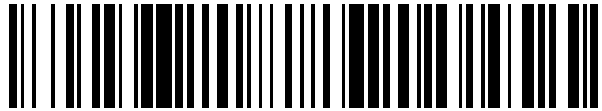


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 032**

51 Int. Cl.:

G01R 31/08	(2010.01)
H02H 1/00	(2006.01)
G01R 31/11	(2006.01)
G01R 19/175	(2006.01)
G01R 31/12	(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2012 PCT/ES2012/070459**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2012 WO12175779**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2012 E 12802182 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 2725367**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de monitorización de descargas parciales**

30 Prioridad:

21.06.2011 ES 201131043

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.02.2021

73 Titular/es:

**ORMAZABAL CORPORATE TECHNOLOGY, A.I.E.
(100.0%)
Parque Empresarial Boroa Parcela 3A
48340 Amorebieta-Etxano (Bizkaia), ES**

72 Inventor/es:

**LARRIETA ZUBIA, JAVIER;
GILBERT, IAN, PAUL;
BADETZ, DAVID;
MULROY, PATRICK y
HURTADO VICUÑA, ARITZ**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 804 032 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo de monitorización de descargas parciales

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y dispositivo para la monitorización de descargas parciales en elementos de distribución bajo tensión, bien en modo "online" o bien en modo "offline", de una red de distribución de energía eléctrica de alta tensión.

Antecedentes de la invención

10 Una descarga parcial es un fenómeno de ruptura dieléctrica que está confinado y localizado en la región de un medio aislante, entre dos conductores que se encuentran a diferente potencial. Los fenómenos de descargas parciales son en la mayoría de los casos debidos a defectos de aislamiento en los elementos de distribución que forman parte de la red de distribución de energía eléctrica, pudiendo consistir dichos elementos de distribución por ejemplo en cables, transformadores, interruptores, conexiones eléctricas, etc.

15 Las descargas parciales se pueden caracterizar en tres tipos dependiendo de las propiedades del medio existente entre las partes conductoras. Pueden ser externas, también denominadas corona, que ocurren normalmente por el procedimiento de ionización del aire contenido entre las partes conductoras, que cuando el fenómeno comienza a ser visible se llama efecto corona. También pueden ser superficiales, producidas en la superficie de contacto de dos materiales aislantes diferentes o pueden ser internas, producidas en cavidades internas de un material dieléctrico sólido.

20 Las descargas parciales tienen efectos perjudiciales sobre el medio en que se producen. En medio sólido o líquido producen una degradación lenta pero continuada, que termina por la ruptura dieléctrica del medio aislante. En un medio gaseoso, como por ejemplo el aire, las descargas parciales producen el conocido efecto corona, que comprende consecuencias apreciables directamente mediante la vista, oído u olfato. Sin embargo existen otras consecuencias que no son detectables a simple vista, como pueden ser la generación de calor, pérdidas de potencia, erosión mecánica de las superficies que son bombardeadas iónicamente, interferencias con las ondas de radio, etc.

25 Si se producen y pasan desapercibidas pueden tener consecuencias muy graves. Si el problema queda sin resolver, el deterioro se producirá hasta que el elemento de distribución se destruya totalmente. La sustitución o reparación del elemento de distribución dañado puede ser muy costosa y puede suponer un corte de suministro en la red de distribución durante un largo periodo de tiempo, así como pérdidas económicas importantes para las compañías eléctricas. La clave para prevenir cualquier problema posible es la detección y medida de las descargas parciales. La medida de descargas parciales y el análisis puede ayudar a evitar riesgos y realizar un mantenimiento adecuado de las instalaciones. En definitiva, la realización de un control riguroso puede ahorrar una gran cantidad de tiempo y dinero.

35 De acuerdo con la norma IEC 60270, un impulso de descarga parcial se define como un impulso de corriente o tensión que es el resultado de una descarga parcial en el objeto de análisis. En consecuencia, existen sistemas de monitorización con diferentes procedimientos de medida que han sido desarrollados para medir este fenómeno. En general, la medida de descargas parciales puede ser realizada bien mediante procedimientos de medida online (manteniendo en servicio el elemento de distribución o parte de la red de distribución en la que se va a realizar la medida) o bien offline (dejando fuera de servicio el elemento de distribución o parte de la red de distribución en la que se va a realizar la medida). En este último caso, el elemento de distribución o parte de la red de distribución a analizar debe ser puesto fuera de servicio (sin tensión de red) y activado para su análisis mediante una fuente de tensión externa. Además, como el elemento de distribución debe quedar fuera de servicio durante el tiempo de análisis, la preparación del elemento de distribución es la principal desventaja que comprende este procedimiento de medida. El procedimiento es caro y en muchas ocasiones complejo, especialmente en instalaciones de producción, ya que en la mayoría de los casos el sistema de reserva no está fácilmente disponible. Asimismo, en algunos casos como por ejemplo en los cables, el empleo de un procedimiento de medida de descargas parciales offline supone que el análisis solo puede ser realizado sobre una longitud de cable limitada.

45 Por el contrario, en un procedimiento de medida online el elemento de distribución objeto de análisis puede permanecer en servicio y ser ensayado bajo la tensión de servicio con los esfuerzos mecánicos y térmicos normales. Por tanto, no es necesaria ninguna fuente de tensión externa, y además, como el elemento de distribución permanece bajo la tensión de servicio, es posible realizar una medida continua de descargas parciales. Las medidas de descargas parciales offline son realizadas con tensiones 2-3 veces superiores a la tensión de servicio, lo cual aumenta el riesgo de provocar este fenómeno indeseado en elementos de distribución que bajo condiciones de servicio normales hubieran continuado operativos durante un largo periodo. A diferencia, mediante un análisis online los elementos de distribución no son expuestos a estos tipos de riesgos adicionales.

55 Mediante la monitorización de descargas parciales, además de la medida de descargas parciales, se pueden llevar a cabo otras funciones que permiten realizar una evaluación de forma continua del estado del aislamiento y prevenir faltas en los elementos de distribución, como por ejemplo en los cables, así como evitar pérdidas económicas para las

compañías eléctricas, cortes de servicio que suponen largos periodos de tiempo de espera para los consumidores hasta el restablecimiento de la red, etc. En este sentido, existen soluciones en las que se discriminan las señales de descargas parciales respecto del ruido eléctrico (debido a interferencias electromagnéticas, interferencias de radio, comunicaciones, equipos de electrónica de potencia, arcos transitorios entre partes conductoras adyacentes, efectos corona, armónicos de la red, etc.), se localiza la posición de las descargas parciales, se determina la magnitud de las mismas, se identifica el tipo de descarga parcial del que se trata, se diagnostica la gravedad de las diferentes fuentes de descargas parciales, etc. Para la puesta en práctica de dichas funciones se emplean sistemas físicos que comprenden sensores de captación de señales a medir, dispositivos de registro de las señales de descargas parciales, medios de transmisión de las señales, dispositivos de almacenamiento de la información, herramientas numéricas para el tratamiento de los resultados, elementos de protección necesarios, etc.

Los sistemas de monitorización existentes hasta el momento comprenden ciertas limitaciones en cuanto a la ejecución de algunas de sus funciones, como por ejemplo en la cuantificación de la magnitud de las descargas parciales a través de equipos de medida. En la actualidad, es conocida la utilización de un dispositivo o calibrador que genera e inyecta en la red de distribución un impulso tipo descarga parcial de magnitud conocida. Esto permite calibrar los equipos de medida de las descargas parciales, así como cuantificar las descargas parciales que puedan existir en la red de distribución, comparando la magnitud conocida de dicho impulso con la señal medida en la red. Se entiende calibración como el conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación (factor de escala) que existe entre los valores indicados por un equipo de medida y los correspondientes valores conocidos de una magnitud de medida.

Por tanto, para realizar mediciones fiables de descargas parciales se utilizan dispositivos o calibradores, que se acoplan directamente con el elemento de distribución objeto de ensayo, y que generan e inyectan continuamente impulsos de carga conocidos durante el procedimiento de calibración, de manera que el equipo de medida de descargas parciales detecta dichos impulsos. En este procedimiento es importante determinar el factor de escala del circuito para cada uno de los equipos de medida según la configuración en la que se encuentra la red de distribución, ya que tanto los impulsos generados e inyectados por el calibrador como los impulsos de descargas parciales existentes pueden ser atenuados en función de la capacidad del elemento de distribución de ensayo, de la capacidad del condensador de acoplamiento, de la frecuencia, de la topología de la red de distribución, etc. El factor de escala compensa esta atenuación y debe ser determinado cada vez que exista alguna modificación en la red, como por ejemplo en el caso de un cambio de topología o configuración de la red de distribución eléctrica. Mediante el factor de escala se permite cuantificar las medidas obtenidas a través de los equipos de medida.

Como ejemplo del estado de la técnica se puede citar la Patente ES2335148T3, en la cual se protege un dispositivo o calibrador para la generación de impulsos de carga definidos que permite la realización de mediciones de descargas parciales online, así como el procedimiento de generación de impulsos y el sistema de medida de descargas parciales. Este calibrador comprende una conexión a través de la cual se inyectan los impulsos de carga definidos al elemento de distribución objeto de ensayo, siendo estos impulsos generados de manera continua durante la realización de una medición de descarga parcial, y a su vez, permitiendo la calibración del equipo de medida de descargas parciales. Asimismo, el calibrador comprende un electrodo exterior que define frente a tierra capacidades parásitas, siendo dichas capacidades utilizadas por el calibrador para la generación de los impulsos de carga definidos que son inyectados al elemento de distribución objeto de ensayo. Por otro lado, el calibrador comprende un fotodiodo con el que se realiza la sincronización de la inyección, a través de la detección de una fuente de luz alimentada con la tensión de la red. Por lo tanto, la inyección se realiza en sincronización con la forma de onda de tensión de la red, pero supone el inconveniente de que dentro de la forma de onda de tensión no se especifica el punto o ángulo de fase en donde se debe realizar la inyección, lo cual supone el riesgo de que el impulso de carga definidos pueda ser inyectado en un ángulo de fase de la forma de onda de tensión que comprende ruido de fondo, y por lo tanto, dicho impulso sea atenuado o confundido con ese ruido.

Los sistemas de monitorización existentes suponen otra desventaja en cuanto a la localización de la posición de las descargas parciales. Habitualmente, para la localización, se utilizan al menos dos equipos de medida situados en diferentes emplazamientos y se realizan capturas periódicas y sincronizadas. Para que los equipos de medida realicen capturas sincronizadas es necesario que dichos equipos comiencen la captura de señales en el mismo instante, para lo cual es necesario emitir una orden de accionamiento o disparo a dichos equipos, como por ejemplo un impulso.

En algunas soluciones se emplea un generador de pulso de sincronización, previsto para generar un pulso de sincronismo en función de la cadencia marcada previamente por un ordenador de control y procesamiento y coincidente con un paso por cero de la tensión, siendo este pulso enviado finalmente a los equipos de medida a través de un cable de fibra óptica. Asimismo, es necesario el empleo de un detector de paso por cero, que informa al generador de pulso de sincronización cuando la forma de onda de tensión de red de la línea monitorizada pasa por cero. Esta forma de sincronizar los equipos de medida supone el inconveniente de la necesidad de generar y emitir un pulso adicional de sincronización, siendo necesaria la utilización de medios adicionales como por ejemplo un detector de paso por cero de la tensión, un generador de pulso, cables de fibra óptica, etc., lo que supone un aumento del coste de las instalaciones.

En otras soluciones las señales de disparo o de accionamiento de los equipos de medida se emiten a través de GPS, siendo en este caso la cobertura un problema importante, por ejemplo en instalaciones subterráneas.

El artículo "Sistema informático digital online para medir descargas parciales en estructuras de aislamiento" de IEEE Transactions on Electrical Insulation, vol. EI-11, N.º 4, diciembre de 1976 desvela un procedimiento para monitorizar descargar parciales en elementos de distribución en voltios de una red de distribución de energía eléctrica de alta tensión en servicio. Este procedimiento desvela la forma de sincronizar dos o más equipos de medición para dar la orden de iniciar la medición pero no desvela la sincronización de la inyección de los pulsos de carga con la tensión de la red y por eso los pulsos de carga definidos podrían inyectarse en un ángulo de fase de la forma de onda de tensión que comprende ruido de fondo, etc., y por tanto las mediciones podrían atenuarse o confundirse con el ruido de fondo, etc.

El documento EP0491554A1 desvela un procedimiento para iniciar y monitorizar descargas parciales en un medio aislante. Este procedimiento aplica una forma de onda de frecuencia relativamente baja, excitadora y variable en el tiempo a una muestra de un medio aislante. Por tanto, la forma de onda excitadora usada se genera por una fuente externa, suponiendo el problema de dejar fuera de servicio la muestra de un medio aislante que se va a ensayar o parte de la red de distribución en la que se realizará la medición. Además, dicho procedimiento supone el problema de que el análisis puede llevarse a cabo solo en una longitud limitada de muestra en el caso de cables por ejemplo.

Los procedimientos de medida online suponen el inconveniente de que los elementos de distribución a ensayar se encuentran en servicio y por lo tanto bajo tensión, de manera que no son accesibles. En este sentido, los dispositivos o calibradores empleados en procedimientos de medida online necesitan un punto de acoplamiento en la red de distribución que no suponga el acoplamiento directo sobre los elementos de distribución a ensayar.

Sumario de la invención

El sistema de monitorización de descargas parciales en elementos de distribución bajo tensión, tales como cables, transformadores, interruptores, conexiones eléctricas, etc., de una red de distribución de energía eléctrica de alta tensión permite la monitorización de descargas parciales tanto en elementos de distribución o partes de la red de distribución online (en servicio) como offline (fuera de servicio).

La red de distribución de alta tensión comprende al menos una instalación, como puede ser por ejemplo un centro de transformación eléctrica o un centro de reparto, provista de elementos de distribución. El sistema de monitorización comprende al menos un equipo de medida de descargas parciales. En la misma instalación que el equipo de medida o en una segunda instalación provista de otros equipos, se sitúa al menos un dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos. Si la red de distribución se compone de tres o más instalaciones, también es posible disponer de un equipo de medida y un dispositivo de generación e inyección en una misma instalación y otro equipo de medida y dispositivo de generación en las otras dos instalaciones respectivamente. De esta manera el sistema de monitorización permite la cuantificación de las medidas de descargas parciales a través de los equipos de medida, así como la sincronización de dichos equipos de medida de acuerdo con las características de la reivindicación 1, solventando los problemas o limitaciones que comprenden los sistemas existentes hasta el momento referentes a la cuantificación de las medidas y a la sincronización de los equipos. Con los mismos impulsos de carga definidos generados e inyectados por el dispositivo de generación e inyección se permite tanto la cuantificación de las medidas de descargas parciales como la sincronización de los equipos de medida para la captura de las señales, evitando el empleo de medios adicionales tales como por ejemplo GPS, cables de fibra óptica, generadores de pulsos de sincronización, detectores de paso por cero de la tensión, etc.

Por otro lado, el sistema de monitorización también permite discernir las descargas parciales provenientes de defectos de aislamiento de la red frente a otras fuentes de descargas parciales, localizar (determinar la distancia entre el punto donde se produce la descarga parcial y el punto donde se realiza la medida), identificar descargas parciales, etc. En este sentido, las señales captadas por al menos un equipo de medida son tratadas física y matemáticamente a través de técnicas habituales que no son objeto de la presente invención y almacenadas en una base de datos con el fin de disponer un histórico para la posterior evaluación del estado del aislamiento. Como ejemplos de técnicas habituales empleadas se pueden citar la aplicación de la Transformada de Wavelet de las señales registradas y el análisis estadístico de sus componentes a fin de encontrar eventos transitorios característicos de los impulsos de descargas parciales que se distingan de la evolución estadística del ruido eléctrico, la aplicación de la técnica de reflectometría para la localización de las descargas parciales, herramientas de reconocimiento automático de patrones de defectos adiestradas a través de una red neuronal con el fin de identificar el tipo de descarga parcial y emitir un diagnóstico del estado del aislamiento, etc. El sistema también permite la monitorización de los valores instantáneos de tensión e intensidad y de los valores eficaces de las intensidades y tensiones de cada fase, así como las intensidades y tensiones homopolares, energías, potencias, etc.

Todo ello permite realizar tanto de forma local como remota la monitorización de la red de distribución de alta tensión y la gestión de al menos una instalación, entendiéndose por gestión todas aquellas labores que permitan la optimización del mantenimiento de la red de distribución, determinando cuándo y dónde realizar una intervención con el fin de evitar faltas, cortes de servicio que dejen sin suministro eléctrico a los consumidores, y minimizando los costes para las compañías eléctricas. Para ello se lleva a cabo la realización de diferentes análisis, alarmas, etc.

En relación con la cuantificación de las medidas de descargas parciales a través de los equipos de medida, en una primera etapa el dispositivo de generación e inyección realiza un seguimiento de la tensión de la red de distribución

determinando la referencia respecto a la que se inyecta el impulso de carga definido. Mediante el seguimiento de la tensión de la red se permite que el dispositivo de generación e inyección pueda inyectar, a diferentes intervalos de tiempo, al menos un impulso de carga definido respecto al paso por 0 de la tensión de la misma fase de línea en donde se encuentra conectado el dispositivo de generación e inyección.

- 5 En una segunda etapa, mediante la generación e inyección de un impulso de carga definido y sincronizada con la tensión de la red, se permite cuantificar las medidas de descargas parciales a través del equipo de medida independientemente de la configuración o topología de la red de distribución.

10 Asimismo, el sistema de monitorización puede comprender una etapa de calibración de al menos un equipo de medida dispuesto en al menos una primera instalación de distribución, determinando para ello un factor de escala del circuito para el al menos un equipo de medida según la configuración en la que se encuentre la red de distribución eléctrica. Este factor de escala permite cuantificar la magnitud de al menos una descarga parcial a través del al menos un equipo de medida.

15 Para la determinación del factor de escala, el dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos permite la inyección, a diferentes intervalos de tiempo, de dichos impulsos en sincronización con la forma de onda de tensión de la red y en un ángulo de fase determinado por el usuario, evitando el riesgo de que el impulso de carga definido pueda ser inyectado en un ángulo de fase de la forma de onda de tensión que comprende ruido de fondo, descargas parciales reales, etc., y evitando por tanto en la medición atenuaciones del impulso de carga definido o confusiones entre dicho impulso de carga definido y el ruido de fondo, descargas parciales reales, etc.

20 Asimismo, mediante la inyección de impulsos de carga definidos a diferentes intervalos de tiempo, en sincronización con la forma de onda de tensión de la red y en un ángulo de fase determinado por el usuario, el sistema de monitorización permite realizar una etapa correspondiente a la sincronización de al menos dos equipos de medida, determinando el momento en el que dichos equipos de medida, situados en diferentes emplazamientos, deben comenzar a medir los tiempos de propagación de los impulsos entre su punto de generación y el punto de medida, y/o alineando los relojes de los equipos de medida. Mediante la alineación de los relojes se asegura la exactitud de las mediciones que se efectúan con los equipos de medida. Posteriormente se calcula el diferencial de tiempo entre dos puntos de medida para el posterior cálculo de la distancia entre el punto donde se produce la descarga parcial y el punto donde se realiza la medida, localizando así la posición de la descarga parcial.

25 La sincronización de al menos dos equipos de medida comprende una primera etapa en el que por medio de al menos un contador de paso por cero de la tensión de red se realiza el ajuste del momento de comienzo de medida de al menos un equipo de medida al momento de comienzo de medida de al menos otro equipo de medida. El contador de paso por cero de la tensión de la red puede estar integrado en el interior de los equipos de medida.

30 Asimismo, en una segunda etapa de sincronización se ajusta el ciclo de la forma de onda de tensión de la red de al menos un equipo de medida con el ciclo de la forma de onda de tensión de la red de al menos otro equipo de medida, empleando para ello al menos el impulso de carga definido generado anteriormente o al menos uno adicional generado e inyectado por el dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos.

35 Mediante una tercera etapa de sincronización se ajusta el ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red de al menos un equipo de medida con el ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red de al menos otro equipo de medida, empleando para ello el o los impulsos generados anteriormente por el dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos.

40 Los equipos de medida del sistema de monitorización pueden consistir en equipos portátiles o fijos y pueden estar asociados con medios de comunicación que se encuentran instalados en al menos una primera instalación de distribución, de forma que dichos medios de comunicación se encuentran conectados con un Centro de Control Remoto permitiendo realizar así de forma remota tanto la monitorización de la red de distribución de alta tensión como la gestión de al menos una primera instalación de distribución.

45 Por tanto, se ha previsto la posibilidad de que la ejecución de las diferentes funciones del sistema de monitorización pueda ser realizada bien en el Centro de Control o bien en al menos una primera instalación en donde se encuentran los equipos de medida. En este sentido, la identificación de las descargas parciales se puede llevar a cabo en el Centro de Control o en al menos una primera instalación, siendo en este último caso el Centro de Control el encargado de coordinar dichas instalaciones, recibiendo los datos provenientes de los análisis realizados en dichas instalaciones.
50 Asimismo, en el Centro de Control se llevan a cabo la localización de las descargas parciales y la toma de decisiones para optimizar el mantenimiento de la red de distribución.

55 El dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos comprende un acoplamiento, que puede ser capacitivo, y permite la conexión del citado dispositivo en al menos una segunda instalación de distribución de alta tensión, sin que ello suponga el acoplamiento directo sobre los elementos de distribución a ensayar, de manera que se evita la accesibilidad al elemento de distribución objeto de análisis que se encuentra bajo tensión.

Este acoplamiento comprende al menos una entrada/salida a través de la cual se realiza la conexión con la instalación de distribución, permitiendo así dicha, al menos una, entrada/salida tanto un seguimiento de la tensión de la red de

- distribución como la inyección del impulso de carga definido en un determinado ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red de distribución. El dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos comprende un circuito de sincronización que se encarga de realizar el seguimiento de la tensión de la red de distribución de la misma fase de línea en el que se encuentra conectado el dispositivo de generación e inyección, y además, determina en la forma de onda de tensión la referencia (paso por 0 de la tensión de la red) respecto a la cual se realiza la inyección de al menos un impulso de carga definido. El dispositivo también comprende un circuito de inyección dotado de un generador de formas de onda de tensión que permite generar un impulso de carga definido para su posterior inyección en la red de distribución, en un ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red determinado por el usuario.
- El dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos se encuentra integrado, al menos parcialmente, en al menos una parte de acoplamiento que se conecta a una parte activa de la red de distribución bajo condiciones de aislamiento y seguridad eléctrica, como por ejemplo en una segunda instalación de alta tensión como puede ser un centro de transformación eléctrica o un centro de reparto. En concreto, la parte de acoplamiento permite la conexión del dispositivo de generación e inyección a un cable o equipo eléctrico de alta tensión, manteniendo las características de aislamiento y apantallamiento del conjunto. En este sentido, dicha parte de acoplamiento montada en una instalación de alta tensión puede ser integrada, al menos parcialmente, en un conector separable o borna. Para ello, la parte de acoplamiento está compuesta por un encapsulado estanco que puede comprender un primer extremo que se conecta mediante atornillado al conector separable por el extremo libre de este último, como por ejemplo por el extremo libre de un conector en T.
- El dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos es monofásico, de manera que por cada fase de la instalación se puede disponer de un dispositivo. De esta manera se permite realizar una sincronización e inyección independiente por cada fase de línea de la red de distribución de energía eléctrica. Asimismo, se ha previsto que el dispositivo pueda ser accionado tanto de forma local como de forma remota, por ejemplo desde un Centro de Control Remoto.

25 **Descripción de las figuras**

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de figuras en el que con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- Figura 1.- Muestra un esquema de una red (2) de distribución eléctrica de alta tensión, en el que se puede observar una posible disposición del conjunto de elementos que comprende el sistema de monitorización de descargas parciales, entre los cuales se encuentran los equipos (13, 14) de medida, el dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos, así como las diferentes instalaciones (3, 3', 3'') en las que se instalan cada uno de ellos.
- Figura 2.- Muestra un esquema unifilar del dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos, en el que se muestran el acoplamiento (5) capacitivo, el circuito (10) de sincronización, el circuito (11) de inyección y el circuito (17) de alimentación integrados en el interior de la parte (8) de acoplamiento.
- Figura 3.- Muestra una vista en perspectiva de la parte (8) de acoplamiento en la que se encuentra integrado el dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos.
- Figura 4.- Muestra una vista en perspectiva de la instalación del dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos en un equipo (18) eléctrico de alta tensión de una instalación (3) de distribución según la realización de las figuras 2 y 3.
- Figura 5.- Muestra un esquema unifilar de otra posible realización del dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos, en el que solo el acoplamiento (5) capacitivo se encuentra integrado en la parte (8) de acoplamiento.
- Figura 6.- Muestra una vista en perspectiva de la parte (8) de acoplamiento según la realización de la figura 5, en la que se encuentra integrado parte del dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos.
- Figura 7.- Muestra un esquema de una red (2) de distribución eléctrica de alta tensión, en el que se puede observar el conjunto de elementos que comprende el sistema de monitorización de descargas parciales, entre los cuales se encuentran los equipos (13, 14) de medida, el dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos, así como las diferentes instalaciones (3, 3', 3'') en las que se instalan cada uno de ellos, pudiendo ser en este caso el dispositivo (1) accionado de forma remota desde un Centro (16) de Control Remoto.
- Figura 8.- Muestra un esquema de una red (2) de distribución eléctrica de alta tensión, en el que se puede observar el conjunto de elementos que comprende el sistema de monitorización de descargas parciales, entre los cuales se encuentran los equipos (13, 14) de medida, el dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos, el contador (20) de paso por cero incorporado en el interior de los equipos (13, 14) de medida, así como las diferentes instalaciones (3, 3', 3'') en las que se instalan cada uno de ellos.

Descripción de la invención

- En lo sucesivo se describe una puesta en práctica de la invención en la que el equipo de medida se sitúa en una instalación de la red de distribución y el dispositivo de generación e inyección de impulsos en otra instalación

independiente de la primera, aunque como se ha apuntado previamente, se pueden colocar ambos en la misma instalación y existen también configuraciones que combinan las dos posibilidades. El sistema de monitorización de descargas parciales en elementos de distribución bajo tensión (bien en modo online o bien en modo offline), como por ejemplo cables, transformadores, interruptores, conexiones eléctricas, etc., tal y como se muestra en las figuras 1 y 7, es de aplicación en redes (2) de distribución de energía eléctrica de alta tensión que comprenden al menos una instalación (3, 3', 3'') de distribución eléctrica de alta tensión, como por ejemplo un centro de transformación eléctrica o un centro de reparto, comprendiendo dichas instalaciones (3, 3', 3'') al menos un equipo (18) eléctrico de alta tensión, como por ejemplo una celda eléctrica. En al menos una primera instalación (3', 3'') el sistema de monitorización comprende al menos un equipo (13, 14) de medida de descargas parciales portátil/fijo y en al menos una segunda instalación (3) comprende al menos un dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos.

De esta manera el sistema de monitorización permite la cuantificación de las medidas de descargas parciales en elementos (4) de distribución a través de los equipos (13, 14) de medida, así como la sincronización de dichos equipos (13, 14). En una primera etapa el dispositivo (1) de generación e inyección realiza un seguimiento de la tensión de la red (2) de distribución determinando la referencia respecto a la que se inyecta el impulso de carga definido y en una segunda etapa, mediante la generación e inyección de un impulso de carga definido y sincronizado con la tensión de la red (2), se permite cuantificar las medidas de descargas parciales a través del equipo (13, 14) de medida independientemente de la configuración o topología de la red (2) de distribución, y a su vez, se permite la sincronización de los equipos (13, 14) de medida.

En este sentido, para la cuantificación de las medidas, el sistema de monitorización comprende una etapa de calibración de al menos un equipo (13, 14) de medida dispuesto en al menos una primera instalación (3', 3'') de distribución, determinando para ello un factor de escala del circuito para el al menos un equipo (13, 14) de medida según la configuración en la que se encuentre la red (2) de distribución eléctrica. Este factor de escala permite cuantificar la magnitud de al menos una descarga parcial a través de al menos un equipo (13, 14) de medida.

A su vez, mediante la inyección de impulsos de carga definidos a diferentes intervalos de tiempo, en sincronización con la forma de onda de tensión de la red y en un ángulo de fase determinado por el usuario, el sistema de monitorización permite realizar una etapa correspondiente a la sincronización de al menos dos equipos (13, 14) de medida, determinando el momento en el que dichos equipos (13, 14) de medida, situados en diferentes emplazamientos, deben comenzar a medir los tiempos de propagación de los impulsos entre su punto de generación y el punto de medida, y/o alineando los relojes de los equipos de medida. De esta manera, se calcula el diferencial de tiempos entre dos puntos de medida para el posterior cálculo de la distancia entre el punto donde se produce la descarga parcial y el punto donde se realiza la medida (el punto en que se encuentra instalado el equipo de medida).

La sincronización de al menos dos equipos (13, 14) de medida, que puede ser realizada desde un Centro (16) de Control Remoto tal y como se muestra en la figura 8, comprende una primera etapa en la que por medio de al menos un contador (20) de paso por cero de la tensión de red (2) se realiza el ajuste del momento de comienzo de medida de al menos un equipo (13, 14) de medida al momento de comienzo de medida de al menos otro equipo (13, 14) de medida. El contador (20) de paso por cero de la tensión de la red puede estar integrado en el interior de los equipos (13, 14) de medida.

Asimismo, en una segunda etapa de sincronización se ajusta el ciclo de la forma de onda de tensión de la red (2) de al menos un equipo (13, 14) de medida con el ciclo de la forma de onda de tensión de la red (2) de al menos otro equipo (13, 14) de medida, empleando para ello el propio impulso generado para cuantificar las descargas o dicho impulso y uno o varios impulsos de carga definidos adicionales generados e inyectados por el dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos.

Mediante una tercera etapa de sincronización se ajusta el ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red (2) de al menos un equipo (13, 14) de medida con el ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red (2) de al menos otro equipo (13, 14) de medida, empleando para ello los impulsos de carga.

Para ello, tal y como se muestra en las figuras 2 y 5, el dispositivo (1) comprende un acoplamiento (5) capacitivo, un circuito (10) de sincronización y un circuito (11) de inyección.

El acoplamiento (5) capacitivo comprende al menos una entrada/salida (6, 7), a través de la cual el dispositivo (1) realiza un seguimiento de la tensión de la red (2) de distribución y la posterior inyección del impulso de carga definidos en un determinado ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red (2) de distribución de energía eléctrica.

En las figuras 2 y 5 se muestra el circuito (10) de sincronización que se encarga de realizar el seguimiento de la tensión de la red (2) de distribución, y además, determina en la forma de onda de tensión la referencia respecto a la cual se realiza la inyección del impulso de carga definido. Por otro lado, también se muestra el circuito (11) de inyección dotado de un generador (12) de formas de onda de tensión que permite generar un impulso de tipo descarga parcial de carga definido para su posterior inyección en la red (2) de distribución, en un ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red (2) determinado por el usuario, evitando el riesgo de que el impulso de carga definido pueda ser inyectado en un ángulo de fase de la forma de onda de tensión que comprende ruido de fondo, otras descargas parciales, etc.

El dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos puede ser monofásico, de manera que por

cada fase de línea de la instalación (3) se puede disponer de un dispositivo (1), tal y como se muestra en la figura 4.

En las figuras 2 y 5 también se representa un circuito (17) de alimentación del dispositivo (1), el cual puede comprender al menos un transformador de aislamiento y un rectificador de onda (no representados). Pero también se ha previsto la posibilidad de que dicho dispositivo (1) pueda ser alimentado a través de un circuito (17) de alimentación que comprenda al menos un captador toroidal y un rectificador de onda (no representados).

Por otro lado, el sistema de monitorización también permite discernir las descargas parciales provenientes de defectos de aislamiento de la red (2) frente a otras fuentes de descargas parciales, localizar (determinar la distancia entre el punto donde se produce la descarga parcial y el punto donde se realiza la medida), identificar descargas parciales, etc. En este sentido, las señales captadas por al menos un equipo (13, 14) de medida son tratadas física y matemáticamente a través de técnicas habituales. El sistema también permite la monitorización de los valores instantáneos de tensión e intensidad y de los valores eficaces de las intensidades y tensiones de cada fase de línea, así como las intensidades y tensiones homopolares, energías, potencias, etc.

Tal y como se muestra en la figura 1, los equipos (13, 14) de medida pueden estar asociados con medios (15) de comunicación que se encuentran instalados en al menos una primera instalación (3', 3'') de distribución, de forma que dichos medios (15) de comunicación se encuentran conectados con un Centro (16) de Control Remoto permitiendo realizar así de forma remota tanto la monitorización de la red (2) de distribución de alta tensión como la gestión de al menos una primera instalación (3', 3'') de distribución. En la figura 7 se muestra la posibilidad de que el dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos pueda ser accionado desde un Centro (16) de Control Remoto. En este sentido, se ha previsto que el dispositivo (1) pueda encontrarse asociado con medios (15) de comunicación que se encuentran instalados en al menos una segunda instalación (3), de forma que dichos medios (15) estén conectados con un Centro (16) de Control Remoto permitiendo realizar así el accionamiento del dispositivo (1) también de forma remota.

Por tanto, se ha previsto la posibilidad de que la ejecución de las diferentes funciones del sistema de monitorización pueda ser realizada bien en el Centro (16) de Control o bien en al menos una instalación (3, 3', 3'') en la que se encuentran los equipos (13, 14) de medida y el dispositivo (1).

En las figuras 2 a 6, se representan dos ejemplos de realización del dispositivo (1) de generación e inyección de carga definidos que se encuentra integrado al menos parcialmente en una parte (8) de acoplamiento que se conecta a una parte activa de la red (2) de distribución, y en concreto, según una posible realización de la invención (figura 4) puede ser instalado en un equipo (18) eléctrico de alta tensión, encontrándose dicha parte (8) de acoplamiento al menos parcialmente integrada en un conector separable o borna (9) que se utiliza para la conexión de los cables de alta tensión, comprendiendo la parte (8) de acoplamiento un extremo (19) que permite mediante atornillado acoplar el dispositivo (1) de generación e inyección en la borna (9). En el ejemplo de las figuras 2 y 3 el acoplamiento (5) capacitivo, el circuito (10) de sincronización, el circuito (11) de inyección y el circuito (17) de alimentación se encuentran integrados en el interior de la parte (8) de acoplamiento; mientras que en el ejemplo de las figuras 5 y 6 en el interior de la parte (8) de acoplamiento solamente se encuentra integrado el acoplamiento (5) capacitivo, quedando al menos una entrada/salida (6, 7) accesible por el exterior para su conexión con el circuito (10) de sincronización y con el circuito (11) de inyección.

En resumen, las referencias numéricas utilizadas en este texto y señaladas en las figuras mencionadas representan los siguientes componentes de la invención:

- 1.- Dispositivo de generación e inyección de impulsos de carga definidos
- 2.- Red de distribución de energía eléctrica
- 3, 3', 3''.- Instalación de distribución de energía eléctrica
- 4.- Elemento de distribución eléctrica
- 5.- Acoplamiento capacitivo
- 6, 7.- Entrada/salida del acoplamiento capacitivo
- 8.- Parte de acoplamiento
- 9.- Conector separable o borna
- 10.- Circuito de sincronización
- 11.- Circuito de inyección
- 12.- Generador de formas de onda de tensión
- 13, 14.- Equipo de medida de descargas parciales
- 15.- Medios de comunicación
- 16.- Centro de Control Remoto
- 17.- Circuito de alimentación
- 18.- Equipo eléctrico de alta tensión
- 19.- Extremo de la parte de acoplamiento
- 20.- Contador de paso por cero de la tensión de red

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de monitorización de descargas parciales en elementos (4) de distribución bajo tensión de una red (2) de distribución de energía eléctrica de alta tensión en servicio provista de dichos elementos (4) de distribución, que comprende las siguientes etapas: situar al menos un equipo (13, 14) de medida y al menos un dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos en la red en servicio (2), en el que en una primera etapa, sin interrumpir el servicio en la red, el dispositivo (1) de generación e inyección realiza un seguimiento de la tensión de la red (2) de distribución determinando el paso por cero de la tensión de la misma fase de línea a la que se conecta el dispositivo de generación e inyección, con respecto al cual se inyecta al menos un impulso de carga definido por el dispositivo de generación e inyección, en diferentes intervalos de tiempo, y en el que en una segunda etapa, sin interrumpir el servicio en la red, mediante la generación e inyección de un impulso de carga definido y sincronizado con la tensión de la red (2) se cuantifican las medidas de las descargas parciales a través del equipo (13, 14) de medida.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la red está provista de distintas instalaciones (3, 3', 3'') y al menos un equipo (13,14) de medida y un dispositivo (1) de generación e inyección están situados en instalaciones independientes.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** cuando se utiliza más de un equipo (13, 14) de medida, comprende una etapa de sincronización de dichos equipos (13, 14) utilizando el impulso de carga generado para la cuantificación de dicho impulso y uno o varios impulsos de carga definidos adicionales generados e inyectados por el dispositivo (1).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** los equipos (13, 14) de medida comprenden al menos un contador (20) de paso por cero de la tensión de la red (2) que permite realizar una primera etapa de sincronización ajustando el momento de comienzo de medida de al menos un equipo (13, 14) de medida al momento de comienzo de medida de al menos otro equipo (13, 14) de medida.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** comprende una segunda etapa de sincronización que ajusta el ciclo de la forma de onda de tensión de la red (2) de al menos un equipo (13, 14) de medida con el ciclo de la forma de onda de tensión de la red (2) de al menos otro equipo (13, 14) de medida, empleando el o los impulsos de carga.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** comprende una tercera etapa de sincronización que ajusta el ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red (2) de al menos un equipo (13, 14) de medida con el ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red (2) de al menos otro equipo (13, 14) de medida, empleando el o los impulsos de carga.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una etapa de calibración del equipo o equipos (13, 14) de medida mediante la determinación del factor de escala del circuito según la configuración de la red (2) de distribución.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la determinación del factor de escala se determina mediante la inyección de al menos un impulso de carga definido en un determinado ángulo de fase de la forma de onda de tensión de la red (2) de distribución, a diferentes intervalos de tiempo, a través del dispositivo (1).
9. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la determinación del factor de escala permite cuantificar la magnitud de al menos una descarga parcial a través de al menos uno de los equipos (13, 14) de medida.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos uno de los equipos (13, 14) de medida determina la distancia entre el punto en que se produce la descarga parcial y el punto en que se realiza la medida.
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las señales captadas por al menos un equipo (13, 14) de medida son tratadas física y matemáticamente para discernir las descargas parciales provenientes de defectos de aislamiento de la red (2) frente respecto de otras fuentes de descarga parcial, y almacenadas en una base de datos.
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2-11, **caracterizado porque** la monitorización se realiza de forma remota mediante un Centro (16) de Control Remoto conectado a medios (15) de comunicación situados en al menos una de las instalaciones (3, 3', 3''), permitiendo realizar de forma remota la monitorización de la red (2) de distribución.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** a través del Centro (16) de Control Remoto se realiza también la gestión de la instalación o instalaciones (3, 3', 3'').
14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** en el Centro (16) de Control o en al menos una instalación (3', 3'') se identifican las descargas parciales.

15. Procedimiento según las reivindicaciones 13 o 14, **caracterizado porque** en el Centro (16) de Control se lleva a cabo la localización de descargas parciales.
16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13-15, **caracterizado porque** en el Centro (16) de Control se lleva a cabo la toma de decisiones.
- 5 17. Dispositivo (1) de generación e inyección de impulsos de carga definidos para llevar a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo (1) comprende un acoplamiento (5) con al menos una entrada/salida (6, 7) y un circuito (10) de sincronización para realizar un seguimiento de la tensión de la red (2) de distribución determinando la referencia respecto a la que se inyecta el impulso en un ángulo de fase determinado por el usuario.
- 10 18. Dispositivo según la reivindicación 17, **caracterizado porque** comprende un circuito (11) de inyección que comprende un generador (12) de formas de onda que permite generar el impulso de carga definido para su posterior inyección en la red (2) de distribución.
- 15 19. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 17-18, **caracterizado porque** comprende una parte (8) de acoplamiento adaptada para permitir la conexión en al menos una segunda instalación de distribución de alta tensión tal que se evita la accesibilidad al elemento de distribución objeto de análisis, que está bajo tensión.

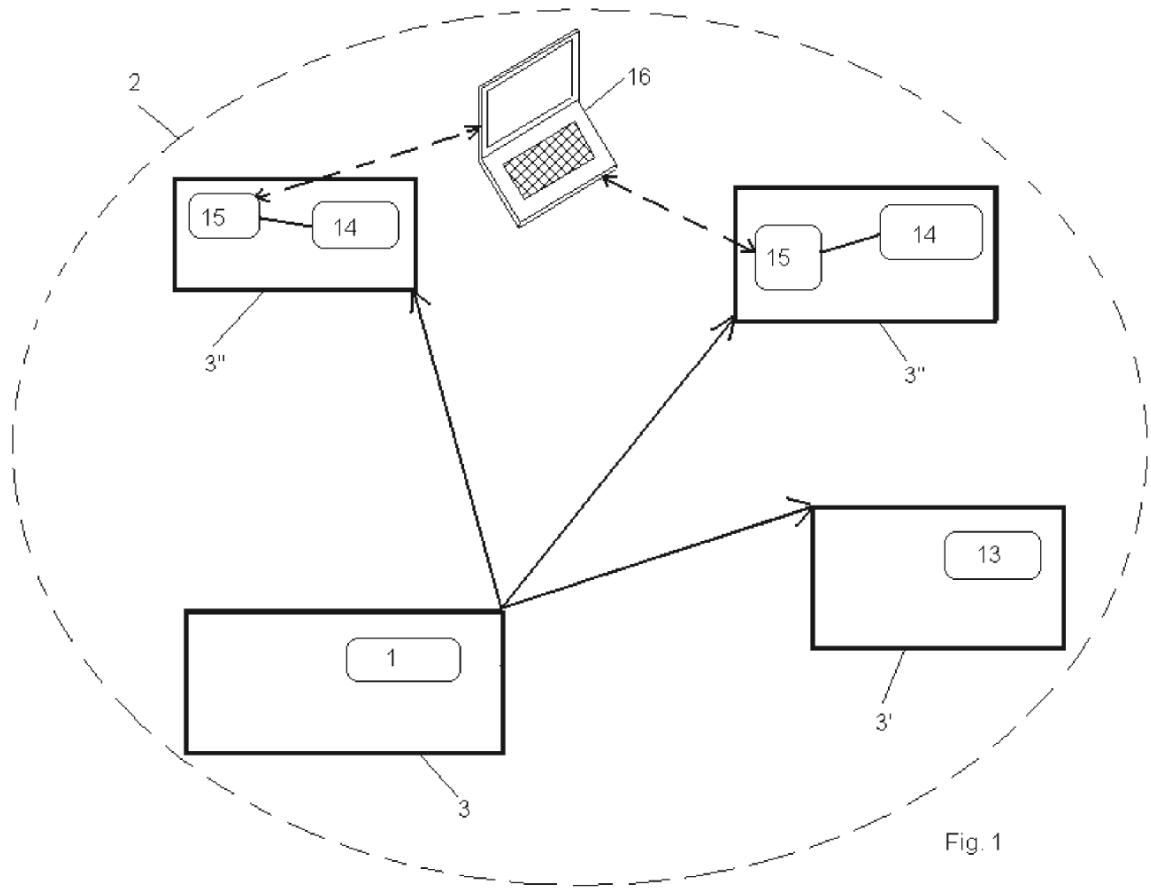


Fig. 1

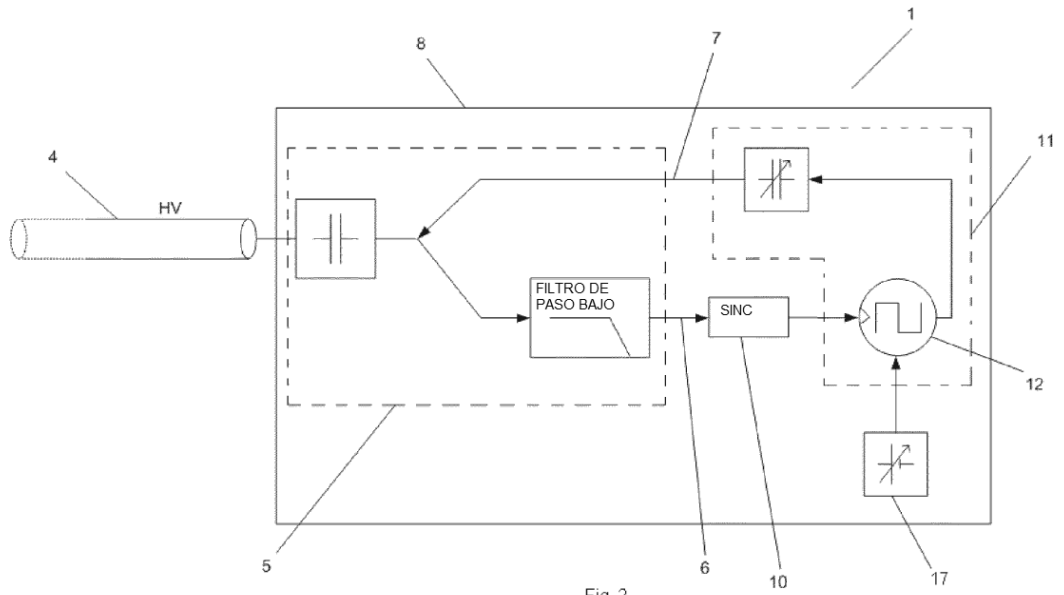


Fig 2

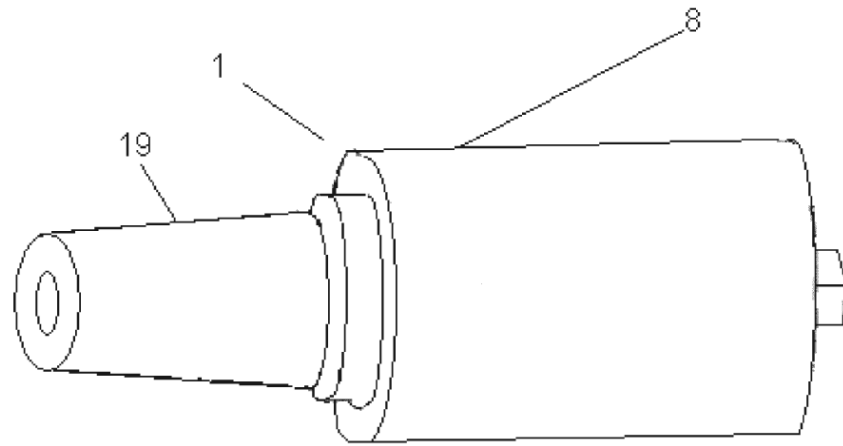


Fig. 3

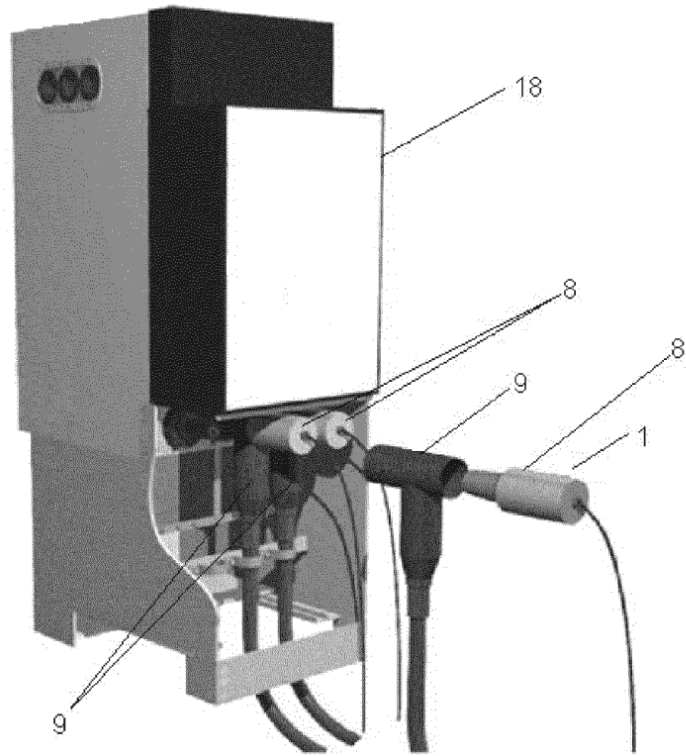


Fig. 4

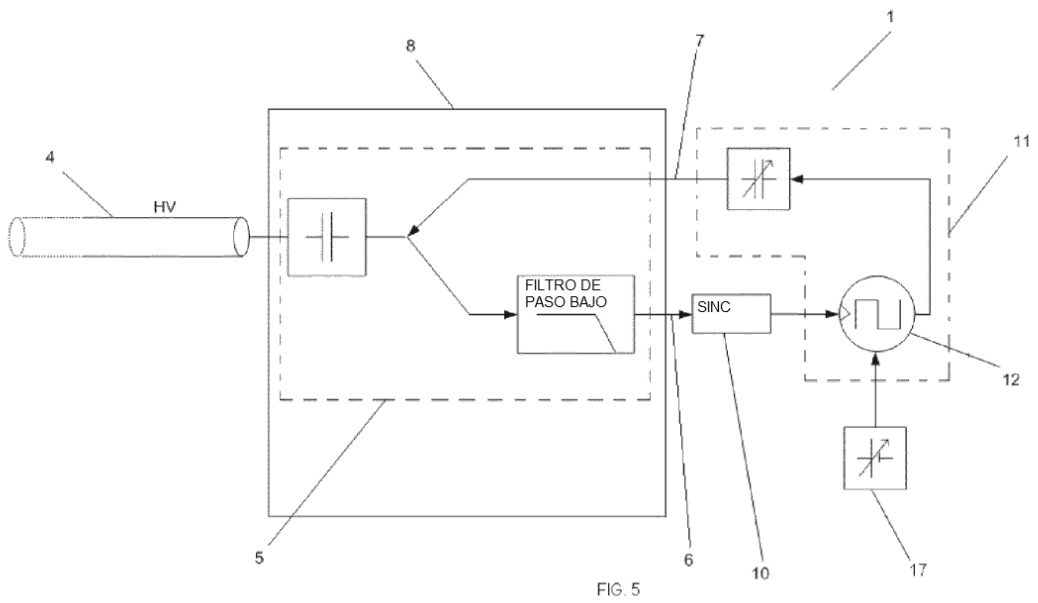


FIG. 5

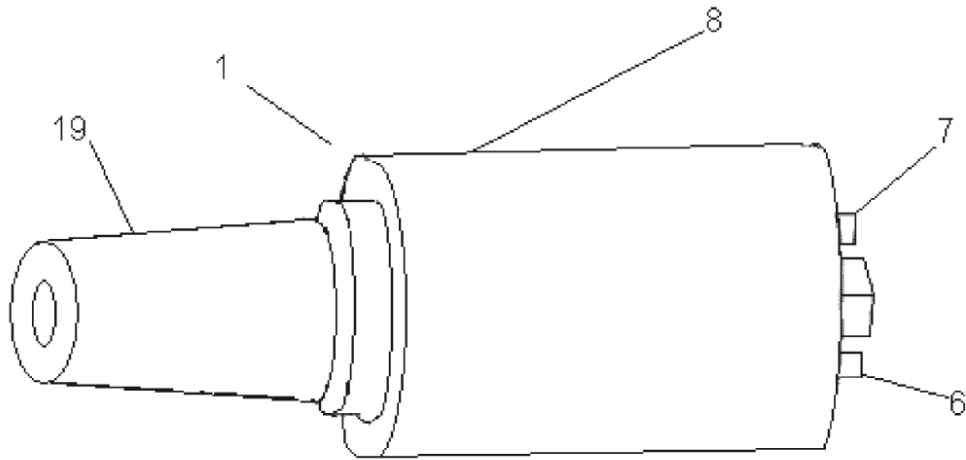


FIG. 6

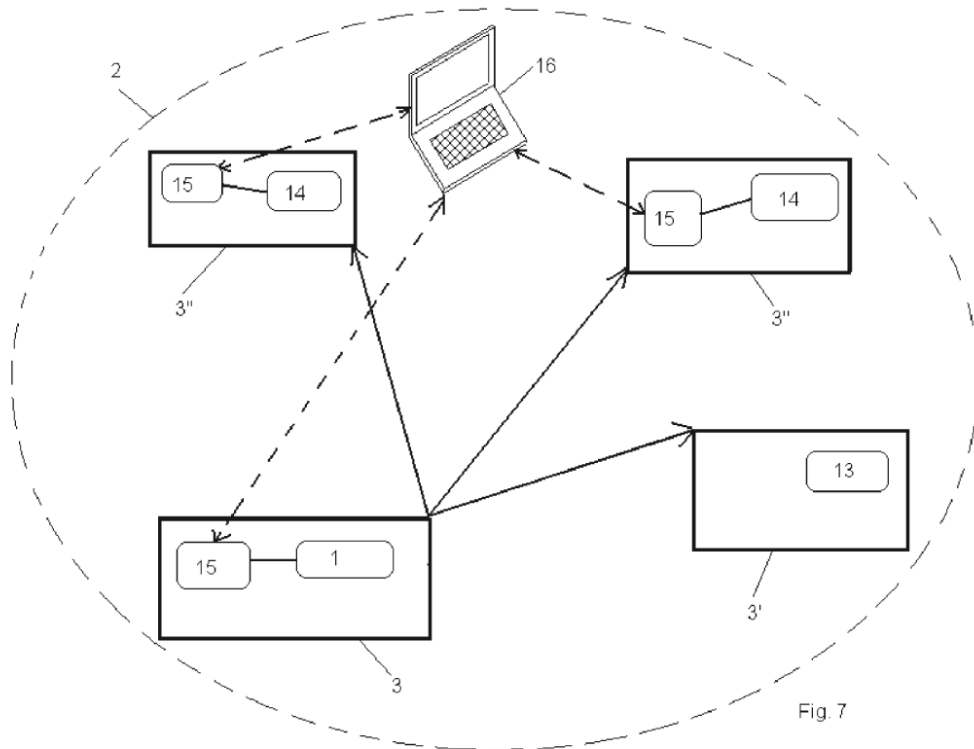


Fig. 7

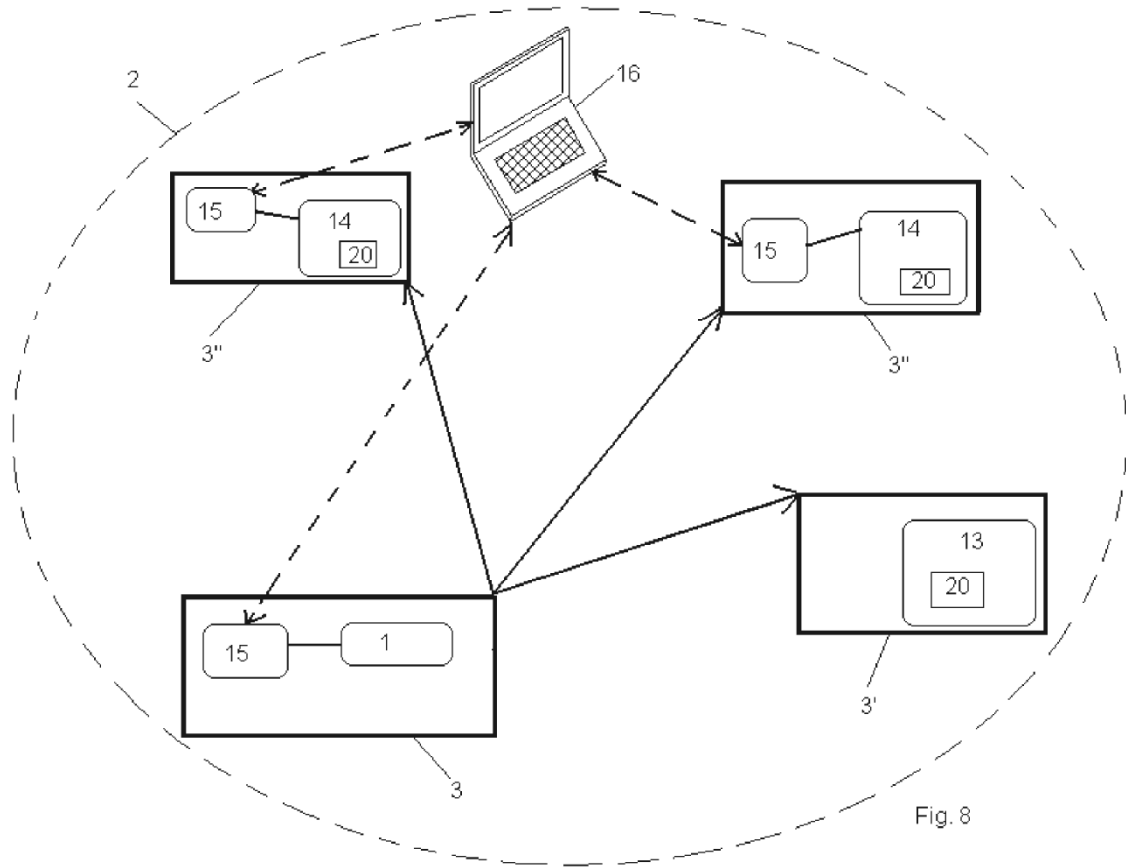


Fig. 8