

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 520**

51 Int. Cl.:

H02H 7/00	(2006.01)
H01H 83/10	(2006.01)
G01R 19/25	(2006.01)
G01R 27/18	(2006.01)
H02H 9/04	(2006.01)
G01R 19/165	(2006.01)
H01H 71/02	(2006.01)
H02H 3/17	(2006.01)
H02H 11/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2015 PCT/ES2015/070075**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2015 WO15118204**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2015 E 15745792 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024 EP 3104483**

54 Título: **Dispositivo combinado para protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y para supervisar un sistema eléctrico**

30 Prioridad:

05.02.2014 ES 201430144

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.11.2024

73 Titular/es:

**CIRPROTEC, S.L., SOCIEDAD UNIPERSONAL
(100.0%)
Lepanto, 49
08223 Terrassa, ES**

72 Inventor/es:

**PONS GONZALEZ, CARLES y
MARTÍN PEIDRÓ, JOSÉ ANTONIO**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 987 520 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 combinado para protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y para supervisar un sistema eléctrico

5 Campo de la invención:

[0001] La presente invención se refiere a un dispositivo combinado para la protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y para la supervisión de una instalación eléctrica.

10 Estado de la técnica:

[0002] Actualmente, los dispositivos disponibles para la protección contra sobrevoltajes transitorios (designados en este campo de la técnica mediante la abreviatura "SPD", del inglés "Surge Protection Device") se utilizan habitualmente para proteger las instalaciones eléctricas fijas y los puntos de carga conectados a las mismas
15 contra sobrevoltajes que resultan de alteraciones que se deben a fenómenos atmosféricos (como rayos), maniobras de red de diferentes tipos de maniobras de conmutación.

[0003] Este tipo de dispositivo de protección ("SPD") se utiliza en instalaciones eléctricas que se alimentan con la red eléctrica u otro tipo de generadores y también en instalaciones cuya alimentación viene de una corriente
20 continua, por ejemplo, los generadores fotovoltaicos.

[0004] Dichos dispositivos SPD tienen al menos un componente protector, con características no lineales, destinado a limitar los sobrevoltajes transitorios y desviar a tierra los impulsos de corriente transitoria. Estos componentes de protección son principalmente varistores, supresores de gas, supresores de arco, vías de chispa,
25 diodos de supresión, triacs, tiristores, transistores de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico (del inglés, "Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistors", MOSFETs) u otros componentes técnicamente equivalentes, incluidos los que se puedan desarrollar en el futuro, o combinaciones de los mismos.

[0005] Los dispositivos SPD se instalan generalmente en el tablero de protección y control de la instalación fija
30 que se encuentra en el origen de la instalación, y también se pueden complementar con otros dispositivos SPD ubicados en los tableros de subdistribución aguas abajo.

[0006] Los dispositivos SPD generalmente incorporan dispositivos de desconexión que desconectan de la red eléctrica el o los componentes a proteger al llegar al final de su vida útil, por ejemplo, por medio de fusibles térmicos,
35 con el propósito de impedir fallas permanentes en la instalación.

[0007] Existen varios parámetros importantes que definen las características de un dispositivo SPD a los que nos referiremos a continuación. Los mismos incluyen:

- 40 - U_c : el voltaje continuo máximo que se puede aplicar en cada modo de protección.
- U_{res} : el voltaje residual, es decir, el voltaje pico que aparece entre los terminales debido al paso de una corriente de descarga.

[0008] Las formas de onda utilizadas en los ensayos para la caracterización de los dispositivos SPD son
45 impulsos de corriente, generalmente del tipo 8/20 μs o 10/350 μs e impulsos de voltaje de 1,2/50 μs ; el fabricante especifica el valor máximo, el cual caracteriza el dispositivo SPD.

[0009] En general, hay dos formatos o tipos diferentes para la implementación práctica de un dispositivo SPD:

- 50 i) Dispositivos enchufables, en los que cada componente de protección se encuentra dentro de un cartucho enchufable diferente insertado en una base fija junto con otros cartuchos, ubicados en dicha base fija, los medios de conexión para el cableado entre el dispositivo SPD y la red eléctrica. La conexión eléctrica entre el componente de protección dentro del cartucho y la base fija se realiza mediante terminales de conexión metálicos en el cartucho para su inserción en alojamientos metálicos provistos en dicha base fija, estando conectados dichos alojamientos
55 a los medios de conexión del dispositivo SPD.
ii) Compacto o monobloque, en el que todos los componentes de protección están ubicados dentro de una única carcasa envolvente, incorporando medios para la conexión del cableado entre el SPD y la red eléctrica.

[0010] Los SPD de tipo compacto tienen la desventaja de que, en caso de falla de uno o varios componentes de protección, es necesario reemplazar todo el dispositivo para mantener una protección completa, lo que significa que el dispositivo se debe desmontar y ensamblar nuevamente por completo. Ambos inconvenientes incurrir en altos costos que se incrementan aún más en el caso de múltiples SPD.

[0011] Por el contrario, los dispositivos SPD de tipo enchufable (que se forman con cartuchos enchufables
65 sobre una base fija) tienen la ventaja de que, en caso de falla del o los componentes de protección ubicados en un

- cartucho determinado, solo se debe reemplazar ese cartucho, sin que sea necesario reemplazar el resto de los cartuchos o desmontar el dispositivo SPD de la instalación eléctrica. Este tipo de dispositivo SPD enchufable tiene otra ventaja relacionada con la verificación inicial de la instalación eléctrica: en la realización de pruebas de inspección realizadas para verificar la resistencia dieléctrica y el aislamiento, para las que se requiere aplicar voltajes alternos y continuos que sean más altos que los voltajes de activación de los dispositivos SPD (ya que su función es limitar el sobrevoltaje); en el caso de un dispositivo SPD enchufable, las pruebas se pueden llevar a cabo simplemente retirando los cartuchos, mientras que, con protectores SPD compactos, es necesario retirar los cables y conectarlos de nuevo, lo que aumenta los tiempos y costos de operación.
- 10 **[0012]** La patente española No. ES2266741, "Equipo de medida de resistencia de tierra", a nombre del mismo solicitante, muestra, en la Figura 1 un dispositivo de medición, en el que se indica que se inyecta una señal de corriente al cerrar el contacto 11 gobernado por el microcontrolador 1, con la energía necesaria para inyectar la señal obtenida de la batería 10.
- 15 **[0013]** Para que la batería suministre impulsos de alta corriente en cada medio ciclo de la red en un circuito como el del presente caso, debe ser grande, por lo que el sistema descrito en dicha patente no se podría integrar en un cartucho de un dispositivo SPD, y además, ya sea que se pueda cargar o no, sería necesario efectuar un reemplazo al final de su vida útil.
- 20 **[0014]** En las reivindicaciones 1, 5, 6 y 7 de dicha patente, también se indica que la inyección de corriente se realiza a aproximadamente 90° del suministro de voltaje de CA, de modo que toda la variación de voltaje se debe a la corriente pico que tiene una corta duración, y no a la evolución de la media onda del suministro de CA. La consideración de que a 90° la variación de la señal de CA es pequeña es cierta para un voltaje sinusoidal puro que no contiene armónicos ni distorsiones, en cuyo caso dicha consideración no se cumpliría necesariamente. Se deben considerar no solo los armónicos eventuales en el suministro de voltaje de CA, sino también otros problemas causados por los armónicos en el suministro de corriente. Esta corriente provoca una caída en el voltaje del conductor neutro entre el equipo de medición y la planta de generación de voltaje y, dependiendo de los armónicos existentes, esa caída en el voltaje puede cancelar o reducir sustancialmente el valor del voltaje almacenado en el condensador, provocando su descarga. Esto daría como resultado que el impulso de corriente inyectado fuera muy pequeño o nulo, en cuyo caso el resultado de la medición sería erróneo.
- 30 **[0015]** El comportamiento operativo anterior constituye un inconveniente muy grave, ya que hoy en día, la mayoría de los equipos que se usan en las instalaciones eléctricas provocan armónicos, por ejemplo, los equipos utilizados para procesar y controlar los sistemas de producción con variadores de velocidad, aire acondicionado, ascensores, ordenadores, lámparas fluorescentes y la mayoría de los electrodomésticos actuales. El funcionamiento de dichos equipos no es constante, por lo que el contenido y la amplitud de los armónicos variarán, provocando mediciones erróneas y erráticas de la resistencia de tierra, y también generando alarmas injustificadas. Además, se debe considerar que la impedancia del sistema de puesta a tierra puede tener un componente capacitivo alto, dependiendo de la relación capacitiva entre el condensador de descarga, la capacidad del sistema de puesta a tierra (que es variable) y el voltaje existente al momento de inyectar el impulso en cada uno de ellos, se pueden obtener impulsos de corriente muy pequeños, lo que lleva a los problemas indicados anteriormente en relación con la medición.
- 35 **[0016]** Además de lo anterior, para obtener la inyección de corriente a 90°, el ángulo de 0° se debe determinar de manera confiable, es decir, determinando el paso por cero de la señal sinusoidal de la fuente de voltaje, como se muestra en la Figura 1. Esto se podría hacer utilizando el voltaje obtenido en los divisores resistivos 6 o 7, ya que, en el caso del ruido existente en el voltaje de CA, la medición podría ser errónea y, por lo tanto, el punto de accionamiento teórico de 90° no correspondería a un área en la que la variación de la señal sinusoidal fuera pequeña. Este documento no describe ni sugiere ningún medio de filtración para eliminar el problema indicado, por ejemplo, el uso de filtros activos, pasivos o de software para el microcontrolador.
- 40 **[0017]** También con referencia al mismo documento de patente y en relación con la protección contra sobrevoltajes transitorios como se mencionó anteriormente, el varistor 4 y la descarga de gas 5, es habitual usar este tipo de componentes en dispositivos electrónicos que se ensamblarán permanentemente en la instalación eléctrica, sin embargo, están dimensionados para proteger el dispositivo en sí, cumpliendo de este modo con los requisitos de las pruebas de compatibilidad electromagnética establecidas en las normas del producto, ya que dichas pruebas se llevan a cabo utilizando impulsos de varios kV, aunque con baja energía. Este tipo de protección es incapaz de soportar impulsos transitorios de corriente tan altos como los producidos por las descargas atmosféricas (que pueden alcanzar hasta 100 kA), es decir, no será adecuada para la protección de instalaciones y cargas conectadas aguas abajo de dicho instrumento de medición. El uso de componentes de protección con alta energía en el instrumento de medición de la patente ES2266741 sería totalmente insuficiente para proteger tanto la instalación como el equipo de medición, ya que la circulación de los impulsos de corriente producidos por las descargas atmosféricas a través de los componentes de protección crea campos electromagnéticos extremadamente fuertes, lo que induciría altas corrientes y voltajes en los circuitos electrónicos del instrumento de medición, provocando su destrucción.
- 45 **[0018]** El documento US7023680B1 describe un dispositivo combinado para la protección contra sobrevoltaje
- 50
- 55
- 60
- 65

y la supervisión de los parámetros de la instalación eléctrica con los medios correspondientes para la indicación de los parámetros supervisados, donde uno de los parámetros supervisados e indicados es el valor de resistencia de tierra, y si está dentro de ciertos límites predeterminados.

5 **Objeto de la invención:**

[0019] Uno de los objetivos de esta invención es la descripción de un dispositivo que proporcionará protección contra sobrevoltajes transitorios y también supervisará la instalación eléctrica e informará al usuario sobre los márgenes actuales de ciertos parámetros del dispositivo y la instalación eléctrica, con el fin de informar y advertir al usuario sobre el estado del dispositivo y de la instalación eléctrica.

[0020] Otro objetivo de la invención es la descripción de un dispositivo combinado de protección y supervisión que ocupe el menor espacio posible en el tablero de protección y control en el que se instalará de manera habitual.

15 [0021] Otro objetivo de la invención es dar a conocer un dispositivo combinado de protección y supervisión que sea fácil de sustituir en caso de falla de la sección de protección o de supervisión.

[0022] Otro objetivo de la invención es describir un dispositivo de protección y supervisión combinado para la instalación eléctrica con un bajo costo de fabricación e instalación.

20 [0023] Incluso otro objetivo de la invención es describir un dispositivo de protección y supervisión combinado que no interfiera con el funcionamiento de otros dispositivos de protección (por ejemplo, un disyuntor de corriente residual, o interruptor diferencial, en lo sucesivo "RCD", del inglés "Residual Current Device") u otros equipos instalados en la misma instalación o en instalaciones adyacentes.

25 **Descripción de la invención:**

[0024] El objeto de la presente invención se define en la reivindicación 1.

30 [0025] Se trata de un dispositivo combinado que no solo protege contra sobrevoltajes transitorios, sino que también supervisa una instalación eléctrica, del tipo utilizado en instalaciones de voltaje alterno monofásicas o instalaciones multifásicas o de voltaje continuo. El dispositivo combinado es del tipo que está formado por cartuchos para enchufar en una base fija o que está formado por un monobloque. Ambos tipos de dispositivos generalmente comprenden un conjunto de protección que está formado por uno o más componentes que protegen contra sobrevoltajes transitorios dispuestos en cada cartucho enchufable o todos ellos contenidos en el monobloque. Dichos componentes de protección pueden ser uno o más varistores, supresores de gas, supresores de arco, vías de chispa, diodos supresores, triacs, tiristores y/o MOSFETs, y/o cualquier otro componente equivalente que se conozca o se pueda desarrollar en el futuro.

40 [0026] La invención se caracteriza principalmente por comprender un conjunto configurado de dispositivos de supervisión que miden y procesan de manera permanente los parámetros más importantes de los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento del sistema, y están conectados a dichos medios de supervisión, que también incluye un conjunto de medios de indicación configurados que informan al usuario sobre el estado de la instalación y del dispositivo.

45 [0027] Los medios de indicación mencionados muestran el siguiente parámetro o condición de salida:

- si el valor de la resistencia de tierra (R_{PE}) medido por el dispositivo de protección y supervisión está o no dentro de los límites o márgenes establecidos R_{PEmin} y R_{PEmax} .

50 [0028] La invención también se caracteriza porque los medios de supervisión están configurados para medir el valor de resistencia de tierra R_{PE} mediante:

- proporcionar impulsos de corriente a través de un terminal PE, para su inyección en un lazo fase-tierra de la instalación eléctrica cuando, en uso, dicho terminal PE está conectado eléctricamente a dicho lazo fase-tierra, y
55 - supervisar un aumento de voltaje en el sistema de puesta a tierra de la instalación eléctrica provocado por los impulsos de corriente inyectados.

[0029] Además, la invención también se caracteriza porque los medios de supervisión están configurados para utilizar un procedimiento dinámico para controlar individualmente el ángulo de inyección de cada impulso de corriente, dependiendo del valor de la fuente de energía de CA, y/o de los valores de resistencia de tierra R_{PE} obtenidos previamente del sistema de puesta a tierra de la instalación eléctrica, y/o de la estabilidad del valor de resistencia de tierra R_{PE} .

65 [0030] Opcionalmente, los medios de supervisión están configurados de modo tal que indican además uno o

una combinación de los siguientes parámetros de salida:

- Si la conexión del dispositivo de protección y la instalación eléctrica es correcta o no: (a) en el caso de un suministro de voltaje alterno: L, N, PE o PEN; o (b) en el caso de suministro de voltaje continuo: positivo, negativo y PE.

5 - Si el voltaje del sistema de puesta a tierra es o no V_{PE} es $\geq V_{PEmax}$.

- Si el suministro de voltaje en una red de voltaje alterno o continuo V_L está o no dentro de los límites normales predeterminados, es decir, si V_L está entre V_{Lmin} y V_{Lmax} .

[0031] Opcionalmente, otro parámetro o condición de salida podría ser la indicación de si al menos uno de los grupos de componentes de la protección contra sobrevoltajes integrado en el dispositivo de protección llegó al final de su vida útil.

[0032] Preferentemente, los medios de indicación anteriores muestran la existencia de los cinco parámetros o condiciones de salida antes descritos, aunque también podrían indicar una combinación más pequeña de dicho parámetro, como dos o tres de esos parámetros.

[0033] Según una aplicación preferible de la invención, los medios de indicación están formados por un primer tipo de indicador y un segundo tipo de indicador. El primer tipo de indicador, preferentemente un indicador luminoso, se activa de diferentes maneras (por ejemplo, dando la indicación 1,2, 3 y 4) y proporcionando información sobre los primeros cuatro parámetros o condiciones de salida, es decir, si la conexión a la red y/o el voltaje $V_{PE} \geq V_{PEmax}$ es correcta o no y/o si el voltaje de red (V_L) es $V_{Lmin} > V_L > V_{Lmax}$. Cuando todo lo anterior es correcto, ese indicador luminoso da la indicación correspondiente según el valor de R_{PE} obtenido dentro de los márgenes seleccionados. Si es necesario, se podría proporcionar una indicación diferente si el o los componentes de protección incluidos en el cartucho llegaron al final de su vida útil.

[0034] El segundo tipo de indicador, luminoso o no, indica si el o los componentes de protección incluidos en un cartucho determinado o el monobloque alcanzaron o no el final de su vida útil.

[0035] Si esa invención se aplica a dispositivos enchufables, es decir, dispositivos formados por un conjunto de uno o más cartuchos insertados sobre una base fija, al menos uno de los cartuchos que forman el conjunto también incluye, además de los componentes que protegen contra sobrevoltajes transitorios, los medios de supervisión e indicación antes mencionados. Los otros cartuchos que forman el conjunto también pueden tener medios de indicación que muestren las características del cartucho, como el final de la vida útil del componente o componentes de protección en cada cartucho.

[0036] Dentro de un cartucho, se pueden utilizar diferentes combinaciones de componentes de protección, tales como una serie de varistores conectados a un supresor de gas, varios varistores o supresores de gas en paralelo o un solo componente tal como varistores, supresores de gas, supresores de arco, vía(s) de chispa, diodo(s) de supresión, triac(s), tiristor(es) y/o MOSFET(s), así como también otros componentes equivalentes. En lo sucesivo, estos se denominan "componentes de protección", pero se debe entender que esto también podría ser una combinación de componentes.

[0037] Opcionalmente, el primer tipo de indicador (al que nos referiremos como "indicador de valor R_{PE} ") también podría dar una indicación adicional, si los componentes de protección incluidos en el cartucho donde se encuentra ese primer indicador llegan al final de su vida útil.

[0038] El primer tipo de indicador está formado por uno o más LED en uno o más colores, cada uno de los cuales proporciona información diferente; por ejemplo, iluminándose con diferentes colores dependiendo de los rangos de valores de los parámetros o condiciones de salida o iluminándose permanentemente o de manera intermitente. El segundo tipo de indicador puede estar formado por uno o más LED o ser de tipo mecánico. Alternativamente, o en combinación con los LED, el primer tipo de indicador puede estar constituido por una pantalla.

[0039] El dispositivo de protección y supervisión que se describe en esta invención se instala preferentemente en el tablero de protección y control de la instalación fija ubicada en el origen de la instalación y también se puede completar con otros dispositivos SPD ubicados aguas abajo. Con ese fin, el dispositivo SPD de la invención está provisto de medios de conexión adecuados para su instalación en un riel DIN estándar o un elemento similar.

[0040] Dependiendo de las características de la fuente de alimentación y la red de distribución, el SPD puede usar diferentes modos de protección (modos diferencial y común), por ejemplo, línea a línea, línea a tierra, línea a neutro y neutro a tierra.

[0041] Opcionalmente, los cartuchos y la base fija del dispositivo de protección y supervisión de la presente invención pueden estar provistos (cuando son de tipo enchufable) de medios mecánicos adaptados para impedir la inserción de cartuchos en una posición incorrecta en la base fija o garantizar que no correspondan a diferentes clasificaciones de voltaje, por ejemplo, la inserción de un cartucho que se debe conectar entre L-N en la carcasa de

un cartucho de N-PE o viceversa.

5 **[0042]** La invención también prevé el uso de dispositivos de protección y supervisión de tipo multipolar, que ofrecen más de un modo de protección. Además, se debe considerar, sumado a este tipo, una combinación de SPD unipolares interconectados eléctricamente.

10 **[0043]** Preferentemente, en el caso de aplicar la invención en la ejecución enchufable, ya que los medios de supervisión e indicación están ubicados dentro de uno de los cartuchos enchufables, lo que permite la supervisión permanente del estado de la instalación, los requisitos relacionados con el bajo costo, la facilidad de instalación y el reemplazo en caso de falla se cumplen de manera adecuada. En este caso, se debe considerar que un cartucho tiene dimensiones extremadamente pequeñas y, en muchos casos, el ancho del cartucho es de 17,5 mm o 35 mm, y que los componentes de protección están ubicados dentro de ese cartucho.

15 **[0044]** Con el objetivo de integrar también los medios de supervisión e indicación de dicho cartucho y, por consiguiente, obtener el mejor aprovechamiento del espacio en la placa de protección, el dispositivo de la presente invención incluye una doble protección incorporada contra sobrevoltajes transitorios: una primera etapa formada por los componentes de protección ubicados en el interior del cartucho, que absorben la parte principal de la energía dejando entre sus dos polos un voltaje residual reducido; este impulso de voltaje ya tiene baja energía y su misión es limitarlo a valores aceptables para el circuito de supervisión en una segunda etapa de protección. Como ejemplo, dicha
20 segunda etapa puede estar compuesta por una pequeña impedancia, Z y un varistor, V con dimensiones reducidas. Esta segunda etapa de protección impide la destrucción o el funcionamiento defectuoso de los circuitos de supervisión, ya que reduce aún más las perturbaciones que podrían afectar a los mismos debido al voltaje residual en el componente de protección (U_{res}) o debido al campo electromagnético que se genera.

25 **[0045]** Por lo tanto, el dispositivo de protección contra sobrevoltajes transitorios y supervisión objeto de la invención no necesita ningún espacio adicional en el tablero de protección y control, lo que hace que sea de bajo costo, ya que utiliza la misma carcasa y se crea utilizando el mismo procedimiento de fabricación que el de un cartucho normal, es fácil de reemplazar (tanto el componente protector como el dispositivo de supervisión) en caso de falla e informa al usuario en caso de que exista cualquiera de los problemas anteriores. Un requisito importante que se cumple
30 es que el dispositivo no interfiere con el funcionamiento de otros dispositivos de protección (por ejemplo, un disyuntor de corriente residual, en adelante, RCD) o los equipos dentro de la misma instalación o en instalaciones adyacentes.

35 **[0046]** En casos específicos, parte de los medios de supervisión y/o indicación podrían estar ubicados dentro de la base fija, que recibe los cartuchos enchufables.

[0047] El dispositivo de protección y supervisión descrito en la presente invención puede tener dispositivos de desconexión que desencadenan la desconexión del o los componente/s de protección de los medios de alimentación cuando alcanzaron el final de su vida útil, por ejemplo, fusibles térmicos, con el fin de impedir la falla permanente de la instalación. Cuando se activan dichos dispositivos de desconexión, hacen que un indicador en el dispositivo SPD
40 avise al usuario de esto (por ejemplo, un indicador luminoso o mecánico), pero este indicador también puede estar fuera del dispositivo SPD o puede existir con ambas indicaciones. En algunas configuraciones de la red eléctrica, puede no ser necesario implementar dicho dispositivo de aviso.

45 **[0048]** La información sobre el estado de la instalación y/o del SPD y/o de los componentes de protección se puede proporcionar a través de medios de transmisión inalámbricos o por cable. Dichos medios de transmisión inalámbricos se pueden incluir en el mismo cartucho o se pueden incluir total o parcialmente en la base fija del SPD o de manera interna en un SPD compacto.

50 **[0049]** En general, se utilizan dos tipos de conexiones, dependiendo de la configuración del sistema de alimentación de la red eléctrica; por ejemplo, la Figura 22 muestra la configuración de conexión para una red trifásica.

55 **[0050]** Dependiendo del sistema de alimentación de la red eléctrica (por ejemplo, TT, TN-S o TN-C-S), L1, L2 y L3 están conectados al conductor de línea, N al conductor neutro y PE al conductor de protección. En caso de un sistema TN-C, el conductor PEN funciona como conductor de protección y conductor neutro. Aguas abajo del dispositivo SPD se conectan la instalación, las cargas y los equipos a proteger contra sobrevoltajes, con el conductor de protección conectado a las partes conductoras accesibles de los materiales y los equipos eléctricos que normalmente no están sujetos a un voltaje eléctrico, pero que se podrían alimentar con voltaje en caso de una falla.

60 **[0051]** El conductor PE (o PEN), necesario para la protección contra descargas eléctricas, está conectado al sistema de puesta a tierra, que puede ser local (en el edificio) o bien puede proporcionarlo la empresa eléctrica. Sin embargo, si el edificio donde se realiza la instalación que se debe proteger tiene un sistema de protección contra rayos externo (por ejemplo, un pararrayos), se debe crear un sistema de puesta a tierra local para dispersar los impulsos de corriente del rayo. Este punto de puesta a tierra deberá conectarse al correspondiente al resto del edificio en un único punto de la instalación.

65

[0052] Los objetivos generales de la puesta a tierra son los siguientes:

- Permitir la descarga a tierra de las corrientes de falla o descargas atmosféricas.
- Mantener los potenciales que producen las corrientes de falla dentro de los límites de seguridad y/o asegurar el funcionamiento del sistema de protección en el tiempo adecuado, teniendo en cuenta la seguridad de las personas y equipos.
- Mantener un potencial de referencia en algún punto del sistema eléctrico o electrónico. Este punto es muy importante a la hora de instalar un dispositivo SPD, ya que, si dicho dispositivo no estuviera instalado, un sobrevoltaje transitorio como consecuencia de maniobras en la red eléctrica o una descarga atmosférica provocaría un tremendo aumento de dicho potencial (cientos de kV), generando la falla del aislamiento en la instalación o en los equipos conectados.

[0053] Sin embargo, no solo es necesario mantener una baja impedancia en la puesta a tierra (por ejemplo, mediante la correcta instalación y mantenimiento de los electrodos enterrados en el suelo, sino que también es necesario que la impedancia desde el punto de conexión del conductor de protección del SPD hasta el sistema de puesta a tierra completo sea lo más baja posible, tanto desde el punto de vista de la seguridad de las personas y los equipos como de la protección contra sobrevoltajes. Excepto en el caso de la desconexión o rotura del conductor de protección y/o los electrodos de puesta a tierra, la impedancia del sistema suele cambiar muy lentamente ya que depende principalmente de la humedad y la temperatura del suelo, que, por lo general, es estacional, aunque esto también depende de la corrosión progresiva de los electrodos de puesta a tierra.

[0054] Otra situación anómala que puede ocurrir es que el sistema de puesta a tierra esté sometido a un voltaje que, aunque no sea suficiente para activar los medios de protección de la instalación, podría causar daños a personas o equipos.

[0055] También se podrían producir errores en la conexión de los conductores del dispositivo SPD o en la instalación, lo que podría afectar al funcionamiento de algunos equipos o incluso causar daños en el dispositivo SPD. Puede ocurrir que, en un protector trifásico, las conexiones de una línea se cambien accidentalmente por las del conductor neutro, lo que en la mayoría de los casos provocaría daños permanentes a los componentes de protección conectados a las otras dos líneas.

[0056] También se deben tener en cuenta otros errores en la conexión de los conductores de línea, neutro conductor de protección.

Descripción de las figuras:

[0057] A continuación se muestra una lista de las diferentes partes de la invención que se muestran en las figuras, designadas con las siguientes referencias numéricas; (10, 10', 10", 10"', 10''') dispositivos de protección y supervisión, (11) cartucho enchufable, (12) base fija, (13) indicador óptico de valor R_{PE} y otras indicaciones, (14) indicador del final de la vida útil del componente de protección, (15) indicadores ópticos de valor R_{PE} y otras indicaciones formadas por LED, (16) inserción del primer terminal de conexión, (17) inserción del tercer terminal de conexión, (18) terminales de conexión del cartucho a la base fija, (19) placa de circuito impreso con el circuito electrónico, (20) componente de protección, (21) segunda etapa de la protección contra sobrevoltajes transitorios, (22) convertidor CA/CC, (23) adaptador, (24) adaptador, (25) microcontrolador, (26) resistencias, (27) diodos LED, (28) dispositivo de desconexión térmica.

[0058] En las figuras:

- La Figura 1 muestra una vista en perspectiva desde la parte trasera de una eventual aplicación de la parte externa de un cartucho N-PE.
- Las Figuras 2 a 5 muestran vistas en perspectiva frontal del mismo cartucho de la Figura 1 en diferentes aplicaciones de posibles tipos de indicadores:
 - La Figura 2 muestra el caso de un cartucho con tres indicadores luminosos para el valor R_{PE} formado por LEDs;
 - La Figura 3 muestra el caso de un cartucho que tiene un único indicador luminoso para el valor R_{PE} ;
 - La Figura 4 muestra el caso de un cartucho con un primer tipo de indicador luminoso para el valor R_{PE} y el segundo tipo de indicador para el final de la vida útil del componente protector; y
 - La Figura 5 muestra el caso de un cartucho con tres indicadores luminosos para el valor R_{PE} formado por LEDs y un segundo tipo de indicador para el final de la vida útil del componente protector.
- La Figura 6 muestra una vista frontal de la parte interna del cartucho de la Figura 1 con tres terminales de conexión a la base fija (N, L, PE).
- Las Figuras 7 a 10 muestran vistas en perspectiva frontales de una primera aplicación preferida de los dispositivos de protección y supervisión de la presente invención formados por uno o más cartuchos enchufables sobre una base fija:
 - La Figura 7 muestra una vista de un ejemplo de aplicación en el que el dispositivo de protección y supervisión es del tipo monofásico (N, L) y está equipado con medios de indicación formados por un primer indicador y un segundo indicador. El primer indicador, preferentemente un indicador luminoso, se activa de manera diferente (por ejemplo,

dando una indicación 1, una indicación 2, una indicación 3 y una indicación 4) y proporcionando información sobre si la conexión a la red y/o el voltaje $v_{PE} \geq v_{PEmax}$, y/o el voltaje de red (v_L) $v_{Lmin} > v_L > v_{Lmax}$ son correctas o no. Cuando todo lo anterior es correcto, el mismo indicador luminoso da la indicación correspondiente según el valor R_{PE} obtenido dentro de los márgenes seleccionados. Si también fuera necesario, se podría dar otro tipo de indicación en el caso de que el componente de protección incluido en el cartucho haya llegado al final de su vida útil. El segundo indicador ubicado en el otro cartucho da una indicación (que puede o no ser por medio de iluminación) en el caso de que el/los componente/s de protección incluido/s en el mismo cartucho L haya/n llegado al final de su vida útil.

La Figura 8 muestra una vista de un ejemplo de una aplicación en la que el dispositivo de protección y supervisión es del tipo trifásico (N, L1, L2, L3), que está equipado con medios de indicación formados por un primer indicador luminoso que se activa de una manera diferente, proporcionando información sobre si la conexión a la red, y/o el voltaje $v_{PE} \geq v_{PEmax}$, y/o el voltaje de red (v_L) $v_{Lmin} > v_L > v_{Lmax}$ son correctos o no. Cuando todo lo anterior es correcto, el primer indicador óptico proporciona el indicador correspondiente al valor obtenido para R_{PE} dentro de los márgenes seleccionados. Si es necesario, también podría dar una indicación diferente en el caso de que el componente de protección dentro del cartucho haya llegado al final de su vida útil. Los indicadores ubicados en los otros tres cartuchos (L1, L2, L3) proporcionan una indicación (que puede o no ser por medio de iluminación) sobre si el componente protector incluido en dichos cartuchos alcanzó el final de su vida útil.

La Figura 9 muestra una vista de una aplicación en la que el dispositivo de protección y supervisión es para aplicaciones fotovoltaicas (L+, PE, L-), que está equipado con medios de indicación formados por un primer indicador luminoso que se activa de una manera diferente, dando información sobre si la conexión al voltaje de alimentación es correcta o no, y/o el voltaje $v_{PE} \geq v_{PEmax}$, y/o el voltaje de alimentación $v_{Lmin} > v_{L+} - v_{L-} > v_{Lmax}$ son correctas o no. Cuando todo lo anterior es correcto, el mismo indicador óptico proporciona la indicación correspondiente según el valor R_{PE} obtenido dentro de los márgenes seleccionados. El cartucho tiene otro indicador (que puede o no ser luminoso), para indicar que el componente protector incluido en dicho cartucho llegó al final de su vida útil. Los indicadores de los otros cartuchos (L+, L-) indican, por medios luminosos o no luminosos, que el componente protector incluido en ellos llegó al final de su vida útil; y

La Figura 10 muestra una vista explosionada del cartucho N de la Figura 1 en la base fija.

Las Figuras 11 y 12 muestran las respectivas vistas en perspectiva frontal de una segunda aplicación preferida del dispositivo protector que forma el objeto de la invención, formado por un SPD compacto o monobloque:

la Figura 11 muestra un ejemplo de una aplicación en la que el dispositivo de protección SPD es del tipo monofásico (N, L); y

la Figura 12 muestra una aplicación en la que el dispositivo protector SPD es del tipo trifásico (N, L1, L2, L3).

La Figura 13 muestra un diagrama de flujo de las diferentes etapas y condiciones de activación de una manera diferente a las del primer indicador, por ejemplo, dando una indicación de tipo 1, una indicación de tipo 2 y una indicación de tipo 3, con cada una de las indicaciones en un color diferente.

La Figura 14 muestra un diagrama de bloques del circuito electrónico para los medios de supervisión de la invención junto con el componente protector ubicado dentro del cartucho.

La Figura 15 muestra un diagrama simplificado para la inyección de impulsos positivos y negativos.

La Figura 16 muestra ejemplos de 2 ráfagas de impulsos; en el segundo diagrama se muestra el caso de ráfagas por 2 impulsos positivos, y el tercer diagrama muestra el caso de ráfagas de un impulso positivo y un impulso negativo en el que la variable " T_r " es el lapso de tiempo entre ráfagas.

La Figura 17 muestra un detalle de un impulso en un semiciclo positivo, en el que la variable " T_{imp} " es la duración del impulso.

La Figura 18 muestra diagramas en los que se muestra el efecto de la capacidad en la señal v_{PE} . El último diagrama es para una capacidad de 12 μF y muestra que hay un error. Por esta razón, la capacidad máxima del sistema de PE considerado es de aproximadamente 10 μF .

La Figura 19 muestra las etapas para la reducción de la corriente inyectada al disminuir el número de impulsos por ráfaga, siempre que la estabilidad de R_{PE} sea satisfactoria, manteniendo el ancho del impulso para las ráfagas. En este caso, por ejemplo, inicialmente se utilizan 3 ráfagas de impulsos que, a continuación, podrían cambiar a dos ráfagas de impulsos y después a un impulso, si la estabilidad de R_{PE} es satisfactoria. Los impulsos de salida del controlador están adaptados al voltaje de puerta a fuente V_{GS} necesario para la conducción del MOSFET. Es durante este tiempo cuando se inyecta el impulso de corriente. En todas las etapas, se mantiene el ancho de los impulsos T_{imp} , así como la separación entre ráfagas T_r .

La Figura 20 muestra las etapas de reducción de la duración de los impulsos T_{imp} , siempre que la estabilidad de R_{PE} sea satisfactoria. En este caso, por ejemplo, se utilizan ráfagas con 4 impulsos con una duración inicial T_{imp1} , que se puede reducir a una duración más corta T_{imp2} (es decir, $T_{imp2} < T_{imp1}$). Los impulsos de salida del controlador se adaptan al voltaje de puerta a fuente V_{GS} necesario para que el MOSFET conduzca, y durante este tiempo se inyecta el impulso de corriente.

La Figura 21 muestra el circuito equivalente cuando el MOSFET Q conduce.

La Figura 22 muestra los dos tipos de conexiones, dependiendo de la configuración del sistema de la red eléctrica trifásica.

Descripción de una aplicación preferida de la invención:

- 5 **[0059]** Una aplicación práctica pero no limitativa de la invención es un dispositivo de protección y supervisión (10, 10', 10'', 10''', 10''''') en el que uno de los cartuchos (11) incorpora el o los componentes de la protección (20), los medios de supervisión necesarios para la supervisión de la instalación y los medios de indicación necesarios, por ejemplo, por varios LED (27) y medios de desconexión (28).
- 10 **[0060]** Por ejemplo, la Figura 1 muestra un cartucho (11) conectado entre N-PE, utilizando como componente de protección (20) un supresor de gas o un supresor de arco, que se utiliza como protección entre N-PE de un dispositivo de protección monofásico y trifásico en los sistemas TT y TN-S. Dicho cartucho (11) tiene tres terminales de conexión con la base fija (18), conectados respectivamente a la línea (L), al neutro (N) y al conductor de protección (PE). En este caso, la corriente de descarga transitoria, normalmente del orden de kA, circula en este caso a través de los terminales N-PE, y una corriente inferior circula a través del terminal (L), por lo que se puede reducir la sección transversal.
- 15 **[0061]** Además, se pueden añadir otros terminales de conexión para dispositivos de protección, por ejemplo, dispositivos trifásicos en los que es necesario conocer los voltajes en cada fase.
- 20 **[0062]** También se pueden usar terminales de conexión adicionales para transmitir la información obtenida del dispositivo de supervisión y/o el indicador de fin de vida o estado del componente de protección a la base fija.
- [0063]** Sin embargo, si es necesario debido a los requisitos de instalación necesarios, se puede usar un varistor u otro componente de protección.
- 25 **[0064]** La Figura 6 muestra la disposición del circuito electrónico (19) que integra los medios de supervisión y el/los componente/s de doble protección (21) en uno de los cartuchos (11) que, en este ejemplo particular, determinan: el valor de la impedancia desde el terminal PE a tierra, si hay voltaje en el sistema de puesta a tierra que podría ser peligroso, si el voltaje de alimentación V_L de una red de CA o CC cae dentro de los límites normales, es decir, si V_L está entre V_{Lmin} y V_{Lmax} y si hay algún error en la conexión del dispositivo SPD o la instalación de cableado, indicando al usuario la situación. Si se desea, también se pueden incluir medios opcionales para indicar que el componente de protección llegó al final de su vida útil.
- 30 **[0065]** La indicación anterior de estos parámetros se lleva a cabo preferentemente mediante varios diodos LED (27), de diferentes colores, que pueden ser fijos o intermitentes para permitir al usuario interpretar correctamente la situación, por ejemplo, con tres o cuatro diodos. Vea las diferentes configuraciones en las Figuras 2 a 5.
- [0066]** La Figura 13 muestra el orden de funcionamiento de las diversas etapas y condiciones de activación de una manera diferente a la primera luz indicadora, por ejemplo, dando una indicación 1, una indicación 2, una indicación 3 y una indicación que depende de diferentes valores de R_{PE} :
- 40 - Etapa 1 (opcional): al conectar la energía al circuito de supervisión, puede haber un retraso antes de realizar las diferentes pruebas, con el objetivo principal de permitir que se establezca el voltaje en los circuitos electrónicos del dispositivo, a fin de impedir una falsa indicación de falla.
- Etapa 2: si la conexión de red es incorrecta → se activa la indicación 1.
- 45 - Etapa 3: si el voltaje en el sistema de puesta a tierra es $V_{PE} \geq V_{PEmax}$ → se activa la indicación 2.
- Etapa 4: si el voltaje de red v_L tiene un valor tal que $v_{Lmin} > v_L > v_{Lmax}$ → se activa la indicación 3.
- Etapa 5: si todas las condiciones anteriores son correctas, entonces el mismo indicador visual (en el caso de la Figura 7) da la indicación correspondiente según el valor de R_{PE} obtenido dentro de los 4 márgenes de valor de R_{PE} preferidos:
- 50 - Margen 1: $R_{PE} < 30 \Omega$
 - Margen 2: $30 \Omega \leq R_{PE} < 60 \Omega$
 - Margen 3: $60 \Omega \leq R_{PE} < 600 \Omega$
 - Margen 4: $R_{PE} \geq 600 \Omega$
- 55 **[0067]** La indicación correspondiente a $R_{PE} \geq 600 \Omega$ indica claramente una situación peligrosa en la instalación, ya que significa que el sistema de puesta a tierra se encuentra en un circuito abierto.
- [0068]** Para determinar el valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra R_{PE} en la etapa 5, los medios de supervisión inyectan impulsos de corriente a tierra a través del terminal PE.
- 60 **[0069]** Si alguna de las verificaciones en la etapa 2, la etapa 3 o la etapa 4 es incorrecta (es decir, la conexión, el voltaje del sistema de puesta a tierra V_{PE} o el valor del voltaje de red v_L , a continuación, el sistema se detiene en ese punto y lo verifica de manera regular (preferentemente cada pocos segundos). Una vez subsanado la falla se procede a la etapa 5 de la inyección de impulso. Si el procedimiento no se detiene, los valores obtenidos en la supervisión de la impedancia del sistema de puesta a tierra en la Etapa 5 serían incorrectos.
- 65

[0070] Internamente, el primer indicador luminoso está formado, según una posible aplicación, por una serie de LEDs en diferentes colores, dependiendo del tipo de indicación, y se iluminan unos u otros dependiendo de su estado. Además, dichos LEDs pueden ser fijos o intermitentes.

5

[0071] Para determinar el valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra R_{PE} o voltaje de tierra V_{PE} , no es necesario usar medios con un grado muy alto de sofisticación, ya que, para la implementación específica de esta invención, el solicitante descubrió que es suficiente con valores que tienen una precisión de menos del 10 %. Por consiguiente, es posible obtener un dispositivo para la protección y la supervisión que sea pequeño y tenga un bajo costo. Con este grado de precisión, las indicaciones visuales dadas al usuario tienen amplios márgenes de seguridad.

10

[0072] Los medios para determinar el valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra R_{PE} o voltaje de tierra V_{PE} se basan en la aplicación de impulsos de corriente a tierra a través del terminal PE utilizando el lazo fase-tierra. Estos impulsos cumplen una serie de requisitos:

15

Son de intensidad suficientemente alta para determinar el aumento de voltaje en el circuito de puesta a tierra, pero a su vez no deben causar el accionamiento de los posibles disyuntores de corriente residual en el circuito, ni deben causar un mal funcionamiento en el disyuntor de corriente residual a largo plazo.

[0073] El mal funcionamiento a largo plazo del disyuntor de corriente residual puede ocurrir por varias razones. El RCD contiene componentes magnéticos sensibles con un grado de magnetización ajustado por cada fabricante y que depende de su sensibilidad para detectar la diferencia de corrientes de CA entre los conductores que lo cruzan. Si se aplican impulsos de corriente de una sola polaridad con una alta tasa de repetición, por ejemplo, en cada ciclo o medio ciclo de la red, como en la patente ES2266761 o en trenes con un gran número de impulsos, dichos componentes se pueden magnetizar/desmagnetizar permanentemente a largo plazo (unos pocos años) y su mal funcionamiento no se detecta hasta que haya una falla en la instalación. El usuario podría comprobar periódicamente el funcionamiento del RCD, según indiquen sus fabricantes, pero esto rara vez es así, principalmente en entornos domésticos.

20

25

[0074] Todos estos requisitos descritos se pueden cumplir en gran medida mediante el uso de impulsos de corriente de un valor pequeño, con un número muy pequeño de impulsos en las ráfagas inyectadas y una frecuencia de repetición de ráfaga muy baja (que es variable y controlada desde algunos segundos hasta varios minutos).

30

[0075] Otros sistemas conocidos hoy en día emplean corrientes y frecuencias con una repetición mucho mayor para reducir la influencia del ruido y obtener un valor de precisión reducido para impedancias muy bajas, en las que el aumento de voltaje en el sistema de puesta a tierra causado por el impulso inyectado es muy bajo. Estas características no solo son innecesarias en el dispositivo que constituye el objeto de la invención, sino que también serían contraproducentes. El dispositivo de protección y supervisión reivindicado no es esencialmente un instrumento de medición, sino un dispositivo de protección que incluye medios para supervisar de manera permanente los parámetros más importantes durante los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento de la instalación, además de alertar del estado de la instalación y del propio dispositivo.

35

40

[0076] Al determinar la impedancia del sistema de puesta a tierra, también se debe considerar que generalmente no tiene una componente resistiva pura, y dependiendo del estado de la instalación, también presentará componentes inductivas y capacitivas. Sin embargo, como los medios de supervisión se instalan preferentemente en el dispositivo, las componentes dominantes son normalmente resistivas y capacitivas, ya que el dispositivo SPD se instala en el origen de la instalación y la longitud del cableado se reduce y se ejecuta específicamente para minimizar los efectos inductivos que podría introducir.

45

[0077] Por lo tanto, después de varias pruebas, el solicitante concluyó que la duración del impulso de corriente T_{imp} debe ser lo suficientemente larga como para no verse afectada por la componente capacitiva de la impedancia en la medición del aumento de voltaje. El circuito de supervisión utilizado por la presente invención se proporciona para obtener una precisión inferior al 10 %, que tiene componentes capacitivas de hasta 10 μF , pero generalmente son mucho más bajas.

50

55

[0078] A través de numerosas pruebas experimentales de mediciones repetidas en diferentes tipos de instalaciones, el solicitante determinó finalmente que los valores preferidos de la duración del impulso de corriente T_{imp} están entre $200 < T_{imp} < 300 \mu s$. Las pruebas realizadas por el solicitante en diferentes tipos de dispositivos RCD, tanto nuevos como dispositivos instalados durante muchos años, sugieren que este intervalo de valores es más deseable para obtener resultados óptimos con impedancias del sistema de puesta a tierra que tienen componentes capacitivas altas. Sin embargo, se podrían utilizar otros valores de T_{imp} para la aplicación de esta invención, sin cambiar la esencia de la invención.

60

[0079] El valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra (en función de las consideraciones anteriores, solo se puede considerar su valor R_{PE} resistivo) se obtiene determinando el aumento de voltaje causado por la corriente

65

de impulso inyectada con respecto al voltaje en el sistema de puesta a tierra (este voltaje es variable en el tiempo, normalmente a la misma frecuencia que el voltaje de alimentación y puede tener un valor lo suficientemente alto como para alterar el resultado de la medición de R_{PE} si no se considera), la medición del aumento del voltaje del sistema de puesta a tierra se lleva a cabo en los últimos microsegundos del impulso inyectado para minimizar la influencia de la capacidad y/o inductancia que pueda existir. Teniendo en cuenta los valores de duración de la corriente de impulso T_{imp} indicados anteriormente, los valores del aumento de voltaje se estabilizaron lo suficiente como para cumplir con los requisitos de precisión.

[0080] Otro requisito que debe cumplir el circuito que conforma a los medios de supervisión es indicar si el voltaje de red v_L está dentro del rango de funcionamiento del dispositivo SPD y el circuito de supervisión. En la mayoría de los países, el margen de voltaje estándar tiende a estar entre + 10 % - 15 % del voltaje nominal, por lo que al dimensionar el dispositivo SPD, se suele utilizar un valor U_c que es del 15 al 20 % superior V_{Lmax} al voltaje nominal V_{Lnom} . Esto impide que el SPD conduzca para los valores máximos de voltaje del voltaje de red y se dañe permanentemente. Si el valor de voltaje v_L es menor que el valor mínimo indicado v_{Lmin} , el circuito de supervisión puede dar indicaciones incorrectas, y el funcionamiento de las cargas conectadas y el equipo de instalación también pueden verse afectados; si el valor de voltaje es mayor que el U_c del SPD, la vida útil del dispositivo se reduce o se puede dañar permanentemente, lo que también afecta a los equipos y cargas conectados aguas abajo del SPD. Los rangos de voltaje indicados se consideran los preferidos, ya que son los más utilizados, pero se pueden usar valores diferentes si se considera necesario.

[0081] La función de protección y supervisión de la presente invención se realiza preferentemente según el esquema de circuito electrónico mostrado en la Figura No. 14. En este ejemplo, el convertidor de CA/CC (22) suministra un voltaje de CC V^+ desde el punto de circuito común (GND), que está conectado al terminal N del cartucho. Este convertidor de CA/CC (22) debe cumplir con estrictos requisitos en términos de características de rendimiento, su regulación de línea debe ser muy alta porque el margen de voltaje de entrada de CA es alto. También debe ser capaz de soportar márgenes de temperatura que oscilen entre -40 °C y +80 °C (que son los márgenes habituales para los dispositivos SPD) y regular el voltaje V^+ correctamente, ya que este voltaje depende del resultado correcto de las mediciones de voltaje. El voltaje V^+ se utiliza para alimentar al controlador (25) y a los adaptadores (23) y (24). El voltaje de salida de estos adaptadores (23) y (24) proporciona al controlador (25) un voltaje de CC, normalmente $V^+/2$, para un rango dinámico máximo y un voltaje de CA superpuesto en proporción a sus voltajes de entrada:

$$v_1(t) = V^+ / 2 + k_1 V_L(t) \quad [1]$$

$$v_2(t) = V^+ / 2 + k_2 V_{PE}(t) \quad [2]$$

[0082] En lo sucesivo, las variables dependientes del tiempo $v_1(t)$ y $v_2(t)$ se indicarán solo con la letra de la variable y en minúscula.

[0083] Los adaptadores (23) y (24) están compuestos por dispositivos pasivos y/o activos, lo que permite además la posibilidad de filtrar componentes de alta frecuencia (generalmente ruido y/o armónicos) que pueden provenir de la red de voltaje v_L o el voltaje del sistema de puesta a tierra v_{PE} . Los parámetros k_1 y k_2 en las ecuaciones anteriores [1] y [2] pueden representar tanto una ganancia como una atenuación de las señales v_1 y v_2 , y pueden o no depender de la frecuencia (filtro). $k_1 = k_2$ y normalmente son <1 . En ciertas aplicaciones, puede ser necesario que el adaptador (24) amplifique el voltaje v_{PE} para que k_2 supere a k_1 .

[0084] Como se muestra en el diagrama de la Figura 13, en función del voltaje en L, N y PE, el circuito detecta si el cableado que conecta el dispositivo SPD o la instalación es correcto, por ejemplo, el voltaje V^+ es un voltaje positivo, independientemente de si la conexión L y N es correcta o se intercambia, y en este punto el circuito puede medir el voltaje v_1 (obtenido de v_L) y el voltaje v_2 (obtenido de v_{PE}) y determinar si la conexión L-N es correcta o no ($v_L - v_{PE} \cong v_L$ y el voltaje $v_{N-v_{PE}} \cong 0$). Si el resultado de esta verificación es correcto, el procedimiento de supervisión continúa, de lo contrario, el circuito da una indicación de esta falla y la situación se verifica periódicamente cada pocos segundos hasta que se haya corregido la falla.

[0085] Si el resultado de la comprobación anterior es correcto, el dispositivo comprueba el voltaje v_{PE} , y si es inferior al valor máximo establecido (preferentemente en el intervalo de 20 V a 40 V), el procedimiento de supervisión continúa, de lo contrario, el circuito da la indicación de esta falla, comprobando la situación periódicamente cada pocos segundos hasta que se haya corregido la falla.

[0086] El procedimiento continúa para determinar el valor del voltaje por el valor de voltaje v_1 , que es proporcional a v_L . Si este valor está dentro del intervalo $v_{Lmin} \leq v_L \leq v_{Lmax}$ el procedimiento de supervisión continúa; de lo contrario, el circuito da una indicación de esta falla, verificando la situación regularmente (preferentemente cada pocos segundos) hasta que se corrija la falla.

[0087] Cuando todas las comprobaciones son correctas, se procede a la inyección de impulsos en el terminal

PE para determinar el valor de impedancia del sistema de puesta a tierra. Sin embargo, las comprobaciones anteriores todavía se llevan a cabo con regularidad. Aun así, en ciertos casos se puede asumir parcialmente la no interrupción del procedimiento, a pesar de la existencia de fallas, por ejemplo, si el cableado es correcto pero el voltaje de puesta a tierra del sistema es superior al establecido, podría indicar esta falla, pero continuar midiendo el voltaje para asegurarse de que está dentro de los márgenes correctos. Sin embargo, sería aconsejable no inyectar impulsos de corriente en el sistema de puesta a tierra.

[0088] El procedimiento indicado en la Figura 13 representa una ventaja en términos de seguridad de la instalación o de los usuarios con respecto a otros dispositivos conocidos. En el dispositivo de la invención, se ha previsto, opcionalmente, que al conectar la alimentación exista un tiempo de retardo antes de que se realicen las diferentes pruebas. Anteriormente se indicó que uno de sus objetivos era permitir la estabilización del voltaje en los circuitos electrónicos del dispositivo, para impedir falsas indicaciones de falla, y otro objetivo es impedir que nada interfiera con el funcionamiento del dispositivo RCD al conectar el voltaje de alimentación de CA.

[0089] La protección y la supervisión utilizan las señales v_1 y v_2 respectivamente (que son proporcionales a las señales v_L y v_{PE}) para determinar el valor de impedancia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}). Este procedimiento se realiza inyectando un impulso en un semiciclo positivo, pero preferentemente se repite hasta 4 veces en semiciclos consecutivos (ráfagas de 1,2, 3 o 4 impulsos, inyectadas de forma continua y conteniendo siempre el mismo número de impulsos). Véase la Figura 16. El aumento de voltaje de v_{PE} causado por el impulso de corriente permite obtener la impedancia del sistema de puesta a tierra para cada impulso unitario aplicado. Toma como impedancia del sistema de puesta a tierra la obtenida para cada ráfaga, la misma siendo determinada preferentemente por el valor medio obtenido para cada impulso unitario. La razón de esto es para minimizar la influencia de las variaciones que puedan existir en el voltaje v_L y/o v_{PE} y/o el ruido presente en la red y el valor obtenido se utiliza al dar la indicación al usuario (27) u otras posibles señales de aviso si se consideraran necesarias.

[0090] Como se indicó anteriormente, el proceso se repite continuamente, y se aplican ráfagas de impulso continuas, con una separación entre ellas, preferentemente de entre varios segundos y varios minutos. La separación entre ráfagas (T_r) dependerá de la estabilidad obtenida en la medición de impedancia del sistema de puesta a tierra (ya que la disipación de energía del circuito es muy baja con el procedimiento utilizado). Por ejemplo, cuando se conecta la energía, se puede usar una separación de unos pocos segundos y, a continuación, aumentarla gradualmente a varios minutos, cuando permanece estable, a menos que se detecten variaciones, como una impedancia más alta, preferentemente entre un 10 y un 20 % de una ráfaga a la siguiente, en cuyo caso se reduce la separación entre ráfagas. Estas variaciones pueden ser causadas, por ejemplo, por la interrupción de la conexión entre el dispositivo SPD y el sistema de puesta a tierra y/o por el ruido o las fluctuaciones en las señales v_L y/o v_{PE} , ya que, como se indicó anteriormente, los cambios de impedancia tienen lugar muy lentamente (cambios significativos en la temperatura y/o la humedad del suelo).

[0091] Usando múltiples mediciones en diferentes tipos de instalaciones, se descubrió que este número de impulsos por ráfaga y la separación indicada entre ráfagas son suficientes para obtener la precisión requerida dentro de los márgenes establecidos. Los márgenes de valores indicados se consideran los preferidos, pero se pueden utilizar diferentes valores para el número de impulsos por ráfaga y la separación entre ellos si se considera apropiado, sin alterar la esencia de la invención. Sin embargo, se volvió evidente que sería deseable utilizar el mínimo número de impulsos posible, lo que reduce en gran medida la probabilidad del accionamiento no deseado del RCD, la posible interferencia en el funcionamiento de equipos sensibles conectados a la red y el envejecimiento prematuro de los mismos debido a cambios en la magnetización de los componentes incorporados en el RCD.

[0092] El procedimiento continúa determinando el paso por cero del voltaje v_L desde el semiciclo negativo al positivo. Esta señal se toma como una referencia de 0° de la red de voltaje de CA, y el impulso se inyecta preferentemente en un ángulo θ de entre 90° y 150° . A tal fin, el controlador genera un impulso con una duración T_{imp} que enciende el transistor MOSFET Q. En estas condiciones, el circuito equivalente se muestra en la Figura 21.

[0093] Considerando que los adaptadores (23) y (24) tienen una impedancia de entrada lo suficientemente alta como para obtener corrientes i_1 e $i_2 \ll i_{PE}$, se obtiene la siguiente ecuación:

$$i_{PE} = v_L - v_{PE} / R_1 + R_{PE} = v_3 - v_{PE} / R_{PE} \quad [3].$$

[0094] En esta ecuación [3] v_3 es el voltaje en el terminal PE del SPD cuando se inyecta el impulso de corriente. El generador de valor v_{PE} indicado es el voltaje de tierra cuando el impulso no se inyecta, normalmente es un voltaje a la misma frecuencia que la red pero en condiciones normales de un valor reducido.

[0095] v_L se determina a partir de la medición del voltaje v_1 y v_3 a partir de la medición de v_2 , siendo R_1 conocido y establecido por diseño para limitar la corriente inyectada a tierra a través de Q. Como R_{PE} y v_{PE} son desconocidos, si es posible determinar el valor de v_{PE} , el valor de R_{PE} se puede determinar mediante cálculo en el controlador.

[0096] Es posible obtener un valor muy aproximado de v_{PE} midiendo su valor unos microsegundos antes de

inyectar el impulso de corriente y este valor se puede utilizar en la ecuación [3], ya que la duración del impulso aplicado es muy corta y se puede considerar que v_{PE} es aproximadamente el mismo valor que durante la medición de v_L y v_3 . Estas dos variables se miden durante los últimos microsegundos del impulso de corriente, de modo que el voltaje v_3 se estabiliza, impidiendo, por consiguiente, el efecto de la capacitancia y la inductancia del sistema de puesta a tierra.

5 También se debe considerar que las mediciones de v_L y v_3 se realizan simultáneamente, de modo que una posible variación en el voltaje de la red no afectará el resultado de la medición. Por consiguiente, se obtiene un valor de R_{PE} con la precisión adecuada requerida por el sistema de supervisión que es en gran medida independiente de la existencia de voltaje en el sistema de puesta a tierra, variaciones o ruido en el voltaje de la red y alta capacitancia o inductancia en el sistema de puesta a tierra.

10

[0097] Hay un factor más que no se consideró hasta ahora, a saber, impedir el aumento de los problemas de corrosión en el sistema de puesta a tierra causados por la electrólisis. Este fenómeno se incrementa por la corriente de inyección con un componente de CC, es cierto que los valores de corriente promedio utilizados (evaluados en años) son pequeños pero aumentan el procedimiento de corrosión que se produce en los electrodos y los medios de interconexión con el conductor de puesta a tierra. La electrólisis aumenta aún más por la humedad, pero precisamente es conveniente que la instalación de electrodos de tierra permanezca húmeda. Este tipo de corrosión se atenúa significativamente mediante el uso de conductores de protección, electrodos de tierra (generalmente barras) y piezas de interconexión del mismo material. Esta situación ocurre muy raramente. Los materiales utilizados en la instalación de puesta a tierra suelen ser cobre para el conductor de protección y para los electrodos y piezas de interconexión, hierro o acero galvanizado, acero inoxidable y acero recubierto de cobre.

15

20

[0098] Los dos primeros tipos (hierro o acero galvanizado y acero inoxidable) son los más utilizados para los electrodos y las piezas de interconexión, que son los más afectados por la corrosión. Cada vez con más frecuencia, los electrodos de acero se utilizan con diferentes espesores de recubrimiento de cobre, lo que los hace más resistentes a la corrosión. Sin embargo, los fabricantes de estos materiales y los instaladores que inspeccionan el sistema de puesta a tierra encuentran que su longitud es significativamente más corta de lo previsto. Uno de los factores de influencia que no se suele considerar es la fuga continua a tierra en la instalación, que aumenta considerablemente con la incorporación masiva de equipos electrónicos en todo tipo de instalaciones.

25

30 **[0099]**

No sería aconsejable instalar un sistema para controlar el estado del sistema de puesta a tierra que acelerase su corrosión, ya que inyecta impulsos de corriente con un componente continuo, y siempre es necesario tener en cuenta que debe evaluar el comportamiento del conjunto durante muchos años: SPD con dispositivo de supervisión + RCD + instalación del sistema de puesta a tierra.

35 **[0100]**

En resumen, el circuito de protección y supervisión debe inyectar el menor número posible de impulsos con la mínima amplitud de corriente posible para obtener la precisión adecuada para el producto en cuestión. A tal fin, la presente invención utiliza un procedimiento para controlar el ángulo de inyección de impulso de corriente dinámica, dependiendo del voltaje de alimentación de CA, la resistencia del sistema de puesta a tierra y la estabilidad de la medición tomada.

40

[0101] El procedimiento para inyectar un valor de corriente mínimo para que se obtenga la precisión requerida es mediante la inyección del impulso de corriente, preferentemente, entre un ángulo $\theta \geq 90^\circ$ y $\leq 150^\circ$ del voltaje de cada semiciclo positivo unitario de los que componen la ráfaga, reduciendo, por consiguiente, la corriente inyectada a medida que el valor de θ aumenta a un valor del 50 % del valor máximo ($\sin 150^\circ = 0,5$). Cabe señalar que siempre que sea posible es necesario impedir inyectar áreas de impulso en áreas cercanas a 90° , porque en tales puntos se recargan los condensadores de filtro utilizados en las fuentes de alimentación con rectificadores de voltaje de la red de entrada. Aunque el aumento de voltaje causado por el impulso de corriente sea pequeño, su espectro de frecuencia es alto, ya que se inyectan impulsos de corriente en microsegundos y con tiempos de subida/bajada mucho más pequeños, las componentes de alta frecuencia podrían eventualmente afectar el controlador si no está correctamente diseñado. El ángulo θ se controla en función del voltaje de la red v_L ; para V_{Lmax} se utiliza preferentemente un ángulo θ de 150° y para V_{Lmin} se utiliza preferentemente un ángulo θ de 90° . Para valores intermedios de v_L es preferible ajustar el ángulo θ de forma lineal, y se pueden usar otros criterios si es adecuado.

45

50

[0102] El control del ángulo θ se establece individualmente para cada uno de los impulsos de la ráfaga, ya que v_L puede variar de un medio ciclo a otro. Para este propósito, el circuito determina el paso por cero del voltaje del semiciclo negativo al positivo como referencia $\theta = 0^\circ$, y determina el valor de v_L como 90° y, dependiendo de ese valor, aplica el impulso en el ángulo determinado. Como ejemplo numérico no restrictivo para una red de voltaje nominal $V_{LNOM} = 230V \pm 15\%$ se obtienen las siguientes ecuaciones:

55

ES 2 987 520 T3

$$V_{L,max} = 264.5 \text{ V} \rightarrow v_L (90^\circ) = 374 \text{ V} \rightarrow \theta = 150^\circ$$

$$V_{L,min} = 195.5 \text{ V} \rightarrow v_L (90^\circ) = 276 \text{ V} \rightarrow \theta = 90^\circ$$

$$V_{L,nom} = 230 \text{ V} \rightarrow v_L (90^\circ) = 325 \text{ V} \rightarrow \theta = 130^\circ$$

- [0103]** La inyección del impulso en un ángulo exacto no es un aspecto crítico, ya que al medir simultáneamente los voltajes v_{PE} y v_L , no afectan las variaciones en la señal sinusoidal en el semiciclo, y tampoco tienen ningún efecto notable sobre el hecho de que pueda existir un ruido superpuesto en la medición del voltaje a 90° que afecte su valor y se aplique un ángulo de fase diferente del calculado, ya que θ está acotado entre 90° y 150° y, además, la resistencia R_{PE} se obtiene promediando el valor obtenido para cada impulso individual de la ráfaga, lo que tiende a cancelar cualquier error.
- 10 **[0104]** Desde el punto de vista del usuario, también debemos considerar que la indicación de los valores de impedancia de puesta a tierra en el cartucho se realiza preferentemente por márgenes de valores utilizando LEDs. Una serie de márgenes de R_{PE} que demostraron ser adecuados son:
- Margen 1: $R_{PE} < 30 \Omega$
 - 15 • Margen 2: $30 \Omega \leq R_{PE} < 60 \Omega$
 - Margen 3: $60 \Omega \leq R_{PE} < 600 \Omega$
 - Margen 4: $R_{PE} \geq 600 \Omega$
- [0105]** El margen 4 indica claramente una situación peligrosa en la instalación porque el sistema entendería
20 que el sistema es un circuito abierto.
- [0106]** Por el contrario, el margen 1 indica que la impedancia es adecuada desde el punto de vista de la seguridad y la efectividad de la protección contra sobretensiones transitorias.
- 25 **[0107]** El número de márgenes de R_{PE} , el valor de los márgenes de R_{PE} y el número de indicadores e indicaciones se pueden modificar y adaptar según las necesidades específicas del dispositivo de protección y supervisión, por lo que utilizar otros diferentes no alterará la naturaleza esencial de la presente invención.
- [0108]** El procedimiento anterior también se completa utilizando el valor de R_{PE} obtenido en cada ráfaga. En
30 otros dispositivos conocidos, generalmente se utilizan valores más altos en los impulsos de corriente y se debe observar que con niveles muy bajos de R_{PE} , el aumento de voltaje resultante del impulso se reduce y, por lo tanto, es probable que se vea afectado por el ruido. Esto no es necesario en el circuito de la invención con resistencias R_{PE} superiores a decenas de ohmios, ya que el aumento de voltaje causado por la corriente de impulso en el sistema de puesta a tierra es lo suficientemente alto como para no verse afectado significativamente por el ruido. Sin embargo, el
35 funcionamiento se puede mejorar para R_{PE} pequeñas, porque el circuito incluye adaptadores (23) y (24), que pueden amplificar las señales correspondientes, filtrar y, por ejemplo, introducir una ganancia variable, dependiendo de la entrada del nivel de voltaje para impedir daños en el controlador (o limitar el nivel de voltaje de salida).
- [0109]** Esto significa que el criterio de decisión para ajustar el ángulo de inyección θ en cada semiciclo de la
40 ráfaga en función del valor del voltaje v_L para $\theta = 90^\circ$ se modifica preferentemente en función del valor de R_{PE} obtenido para la ráfaga anterior, de modo que a medida que aumenta el valor de R_{PE} , el valor de θ se aumenta para reducir aún más la corriente, y viceversa.
- [0110]** Por ejemplo, el valor medio de R_{PE} obtenido se podría usar para varias ráfagas previas para hacer que
45 el sistema sea más estable, dado que ya se indicó que, en condiciones normales, R_{PE} cambia lenta y estacionalmente a lo largo del año.
- [0111]** Un cambio repentino entre una ráfaga y la siguiente ocurre en caso de una interrupción en el sistema de puesta a tierra, debido, por ejemplo, a la desconexión o falla del sistema de puesta a tierra en algún lugar de su
50 recorrido, y el circuito detectaría esto porque el proceso de aplicación de las ráfagas es indefinido a menos que se detectara un error en la conexión, que v_{PE} fuera mayor que el valor establecido o que v_L estuviera fuera de los márgenes correctos. Una vez resueltos estos problemas, el circuito continuaría con la inyección de impulsos.
- [0112]** Otro factor a tener en cuenta en la presente invención al controlar el ángulo θ es la estabilidad del valor
55 de R_{PE} obtenido de una ráfaga a la siguiente. Uno de los criterios preferidos utilizados es el siguiente: si entre una ráfaga y la siguiente hay una variación en R_{PE} superior al 10 al 20 % se reducirá gradualmente θ y/o T_r para aumentar el nivel de la corriente inyectada, obtener mayores aumentos de voltaje v_{PE} y verificar más rápidamente si hubo un cambio de R_{PE} real o si se debió a una perturbación en el voltaje de la red. Por consiguiente, se reduce el efecto de

cualquier ruido o variaciones existentes en los voltajes v_L y/o v_{PE} , conforme se detecte que la estabilidad en la determinación del valor de R_{PE} está dentro de los márgenes indicados y se modificarán θ y/o T_r , en función de v_L y R_{PE} .

5 **[0113]** Otro criterio que se puede aplicar es utilizar el cambio de estado en los indicadores de R_{PE} para que en caso de un cambio de estado de las indicaciones, se apliquen valores mínimos de θ y T_r . Esto aumentará la sensibilidad del sistema y la indicación se actualizará con más rapidez.

[0114] También se podrían utilizar otros criterios.

10

[0115] Debemos considerar que con el margen de θ indicado (90-150°), se obtuvieron precisiones inferiores al 10 % en la determinación de la resistencia del sistema de puesta a tierra, y se podrían considerar valores de θ superiores a 150° si se admitieran mayores precisiones.

15 **[0116]** La presente invención tiene como objetivo inyectar el menor número posible de impulsos de corriente con el menor valor posible.

[0117] Sin embargo, se puede considerar que el desarrollo de un controlador con tales tipos de control puede aumentar el costo del circuito, ya sea por las características del μC o por el tiempo de desarrollo de software requerido.

20 Por lo tanto, se podría tomar la decisión de utilizar solo uno de los criterios anteriores, por ejemplo, variar el ángulo θ solo en base al valor de v_L o R_{PE} .

[0118] Otros criterios que también se podrían aplicar para reducir la corriente media inyectada en el sistema de puesta a tierra son los siguientes:

25

- La disminución progresiva del número de impulsos por ráfaga, siempre que se cumpla el criterio de que la estabilidad de R_{PE} es satisfactoria, manteniendo el ancho de impulso T_{imp} para las ráfagas. Por ejemplo, en la Figura 19, se utilizan ráfagas de 3 impulsos, que luego podrían pasar a ser ráfagas de 2 impulsos y, a continuación, en una ráfaga de 1 impulso, dependiendo de la estabilidad de R_{PE} .

30 - El uso de ráfagas de corriente con un valor medio de corriente aproximadamente cero, es decir, inyectando impulsos de corriente de diferentes polaridades en cada semiperiodo (por ejemplo, en la Figura 16). Con este sistema, se impiden los problemas causados por la inyección de corriente con componente de CC. En este caso, también se podría aplicar una reducción en el número de impulsos.

- Reducir la duración del impulso T_{imp} , preferentemente al 75 % del valor utilizado inicialmente. A fin de impedir errores de medición, si la impedancia del sistema de puesta a tierra es capacitiva, no se considera aconsejable reducirlo aún más. Se pueden utilizar otros valores sin alterar la esencia de la invención. La reducción de T_{imp} puede ser progresiva o instantánea, pero preferentemente esta última, a fin de impedir complicar el desarrollo del software del controlador y/o la necesidad de mejores prestaciones.

40 **[0119]** Cuando se reduce la corriente, se pueden aplicar uno, varios o todos los criterios anteriores. Sin embargo, para impedir que el sistema introduzca una medición R_{PE} estable, pero incorrecta (se ha conseguido reducir la corriente inyectada, pero el dispositivo podría ser más sensible al ruido u otros parámetros imprevistos) es muy recomendable (aunque opcional) realizar un "reinicio" periódico en las medidas, es decir, volver a la situación de medición con la máxima sensibilidad, aplicar impulsos a 90° (independientemente del voltaje de red y R_{PE}), tiempo mínimo entre ráfagas, número máximo de impulsos decidido inicialmente y duración del impulso inicial. A partir de aquí, los criterios de reducción se podrían aplicar gradualmente. Se recomienda que el tiempo entre "reinicios" sea un valor entre 12 y 24 h, aunque se pueden usar otros valores a discreción del usuario.

50 **[0120]** A diferencia de otros dispositivos conocidos hasta la fecha, en el dispositivo combinado de protección y supervisión descrito en la presente invención, los impulsos de corriente inyectados en el lazo provienen de la red eléctrica y son suministrados por los medios integrados en el cartucho (cuando el transistor Q conduce), por lo que no hay necesidad de usar ningún tipo de batería. Por otro lado, se pueden utilizar dispositivos de filtro en el adaptador (23) y/o filtrado digital en el software del controlador en el caso de la presente invención para reducir el posible error en la determinación del paso por 0°. Además, al dispositivo de la invención no solo no le afecta notablemente el ángulo de inyección del impulso, sino que este es variable y controlado.

55

REIVINDICACIONES

1. **Un dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, como se usa en instalaciones de voltaje
 5 alterno monofásicas o instalaciones de voltaje alterno multifásicas, que está formado por unos cartuchos enchufables (11) enchufados a una base fija (12) o por un monobloque, que comprende un mínimo de un grupo de protección formado por uno o más componentes de protección (20) contra sobrevoltajes transitorios en cada cartucho enchufable (11) o en el monobloque, el componente de protección siendo, por ejemplo, uno o más varistores, supresores de gas, tubos de descarga de gas, vías de chispa, diodos supresores, triacs, tiristores y/o MOSFETs, u otros componentes
 10 técnicamente equivalentes, donde el dispositivo combinado comprende:

- medios de supervisión configurados para medir y procesar permanentemente uno o varios parámetros en relación con el estado de la instalación eléctrica y el propio dispositivo de protección, y
- medios de indicación conectados a dichos medios de supervisión, donde los medios de indicación están
 15 configurados de modo tal que indican si el valor de resistencia de tierra R_{PE} del sistema de puesta a tierra de la instalación eléctrica medido por el dispositivo combinado está dentro o fuera de ciertos límites o márgenes predeterminados R_{PEmin} y R_{PEmax} .

caracterizado porque los medios de supervisión están configurados para medir el valor de resistencia de tierra R_{PE}
 20 mediante:

- la proporción de impulsos de corriente a través de un terminal PE, para su inyección en un lazo fase-tierra de la instalación eléctrica cuando, en uso, dicho terminal PE está conectado eléctricamente a dicho lazo fase-tierra, y
- la supervisión de un aumento de voltaje en el sistema de puesta a tierra de la instalación eléctrica provocado por
 25 los impulsos de corriente inyectados.

y donde los medios de supervisión están configurados para utilizar un procedimiento dinámico para controlar individualmente el ángulo de inyección de cada impulso de corriente dependiendo del valor del voltaje de alimentación de CA (V_L), y/o de unos valores de resistencia de tierra R_{PE} obtenidos previamente del sistema de puesta a tierra de
 30 la instalación eléctrica, y/o de la estabilidad del valor de resistencia de tierra R_{PE} .

2. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los
 35 parámetros de salida de los medios de indicación comprenden una indicación de si al menos uno de los componentes de protección contra sobrevoltajes que están integrados en el dispositivo de protección y supervisión llegó al final de su vida útil.

3. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque**
 40 está formado por un conjunto de uno o más cartuchos (11) insertados en una base fija (12), donde cada cartucho (11) comprende uno o más componentes de protección contra sobrevoltajes transitorios tales como uno o más varistores, supresores de gas, tubos de descarga de gas, vías de chispa, diodos supresores, triacs, tiristores y/o MOSFETs, u otros componentes técnicamente equivalentes, y dentro de al menos uno de los cartuchos (11) hay medios de supervisión y medios de indicación.
 45

4. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque**
 50 está formado por un monobloque, que comprende uno o más componentes de protección contra sobrevoltajes transitorios tales como uno o más varistores, supresores de gas, tubos de descarga de gas, vías de chispa, diodos supresores, triacs, tiristores y/o MOSFET, u otros componentes técnicamente equivalentes, y que tiene dentro medios de supervisión y medios de indicación.

5. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los
 55 medios de supervisión están configurados de modo tal que indican además uno o una combinación de los siguientes parámetros de salida:

- si el cableado del dispositivo combinado a la instalación eléctrica es correcto: (a) en el caso de voltaje alterno: L, N, PE o PEN; o de otro modo (b) en el caso de voltaje continuo: positivo, negativo y PE;
- si el voltaje de alimentación de una red alterna o continua v_L cae dentro de los límites normales predeterminados, es decir, si v_L está entre v_{Lmin} y v_{Lmax} ;
- si el voltaje del sistema de puesta a tierra v_{PE} es $\geq v_{PEmax}$.

6. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque**
 65

los medios de indicación están configurados por un primer tipo de indicador y un segundo tipo de indicador, donde:

el primer tipo de indicador se activa de diferentes maneras para proporcionar información sobre si la conexión a la red es incorrecta y/o el voltaje $V_{PE} \geq V_{PEmax}$ y/o el voltaje de red v_L cumple la condición de $V_{Lmin} > v_L > V_{Lmax}$; cuando se cumple la condición mencionada anteriormente, el mismo indicador emite una indicación correspondiente según el valor R_{PE} obtenido dentro de los márgenes seleccionados; y el segundo tipo de indicador emite una indicación, con iluminación o sin ella, si el componente o componentes de protección incluidos en el cartucho (11) o en el monobloque en el que se encuentra dicho segundo indicador llegaron al final de su vida útil.

7. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 5, **caracterizado porque** los medios de indicación están configurados por un primer tipo de indicador, donde:

el primer tipo de indicador se activa de diferentes maneras para proporcionar información sobre si la conexión a la red es incorrecta y/o el voltaje $V_{PE} \geq V_{PEmax}$ y/o el voltaje de la red v_L cumple con la condición de $V_{Lmin} > v_L > V_{Lmax}$; cuando se cumple la condición mencionada anteriormente, el mismo indicador emite la indicación correspondiente según el valor de R_{PE} obtenido dentro de los márgenes seleccionados.

8. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según las reivindicaciones 6 y 7, **caracterizado porque** el primer tipo de indicador también da otra indicación adicional, en caso de que el o los componentes de protección incluidos en el cartucho donde se encuentra dicho primer indicador lleguen al final de su vida útil.

9. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende medios (28) para desconectar del suministro al menos uno de los grupos de componentes de protección que están integrados en el dispositivo de protección.

10. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende ciertos medios de transmisión o comunicación inalámbrica y/o por cable de los parámetros medidos y procesados por los medios de supervisión a otro(s) dispositivo(s) de protección u otro tipo de dispositivo(s) dentro o fuera del lugar donde se encuentra instalado el dispositivo de protección.

11. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios de supervisión y los medios de indicación están compuestos por un circuito electrónico.

12. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el circuito electrónico está total o parcialmente integrado en uno de los cartuchos (11) que forman el dispositivo de protección de tipo cartuchos enchufables.

13. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el valor de la resistencia del sistema de puesta a tierra R_{PE} se obtiene determinando el aumento de voltaje provocado por la corriente de impulso inyectada sobre el voltaje existente en el sistema de puesta a tierra.

14. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los valores preferidos de una duración de impulso T_{imp} están comprendidos entre $200 \mu s < T_{imp} < 300 \mu s$.

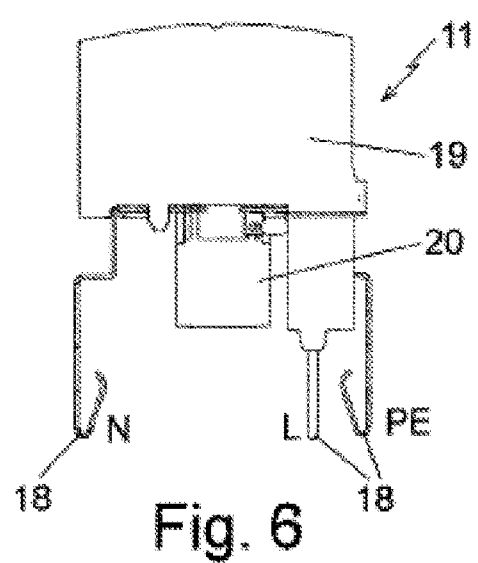
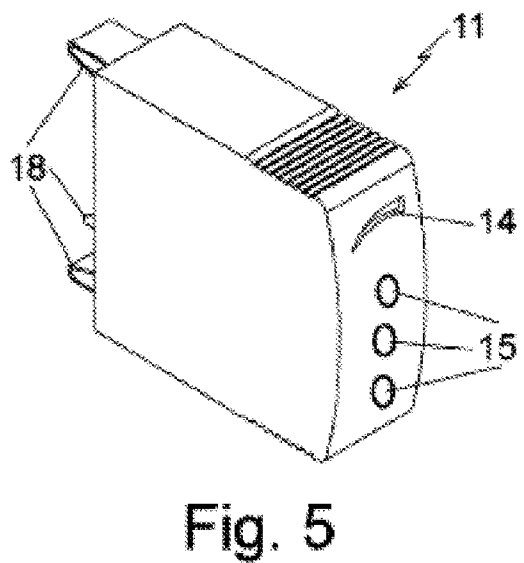
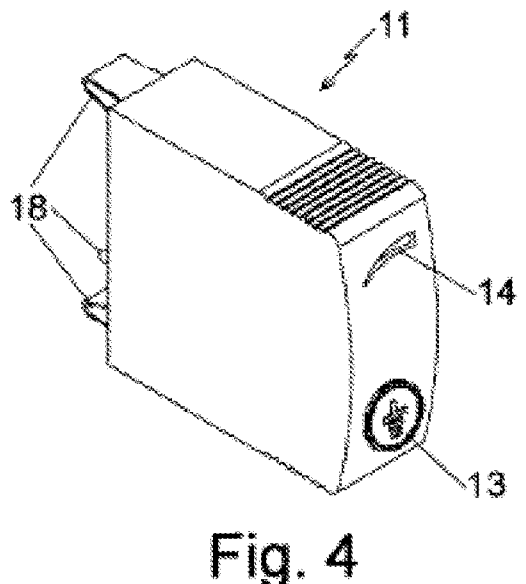
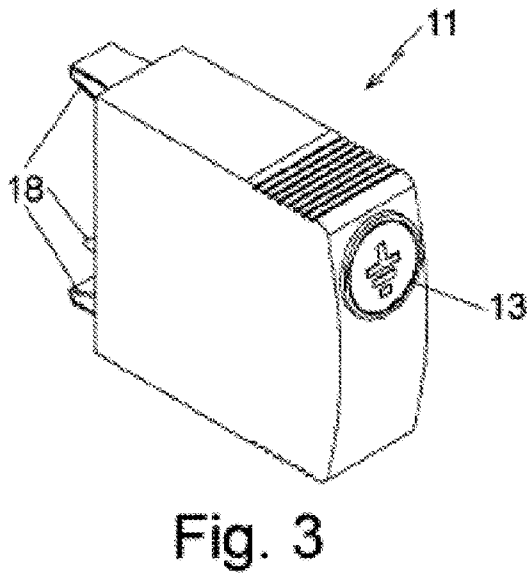
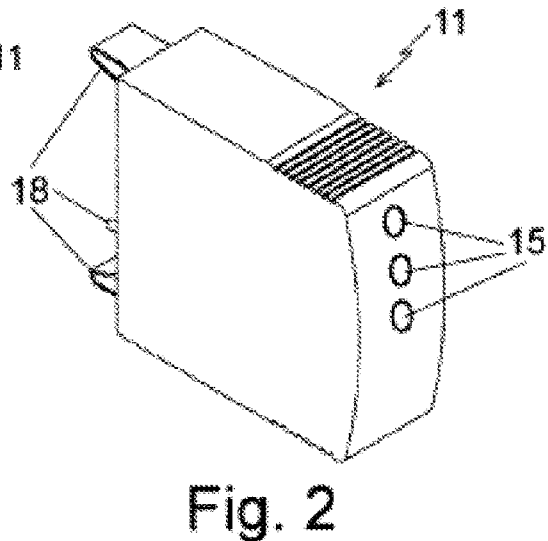
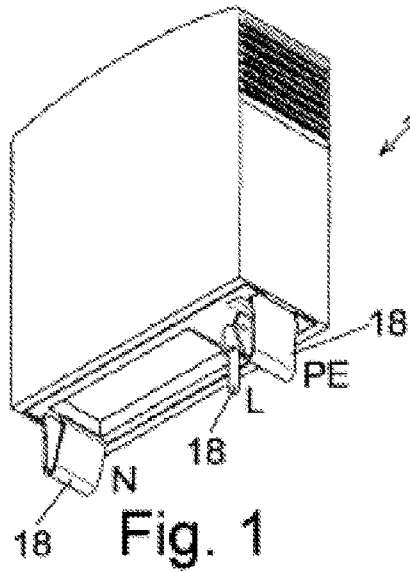
15. **El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''')** para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el circuito electrónico es proporcionado por al menos:

- un convertidor de CA/CC (22), que suministra un voltaje de CC V^+ con respecto al punto de circuito común GND, que está conectado al terminal N del cartucho (11);
- un controlador (25), que se alimenta con el voltaje V^+ ; y
- dos adaptadores (23, 24), que también se alimentan con el voltaje V^+ ; donde el voltaje de salida $v_1(t)$ y $v_2(t)$ respectivamente de estos adaptadores suministran un voltaje de CC al controlador normalmente $V^+/2$, para obtener un rango dinámico máximo y un voltaje de CA superpuesta proporcional a sus voltajes de entrada donde $v_1(t) = V^+/2 + k_1 v_L(t)$ y $v_2(t) = V^+/2 + k_2 V_{PE}(t)$, y donde k_1 representa una ganancia y una atenuación de $v_1(t)$, y k_2 representa una ganancia o una atenuación de $v_2(t)$, $v_L(t)$ representa el voltaje de alimentación, y $V_{PE}(t)$ representa el voltaje del

sistema de puesta a tierra.

16. El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''') para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procedimiento para poder inyectar un valor de corriente mínimo, de modo que se obtenga la precisión requerida, el impulso de corriente se inyecta preferentemente entre un ángulo de $\theta \geq 90^\circ$ y $\leq 150^\circ$ en relación con el semiciclo positivo del voltaje de alimentación, donde un número específico de pulsos se agrupan en ráfagas.
17. El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''') para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el criterio de decisión obtenido para ajustar el ángulo de inyección θ en cada semiciclo de la ráfaga en función del valor de voltaje v_L ($\theta = 90^\circ$) se modifica preferentemente según el valor de R_{PE} obtenido para la ráfaga anterior, de modo que a medida que aumenta el R_{PE} , el valor de θ aumenta progresivamente para disminuir aún más la corriente y viceversa.
18. El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''') para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la resistencia del sistema de puesta a tierra R_{PE} se determina para una ráfaga, lo que se determina preferentemente mediante el promedio de los valores de R_{PE} obtenidos para cada impulso unitario de la ráfaga.
19. El dispositivo combinado para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según las reivindicaciones 1 o 18, **caracterizado porque** el valor R_{PE} promedio obtenido para varias ráfagas anteriores se utiliza para hacer que el sistema sea más estable.
20. El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''') para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la corriente inyectada se reduce reduciendo el número de impulsos por ráfaga, siempre que el R_{PE} sea estable, manteniendo el ancho de impulso T_{imp} así como la separación entre ráfagas T_r .
21. El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''') para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la corriente inyectada se reduce al reducir la duración de los impulsos T_{imp} , siempre que R_{PE} sea estable.
22. El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''') para la protección contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el circuito electrónico comprende, de manera integrada, una doble protección contra sobrevoltajes transitorios:
- una primera etapa de protección realizada por el/los componente(s) de protección, que absorbe(n) la mayor parte de la energía de los sobrevoltajes transitorios, dejando un voltaje residual más bajo entre sus dos polos; y
 - una segunda etapa de protección en la que el voltaje residual se limita a valores aceptables, lo que impide la destrucción o mal funcionamiento de los medios de supervisión, ya que provoca una reducción mucho mayor de las perturbaciones que podrían afectarlos, ya sea por el voltaje residual del componente de protección, o por el campo electromagnético que se genere.
23. El dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''') para la protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo combinado está formado por cartuchos enchufables, donde al menos uno de dichos cartuchos enchufables comprende un medio para desconectar (28) del voltaje de alimentación al menos uno de los grupos de componentes de protección que están integrados en el cartucho.
24. Un procedimiento operativo para un dispositivo combinado (10, 10', 10", 10"', 10''') para la protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, definido según la reivindicación 1, donde los medios de indicación están configurados por un primer tipo de indicador, donde el primer tipo de indicador se activa de diferentes maneras para proporcionar información sobre si la conexión a la red es incorrecta y/o el voltaje $v_{PE} \geq v_{PEmax}$, y/o el voltaje de la red v_L cumple con la condición de $v_{Lmin} > v_L > v_{Lmax}$; cuando todo lo anterior es correcto, el mismo indicador emite la indicación correspondiente según el valor R_{PE} obtenido dentro de los márgenes seleccionados, **caracterizado porque** el orden de actuación de las diferentes etapas y las diferentes condiciones de activación del primer tipo de indicador son:
- Etapa 2: Etapa 2: Si la conexión a la red es incorrecta \rightarrow se activa la indicación 1.
 - Etapa 3: Si el voltaje $v_{PE} \geq v_{PEmax}$, \rightarrow se activa la indicación 2.
 - Etapa 4: Si el voltaje de red (v_L) tiene un valor tal que $v_{Lmin} > v_L > v_{Lmax}$. \rightarrow se activa la indicación 3.
 - Etapa 5: Si todas las condiciones anteriores son correctas, entonces el primer tipo de indicador emite la indicación correspondiente según el valor R_{PE} obtenido dentro de márgenes predeterminados de valores de la resistencia del sistema de puesta a tierra R_{PE} .

25. El procedimiento operativo para un dispositivo combinado (10, 10', 10'', 10''', 10'''') para la protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según la reivindicación 24, donde los medios de indicación están configurados por un segundo tipo adicional de indicador, donde el segundo tipo de indicador emite una indicación, con iluminación o sin ella, si el componente o componentes de protección incluidos en el cartucho o en el monobloque en el que se encuentra dicho segundo indicador llegó al final de su vida útil.
- 10 26. El procedimiento operativo para un dispositivo combinado (10, 10', 10'', 10''', 10'''') para la protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según las reivindicaciones 24 o 25, caracterizado porque el primer tipo de indicador también da otra indicación adicional, en caso de que el componente o componentes de protección incluidos en el cartucho donde se encuentra dicho primer indicador lleguen al final de su vida útil.
- 15 27. El procedimiento operativo para un dispositivo combinado (10, 10', 10'', 10''', 10'''') para la protección eléctrica contra sobrevoltajes transitorios y la supervisión de una instalación eléctrica, según las reivindicaciones 24 o 25, caracterizado porque los márgenes de valores de la resistencia del sistema de puesta a tierra R_{PE} son preferentemente:
- 20 - Margen 1: $R_{PE} < 30 \Omega$
- Margen 2: $30 \Omega \leq R_{PE} < 60 \Omega$
- Margen 3: $60 \Omega \leq R_{PE} < 600 \Omega$
- Margen 4: $R_{PE} \geq 600 \Omega$



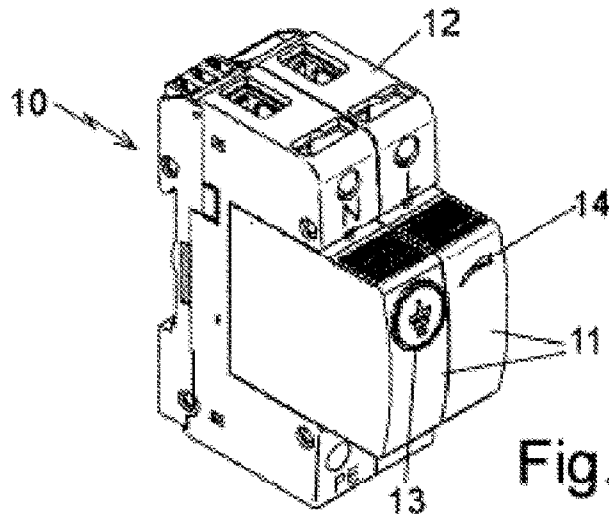


Fig. 7

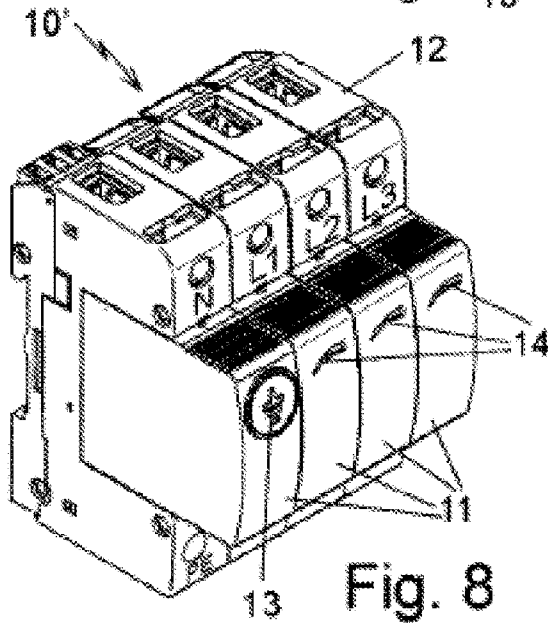


Fig. 8

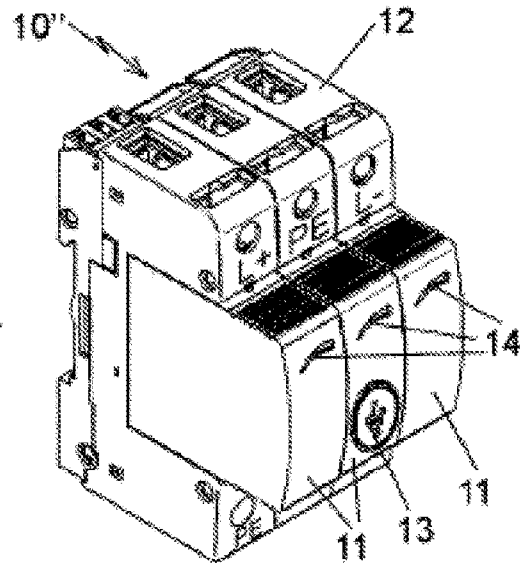


Fig. 9

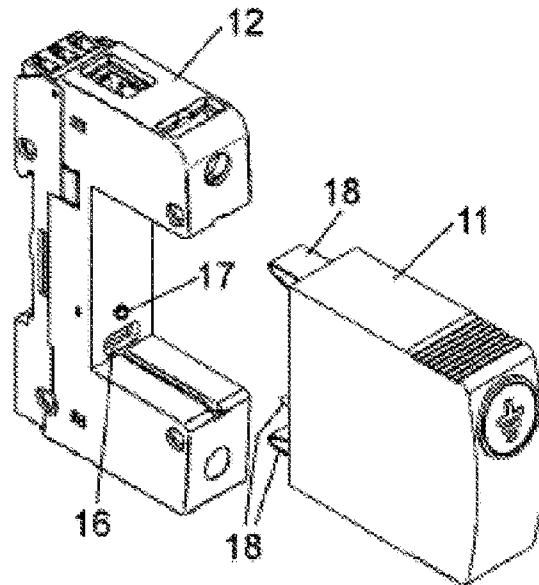


Fig. 10

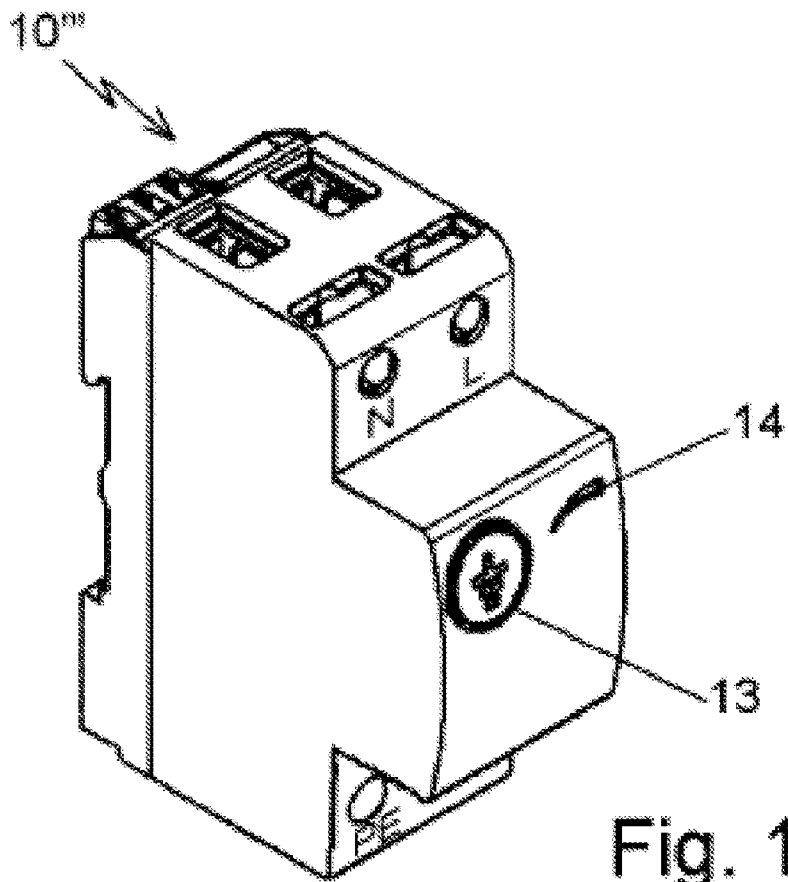


Fig. 11

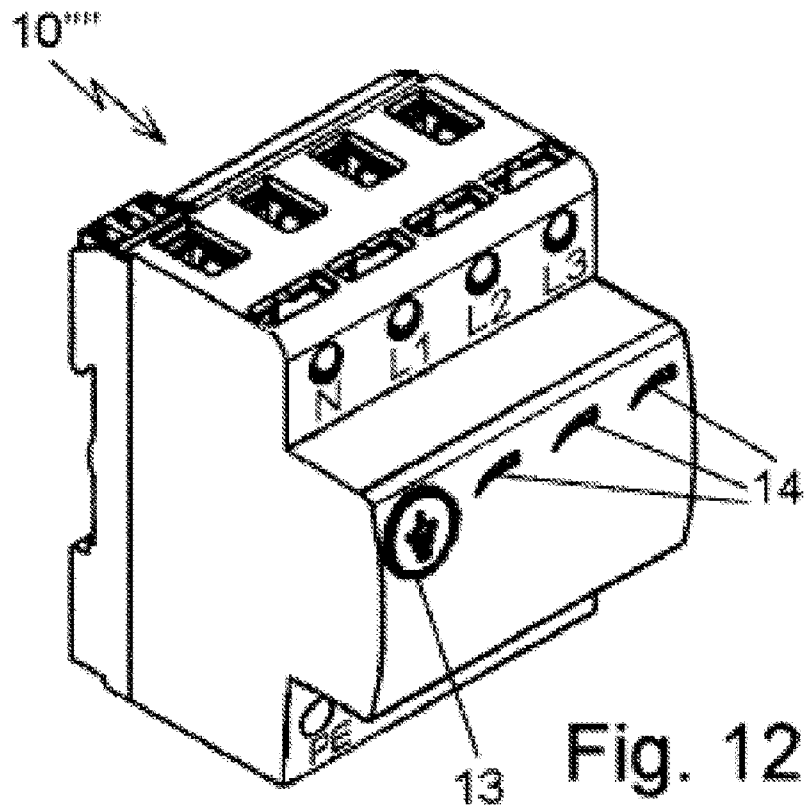


Fig. 12

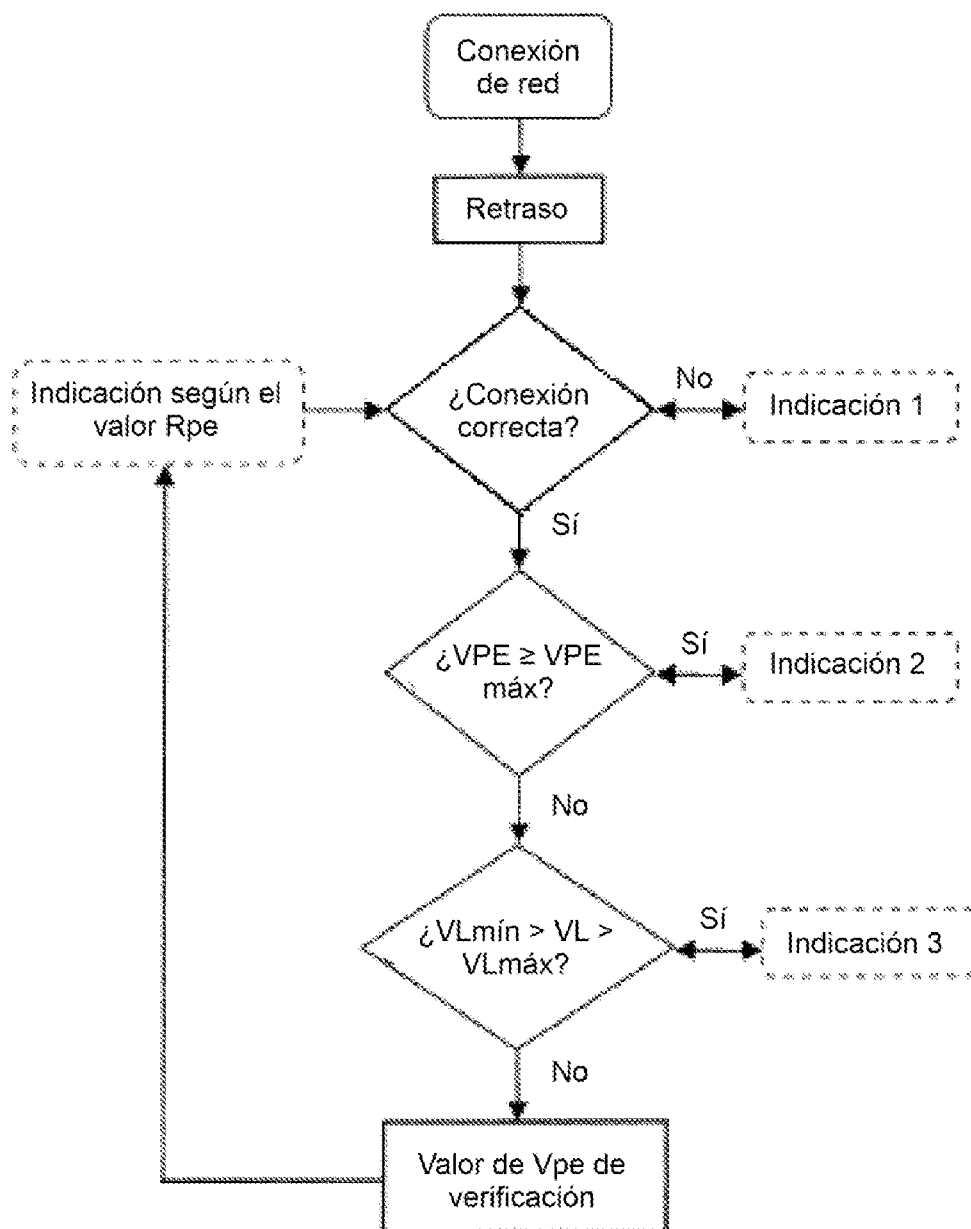


Fig. 13

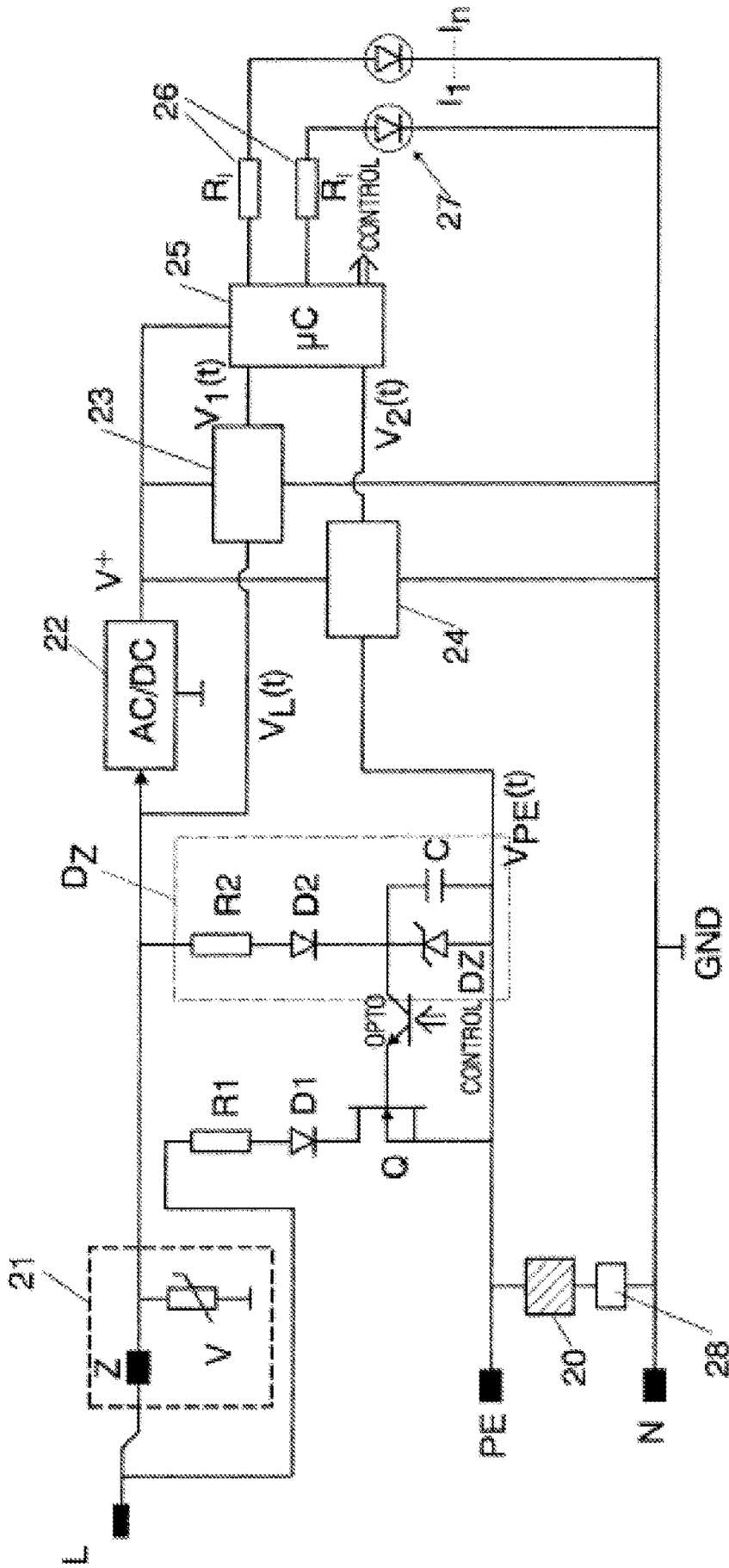


Fig. 14

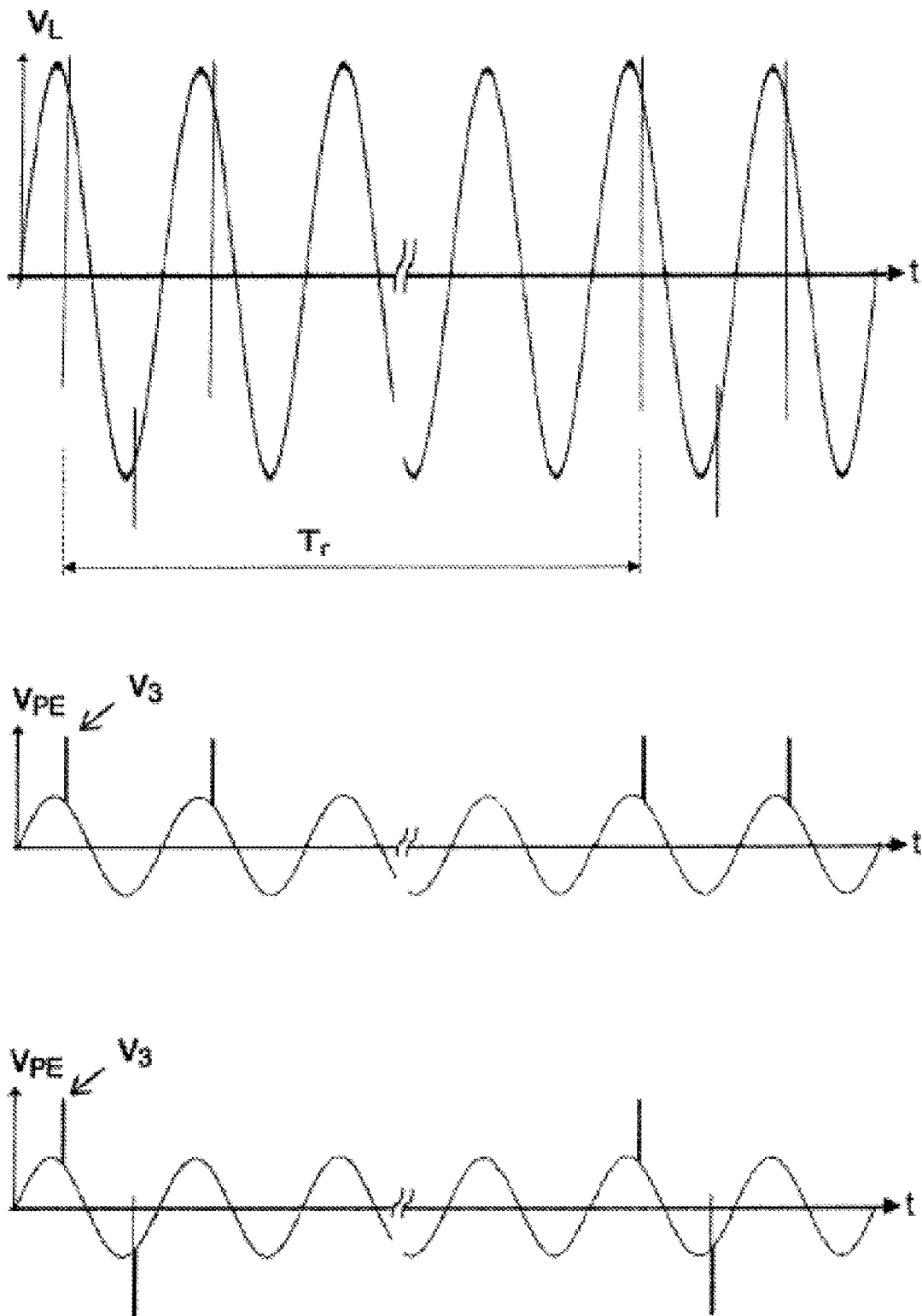


Fig. 16

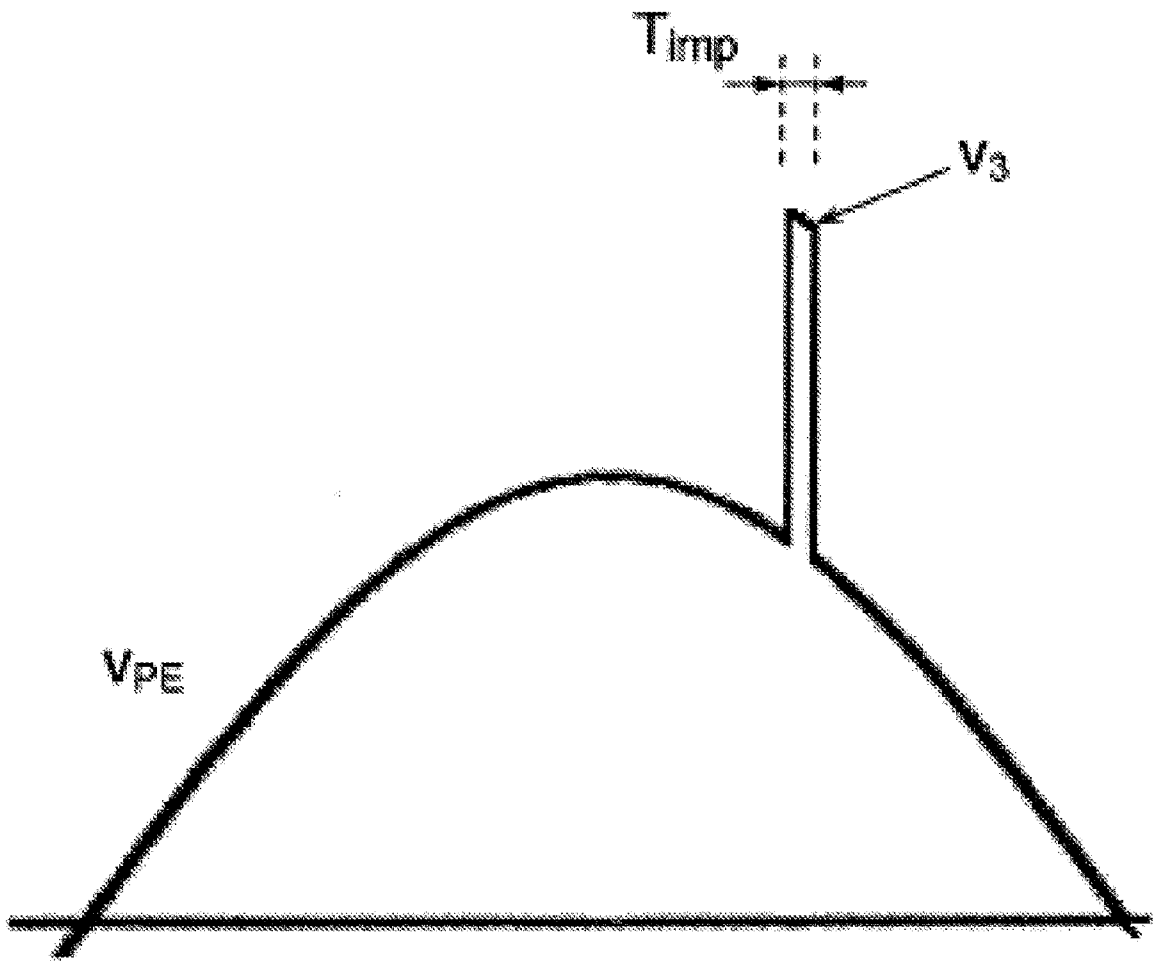
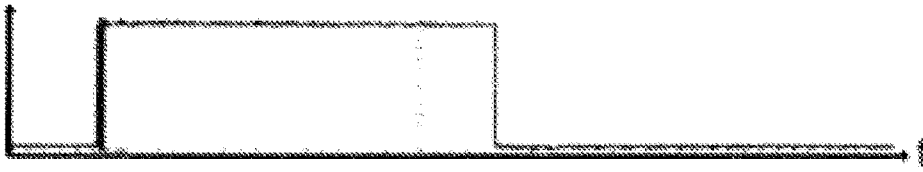


Fig. 17

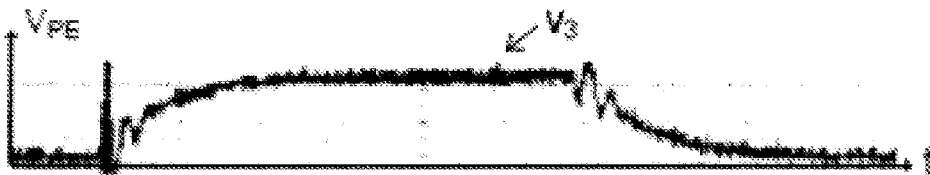
Impulso de salida del controlador



$R_{PE}: 20 \Omega; C: 0 \mu F$



$R_{PE}: 20 \Omega; C: 2 \mu F$



$R_{PE}: 20 \Omega; C: 12 \mu F$



Fig. 18

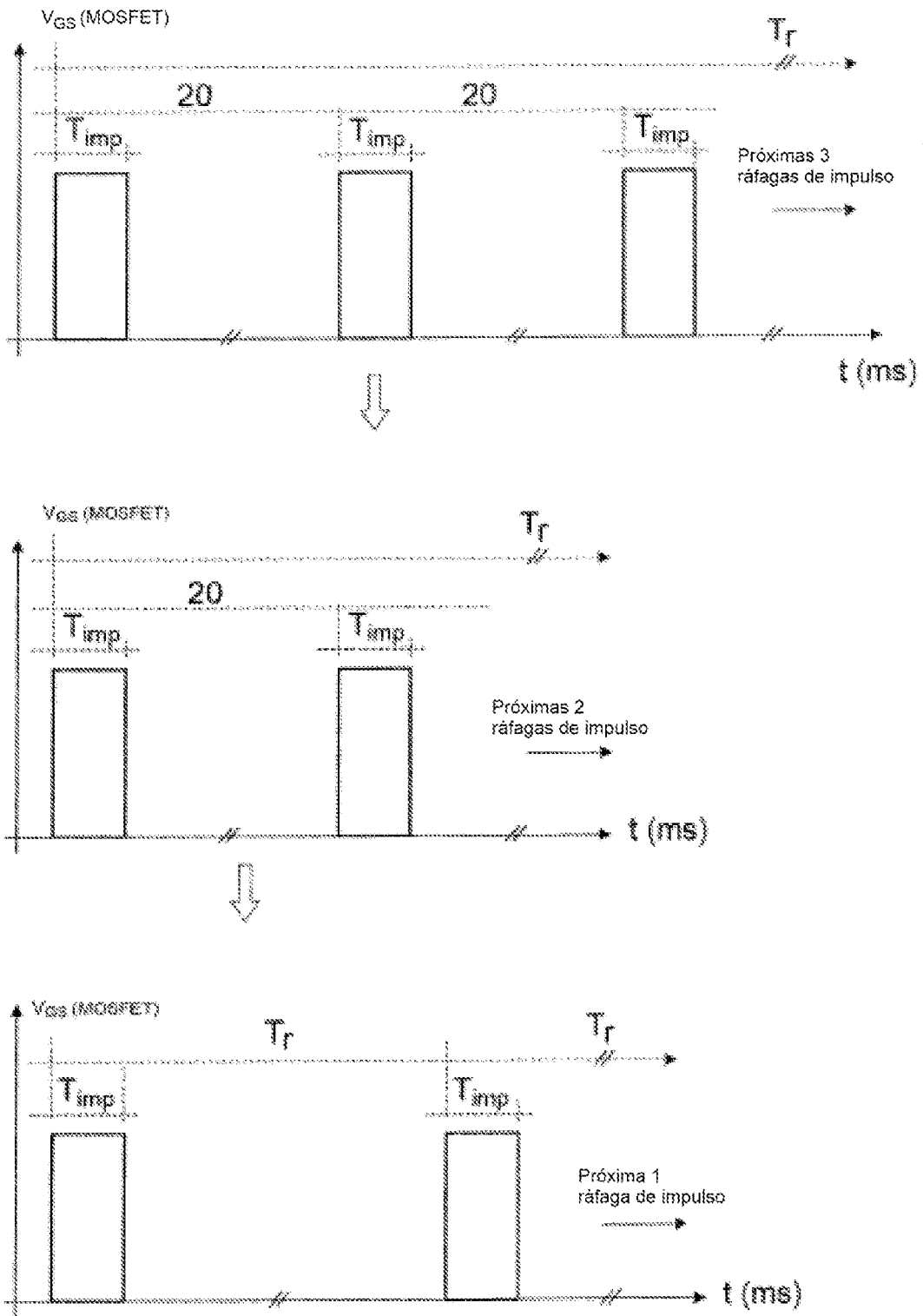


Fig. 19

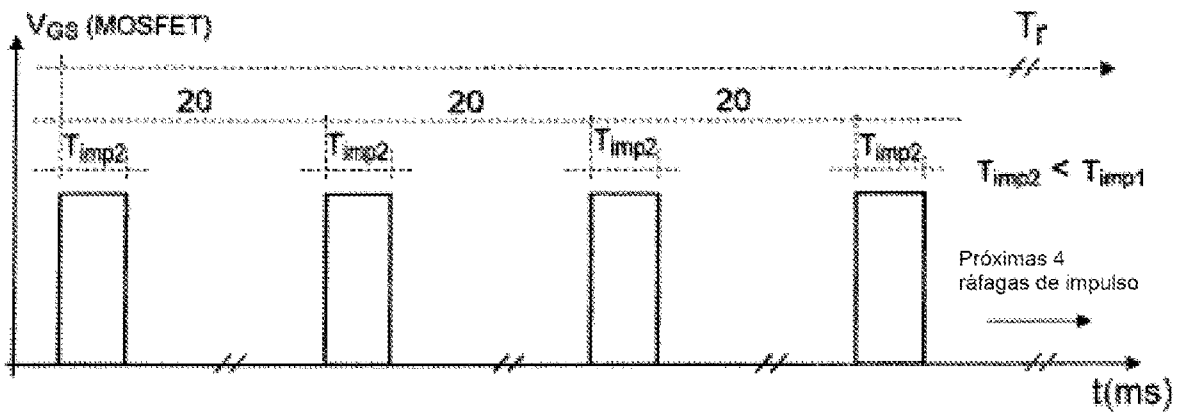
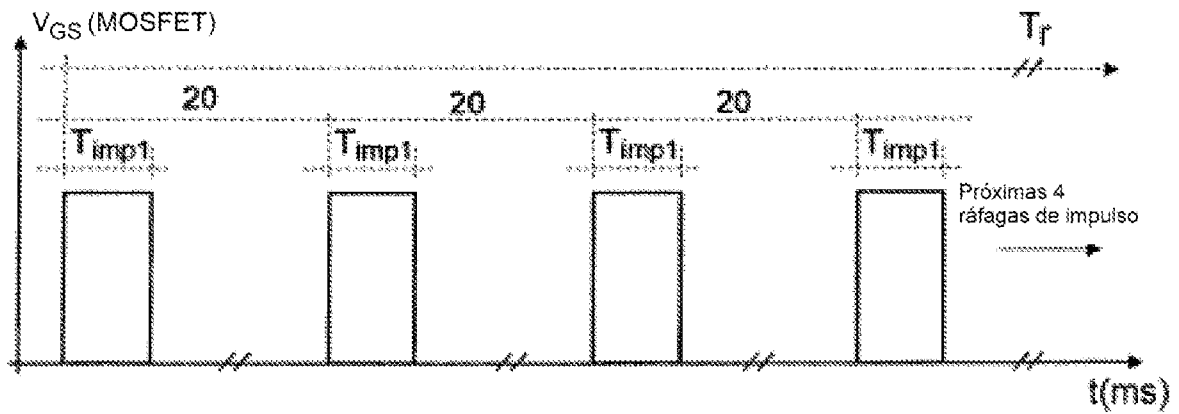


Fig. 20

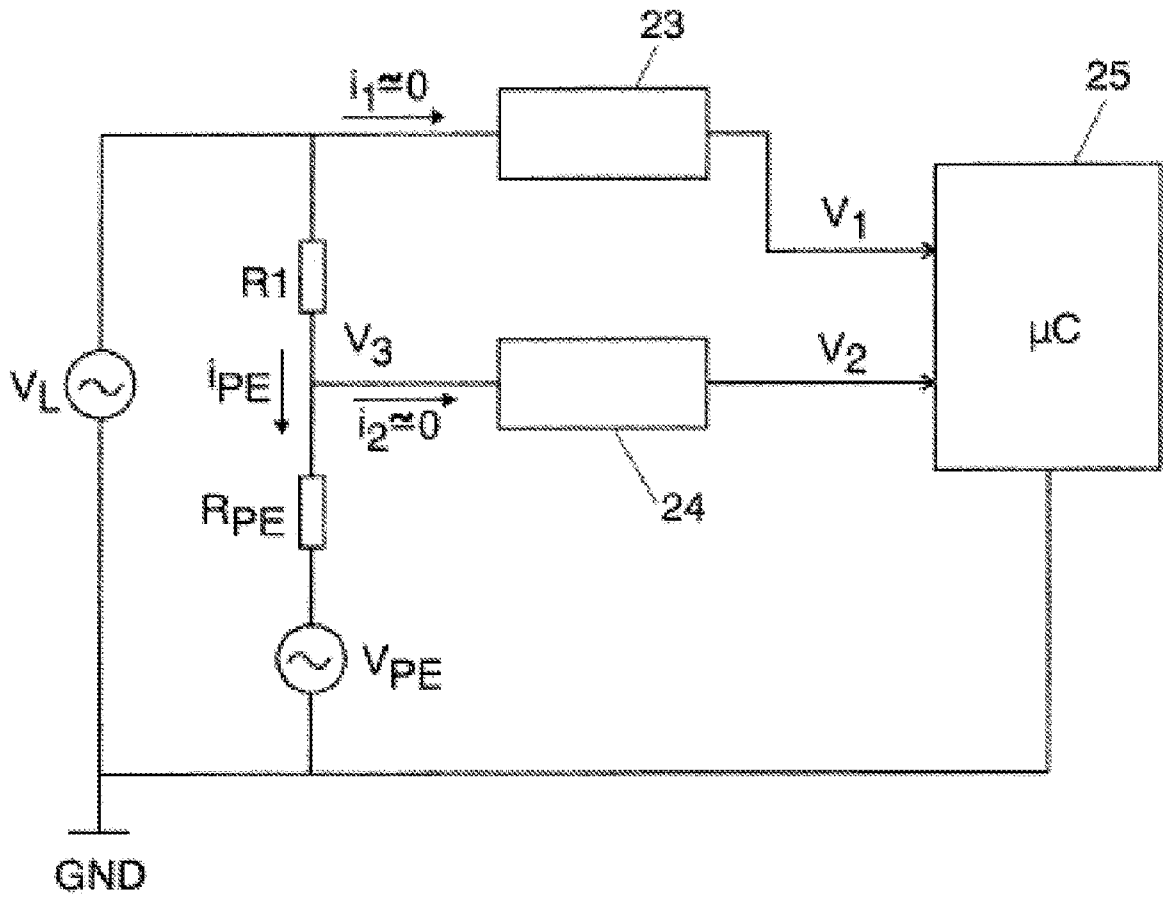


Fig. 21

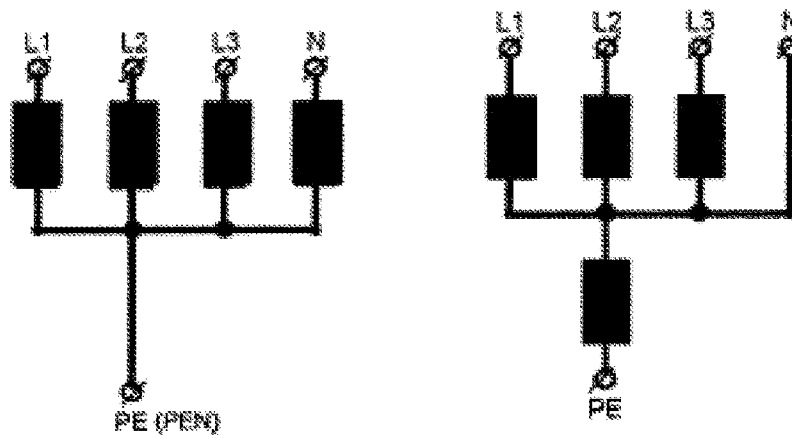


Fig. 22