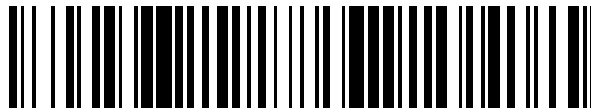


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 348**

51 Int. Cl.:

H02H 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2014** E 14184630 (3)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018** EP 2849301

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de seguridad para instalación eléctrica**

30 Prioridad:

16.09.2013 FR 1358888

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

24.04.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LAPORTE, ALEXANDRE;
VINCENT, FRANÇOIS y
PELLEGRIN, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 710 348 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 seguridad para instalación eléctrica

La presente invención se refiere a un dispositivo de seguridad para instalación eléctrica según la reivindicación 1.

La presente invención se refiere igualmente a un procedimiento de verificación de seguridad asociado.

- 5 La invención se sitúa en el campo de la distribución de energía eléctrica a instalaciones eléctricas industriales consumidoras de gran potencia.

De manera conocida, las instalaciones eléctricas industriales de gran potencia están alimentadas por un proveedor de energía eléctrica, a través de una red de distribución de energía eléctrica.

- 10 Con el fin de proteger las diversas instalaciones eléctricas de un sistema eléctrico, se conoce la colocación de dispositivos de seguridad, como disyuntores, en las líneas de alimentación de las diversas instalaciones eléctricas, que permiten cortar una alimentación de energía eléctrica en caso de sobreintensidad o de incidente, con el fin de evitar dañar las instalaciones eléctricas de un sistema de este tipo.

- 15 En caso de acaecimiento de incidente, por ejemplo de sobreintensidad, un operario de mantenimiento interviene para reparar o sustituir un equipo defectuoso que es la fuente del incidente, para después volver a poner en funcionamiento el sistema eléctrico. La operación de nueva puesta en funcionamiento se acompaña del «cierre» del o de los disyuntores, lo que permite la realimentación de energía eléctrica de las instalaciones. Existe un riesgo de seguridad para un operario de mantenimiento que efectúa esta operación de nueva puesta en funcionamiento, en concreto en el caso de las instalaciones de potencia, porque existe un riesgo de existencia de un cortocircuito aguas abajo del disyuntor, lo que puede provocar efectos que son susceptibles de herir al operario.

- 20 Se han propuesto diversos sistemas para detectar una posible presencia de cortocircuito con el fin de aumentar la seguridad para operarios de mantenimiento.

- 25 Además de la presencia de un cortocircuito, es posible igualmente que el sistema eléctrico que hay que volver a poner en función incluya una tensión residual que proviene de una fuente situada aguas abajo del disyuntor, lo que pone en peligro igualmente a un operario de mantenimiento y es susceptible de dañar diversos componentes de la instalación.

Por ejemplo, cuando un sistema de distribución de electricidad que incluye varias instalaciones eléctricas está alimentado por una corriente eléctrica trifásica, a 690 V y que tiene una frecuencia de 50 Hz, una tensión residual superior a 50 V e inferior o igual a 690 V puede estar presente.

- 30 El documento US6034447 describe un circuito que permite comprobar la presencia de cortocircuito, pero no se aplica en el caso de un suministro de corriente eléctrica por una red de distribución trifásica, que incluye tres conductores de fase, un conductor neutro y un conductor de protección, pero solamente en el caso de una red de distribución monofásica. Además, el circuito propuesto en este documento necesita un interruptor costoso, en la medida en que debe poder soportar todas las sobretensiones posibles.

- 35 El documento US 2003/0184931 A1 (figurando las características conocidas en el preámbulo) describe un dispositivo interruptor de circuito eléctrico, que incluye un disyuntor y un módulo de protección, adaptado para usarse en una red de distribución trifásica.

Existe una necesidad de mejorar los sistemas de seguridad antes de la nueva puesta en función de un sistema de distribución eléctrica, posteriormente a una disyunción, en términos de costes, de eficacia y de seguridad.

- 40 Para este propósito, la invención propone, según un primer aspecto, un dispositivo de seguridad del tipo mencionado anteriormente, según la reivindicación 1.

Ventajosamente, el dispositivo de la invención incluye unos medios de verificación de presencia de una tensión residual y unos medios de verificación de aislamiento entre conductores de fase, por tanto se acumulan varias condiciones de seguridad.

- 45 Según una característica particular, los medios de verificación de aislamiento del dispositivo según la invención son aptos para verificar cada par de conductores de fase, así como cada conductor de fase y el conductor neutro o el conductor de protección.

De este modo, ventajosamente, se comprueban todos los pares de conductores de entre el conjunto de los conductores de corriente trifásica, de manera exhaustiva, lo que permite aumentar la seguridad.

- 50 El dispositivo de seguridad según la invención puede presentar, igualmente, una o varias de las características de a continuación:

- los medios de verificación de aislamiento incluyen además, conectado en la salida del circuito de multiplexación, y conectado a dichos conductores de fase, un filtro de inyección de tipo paso-alto, que tiene una frecuencia de corte superior a dicha primera frecuencia de la corriente trifásica e inferior a dicha segunda frecuencia de la señal eléctrica de alta frecuencia;
- 5 - el circuito de multiplexación de la señal eléctrica de alta frecuencia inyectada incluye un conjunto de órganos de conmutación dispuestos para realizar un acoplamiento entre dichos conductores de la línea de transporte de la red eléctrica trifásica y la señal eléctrica de alta frecuencia inyectada;
- el circuito de multiplexación incluye cinco órganos de conmutación que tienen cada uno una entrada conmutable en una salida de entre dos salidas, conectados de manera que cada uno de los conductores eléctricos de la línea
- 10 de transporte de la red esté conectado en al menos una salida de un órgano de conmutación;
- cada conductor de fase está conectado en la salida de dos órganos de conmutación distintos;
- incluye un módulo de adaptación de medida y un circuito de medida de tensión conectado en la salida del módulo de adaptación de medida y apto para realizar una medida de tensión que indica la presencia de una tensión residual y una medida de impedancia que indica la ausencia de fallo de aislamiento eléctrico para cada
- 15 par de conductores comprobado;
- incluye un órgano de control mando apto para controlar dichos medios de verificación de presencia de una tensión residual y dichos medios de verificación de aislamiento;
- incluye una interfaz hombre-máquina apta para recibir órdenes de un operario y para proporcionar indicaciones relativas a las condiciones de seguridad verificadas;
- 20 - la interfaz hombre-máquina incluye indicadores luminosos aptos para proporcionar indicaciones relativas a las condiciones de seguridad verificadas.

Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de verificación de seguridad implementado por un dispositivo de seguridad según la reivindicación 1. El procedimiento de verificación según la invención incluye:

- la verificación de una primera condición de seguridad de presencia de una tensión superior a un umbral de
- 25 seguridad predeterminado en uno de los conductores de fase,
- y, en caso de ausencia de tensión superior al umbral de seguridad, la verificación de aislamiento, apto para verificar el aislamiento entre dos conductores de al menos un par de conductores, llamado par de conductores comprobado, de entre dichos conductores de fase,
- la visualización por medio de una interfaz hombre máquina del dispositivo de seguridad del resultado en cada
- 30 etapa de verificación.

Las ventajas del procedimiento de verificación según la invención son análogas a las del dispositivo de seguridad que se ha descrito de manera breve anteriormente.

Según un modo de realización, el procedimiento de verificación de seguridad incluye además, después de la verificación de la primera condición de seguridad, la verificación de una segunda condición de seguridad de pérdida

Según un modo de realización, en la etapa de verificación de aislamiento, se verifican todos los pares de conductores de fase, todos los pares formados respectivamente por uno de los conductores de fase y el conductor neutro y todos los pares formados respectivamente por uno de los conductores de fase y el conductor de protección.

Preferentemente, un indicador de riesgo se implementa en la interfaz hombre-máquina del dispositivo de seguridad cuando la etapa de verificación de aislamiento indique una ausencia de aislamiento para un par de conductores.

Preferentemente, dichas primera y segunda condiciones de seguridad se verifican antes y después de la implementación de la etapa de verificación de aislamiento.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción que se da de ella a continuación, a título indicativo y en ningún caso limitativo, con referencia a las figuras adjuntas, de entre las

- 45 - la figura 1 representa esquemáticamente un sistema de distribución eléctrica que implementa dispositivos de seguridad según la invención;
- la figura 2 representa esquemáticamente un conjunto de bloques funcionales de un dispositivo de seguridad según la invención;
- 50 - la figura 3 representa esquemáticamente un modo de realización de un dispositivo de seguridad según la invención;
- la figura 4 representa esquemáticamente un modo de realización de un circuito de multiplexación;
- la figura 5 ilustra combinaciones de señal eléctrica de inyección;
- la figura 6 representa esquemáticamente un modo de realización de un circuito de medida.

55 La figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de sistema 2 de distribución de energía eléctrica en el que la invención encuentra una aplicación. De este modo, el principio general de la invención se describirá a continuación, en particular con referencia a esta figura.

El sistema 2 de distribución de energía eléctrica incluye dos cuadros eléctricos de distribución, anotados respectivamente 4 y 6 en la figura, que pueden situarse físicamente en edificios diferentes, por ejemplo de un sitio industrial. Este sistema 2 permite la alimentación de diversas instalaciones eléctricas de potencia 15, igualmente llamadas cargas, conectadas en este ejemplo al cuadro eléctrico 6.

5 El cuadro eléctrico 4, llamado cuadro principal, está alimentado directamente, a través una línea de transporte de corriente eléctrica 8, con una corriente eléctrica trifásica proporcionada por un distribuidor de energía eléctrica, por ejemplo EDF ("Electricidad de Francia"). La línea de transporte de corriente eléctrica 8 incluye tres conductores de fase anotados F1, F2, F3 y visibles en la figura 2, opcionalmente un conductor neutro N y un conductor de protección PE conectado a la tierra.

10 Cada cuadro eléctrico 4, 6 incluye un interruptor principal, respectivamente referenciados 10 para el cuadro eléctrico 4 y 12 para el cuadro eléctrico 6, que permite cortar la llegada de corriente eléctrica a la línea de alimentación 8. Además, unos dispositivos disyuntores 14a, 14b, 14c, 14d y 14e están colocados en las diversas líneas de alimentación del sistema de distribución 2, para proteger los diversos componentes del sistema de distribución en caso de incidente, en particular en caso de sobreintensidad debida a una carga defectuosa conectada al sistema de
15 distribución.

De este modo, cuando se produce un incidente, el dispositivo disyuntor corta la alimentación de corriente, y se coloca por tanto en posición de apertura. Un operario de mantenimiento puede intervenir entonces para eliminar la fuente del incidente, y luego volver a poner el sistema de distribución 2 en funcionamiento por cierre del dispositivo disyuntor en cuestión.

20 Con el fin de asegurar una mejor seguridad de un operario de mantenimiento, unos dispositivos de seguridad 16a, 16b, 16c, 16d y 16e están añadidos en el sistema de distribución de energía, estando cada dispositivo de seguridad 16a a 16e conectado aguas abajo de un dispositivo disyuntor 14a a 14e asociado.

Cada dispositivo de seguridad según la invención es apto para verificar varias condiciones de seguridad, a saber, una primera condición de seguridad que es la presencia de una tensión eléctrica aguas abajo del dispositivo
25 disyuntor asociado, opcionalmente una segunda condición de seguridad que consiste en verificar la pérdida posible de una conexión del dispositivo de seguridad a un conductor de fase, y por último una tercera condición de seguridad que se refiere a la presencia posible de un cortocircuito entre conductores de fase y/o entre cada conductor de fase y los conductores neutro y de protección.

30 La figura 2 ilustra esquemáticamente un conjunto de bloques funcionales de un dispositivo de seguridad 16 según la invención.

Un dispositivo de seguridad 16 está conectado a cada uno de los conductores de fase F1, F2, F3 de la línea de alimentación, aguas abajo de un dispositivo disyuntor 14 asociado, por la mediación de órganos de protección de tipo fusibles 20a, 20b, 20c. Estos órganos de protección 20a, 20b, 20c permiten aislar el dispositivo de seguridad 16
35 de los conductores de fase para cualquier intervención en el dispositivo de seguridad, e igualmente evitar provocar un cortocircuito entre los conductores de fase F1, F2, F3 en caso de defecto del dispositivo de seguridad 16.

El dispositivo de seguridad 16 está alimentado por una fuente exterior de corriente continua de tensión 24 V, por ejemplo a través de un bloque de alimentación 22.

40 El dispositivo de seguridad 16 incluye un bloque funcional de control mando 24, conectado a un bloque de interfaz hombre máquina 26, que permite obtener órdenes de usuario, a través por ejemplo de los botones de control 28, y visualizar resultados de las pruebas de seguridad implementadas por el dispositivo de seguridad, por ejemplo por indicadores luminosos 30a, 30b, 30c.

45 El bloque de control mando 24 pilota un bloque 32 de verificación de presencia de tensión, apto para verificar la presencia de una tensión residual, preferentemente inferior a 50 V, por ejemplo igual a 30 V, de frecuencia dada igual por ejemplo a 50 Hz. Es el caso si una fuente de alimentación está conectada aguas abajo del dispositivo disyuntor asociado 14, a pesar de que este dispositivo disyuntor 14 esté el mismo en posición de corte de la alimentación aguas arriba.

50 Además, el dispositivo de seguridad 16 incluye un bloque de medida 34, conectado a un bloque de multiplexación 36, aptos para generar una señal eléctrica de inyección de alta frecuencia, de baja tensión, por ejemplo de tensión inferior a 50 V, de frecuencia 50 KHZ, entre los diversos conductores de fase F1, F2, F3, conductor neutro N, conductor de protección PE según diversas combinaciones posibles, y medir una impedancia de cortocircuito, que permite detectar una posible presencia de cortocircuito entre los conductores.

En un modo de realización como se ilustra en la figura 2, las funciones de verificación 32 de presencia de tensión y de medida 34 de impedancia de cortocircuito están realizadas, ventajosamente, por un mismo circuito de verificación y de medida que se describirá con más detalle a continuación.

55 Según un modo de realización ilustrado en la figura 3, un dispositivo de seguridad 40 está compuesto por dos

bloques electrónicos 42, 44, conectados por un bloque de sistema de conexión no representado, siendo el bloque 42, conectado a la línea de transporte de corriente trifásica, apto para soportar una señal eléctrica de potencia, que tiene una tensión de 690 V, y siendo el bloque 44 apto para efectuar operaciones de medida de baja tensión destinadas a la verificación de las condiciones de seguridad antes de la nueva puesta en servicio del dispositivo disyuntor asociado al dispositivo de seguridad.

El bloque electrónico 42 está alimentado por una alimentación exterior 24 V con corriente continua por ejemplo, como se ha explicado anteriormente.

El bloque 44 incluye unos medios de cálculo, como por ejemplo un microprocesador 46 apto para efectuar funciones de mando y de control, en relación con una interfaz hombre-máquina 48 que permite una interacción con un operario.

El microprocesador 46 es apto para controlar un módulo 50 de inyección de una señal eléctrica de alta frecuencia, de baja tensión, que está conformado por un módulo 52 y amplificado por un módulo de amplificación de potencia 54, antes de inyectarse hacia un circuito de multiplexación 56. El circuito de multiplexación 56 está controlado por un módulo de control 58, apto para controlar órganos de conmutación que permiten seleccionar un par de conductores que hay que comprobar de entre el conjunto de los conductores de corriente trifásica. A continuación, se detallará un modo de realización del circuito de multiplexación 56 con referencia a la figura 4.

La salida del circuito de multiplexación 56 está conectada en la entrada de un filtro de inyección de paso-alto 60, que está conectado igualmente a los conductores de fase F1, F2, F3, al conductor neutro N y al conductor de protección PE.

El filtro de inyección de paso-alto 60 es un filtro de tipo RC, que tiene una frecuencia de corte elegida para dejar pasar una señal de alta frecuencia inyectada y para atenuar, incluso cortar, una señal eléctrica de baja frecuencia, de alta tensión, procedente de los conductores de fase. Por ejemplo, en un modo de realización, el filtro de inyección 60 de paso-alto está compuesto por resistencias de 1 Kilo-Ohmios y capacidades de 33 nF (nanofaradios), lo que permite obtener una frecuencia de corte de 4,822 KHz.

La salida del filtro de inyección 60 está conectada en la entrada de un módulo de adaptación de medida 62, que tiene como función permitir adaptar la señal eléctrica inyectada para la verificación del aislamiento entre conductores y la verificación de una posible presencia de cortocircuito por una parte, y adaptar una señal eléctrica de la red para la verificación de presencia de tensión residual.

El módulo de adaptación de medida 62 está realizado ventajosamente para resistir a las perturbaciones posibles presentes en la red eléctrica, de tipo onda de rayo.

En un modo de realización, el módulo de adaptación de medida 62 está realizado por un circuito que realiza un filtrado apto para cortar una señal eléctrica de frecuencia inferior a 10 KHz. Este filtro está destinado a dejar pasar la frecuencia de inyección y a atenuar la frecuencia de red.

El módulo de adaptación de medida 62 está conectado a un circuito de medida 64, que forma parte del bloque electrónico 44. El circuito de medida 64 está compuesto por un módulo de protección y de filtrado 66, por un módulo de multiplexación de medidas 68, por un módulo de amplificación y de rectificación 70. El módulo de amplificación y de rectificación 70 tiene dos salidas, una salida hacia un módulo de filtrado 72, que es un filtro integrador con valor medio 50 KHz, y una salida hacia un módulo de filtrado 74, que comprende un puente divisor de tensión y un filtro integrador de valor medio 50 Hz.

El módulo de filtrado 72 permite proporcionar un valor de medida de tensión entre dos conductores de un par de fases comprobado o entre uno de los conductores de fase y el conductor neutro o el conductor de protección, que permite obtener un valor de resistencia (o impedancia) que se compara luego con un umbral de aislamiento predeterminado para determinar si se cumple la condición de aislamiento entre el par de conductores, o si, al contrario, un cortocircuito está presente entre los dos conductores del par de conductores comprobado. La condición de aislamiento se da preferentemente por un umbral de resistencia de aislamiento, del orden de unos ohmios a unas decenas de ohmios. Si el valor obtenido por medida es inferior al umbral de resistencia de aislamiento, se detecta un cortocircuito.

Si la condición de aislamiento indica que un cortocircuito está presente entre los dos conductores del par de conductores comprobado, un riesgo de fallo de seguridad se señala al operario a través de la interfaz hombre-máquina 48 del dispositivo de seguridad 40.

El módulo de filtrado 74 proporciona un valor de medida de presencia de tensión a 50 Hz, entre dos conductores de un par de fases comprobado o entre uno de los conductores de fase F1, F2, F3 y el conductor de protección o el conductor neutro, para un intervalo de tensiones superior a 50 Voltios. En caso de detección de presencia de una tensión, una notificación adecuada se transmite al operario a través de la interfaz hombre-máquina 48 del dispositivo de seguridad. Además, cualquier inyección de señal de verificación de aislamiento se inhibe en caso de detección de presencia de una tensión.

- La figura 4 ilustra un modo de realización de un circuito de multiplexación 56 de señales eléctricos de inyección. En este modo de realización, el circuito de multiplexación está constituido por una pluralidad de órganos de conmutación 80, 82, 84, 86, 88, que son preferentemente relés electromecánicos, a una entrada y dos salidas, que permiten una conmutación de un conductor de entrada hacia una de las dos salidas posibles. Los órganos de conmutación están conectados con el fin de permitir un acoplamiento entre los conductores de fase F1, F2, F3, el conductor neutro, el conductor de protección PE y la señal eléctrica de inyección proporcionada en la entrada A, B. Además, el circuito de multiplexación 56 incluye un órgano de conmutación inversor 90, conectado a una resistencia de prueba 92, que permite desconectar el módulo de inyección 60 de la red eléctrica.
- El cableado de los órganos de conmutación 80 a 90 permite realizar todas las combinaciones de medida para verificar el aislamiento y verificar un posible cortocircuito entre los pares de conductores, es decir entre pares de conductores de fase: (F1, F2), (F1, F3), (F2, F3); entre cada conductor de fase y el conductor neutro: (F1, N), (F2, N), (F3, N); entre cada conductor de fase y el conductor de protección (F1, PE), (F2, PE), (F3, PE).
- Ventajosamente, el cableado elegido permite usar el número mínimo de órganos de conmutación 80 a 90 para realizar el conjunto de combinaciones que hay que comprobar, que permite minimizar de este modo el volumen total y el coste del dispositivo de seguridad.
- El circuito de multiplexación 56 incluye cinco órganos de conmutación 80, 82, 84, 86, 88 que tienen una entrada conmutable en una salida de entre dos salidas, conectados de manera que cada uno de los conductores eléctricos F1, F2, F3, N, PE de la línea de transporte de la red esté conectado en al menos una salida de un órgano de conmutación 80, 82, 84, 86, 88.
- Además, en el modo de realización de la figura 4, cada conductor de fase F1, F2, F3 está conectado en la salida de dos órganos de conmutación distintos de entre los cinco órganos de conmutación 80, 82, 84, 86, 88.
- Preferentemente, la resistencia de contacto entre los órganos de conmutación es la más baja posible para evitar una caída de tensión. Preferentemente, la resistencia de contacto de cada órgano de conmutación es inferior a 50 miliohmios, lo que permite tener una resistencia total, en el peor de los casos, de $7 \times 50 \text{ m}\Omega = 350 \text{ miliohmios}$.
- Con el cableado ilustrado en la figura 4, el módulo de control 58 aplica los órdenes siguientes para obtener una multiplexación de la señal de inyección en cada uno de los pares de conductores que hay que comprobar, como se ilustra en la figura 5. Para cada órgano de conmutación, una señal de control asociada está representada en la figura 5. La señal de control C1 está asociada con el órgano de conmutación 90, C2 con el órgano de conmutación 86, C3 con el órgano de conmutación 88, C4 con el órgano de conmutación 84, C5 con el órgano de conmutación 82 y C6 con el órgano de conmutación 80.
- par (F1, F2): control del órgano de conmutación: 90
 - par (F2, F3): control de los órganos de conmutación 90, 84, 88;
 - par (F1, F3): control de los órganos de conmutación 90, 84;
 - par (F1, N): control de los órganos de conmutación 90, 82;
 - par (F2, N): control de los órganos de conmutación 90, 82, 88;
 - par (F3, N): control de los órganos de conmutación 90, 82, 86;
 - par (F1, PE): control de los órganos de conmutación 90, 80;
 - par (F2, PE): control de los órganos de conmutación 90, 80, 88;
 - par (F3, PE): control de los órganos de conmutación 90, 80, 86;
- De este modo, ventajosamente, se comprueban todas las combinaciones, con un número mínimo de órganos de conmutación.
- La figura 6 ilustra las principales etapas de un procedimiento de verificación de condiciones de seguridad implementado por un dispositivo de seguridad como se ha descrito anteriormente.
- Preferentemente, el dispositivo de seguridad mide permanentemente una primera condición de seguridad, que es la presencia de tensión en los conductores de fase F1, F2, F3. La verificación de presencia de cortocircuito entre conductores solo se efectúa cuando se garantiza que ninguna tensión superior a un umbral de seguridad, que es preferentemente inferior a 50 V, por ejemplo igual a 30 V para una tensión de seguridad muy baja, está presente en los conductores de fase.
- Además, el dispositivo de seguridad verifica una segunda condición de seguridad, que es la pérdida de una conexión con un conductor de fase, debida a un fusible 20a, 20b, 20c defectuoso o a un problema de sistema de conexión. La verificación de aislamiento entre conductores para validar una ausencia de cortocircuito, que es una tercera condición de seguridad, solo se efectúa después de la verificación de estas dos condiciones de seguridad.
- Preferentemente, las primera y segunda condiciones de seguridad se validan de nuevo después de la verificación de la tercera condición de seguridad.
- Las principales etapas de un procedimiento según la invención se ilustran en la figura 6. Se implementa una primera

etapa 100 de puesta bajo tensión de alimentación (24 V) del dispositivo de seguridad. Se enciende entonces un indicador luminoso testigo de puesta bajo tensión, visible en una cara del dispositivo de seguridad.

Está seguida por una verificación 110 de la segunda condición de seguridad, es decir de la pérdida posible de una conexión con uno de los conductores de fase.

- 5 En caso de pérdida de conexión, por ejemplo a causa de un fusible fuera de servicio, un indicador luminoso se enciende en la etapa 120, para señalar esta anomalía al operario de mantenimiento. Por ejemplo, un indicador 30c intermitente de color amarillo señala esta anomalía.

En el caso en que la verificación de pérdida de conexión es negativa, la etapa 110 está seguida por una etapa 130 en la que se apaga un indicador luminoso, por ejemplo el mismo indicador 30c.

- 10 En cualquier instante, un operario puede actuar sobre un botón, por ejemplo el botón 28, para solicitar una prueba de seguridad. La verificación de la llegada de una petición de este tipo de un operario se hace en la etapa 140. Siempre cuando no haya solicitud de verificación de seguridad solicitada por un operario, el procedimiento vuelve a la etapa 110 anteriormente descrita.

De este modo, ventajosamente, se vigila constantemente el estado de la conexión con los conductores de fase.

- 15 En caso de solicitud de verificación de seguridad en la etapa 140, una etapa de verificación de seguridad 150 en arranque, que incluye una primera verificación de presencia de una tensión superior al umbral de seguridad dado. Si se detecta una presencia de este tipo, el indicador luminoso 30c se enciende durante una etapa 160 para indicar la imposibilidad de continuar la verificación de aislamiento de los conductores. De este modo, ninguna señal eléctrica de alta frecuencia se inyecta para la prueba de aislamiento por pares de conductores.

- 20 Si ninguna tensión superior al umbral de seguridad se detecta para ninguno de los conductores de fase, entonces el conjunto de pares de conductores se comprueba por inyección de una señal eléctrica de alta frecuencia como se ha explicado anteriormente durante esta etapa de verificación de seguridad 150.

- 25 En caso de detección de presencia de un cortocircuito en uno de los pares de conductores comprobado, un indicador luminoso 30b que indica esta presencia de cortocircuito se enciende en la etapa 170. De este modo, el operario está avisado de un riesgo de seguridad, y por tanto no vuelve a poner el sistema de distribución de energía eléctrica en funcionamiento por cierre del dispositivo disyuntor aguas arriba del dispositivo de seguridad. Por ejemplo, el indicador luminoso 30b se enciende en rojo. Cualquier otro medio de indicación de un riesgo de seguridad a través de la interfaz hombre máquina del dispositivo de seguridad se puede usar como alternativa.

- 30 Finalmente, si no se detecta ninguna presencia de cortocircuito, entonces un indicador luminoso 30a que indica que las verificaciones de condiciones de seguridad han dado un resultado positivo se enciende en la etapa 180. Por ejemplo, el indicador luminoso 30a se enciende en verde.

Cabe señalar que se puede considerar como alternativa cualesquiera variantes de señalización de las pruebas de las condiciones de seguridad, con varios indicadores luminosos separados por ejemplo.

- 35 Ventajosamente, se comprueban varias condiciones de seguridad, y los resultados se indican al operario en la interfaz hombre máquina del dispositivo de seguridad, lo que permite ganar en fiabilidad y en tiempo de mantenimiento. Además, el cúmulo de prueba de varias condiciones de seguridad permite mejorar la seguridad de un operario, así como disminuir los riesgos de daños de los componentes.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de seguridad (16, 16a, 16b, 16c, 16d, 16e, 40) apto para conectarse entre un dispositivo disyuntor (14, 14a, 14b, 14c, 14d, 14e) y una instalación eléctrica alimentada por una red eléctrica que proporciona corriente trifásica que tiene una primera frecuencia asociada, por medio de una línea (8) de transporte de corriente eléctrica que incluye tres conductores de fase (F1, F2, F3), un conductor neutro (N) y un conductor de protección (PE), permitiendo el dispositivo verificar al menos una condición de seguridad eléctrica después de un corte de alimentación eléctrica de la instalación eléctrica por el dispositivo disyuntor (14, 14a, 14b, 14c, 14d, 14e), **caracterizado porque** incluye unos medios de verificación (32) de presencia de una tensión residual superior a un umbral de seguridad predeterminado en al menos uno de los conductores y unos medios de verificación (34, 36) de aislamiento, aptos para verificar el aislamiento entre dos conductores de al menos un par de conductores, llamado par de conductores comprobado, de entre dichos conductores de fase, incluyendo dichos medios de verificación de aislamiento un módulo (50) de inyección de una señal eléctrica de alta frecuencia, que tiene una tensión inferior a un umbral de tensión, y una segunda frecuencia superior a dicha primera frecuencia, y un circuito de multiplexación (56) que permite inyectar dicha señal eléctrica de alta frecuencia hacia cada par de conductores que hay que comprobar.
2. Dispositivo de seguridad según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios de verificación (34, 36) de aislamiento son aptos para verificar cada par de conductores de fase.
3. Dispositivo de seguridad según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** los medios de verificación (34, 36) de aislamiento son aptos además para verificar el aislamiento de cada par de conductores formado por cada uno de dichos conductores de fase y el conductor neutro, y de cada par de conductores formado por cada uno de dichos conductores de fase y el conductor de protección.
4. Dispositivo de seguridad según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** los medios de verificación (34, 36) de aislamiento incluyen además, conectado en la salida del circuito de multiplexación (56), y conectado a dichos conductores de fase, un filtro de inyección (60) de tipo paso-alto, que tiene una frecuencia de corte superior a dicha primera frecuencia de la corriente trifásica e inferior a dicha segunda frecuencia de la señal eléctrica de alta frecuencia.
5. Dispositivo de seguridad según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el circuito de multiplexación (56) de la señal eléctrica de alta frecuencia inyectada incluye un conjunto de órganos de conmutación (80, 82, 84, 86, 88) dispuestos para realizar un acoplamiento entre dichos conductores de la línea (8) de transporte de la red eléctrica trifásica y la señal eléctrica de alta frecuencia inyectada.
6. Dispositivo de seguridad según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el circuito de multiplexación (56) incluye cinco órganos de conmutación (80, 82, 84, 86, 88) que tienen cada uno una entrada conmutable en una salida de entre dos salidas, conectados de manera que cada uno de los conductores eléctricos (F1, F2, F3, N, PE) de la línea (8) de transporte de la red esté conectado en al menos una salida de un órgano de conmutación (80, 82, 84, 86, 88).
7. Dispositivo de seguridad según la reivindicación 6, **caracterizado porque** cada conductor de fase (F1, F2, F3) está conectado en la salida de dos órganos de conmutación (80, 82, 84, 86, 88) distintos.
8. Dispositivo de seguridad según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado porque** incluye un módulo de adaptación de medida (62) y un circuito de medida (64) de tensión conectado en la salida del módulo de adaptación de medida (62) y apto para realizar una medida de tensión que indica la presencia de una tensión residual y una medida de impedancia que indica la ausencia de fallo de aislamiento eléctrico para cada par de conductores comprobado.
9. Dispositivo de seguridad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye un órgano de control mando (24, 46) apto para controlar dichos medios de verificación (32) de presencia de una tensión residual y dichos medios de verificación (34, 36) de aislamiento.
10. Dispositivo de seguridad según la reivindicación 9, **caracterizado porque** incluye una interfaz hombre-máquina (26, 48) apta para recibir órdenes de un operario y para proporcionar indicaciones relativas a las condiciones de seguridad verificadas.
11. Dispositivo de seguridad según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la interfaz hombre-máquina incluye unos indicadores luminosos (30a, 30b, 30c) aptos para proporcionar indicaciones relativas a las condiciones de seguridad verificadas.
12. Procedimiento de verificación de seguridad implementado por un dispositivo de seguridad según la reivindicación 1, **caracterizado porque** incluye:
- la verificación (150) de una primera condición de seguridad de presencia de una tensión superior a un umbral de seguridad predeterminado en uno de los conductores de fase,
 - y, en caso de ausencia de tensión superior al umbral de seguridad, la verificación (150) de aislamiento, apto

para verificar el aislamiento entre dos conductores de al menos un par de conductores, llamado par de conductores comprobado, de entre dichos conductores de fase,

- la visualización (160, 170, 180) por medio de una interfaz hombre máquina del dispositivo de seguridad del resultado en cada etapa de verificación.

- 5 13. Procedimiento de verificación de seguridad según la reivindicación 12, **caracterizado porque** incluye además, después de la verificación de la primera condición de seguridad, la verificación (110) de una segunda condición de seguridad de pérdida de conexión con uno de los conductores de fase.
- 10 14. Procedimiento de verificación de seguridad según una cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** en la etapa de verificación (150) de aislamiento, se verifican todos los pares de conductores de fase, todos los pares formados respectivamente por uno de los conductores de fase y el conductor neutro y todos los pares formados respectivamente por uno de los conductores de fase y el conductor de protección.
- 15 15. Procedimiento de verificación de seguridad según la reivindicación 14, **caracterizado porque** un indicador de riesgo se implementa en la interfaz hombre-máquina del dispositivo de seguridad cuando la etapa de verificación de aislamiento indica una ausencia de aislamiento para un par de conductores.
- 15 16. Procedimiento de verificación de seguridad según la reivindicación 13 y una de las reivindicaciones 14 a 15, **caracterizado porque** dichas primera y segunda condiciones de seguridad se verifican antes y después de la implementación de la etapa de verificación de aislamiento.

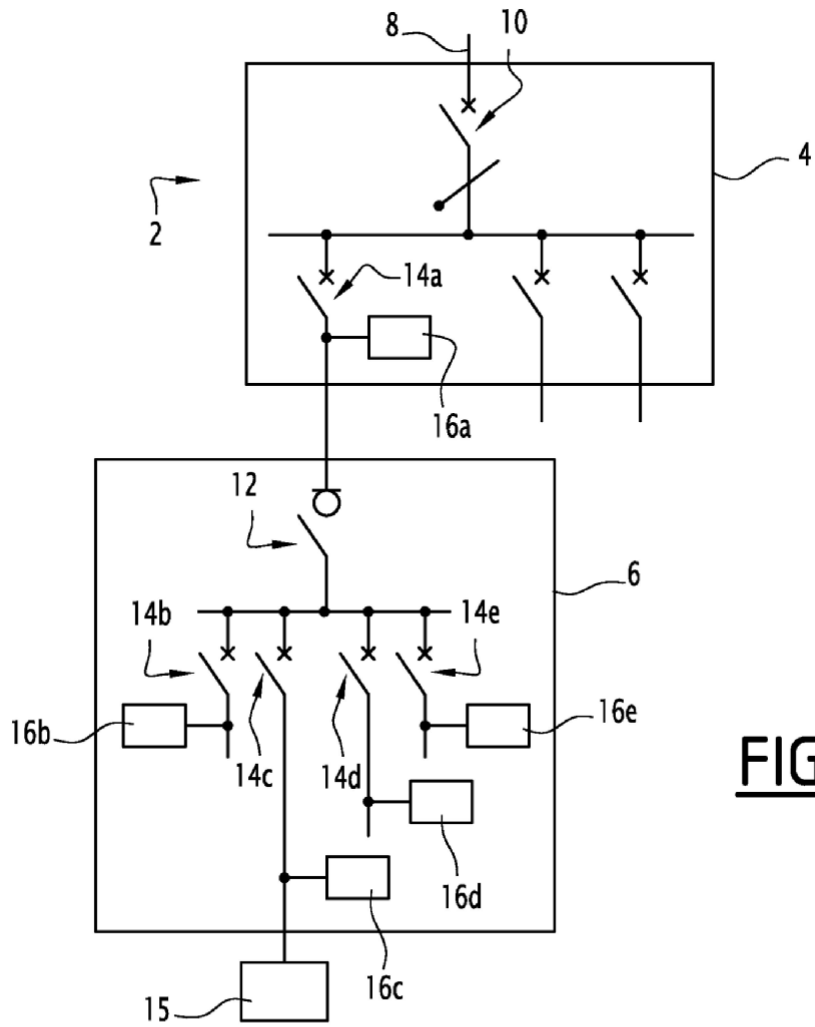


FIG. 1

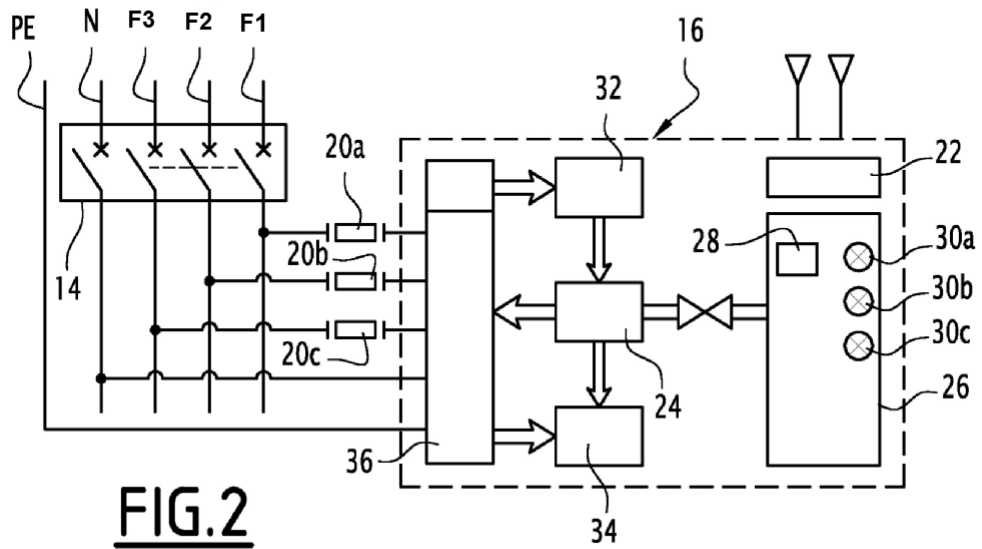


FIG. 2

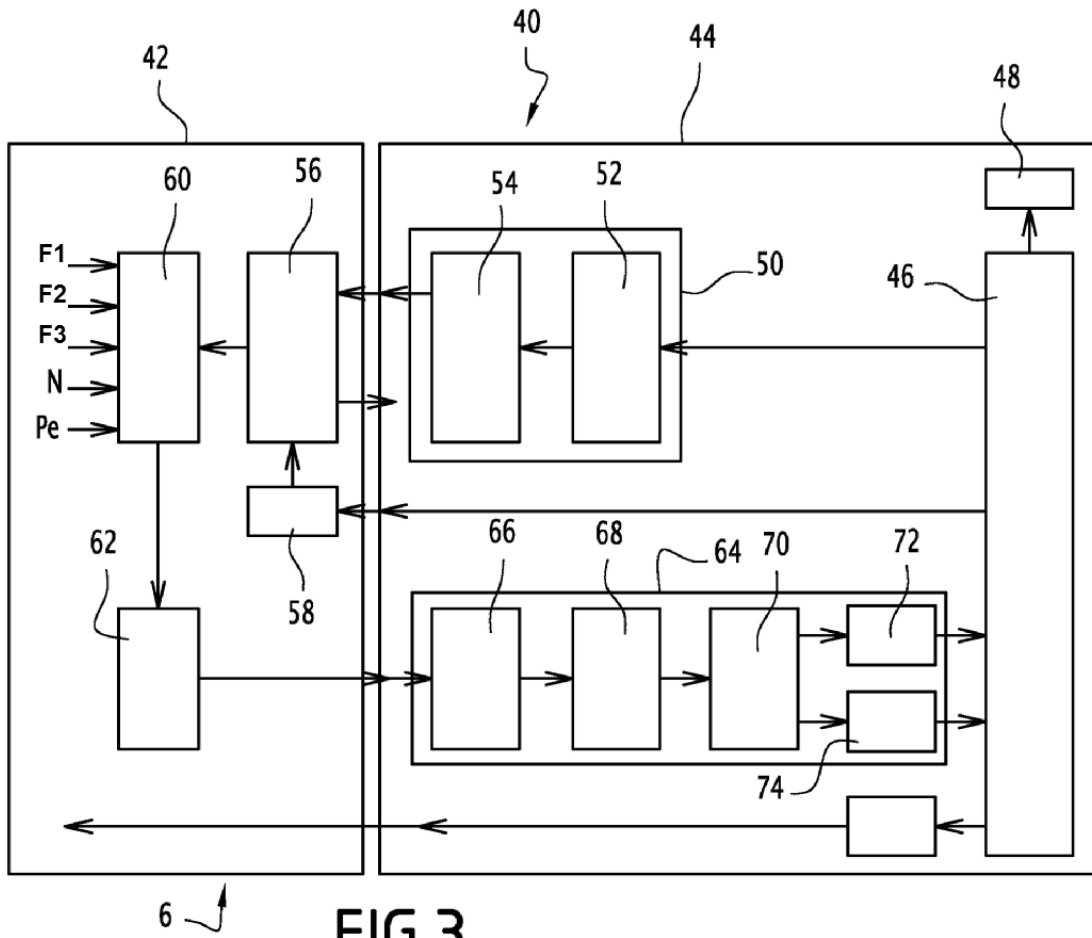


FIG. 3

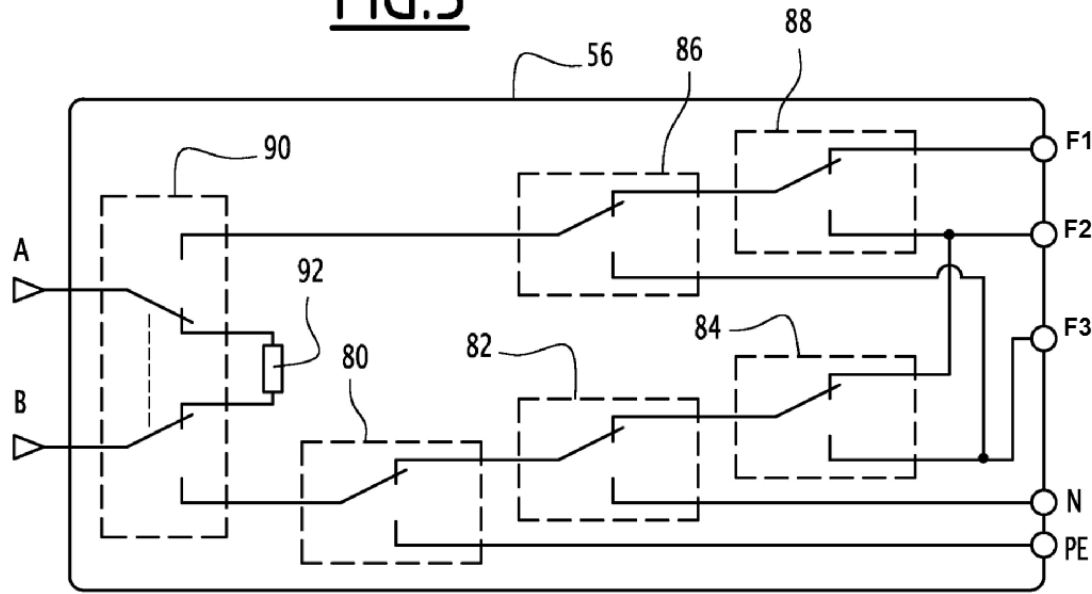


FIG. 4

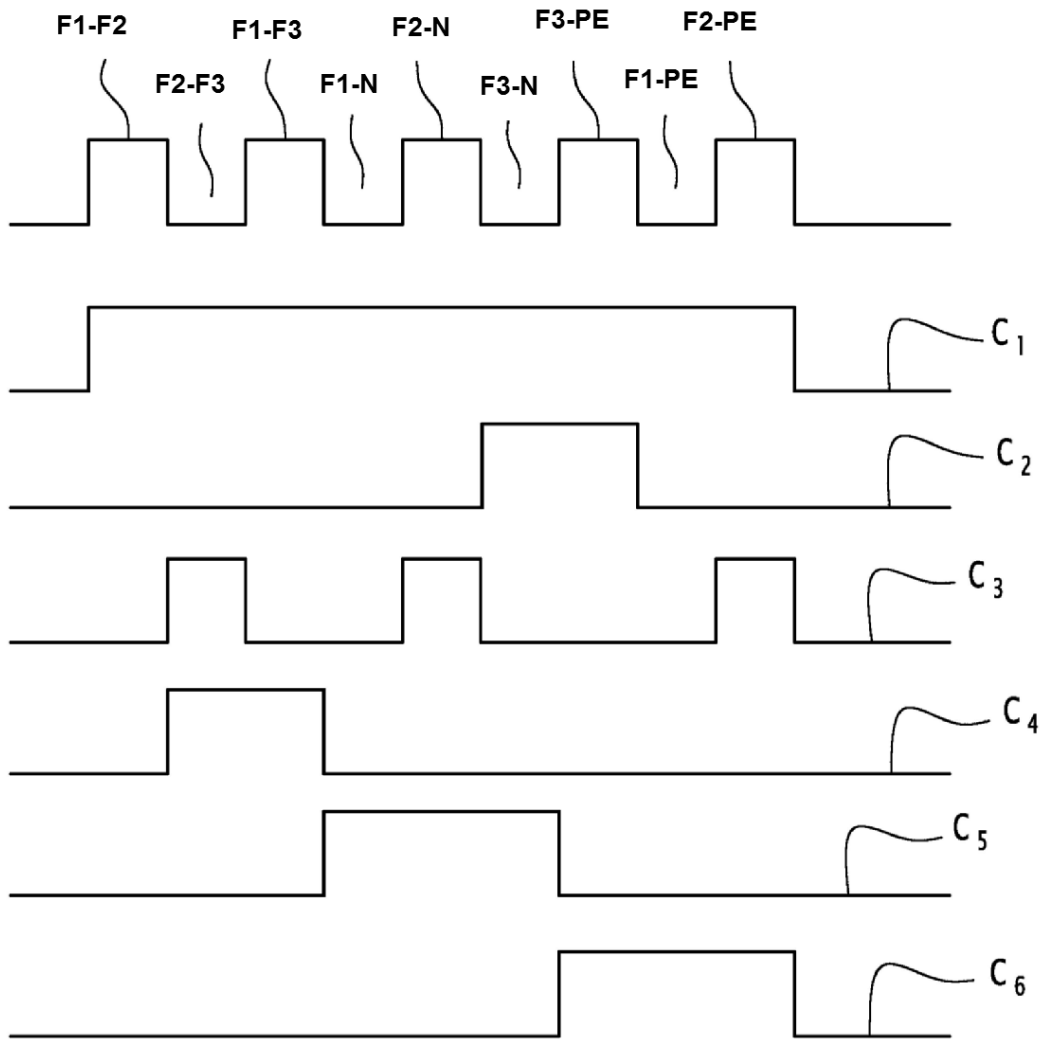


FIG.5

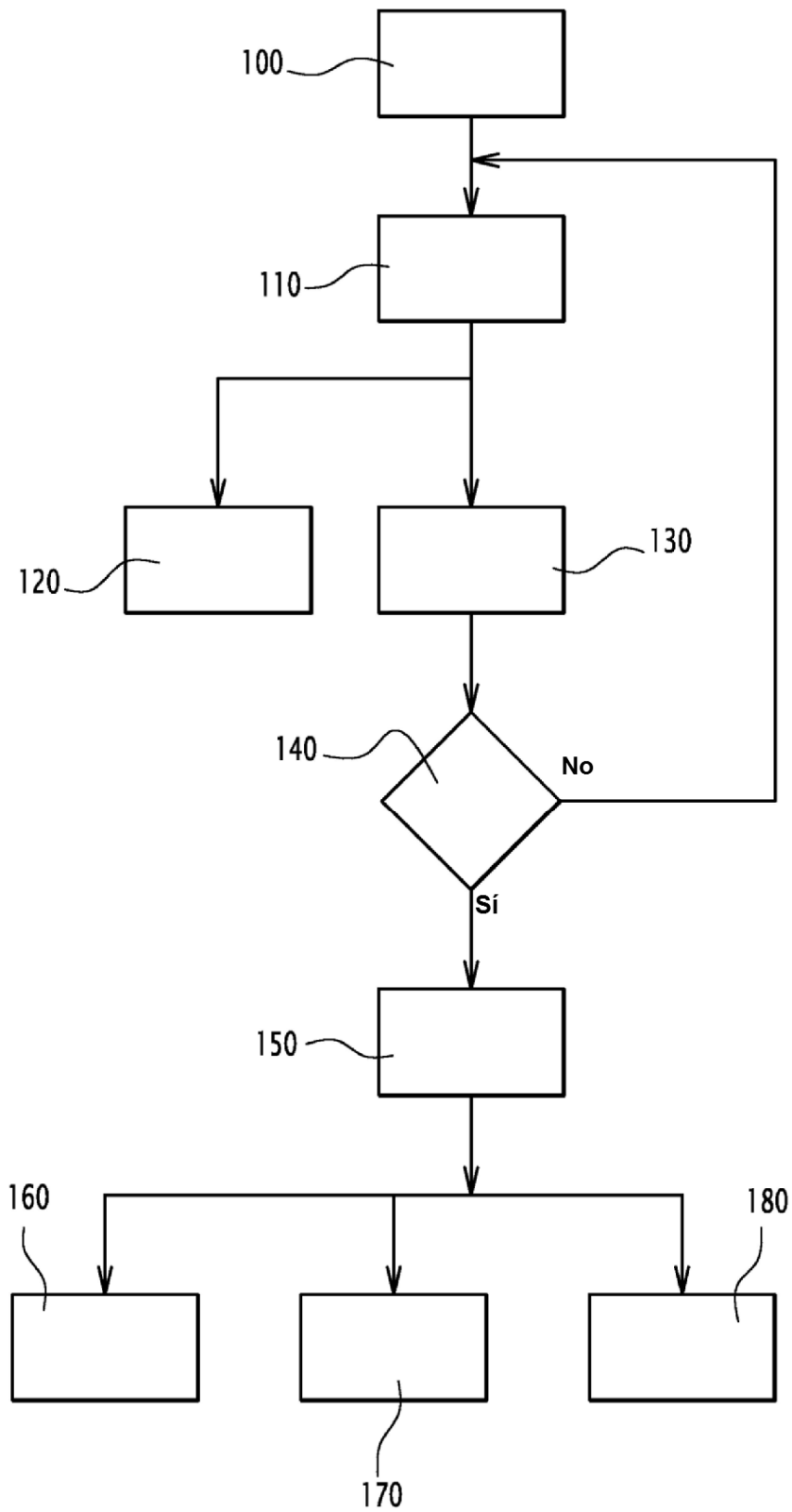


FIG.6