivar la alimentación de las ramas de la red 2 que no están afectadas por el fallo eléctrico.

25 Según realizaciones de ejemplo, cuando el retardo de tiempo que implementa el retardo de tiempo T4 se utiliza en varios módulos de vigilancia 22 asociados a los dispositivos de protección 20 en cascada, el retardo de tiempo es preferentemente más corto para los módulos de vigilancia aguas abajo que para los módulos de vigilancia aguas arriba. Por ejemplo, para los módulos de vigilancia 22 en el nivel Q2, el tiempo de retardo T4 es de 300ms y para los módulos de vigilancia 22 en el nivel Q3, el tiempo de retardo es de 200ms.

En particular, esto permite garantizar la selectividad en el disparo de los dispositivos de corte conectados en cascada dentro de la red 2, por ejemplo en la misma rama de la red 2 a partir del enlace 24

La figura 3 muestra ahora un ejemplo del funcionamiento del módulo de vigilancia 22 según una primera realización.

30 Esta primera realización puede utilizarse ventajosamente, en particular, en el caso de que varios módulos de vigilancia 22 estén asociados a dispositivos de protección 20 conectados en cascada, como los dispositivos de protección de los grupos Q2 y Q3 identificados en la figura 1, incluso si son posibles otros usos.

En la etapa 100, se inicia el módulo de vigilancia 22.

35 Los sensores 32 realizan mediciones de tensión eléctrica en una etapa 102 que se repite en el tiempo. Paralelamente, los sensores 32 realizan mediciones de corriente en una etapa 104 que también se repite en el tiempo.

A medida que se repiten las mediciones de corriente y tensión, la primera media móvil se calcula en una etapa 106 y la segunda media móvil se calcula en una etapa 108.

Por ejemplo, el cálculo es realizado automáticamente por la unidad 30 y los valores actuales calculados de la primera y segunda medias móviles se almacenan en la memoria de la unidad 30.

40 De acuerdo con las realizaciones opcionales, en paralelo, la unidad de control 22 implementa una o más etapas de diagnóstico inmediatamente después del encendido.

Por ejemplo, en una etapa 110, la unidad 22 determina si el dispositivo de protección 20 está en estado abierto y, si es así, la primera variable de estado se restablece al primer valor en una etapa 112.

45 Si procede, en una etapa 114, la segunda variable de estado se restablece para indicar la ausencia de una condición de disparo en los módulos aguas abajo.

En el caso de que se identifique que el dispositivo de protección 20 está en estado cerrado, entonces en una etapa 116, el módulo 22 comprueba si la primera variable de estado está en el primer estado.

Si no es así, se ejecuta la etapa 114.

## ES 2 924 657 T3

Si la primera variable de estado es igual al primer valor, durante una etapa 118 la tensión medida se compara con un primer umbral de tensión predefinido, siendo este umbral por ejemplo igual al 70% de la tensión eléctrica nominal durante un tiempo mínimo ajustable, por ejemplo al menos 50ms.

Si la tensión medida está por encima del primer umbral, entonces se implementa la etapa 112.

- 5 Si la tensión medida está por debajo del primer umbral, entonces se implementa una etapa 120, en el que el módulo 22 comprueba si la segunda variable de estado está en el segundo estado. Si es así, el procedimiento pasa a la etapa 112.

En caso contrario, es decir, si la segunda variable de estado es igual al segundo valor que indica que no hay una condición de disparo aguas abajo, se identifica una condición de disparo.

- 10 Por consiguiente, en este ejemplo, en una etapa 122, el módulo 22 envía una señal de disparo para cambiar el dispositivo de protección 20 al estado abierto.

Alternativamente, la etapa 118 puede ser omitido y el procedimiento procede directamente a la etapa 120.

- 15 En esta primera realización, tras la etapa 114, en una etapa 130 repetida en el tiempo, el valor de tensión medido se compara con un umbral de tensión predefinido para determinar si el valor de tensión medido está por debajo del valor del umbral de tensión predefinido durante una primera duración T1 mayor que un umbral de duración predefinido.

Por ejemplo, este umbral de tensión es el mismo que el primer umbral predefinido descrito anteriormente. La primera duración es aquí mayor o igual a una duración ajustable, por ejemplo elegida como 50ms.

- 20 Paralelamente, en una etapa 132 que se repite en el tiempo, los valores actuales respectivos de la primera y la segunda media móvil se comparan entre sí para determinar si el valor actual de la primera media móvil (corta) se hace mayor (opcionalmente por un margen predefinido) que el valor actual de la segunda media móvil (larga).

Si el resultado de ambas comparaciones realizadas en la etapa 130 y en la etapa 132 es positivo, entonces se identifica una condición de disparo en la etapa 134.

- 25 De lo contrario, las etapas 102, 104, 106, 108, 130 y 132 se siguen repitiendo hasta que se complete el procedimiento.

Ventajosamente, en una etapa 136, la presencia del fallo se registra en la memoria. Por ejemplo, la primera variable de estado se hace igual al segundo valor.

- 30 A continuación, en una etapa 138, el módulo 22 emite una señal de estado que indica la presencia de la condición de disparo. Por ejemplo, la señal Sel\_out se envía a la salida 40 al módulo(s) de vigilancia conectado(s) aguas arriba 22, llegado el caso.

Preferentemente, en una etapa 140, el módulo 22 inicia la cuenta atrás del tiempo predefinido T4, por ejemplo mediante un reloj implementado por el circuito 30.

- 35 En una etapa 142, el módulo de vigilancia 22 comprueba el estado de la entrada 42, en particular para detectar la información de estado emitida por un módulo de vigilancia 22 aguas abajo que indica que un dispositivo de protección 20 conectado aguas abajo está en una condición de disparo. Por ejemplo, en la etapa 142, el módulo 22 detecta que la señal Sel\_in se recibe en la entrada 42 con un valor alto.

- 40 En este caso, en una etapa 144, la segunda variable de estado se cambia al segundo valor para indicar la presencia de una condición de disparo aguas abajo del dispositivo de protección 20. A continuación, en una etapa 146, la primera variable de estado se restablece a su primer valor, puesto que el fallo eléctrico ya ha sido detectado por un dispositivo de protección aguas abajo.

En caso de que no se reciba ninguna información de estado después de la etapa 142, entonces se implementa una etapa 141 para comprobar si el tiempo de retardo T4 ha transcurrido, es decir, si la cuenta de tiempo T4 iniciada en la etapa 140 ha terminado. Si no es así, se ejecuta de nuevo la etapa 142.

- 45 Una vez transcurrido el tiempo predefinido T4, en una etapa 148, el módulo 22 comprueba automáticamente si la tensión eléctrica medida sigue siendo inferior (o igual) al valor umbral de tensión eléctrica.

Si no es así, es decir, si el valor medido de la tensión eléctrica ha vuelto a ser mayor que el valor umbral de la tensión eléctrica, entonces la condición de disparo se inhibe y, en una etapa 150, el módulo 22 deja de emitir una señal de estado que indica la presencia de la condición de disparo. El procedimiento comienza de nuevo en la etapa 114.

Si es así, es decir, si el valor medido de la tensión eléctrica ha permanecido por debajo (o igual) del valor umbral de la tensión eléctrica, en una etapa 152 el módulo 22 comprueba si la segunda variable de estado es igual al segundo valor. En otras palabras, el módulo 22 comprueba si la segunda variable de estado indica la presencia de una condición de disparo aguas abajo.

- 5 En este caso, también se inhibe la condición de disparo, ya que aunque la tensión no haya vuelto a un nivel normal, ya se ha detectado un fallo en un módulo aguas abajo. A continuación, se realiza una etapa 154, en la que se cuenta un tiempo de espera T5. A continuación, el procedimiento pasa a la etapa 150 descrita anteriormente. Por ejemplo, el tiempo de espera de T5 es de 50ms.

- 10 Este retardo permite que el módulo de vigilancia aguas abajo tenga tiempo suficiente para disparar el dispositivo de protección aguas abajo correspondiente.

La indicación de la presencia de la avería se mantiene no obstante en la memoria durante este tiempo por si la alimentación de la red 2 se interrumpe antes de que el dispositivo de protección 20 haya tenido tiempo de abrirse.

- 15 En general, la utilización de la primera variable de estado y/o de la segunda variable de estado, aunque sea facultativa, es sin embargo ventajosa porque permite conservar en la memoria la información relativa a la detección de un fallo por el módulo 22 o por un módulo aguas abajo, incluso cuando la alimentación eléctrica de la red 2 se interrumpe prematuramente debido en particular a un fallo del inversor 16.

Si se produce una interrupción de este tipo, el módulo 22 puede, no obstante, ocuparse de la avería eléctrica en cuanto se reinicie una vez restablecida la alimentación eléctrica, gracias a la información almacenada en la memoria no volátil del circuito 30 y, en particular, gracias a las etapas de diagnóstico 116, 118 y 120 descritas anteriormente.

- 20 Después de la etapa 152, si el módulo 22 no ha determinado ninguna condición de disparo aguas abajo, entonces en la etapa 122 descrito anteriormente, se envía una señal de disparo para cambiar el dispositivo 20 al estado abierto.

Ventajosamente, en una etapa 156, también se transmite una señal de advertencia, por ejemplo, utilizando la interfaz de comunicación anteriormente descrita.

- 25 En la etapa 158, el módulo 22 comprueba si el dispositivo de protección 20 está en estado abierto. Si es así, en una etapa 160, la primera variable de estado se restablece al primer valor que indica que no hay fallo. De hecho, en esta etapa, ya no es necesario mantener en la memoria, ya que se ha tomado una acción correctiva a través de las etapas 156 y 158.

- 30 Opcionalmente, en la etapa 162, el módulo 22 comprueba si el dispositivo de protección 20 se ha vuelto a cerrar, por ejemplo tras una operación de rearme y reconexión manual por parte de un operador. Mientras el dispositivo de protección 20 no se haya cerrado de nuevo, se repite la etapa 162.

Una vez que se detecta que el dispositivo de protección 20 se ha cerrado, en una etapa 164, el módulo 22 restablece la señal de advertencia. Por ejemplo, la señal luminosa se apaga, o la señal sonora se detiene, o las tramas de radio dejan de enviarse. A continuación, el procedimiento pasa a la etapa 150 descrita anteriormente.

- 35 Opcionalmente, después de la etapa 158, si el módulo 22 detecta que el dispositivo de protección 20 no se ha abierto, entonces el módulo 22 envía de nuevo una señal de control (etapa 166) y a continuación comprueba de nuevo si el dispositivo de protección 20 está en estado abierto (etapa 168). Si la respuesta es afirmativa, el procedimiento pasa a la etapa 160. En caso contrario, el módulo 22 envía una señal de error (etapa 170), por ejemplo a través de la interfaz de comunicación, para indicar un fallo del dispositivo de protección 20.

- 40 La figura 4 muestra una línea de tiempo que ilustra otro ejemplo del funcionamiento del procedimiento descrito anteriormente implementado para el módulo de vigilancia 22 y el dispositivo de protección 20 de la rama Q1 de la red 2.

- 45 Las curvas 200 y 202 representan respectivamente la evolución de la amplitud de la corriente I (expresada en amperios) y de la tensión V (expresada en porcentaje respecto al valor nominal), en función del tiempo t (unidades arbitrarias) para el enlace eléctrico en el que está montado el dispositivo de protección 20.

- 50 En el ejemplo ilustrado, un fallo eléctrico se produce en un instante  $t_1$  y desaparece en un instante posterior  $t_2$ . La corriente I permanece relativamente constante en el tiempo, excepto entre los instantes  $t_1$  y  $t_2$ , en los que su amplitud aumenta bruscamente. Al mismo tiempo, la amplitud media de la tensión V permanece relativamente constante, salvo que disminuye entre los instantes  $t_1$  y  $t_2$ . Así, el módulo 22 identifica una condición de disparo en el instante  $t_1$ .

El gráfico 204 representa la evolución del estado de las memorias y las señales de estado dentro del módulo 22 a lo largo del tiempo t. Aquí se muestran como capaces de tomar un valor bajo (que indica un estado inactivo) y un valor alto (que indica un estado activo), aunque en la práctica son posibles otras implementaciones.

En este ejemplo, la cuenta atrás de duración T4 comienza en el instante  $t_1$ . La desaparición del fallo en el instante  $t_2$  se produce antes de que expire el plazo T4.

5 La señal "Sel\_out\_Q1" que indica la información de estado entregada en la salida 40 se activa en el instante  $t_1$ , y se termina en el instante  $t_2$ . La primera variable de estado "Trip\_mem\_Q1" pasa al estado activo en el instante  $t_1$  y vuelve al estado inactivo en el instante  $t_2$ .

Dado que el módulo de vigilancia 22 no está conectado a ningún módulo aguas abajo en la rama Q1, la señal "sel\_in\_Q1" que indica el estado de la entrada 40 y la segunda variable de estado "sel\_mem\_Q1" permanecen inactivas.

10 En la práctica, la etapa 142 se ejecuta de forma continua desde el inicio del recuento y sin esperar necesariamente al final del plazo T4 al final de la etapa 140.

Como la tensión eléctrica ha vuelto a un valor normal antes de que expire el plazo T4, el dispositivo de protección 20 no se dispara. Por lo tanto, la señal de control "bobina\_Q1" permanece inactiva.

15 La figura 5 muestra una línea de tiempo que ilustra otro ejemplo del funcionamiento del procedimiento descrito anteriormente, implementado por los módulos de vigilancia 22 de los dispositivos de protección 20-3 y 20-4 de la red 2.

Las curvas 210 y 212 representan la evolución de la amplitud de la corriente I, expresada en amperios, en función del tiempo t (unidades arbitrarias) respectivamente para el dispositivo de protección Q2 y para uno de los dispositivos de protección 20-3 del segundo nivel. La curva 214 muestra la evolución de la tensión V, expresada en porcentaje del valor nominal, en función del tiempo t.

20 En el ejemplo ilustrado, se produce un fallo eléctrico en el instante  $t'_1$  en el nivel Q3, aguas abajo del dispositivo de protección Q2. La alimentación de la red 2 se interrumpe en el instante posterior  $t'_2$  debido a un fallo del inversor 16. En el instante  $t'_3$  el inversor es reiniciado por un operador.

25 Así, las amplitudes de la corriente aumentan a partir del instante  $t'_1$  y caen a cero después del instante  $t'_2$  antes de aumentar bruscamente a partir del instante  $t'_3$ . La amplitud de la tensión V disminuye a la mitad en el instante  $t'_1$  y luego se mantiene estable antes de caer a cero en el instante  $t'_2$  y luego subir bruscamente en el instante  $t'_3$ .

El gráfico 216 representa la evolución del estado de las memorias y las señales de estado dentro del módulo 22 a lo largo del tiempo t. Aquí se muestran como capaces de tomar un valor bajo (que indica un estado inactivo) y un valor alto (que indica un estado activo), aunque en la práctica son posibles otras implementaciones.

30 En este ejemplo, el símbolo Q2 o Q3 en el nombre de la señal indica que la señal se refiere al módulo de vigilancia 22 aguas arriba (dispositivo Q2) o aguas abajo (dispositivo Q3), respectivamente.

35 Las líneas "Timer\_Q2" y "Timer\_Q3" indican el inicio y el final de la cuenta atrás implementada en la etapa 140. La cuenta atrás comienza aquí en el instante  $t'_1$  y termina en instantes diferentes para los dos módulos, ya que el periodo de tiempo T4 (anotado T4-Q3) del módulo aguas abajo 22 se elige preferentemente para que sea más corta que el periodo de tiempo T4 (anotado T4-Q2) del módulo aguas arriba 22. En este ejemplo, el instante  $t'_3$  es en todo caso posterior al vencimiento de los dos plazos T4.

Las señales "Sel\_out\_Q2" y "Sel\_out\_Q3" que indican la información de estado entregada en la salida 40 del módulo 22 correspondiente se activan ambas en el instante  $t'_1$ , y se desactivan en el instante  $t'_2$  tras la interrupción de la alimentación. La señal "Sel\_in\_Q2" corresponde a la señal "Sel\_out\_Q3" enviada por el módulo aguas abajo 22 y recibida en la entrada 40 del módulo aguas arriba 22.

40 La segunda variable de estado "sel\_mem\_Q2" del módulo aguas abajo se activa poco después del instante  $t'_1$  como resultado de la etapa 146. Al almacenarse en la memoria no volátil, la segunda variable de estado se mantiene incluso cuando se interrumpe la alimentación.

45 Del mismo modo, las primeras variables de estado "Trip\_mem\_Q2" y "Trip\_mem\_Q3" pasan al estado activo poco después del instante  $t'_1$  y se mantienen en la memoria incluso durante la interrupción de la alimentación. La "Trip\_mem\_Q2" se restablece rápidamente ya que la variable de estado "sel\_mem\_Q2" está en estado activado.

En efecto, en la práctica, la señal de entrada "sel\_in" del dispositivo de protección puede activarse en cualquier momento de la cuenta atrás del periodo de tiempo T4 y, por tanto, reiniciar la variable "sel\_mem" correspondiente.

Al reanudarse la alimentación, los módulos 22 se reinician en el instante  $t'_3$  y leen los valores de la primera y segunda variables de estado almacenadas en la memoria, por ejemplo en las etapas 116 y 120.

50 Poco después del instante  $t'_3$ , dado que el fallo sólo está presente aguas abajo, el módulo aguas abajo 22 activa la señal de control "bobina\_Q3" para disparar y abrir el correspondiente dispositivo de protección aguas abajo 20.

Por otra parte, gracias a la selectividad, la condición de disparo se inhibe en el módulo aguas arriba 22 y la señal de control "bobina\_Q2" permanece inactiva.

5 La figura 6 muestra una segunda realización de la invención. Los elementos de esta realización que son similares a la primera realización llevan las mismas referencias y no se describen en detalle, ya que la descripción anterior puede ser transpuesta a ellos.

Por ejemplo, esta segunda realización puede implementarse ventajosamente en redes que utilicen dispositivos de protección de bajo coste y/o de diseño simplificado, en particular para aplicaciones destinadas a los mercados de los países emergentes y/o para adaptar las redes existentes.

10 En particular, esta segunda realización difiere de la primera en que, cuando se identifica una condición de disparo, el módulo de vigilancia no dispara el dispositivo de protección, sino que se limita a mostrar una advertencia, que sin embargo permite localizar el origen del fallo eléctrico en la red y actuar en consecuencia. Además, las etapas correspondientes a la gestión de la selectividad y el almacenamiento de las primeras y segundas variables de estado.

15 En particular, esta realización comprende las etapas 300 a 314 similares a las etapas 108 a 110 y 130 a 134 descritos anteriormente.

20 Así, el módulo de vigilancia 22, tras el arranque (etapa 300) mide una tensión eléctrica (etapa 302) y una corriente eléctrica (etapa 304) y luego calcula la primera media móvil (etapa 306) y la segunda media móvil (etapa 308). El valor de tensión medido se compara con un valor umbral de tensión predefinido (etapa 310) y el valor de corriente de la primera media móvil se compara con el valor de corriente de la segunda media móvil (etapa 312) para identificar una condición de disparo del dispositivo de protección 20 correspondiente (etapa 314).

En particular, se identifica una condición de disparo del dispositivo de protección cuando el valor de tensión medido está por debajo del valor de umbral de tensión predefinido durante un período de tiempo mayor que un umbral de duración predefinido y el valor de corriente de la primera media móvil es mayor que el valor de corriente de la segunda media móvil.

25 Paralelamente, si se ha almacenado previamente un fallo, que se verifica en una etapa 324, el módulo emite automáticamente una señal de advertencia (etapa 326), por ejemplo de forma similar a la etapa 156.

La señal de advertencia puede ser reiniciada manualmente por un operador en cualquier momento, como se ilustra en la etapa 328. En este ejemplo, la implementación del procedimiento está relativamente simplificada y no hay un control automático sobre las acciones del operador para restablecer la señal de advertencia.

30 Una vez identificada la condición de disparo, el módulo emite una señal de advertencia y la almacena en una etapa 316 similar a la etapa 156, y luego espera el tiempo predefinido T4 en una etapa 318 similar a la etapa 140.

Después de la cuenta atrás, en una etapa 320 similar a la etapa 148, el módulo de vigilancia 22 comprueba automáticamente si la tensión eléctrica medida sigue siendo inferior (o igual) al valor umbral de tensión eléctrica.

35 Si no es así, es decir, si el valor medido de la tensión eléctrica ha vuelto a ser superior al valor umbral de la tensión eléctrica, entonces, en una etapa 322 similar a la etapa 164, el módulo 22 deja de emitir la señal de alarma y la memoria de esta alarma se restablece.

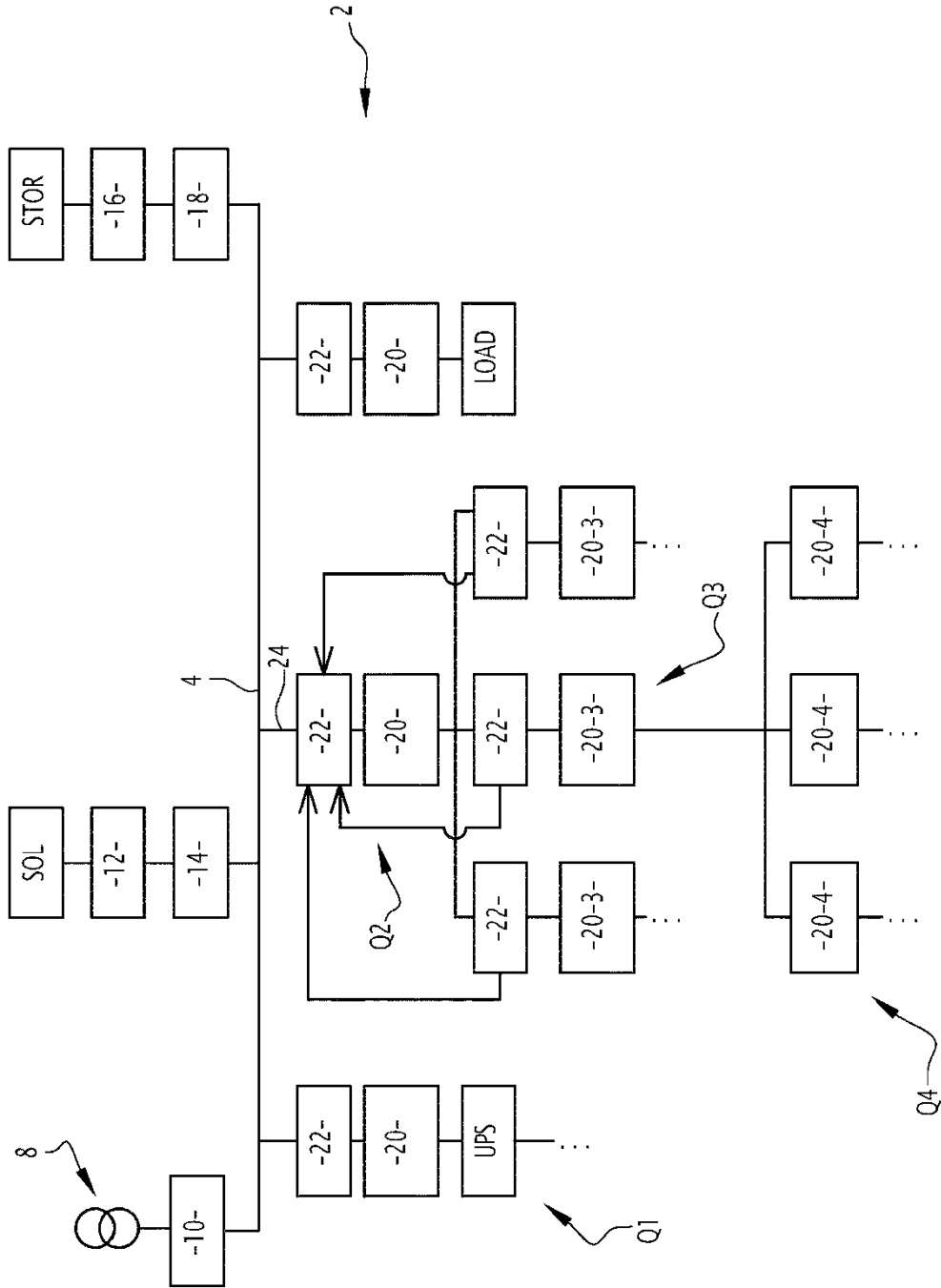
De lo contrario, la etapa 320 se repite hasta que expire el periodo de tiempo T4.

Las realizaciones y variantes contempladas anteriormente pueden combinarse entre sí para dar lugar a nuevas realizaciones, dentro de los límites definidos por las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento que comprende la implementación, por parte de un módulo electrónico de vigilancia (22) asociado a un dispositivo de protección eléctrica (20), de unas etapas que consisten en:
- 5 - medir (102, 104; 302, 304), repetidamente, una tensión eléctrica y una corriente eléctrica en un enlace eléctrico (24) al que está asociado dicho dispositivo de protección eléctrica;
- caracterizado porque** el procedimiento comprende además las etapas que consisten en:
- 10 - calcular (106, 108; 306, 308) repetidamente, a partir de los valores de corriente medidos, una primera media móvil y una segunda media móvil, calculándose la segunda media móvil para un período de tiempo más largo que la primera media móvil;
- comparar (120; 310) el valor de tensión medido con un valor de umbral de tensión predefinido;
- comparar (132; 312) el valor actual de la primera media móvil con el valor actual de la segunda media móvil;
- 15 - identificar (134; 314) una condición de disparo del dispositivo de protección cuando el valor de tensión medido está por debajo del valor de umbral de tensión predefinido durante un período de tiempo mayor que un umbral de tiempo predefinido y el valor actual de la primera media móvil es mayor que el valor actual de la segunda media móvil.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende además la transmisión (156; 316) por el módulo electrónico de vigilancia (22) de una señal de aviso cuando se identifica una condición de disparo.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado porque** comprende la transmisión (122), por parte del módulo electrónico de vigilancia (22), de una señal de disparo al dispositivo de protección (20) cuando se identifica una condición de disparo.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende además, cuando se identifica una condición de disparo, el registro en una memoria (136), por el módulo electrónico de vigilancia (22), de una variable de estado que indique la presencia de una condición de disparo y **porque**, al poner en marcha el módulo electrónico de vigilancia (22), se identifique una condición de disparo si la variable de estado registrada en la memoria indica la presencia de una condición de disparo.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, cuando se identifica una condición de disparo, el procedimiento comprende además las etapas que consisten en esperar durante un período de tiempo predefinido (T4) y luego volver a medir un valor de la tensión eléctrica, la condición de disparo se inhibe si el valor medido de la tensión eléctrica es inferior al valor umbral de la tensión eléctrica.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende además:
- 35 - la adquisición de la información de estado emitida por un segundo módulo electrónico de vigilancia (22, Q3) similar a dicho módulo electrónico de vigilancia (22, Q2), estando este segundo módulo electrónico de vigilancia (22, Q3) asociado a un segundo dispositivo de protección (20, Q3) conectado aguas abajo de dicho dispositivo de protección (20, Q2) en el mismo enlace eléctrico (24);
- 40 - la inhibición de la condición de disparo de dicho dispositivo de protección (20, Q2) si la información de estado adquirida indica que el segundo módulo electrónico de vigilancia (22, Q3) ha identificado una condición de disparo para el segundo dispositivo de protección (20, Q3).
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera media móvil se calcula para un primer periodo de tiempo menor o igual a 1 segundo, preferiblemente menor o igual a 500ms, y **porque** la segunda media móvil se calcula para segundo periodo de tiempo mayor que el primero, preferiblemente al menos cinco veces mayor que el primer periodo de tiempo, siendo el segundo periodo de tiempo por ejemplo menor o igual a 10 segundos, o menor o igual a 5 segundos.
8. Sistema (28) que comprende un dispositivo de protección eléctrica (20) y un módulo electrónico de vigilancia (22) asociado al dispositivo de protección eléctrica, el módulo electrónico de vigilancia (22) está programado para:
- 50 - medir (102, 104; 302, 304), repetidamente, una tensión eléctrica y una corriente eléctrica en un enlace eléctrico (24) al que está asociado dicho dispositivo de protección eléctrica;
- caracterizado porque** el módulo electrónico de vigilancia (22) está programado además para:

- 5
- calcular (106, 108; 306, 308), repetidamente, a partir de los valores de corriente medidos, una primera media móvil y una segunda media móvil, calculándose la segunda media móvil para un período de tiempo más largo que la primera media móvil;
  - comparar (120; 310) el valor de tensión medido con un valor umbral de tensión predefinido;
  - comparar (132; 312) el valor actual de la primera media móvil con el valor actual de la segunda media móvil;
  - identificar (134; 314) una condición de disparo del dispositivo de protección cuando el valor de tensión medido está por debajo del valor umbral de tensión predefinido durante un período de tiempo mayor que un umbral de tiempo predefinido y el valor actual de la primera media móvil es mayor que el valor actual de la segunda media móvil.
- 10
9. Sistema según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el módulo electrónico de vigilancia (22) está integrado en el dispositivo de protección (20), por ejemplo implementado por un disparador electrónico del dispositivo de protección (20).
- 15
10. Sistema según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el módulo electrónico de vigilancia (22) está separado del dispositivo de protección (20) y montado fuera del dispositivo de protección (20).
- 20
11. Red de distribución eléctrica (2), en particular una microrred, que comprende:
- un dispositivo de almacenamiento de electricidad (STOR) y/o un dispositivo de generación de electricidad (SOL), que alimenta un enlace principal (4);
  - al menos una carga eléctrica, conectada al enlace principal mediante un sistema de protección según la reivindicación 10.



**FIG. 1**

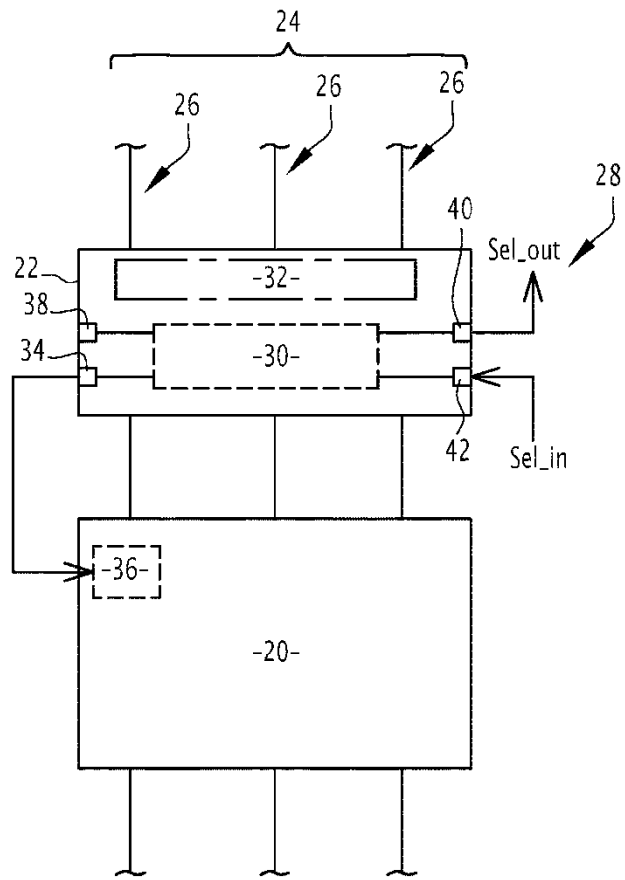
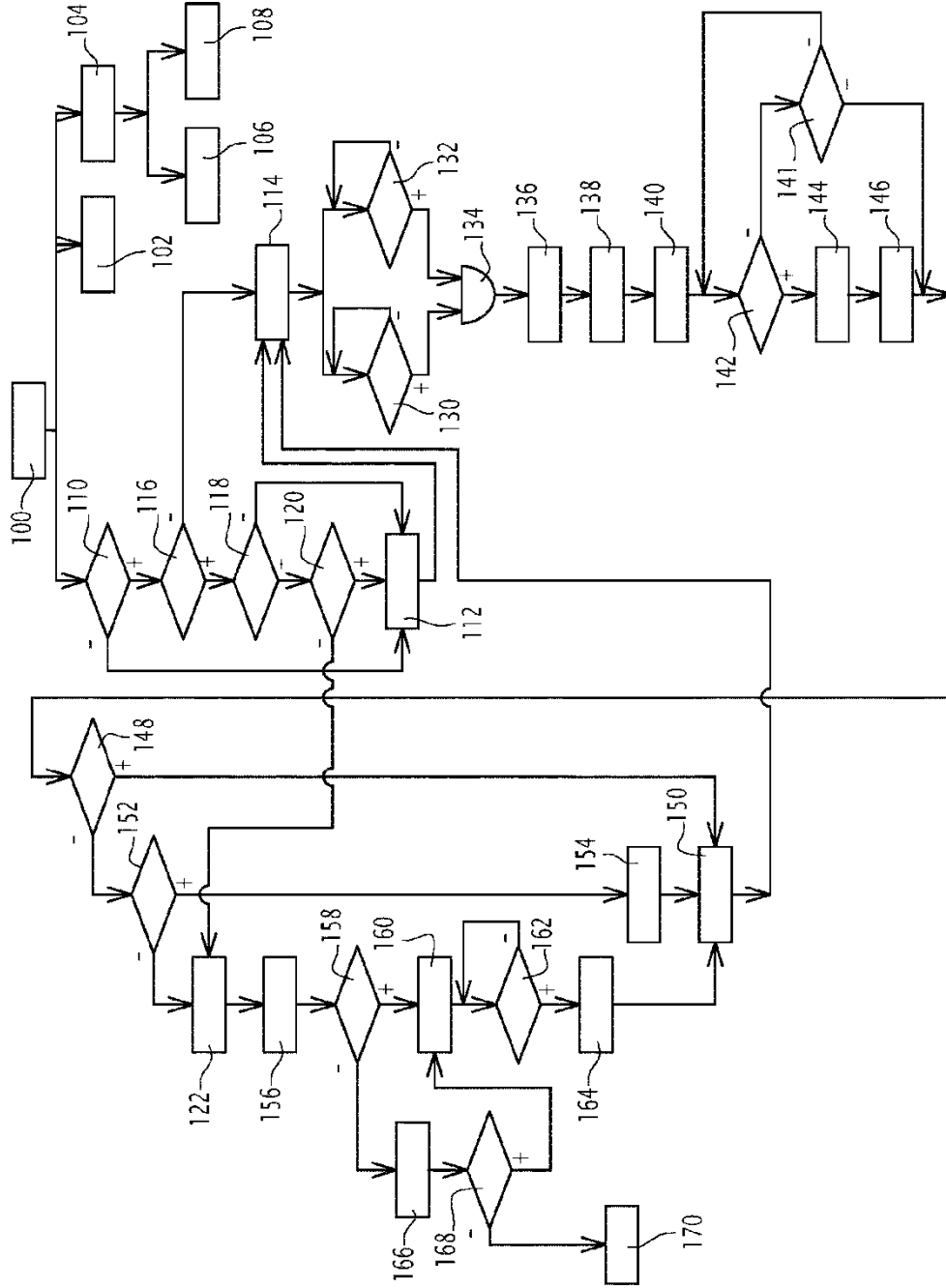
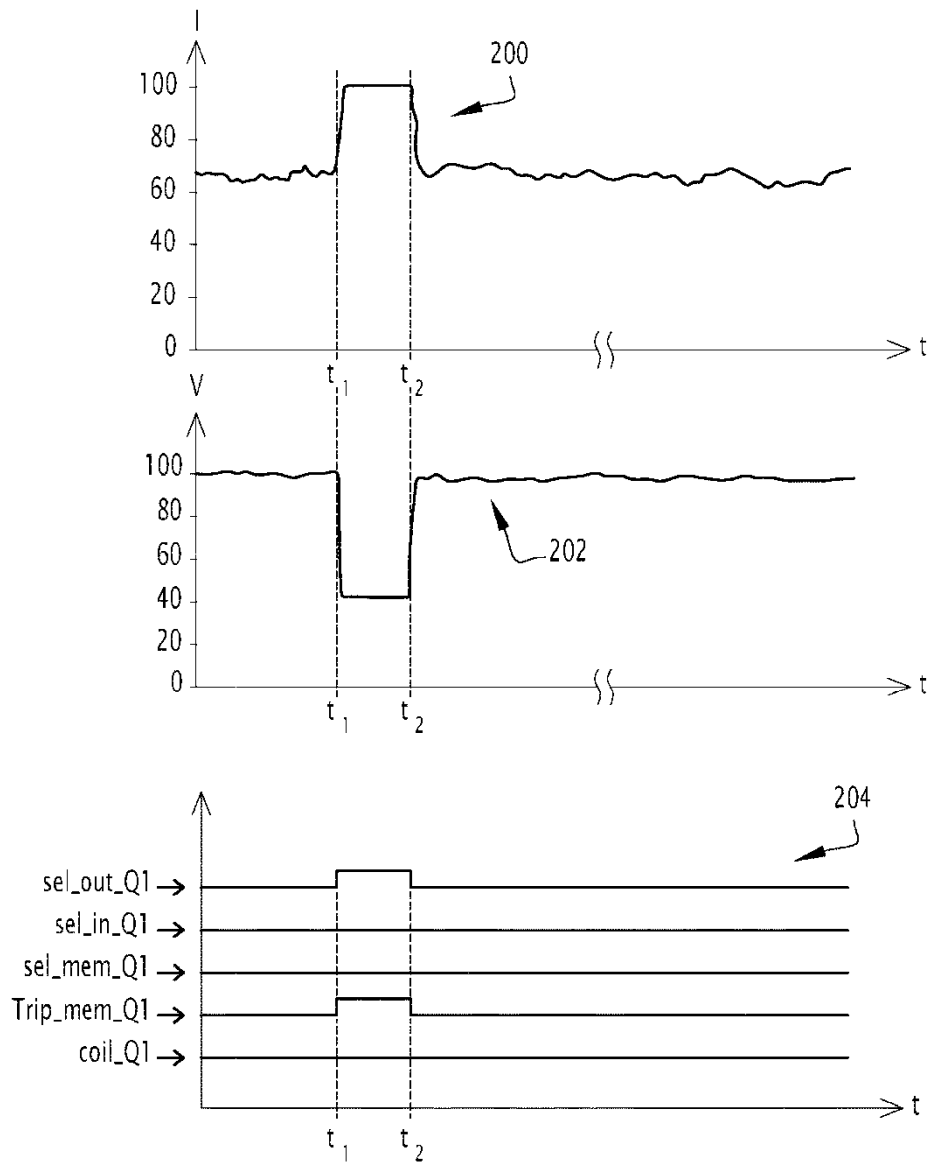


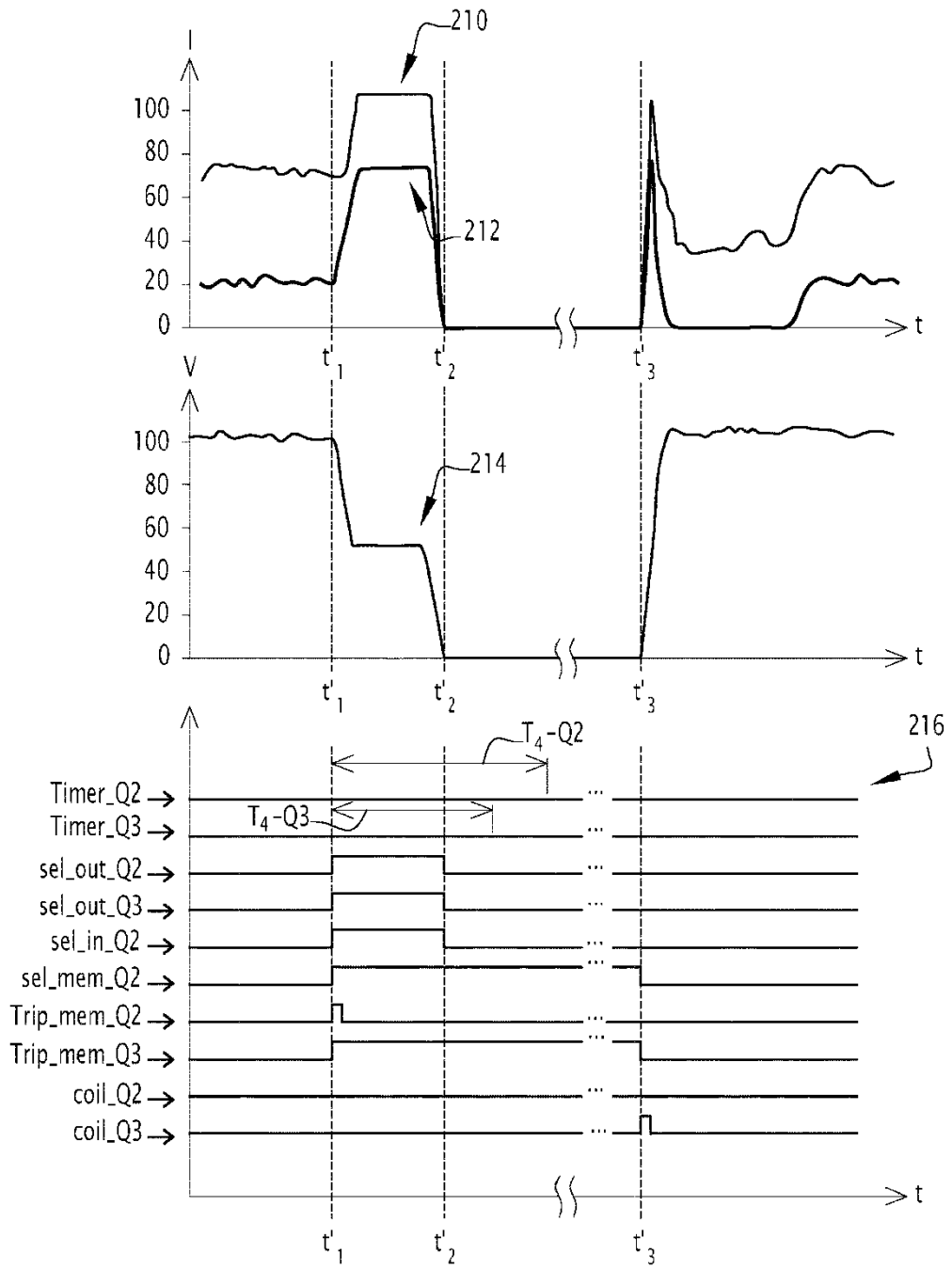
FIG. 2



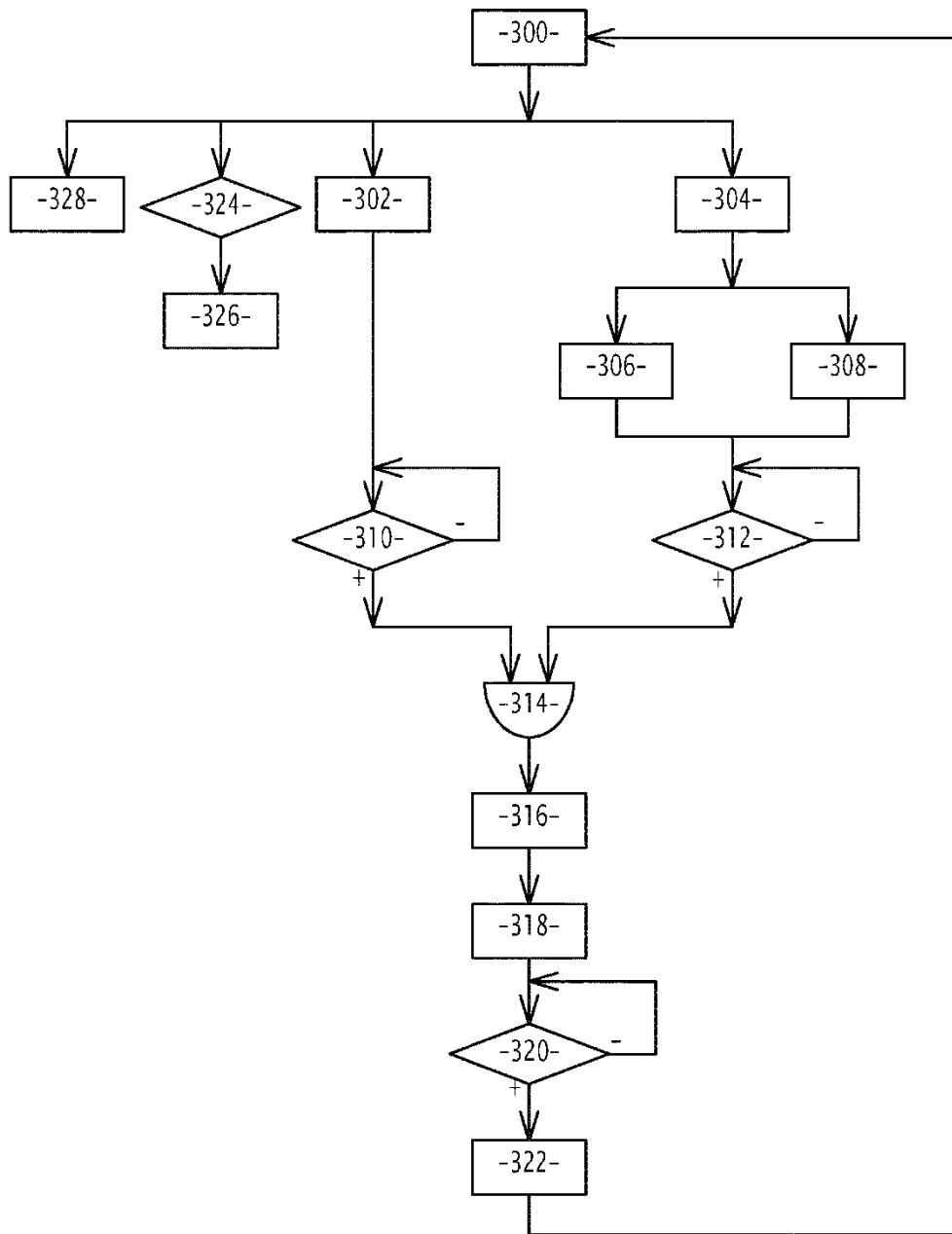
**FIG.3**



**FIG.4**



**FIG.5**



**FIG. 6**