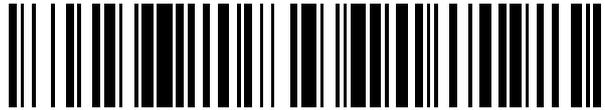


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 981**

21 Número de solicitud: 201430144

51 Int. Cl.:

H02H 3/00

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

05.02.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

18.04.2016

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2015/070075

71 Solicitantes:

**CIRPROTEC, S.L. (100.0%)
LEPANTO, 49
08223 TERRASSA (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

**PONS GONZALEZ, Carles y
MARTÍN PEIDRÓ, José Antonio**

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

54 Título: **DISPOSITIVO COMBINADO DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS Y SUPERVISIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROCEDIMIENTO DE FUNCIONAMIENTO DE DICHO DISPOSITIVO.**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y de supervisión de una instalación eléctrica y su procedimiento de funcionamiento, de los que se emplean en instalaciones de tensión alterna monofásicas, o polifásicas, o bien de tensión continua, de los que están formados por cartuchos enchufables a una base fija o bien los que están formados por un monobloque, ambos tipos de dispositivos comprendiendo uno o más componentes de protección contra sobretensiones transitorias en cada cartucho enchufable o bien en el monobloque, que se caracteriza por comprender unos medios de supervisión configurados de modo que miden y procesan permanentemente uno o varios parámetros relativos al estado de la instalación eléctrica y al propio dispositivo de protección, y conectados a dichos medios de supervisión comprende también unos medios de indicación configurados de modo que indican uno o una combinación de parámetros de salida.

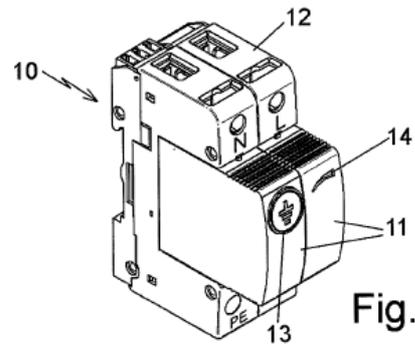


Fig. 7

DESCRIPCIÓN

**Dispositivo combinado de protección eléctrica
contra sobretensiones transitorias y supervisión de
una instalación eléctrica y procedimiento de
funcionamiento de dicho dispositivo**

5

Campo de la invención:

La presente invención se refiere a un dispositivo
combinado de protección eléctrica contra sobretensiones
10 transitorias y de supervisión de una instalación
eléctrica.

Estado de la Técnica:

Actualmente son de uso común los dispositivos de
15 protección contra sobretensiones transitorias (referidos
en el sector de la técnica con la abreviatura "SPD"), los
cuales se utilizan para proteger la instalación eléctrica
fija y cargas conectadas a la misma de las sobretensiones
causadas por perturbaciones causadas por fenómenos
20 atmosféricos (tal como un rayo), por maniobras de red o
por diferentes tipos de conmutaciones.

Este tipo de dispositivos de protección ("SPD") se
utilizan en instalaciones eléctricas alimentadas de la
red pública de distribución u otros generadores de
25 tensión, y también en instalaciones alimentadas con
tensión continua, por ejemplo mediante generadores
fotovoltaicos.

Los dispositivos SPD contienen al menos un
componente de protección, que posee características no
30 lineales, destinado a limitar las sobretensiones
transitorias y derivar a tierra los impulsos de
corriente transitorios. Estos componentes de protección

no lineales son principalmente varistores, descargadores de gas, descargadores de arco, "spark-gaps", diodos supresores, triacs, tiristores, MOSFETs, u otros componentes técnicamente equivalentes o que
 5 pudieran desarrollarse en el futuro, o combinaciones de ellos.

Los dispositivos SPDs se instalan generalmente en el cuadro de protección y control de la instalación fija situado en el origen de la instalación, o también pueden
 10 ser complementados por otros SPDs situados en sub-cuadros que estén situados aguas abajo.

Los dispositivos SPDs generalmente incorporan dispositivos de desconexión que desconectan de la alimentación el ó los componente/s de protección cuando
 15 han llegado a su final de vida, por ejemplo mediante fusibles térmicos, con el fin de evitar un fallo permanente en la instalación.

Hay varios parámetros importantes que definen las características de un dispositivo SPD y a las que nos
 20 referiremos posteriormente, entre ellas están:

- U_c : La tensión máxima permanente que le puede ser aplicada en cada modo de protección.

- U_{res} : La tensión residual, que es la tensión de pico que aparece entre sus terminales debida al paso de
 25 una corriente de descarga.

Las formas de onda utilizadas en los ensayos de caracterización de los dispositivos SPDs son impulsos de corriente generalmente de tipo 8/20 μs ó 10/350 μs e impulsos de tensión 1,2/50 μs ; su valor de pico está
 30 especificado por el fabricante y caracteriza al dispositivo SPD.

A nivel general existen dos formatos o tipologías distintas para la realización práctica de un dispositivo SPD:

5 i) Enchufables, donde cada componente/s de protección se sitúa dentro de un cartucho enchufable distinto, el cual se inserta en una base fija junto con otros cartuchos, situándose en esta base fija los medios de conexión del cableado entre el dispositivo SPD y la alimentación. La conexión eléctrica entre el componente
10 de protección dentro del cartucho y la base fija se realiza mediante unos terminales de conexión metálicos en el cartucho que se insertan en unos alojamientos metálicos provistos en dicha base fija, estando conectados dichos alojamientos a los medios de conexión
15 del dispositivo SPD.

ii) Compactos o mono-bloque, donde todos los componentes de protección están situados dentro de una única envolvente, que incorpora los medios de conexión del cableado entre el SPD y la alimentación.

20

Los dispositivos SPDs de tipo compacto presentan la desventaja de que en caso de fallo de uno o varios de los componentes de protección, es necesario reemplazarlo entero para mantener una protección
25 completa, lo que supone además que se debe desinstalar y volver a instalar completamente. Ambos inconvenientes representan un coste elevado, lo cual se acentúa en el caso de SDPs multipolares.

Por el contrario, los dispositivos SPDs de tipo
30 enchufables (es decir constituidos a base de cartuchos enchufables a una base fija) presentan la ventaja de que en caso de fallo del componente/s de protección

situado/s en un cartucho determinado, solamente hay que reemplazar éste, no siendo necesario reemplazar el resto de cartuchos, ni desinstalar el dispositivo SPD de la instalación eléctrica. Este tipo de dispositivos SPDs enchufables presentan aún otra ventaja añadida en cuanto a la revisión inicial de la instalación eléctrica: en ella se realizan ensayos de rigidez dieléctrica y aislamiento, para lo cual se requiere aplicar tensiones alternas y continuas elevadas que son superiores a las de activación de los dispositivos SPDs (ya que su función es limitar las sobretensiones); en el caso de un dispositivo SPD enchufable simplemente retirando los cartuchos se pueden realizar los ensayos sin problema, mientras que con protectores SPDs compactos se requiere descablearlos y volverlos a conectar, lo que lleva asociado un mayor tiempo y coste.

Se conoce la patente española nº ES2266741 "Equipo de medida de resistencia de tierra", del mismo solicitante, la cual divulga en su figura 1 un instrumento de medida, indicándose que se inyecta una señal de corriente al cerrarse el contacto 11 gobernado por un microcontrolador 1, donde la energía necesaria para inyectar la señal procede de una batería 10.

Para que una batería pueda suministrar impulsos elevados de corriente cada semiciclo de red en un circuito como el indicado debería ser de un tamaño elevado, por lo que este sistema descrito en esta patente no sería aplicable para ser integrado dentro de un cartucho de un dispositivo SPD, además de lo cual tendría que ser sustituida cuando llegara a final de vida, sea o no recargable.

También se indica en las reivindicaciones 1, 5, 6 y 7 de esta patente que la inyección de corriente se realiza aproximadamente a 90° de la tensión de alimentación CA, de manera que toda la variación en la tensión es debida a la corriente de cresta de corta duración y no a la evolución de la media onda de alimentación de CA. El considerar que a 90° la variación de la señal de CA es pequeña es cierto para una tensión senoidal pura, sin contenido de armónicos ni distorsiones, en cuyo caso esto no tiene porqué cumplirse. No solo hay que considerar los posibles armónicos en la tensión de alimentación de CA, en general causan más problemas el contenido de armónicos de la corriente de alimentación. Esta corriente ocasiona una caída de tensión en el conductor de neutro entre el equipo de medida y la planta generadora de tensión, dependiendo de los armónicos existentes dicha caída de tensión puede llegar a cancelar o reducir mucho el valor de tensión almacenado en el condensador que ocasiona la descarga. Esto ocasionaría que el impulso de corriente inyectado sea muy pequeño o incluso nulo, con lo cual el resultado de la medida será erróneo.

El comportamiento anterior supone un muy grave inconveniente, ya que en la actualidad gran parte de los equipos que se utilizan en las instalaciones eléctricas provocan armónicos, por ejemplo equipos para el proceso y control de cualquier sistema de producción con variadores de velocidad, aires acondicionados, ascensores, ordenadores, lámparas fluorescentes y la mayoría de electrodomésticos actuales. El funcionamiento de estos equipos no es constante, por lo que variará el contenido y amplitud de los armónicos, lo cual puede ocasionar

medidas erróneas y erráticas de la resistencia de tierra, ocasionando además alarmas injustificadas. También le puede afectar que la impedancia del sistema de puesta a tierra tenga una componente capacitiva elevada, dependiendo de la relación de capacidades entre el condensador de descarga, la capacidad del sistema de puesta a tierra (que es variable) y la tensión que exista en el momento de la inyección del impulso en cada una de ellas se pueden obtener valores muy reducidos del impulso de corriente causando los problemas indicados anteriormente en la medida.

Además de lo anterior, para conseguir la inyección de corriente a 90° se debe determinar el ángulo 0° de una forma fiable, es decir determinar el paso por cero de la señal senoidal de la tensión de alimentación, según se aprecia en la figura 1. Esto podría realizarse utilizando la tensión obtenida en los divisores resistivos 6 ó 7, en el caso de ruido en la tensión de CA la medida puede ser errónea y, por lo tanto, el punto de actuación teórico de 90° no correspondería a una zona donde la variación de la señal senoidal sea pequeña. No se indica ni sugiere en este documento ningún medio de filtrado para eliminar este problema, ya sea mediante filtros activos, pasivos, o por software del microcontrolador.

También referente a este mismo documento de patente, y en lo referente a la protección contra sobretensiones transitorias indicada, varistor 4 y tubo de descarga de gas 5, es habitual el uso de este tipo de componentes en dispositivos electrónicos que van a estar instalados permanentemente en la instalación eléctrica, no obstante están dimensionados para la protección del propio dispositivo, de forma que cumplan los requisitos de los

ensayos de compatibilidad electromagnética establecidos en sus Normas de producto, estos ensayos se realizan utilizando impulsos de varios kV pero son de baja energía. Este tipo de protección no es capaz de soportar impulsos de corriente transitorios tan elevados como los producidos por la descargas atmosféricas (que pueden alcanzar hasta 100 kA), es decir que no será adecuada para la protección de la instalación y cargas conectadas aguas abajo de este instrumento de medida. La utilización de componentes de protección de alta energía en el instrumento de medida de la patente ES2266741 sería totalmente insuficiente para proteger tanto la instalación como el equipo de medida, puesto que la circulación de los impulsos de corriente producidos por la descargas atmosféricas a través de los componentes de protección origina campos electromagnéticos muy elevados, los cuales inducirían corrientes y tensiones elevadas en la circuitería electrónica sensible del instrumento de medida, provocando su destrucción.

20

Objeto de la invención:

Uno de los objetos de la presente invención es concebir un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias y a la vez que supervise la instalación eléctrica, e indique al usuario los márgenes en los que se encuentran ciertos parámetros determinados del propio dispositivo y de la instalación eléctrica, con el fin de informarle y avisarle del estado del dispositivo y de la instalación eléctrica.

Otro de los objetos de la invención es concebir un dispositivo combinado de protección y supervisión que ocupe el mínimo espacio posible en el cuadro de

protección y control en el que habitualmente se va a instalar.

Otro de los objetos de la invención es concebir un dispositivo combinado de protección y supervisión que sea fácil de reemplazar en caso de que fallo, ya sea de la parte de protección como la de supervisión.

Otro de los objetos de la invención es concebir el dispositivo combinado de protección y supervisión de la instalación eléctrica, que tenga un bajo coste de fabricación e instalación.

Y aún otro de los objetos de la invención es concebir un dispositivo combinado de protección y supervisión que no interfiera con el funcionamiento de otros dispositivos de protección (p.ej. un interruptor diferencial, en adelante "RCD") u otros equipos instalados en la propia instalación o bien en instalaciones contiguas.

Descripción de la invención:

El objeto de la presente invención es el que se reivindica en la 1ª y 26ª reivindicaciones.

Se trata de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y de supervisión de una instalación eléctrica, de los que se emplean en instalaciones de tensión alterna monofásicas, o polifásicas, o bien de tensión continua, de los que están formados o bien por cartuchos enchufables a una base fija o bien formados por un monobloque. Ambos tipos de dispositivos comprenden generalmente un grupo de protección formado por uno o más componentes de protección contra sobretensiones transitorias dispuesto/s en cada cartucho enchufable o todos en el

monobloque. El citado componente de protección puede ser varistor/es, descargador/es de gas, descargador/es de arco, "spark-gap/s", diodo/s supresor/es, triac/s, tiristor/es, y/o MOSFET/s, y/o cualquier otro componente
 5 equivalente conocido o que se pudiera desarrollar en el futuro.

La invención se caracteriza principalmente por comprender unos medios de supervisión configurados de modo que miden y procesan permanentemente los parámetros
 10 más importantes durante los procesos de instalación, funcionamiento y mantenimiento de la instalación, y conectados a dichos medios de supervisión comprende también unos medios de indicación configurados de modo que indican al usuario del estado de dicha instalación y
 15 del propio dispositivo.

De modo preferente, los citados medios de indicación indican uno o una combinación de los siguientes parámetros o condiciones de salida:

- Si el valor de la resistencia del sistema de
 20 puesta a tierra (R_{PE}) que mide el dispositivo de protección y supervisión está dentro o fuera de unos límites ó márgenes R_{PEmin} y R_{PEmax} predeterminados.

- Si el conexionado del dispositivo de
 25 protección e instalación eléctrica es correcto: (a) en caso de alimentación en tensión alterna: L, N, PE ó PEN; o bien (b) en caso de alimentación en tensión continua: positivo, negativo y PE.

- Si la tensión en el sistema de puesta a
 30 tierra V_{PE} es $\geq V_{PEmax}$.

- Si la tensión de alimentación de una red alterna o continua V_L está comprendida o no dentro

de unos límites de normalidad predeterminados, es decir si V_L está entre V_{Lmin} y V_{Lmax} .

Opcionalmente, otro parámetro o condición de salida puede ser la indicación de si como mínimo uno de los grupos de componente(s) de protección contra sobretensiones integrados en el dispositivo de protección ha llegado a su final de vida.

Preferentemente los citados medios de indicación indican la existencia de los cinco parámetros o condiciones de salida anteriormente descritos, aunque también puede indicar una combinación menor de dichos parámetros de salida, tal como dos o tres de dichos parámetros.

De acuerdo a una realización preferente 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 luminoso, se activa de forma diferente (por ejemplo dando una indicación 1, indicación 2, indicación 3 e indicación 4) proporcionando información sobre los cuatro primeros parámetros o condiciones de salida, es decir sobre si la conexión a la red es incorrecta, y/o sobre si la tensión $v_{PE} \geq v_{PEmax}$, y/o sobre si la tensión de red (v_L) es $v_{Lmin} > v_L > v_{Lmax}$. Cuando todo lo anterior es correcto, el mismo indicador luminoso da la indicación correspondiente según el valor obtenido de R_{PE} dentro de los márgenes seleccionados. Si fuera necesario también podría dar otra indicación diferente en caso de que el componente/s de protección incluido en ese cartucho llegara a su final de vida.

El segundo tipo de indicador da una indicación, luminosa o no, en el caso que el componente/s de

protección incluido en un cartucho determinado o en el mono-bloque ha llegado a su final de vida.

En otra realización de la invención, los medios de indicación pueden estar formados por un primer tipo de
5 indicador.

En el caso de que la invención se aplique a los dispositivos del tipo enchufables, es decir los que están formado por un conjunto de uno o más cartucho/s insertado/s en una base fija, como mínimo uno de los
10 cartuchos que conforma el conjunto comprende, además del componente/s de protección contra sobretensiones transitorias, los citados medios de supervisión y los medios de indicación. Los otros cartuchos que conforman el conjunto también pueden incorporar unos medios de
15 indicación que indican características propias de ese cartucho en cuestión, tal como el fin de vida del componente/s de protección que comprende cada cartucho.

Dentro de un cartucho puede utilizarse combinaciones de distintos componentes de protección,
20 tales como un varistor en serie con un descargador de gas, varios varistores o descargadores de gas en paralelo, o bien componentes únicos tales como varistor/es, descargador/es de gas, descargador/es de arco, "spark-gap/s", diodo/s supresor/es, triac/s,
25 tiristor/es, y/o MOSFET/s y/o otros componentes equivalentes. De aquí en adelante nos referiremos a "componente de protección" en singular, aunque se debe entender como que puedan ser también combinaciones de los mismos.

30 Opcionalmente el primer tipo de indicador (que nos referiremos como "indicador del valor de R_{PE} ") también podría dar otra indicación adicional, en caso de que el

componente/s de protección incluido en el cartucho donde está ubicado dicho primer indicador llegara a su final de vida.

El primer tipo de indicador está formado por uno o más LEDs de uno o más colores, cada uno de los cuales da informaciones distintas, tal como encendiéndose de distintos colores en función del márgenes de valores en el cual se encuentra los parámetros o condiciones de salida, o bien encendiéndose de modo fijo o intermitente. El segundo tipo de indicador puede estar formado por uno o más LEDs o ser de tipo mecánico. Alternativamente, o bien en combinación con los LEDs, el primer tipo de indicador puede estar constituido por un display.

El dispositivo de protección y supervisión de la presente invención se instala preferentemente en el cuadro de protección y control de la instalación fija situado en el origen de la instalación, y también puede ser complementado por otros SPDs situados en sub-cuadros que estén situados aguas abajo. Para ello, el dispositivo SPD de la invención está provisto de unos medios de conexión adecuados para ser instalado en carriles estándar tipo DIN o similares.

Según las características de la fuente de alimentación y red de distribución los SPDs pueden utilizar diferentes modos de protección (diferencial y modo común), por ejemplo, línea-línea, línea-tierra, línea-neutro, neutro-tierra.

Opcionalmente, se puede proveer a los cartuchos y a la base fija del dispositivo de protección y supervisión de la presente invención (cuando es de tipo enchufables), de unos medios mecánicos adaptados para impedir que se

inserten los cartuchos en una posición incorrecta de la base fija o sean de una tensión diferente, p.ej. insertar un cartucho destinado a conectarse entre L-N en el alojamiento del cartucho N-PE ó viceversa.

5 Esta invención también contempla la utilización del dispositivo de protección y de supervisión multipolares, los cuales ofrecen más de un modo de protección. También se consideran de este tipo una combinación de SPD unipolares interconectados
10 eléctricamente.

 De modo preferente, y en el caso de aplicarse esta invención en la versión de tipo enchufable, al ubicarse los medios de supervisión y los medios de indicación en el interior de uno de sus cartuchos enchufables, donde se
15 puede supervisar permanentemente el estado de la instalación, cumple los requisitos de bajo coste, facilidad de instalación y sustitución en caso de fallo. En este caso, hay que tener en cuenta que un cartucho presenta unas dimensiones bastante reducidas,
20 frecuentemente el ancho de dicho cartucho es de 17,5 mm. ó 35 mm., y que en el interior del mismo cartucho se dispone/n generalmente el/los componente/s de protección.

 Con el fin de poder integrar también los medios de
25 supervisión e indicación en dicho cartucho, y así lograr optimizar el espacio en el cuadro de protección, el dispositivo de la presente invención incluye de manera integrada una doble protección contra sobretensiones transitorias: una primera etapa formada por el
30 componente/s de protección que está/n ubicado/s dentro del cartucho, el cual absorbe la mayor parte de la energía dejando entre sus dos polos una tensión

residual reducida, este impulso de tensión ya es de
baja energía, y se encarga de limitarlo a valores
aceptables para el circuito de supervisión una segunda
etapa de protección. A modo de ejemplo, dicha segunda
5 etapa puede estar compuesta por una pequeña impedancia
Z y un varistor V de reducidas dimensiones. Esta segunda
etapa de protección impide la destrucción o mal
funcionamiento del circuito de supervisión ya que reduce
mucho más las perturbaciones que podrían afectarle, ya
10 sea por la tensión residual del componente de protección
(U_{res}) como por el campo electromagnético que se genera.

Por lo tanto, el dispositivo de protección contra
sobretensiones transitorias y supervisión objeto de la
invención no ocupa un espacio añadido en el cuadro de
15 protección y control, añade un coste bajo al
dispositivo, ya que emplea la misma envolvente y se
realiza dentro del mismo proceso de fabricación de un
cartucho normal, es fácil de reemplazar en caso de
fallo, ya sea del componente de protección o del
20 dispositivo de supervisión, y da aviso al usuario en
caso de que sucediera cualquiera de los problemas
indicados anteriormente. Un requisito importante que
cumple es que no interfiere con el funcionamiento de
otros dispositivos de protección (p.ej. un interruptor
25 diferencial, en adelante RCD) o equipos en la propia
instalación o en contiguas.

En casos específicos puede optarse porque una parte
de los medios de supervisión y/o los medios de
indicación pueda/n estar ubicados en la base fija donde
30 se insertan los cartuchos enchufables.

El dispositivo de protección y supervisión de la
presente invención puede incorporar dispositivos de

desconexión que desconectan de la alimentación el ó los componente/s de protección cuando han llegado a su final de vida, por ejemplo fusibles térmicos, con el fin de evitar un fallo permanente en la instalación.

5 Cuando actúan dichos dispositivos de desconexión ocasionan que un indicador en el dispositivo SPD avise al usuario de esta circunstancia (p.ej. un indicador de tipo luminoso o mecánico), no obstante este indicador también puede ser externo al dispositivo SPD o bien

10 existir ambas indicaciones. En determinadas configuraciones de la red eléctrica puede no ser necesario este dispositivo de indicación.

La información sobre el estado de la instalación y/o estado del SPD y/o de el/los componente/s de

15 protección puede realizarse incluyendo unos medios de transmisión inalámbricos y/o alámbricos. Dichos medios de transmisión inalámbricos pueden incluirse dentro del mismo cartucho o bien incluirse total o parcialmente en la base fija del SPD o internamente en un SPD compacto.

20 En general se utilizan dos tipos de conexiones, dependiendo de la configuración del sistema de alimentación de la red eléctrica, por ejemplo, para una red trifásica, se representan en la figura nº 22.

Dependiendo del sistema de alimentación de la red

25 eléctrica (p. ej. TT, TN-S ó TN-C-S), L1, L2 y L3 están conectados a los conductores de línea, N al conductor de neutro y PE al conductor de protección. En el caso de un sistema TN-C el conductor PEN hace las funciones de conductor de protección y de conductor neutro. Aguas

30 abajo del dispositivo SPD se conectan la instalación, cargas y equipos a proteger frente a las sobretensiones, estando el conductor de protección

conectado a las partes conductoras accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos que normalmente no están sometidas a tensión pero que pudieran estarlo en caso de falta.

5 El conductor PE (ó el PEN) requerido para la protección contra choques eléctricos se conecta al sistema de puesta a tierra, que puede ser local (en el edificio) o provisto por la compañía suministradora de alimentación. No obstante, en el caso en que en el
10 edificio o emplazamiento donde se realiza la instalación a proteger disponga de un sistema externo de protección contra el rayo (p.ej. pararrayos) se tiene que realizar una puesta a tierra local para dispersar los impulsos de corriente del rayo,
15 teniéndose que unir esta puesta a tierra a la del resto del edificio en un único punto de la instalación.

Los objetivos generales de una puesta a tierra son:

- Permitir la descarga a tierra de las corrientes de defecto o las de descargas de origen
20 atmosférico.
- Mantener los potenciales producidos por las corrientes de defecto dentro de los límites de seguridad y/o asegurar la actuación de los sistemas de protección en el tiempo adecuado,
25 teniendo en cuenta la seguridad de las personas y del equipamiento.
- Mantener un potencial de referencia en algún punto del sistema eléctrico o electrónico. Este punto es muy importante a la hora de instalar un
30 dispositivo SPD, si no se instalara dicho dispositivo una sobretensión transitoria provocada por maniobras en la red eléctrica o una

descarga atmosférica provocarían un incremento elevadísimo de dicho potencial (centenares de kV), originando la rotura del aislamiento en la instalación o los equipos conectados a ella.

5

No obstante no solo hay que mantener una impedancia baja en la puesta a tierra, p.ej mediante una instalación y mantenimiento correcto de los electrodos enterrados en el terreno, sino que es preciso que la impedancia desde el punto de conexión del conductor de protección del SPD al sistema completo de puesta a tierra sea lo más baja posible, tanto desde el punto de vista de la seguridad de personas y equipos como de la protección contra sobretensiones. Salvo una desconexión o rotura del conductor de protección y/o de los electrodos de puesta a tierra la impedancia del sistema suele variar muy lentamente ya que depende principalmente de la humedad y temperatura del terreno, que en general es estacional, aunque también depende de la corrosión progresiva que se da en los electrodos de puesta a tierra.

Otra situación anómala que puede darse es que el sistema de tierra esté sometido a tensión, que -sin ser suficiente para que actúen las medidas de protección de la instalación- podría provocar daños a personas o equipos.

Puede darse también errores en el conexionado de los conductores del dispositivo SPD o en la instalación, lo cual puede afectar al funcionamiento de algunos equipos e incluso puede dañar al propio SPD. No es extraño que en un protector trifásico se pudieran intercambiar accidentalmente las conexiones de una

línea con el neutro, lo que ocasiona en la mayoría de casos un daño permanente de los componentes de protección conectados a las otras dos líneas.

Otros errores en la conexión de los conductores de línea, neutro y conductor de protección también deben tenerse en cuenta.

Descripción de las figuras:

Sigue a continuación una relación de las distintas partes de la invención que se encuentran en las figuras y que se localizan mediante los números que siguen; (10, 10', 10'', 10''', 10'''') dispositivos de protección y supervisión, (11) cartucho enchufable, (12) base fija, (13) indicador luminoso del valor R_{PE} y otras indicaciones, (14) indicador del final de vida del componente de protección, (15) indicadores luminosos del valor R_{PE} y otras indicaciones formados por LEDs, (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 la circuitería electrónica, (20) componente de protección , (21) segunda etapa de la protección contra sobretensiones transitorias, (22) convertidor AC/DC, (23) adaptador, (24) adaptador, (25) microcontrolador, (26) resistencias, (27) diodos LEDs, (28) desconectador térmico.

En las figuras:

La figura nº 1 ilustra una vista en perspectiva trasera de una realización posible del exterior de un cartucho N-PE.

Las figuras n° 2 a 5 ilustran vistas en perspectiva frontales del mismo cartucho que la figura n° 1 en diferentes realizaciones posibles de tipos de indicadores posibles:

5 la figura n° 2 ilustra el caso de un cartucho que presenta tres indicadores luminosos del valor R_{PE} formados por LEDs,

 la figura n° 3 ilustra el caso de un cartucho que presenta un único indicador luminoso del valor R_{PE} ,

10 la figura n° 4 ilustra el caso de un cartucho que presenta un primer tipo de indicador luminoso del valor R_{PE} , y un segundo tipo de indicador del final de vida del componente de protección, y

 la figura n° 5 ilustra el caso de un cartucho que
15 presenta tres indicadores luminosos del valor R_{PE} formados por LEDs, y un segundo tipo de indicador del final de vida del componente de protección.

 La figura n° 6 ilustra una vista en alzado frontal de la parte interior del cartucho de la figura n° 1, el
20 cual presenta tres terminales de conexión a la base fija (N, L, PE).

 Las figuras n° 7 a 10 ilustran vistas en perspectiva frontales de una primera realización preferida de los dispositivos de protección y
25 supervisión objeto de la presente invención, constituidos por uno o más cartuchos enchufables en una base fija:

 la figura n° 7 muestra una vista de un ejemplo de realización en el que el dispositivo de protección y
30 supervisión es de tipo monofásico (N, L), el cual está provisto de unos medios de indicación formados por un primer indicador y un segundo indicador. El primer

indicador, preferentemente luminoso, se activa de forma diferente (por ejemplo dando una indicación 1, indicación 2, indicación 3 e indicación 4) dando información sobre si la conexión a la red es incorrecta y/o la tensión $v_{PE} \geq v_{PEmáx}$, y/o la tensión de red (v_L) $v_{Lmín} > v_L > v_{Lmáx}$. Cuando todo lo anterior es correcto, el mismo indicador luminoso da la indicación correspondiente según el valor obtenido de R_{PE} dentro de los márgenes seleccionados. Si fuera necesario también podría dar otra indicación diferente en caso de que el componente/s de protección incluido en ese cartucho llegara a su final de vida. El segundo indicador ubicado en el otro cartucho da una indicación, luminosa o no, en el caso que el componente/s de protección incluido en él (L) ha llegado a su final de vida;

la figura n° 8 muestra una vista de un ejemplo de realización en el que el dispositivo de protección y supervisión es de tipo trifásico (N, L1, L2, L3), el cual está provisto de unos medios de indicación formados por un primer indicador luminoso que se activa de forma diferente dando información sobre si la conexión a la red es incorrecta, y/o la tensión $v_{PE} \geq v_{PEmáx}$, y/o la tensión de red (v_L) $v_{Lmín} > v_L > v_{Lmáx}$. Cuando todo lo anterior es correcto el mismo primer indicador visual da la indicación correspondiente según el valor obtenido de R_{PE} dentro de los márgenes seleccionados. Si fuera necesario también podría dar otra indicación diferente en caso de que el componente/s de protección incluido en ese cartucho llegara a su final de vida. Los indicadores ubicados en los otros tres cartuchos (L1, L2, L3) dan indicación, luminosa o no, de que el componente/s de

protección incluido en ellos ha llegado a su final de vida;

la figura nº 9 muestra una vista de un ejemplo de realización en el que el dispositivo de protección y supervisión es para aplicaciones en fotovoltaica (L+, PE, L-), el cual está provisto de unos medios de indicación formados por un primer indicador luminoso que se activa de forma diferente dando información sobre si la conexión a la tensión de alimentación es incorrecta y/o la tensión $v_{PE} \geq v_{PEmáx}$, y/o la tensión de alimentación $v_{Lmín} > v_{L+} - v_{L-} > v_{Lmáx}$. Cuando todo lo anterior es correcto el mismo indicador visual da la indicación correspondiente según el valor obtenido de R_{PE} dentro de los márgenes seleccionados. El cartucho dispone de otro indicador, luminoso o no, para indicar que el componente/s de protección incluido en ese cartucho ha llegado a su final de vida. Los indicadores de los otros dos cartuchos (L+, L-) dan indicación, luminosa o no, de que el componente/s de protección incluido en ellos ha llegado a su final de vida; y

la figura nº 10 muestra una vista explosionada del montaje del cartucho (N) de la figura nº 1 en la base fija.

Las figuras nº 11 y 12 muestran respectivas vistas en perspectiva frontales de una segunda realización preferida del dispositivo de protección objeto de la presente invención, constituido por un SPD compacto o mono-bloque:

en la figura nº 11 se muestra un ejemplo de realización en el que el dispositivo de protección SPD es de tipo monofásico (N, L), y

en la figura n° 12 se muestra un ejemplo de realización en el que el dispositivo de protección SPD es de tipo trifásico (N, L1, L2, L3).

La figura n° 13 representa un diagrama de flujo de las distintas etapas y condiciones de activación de forma diferente del primer indicador luminoso, por ejemplo dando una indicación tipo 1, indicación tipo 2, e indicación tipo 3, por ejemplo siendo cada indicación de un color distinto.

La figura n° 14 muestra el esquema de bloques del circuito electrónico de los medios de supervisión de la invención junto con el componente de protección dentro del cartucho.

La figura n° 15 muestra el esquema simplificado para inyectar pulsos positivos y negativos.

La figura n° 16 muestra ejemplos de ráfagas de 2 impulsos; en la segunda gráfica se representa el caso de ráfagas de 2 impulsos positivos, y en la tercera gráfica se representa el caso de ráfagas de un impulso positivo y un impulso negativo, en el que la variable " T_r " es el tiempo entre ráfagas.

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

La figura n° 18 muestra unas gráficas donde se muestra el efecto de la capacidad en la señal v_{PE} , la última es para una capacidad de 12 μF y ya se aprecia que hay error, por este motivo la capacidad máxima del sistema de PE considerada es de unos 10 μF .

La figura n° 19 muestra las etapas de reducción de la corriente inyectada disminuyendo el número de impulsos por ráfaga, siempre y cuando se cumpla que la

estabilidad de R_{PE} sea buena, manteniéndose el ancho del impulso para las ráfagas. En este caso, por ejemplo, se utilizan inicialmente ráfagas de 3 impulsos, que luego podrán pasar a ser ráfagas de 2 impulsos y luego de 1 impulso en caso de la estabilidad de R_{PE} sea buena. Los impulsos de salida del controlador se adaptan a la tensión puerta-surtidor necesaria (V_{GS}) para que el MOSFET conduzca, durante ese tiempo es cuando se inyecta el impulso de corriente. En todas las etapas se mantiene tanto el ancho de los impulsos (T_{imp}) como la separación entre ráfagas (T_r).

La figura n° 20 representa las etapas de reducción de la duración de los impulsos (T_{imp}), siempre y cuando se cumpla que la estabilidad de R_{PE} sea buena. En este caso, por ejemplo, se utilizan ráfagas de 4 impulsos de duración inicial T_{imp1} , la cual se puede reducir a una duración inferior T_{imp2} (es decir que $T_{imp2} < T_{imp1}$). Los impulsos de salida del controlador se adaptan a la tensión puerta-surtidor necesaria (V_{GS}) para que el MOSFET conduzca, durante ese tiempo es cuando se inyecta el impulso de corriente.

La figura n° 21 muestra el circuito equivalente cuando conduce el MOSFET Q.

La figura n° 22 muestra dos tipos de conexiones, dependiendo de la configuración del sistema de alimentación de la red eléctrica trifásica.

Descripción de una realización preferente de la invención:

Una realización práctica posible de la invención, aunque no limitativa, es un dispositivo de protección y supervisión (10, 10', 10'', 10''', 10''''') en el que uno

de los cartuchos (11) incorpora el/los componente/s de protección (20), los medios de supervisión necesarios para la supervisión de la instalación, los medios de indicación necesarios, p. ej. mediante varios LEDs (27) y los medios de desconexión (28).

A modo de ejemplo, en la figura nº 1 se ilustra un cartucho (11) conectado entre N-PE, que utiliza como componente de protección (20) un descargador de gas o de arco, ya que se utiliza como protección entre N-PE de un dispositivo de protección monofásicos y trifásicos en sistemas TT y TN-S. Dicho cartucho (11) dispone de tres terminales de conexión con la base fija (18), conectados respectivamente a línea (L), neutro (N) y conductor de protección (PE). La corriente de descarga transitoria, normalmente del orden de kA, circula en este caso a través de los terminales N-PE, a través del terminal (L) circulan corrientes muy inferiores a estos valores, por lo que puede ser de sección inferior.

Adicionalmente se pueden añadir otros terminales de conexión para dispositivos de protección, p.ej. trifásicos, donde es necesario conocer las tensiones en cada fase.

También puede utilizarse terminales de conexión añadidos para transmitir la información obtenida del dispositivo de supervisión y/o el indicador de final de vida o estado del componente de protección hacia la base fija.

No obstante si por requisitos de la instalación fuese necesario se puede utilizar un varistor u otros componentes de protección.

En la figura nº 6 se muestra la disposición del circuito electrónico (19) que integra a los medios de

supervisión y al doble componente/s de protección (21), dentro de uno de los cartuchos (11), los cuales en este ejemplo concreto determinan: el valor de la impedancia desde el terminal PE a tierra, si existe una tensión en el sistema de puesta a tierra que pudiera resultar peligrosa, si la tensión de alimentación de una red alterna o continua V_L está comprendida dentro de unos límites de normalidad predeterminados, es decir si V_L está entre V_{Lmin} y V_{Lmax} y si hubiera algún error en la conexión del dispositivo SPD o en el cableado de la instalación, indicando al usuario la situación. También si se deseara se puede incluir opcionalmente medios para indicar que el componente de protección ha llegado a final de vida.

La citada indicación de los parámetros citados preferentemente se realiza mediante varios diodos LEDs (27), de diferentes colores, y que pueden ser fijos o intermitentes para facilitar la interpretación de un usuario de la situación, por ejemplo con tres o cuatro diodos, véase distintas configuraciones en las figuras nº 2 a 5.

En la figura nº 13 se esquematizan el orden de actuación de las distintas etapas y condiciones de activación de forma diferente del primer indicador luminoso, por ejemplo dando una indicación 1, indicación 2, indicación 3 e indicación según el valor de R_{PE} distintas:

- Etapa 1 (opcional): Al conectar la alimentación al circuito de supervisión puede existir un tiempo de retardo antes de realizar las diferentes comprobaciones, con el objetivo principal de permitir que las tensiones

en la circuitería electrónica del dispositivo se hayan estabilizado para evitar falsas indicaciones de fallo.

- Etapa 2: Si la conexión a la red es incorrecta → Se activa la Indicación 1.

5 - Etapa 3: Si la tensión en el sistema de puesta a tierra $v_{PE} \geq v_{PEmáx}$ → Se activa la Indicación 2.

- Etapa 4: Si la tensión de red (v_L) tiene un valor tal que $v_{Lmín} > v_L > v_{Lmáx}$ → 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 nº 7) da la indicación correspondiente según el valor obtenido de R_{PE} dentro de los 4 márgenes de valores de R_{PE} preferentes:

- 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: $R_{PE} \geq 600 \Omega$

La indicación correspondiente a $R_{PE} \geq 600\Omega$ indica claramente una situación de peligro en la instalación, ya que comprende que el sistema de puesta a tierra está en circuito abierto.

20 Para determinar el valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}) en la etapa 5 los medios de supervisión efectúan una operación de inyección de impulsos de corriente a tierra a través del terminal PE.

25 Si alguna de las comprobaciones en la etapa 2, etapa 3 o etapa 4 son incorrectas (es decir el conxionado, o la tensión en el sistema de puesta a tierra (v_{PE}) o el valor de la tensión de red (v_L)), entonces el sistema se detiene en ese punto y lo comprueba periódicamente (preferentemente cada varios

segundos). Una vez solucionado el fallo entonces se continúa hacia la etapa 5 de inyección de impulsos. Si no se detuviera el proceso los valores obtenidos en la supervisión de impedancia del sistema de puesta a tierra de la etapa 5 serían incorrectos.

Internamente el primer indicador luminoso está formado, conforme a una posible realización, por respectivos LEDs de diferentes colores, según el tipo de indicación y se iluminan uno u otro en función de la condición en la que se encuentra. Además pudiendo ser dichos LEDs fijos o intermitentes.

Para determinar el valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}) o la tensión de tierra (V_{PE}), no se requiere emplear uso de unos medios con un grado de sofisticación muy elevado, puesto que para la aplicación concreta de la presente invención el solicitante ha constatado que es suficiente con valores de exactitud inferiores al 10%. De esta forma se permite obtener un dispositivo de protección y supervisión de bajo coste y reducido su tamaño. Con este grado de exactitud mencionado anteriormente, las indicaciones visuales que se dan al usuario cuentan con amplios márgenes de seguridad.

Los medios para determinar el valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}) o su tensión de tierra (V_{PE}) se basan en la aplicación de impulsos de corriente a tierra a través del terminal PE usando el lazo fase-tierra, estos impulsos cumplen una serie de requisitos:

son de una intensidad suficientemente elevada para poder determinar el incremento de tensión en el circuito de puesta a tierra,

pero a su vez no han de provocar la actuación de los posibles diferenciales en el circuito, ni

tampoco deben provocar un mal funcionamiento del interruptor diferencial a largo plazo.

5 El mal funcionamiento del interruptor diferencial a largo plazo puede suceder por varios motivos, los RCD incorporan componentes magnéticos sensibles con un grado de magnetización ajustado por cada fabricante y del cual depende su sensibilidad para detectar la
10 diferencia de corrientes AC entre los conductores que lo atraviesan. Si se aplican impulsos de corriente de una única polaridad con una frecuencia de repetición elevada, p.ej. en cada ciclo o semiciclo de red, como es el caso de la patente ES2266761, o bien trenes de
15 gran número de impulsos, dichos componentes pueden quedar magnetizados/desmagnetizados permanentemente a largo plazo (unos pocos años) y no se detectará su mal funcionamiento hasta que haya un fallo en la instalación. El usuario podría comprobar periódicamente
20 el funcionamiento del RCD, tal como indican sus fabricantes, pero raramente se suele hacer, principalmente en entornos domésticos.

Todos estos requisitos descritos pueden cumplirse en gran medida empleando impulsos de corriente de un
25 valor reducido, un número muy pequeño de impulsos en las ráfagas inyectadas y con una frecuencia de repetición de las ráfagas muy baja (que es variable y controlada desde algunos segundos hasta varios minutos).

30 Otros sistemas conocidos hoy en día emplean corrientes y frecuencias de repetición mucho más elevadas para reducir la influencia del ruido y obtener

un valor de exactitud reducido en la medida de impedancias muy bajas, en las cuales el incremento de tensión en el sistema de puesta a tierra provocado por el impulso inyectado es muy bajo. Estas características no solo no son necesarias en el dispositivo de la invención, descrito sino que serían contraproducentes. El dispositivo de protección y supervisión reivindicado no es esencialmente un instrumento de medida, sino un dispositivo de protección que incluye unos medios para supervisar permanentemente los parámetros más importantes durante los procesos de instalación, funcionamiento y mantenimiento de la instalación, además de avisar al usuario del estado de dicha instalación y del propio dispositivo.

A la hora de determinar la impedancia del sistema de puesta a tierra también hay que considerar que generalmente no tiene una componente resistiva pura, dependiendo de cómo sea la instalación también presentará componentes inductivas y capacitivas. No obstante, al instalarse preferentemente los medios de supervisión en el dispositivo, las componentes dominantes suelen ser la resistiva y capacitiva, ya que la instalación del dispositivo SPD se realiza en el origen de la instalación y la longitud del cableado es reducida y se realiza específicamente para minimizar los efectos inductivos que pudiera introducir.

Por este motivo el solicitante ha llegado a la conclusión, tras varios ensayos, de que la duración del impulso de corriente (T_{imp}) debe ser lo suficientemente larga como para que no afecte la componente capacitiva de la impedancia en la medida del incremento de tensión. El circuito de supervisión utilizado por la

presente invención está previsto para obtener una exactitud inferior al 10%, teniendo componentes capacitivas tan elevadas como $10\mu\text{F}$, aunque generalmente son bastante inferiores.

5 Mediante numerosas pruebas experimentales de medidas repetidas en diferentes tipos de instalaciones, el solicitante finalmente ha determinado que los valores preferentes de la duración del impulso de corriente (T_{imp}) están comprendidos entre $200 < T_{\text{imp}} <$
10 300 μs . Las comprobaciones realizadas por el solicitante en diferentes tipos de dispositivos RCDs, nuevos o instalados durante varios años, apuntan a que esta horquilla de valores es la más aconsejable para obtener un óptimo resultado con impedancias del sistema
15 de puesta a tierra que tengan componentes capacitivas elevadas. Sin embargo, otros valores de T_{imp} podrían emplearse para la realización de esta invención, sin que ello varíe la esencialidad de esta invención.

 La obtención del valor de la impedancia del sistema
20 de puesta a tierra (con las consideraciones indicadas se puede considerar solo su valor resistivo R_{PE}) se realiza determinando el incremento de tensión que provoca el impulso de corriente inyectado respecto a la tensión existente en el sistema de puesta a tierra (esta tensión
25 es variable con el tiempo, normalmente a la misma frecuencia que la tensión de alimentación y puede tener un valor elevado, suficiente para alterar el resultado de la medida de R_{PE} si no se considerara), la medida del incremento de tensión en el sistema de puesta a tierra
30 se realiza en los últimos μs del impulso inyectado para minimizar la influencia de la capacidad y/o inductancia que pudiera existir, con los valores de duración del

impulso de corriente (T_{imp}) indicados anteriormente los valores del incremento de tensión se han estabilizado lo suficiente como para cumplir los requisitos de exactitud requeridos.

5 Otro requisito que debe cumplir el circuito que conforma a los medios de supervisión es indicar si la tensión de red (v_L) está dentro del margen de funcionamiento previsto tanto del dispositivo SPD como del circuito de supervisión. El margen de tensión de red
10 normalizado en la mayoría de países suele estar comprendido entre el +10% - 15% de su tensión nominal, a la hora de dimensionar el dispositivo SPD se suele utilizar un valor de U_c entre un 15-20% superior ($v_{Lmáx}$) a la tensión nominal de red (v_{Lnom}), de esta forma se evita
15 que el SPD entre en conducción para los valores máximos de la tensión de red y se dañe permanentemente. Si el valor de tensión de red (v_L) es inferior al valor mínimo indicado ($v_{Lmín}$) el circuito de supervisión puede dar indicaciones incorrectas, también puede verse afectado
20 el funcionamiento de cargas y equipos conectados en la instalación; si el valor de tensión es superior a la U_c del dispositivo SPD se reduce su tiempo de vida o se daña permanentemente, afectando también a los equipos y cargas conectadas aguas abajo del SPD. Los márgenes de
25 tensión indicados se consideran preferentes, ya que son los empleados habitualmente, no obstante pueden utilizarse valores diferentes si se considera necesario.

La operativa de protección y supervisión de la presente invención se realiza preferentemente según el
30 esquema del circuito electrónico mostrado en la figura nº 14. En dicho ejemplo el convertidor AC/DC (22) suministra una tensión continua V^+ respecto al punto

común del circuito (GND), el cual está conectado al terminal (N) del cartucho. Este convertidor AC/DC (22) debe cumplir unos requisitos muy exigentes en cuanto a sus características de funcionamiento, su regulación de línea debe ser muy elevada ya que el margen de tensión AC de entrada es alto. También debe soportar márgenes de temperatura comprendidos entre -40°C y $+80^{\circ}\text{C}$ (que son los márgenes habituales en los dispositivos SPDs) regulando adecuadamente la tensión V^+ , ya que de esta tensión depende el resultado correcto de las medidas de tensión. La tensión V^+ se utiliza para alimentar al controlador (25) y a los adaptadores (23) y (24). La tensión de salida de estos adaptadores (23) y (24) suministran al controlador (25) una tensión continua, normalmente $V^+/2$, para obtener un margen dinámico máximo y una tensión alterna superpuesta proporcional a sus tensiones de entrada:

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

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

20

De aquí en adelante las variables dependientes del tiempo ($v_1(t)$ y $v_2(t)$) se indicarán solamente con la letra de la variable y en minúscula.

Los adaptadores (23) y (24) están compuestos de dispositivos pasivos y/o activos, permitiendo además la posibilidad de filtrar las componentes de alta frecuencia, en general ruido y/o armónicos, que pudieran provenir de la tensión de red v_L o de la tensión en el sistema de puesta a tierra v_{PE} . Los parámetros k_1 y k_2 dentro de las ecuaciones anteriores [1] y [2] pueden representar tanto una ganancia como una atenuación de las señales v_1 y v_2 , pudiendo ser o no

30

dependientes de la frecuencia (filtro). Normalmente $k_1 = k_2$ y son < 1 . En determinadas aplicaciones, puede ser necesario que el adaptador (24) amplifique la tensión v_{PE} , por lo que k_2 sería superior a k_1 .

5 Conforme se esquematiza en la figura nº 13, a partir de las tensiones en L, N y PE el circuito detecta si el cableado de conexión del dispositivo SPD o el de la instalación son correctos, p.ej. la tensión V^+ es una tensión positiva independientemente de que la
10 conexión L y N sea correcta o esté intercambiada, en este punto el circuito puede medir las tensiones v_1 (obtenida a partir de v_L) y v_2 (obtenida a partir de v_{PE}) y determinar si la conexión L-N es correcta o no (la tensión $v_L - v_{PE} \cong v_L$ y $v_N - v_{PE} \cong 0$. Si el resultado de esta
15 comprobación es correcto, continúa el proceso de supervisión; en otro caso, el circuito da la indicación de este fallo, comprobando la situación periódicamente cada varios segundos hasta que el fallo se solucione.

 Si el resultado de la comprobación anterior es
20 correcto, el dispositivo pasa a comprobar la tensión v_{PE} , si es inferior al valor máximo establecido (preferentemente en el margen de 20V a 40V) continúa el proceso de supervisión, en otro caso el circuito da la indicación de este fallo, comprobando la situación
25 periódicamente cada varios segundos hasta que el fallo se solucione.

 El proceso continúa determinando el valor de la tensión de red mediante el valor de la tensión v_1 , la cual es proporcional a v_L . Si dicho valor está dentro de
30 los márgenes $v_{L\text{mín}} \leq v_L \leq v_{L\text{máx}}$ continúa el proceso de supervisión, en otro caso el circuito da la indicación de este fallo, comprobando la situación periódicamente

(preferentemente cada varios segundos) hasta que el fallo se solucione.

Cuando todas las comprobaciones son correctas, entonces se procede a la inyección de impulsos en el terminal PE para determinar el valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra. No obstante, las comprobaciones anteriores se siguen realizando periódicamente. Aun así, en determinados casos podría asumirse la no interrupción del proceso parcialmente aunque exista alguno de los defectos, por ejemplo, si el conexionado es correcto pero la tensión del sistema de puesta a tierra es superior a la establecida se podría indicar este fallo, pero continuar midiendo la tensión de red para comprobar que está dentro de los márgenes correctos, no obstante sería aconsejable no inyectar impulsos de corriente en el sistema de puesta a tierra.

El método indicado en la figura nº 13 representa una ventaja respecto a la seguridad de la instalación o los usuarios frente a otro tipo de dispositivos ya conocidos. En el dispositivo de la invención se ha previsto, de modo opcional, que al conectar la alimentación exista un tiempo de retardo antes de realizar las diferentes comprobaciones. Se indicó anteriormente que uno de sus objetivos era permitir que las tensiones en la circuitería electrónica del dispositivo se hubieran estabilizado para evitar falsas indicaciones de fallo, y otro objetivo es evitar completamente que pueda haber nada que interfiera con el funcionamiento del dispositivo RCD en el instante de conexión de la tensión de alimentación CA.

El circuito de protección y supervisión utiliza las señales v_1 y v_2 , proporcionales respectivamente a v_L y v_{PE} , para determinar el valor de la impedancia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}). Este proceso se realiza inyectado un impulso dentro de un semiciclo positivo, aunque preferentemente se repite hasta 4 veces en semiciclos consecutivos (ráfagas de 1 ó 2 ó 3 ó 4 impulsos, se inyectan continuamente y siempre contienen el mismo número de impulsos), véase figura n° 16. El incremento en la tensión v_{PE} provocado por el impulso de corriente permite obtener la impedancia del sistema de puesta a tierra para cada impulso unitario aplicado. Se toma como impedancia del sistema de puesta a tierra el obtenido para cada ráfaga, siendo este determinado preferentemente mediante el valor medio de los obtenidos para cada impulso unitario. El motivo de ello es para minimizar la influencia de las variaciones que puedan existir en la tensión v_L y/o v_{PE} y/o ruido existente en la red, el valor obtenido es el que se utiliza a la hora de realizar la indicación al usuario (27) u otras posibles señales de aviso si se consideraran necesarias.

Tal como se ha indicado anteriormente, el proceso se repite continuamente, se aplican ráfagas de impulsos continuamente, con una separación entre ellas comprendida preferentemente entre algunos segundos y varios minutos, la separación entre ráfagas (T_r) se va a hacer depender de la estabilidad que se obtenga en la medida de la impedancia del sistema de puesta a tierra (ya que la disipación de potencia del circuito es muy reducida con el método utilizado). Por ejemplo, al conectar la alimentación se puede partir de una

separación de algunos segundos e ir aumentándola progresivamente hasta varios minutos, permaneciendo entonces estable salvo que se detecten variaciones de la impedancia superiores comprendidas preferentemente entre un 10 ... 20 % de una ráfaga a la siguiente, en cuyo caso se reduciría la separación entre ráfagas. Estas variaciones podrían estar provocadas por ejemplo por la rotura de la conexión entre el dispositivo SPD y el sistema de puesta a tierra y/o por ruido o fluctuaciones en las señales v_L y/o v_{PE} , ya que tal como se ha indicado anteriormente las variaciones de impedancia se producen muy lentamente (por cambios significativos en la temperatura y/o humedad del terreno).

Mediante múltiples medidas realizadas en diferentes tipos de instalaciones se ha comprobado que con este número de impulsos por ráfaga y la separación entre ráfagas indicada es suficiente para obtener una exactitud dentro de los márgenes requeridos. Los márgenes de valores indicados se consideran preferentes pero se podrían utilizar valores diferentes para el nº de impulsos por ráfaga y separación entre ellas si se considerara oportuno sin alterar la esencia de la invención. No obstante se ha evidenciado que es conveniente emplear el número mínimo de impulsos que sea posible, lo cual disminuye enormemente la probabilidad de una actuación indeseada del RCD, posibles interferencias en el funcionamiento de equipos sensibles conectados a la red y el envejecimiento prematuro del mismo por cambios en la magnetización de los componentes que incorpora el RCD.

El proceso continúa determinando el paso por cero de la tensión v_L , del semiciclo negativo al positivo, éste señal se toma como referencia 0° de la tensión de red CA, el impulso se inyecta preferentemente con un ángulo θ comprendido entre 90° y 150° , para ello el controlador general un pulso de una duración T_{imp} que pone en conducción al transistor MOSFET (Q). Bajo estas condiciones el circuito equivalente es el que se muestra en la figura n° 21.

Considerando que los adaptadores (23) y (24) presentan una impedancia de entrada suficientemente elevada para que se tengan unas corrientes i_1 e $i_2 \ll i_{PE}$ se tiene:

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

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

v_L se determina a partir de la medida de la tensión v_1 y v_3 a partir de la medida de v_2 , siendo R_1 conocida y establecida por diseño para limitar la corriente inyectada a tierra a través de Q. Como incógnitas quedan R_{PE} y v_{PE} , si se puede determinar el valor de v_{PE} se puede obtener por cálculo en el controlador el valor de R_{PE} .

Se puede obtener un valor muy aproximado de v_{PE} midiendo su valor unos μs antes de inyectar el impulso de corriente y utilizar dicho valor en la ecuación [3], ya que la duración del impulso aplicado es muy corta y

se puede considerar que v_{PE} tiene aproximadamente el mismo valor que durante la medida de v_L y v_3 . La medida de estas dos últimas variables se realiza en los últimos μs del impulso de corriente, de forma que la
5 tensión v_3 se haya estabilizado, evitando así las influencias de la capacidad e inductancia del sistema de puesta a tierra. También hay que considerar que la medida de v_L y v_3 se realiza simultáneamente, por lo que una posible variación de la tensión de red no afecta al
10 resultado de la medida. De esta forma se obtiene un valor de R_{PE} con una exactitud adecuada a la requerida por el sistema de supervisión, en gran medida independiente de la existencia de tensión en el sistema de puesta a tierra, variaciones o ruido en las
15 tensiones de red y capacidad o inductancia elevadas en el sistema de puesta a tierra.

Hay un factor más que hasta ahora no se ha considerado, es evitar el aumento de los problemas de corrosión por par galvánico en el sistema de puesta a
20 tierra por electrolisis. Este fenómeno se incrementa por la inyección de corriente con una componente continua, es cierto que los valores medios de corriente utilizados (evaluados en años) son pequeños pero aumentan la corrosión que de por sí se da en los
25 electrodos y medios de interconexión con el conductor de puesta a tierra, la electrolisis se incrementa además con la humedad y precisamente es conveniente que la instalación de los electrodos de puesta a tierra se mantenga húmeda. Este tipo de corrosión se atenúa
30 significativamente si se utilizan conductores de protección, electrodos de puesta a tierra (normalmente picas) y piezas de interconexión del mismo material,

esta situación raramente se da. Los materiales utilizados en la instalación de un sistema de puesta a tierra son por lo general, cobre para el conductor de protección, y para los electrodos y piezas de interconexión hierro o acero galvanizado, acero inoxidable, y acero con recubrimiento de cobre.

Los dos primeros tipos (hierro o acero galvanizado, acero inoxidable) son los más comunes para los electrodos y piezas de interconexión, los cuales son los que se ven más afectados por la corrosión. Cada vez se utilizan más electrodos de acero con diferentes espesores del recubrimiento de cobre y por lo tanto más resistentes a la corrosión, no obstante los fabricantes de estos materiales y los instaladores que revisan el sistema de puesta a tierra observan que su duración es significativamente inferior a sus previsiones, uno de los factores que afectan y no se tienen generalmente en cuenta son las fugas a tierra en continua en la instalación, las cuales se incrementan cada vez más con la incorporación masiva de equipos electrónicos en todo tipo de instalaciones.

No sería muy coherente instalar un sistema de supervisión del estado del sistema de puesta a tierra que acelere su corrosión, ya que inyecta impulsos de corriente con componente continua, siempre hay que tener en cuenta que se está evaluando el comportamiento del conjunto durante muchos años: SPD con dispositivo de supervisión + RCDs + instalación del sistema de puesta a tierra.

En resumen, el circuito de protección y supervisión tiene que inyectar el menor número posible de impulsos, y con la mínima amplitud de corriente posible para

obtener una exactitud adecuada al producto considerado. Para ello la presente invención utiliza un método de control del ángulo de inyección de los impulsos de corriente dinámico, en función de la tensión de alimentación CA, resistencia del sistema de puesta a tierra y/o estabilidad de la medida realizada.

El proceso para conseguir inyectar un valor mínimo de corriente de forma que se obtenga la exactitud requerida es inyectando el impulso de corriente preferentemente entre un ángulo $\theta \geq 90^\circ$ y $\leq 150^\circ$ de la tensión de cada semiciclo positivo unitario de los que componen la ráfaga, reduciéndose de esta forma la corriente inyectada conforme aumenta el valor de θ hasta un valor del 50% del valor máximo ($\text{sen } 150^\circ = 0,5$). Hay que hacer notar que siempre que sea posible se debe evitar la inyección de impulsos en zonas próximas a 90° , ya que en esos puntos es cuando se produce la recarga de los condensadores de filtro utilizados en las fuentes de alimentación con rectificación de la tensión de entrada de red, aunque el incremento de tensión provocado por el impulso de corriente sea pequeño su espectro frecuencial es elevado, ya que se inyectan impulsos de corriente de μs y con tiempos de subida/bajada mucho más pequeños, las componentes de alta frecuencia podrían llegar a afectar al controlador si no se tiene un diseño adecuado del mismo. Se controla el ángulo θ en función de la tensión de la red v_L , para $v_{L\text{máx}}$ se utiliza preferentemente un ángulo θ de 150° y para $v_{L\text{mín}}$ se utiliza preferentemente un θ ángulo de 90° . Para valores intermedios de v_L se ajusta preferentemente el ángulo θ de una forma lineal,

pudiéndose emplear otro criterio si se considera oportuno.

El control del ángulo θ se realiza individualmente para cada uno de los impulsos de la ráfaga, ya que v_L puede variar de un semiciclo a otro. Para ello el circuito determina el paso por cero de la tensión de red del semiciclo negativo al positivo como referencia $\theta = 0^\circ$, determina el valor de v_L a 90° y en función de ese valor aplica el impulso en el ángulo determinado. Como ejemplo numérico, no limitativo, para una tensión de red nominal de red $v_{Lnom} = 230V \pm 15\%$ se tiene que:

$$v_{Lm\acute{a}x} = 264,5 \text{ V} \rightarrow v_L(90^\circ) = 374 \text{ V} \rightarrow \theta = 150^\circ$$

$$v_{Lm\acute{i}n} = 195,5 \text{ V} \rightarrow v_L(90^\circ) = 276 \text{ V} \rightarrow \theta = 90^\circ$$

$$v_{Lnom} = 230 \text{ V} \rightarrow v_L(90^\circ) = 325 \text{ V} \rightarrow \theta = 130^\circ$$

No es un aspecto crítico la inyección del impulso en un ángulo exacto, ya que al medir las tensiones v_L y v_{PE} simultáneamente no afectan las variaciones de la señal senoidal dentro del semiciclo; tampoco afecta de forma apreciable que en la medida de tensión a 90° pueda existir un ruido superpuesto que afecte su valor y se aplique un ángulo de fase diferente al calculado ya que θ está acotado entre 90 y 150° y además de lo cual la resistencia R_{PE} se obtiene realizando la media del valor obtenido para cada impulso individual de la ráfaga, lo cual tiende a cancelar los posibles errores.

De cara a un usuario también hay que considerar que la indicación de valores de la impedancia de tierra en el cartucho se realiza preferentemente por márgenes de valores mediante LEDs. Unos márgenes de R_{PE} que se han evidenciado como adecuados son los siguientes:

- 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: $R_{PE} \geq 600 \Omega$

El margen 4 indica claramente una situación de
5 peligro en la instalación, ya que comprendería que el sistema de puesta a tierra está en circuito abierto.

Por el contrario, el margen 1 indica que la impedancia es adecuada tanto desde el punto de vista de la seguridad como de la efectividad de la protección
10 contra sobretensiones transitorias.

Tanto 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 concretas del dispositivo de protección y supervisión,
15 por lo que utilizar otros diferentes no altera la esencialidad de la presente invención.

El proceso anterior se complementa utilizando también el valor de R_{PE} obtenido en cada ráfaga. En otros dispositivos conocidos se utilizan generalmente valores
20 elevados en los impulsos de corriente para tener en cuenta que con niveles muy bajos de R_{PE} el incremento de tensión que provoca el impulso es reducido y, por lo tanto, susceptible de ser afectado por ruido. Esto no es necesario en el circuito de la invención cuando se
25 tienen resistencias R_{PE} superiores a algunas decenas de ohmios, ya que el incremento de tensión provocado por el impulso de corriente en el sistema de puesta a tierra es lo suficientemente alto para no verse afectado significativamente por ruido. No obstante puede
30 mejorarse el funcionamiento para R_{PE} pequeñas, ya que el circuito incluye los adaptadores (23) y (24), que pueden amplificar las señales correspondientes, filtrarlas y

p.ej. introducir una ganancia variable en función del nivel de tensión se su entrada para evitar dañar al controlador (o limitar el nivel de tensión de salida).

Es decir que el criterio de decisión obtenido para
5 ajustar el ángulo de inyección θ en cada semiciclo de la ráfaga en función del valor de la tensión v_L para $\theta = 90^\circ$ se modifica preferentemente en función del valor de R_{PE} obtenido para la ráfaga anterior, de forma que conforme aumenta el valor de R_{PE} se aumenta progresivamente el
10 valor de θ para disminuir más la corriente y viceversa.

También podría emplearse por ejemplo el valor medio de R_{PE} obtenido para varias ráfagas previas para que el sistema resulte más estable, ya se ha indicado que en condiciones normales R_{PE} varía lentamente y de forma
15 estacional a lo largo del año.

Una variación brusca entre una ráfaga y la siguiente se da en el caso de una interrupción en el sistema de puesta a tierra, causada por ejemplo por la desconexión o rotura del sistema de puesta a tierra en alguna parte
20 de su recorrido, y esto sería detectado por el circuito ya que el proceso de aplicación de ráfagas es indefinido salvo que se detectara un error en el conexionado, que v_{PE} fuera superior al establecido o que v_L estuviera fuera de los márgenes correctos, una vez solucionados
25 estos problemas el circuito continuaría con el proceso de inyección de impulsos.

Otro factor que se considera en la presente invención a la hora de controlar el ángulo θ es la estabilidad en el valor obtenido de R_{PE} de una ráfaga a
30 la siguiente. Uno de los criterios preferentes que se aplican es el siguiente: si entre una ráfaga y la siguiente hay una variación de R_{PE} superior al 10-20% se

reducirá progresivamente θ y/o T_r para incrementar el nivel de corriente inyectada, obtener incrementos de tensión v_{PE} mayores y comprobar más rápidamente si ha habido un cambio de R_{PE} real o ha sido provocado por alguna perturbación en la tensión de red, de esta forma se reduce el efecto de posibles ruidos o variaciones existentes en las tensiones v_L y/o v_{PE} , conforme se detecte que la estabilidad en la determinación de R_{PE} está dentro de los márgenes indicados se irá modificando θ y/o T_r en función de v_L y R_{PE} .

Otro criterio que se puede seguir es utilizar el cambio de estado en los indicadores de R_{PE} , de forma que ante cualquier cambio de estado de las indicaciones se pase a valores de θ y T_r mínimos, de esta forma se logra incrementar la sensibilidad del sistema y la indicación se actualiza más rápidamente.

Estos criterios o métodos descritos se dan a modo orientativo, otros podrían utilizarse sin cambiar el sentido de la invención.

Hay que considerar que con el margen de θ indicado (90-150°) se han obtenido exactitudes inferiores al 10% en la determinación de la resistencia del sistema de puesta a tierra, se podrían considerar valores de θ superiores a 150° si se admiten exactitudes superiores.

La presente invención persigue el objetivo de inyectar el menor número posible de impulsos de corriente y de valor lo más bajo posible.

No obstante se puede considerar que el desarrollo de un controlador con estos tipos de control puede incrementar el coste del circuito, ya sea por las características propias del μC o por el tiempo de

desarrollo del software necesario, por lo que podría decidirse emplear solamente alguno de los criterios indicados, por ejemplo variar el ángulo θ solamente en función del valor de v_L ó R_{PE} .

5 Otros criterios que también se pueden aplicar con el objetivo de reducir la corriente media inyectada al sistema de puesta a tierra son:

- Disminuir progresivamente el número de impulsos por ráfaga, siempre y cuando se cumpla que la
10 estabilidad de R_{PE} sea buena, manteniéndose el ancho del impulso (T_{imp}) para las ráfagas. Por ejemplo, en la figura 19 se utilizan inicialmente ráfagas de 3 impulsos, que luego podrían pasar a ser ráfagas de 2 impulsos y luego de 1 impulso dependiendo de la
15 estabilidad de R_{PE} .

- Utilizar ráfagas de impulsos de corriente con un valor medio de corriente aproximadamente cero, es decir, inyectar impulsos de corriente de distinta polaridad en cada semiperiodo (ejemplo en figura 16). Con este
20 sistema se evitan los problemas originados por la inyección de corriente con componente continua. También se podría aplicar en este caso la reducción del n° de impulsos.

- Reducir la duración del impulso (T_{imp}),
25 preferentemente a un 75 % del valor que se utilizara inicialmente. No se considera aconsejable reducirlo más para evitar errores en la medida si la impedancia del sistema de puesta a tierra es capacitiva, otros valores pueden utilizarse sin alterar la esencia de la
30 invención. La reducción de T_{imp} puede ser progresiva o instantánea, se opta preferiblemente por esta última

para no complicar el desarrollo del software del controlador y/o necesitar uno de mejores prestaciones.

A la hora de reducir la corriente se puede aplicar uno, varios o todos los criterios indicados, no obstante
5 para evitar que el sistema entrara en una medida de 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 "reset"
10 periódico en las medidas, es decir volver a la situación de medida con la sensibilidad máxima, aplicar los impulsos a 90° (independientemente de la tensión de red y R_{PE}), tiempo entre ráfagas mínimo, n° máximo de impulsos decidido inicialmente, duración del impulso inicial. A
15 partir de aquí se irían aplicando los criterios de reducción utilizados progresivamente. Como periodo de tiempo entre "resets" se considera recomendable valores entre 12 y 24 h, aunque otros valores pueden utilizarse a criterio del usuario.

20 A diferencia de otros dispositivos conocidos hasta la fecha, en el dispositivo combinado de protección y supervisión de la presente invención los impulsos de corriente inyectados en el lazo proceden de la alimentación de red y es suministrada por los medios
25 integrados dentro del cartucho (cuando conduce el transistor Q), por lo que no necesario utilizar ningún tipo de batería. Por otro lado, en el caso de la presente invención se pueden utilizar dispositivos de filtro en el adaptador (23) y/o filtrado digital en el
30 software del controlador para reducir el posible error en la determinación del paso por 0° , además de lo cual al dispositivo de la invención no solo no le afecta

apreciablemente el ángulo de inyección del impulso sino que este es variable y controlado.

REIVINDICACIONES

1^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica
contra sobretensiones transitorias y supervisión de una
5 instalación eléctrica", de los que se emplean en
instalaciones de tensión alterna monofásicas, o
polifásicas, o bien de tensión continua, de los que
están formados por cartuchos enchufables a una base fija
o bien los que están formados por un monobloque, ambos
10 tipos de dispositivos comprendiendo como mínimo un grupo
de protección formado por uno o más componentes de
protección contra sobretensiones transitorias en cada
cartucho enchufable o en el monobloque, siendo el
componente de protección tal como varistor/es,
15 descargador/es de gas, descargador/es de arco, "spark-
gap/s", diodo/s supresor/es, triac/s, tiristor/es, y/o
MOSFET/s u otros componentes técnicamente equivalentes,
caracterizado en que comprende:

- unos medios de supervisión configurados de modo
20 que miden y procesan permanentemente uno o varios
parámetros relativos al estado de la instalación
eléctrica (R_{PE} , V_L , V_{PE}) y parámetros relativos al propio
dispositivo de protección, basados dichos medios de
supervisión del parámetro de la impedancia del sistema
25 de puesta a tierra (R_{PE}) en la inyección de impulsos de
corriente a tierra a través del terminal PE;

- y conectados a dichos medios de supervisión
comprende también unos medios de indicación
configurados de modo que indican uno o una combinación
30 de los siguientes parámetros de salida:

- Si el valor de la resistencia del sistema de
puesta a tierra (R_{PE}) que mide el dispositivo de

protección y supervisión está dentro o fuera de unos límites o márgenes R_{PEmin} y R_{PEmax} predeterminados.

5 - Si el conexionado del dispositivo de instalación eléctrica es correcto: (a) en caso de alimentación en tensión alterna: L, N, PE ó PEN; o bien (b) en caso de alimentación en tensión continua: positivo, negativo y PE.

10 - Si la tensión de alimentación de una red alterna o continua v_L está comprendida dentro de unos límites de normalidad predeterminados, es decir si v_L está entre v_{Lmin} y v_{Lmax} .

- Si la tensión en el sistema de puesta a tierra v_{PE} es $\geq v_{PEmax}$.

15 **2^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según la 1^a reivindicación, **caracterizado** en que los parámetros de salida de los medios de indicación comprenden una indicación de si
20 como mínimo uno de los grupos de componente(s) de protección contra sobretensiones integrados en el dispositivo de protección y supervisión ha llegado a su final de vida.

25 **3^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según la 1^a o 2^a reivindicaciones, **caracterizado** en que está formado por un conjunto de uno o más cartucho/s insertado/s en una base fija, en los que cada cartucho comprende uno o más
30 componentes de protección contra sobretensiones transitorias tales como varistor/es, descargador/es de gas, descargador/es de arco, "spark-gap/s", diodo/s

supresor/es, triac/s, tiristor/es, y/o MOSFET/s u otros componentes técnicamente equivalentes, y en el interior de como mínimo uno de los cartuchos se disponen los medios de supervisión, y los medios de indicación.

5 **4^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según la 1^a o 2^a reivindicaciones, **caracterizado** en que está formado por un monobloque, que comprende uno o más componentes de
10 protección contra sobretensiones transitorias tales como varistor/es, descargador/es de gas, descargador/es de arco, "*spark-gap/s*", diodo/s supresor/es, triac/s, tiristor/es, y/o MOSFET/s u otros componentes técnicamente equivalentes, y en su interior se disponen
15 los medios de supervisión, y los medios de indicación.

5^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según la 3^a reivindicación, **caracterizado** en que puede haber medios de desconexión
20 de la alimentación de como mínimo uno de los grupos de componente(s) de protección integrados en el cartucho.

6^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según cualquiera de las
25 reivindicaciones anteriores, **caracterizado** en que 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 forma diferente (es decir dando una indicación 1, una
30 indicación 2, una indicación 3, etc.) dando información sobre si la conexión a la red es incorrecta y/o la tensión $v_{PE} \geq v_{PEmáx}$, y/o la tensión de red (v_L) $v_{Lmín} > v_L$

> $V_{Lm\acute{a}x.}$; cuando todo lo anterior es correcto, el mismo indicador da la indicación correspondiente según el valor obtenido de R_{PE} dentro de los márgenes seleccionados;

5 el segundo tipo de indicador da una indicación, luminosa o no, en el caso que el componente/s de protección incluido en el cartucho o en el mono-bloque en el que se encuentra dicho segundo indicador ha llegado a su final de vida.

10 **7^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 5^a, **caracterizado** en que los medios de indicación están configurados por un primer
15 tipo de indicador, donde:

el primer tipo de indicador se activa de forma diferente (una indicación 1, una indicación 2, indicación 3, etc.) dando información sobre si la conexión a la red es incorrecta y/o la tensión $V_{PE} \geq$
20 $V_{PEm\acute{a}x.}$, y/o la tensión de red (V_L) $V_{Lm\acute{i}n} > V_L > V_{Lm\acute{a}x.}$; cuando todo lo anterior es correcto, el mismo indicador da la indicación correspondiente según el valor obtenido de R_{PE} dentro de los márgenes seleccionados.

8^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según la 6^a o 7^a
25 reivindicaciones, **caracterizado** en que el primer tipo de indicador también da otra indicación adicional, en caso de que el componente/s de protección incluido en el
30 cartucho donde está ubicado dicho primer indicador llegara a su final de vida.

9^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** en que
5 comprende medios de desconexión de la alimentación de como mínimo uno de los grupos de componente(s) de protección integrados en el dispositivo de protección.

10 10^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** en que comprende unos medios de transmisión o comunicación de los parámetros medidos y procesados por los medios de supervisión a otro/s
15 dispositivo/s de protección u otro tipo de dispositivo/s dentro o fuera del emplazamiento donde está instalado el dispositivo de protección.

20 11^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según la 1^a reivindicación, **caracterizado** en que los medios de supervisión y medios de indicación se integran en un circuito electrónico.

25 12^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según la 11^a reivindicación, **caracterizado** en que el circuito electrónico está provisto de, como mínimo:

30 - Un convertidor AC/DC, el cual suministra una tensión continua V^+ respecto al punto común del circuito (GND);

- Un controlador, el cual se alimenta de la tensión V^+ ; y

- Dos adaptadores, los cuales se alimentan también de la tensión V^+ ; la tensión de salida de estos adaptadores suministran al controlador una tensión continua $v_1(t)$ y $v_2(t)$ respectivamente, normalmente $V^+/2$, para obtener un margen dinámico máximo y una tensión alterna superpuesta proporcional a sus tensiones de entrada: $v_1(t) = V^+/2 + k_1 v_L(t)$ y $v_2(t) = V^+/2 + k_2 v_{PE}(t)$.

13^a - "Dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según la 11^a reivindicación, **caracterizado** en que el circuito electrónico comprende, de manera integrada, una doble protección contra sobretensiones transitorias:

- una primera etapa de protección llevada a cabo por el/los componente/s de protección, el/los cual/es absorbe/n la mayor parte de la energía dejando entre sus dos polos una tensión residual reducida, este impulso de tensión ya es de baja energía,

- una segunda etapa de protección, en la cual este impulso de tensión se limita a valores aceptables, lo cual impide la destrucción o mal funcionamiento de los medios de supervisión, ya que reduce mucho más las perturbaciones que podrían afectarle, ya sea por la tensión residual del componente de protección, como por el campo electromagnético que se genera.

14^a - "Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica" definido en la 1^a reivindicación,

caracterizado en que los medios de supervisión de R_{PE} se basan en la inyección de impulsos de corriente a tierra a través del terminal PE usando el lazo fase-tierra, siendo estos impulsos de una intensidad I_{imp} tal para
5 determinar el incremento de tensión que provoca el impulso de corriente inyectado respecto a la tensión existente en el circuito de puesta a tierra, pero sin provocar la actuación de los posibles diferenciales en el circuito, ni tampoco provocar un mal funcionamiento
10 del interruptor diferencial a largo plazo.

15^a - "Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según la anterior
15 reivindicación, **caracterizado** en que la obtención del valor de la resistencia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}) se realiza determinando el incremento de tensión que provoca el impulso de corriente inyectado respecto a la tensión existente en el sistema de puesta a tierra.

20 16^a - "Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según la 14^a reivindicación, **caracterizado** en que los valores preferentes de la
25 duración del impulso (T_{imp}) están comprendidos entre $200 < T_{imp} < 300 \mu s$.

30 17^a - "Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica", según la 14^a reivindicación, **caracterizado** en que utiliza un método de control del ángulo de inyección de los impulsos de corriente

dinámico, en función de la tensión de alimentación CA, y/o resistencia del sistema de puesta a tierra R_{PE} , y/o estabilidad de la medida realizada.

5 **18^a - "Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según la 14^a reivindicación, **caracterizado** en que el proceso para poder inyectar un valor mínimo de corriente de forma que se obtenga la exactitud requerida es inyectando el impulso de corriente preferentemente entre un ángulo $\theta \geq 90^\circ$ y $\leq 150^\circ$ de la tensión de cada semiciclo positivo unitario de los que componen la ráfaga, reduciéndose de esta forma la corriente inyectada conforme aumenta el valor de θ hasta un valor del 50% del valor máximo ($\text{sen } 150^\circ = 0,5$).

20 **19^a - "Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según la 14^a reivindicación, **caracterizado** en que el criterio de decisión obtenido para ajustar el ángulo de inyección θ en cada semiciclo de la ráfaga en función del valor de la tensión v_L ($\theta = 90^\circ$) se modifica preferentemente en función del valor de R_{PE} obtenido para la ráfaga anterior, de forma que conforme aumenta el valor de R_{PE} se aumenta progresivamente el valor de θ para disminuir más la corriente y viceversa.

30 **20^a - "Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una**

instalación eléctrica", según la 14^a reivindicación, **caracterizado** en que se toma como resistencia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}) el obtenido para cada ráfaga, siendo este determinado preferentemente mediante el valor medio de los obtenidos para cada impulso unitario.

21^a - **"Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según la 17^a o 20^a reivindicaciones, **caracterizado** en que se emplea el valor medio de R_{PE} obtenido para varias ráfagas previas para que el sistema resulte más estable.

22^a - **"Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según la 14^a reivindicación, **caracterizado** en que se reduce la corriente inyectada disminuyendo el número de impulsos por ráfaga, siempre y cuando se cumpla que la estabilidad de R_{PE} sea buena, manteniéndose el ancho de los impulsos (T_{imp}) como la separación entre ráfagas (T_r).

23^a - **"Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una instalación eléctrica"**, según la 17^a reivindicación, **caracterizado** en que se reduce la corriente inyectada reduciendo la duración de los impulsos (T_{imp}), siempre y cuando se cumpla que la estabilidad de R_{PE} sea buena.

24^a - **"Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una**

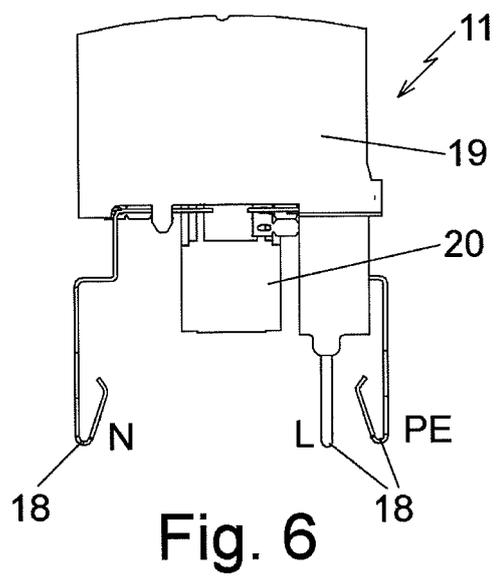
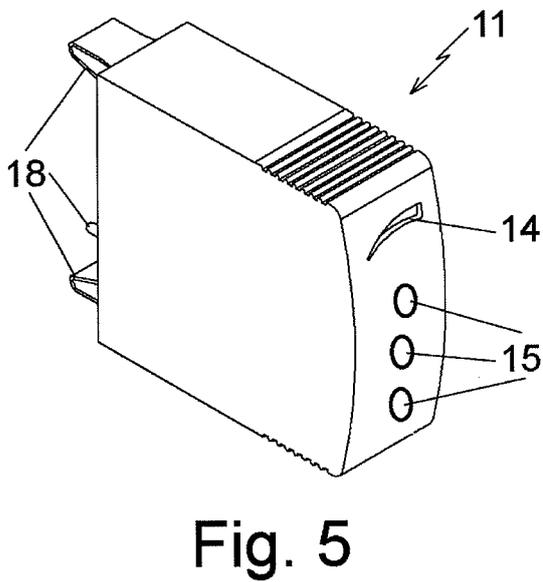
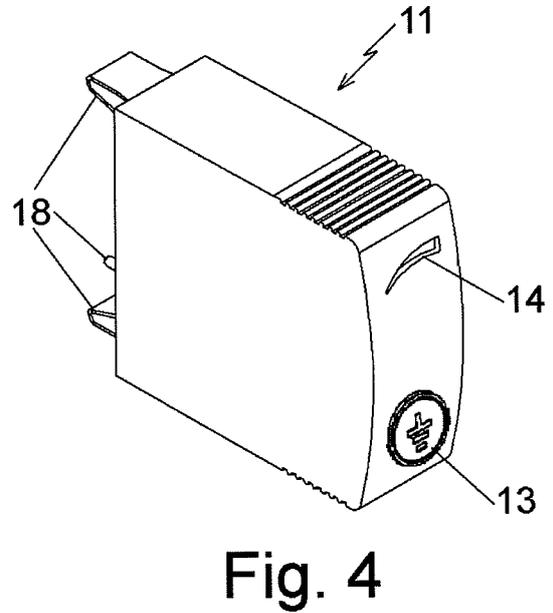
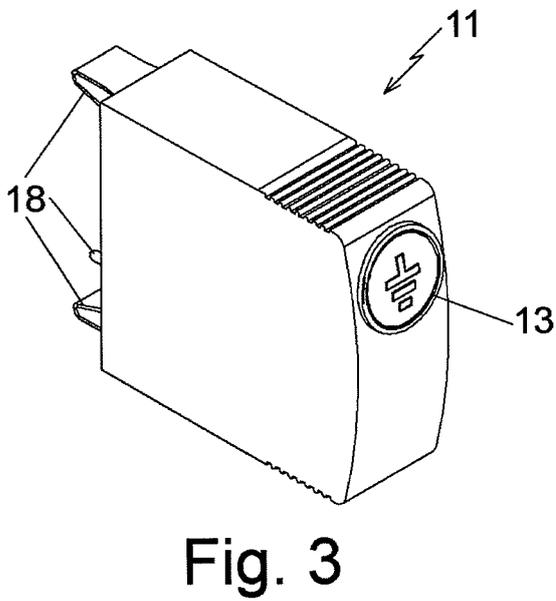
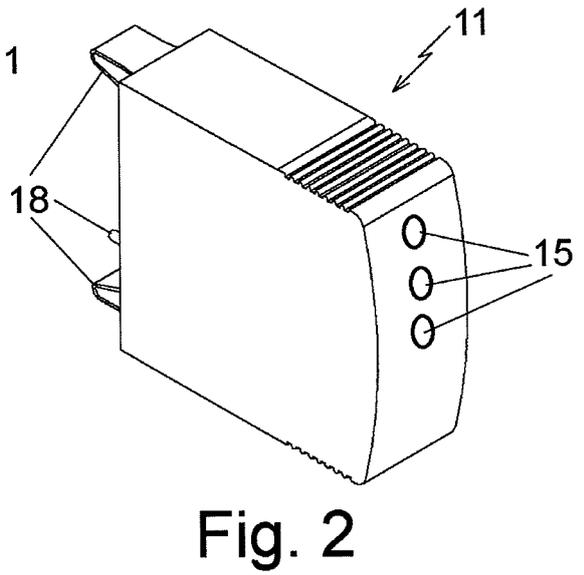
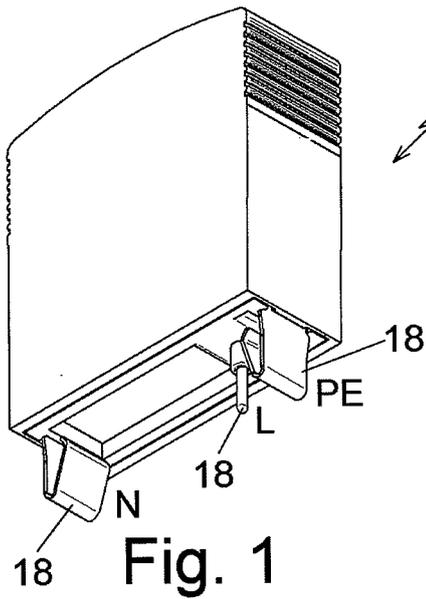
instalación eléctrica" definido en la 1ª reivindicación, donde los medios de indicación están configurados por un primer tipo de indicador, donde el primer tipo de indicador se activa de forma diferente (una indicación 5 1, una indicación 2, indicación 3, etc.) dando información sobre si la conexión a la red es incorrecta y/o la tensión $v_{PE} \geq v_{PEmáx}$, y/o la tensión de red (v_L) $v_{Lmín} > v_L > v_{Lmáx}$; cuando todo lo anterior es correcto, el mismo indicador da la indicación correspondiente 10 según el valor obtenido de R_{PE} dentro de los márgenes seleccionados, **caracterizado** en que en que el orden de actuación de las distintas etapas y condiciones de activación de forma diferente del primer indicador luminoso son:

- 15 - Etapa 1 (etapa opcional): Retardo.
- Etapa 2: Si la conexión a la red es incorrecta → Se activa la Indicación 1.
- Etapa 3: Si la tensión $v_{PE} \geq v_{PEmáx}$ → Se activa la Indicación 2.
- 20 - Etapa 4: Si la tensión de red (v_L) tiene un valor tal que $v_{Lmín} > v_L > v_{Lmáx}$ → Se activa la Indicación 3.
- Etapa 5: Si todas las condiciones anteriores son correctas, entonces el mismo indicador visual da la indicación correspondiente según el valor obtenido de R_{PE} 25 dentro de los unos márgenes de valores de la resistencia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}) predeterminados.

25ª - **"Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo combinado de protección eléctrica contra sobretensiones transitorias y supervisión de una 30 instalación eléctrica"**, según la 24ª reivindicaciones, **caracterizado** en que los márgenes de valores de la

resistencia del sistema de puesta a tierra (R_{PE}) son preferentemente:

- Margen 1: $R_{PE} < 30 \Omega$
- Margen 2: $30 \Omega \leq R_{PE} < 60 \Omega$
- 5 - Margen 3: $60 \Omega \leq R_{PE} < 600 \Omega$
- Margen 4: $R_{PE} \geq 600 \Omega$



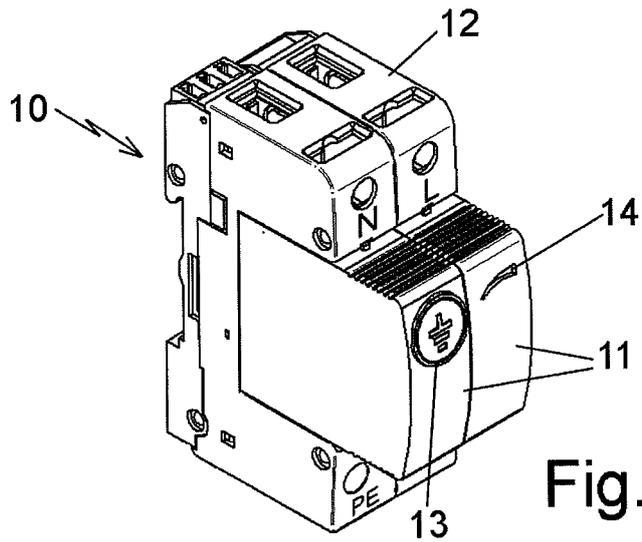


Fig. 7

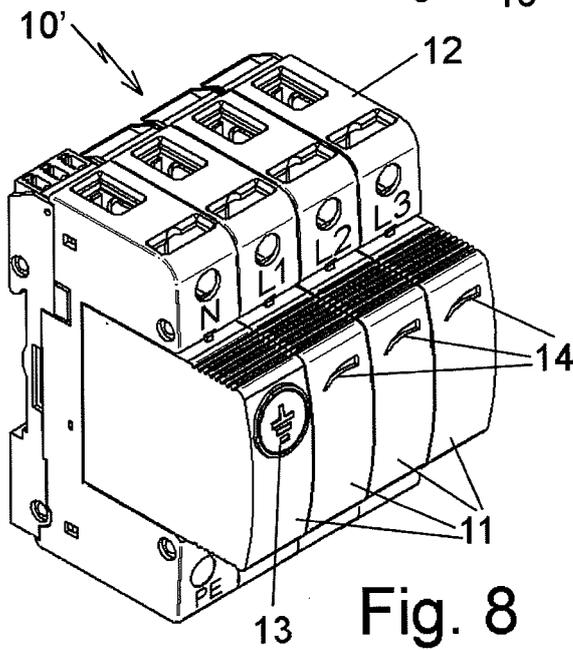


Fig. 8

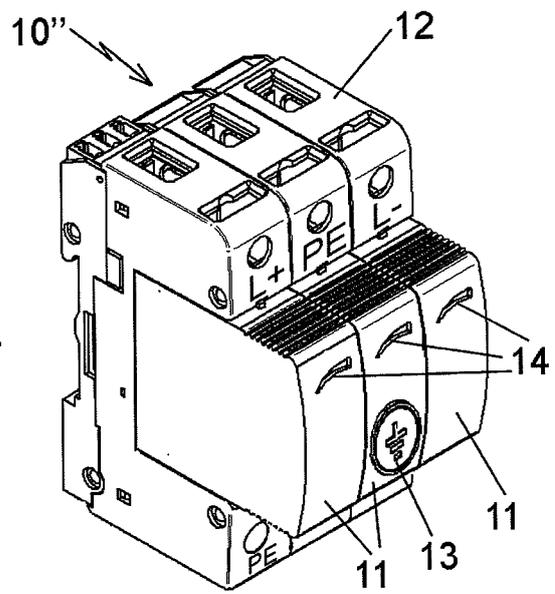


Fig. 9

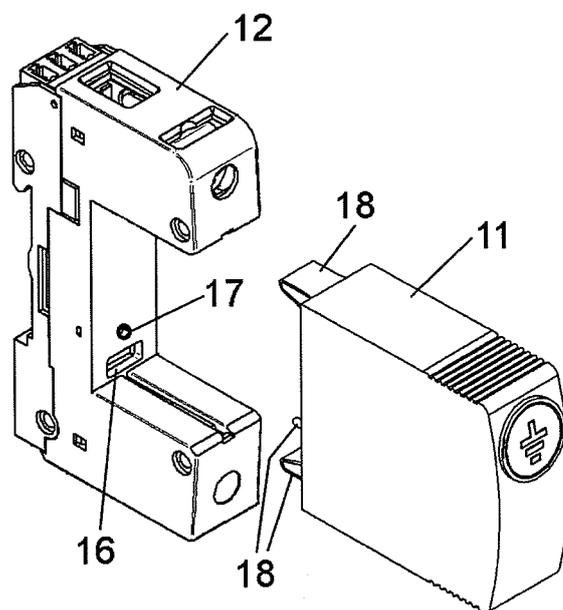


Fig. 10

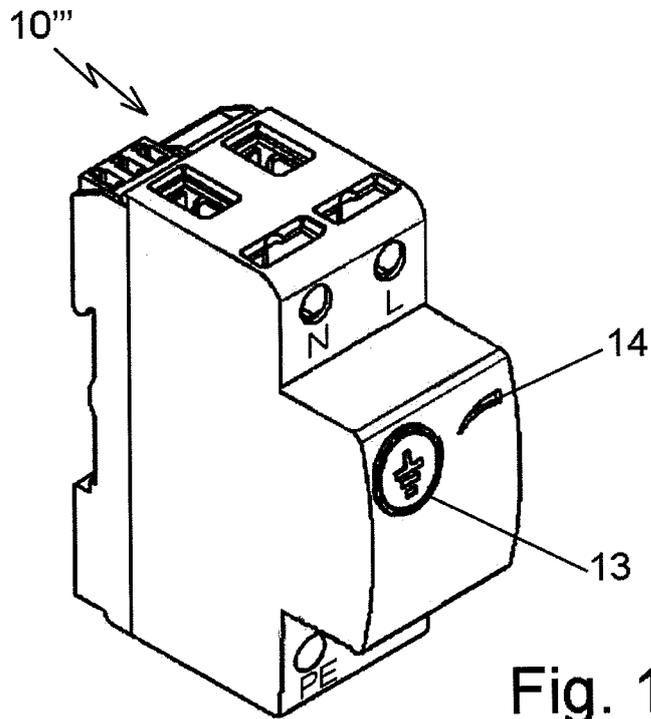


Fig. 11

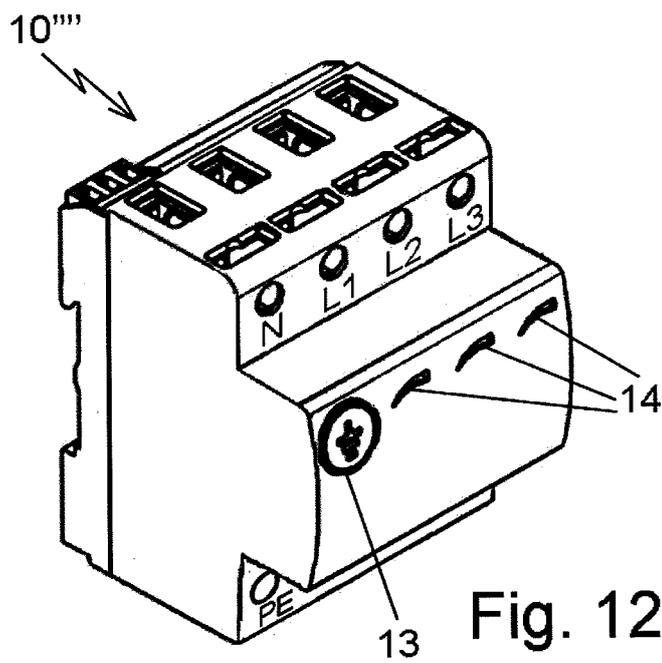


Fig. 12

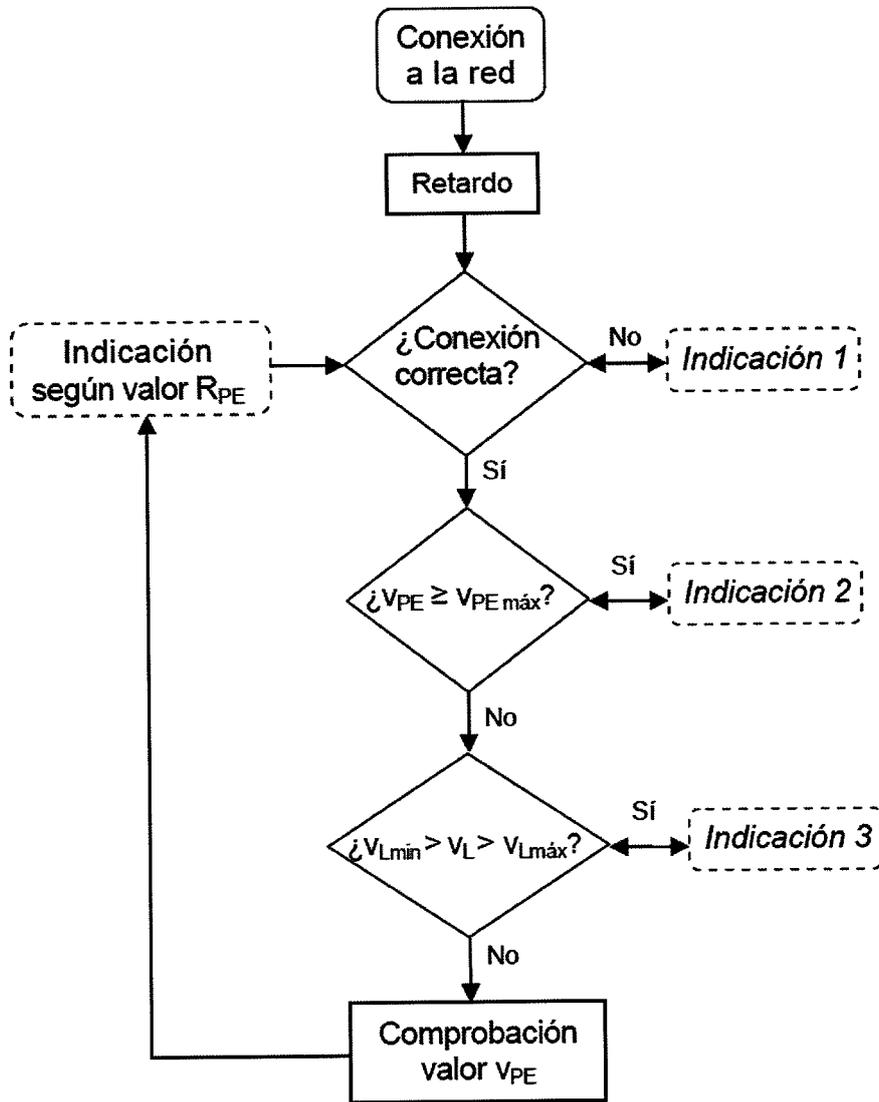


Fig. 13

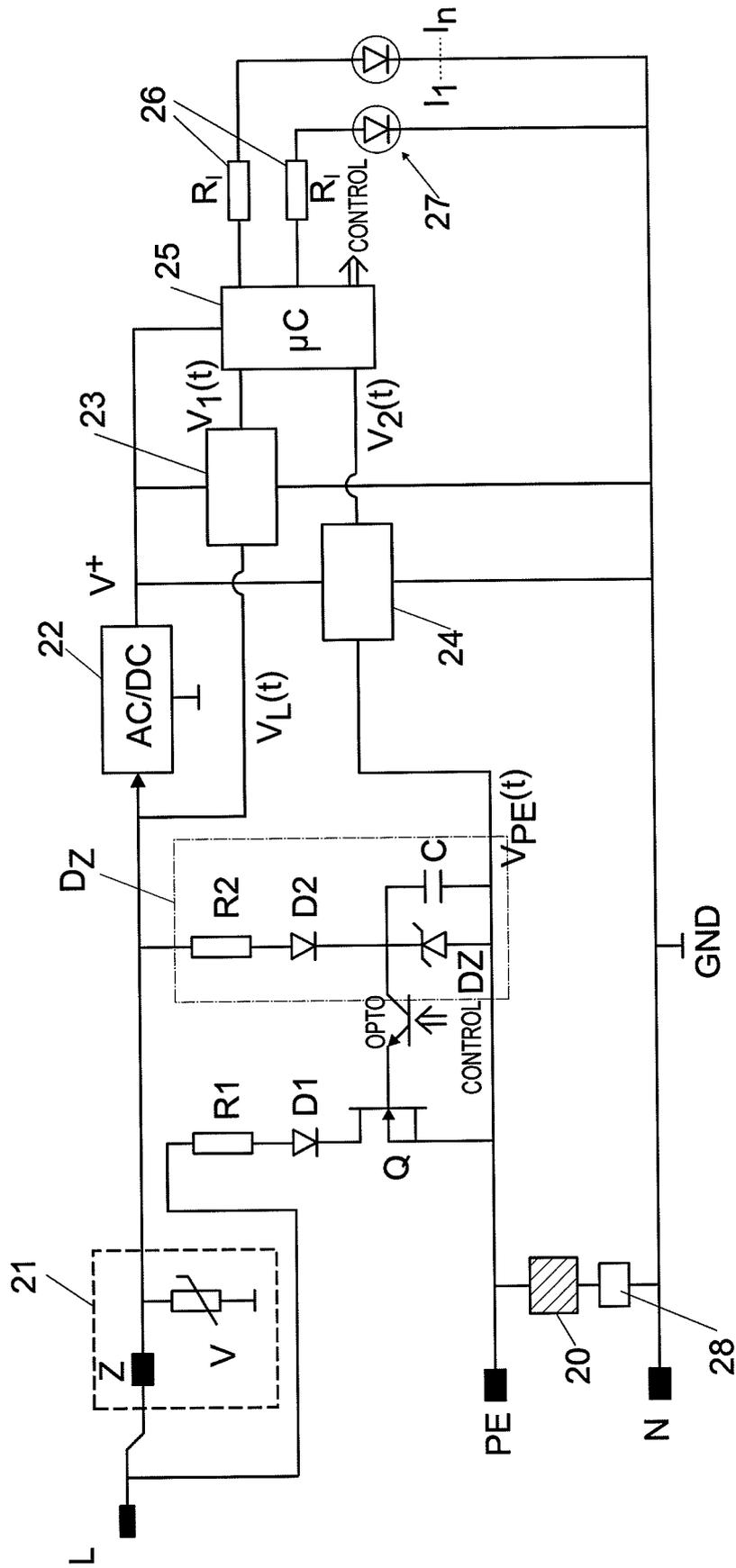


Fig. 14

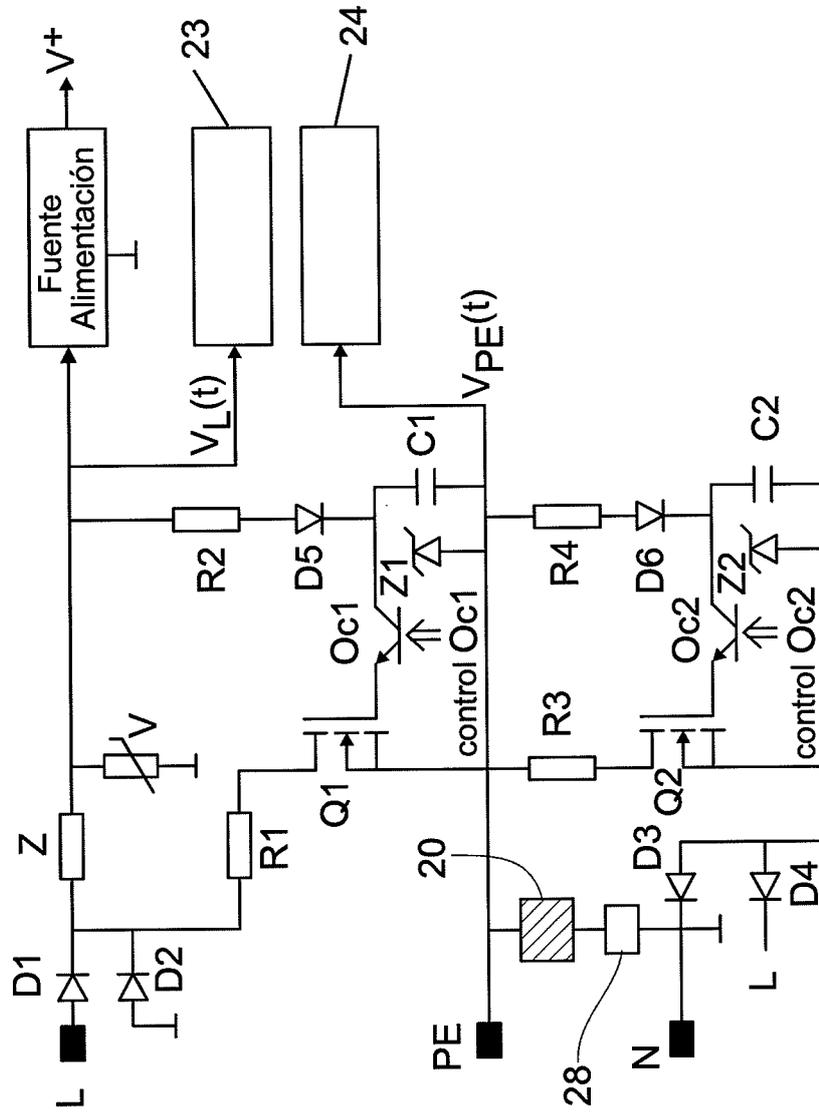


Fig. 15

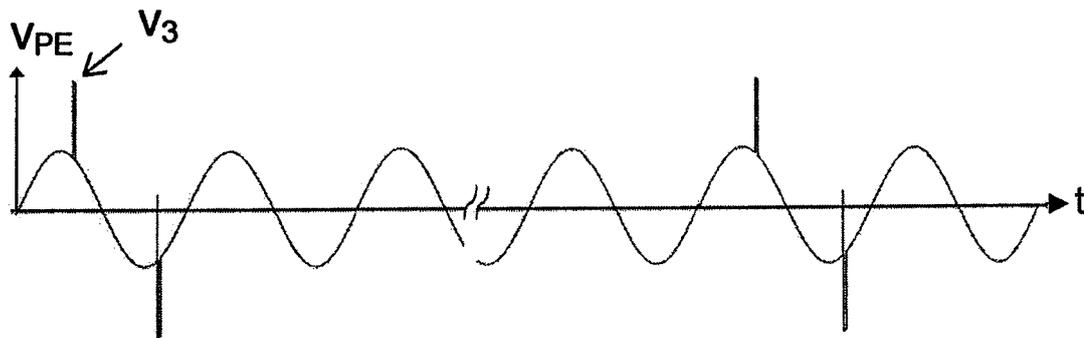
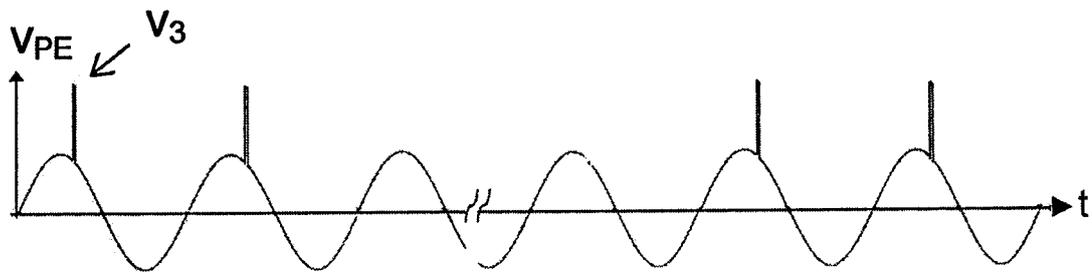
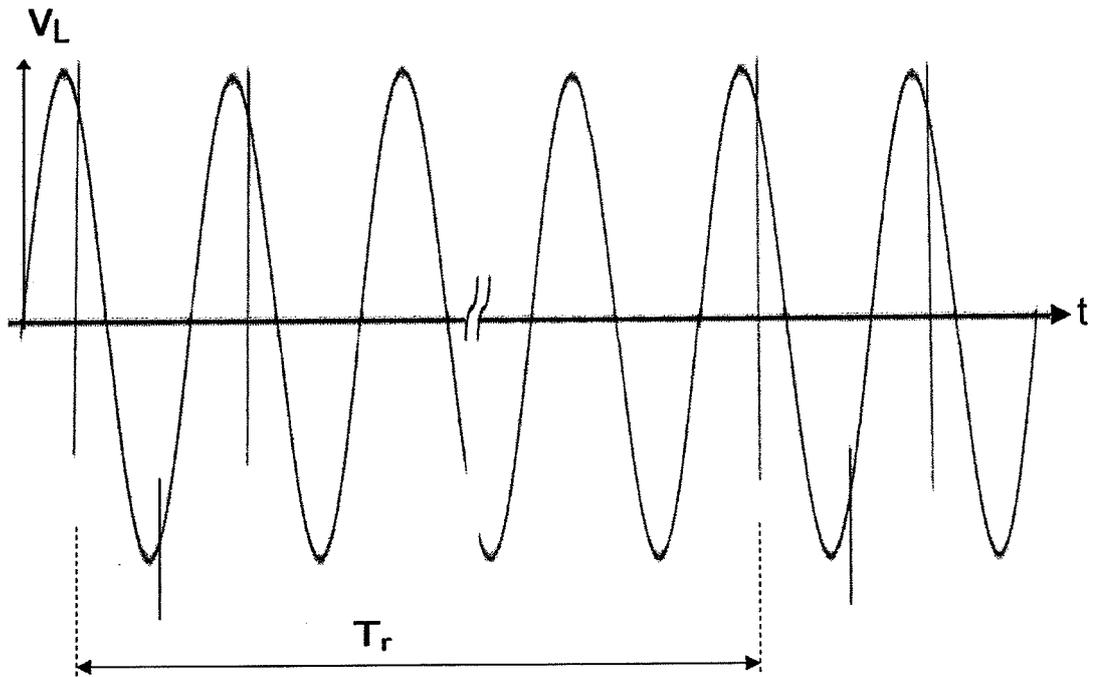


Fig. 16

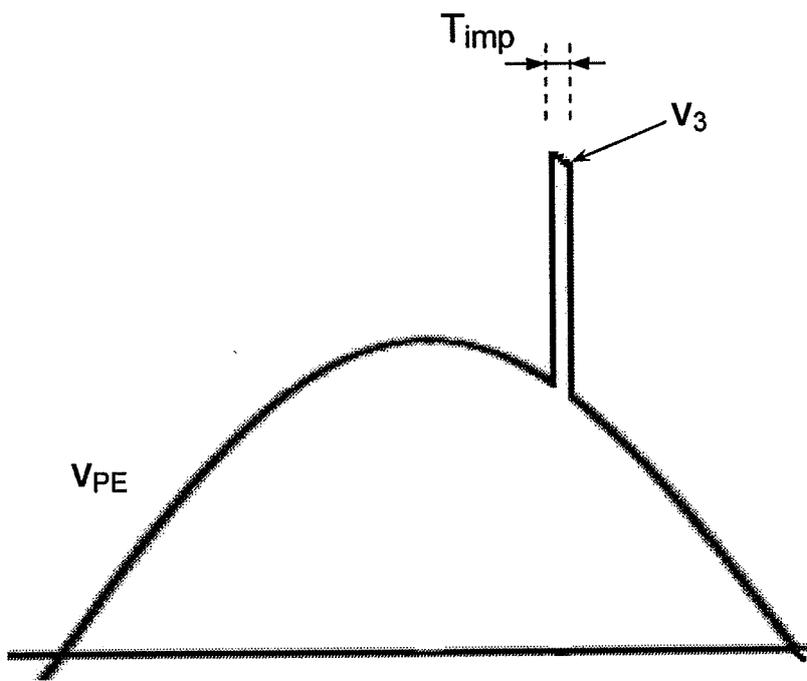
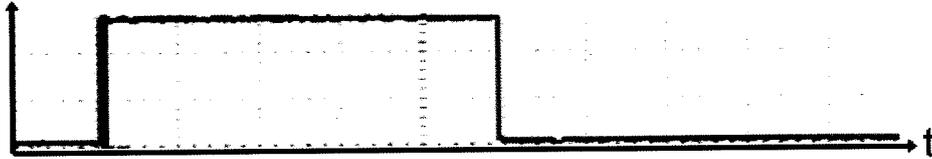
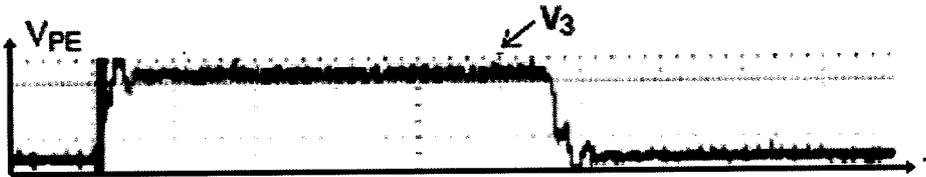


Fig. 17

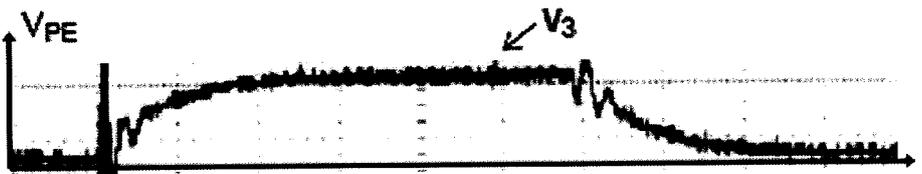
Impulso de salida controlador



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



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



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

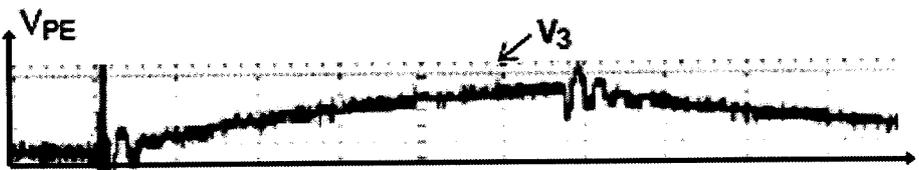


Fig. 18

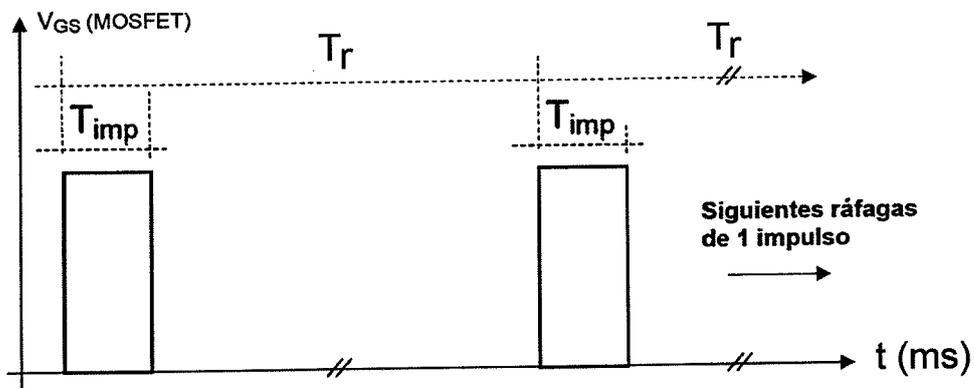
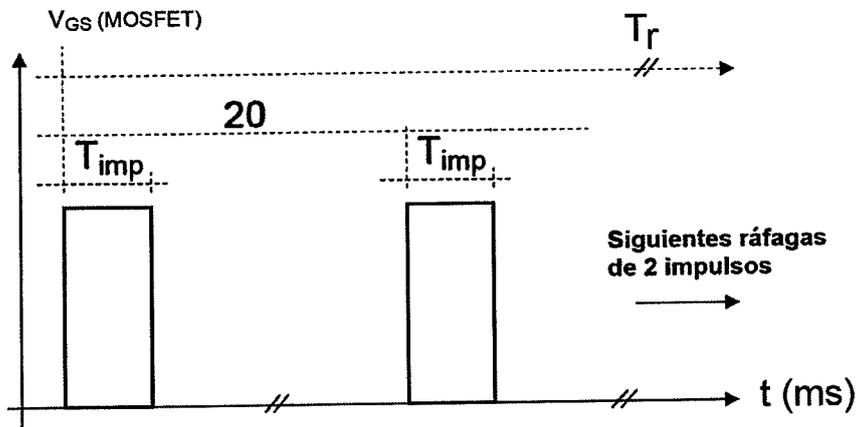
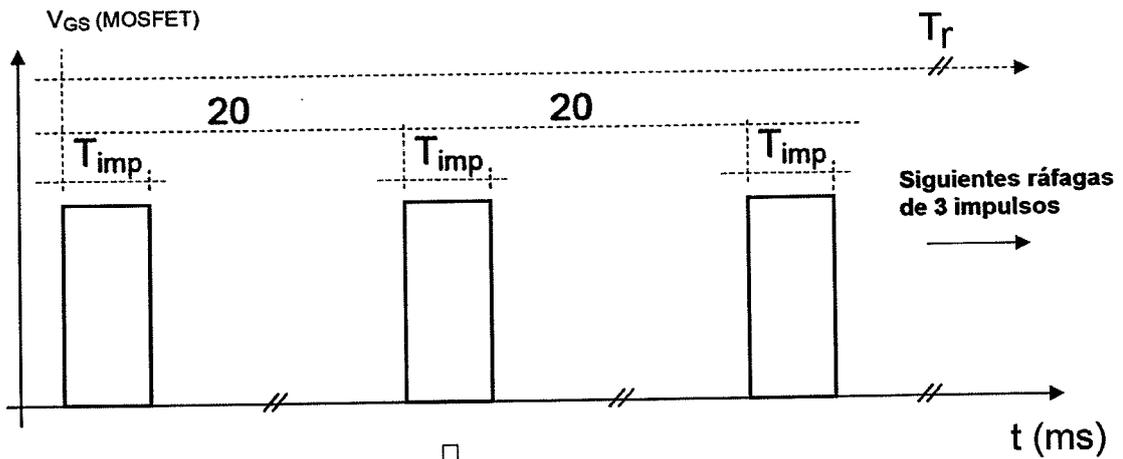


Fig. 19

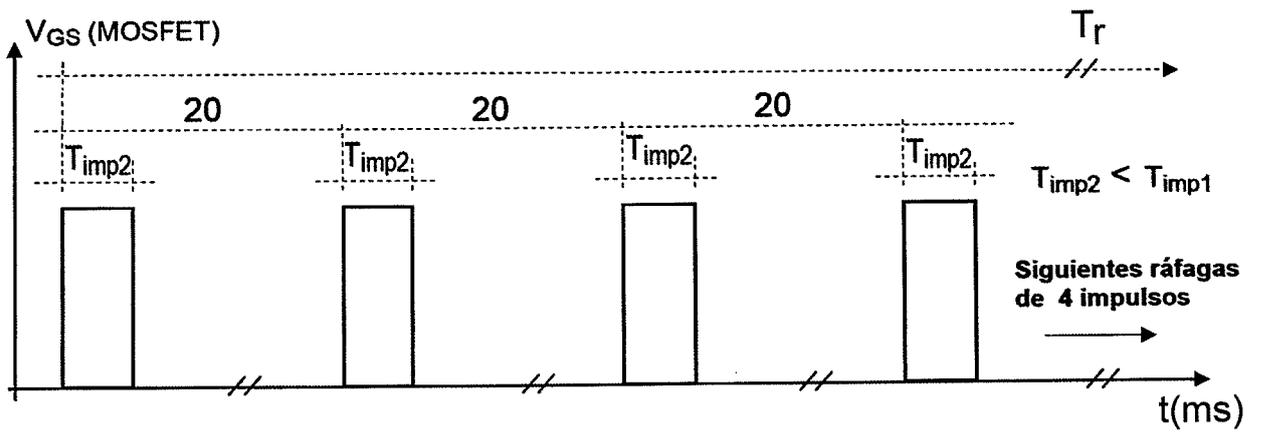
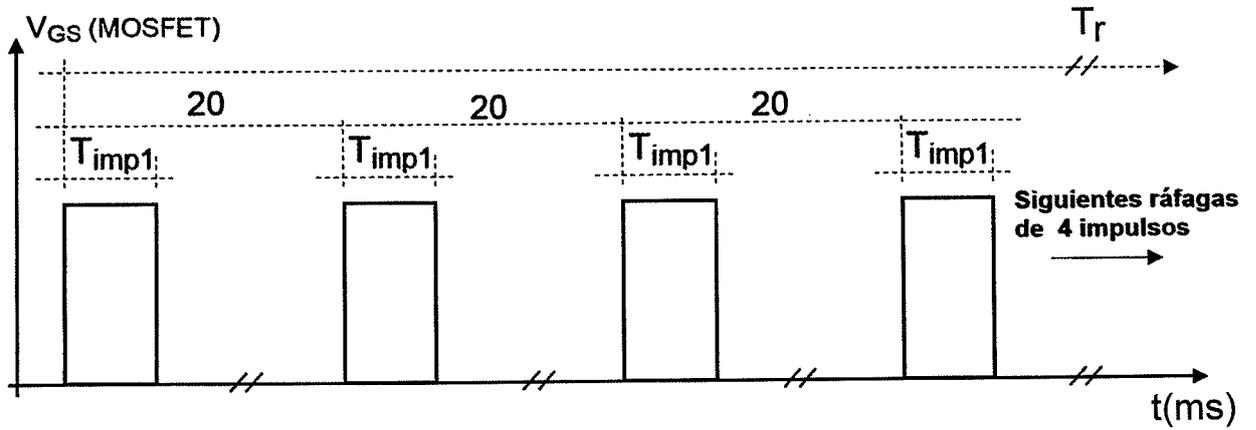


Fig. 20

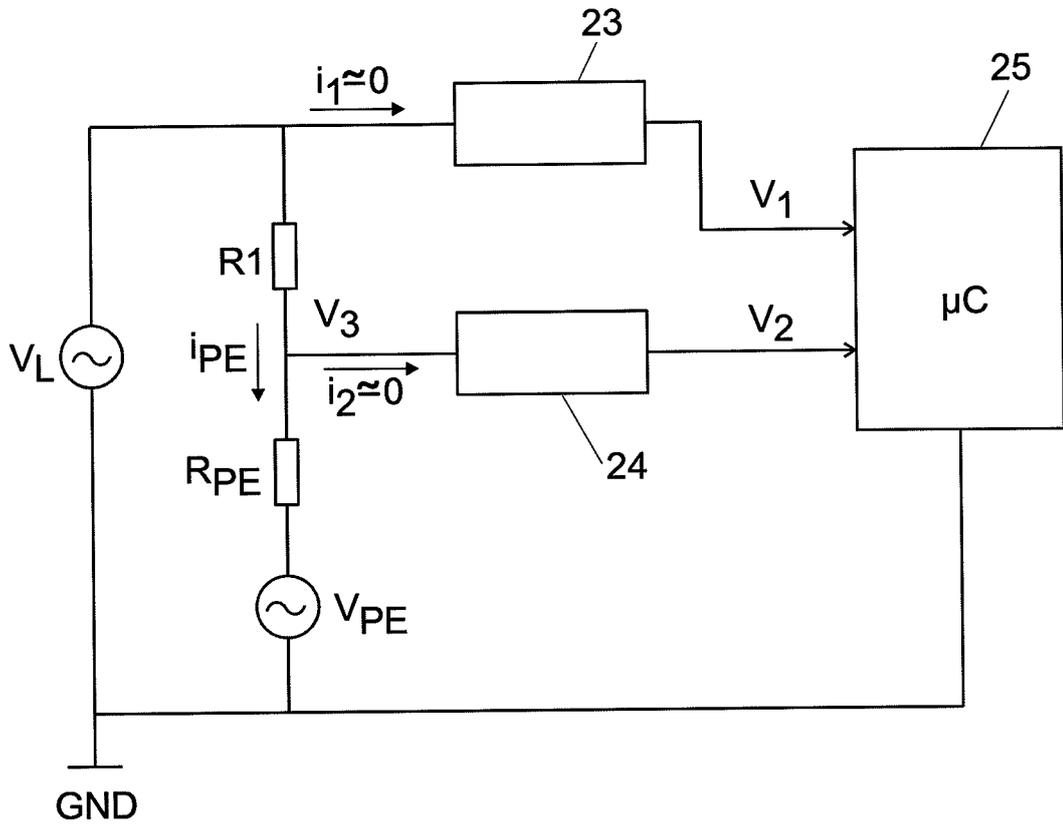


Fig. 21

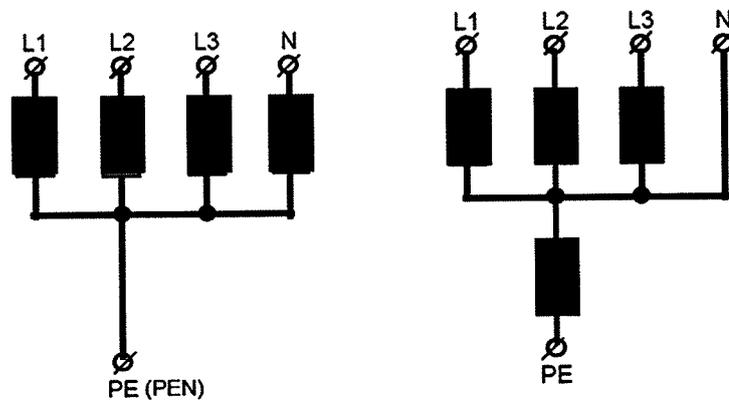


Fig. 22