

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 929**

51 Int. Cl.:

**H01H 33/668** (2006.01)

**H01H 9/54** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2016 E 16168024 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 3098830**

54 Título: **Dispositivo de vigilancia de descargas parciales en una red eléctrica**

30 Prioridad:

**28.05.2015 FR 1554807**

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

**22.04.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SHELLEKENS, HANS y  
PREVE, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o  
Bemerkungen) en el folleto original publicado por  
la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 709 929 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de vigilancia de descargas parciales en una red eléctrica

**Campo técnico de la invención**

5 La invención se refiere a un dispositivo de vigilancia de descargas parciales, que suceden en una red eléctrica alterna de media tensión o de alta tensión, en concreto, una red trifásica.

La invención se aplica más particularmente a unos aparatos de corte, tales como unos interruptores o disyuntores de vacío, de tipo aislados por un gas o por unos aislantes sólidos o por una combinación de gas con una pared aislante y tiene, en concreto, como finalidad hacer la distinción entre unas descargas parciales que provienen de una pérdida de vacío en el interruptores o el disyuntor de vacío y unas descargas parciales que provienen de otra causa.

**Estado de la técnica**

Se conoce, véanse, por ejemplo, los documentos de los Estados Unidos US4103291 y europeo EP2463883, que se vigila la calidad del vacío en unas ampollas de vacío de un disyuntor conectado a una red eléctrica de media tensión o de alta tensión, para asegurarse del buen funcionamiento del disyuntor. Para ello, los sistemas de vigilancia usan a menudo un sensor capacitivo que está colocado frente por frente de una ampolla de vacío y que está asociado a una electrónica adaptada, siendo en sensor capaz de detectar una descarga parcial al nivel de la ampolla. El funcionamiento se basa en las características dieléctricas del vacío. En caso de una pérdida de vacío en la ampolla, se producen unos cebados en el interior de la ampolla, de modo que la corriente circulante en un sensor capacitivo colocado frente por frente de la ampolla genera unos impulsos que son detectables por el sensor. De este modo, la corriente que circula a través de este sensor capacitivo es capaz de proporcionar una información representativa del estado del vacío de la ampolla. El documento CN103413721 permite determinar a qué fase se refiere una descarga parcial.

Sin embargo, estos sistemas de vigilancia no permiten discriminar entre diferentes tipos de descargas parciales que pueden detectarse por un sensor capacitivo de este tipo. Como se ha indicado más arriba, el primer tipo de descarga parcial es una pérdida del vacío en la ampolla de vacío del disyuntor sobre el que está implantado el sensor. Pero otros tipos de descargas parciales son detectables, igualmente, por un sensor capacitivo de este tipo y pueden provenir de componentes de la red eléctrica que son exteriores al disyuntor, como los cables de la red eléctrica u otros aparatos conectados a la red eléctrica. De entre estos otros tipos de descargas parciales, se pueden citar unas descargas debidas a un efecto Corona en el aire o unas descargas entre piezas conductoras de potencial flotante (también llamado floating parts in air), por ejemplo, al nivel de los cables, etc...

Por lo tanto, los sistemas de vigilancia actuales pueden detectar unas descargas parciales que podrían imputarse por equivocación a una pérdida de vacío en unos disyuntores de vacío, mientras que provienen de una fuente exterior. Esto no optimiza la eficacia y el mantenimiento de estos aparatos de corte.

En el documento JP2014216208A, un algoritmo efectúa sobre las señales detectadas de descargas parciales, de un lado, un filtrado sobre una frecuencia doble de la tensión y, de otro lado, un filtrado sobre una banda de frecuencia de 10 kHz-100 kHz, luego, determina una pérdida de vacío si los dos lados proporcionan una señal superior a un cierto umbral, sin tomar en cuenta la polaridad de las señales ni el ángulo de fase con respecto a la tensión de fase tierra de la red.

Una finalidad de la invención es, por lo tanto, remediar los inconvenientes indicados más arriba y permitir diferenciar mejor de forma lo más sencilla posible los diferentes tipos de descargas parciales detectadas. Gracias a la invención, el aprovechamiento y el mantenimiento de un aparato eléctrico se optimizarán, ya que será posible hacer la diferencia entre las verdaderas pérdidas de vacío que suceden al nivel del disyuntor de vacío y las otras fuentes de descargas parciales.

**Descripción de la invención**

45 Esta finalidad se alcanza por un procedimiento de vigilancia de descargas parciales en una red eléctrica alterna, implementándose el procedimiento por un dispositivo de vigilancia montado en un aparato de corte provisto de una ampolla de vacío conectada a una fase de la red alterna. En particular, el dispositivo de vigilancia comprende un detector de descargas parciales posicionado frente por frente de la ampolla de vacío y una unidad de procesamiento electrónico que recibe una primera señal representativa de las descargas parciales detectadas por el detector y que recibe una segunda señal representativa de una tensión en la ampolla de vacío. Según la invención, la unidad de procesamiento electrónico incluye unos medios de conteo capaces de contabilizar durante una duración predeterminada unos impulsos generados por las descargas parciales sobre la primera señal e incluye unos medios de discriminación capaces de calcular un ángulo de fase de dichos impulsos con respecto a la segunda señal y capaces de determinar, en función del valor de dicho ángulo de fase, si las descargas parciales provienen de una pérdida de vacío en la ampolla de vacío.

5 Gracias a este ángulo de fase, los medios de discriminación determinan que las descargas parciales provienen de una pérdida de vacío en la ampolla de vacío cuando el ángulo de fase está comprendido entre  $-20^\circ$  y  $+20^\circ$ . Fuera de estos valores, las descargas parciales provienen de otra causa que no sea una pérdida de vacío en la ampolla de vacío. Por ejemplo, las descargas parciales provienen de un efecto Corona cuando el ángulo de fase está comprendido entre  $250^\circ$  y  $290^\circ$  y las descargas parciales provienen de un efecto entre unas piezas conductoras de potencial flotante cuando el ángulo de fase está comprendido entre  $170^\circ$  y  $210^\circ$ .

Según un modo de realización preferente, el detector es un sensor capacitivo que incluye una primera superficie conductora separada por una capa aislante de una segunda superficie conductora conectada a la tierra, estando la primera superficie conductora posicionada frente por frente de la ampolla de vacío.

10 Por otra parte, los medios de discriminación también pueden determinar que las descargas parciales provienen de una pérdida de vacío en la ampolla de vacío cuando el número de impulsos negativos es superior al número de impulsos positivos generados por las descargas parciales sobre la primera señal.

15 La invención está relacionada, igualmente, con un aparato de corte, de tipo disyuntor o interruptor, que incluye una ampolla de vacío para cada fase de una red eléctrica alterna multifases y que comprende para cada fase un dispositivo de vigilancia de este tipo.

### **Breve descripción de las figuras**

Otras características van a aparecer en la descripción detallada que sigue hecha respecto a los dibujos adjuntos, en los que:

- 20 - la figura 1 presenta un esquema simplificado de una ampolla de vacío de un aparato de corte con un sensor capacitivo colocado frente por frente de la ampolla, en el caso de una pérdida de vacío en la ampolla,
- la figura 2 muestra el mismo esquema simplificado de una ampolla de vacío en el caso de descargas parciales que suceden fuera de la ampolla,
- las figuras 3 a 5 muestran unos diagramas de tiempo que representan en forma de histogramas el número de descargas parciales sobre un periodo dado para tres tipos de descargas parciales, esto es, pérdida de vacío para la figura 3, efecto Corona para la figura 4 y piezas conductoras de potencial flotante para la figura 5,
- 25 - la figura 6 es un diagrama de coordenadas polares que muestra tres tipos de descargas parciales que pueden suceder en una fase y las figuras 7 y 8 muestran respectivamente este mismo diagrama de coordenadas polares para otras dos fases. Por último, la figura 9 muestra el caso con un solo sensor para el conjunto de las tres fases.

30 Con referencia a la figura 1, una ampolla de vacío 10 de un aparato de corte, tal como un interruptor o un disyuntor, incluye dos electrodos de contacto 12 y 13 (de los cuales uno de los dos es móvil para abrir o cerrar el contacto) conectados a una fase 5 de una red eléctrica alterna multifases. En el modo de realización de la figura 1, una pantalla metálica de potencial flotante 11 rodea los electrodos 12, 13, de modo que una capacidad 14, denominada de vacío, está formada entre los electrodos 12, 13 y esta pantalla metálica 11. El valor de capacidad 14 está bien definido y depende, de manera evidente, del diseño de la ampolla de vacío 10. Sin embargo, en ausencia de una pantalla metálica 11 de este tipo, también se puede considerar que la capacidad 14 está determinada entre los electrodos 12, 13 y la pared interna 16 de la ampolla de vacío 10.

35 El dispositivo de vigilancia según la invención comprende un detector de descargas parciales que está posicionado frente por frente de la ampolla de vacío, es decir, en una posición donde es capaz de detectar unas descargas parciales que suceden en la ampolla de vacío. Un detector de este tipo puede ser un sensor capacitivo tal como se describe más abajo o cualquier otro tipo de detector adecuado para detectar unas descargas parciales en la ampolla de vacío.

45 En el modo de realización preferente, el detector es un sensor capacitivo 20 que incluye una primera superficie conductora 21 y una segunda superficie conductora 22 separadas una de la otra por una capa aislante. La primera superficie conductora 21 está posicionada frente por frente de la pantalla metálica 11 de la ampolla de vacío 10, de modo que una primera capacidad 24 está formada entre la primera superficie conductora 21 y la pantalla metálica 11 de la ampolla de vacío que le está enfrentada. La segunda superficie conductora 22 está conectada a la tierra 2, de modo que una segunda capacidad 25 está formada entre la primera superficie conductora 21 y la segunda superficie conductora 22 conectada a la tierra 2.

50 Las figuras 1 y 2 muestran, igualmente, un esquema equivalente para las diferentes partes aislantes existentes entre la fase 5 y la tierra 2 y exteriores a la ampolla de vacío 10. Estas partes aislantes están esquematizadas de forma simplificada en forma de dos capacidades 8, 9 conectadas en serie entre la fase 5 y la tierra 2.

55 Cuando sucede una pérdida parcial de vacío en la ampolla de vacío 10, se producen unos cebados 17 en el interior de la ampolla entre los electrodos 12, 13 y la pantalla 11, de modo que la capacidad 14 se cortocircuita de manera intermitente. Cada cebado aumenta la tensión sobre la capacidad 24 y sobre la capacidad 25 del sensor capacitivo 20. El aumento de la tensión va de la mano con un impulso de corriente  $I_1$  en el sentido fase 5 hacia tierra 2 y que atraviesa el sensor capacitivo, como se indica por las flechas de la figura 1. Estos impulsos de corriente  $I_1$  se denominan en fase con los cebados.

De manera inversa, cuando suceden unas descargas parciales 7 en el exterior de la ampolla de vacío 10 como se indica en la figura 2, esquematizado, por ejemplo, al nivel de la capacidad 9, estas descargas aumentan de manera intermitente la tensión sobre la capacidad 8 y están acompañadas de unos impulsos de corriente  $I_2$  circulante en el sentido fase 5 hacia tierra 2 a través de las capacidades 8 y 9, como se indica por las flechas de la figura 2. Estos impulsos de corriente  $I_2$  se vuelven a formar en bucle circulante a través del sensor capacitivo 20 en el sentido tierra 2 hacia fase 5. Estos impulsos de corriente  $I_2$  son, por lo tanto, de sentido inverso a los impulsos de corriente  $I_1$  y reducen la tensión sobre la capacidad 25 del sensor capacitivo 20. Se denomina que son de fase opuesta con respecto a los impulsos de corriente  $I_1$ . Esto corresponde a un defase de  $180^\circ$  entre los impulsos de corrientes  $I_1$  e  $I_2$ . Este defase va a ayudar a discriminar el origen de las descargas parciales.

El dispositivo de vigilancia comprende, igualmente, una unidad de procesamiento electrónico, no representada en las figuras, que está conectada por un cable a la primera superficie conductora 21 del sensor capacitivo 20. La unidad de procesamiento recibe una primera señal representativa de las variaciones de la corriente circulante a través del sensor 20 y, por lo tanto, está en condiciones de detectar los impulsos de las corrientes  $I_1$  o  $I_2$  cuando suceden unas descargas parciales. Además, la unidad de procesamiento recibe, igualmente, una segunda señal que es representativa de una tensión de la red eléctrica y de su frecuencia, por ejemplo, la tensión 31 entre la fase y la tierra en el modo de realización preferente. La tensión 31 puede obtenerse, convencionalmente, de un transformador de medición de tensión o directamente del sensor capacitivo 20. Gracias a esta segunda señal, la unidad de procesamiento puede sincronizar ventajosamente las descargas parciales detectadas con la ayuda de la primera señal y, de este modo, determinar el defase entre las descargas parciales detectadas y la tensión fase-tierra de la ampolla de vacío 10. De forma equivalente, el dispositivo de vigilancia podría recibir una segunda señal representativa de la tensión entre dos fases en lugar de la tensión fase-tierra o una señal representativa de la tensión entre otra de las tres fases y la tierra.

La unidad de procesamiento incluye unos medios de conteo para contabilizar las descargas parciales detectadas con la ayuda de la primera señal durante una duración predeterminada lo suficientemente grande como para obtener unas mediciones significativas y para librarse, en concreto, de eventuales parásitas. En efecto, las descargas parciales dan lugar a unos impulsos sobre la primera señal que son muy breves respecto a la frecuencia de 50 Hz de la red eléctrica y que suceden un gran número de veces durante un periodo de la red. Por lo tanto, es preferible contabilizarlos para poder aprovecharlos mejor. Un ejemplo de duración es contar las descargas parciales durante un ciclo de 100 periodos de 20 ms (para una red alterna de 50 Hz). Esta duración de 2 segundos es suficiente para diagnosticar una pérdida de vacío. No obstante, para evitar cualquier contingencia, el diagnóstico de pérdida de vacío se confirma, preferentemente, después de repetición de 5 ciclos de medición de 100 periodos. La frecuencia de repetición de cada ciclo de medición es variable. Puede ser de cada 2 segundos como máximo o tradicionalmente cada minuto. Por lo tanto, esto lleva la duración de un diagnóstico de pérdida de vacío de 10 segundos mínimo a tradicionalmente a 5 minutos. Evidentemente, se pueden considerar otras duraciones, en concreto, unas duraciones mayores para acumular un número más importante de mediciones.

Los resultados de los cálculos realizados por la unidad de procesamiento se muestran en los gráficos de las figuras 3 a 5. Estos gráficos son unos histogramas que dan el número de descargas parciales detectadas durante la duración predeterminada en función de su defase con respecto a la tensión fase-tierra medida 31. Estos histogramas determinan, de este modo, una firma propia de cada tipo de descargas parciales. Analizando estos gráficos, es posible identificar el tipo de descarga parcial detectada por el dispositivo de vigilancia, en particular, discriminar las descargas parciales debidas a una pérdida de vacío en la ampolla 10 situada frente por frente del sensor capacitivo 20 de las debidas a otra causa.

En estos gráficos, la abscisa corresponde al ángulo de fase de la tensión medida V (referenciada 31) sobre un periodo completo de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , dividido por segmentos de  $10^\circ$ . La ordenada corresponde al número de descarga s parciales contabilizado durante la duración predeterminada de las mediciones para cada segmento de  $10^\circ$  del defase con la tensión fase-tierra 31 y según la polaridad o el signo de las descargas. Las descargas parciales se cuentan, en efecto, de manera separada según si son positivas o negativas; es decir, según si los impulsos generados por las descargas parciales y detectados en la primera señal sean positivos o negativos, se contabilizan positivos o negativos.

De este modo, un solo ángulo de fase puede atribuirse al conjunto de las descargas parciales detectadas. Preferentemente, este ángulo de fase se obtiene por transformación de Fourier de la suma de los impulsos positivos y negativos usando la fase del primer armónico. Alternativamente, como se observa en todos los gráficos que el número de descargas parciales positivas y negativas visualiza un comportamiento aleatorio, esto puede describirse por una curva de Gauss caracterizada por un valor central dominante de ángulo de fase; este ángulo de fase puede obtenerse por transformación de Fourier de cada distribución respetando la contabilización asociada.

La unidad de procesamiento incluye unos medios de discriminación que calculan el ángulo de fase de los impulsos de la primera señal con respecto a la segunda señal sinusoidal de la tensión fase-tierra 31. El defase de estos impulsos con respecto a la tensión fase-tierra será suficiente para discriminar el origen de las descargas parciales detectadas sobre la primera señal y, en concreto, determinar si las descargas parciales provienen o no de una pérdida de vacío en la ampolla 10. La solución aportada por la invención es, por lo tanto, muy sencilla de implementar, puesto que el valor del ángulo de fase permite determinar los diferentes orígenes posibles de las

descargas parciales detectadas sin necesitar otros cálculos más complejos, como lo muestran los párrafos siguientes.

El gráfico de la figura 3 muestra, de este modo, el caso de las descargas parciales que tienen como origen una pérdida de vacío en la ampolla situada frente por frente del sensor capacitivo, como se presenta en la figura 1. En este caso, los impulsos generados por estas descargas parciales son positivos en torno al paso por  $0^\circ$  del periodo, es decir, cuando el ángulo de fase está comprendido de manera mayoritaria entre  $-20^\circ$  y  $+20^\circ$  con respecto a la tensión fase-tierra 31 y son negativos en torno al paso por  $180^\circ$  del periodo. Al nivel del sensor 20, los impulsos negativos son en este caso más numerosos que los impulsos positivos. Esto significa que, en este caso, el procedimiento de vigilancia implementado por el dispositivo de vigilancia determina, por lo tanto, que las descargas parciales provienen de una pérdida de vacío en la ampolla de vacío 10 cuando el ángulo de fase está comprendido sustancialmente entre  $-20^\circ$  y  $+20^\circ$ .

El gráfico de la figura 4 muestra unas descargas parciales que son exteriores a la ampolla de vacío 10 y que provienen de un efecto Corona en el aire. En este caso, los impulsos generados por estas descargas parciales son máximos durante los valores máximos de la tensión fase-tierra 31. Los impulsos son positivos en la fuente (representada de manera esquemática por la capacidad 9) en torno al paso por  $90^\circ$  del periodo, es decir, entre  $70^\circ$  y  $110^\circ$ , pero se detectan negativos al nivel del sensor capacitivo 20. Los impulsos son negativos en la fuente en torno a un ángulo de  $270^\circ$  del periodo, es decir, cuando el ángulo de fase está comprendido de manera mayoritaria entre  $250^\circ$  y  $290^\circ$  con respecto a la tensión fase-tierra 31, pero se detectan positivos al nivel del sensor capacitivo 20. Se constata fácilmente que la señal compuesta por las descargas parciales positivas y negativas está en fase opuesta con respecto a la frecuencia industrial de la tensión 31. Al nivel del sensor 20, los impulsos positivos son en este caso mucho más numerosos que los impulsos negativos. Esto significa que, en este caso, el procedimiento de vigilancia implementado por el dispositivo de vigilancia determina, por lo tanto, que las descargas parciales provienen de un efecto Corona cuando el ángulo de fase está comprendido sustancialmente entre  $250^\circ$  y  $290^\circ$ .

El gráfico de la figura 5 muestra unas descargas parciales que son exteriores a la ampolla de vacío 10 y que suceden entre piezas conductoras de potencial flotante, por ejemplo, al nivel de los cables, como se presenta en la figura 2. Los impulsos son positivos en la fuente (representada de manera esquemática por la capacidad 9) en torno al paso por  $50^\circ$  del periodo, es decir, entre  $30^\circ$  y  $70^\circ$ , pero se detectan negativos por el sensor capacitivo 20. Los impulsos son negativos en la fuente en torno a un ángulo de  $190^\circ$  del periodo, es decir, cuando el ángulo de fase está comprendido de manera mayoritaria entre  $170^\circ$  y  $210^\circ$  con respecto a la tensión fase-tierra 31, pero se detectan positivos por el sensor capacitivo 20. Se constata fácilmente que la señal compuesta por las descargas parciales positivas y negativas está defasada en fase con respecto a la frecuencia industrial de la tensión 31 y en oposición con las descargas parciales debido a una pérdida de vacío de la figura 3. Al nivel del sensor 20, los impulsos positivos son en este caso más numerosos que los impulsos negativos. Esto significa que, en este caso, el procedimiento de vigilancia implementado por el dispositivo de vigilancia determina, por lo tanto, que las descargas parciales suceden entre unas piezas conductoras de potencial flotante cuando el ángulo de fase está comprendido sustancialmente entre  $170^\circ$  y  $210^\circ$ .

La figura 6 es un diagrama de coordenadas polares que recoge los resultados de las figuras 3 a 5 y muestra los tres tipos de descargas parciales que pueden suceder en una de las fases de la red eléctrica. Cada tipo de descargas parciales está representado por un cono de valores que rodea un valor central dominante de ángulo de fase por los impulsos positivos generados por estas descargas parciales. De este modo, el cono 41 es representativo de descargas parciales que provienen de una pérdida de vacío en la ampolla, ya que está centrado alrededor de un ángulo de fase igual a  $0^\circ$ . El cono 51 es representativo de descargas parciales que provienen de un efecto Corona en el aire, ya que está centrado alrededor de un ángulo de fase igual a  $270^\circ$ . El cono 61 es representativo de descargas parciales que provienen de una pieza conductora de potencial flotante en el aire, ya que está centrado alrededor de un ángulo de fase igual a  $190^\circ$ .

En las figuras de más arriba, se ha considerado que los impulsos debían encontrarse de manera mayoritaria en un cono que tuviera  $40^\circ$  de anchura, es decir,  $\pm 20^\circ$  alrededor del valor central dominante. No obstante, en función de la calidad de las mediciones efectuadas, este cono puede ser alargado completamente a  $\pm 30^\circ$  alrededor del valor central dominante, ya que esto resultaría suficiente para determinar el origen de las descargas parciales detectadas por el sensor capacitivo 20. Por ejemplo, si el ángulo de fase de los impulsos positivos está comprendido entre  $-30^\circ$  y  $+30^\circ$  alrededor de  $0^\circ$ , las descargas parciales también se considerarán como que provienen de una pérdida de vacío en la ampolla. Esto significa que, en este caso, el procedimiento de vigilancia implementado por el dispositivo de vigilancia determina, por lo tanto, que las descargas parciales provienen de una pérdida de vacío en la ampolla de vacío cuando el ángulo de fase está comprendido sustancialmente entre  $-30^\circ$  y  $+30^\circ$ .

En el modo de realización preferente descrito más arriba, el ángulo de fase puede obtenerse a partir de una transformación de Fourier de la totalidad de las descargas parciales, lo que proporciona un parámetro pertinente para calcular el ángulo de fase, ya que esto es suficiente de manera general para determinar el origen de las descargas parciales, en particular, para discriminar si provienen o no de una pérdida de vacío en la ampolla situada frente por frente del sensor. De este modo, esto permite obtener un método muy sencillo de implementar en el dispositivo de vigilancia. Sin embargo, en caso necesario, también pueden ser útiles otros parámetros.

De entre estos otros parámetros, se puede tomar, por ejemplo, el parámetro Q que expresa la asimetría de las descargas parciales. El parámetro Q puede simplificarse como la proporción entre el número de impulsos positivos y el número de impulsos negativos detectados durante la duración predeterminada al nivel del sensor 20 (véase el documento de Edward Gulski, "Computer-Aided Recognition of PD Using Statistical Tools", Delft University Press, Países Bajos, 14 de octubre de 1991). Por ejemplo, una pérdida de vacío en la ampolla de vacío corresponde a una proporción Q inferior a un umbral predeterminado aproximadamente igual a 1, es decir, cuando el número de impulsos negativos es superior al número de impulsos positivos. A la inversa, unas descargas parciales debidas a una causa externa a la ampolla de vacío dan una proporción Q superior a este umbral, es decir, cuando el número de impulsos positivos es superior al número de impulsos negativos. Además, las descargas parciales debidas a un efecto Corona tienen una proporción Q muy superior a las descargas parciales debidas a unas piezas conductoras de potencial flotante. Esto significa que, en este caso, el procedimiento de vigilancia determina que las descargas parciales provienen de una pérdida de vacío en la ampolla de vacío 10 cuando el número de impulsos negativos es superior al número de impulsos positivos generados por las descargas parciales sobre la primera señal.

El dispositivo de vigilancia puede usarse en una red alterna trifásica para un disyuntor de vacío que incluye, por lo tanto, tres ampollas de vacío y tres sensores capacitivos. Preferentemente, un disyuntor de vacío de este tipo usa un dispositivo de vigilancia que tiene tres sensores capacitivos, pero una sola unidad de procesamiento electrónico común. Esta unidad de procesamiento recibe, por lo tanto, del sensor capacitivo de cada fase una primera señal representativa de descargas parciales y recibe, igualmente, para cada ampolla de vacío, una segunda señal representativa de la tensión entre la ampolla de vacío y la tierra. En este caso, la unidad de procesamiento del disyuntor de vacío genera tres diagramas idénticos al de la figura 6, es decir, un diagrama para cada ampolla de vacío.

También se podría considerar de forma simplificada que la unidad de procesamiento no recibe más que una sola segunda señal representativa de la tensión entre una de las ampollas de vacío y la tierra, lo que simplifica el diseño del dispositivo de vigilancia. En este caso, la unidad de procesamiento del disyuntor de vacío genera un primer diagrama idéntico a la figura 6 para una primera ampolla de vacío, un segundo diagrama similar, pero defasado en  $120^\circ$  para una segunda ampolla de vacío, tal como se indica en la figura 7 y un tercer diagrama similar, pero defasado en  $240^\circ$  para una tercera ampolla de vacío, tal como se indica en la figura 8.

Por último, la figura 9 muestra un diagrama de coordenadas polares que recoge los mismos resultados de la figura 6, pero los presenta al nivel de las tres fases de un disyuntor trifásico. Este ejemplo corresponde al caso donde el dispositivo de vigilancia comprende un solo sensor para las tres ampollas de vacío de un disyuntor y una sola segunda señal representativa de la tensión entre una de las ampollas de vacío y la tierra. Los conos 41, 51, 61 corresponden a una primera fase de la red eléctrica, los conos 42, 52, 62 corresponden a una segunda fase de la red eléctrica y los conos 43, 53, 63 corresponden a una tercera fase de la red eléctrica, correspondiendo estos grupos de tres conos respectivamente a una pérdida de vacío en la ampolla de la fase, un efecto Corona y una pieza conductora de potencial flotante. En este ejemplo, es preferible estrechar los conos a aproximadamente  $30^\circ$  de anchura, es decir, estrechar en  $\pm 15^\circ$  alrededor del valor central dominante, para evitar los solapamientos y distinguir mejor los diferentes sectores.

La unidad de procesamiento puede estar integrada en un módulo electrónico que esté montado, por ejemplo, sobre un carril DIN al nivel de la parte delantera de un disyuntor de vacío y que también integra una alimentación eléctrica para la unidad de procesamiento. La unidad de procesamiento incluye unos medios conocidos que permiten digitalizar, filtrar y amplificar las señales analógicas que provienen de los sensores e incluye, por supuesto, una memoria para almacenar las informaciones recibidas y/o las informaciones calculadas. Por otra parte, el módulo electrónico puede incluir, igualmente, una interfaz Hombre-Máquina y una interfaz de comunicación de red alámbrica o inalámbrica, de forma que se puedan señalar y transmitir los sucesos/alertas detectados por el dispositivo de vigilancia.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de vigilancia de descargas parciales en una red eléctrica alterna, implementándose el procedimiento por un dispositivo de vigilancia montado en un aparato de corte provisto de una ampolla de vacío (10) conectada a una fase (5) de la red alterna, comprendiendo el dispositivo de vigilancia:

- 5 - un detector de descargas parciales posicionado frente por frente de la ampolla de vacío (10),
- una unidad de procesamiento electrónico que recibe una primera señal representativa de las descargas parciales detectadas por dicho detector y que recibe una segunda señal representativa de una tensión (31) de la red eléctrica alterna,
- 10 - incluyendo la unidad de procesamiento electrónico unos medios de conteo capaces de contabilizar durante una duración predeterminada unos impulsos generados por las descargas parciales sobre la primera señal,
- incluyendo la unidad de procesamiento electrónico unos medios de discriminación capaces de calcular un ángulo de fase de dichos impulsos con respecto a la segunda señal,

**caracterizado porque** el procedimiento de vigilancia determina que las descargas parciales provienen de una pérdida de vacío en la ampolla de vacío (10) cuando el ángulo de fase está comprendido entre  $-30^\circ$  y  $+30^\circ$  o cuando el número de impulsos negativos es superior al número de impulsos positivos generados por las descargas parciales sobre la primera señal.

2. Procedimiento de vigilancia de descargas parciales según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procedimiento de vigilancia determina que las descargas parciales provienen de una pérdida de vacío en la ampolla de vacío (10) cuando el ángulo de fase está comprendido entre  $-20^\circ$  y  $+20^\circ$ .

3. Procedimiento de vigilancia de descargas parciales según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procedimiento de vigilancia determina que las descargas parciales provienen de un efecto Corona cuando el ángulo de fase está comprendido entre  $250^\circ$  y  $290^\circ$ .

4. Procedimiento de vigilancia de descargas parciales según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procedimiento de vigilancia determina que las descargas parciales suceden entre unas piezas conductoras de potencial flotante cuando el ángulo de fase está comprendido entre  $170^\circ$  y  $210^\circ$ .

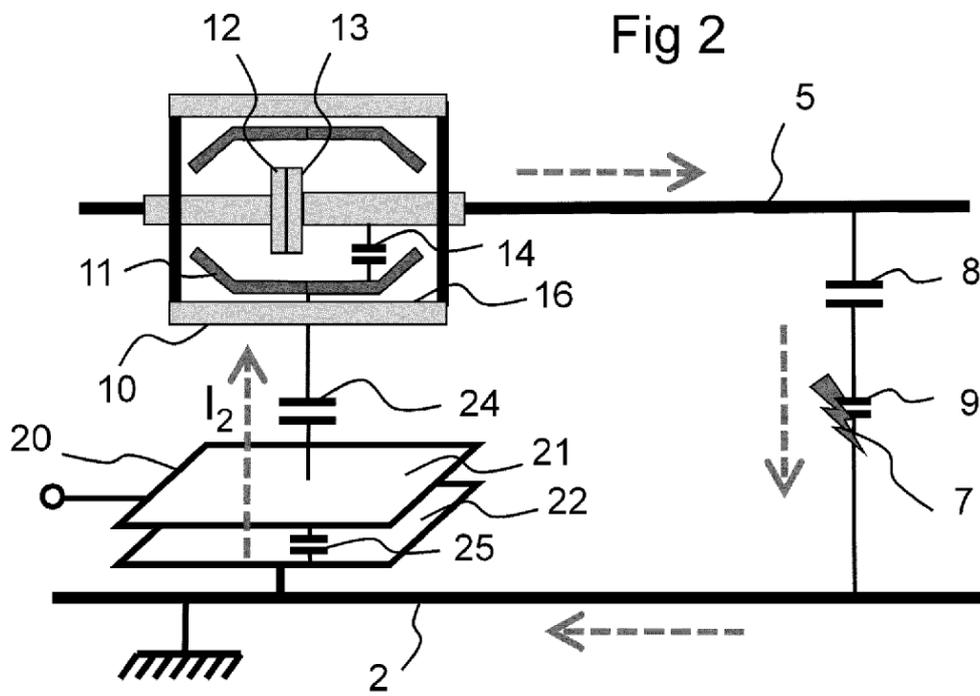
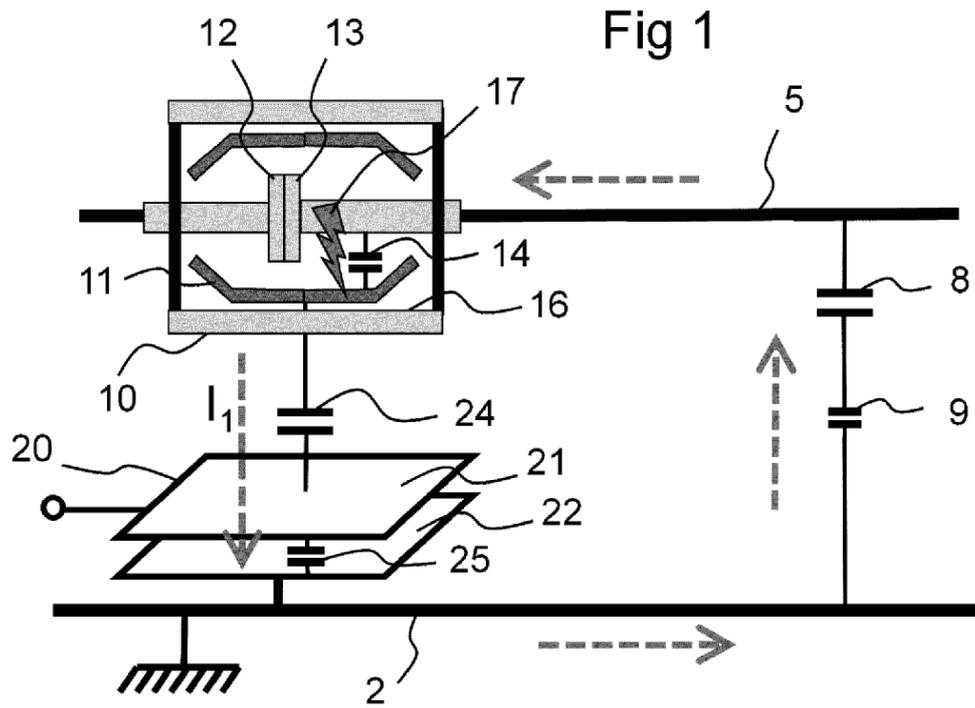
5. Dispositivo de vigilancia de descargas parciales en una red eléctrica alterna, estando el dispositivo de vigilancia montado en un aparato de corte provisto de una ampolla de vacío (10) conectada a una fase (5) de la red alterna, comprendiendo el dispositivo de vigilancia:

- 30 - un detector de descargas parciales posicionado frente por frente de la ampolla de vacío (10),
- una unidad de procesamiento electrónico que recibe una primera señal representativa de las descargas parciales detectadas por dicho detector y que recibe una segunda señal representativa de una tensión (31) de la red eléctrica alterna,
- incluyendo la unidad de procesamiento electrónico unos medios de conteo capaces de contabilizar durante una duración predeterminada unos impulsos generados por las descargas parciales sobre la primera señal,
- 35 - incluyendo la unidad de procesamiento electrónico unos medios de discriminación capaces de calcular un ángulo de fase de dichos impulsos con respecto a la segunda señal,

**caracterizado porque** la unidad de procesamiento es susceptible de implementar el procedimiento de vigilancia según una de las reivindicaciones anteriores.

6. Dispositivo de vigilancia según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el detector de descargas parciales es un sensor capacitivo (20) que incluye una primera superficie conductora (21) separada por una capa aislante de una segunda superficie conductora (22) conectada a la tierra, estando la primera superficie conductora (21) posicionada frente por frente de la ampolla de vacío (10).

7. Aparato de corte que incluye una ampolla de vacío para cada fase de una red eléctrica alterna multifases, **caracterizado porque** el aparato de corte comprende para cada fase un dispositivo de vigilancia según una de las reivindicaciones 5 a 6.



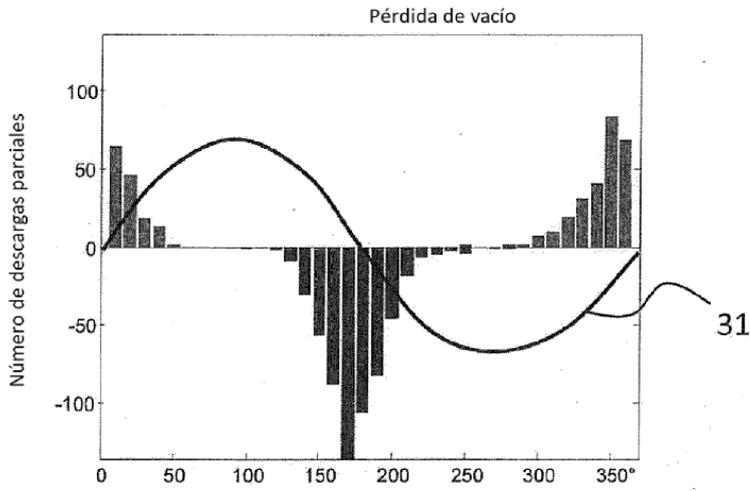


Fig 3

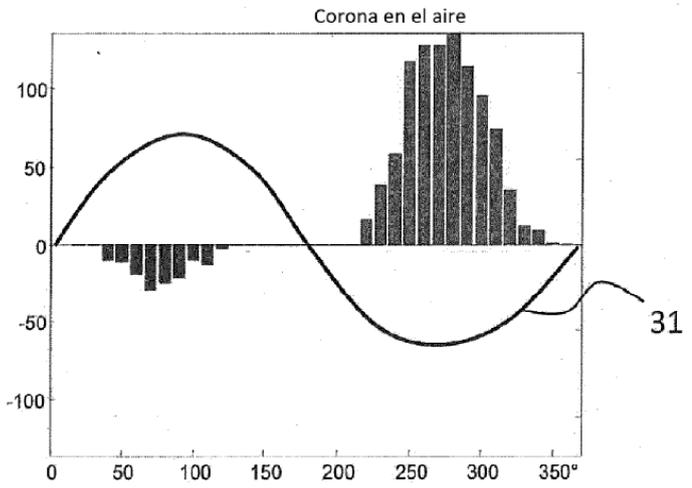


Fig 4

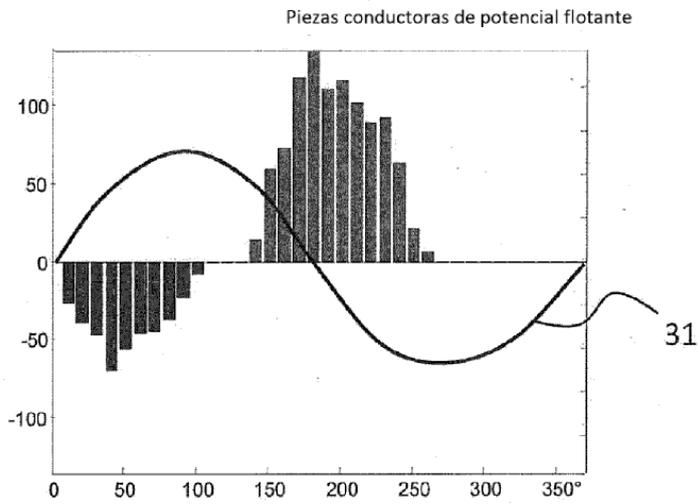


Fig 5

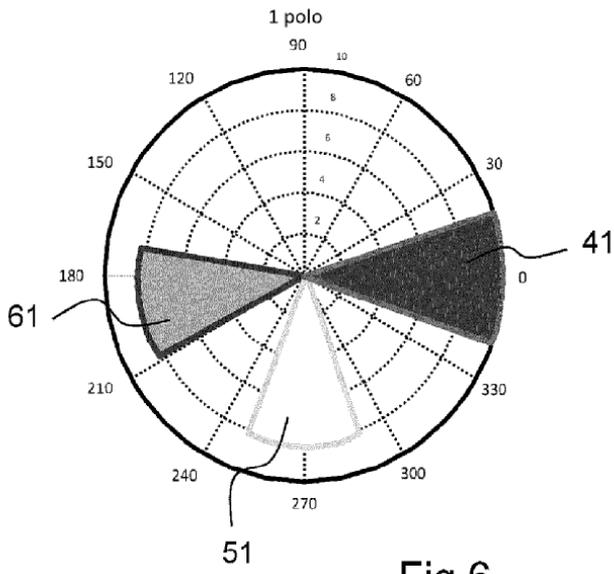


Fig 6

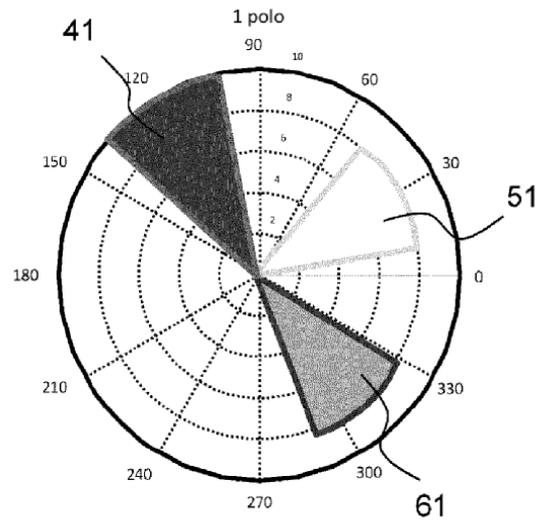


Fig 7

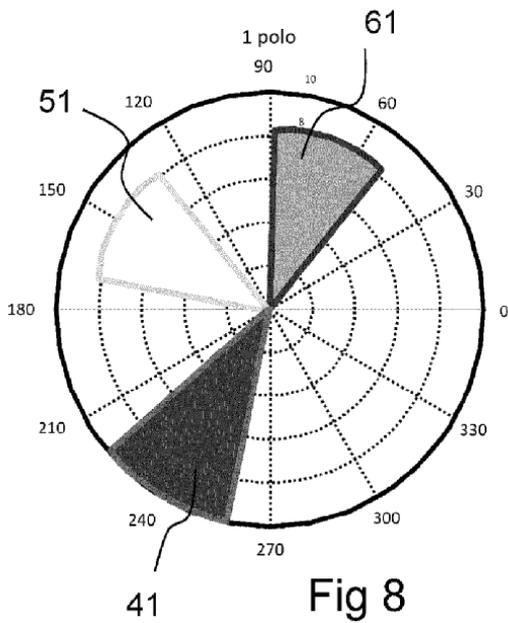


Fig 8

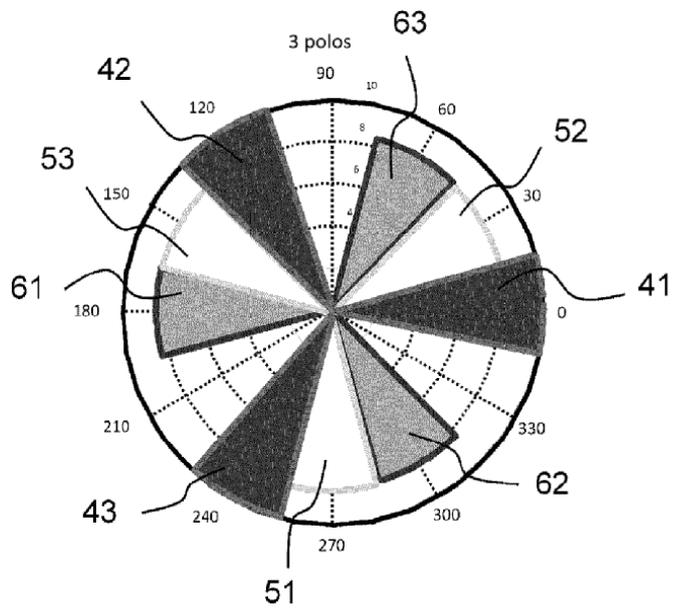


Fig 9