

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 744**

51 Int. Cl.:

G01R 31/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.06.2012 PCT/EP2012/061274**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13185820**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2012 E 12730847 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 2861999**

54 Título: **Aparato y procedimiento de detección de descarga parcial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.12.2019

73 Titular/es:
**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
Via Chiese, 6
20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:
**CANDELA, ROBERTO;
DI STEFANO, ANTONIO;
FISCELLI, GIUSEPPE y
GIACONIA, GIUSEPPE COSTANTINO**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 733 744 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

Aparato y procedimiento de detección de descarga parcial

Antecedentes**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a técnicas de detección de descargas parciales. La detección de descargas parciales se usa particularmente para detectar y medir descargas parciales en componentes y aparatos eléctricos, tales como: cables de medio o alto voltaje, uniones de cables, aisladores de líneas aéreas, cajas de cuadros de distribución de medio y alto voltaje, cables de alto y extra alto voltaje que utilizan GIS (Conmutadores con aislamiento de gas).

10 Descripción de la técnica relacionada

El término descargas parciales tiene la intención de indicar una recombinación no deseada de cargas eléctricas que ocurren en el material dieléctrico (aislante) de componentes eléctricos, cuando estos últimos tienen defectos de varios tipos, lo que eventualmente conduce a la destrucción dieléctrica. Aquí, una corriente de pulso se genera en porciones de material dieléctrico y hace que una onda electromagnética se propague a través de los cables de alimentación o puesta a tierra del sistema eléctrico relevante, y se irradie a través de los diversos medios circundantes (material dieléctrico, metales, aire, etc.).

El documento WO-A-2009-150627 describe, entre otras cosas, un dispositivo de detección de descarga parcial de tamaño pequeño, totalmente aislado y autoalimentado, que permite que las mediciones se realicen con la máxima seguridad sin necesidad de conexión directa al sistema bajo examen. El dispositivo comprende una antena de banda ancha adaptada para actuar como un sensor de campo eléctrico e incluye un primer conductor plano (es decir, un punto o una línea, dicho segundo conductor es más pequeño en aproximadamente dos órdenes de magnitud que la longitud de onda de campo que se detectará, de modo que la antena de banda ancha no resuena en una banda de aproximadamente 0,1 MHz a aproximadamente 100 MHz. Por ejemplo, el segundo conductor tiene la forma de una esfera hueca. Se puede utilizar un amplificador electrónico de banda ancha para ajustar la impedancia de la antena y amplificar las señales captadas para la detección de señales débiles. El amplificador de banda ancha tiene una banda mínima que cae en un intervalo de alrededor de 0,5 MHz a 60 MHz. El filtrado fuera de banda se realiza mediante filtros de primer orden o de segundo orden que tienen una frecuencia de corte de unas pocas decenas de MHz.

30 El solicitante ha notado que al realizar una detección inalámbrica y sin contacto también se recibe una cantidad considerable de ruido ambiental; este ruido puede ser más fuerte que las señales de impulso pequeño generadas en un componente eléctrico por descarga parcial, lo que reduce la precisión del procedimiento de detección.

El documento US7183774 divulga un procedimiento de detección de descarga parcial en un aparato eléctrico que emplea una antena UHF colocada en el receptáculo del aparato. El procedimiento consiste en analizar el espectro de la señal electromagnética captada por la antena e identificar en el espectro una o más frecuencias de interés. Para identificar la frecuencia de interés, el espectro de la señal recibida por la antena se compara con un espectro de referencia. El procedimiento incluye una etapa en la que la diferencia de amplitud entre los dos espectros se calcula para los valores pico máximos y para los valores promedio de los dos espectros disponibles en cada frecuencia.

40 El documento JP-A-07-027814 describe un dispositivo de monitorización de aislamiento para equipos de energía eléctrica que monitorizan el estado aislado de equipos eléctricos al monitorizar la generación de descarga de corona. El dispositivo está constituido por una antena de detección de corona que detecta las ondas electromagnéticas generadas cuando se produce la descarga de corona en el equipo de potencia, una antena de detección de ruido que detecta ondas de ruido externas. Además, el dispositivo también está provisto de un circuito de procesamiento de señales para eliminar las señales de ruido contenidas en la señal para la detección de corona. El circuito de procesamiento consta de dos amplificadores y un amplificador diferencial.

Breve resumen de la invención.

50 El Solicitante ha notado que la técnica descrita en el documento JP-A-07-027814 no garantiza una cancelación de ruido satisfactoria. El solicitante ha tratado el problema de diseñar un aparato de detección de descarga parcial que emplea una antena para captar señales de descarga parcial que permite la detección de pulsos de descarga parcial que tienen una amplitud comparable a la amplitud de las señales de ruido recibidas en la misma antena.

El solicitante encontró que dos antenas colocadas (en posiciones remotas o cercanas) de tal manera que una antena muestra un área efectiva respectiva más pequeña que el área efectiva de la otra antena para supuestas direcciones entrantes de señales de descarga parcial podrían proporcionar valores satisfactorios de la relación señal

a ruido S/N. En particular, la señal de la antena orientada hacia la supuesta fuente de descarga parcial se resta de la señal de la segunda antena.

5 El documento US2008/0288189 divulga un sistema para identificar un evento de arco eléctrico en un equipo de distribución eléctrica que comprende una primera antena para detectar señales de radiofrecuencia que tienen la característica de radiofrecuencia de arco y una segunda antena para detectar señales de radiofrecuencia con características de radiofrecuencia de ruido. El sistema divulgado por el documento mencionado anteriormente incluye un procesador de señales para extraer la característica de radiofrecuencia de las señales detectadas. El documento "Optimisation of a sensor for Onsite Detection of Partial Discharges in Power Transformers by the UHF Method", J. Lopez-Roldan et al., IEEE transactions on dielectrics and electrical insulation, Vol. 15, No. 6. 1 diciembre de 2008, páginas 1634-1639, describe las pruebas de un grupo de antenas seleccionadas llevadas a cabo en un transformador de potencia que simula las señales de banda ancha generadas por la descarga parcial.

10 De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención se refiere a un aparato de detección de descarga parcial que comprende:

15 una primera antena configurada para recibir señales electromagnéticas asociadas al menos parcialmente con descargas parciales de un objeto eléctrico y para generar una primera señal eléctrica; teniendo la primera antena una primera área efectiva de recepción para las primeras direcciones de recepción;

20 una segunda antena configurada para recibir señales de ruido electromagnético y para generar una segunda señal eléctrica; estando dispuestas las primera y segunda antenas para hacer que la segunda antena tenga una segunda área efectiva de recepción para dichas primeras direcciones de recepción más pequeñas que dicha primera área efectiva de recepción; y

un primer módulo de procesamiento configurado para recibir dichas primera y segunda señales eléctricas y para generar una diferencia de señal eléctrica que representa la diferencia entre la primera señal eléctrica y la segunda señal eléctrica.

25 Ventajosamente, al menos una de la primera antena y la segunda antena es una antena direccional. Preferiblemente, tanto la primera antena como la segunda son antenas direccionales.

Ventajosamente, la primera y la segunda antena se colocan en una estructura de soporte compartida. La estructura de soporte compartida puede ser una porción de una de la primera o la segunda antena.

30 Preferiblemente, en el aparato de la invención, la primera antena tiene una tercera área efectiva para segundas direcciones de recepción, diferente de dichas primeras direcciones de recepción; y la segunda antena tiene una cuarta área efectiva para las segundas direcciones de recepción, siendo dicha cuarta área efectiva igual o más grande que la tercera área efectiva. De esta manera, la segunda antena es más sensible al ruido que la primera antena.

35 Preferiblemente, en el aparato de la invención, la primera antena está dispuesta, por ejemplo, sobre una estructura de soporte, de modo que tenga al menos el 90% de la potencia recibida en un primer patrón de radiación incluido en un primer semi-espacio; y la segunda antena está dispuesta, por ejemplo, en la misma estructura de soporte, para tener al menos el 90% de la potencia recibida en un segundo patrón de radiación incluido en un segundo semi-espacio opuesto al primer semi-espacio con respecto a un plano de referencia que separa el primer semi-espacio del segundo semi-espacio.

40 Más preferiblemente, la primera antena está dispuesta, por ejemplo, en una estructura de soporte, para mostrar los valores máximos de la ganancia de recepción respectiva para las direcciones entrantes que se encuentran en el primer semi-espacio, y la segunda antena está dispuesta, por ejemplo, estructurada y montada en el misma estructura de soporte, para mostrar los valores máximos de la ganancia de recepción respectiva para las direcciones de entrada adicionales que se encuentran en el primer semi-espacio.

45 En el caso de que tanto la primera antena como la segunda sean direccionales y tengan diagramas de recepción sustancialmente no superpuestos, la primera antena incluye preferiblemente un primer conductor de antena y un conductor plano configurado para operar como plano de base para el primer conductor de antena.

Preferiblemente la primera antena tiene forma esférica.

Preferiblemente, la segunda antena es una antena de parche o de bucle.

50 En una realización de la presente invención, la estructura de soporte compartido del aparato de la invención comprende una parte plana que incluye: un primer lado en el que está montado el primer conductor de antena y un segundo lado opuesto al primer lado en el que dicho segundo conductor de antena está montado.

Preferiblemente, la estructura de soporte comprende una placa de circuito impreso que incluye el primer módulo de procesamiento.

Preferiblemente, la placa de circuito impreso comprende terminales eléctricos conectados a la primera antena y la segunda antena, y un elemento de soporte que conecta mecánicamente el primer conductor de antena a la placa de circuito impreso.

5 Preferiblemente, el primer módulo de procesamiento del aparato de la invención comprende un módulo de diferencia configurado para generar dicha señal eléctrica de diferencia. El módulo de diferencia se puede seleccionar entre un componente electrónico activo, un transformador de voltaje o un transformador de voltaje con toma central.

En presencia de un módulo de diferencia, la primera antena está estructurada para detectar mediante acoplamiento capacitivo una señal eléctrica de sincronización que representa la tendencia del voltaje eléctrico suministrada al objeto eléctrico.

10 Ventajosamente, el aparato de la invención incluye además un módulo de sincronización configurado para amplificar dicha señal eléctrica de sincronización y proporcionar una señal eléctrica de sincronización amplificada.

15 En una realización preferida, dicho primer módulo de procesamiento comprende además un primer módulo de filtrado de paso alto conectado a la primera antena, y un segundo módulo de filtrado de paso alto conectado a la segunda antena, estando configurados el primero y el segundo módulos de filtrado de paso alto para desacoplar la señal eléctrica de sincronización de dichas primera y segunda señales eléctricas.

20 En el caso de que el módulo de diferencia sea un componente electrónico activo, dicho componente electrónico activo comprende un amplificador operacional en una configuración de retroalimentación negativa sin inversión. El amplificador operacional comprende ventajosamente un terminal no inversor configurado para recibir dicha primera señal eléctrica; un terminal inversor configurado para recibir dicha segunda señal eléctrica; y un terminal de salida configurado para proporcionar la diferencia de señal eléctrica que representa la diferencia entre la primera señal eléctrica y la segunda señal eléctrica.

25 En otra realización de la invención, el aparato incluye además un dispositivo de adquisición y análisis que comprende: un convertidor digital a analógico estructurado para producir a partir de la diferencia de señal eléctrica una pluralidad de muestras correspondientes; un módulo de activación de adquisición para seleccionar muestras de adquisición de dicha pluralidad de muestras; una memoria configurada para almacenar las muestras de adquisición seleccionadas; un procesador estructurado para generar señales de comando que se enviarán al módulo de activación de adquisición y a la memoria.

Preferiblemente, el módulo de medición está estructurado para recibir la señal eléctrica de sincronización amplificada de un módulo de sincronización y para proporcionar parámetros eléctricos al procesador.

30 El dispositivo de adquisición y análisis preferiblemente incluye además un módulo transceptor estructurado para enviar/recibir datos/comando a/desde un módulo de procesador externo.

En una realización preferida, el aparato de la invención tiene la primera antena configurada para recibir señales que tienen una frecuencia incluida en el intervalo de 0,1 MHz a 100 MHz y la segunda antena configurada para recibir señales que tienen una frecuencia incluida en el intervalo de 0,1 MHz a 100 MHz.

35 En otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de detección de descarga parcial, que comprende:

colocar una primera antena direccional para tener una primera área efectiva de recepción para las primeras direcciones de recepción;

40 recibir por la primera antena señales electromagnéticas asociadas al menos parcialmente con descargas parciales de un objeto eléctrico;

generar por la primera antena una primera señal eléctrica correspondiente a las señales electromagnéticas recibidas;

colocar una segunda antena direccional para tener una segunda área efectiva de recepción para dichas primeras direcciones de recepción más pequeñas que dicha primera área efectiva de recepción;

45 recibir por la segunda antena señales de ruido electromagnético;

generar por la segunda antena una segunda señal eléctrica correspondiente a dichas señales de ruido electromagnético recibidas;

procesar dichas señales eléctricas primera y segunda para producir una señal eléctrica de diferencia que representa una diferencia entre la primera señal eléctrica y la segunda señal eléctrica.

50 En la presente descripción y las reivindicaciones, como "antena direccional" se entiende una antena que irradia o recibe ondas electromagnéticas de manera más efectiva en algunas direcciones que en otras. En particular, como

5 “antena direccional” se entiende una antena con una relación Frontal/trasera superior a 0 dB, preferiblemente superior a 1 dB. El parámetro Frontal/trasero, expresado en decibelios, es la relación entre el parámetro de ganancia asociado con el lóbulo principal del patrón de radiación y el parámetro de ganancia asociado con el lóbulo opuesto del patrón de radiación. El parámetro de ganancia de una antena es la relación de la potencia producida por la antena desde una fuente de campo lejano en el eje del haz de la antena a la potencia producida por una antena isotrópica sin pérdidas hipotética, que es igualmente sensible a las señales de todas las direcciones.

En la presente descripción y las reivindicaciones, con referencia a la antena, como “dirección de recepción de señales” o “dirección de entrada de señales” se refiere a la dirección de la cual se supone que provienen las señales.

10 En la presente descripción y las reivindicaciones, como “área efectiva” de una antena se entiende una medida de cuán efectiva es una antena al recibir la potencia de las ondas electromagnéticas en cada dirección de entrada. El área efectiva de una antena depende de otro parámetro que caracteriza el comportamiento de la antena, que es la directividad de la antena. En la presente descripción, los términos “área efectiva” y “directividad” se utilizarán como parámetros alternativos que caracterizan la capacidad de recibir energía de la dirección particular de entrada de una antena.

15 **Breve descripción de los dibujos**

Otras características y ventajas serán más evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización preferida y de sus alternativas dadas a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

20 La figura 1 muestra una realización de un sistema de adquisición de descarga parcial que comprende una primera antena, una segunda antena y un módulo de diferencia;

La figura 2 muestra esquemáticamente un componente electrónico activo utilizable por dicho módulo de diferencia;

La figura 3 muestra esquemáticamente un transformador de voltaje primario con toma central que puede emplearse mediante dicho módulo de diferencia;

25 La figura 4 muestra un primer diagrama de radiación de la primera antena y un segundo diagrama de radiación de la segunda antena;

La figura 5 es una realización del módulo de diferencia que emplea un amplificador operacional;

La figura 6 muestra una realización de un módulo de sincronización incluido en dicho sistema de adquisición de descarga parcial;

30 La figura 7 muestra una realización del dispositivo de adquisición y análisis incluido en dicho sistema de adquisición de descarga parcial;

Las figuras 8A y 8B muestran dos vistas diferentes de una realización particular de dicho sistema de adquisición de descarga parcial;

35 La figura 9 muestra los resultados experimentales obtenidos con el sistema de adquisición de descargas parciales de las Figuras 8A y 8B.

Descripción detallada

La figura 1 muestra un objeto 100 eléctrico y un sistema 500 de adquisición de descarga parcial que comprende un aparato 400 de detección de descarga parcial y un dispositivo 300 opcional de adquisición y análisis.

40 El objeto 100 eléctrico puede ser cualquier tipo de componente, dispositivo, aparato o sistema que pueda producir pulsos electromagnéticos de descarga parcial y es, por ejemplo, un cable de medio o alto voltaje, una unión de cable, un aislante de línea aérea, una caja de cuadro de distribución de medio y alto voltaje, un cable de alto y extra alto voltaje que usa GIS (Conmutadores con aislamiento de gas), un motor eléctrico o generador o un transformador de medio o alto voltaje.

45 El sistema 500 de adquisición de descarga parcial es un aparato electrónico que se puede emplear para detectar, medir y/o analizar descargas parciales generadas por fuentes eléctricas como el objeto 100 eléctrico. En particular, el sistema 500 de adquisición de descarga parcial puede ser portátil y se incluye en un caso que no se muestra en las figuras.

50 El sistema 500 de adquisición de descarga parcial está configurado para colocarse cerca del objeto 100 eléctrico para recibir, de acuerdo con un modo inalámbrico y sin contacto, señales electromagnéticas de descarga S_d correspondientes a los pulsos de descarga parcial emitidos por el objeto 100 eléctrico. También se observa que las señales de ruido S_n electromagnético que podrían perturbar la detección de las señales electromagnéticas

correspondientes a los pulsos de descarga parcial pueden estar presentes en el área en la que se emplea el sistema 500 de adquisición de descarga parcial.

5 Las señales de descarga S_d a detectar pueden ser pulsos de ondas electromagnéticas que tienen frecuencias incluidas en el intervalo de 0,1 MHz a 100 MHz. Las señales de ruido S_n tienen normalmente frecuencias incluidas en el mismo intervalo de 0,1 MHz a 100 MHz.

10 El aparato 400 de detección de descarga parcial (en lo sucesivo, también denominado "aparato de detección", por razones de concisión) comprende una primera antena 1 y una segunda antena 2 que pueden montarse, por ejemplo, en una estructura 3 de soporte compartida, de acuerdo con una primera realización de la invención. La primera antena 1 está configurada para recibir las señales de descarga S_d , pero también puede recibir señales de ruido S_n electromagnético no deseadas.

Con mayor detalle, con referencia a un primer conjunto de direcciones de entrada de la radiación, la primera antena 1 está estructurada para mostrar una primera área efectiva A_{eff_1} que tiene un primer valor o valores $A_{eff_{1-dr1}}$. Particularmente, el primer conjunto de direcciones entrantes corresponde a las direcciones entrantes de las señales de descarga S_d .

15 La segunda antena 2 está configurada para recibir las señales de ruido S_n electromagnético presentes en el área en la que se emplea el sistema 500 de adquisición de descarga parcial. En algunos casos, la segunda antena 2 también puede recibir señales de descarga S_d . Sin embargo, la segunda antena 2 está estructurada para mostrar una segunda área efectiva A_{eff_2} que, para dicho primer conjunto de direcciones de radiación entrante, tiene un segundo valor o valores $A_{eff_{2-dr1}}$ que es más pequeño que dicho primer valor $A_{eff_{1-dr1}}$ de la primera antena 1:

20
$$A_{eff_{1-dr1}} > A_{eff_{2-dr1}} \quad (1)$$

En particular, el primer valor $A_{eff_{1-dr1}}$ es al menos diez veces el segundo valor $A_{eff_{2-dr1}}$.

La relación (1) para el primer conjunto de direcciones de radiación entrante significa que la primera antena 1 es más sensible a las señales de descarga S_d que la segunda antena 2.

25 Con referencia a un segundo conjunto de direcciones de radiación entrante, la primera antena 1 muestra una primera área efectiva A_{eff_1} que tiene un tercer valor o valores $A_{eff_{1-dr2}}$ y la segunda antena 2 muestra una segunda área efectiva A_{eff_2} que tiene un cuarto valor o valores $A_{eff_{2-dr2}}$. En particular, el segundo conjunto de direcciones entrantes corresponde a las direcciones entrantes de las señales de ruido S_n electromagnético.

30 De acuerdo con una realización particular, el aparato 400 de detección de descarga parcial está configurado de modo que la siguiente relación sea válida para la primera y la segunda antena 1 y 2, con referencia al segundo conjunto de direcciones entrantes:

$$A_{eff_{2-dr2}} \geq A_{eff_{1-dr2}} \quad (2)$$

De acuerdo con la relación (2), el cuarto valor/s $A_{eff_{2-dr2}}$ es igual o mayor que el tercer valor/s $A_{eff_{1-dr2}}$. En particular, el cuarto valor $A_{eff_{2-dr2}}$ es al menos diez veces el tercer valor/s $A_{eff_{1-dr2}}$.

35 La relación (2) para el segundo conjunto de direcciones de radiación entrante significa que la segunda antena 2 es igual o más sensible a las señales de ruido S_n electromagnético que a la primera antena 1.

40 De acuerdo con un primer ejemplo, la primera antena 1 y/o la segunda antena 2 son antenas direccionales. Particularmente, la primera antena 1 y la segunda antena 2 muestran diferentes patrones de radiación tridimensionales. Particularmente, el aparato 400 de detección de descarga parcial está diseñado de tal manera que la primera antena 1 puede proporcionar una detección sensible y precisa de la señal de descarga S_d , por lo que la primera antena 1 está diseñada para obtener que la primera área efectiva A_{eff_1} muestre un valor mayor para el primer conjunto de direcciones entrantes.

45 Además, el aparato 400 de detección de descarga parcial está diseñado de tal manera que la segunda antena 2 puede proporcionar la detección de las señales de ruido S_n , por lo que la segunda antena 2 está diseñada para obtener que la segunda área efectiva A_{eff_2} muestre el mayor valor para el segundo conjunto de direcciones entrantes.

50 Preferiblemente, la primera antena 1 tiene una directividad que tiene un parámetro Frontal/trasero comprendido entre 3 y 30 dB; más preferiblemente, el parámetro Frontal/trasero está comprendido entre 6 dB y 10 dB. La segunda antena 2 tiene una directividad que tiene un parámetro Frontal/trasero mayor que el parámetro Frontal/trasero de la primera antena 1 y, preferiblemente, comprendido entre 10 y 30 dB; más preferiblemente, el parámetro Frontal/trasero de la segunda antena 2 está comprendido entre 11 y 20 dB.

Como ejemplo, la primera antena 1 puede ser una de las siguientes antenas: antena de parche pequeño, antena de bucle, dipolo y antena de banda ultra ancha. Una antena esférica particular que puede usarse como la primera antena 1 se describirá a continuación.

La segunda antena 2 puede ser, por ejemplo, una antena de parche, una antena de bucle, un dipolo, una antena de banda ultra ancha o una antena esférica de forma análoga a la primera antena 1. De acuerdo con la primera realización representada en la figura 1, el aparato 400 de detección de descarga parcial comprende además un módulo 600 de diferencia que tiene un primer terminal 4 de entrada conectado, por medio de una primera línea 5 conductora, a un primer terminal 6 de salida de la primera antena 1 y un segundo terminal 7 de entrada conectado, por medio de una segunda línea 8 conductora, a un segundo terminal 9 de salida de la segunda antena 2.

Además, la primera antena 1 está configurada para recibir las señales de descarga S_d y la señal de ruido S_n no deseada y convertirlas en una primera señal S_{in1} eléctrica recibida (por ejemplo, una corriente eléctrica) disponible en la primera línea 5 conductora. La segunda antena 2 está configurada para recibir la señal de ruido S_n y también una parte de las señales de descarga S_d y convertirlas en una segunda señal S_{in2} eléctrica recibida (por ejemplo, una corriente eléctrica adicional) disponible en la segunda línea 8 conductora.

La figura 4 muestra, como ejemplo, un primer diagrama de radiación RD1 de la primera antena 1 y un segundo diagrama de radiación RD2 de la segunda antena 2, como podría ser cuando la primera antena y la segunda antena 2 estén posicionadas para operar para la detección. En particular, la figura 4 muestra una sección vertical de un primer patrón de radiación de la primera antena 1 y otra sección vertical de un segundo patrón de radiación de la segunda antena 2. Una sección vertical es una sección entre un plano vertical, como un ejemplo, un plano perpendicular a la superficie del suelo y el patrón respectivo. Como es claro para el experto en la técnica, el diagrama de radiación de una antena es sustancialmente idéntico al diagrama de recepción de la misma antena. De acuerdo con el ejemplo mostrado en la figura 4, el primer diagrama RD1 se encuentra sustancialmente en un primer semi-espacio, mientras que el segundo diagrama RD2 se encuentra sustancialmente en el semi-espacio opuesto, con respecto a un plano de referencia, por ejemplo, paralelo a una superficie del suelo.

En particular, el primer patrón de radiación de la primera antena 1 y el segundo patrón de radiación de la segunda antena 2 no se superponen sustancialmente entre sí, y particularmente, la primera antena 1 muestra los valores máximos de la ganancia de recepción para las direcciones entrantes que se encuentran en el primer semi-espacio (para estar orientado hacia la fuente de descarga parcial esperada). La segunda antena 1 muestra los valores máximos de la ganancia de recepción para las direcciones entrantes que se encuentran en el segunda semi-espacio que es opuesto al primer semi-espacio.

Preferiblemente, la primera antena 1 está dispuesta sobre la estructura 3 de soporte para tener al menos el 90% de la potencia recibida del primer patrón de radiación incluido en el primer semi-espacio, y la segunda antena 2 está dispuesta sobre la estructura 3 de soporte para tener al menos el 90% de la potencia recibida del segundo patrón de radiación incluido en un segundo semi-espacio opuesto al primer semi-espacio. Como ejemplo, la primera antena 1 y la segunda antena 2 muestran un parámetro Frontal/trasero de 20 dB y, en particular, están orientados en direcciones diferentes y, preferiblemente, opuestas.

La diferencia del módulo 600 de la figura 1 está configurado para generar una señal de salida S_{out} de diferencia que representa una diferencia entre la primera señal S_{in1} eléctrica recibida y la segunda señal S_{in2} eléctrica recibida. El módulo 600 de diferencia está provisto de un tercer terminal 10 de salida para la señal de salida S_{out} de diferencia.

De acuerdo con un ejemplo mostrado en la figura 2, el módulo 600 de diferencia puede comprender un dispositivo electrónico activo, como un amplificador 11 operacional u otro tipo de componente activo electrónico discreto, adaptado para generar la señal de salida S_{out} de diferencia. Una realización particular del módulo 600 de diferencia que emplea el amplificador 11 operacional se describirá a continuación.

De acuerdo con otro ejemplo mostrado en la figura 3, el módulo 600 de diferencia puede comprender un dispositivo electrónico pasivo, tal como un transformador 11 eléctrico, adaptado para generar la señal de salida S_{out} de diferencia. El transformador 12 eléctrico es un transformador de alta frecuencia. De acuerdo con el ejemplo mostrado en la figura 3, el transformador 12 de alta frecuencia, que se encuentra en una configuración con toma central, incluye un primer devanado 13 que tiene dos terminales finales adaptadas para recibir respectivamente la primera señal S_{in1} eléctrica recibida y la segunda señal S_{in2} eléctrica recibida y una terminal 15 central conectada a un terminal de puesta a tierra eléctrica GND. Un segundo devanado 14 del transformador 12 de alta frecuencia está acoplado mutuamente con el primer devanado 13 y está provisto de un terminal de señal de diferencia 40 para la señal de salida S_{out} de diferencia y un terminal de puesta a tierra GND conectado a la puesta a tierra eléctrica.

De acuerdo con la realización mostrada en la figura 1, el aparato 400 de detección de descarga parcial también puede estar provisto de un módulo 200 de sincronización que está configurado para recibir en un tercer terminal 16 de entrada una primera señal S_{syn1} eléctrica de sincronización y proporcionar a un cuarto terminal 17 de salida una segunda señal S_{syn2} eléctrica de sincronización. La primera señal S_{syn1} eléctrica de sincronización representa el comportamiento del voltaje eléctrico de CA (corriente alterna) suministrada al objeto 100 eléctrico bajo prueba y puede obtenerse, de acuerdo con una realización, por una detección inalámbrica y sin contacto realizada por la primera antena 1 de una señal S_{sup} electromagnética de suministro generada por el voltaje eléctrico que pasa a través del objeto 100 eléctrico. De acuerdo con esta realización, el tercer terminal 16 de entrada está conectado a la primera línea 5 de conexión para recibir la primera señal S_{in1} eléctrica recibida, que también incluye la primera señal S_{syn1} eléctrica de sincronización y, en particular, la primera antena 1 está diseñada para funcionar como un sensor

de acoplamiento capacitivo para detectar la primera señal $S_{\text{syn}1}$ eléctrica de sincronización de la señal S_{sup} electromagnética de suministro. En este caso, la primera antena 1 está diseñada para ofrecer un acoplamiento capacitivo adecuado con el voltaje eléctrico de CA (Corriente Alterna) que alimenta el objeto 100 eléctrico, mostrando, como ejemplo, una superficie de acoplamiento adecuada.

5 De acuerdo con otra realización, la primera señal $S_{\text{syn}1}$ eléctrica de sincronización puede ser detectada por un sensor 18 de sincronización conectable al tercer terminal 16 de entrada, tal como una antena adicional para una detección inalámbrica y sin contacto, u otro tipo de sensor para ponerse en contacto con el objeto 100 eléctrico o con otro componente eléctrico que funcione al mismo voltaje eléctrico suministrado al objeto 100 eléctrico.

10 Con referencia al módulo 600 de diferencia, de acuerdo con otra realización, también se puede estructurar para tratar adecuadamente la primera señal $S_{\text{in}1}$ eléctrica recibida y la segunda señal $S_{\text{in}2}$ eléctrica recibida, por lo que también puede comprender un módulo de filtrado de paso alto y un módulo de ecualización opcional colocado antes del amplificador 11 operacional o del transformador 12 eléctrico.

15 La figura 5 se refiere a un ejemplo del módulo 600 de diferencia en el caso en el que se emplea el amplificador 11 operacional. El módulo 600 de diferencia comprende un primer módulo 19 de filtrado de paso alto que tiene una entrada respectiva conectada al primer terminal 4 de entrada. Como ejemplo, el primer módulo 19 de filtro de paso alto puede incluir un primer condensador C1 conectado en serie con una primera resistencia R1. Una salida del módulo 19 de filtro de paso alto está conectada a un primer módulo 20 de ecualización opcional que también está conectado a un terminal no inversor "+" del amplificador 11 operacional a través de un primer nodo 25. El primer nodo 25 está conectado a una tercera resistencia R3 que también está conectada al terminal de puesta a tierra GND.

20 La diferencia del módulo 600 de la figura 5 también comprende un segundo módulo 21 de filtro de paso alto que tiene una entrada respectiva conectada al segundo terminal 7 de entrada. Como ejemplo, el segundo módulo 21 de filtro de paso alto puede incluir un segundo condensador C2 conectado en serie con una segunda resistencia R2. Los primeros y segundos módulos 19 y 21 de filtro de paso alto están estructurados para desacoplar la primera señal $S_{\text{syn}1}$ eléctrica de sincronización, a una frecuencia más baja, de la primera y la segunda señales $S_{\text{in}1}$ y $S_{\text{in}2}$, eléctricas recibidas respectivamente.

25 Una salida del segundo módulo 21 de filtro de paso alto está conectada a un segundo módulo 22 de ecualización opcional que también está conectado a un terminal inversor "-" del amplificador 11 operacional a través de un segundo nodo 26. El amplificador 11 operacional está provisto de: un primer terminal 32 de suministro para un voltaje V_I de suministro, un segundo terminal de suministro 33 conectado a un terminal de puesta a tierra GND y el quinto terminal 24 de salida para la señal S_{out} de salida diferencial, que puede ser un voltaje de salida V_{out} . El quinto terminal 24 de salida está conectado al tercer terminal 10 de salida mediante una resistencia de salida R_{out} .

30 El voltaje de salida V_{out} viene dada por la diferencia de los voltajes aplicados al terminal no inversor "+" y al terminal inversor "-" multiplicado por un factor de ganancia A_{op} del amplificador 11 operacional. Particularmente, el amplificador 11 operacional está configurado para mostrar un ancho de banda que incluye al menos el ancho de banda de la primera antena 1, tal como un ejemplo, un ancho de banda que varía de 0,1 MHz a 100 MHz. El amplificador 11 operacional puede incluir uno o más amplificadores diferenciales, cada uno realizado por medio de pares de transistores en configuración diferencial. Se puede incluir una pluralidad de etapas de amplificación en el amplificador 11 operacional para alcanzar una ganancia de amplificador deseada. La primera resistencia R1, la segunda resistencia R2 y la resistencia de retroalimentación R_f muestran valores de las resistencias respectivas que se pueden elegir para diseñar el factor de ganancia A_{op} del amplificador 11 operacional y para igualar las impedancias de la primera antena 1 y la segunda antena 2, respectivamente.

35 Además, de acuerdo con una realización particular, el amplificador 11 operacional está en la configuración de retroalimentación negativa no inversora y una resistencia de retroalimentación R_f está conectada entre el quinto terminal 24 de salida y el segundo nodo 26 conectado a su vez al terminal inversor "-". La configuración de retroalimentación negativa permite obtener un comportamiento predecible del módulo 600 de diferencia. El primer ecualizador 20 y el segundo ecualizador 21 pueden emplearse para compensar una posible diferencia de las respuestas de frecuencia de la primera antena 1 y la segunda antena 2.

40 En funcionamiento, la primera antena 1 se emplea simultáneamente con la segunda antena 2. La primera antena 1 recoge, de acuerdo con su diagrama de área efectiva, la señal de descarga S_d , la contribución de la señal de ruido S_n y la señal S_{sup} electromagnética de suministro y genera la primera señal $S_{\text{in}1}$ eléctrica recibida. La segunda antena 2 recoge, de acuerdo con el diagrama de área efectiva respectiva, la señal de ruido S_n y parte de la señal de descarga S_d y genera la segunda señal $S_{\text{in}2}$ eléctrica recibida. La segunda antena 2 también puede captar la señal S_{sup} electromagnética de alimentación.

45 La primera señal $S_{\text{in}1}$ eléctrica recibida y la segunda señal $S_{\text{in}2}$ eléctrica recibida se envían al módulo 600 de diferencia. Con referencia, por ejemplo, a la realización de la figura 5, la primera señal $S_{\text{in}1}$ eléctrica recibida y la segunda señal $S_{\text{in}2}$ eléctrica recibida son filtradas respectivamente por el primer módulo 19 de filtrado de paso alto y el segundo módulo 21 de filtrado de paso alto. Los módulos 20 y 22 opcionales primero y segundo de ecualización

actúan sobre la primera señal S_{in1} eléctrica recibida y la segunda señal S_{in2} eléctrica recibida para igualar la diferencia de respuesta de frecuencia de la primera y segunda antenas 1 y 2 y obtener una primera señal S_1 de entrada y una segunda señal S_2 .

5 Se observa que gracias a las condiciones descritas anteriormente sobre las áreas efectivas de la primera antena 1 y la segunda antena 2, la primera señal S_1 de entrada transporta una contribución de señal de descarga S_d mayor que la contribución de señal de descarga S_d transportada por la segunda señal S_2 de entrada que representa sustancialmente la contribución del ruido S_n .

10 La primera señal S_1 de entrada se alimenta al terminal no inversor "+" y la segunda señal S_2 de entrada se alimenta al terminal inversor "-" del amplificador 11 operacional. El amplificador 11 operacional realiza una diferencia entre la primera señal S_1 de entrada y la segunda señal S_2 de entrada generando la señal S_{out} diferente de salida en la que la contribución de ruido se reduce o se elimina sustancialmente. El amplificador 11 operacional permite restar la contribución de ruido presente en la segunda señal S_2 de entrada de la primera señal S_1 de entrada.

15 La figura 6 muestra una realización del módulo 200 de sincronización que comprende un módulo 27 amplificador, tal como un amplificador de búfer de alta ganancia, que tiene una entrada conectada al tercer terminal 16 de entrada y un sexto terminal 28 de salida conectado a un módulo 29 de filtro de paso bajo. El amplificador 27 de búfer de alta ganancia también está provisto de un tercer terminal 30 de suministro para el voltaje V_I de suministro y un cuarto terminal 31 de suministro conectado al terminal de puesta a tierra GND. Como ejemplo, el amplificador 27 de alta ganancia de búfer es un amplificador de voltaje y tiene una ganancia mayor que 100. Además, el amplificador 27 de búfer de alta ganancia muestra una impedancia de entrada-salida >1 MOhm y puede tener un ancho de banda total inferior a 1 kHz. El módulo 29 de filtro de paso bajo incluye, como ejemplo, una cuarta resistencia R_4 conectada entre el sexto terminal de salida 28 y un tercer nodo 34 y un tercer condensador C_3 conectado entre el tercer nodo 28 y la terminal de puesta a tierra GND. El tercer nodo 34 está conectado al cuarto terminal 17 de salida.

20 El dispositivo 300 de adquisición y análisis se puede incluir en una carcasa que también contiene el aparato 400 de detección de descarga parcial o se puede incluir en una carcasa separada. La figura 7 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo 300 de adquisición y análisis que comprende un amplificador programable opcional de banda ancha 71 (PGA) que tiene una entrada conectada al tercer terminal 10 de salida del módulo 600 de diferencia y una salida respectiva conectada a un convertidor 72 analógico a digital. El dispositivo 300 de adquisición y análisis también incluye un módulo 73 de control, como una matriz de puertas programable de campo (FPGA) que está estructurada para controlar el amplificador 71 programable de banda ancha y recibir datos del convertidor 72 analógico a digital (ADC). El amplificador 71 programable de banda ancha puede programarse para impartir a la señal de salida S_{out} de diferencia un valor de compensación y un valor de ganancia de amplificación por medio de la señal de compensación S_{off} y una señal de ganancia S_{ga} proporcionada por el módulo 73 de control, produciendo una señal de salida amplificada S_{aout} .

35 El amplificador 71 programable de banda ancha permite, por ejemplo, una variación de ganancia continua que varía de aproximadamente -5 dB a +40 dB. El convertidor 72 analógico a digital está estructurado para ser sincronizado por una señal de reloj CK generada por el módulo 73 de control y generar datos DTA convertidos para ser enviados al módulo 73 de control. El convertidor analógico a digital es, por ejemplo, capaz de convertir 250 megamuestradores por segundo con una resolución de 8 bits. Esta frecuencia de muestreo permite adquirir la diferencia de señal S_{out} eléctrica con una resolución de tiempo de 4 ns. Se observa que la mayoría de los pulsos de descarga parcial suelen ser más largos que 0,5 μ s, el dispositivo 300 de adquisición y análisis permite adquirir la forma de onda del pulso y representarla con una cantidad de muestras comprendidas entre 100 y 200.

40 En particular, el módulo 73 de control incluye una unidad 74 de procesamiento (PU), como un microprocesador, y una memoria 75 (M), como una RAM (memoria de acceso aleatorio). Más particularmente, la memoria 75 puede ser una memoria intermedia circular. La unidad 74 de procesamiento está conectada a: un módulo de temporización 77 (TM) y un módulo lógico de sincronización 76 (SINL) configurado para recibir la segunda señal S_{syn2} eléctrica de sincronización. El módulo lógico de sincronización 76 está estructurado para medir la fase de la segunda señal S_{syn2} eléctrica de sincronización y transferir este valor medido a la unidad 74 de procesamiento.

45 Además, un puerto 77 de entrada/salida permite transferir los comandos Comm de salida generados por la unidad 74 de procesamiento al amplificador 71 programable de banda ancha bajo la forma de la señal de compensación S_{off} y la señal de ganancia S_{ga} . El módulo 73 de control también se proporciona con un módulo 78 de activación (TRLM) y por un módulo 79 de generación de dirección (ADD-GEN) configurado para generar las direcciones necesarias para escribir nuevos datos en la memoria 75 y leer los datos almacenados en la memoria 75, bajo el control de la unidad 74 de procesamiento.

50 El módulo 78 de activación está configurado para activar la memorización de muestras de la señal de salida amplificada S_{aout} que sale del amplificador 71 programable de banda ancha solo para valores seleccionados de la señal de salida amplificada S_{aout} como, por ejemplo, solo para pulsos positivos o negativos que tienen amplitud (es decir, un valor absoluto) mayor que un nivel de umbral. El módulo 78 lógico de activación puede ser un módulo lógico que comprende uno o más comparadores analógicos para comparar los valores de las muestras proporcionadas por el convertidor analógico a digital con uno o más umbrales.

Además, el módulo 73 de control comprende un módulo 80 de interfaz de huésped (INTF) que permite la transferencia de datos a un transceptor 81 (TR), como un ejemplo de un transceptor de US/Ethernet, que está configurado para intercambiar datos/comandos con otro procesador 82 (como ejemplo, externo al sistema 500 de adquisición) por una línea de conexión por cable o inalámbrica BD. El procesador externo está configurado para realizar el procesamiento y análisis de los datos recibidos, lo que permite, por ejemplo, la representación del comportamiento del pulso de descarga en un monitor o la memorización para su posterior procesamiento y consulta.

El módulo 73 de control también se puede proporcionar con un módulo 83 de extracción (por ejemplo, un coprocesador CO-P) conectado a la unidad 74 de procesamiento que está configurada para realizar la extracción, en particular, la extracción en tiempo real de las características del pulso del almacén de datos en la memoria 79. Ejemplos de posibles características de pulso extraídas por el coprocesador son: valor pico y polaridad, fase, energía, duración y estimación aproximada de los parámetros de Weibull.

En el funcionamiento del módulo 73 de control, se inicia la adquisición y la unidad 74 de procesamiento genera una señal que activa el módulo 78 de activación que produce una señal de activación que permite el almacenamiento de las muestras seleccionadas, leyendo el ángulo de fase de las muestras de la señal de salida amplificada S_{aout} con respecto a la segunda señal de sincronización S_{syn2} . Los datos recogidos se pueden enviar al procesador 82 externo.

El sistema 500 de adquisición de descarga parcial también puede incluir una o más baterías para suministrar voltaje eléctrico a los módulos descritos anteriormente.

Las figuras 8A y 8B muestran dos vistas diferentes de una realización preferida del sistema 500 de adquisición de descarga parcial realizada por el solicitante y que comprende realizaciones particulares de la primera antena 1, la segunda antena 2 y la estructura 3 de soporte. Con mayor detalle, la primera antena 1 es una antena direccional y, en particular, es una antena de banda ancha no resonante que comprende un primer conductor 90 de antena y un conductor 91 plano que actúa como un plano de base. El primer conductor 90 de antena está aislado eléctricamente con respecto al conductor 91 plano y operan los polos de la primera antena 1. Particularmente, el primer conductor 90 de antena tiene forma esférica e incluye una esfera hueca en un material eléctricamente conductor tal como, por ejemplo, un material de metal o polímero. El primer conductor 90 de antena de forma esférica muestra, como ejemplo, un diámetro comprendido entre 3 y 30 cm, preferiblemente comprendido entre 5 y 20 cm.

El primer conductor 90 de antena está soportado por un soporte 93 aislado que está fijo en la estructura 3 de soporte que, de acuerdo con el ejemplo, es una placa de circuito impreso (PCB) que incluye circuitos electrónicos correspondientes al módulo 600 de diferencia, el módulo 200 de sincronización y el dispositivo 300 de adquisición y análisis. El plano 91 de base se coloca en un primer lado de la estructura 3 de soporte que se enfrenta al conductor 90 de antena y se implementa como un laminado metálico.

De acuerdo con el ejemplo realizado, la segunda antena 2 comprende un plano de base respectivo, que puede ser el mismo plano 91 de base de la primera antena 1, y un segundo conductor 94 de antena. Segundo conductor 94 de antena es una antena eléctricamente pequeña, diseñada para obtener características eléctricas similares a las del primer conductor 90 de antena y no ser resonante en la banda de interés. En particular, el segundo conductor 94 de antena puede ser un pequeño dipolo, antena de bucle o espiral. En la realización representada en las figuras 9A y 9B, el segundo conductor 94 de antena es una antena de parche realizada en un segundo lado de la estructura 3 de soporte opuesta al primer lado. De acuerdo con un ejemplo, la antena 94 de parche se realiza como un área de cobre que cubre entre $1/4$ y $1/2$ de la estructura 3 de soporte que también actúa como placa de circuito impreso, cuando se usa un laminado FR4 de 1,6 mm de espesor para hacer la placa 3 de circuito impreso. Esto proporciona características eléctricas similares a las del primer conductor 90 de antena. La placa 3 de circuito impreso está provista de terminales eléctricos en ambos lados para contactar al primer conductor 90 de antena y al segundo conductor 94 de antena.

La realización mostrada en las figuras 8A y 8B permite una implementación muy compacta y robusta, asegura un patrón de radiación complementario apropiado y no afecta la respuesta de frecuencia de la primera antena de conductor 90, por lo que no distorsiona los pulsos S_d de descarga parcial recibidos. Debido a la presencia del plano 91 de base, el patrón de radiación de la primera y la segunda antena 1 y 2 es direccional como se muestra en la Figura 4 por lo que se extiende hacia semi-espacios opuestos. Esto proporciona una exposición y sensibilidad para la señal de descarga S_d parcial y para el ruido ambiental S_n de la primera antena 1 y la segunda antena 2, respectivamente, que muestran buenos rendimientos.

De acuerdo con realizaciones adicionales, el primer conductor 90 de antena también puede tener otra forma bidimensional o tridimensional, tal como una forma plana, por ejemplo: forma de triángulo, forma de cúspide o forma de disco. El primer conductor 90 de antena puede ser análogo a la antena descrita en la solicitud de patente WO-A-2009-150627.

La figura 9 muestra el resultado de una prueba realizada con un sistema 500 de adquisición de descarga parcial implementado de acuerdo con la realización descrita con referencia a las Figuras 8A y 8B. La configuración experimental empleó una fuente de descarga parcial simulada, realizada con un generador de forma de onda arbitraria AFG3102 de Tektronix, configurada para generar un patrón regular de señales de impulsos (período 1 us,

tiempo de subida/caída 10/20 ns), conectada a una antena dipolo de 10 cm de longitud. La primera antena 1 empleada para este experimento incluía un primer conductor 90 de antena con forma esférica, con un diámetro de 7 cm.

5 El sistema 500 de adquisición de descarga parcial se colocó a aproximadamente 20 cm de la fuente PD simulada, apuntando la primera antena 1 hacia ella. La prueba se realizó en un entorno muy ruidoso debido a la presencia de convertidores de conmutación y motores.

Se conectó un osciloscopio digital Tektronix DSO3034 (cuatro canales, ancho de banda 350 MHz) al primer terminal 6 de salida y al segundo terminal 9 de salida de cada una de las antenas primera y segunda y al tercer terminal 10 de salida para recibir la señal S_{diff} eléctrica de diferencia.

10 Las tres formas de onda resultantes se muestran en la Figura 9: la forma de onda W_n superior es la salida de la segunda antena 2, la forma de onda W_{pd} central es la salida de la primera antena 1, la forma de onda W_d inferior es la salida del sistema 500 de adquisición de descarga parcial. Se puede observar que tanto la primera como la segunda antenas 1 y 2 reciben fuertes ráfagas de ruido (más de 200 mVpp), considerablemente más grandes que los pulsos PD recibidos. Como era de esperar, los pulsos PD no son visibles en la forma de onda W_n recibida de la
 15 segunda antena 2 (forma de onda superior) debido a su directividad, mientras que pueden reconocerse en la primera forma de onda W_{pd} de la antena, relativamente oculta por el ruido. Se puede observar que las ráfagas de ruido son detectadas de la misma manera por ambas antenas. Como puede verse, la forma de onda W_d de diferencia tomada en la salida del sistema 500 de adquisición de descarga parcial tiene en cambio una relación señal/ruido muy mejorada, de hecho, los pulsos PD son claramente visibles y el ruido está muy atenuado (observe la escala vertical
 20 de 20 mV).

Con referencia a una realización adicional del sistema de detección de descarga parcial 500, la primera antena 1 y/o la segunda antena 2 pueden ser externas a un estuche portátil que incluye el aparato 400 de detección de descarga parcial y respectivamente conectadas al módulo 600 de diferencia por la primera línea 5 de conexión y la segunda
 25 línea 9 de conexión que son cables eléctricos correspondientes. De acuerdo con esta realización, al menos una de la primera antena 1 y la segunda antena 2 son antenas direccionales.

Preferiblemente, la primera antena 1 se aloja en el estuche que comprende el aparato 400 de detección de descarga parcial como se muestra en la Figura 1, mientras que la segunda antena 2 es externa al aparato 400 de detección de
 30 descarga parcial y puede moverse para orientarse adecuadamente. De acuerdo con esta realización preferida, la segunda antena 2 es una antena direccional que tiene, como ejemplo, el segundo diagrama de radiación RD2 mostrado en la Figura 4.

De acuerdo con esta realización preferida, el aparato 400 de detección de descarga parcial está posicionado para orientar la primera antena 1 hacia el objeto 100 eléctrico para recibir la señal de descarga S_d parcial, mostrando así una primera área efectiva de recepción para las direcciones de entrada de la señal de descarga S_d parcial. La
 35 segunda antena móvil 1 está orientada para recibir la señal de ruido S_n electromagnético y para mostrar una segunda área efectiva de recepción para las direcciones de entrada de la señal de descarga S_d parcial, que es más pequeña que dicha primera área efectiva de recepción. La primera antena 1 está orientada para ser más sensible a la señal de descarga S_d parcial que la segunda antena 2. La segunda antena 2 está orientada para ser más sensible a la señal de ruido S_n electromagnético que la primera antena 1. La posibilidad de mover la segunda antena 2 permite reducir la cantidad de potencia de la señal de descarga S_d parcial recibida por la segunda antena 2 en
 40 comparación con la cantidad de potencia de la señal de descarga S_d parcial recibida por la primera antena 1. El procesamiento de las señales eléctricas generadas por la primera antena 1 y la segunda antena 2 es análoga a la descrita anteriormente con referencia al aparato 400 de detección de descarga parcial de la Figura 1.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de detección de descarga parcial, que comprende:

5 una primera antena (1) configurada para recibir señales (S_d) electromagnéticas al menos parcialmente asociadas con descargas parciales de un objeto (100) eléctrico y para generar una primera señal (S_{in1}) eléctrica; teniendo la primera antena una primera área efectiva de recepción para las primeras direcciones de recepción;

10 una segunda antena (2) configurada para recibir señales de ruido (S_n) electromagnético y para generar una segunda señal (S_{in2}) eléctrica; estando colocadas la primera y segunda antenas en una estructura de soporte para hacer que la segunda antena tenga una segunda área efectiva de recepción para dichas primeras direcciones de recepción más pequeñas que dicha primera área efectiva de recepción; y

un primer módulo (600) de procesamiento configurado para recibir dichas primera y segunda señales eléctricas y para generar una señal (S_{out}) eléctrica de diferencia que representa una diferencia entre la primera señal eléctrica y la segunda señal eléctrica.

15 2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la primera y la segunda antenas (1, 2) están colocadas en una estructura (3) de soporte compartida.

3. El aparato de la reivindicación 1, en el que al menos una de la primera antena (1) y la segunda antena (2) es una antena direccional.

4. El aparato de la reivindicación 3, en el que tanto la primera antena como la segunda son antenas direccionales.

5. El aparato de la reivindicación 1, en el que:

20 la primera antena (1) tiene una tercera área efectiva para segundas direcciones de recepción diferentes de dichas primeras direcciones de recepción;

la segunda antena (2) tiene una cuarta área efectiva para las segundas direcciones de recepción;

en el que la cuarta área efectiva de la segunda antena es igual o mayor que la tercera área efectiva de la primera antena.

25 6. El aparato de la reivindicación 1, en el que:

la primera antena (1) está dispuesta de manera que tiene al menos el 90% de una potencia recibida respectiva en un primer patrón (RD1) de radiación incluido en un primer semi-espacio;

30 la segunda antena (2) está dispuesta de manera que tiene al menos el 90% de una potencia recibida correspondiente en un segundo patrón (RD2) de radiación incluido en un segundo semi-espacio opuesto al primer semi-espacio.

7. El aparato de la reivindicación 6, en el que:

la primera antena está dispuesta en la estructura de soporte para mostrar los valores máximos de la ganancia de recepción respectiva para las direcciones entrantes que se encuentran en el primer semi-espacio, y

35 la segunda antena está dispuesta en la estructura de soporte para mostrar los valores máximos de la ganancia de recepción respectiva para direcciones entrantes adicionales que se encuentran en el primer semi-espacio.

8. El aparato de la reivindicación 4, en el que la primera antena (1) incluye:

un primer conductor (90) de antena y

un conductor (91) plano configurado para operar como plano de base para el primer conductor de antena.

40 9. El aparato de la reivindicación 8, en el que la segunda antena (2) incluye, además: un segundo conductor (94) de antena, en el que dicho conductor (91) plano está configurado para operar como plano de base también para el segundo conductor de antena.

10. El aparato de la reivindicación 8, en el que el primer conductor (94) de antena tiene forma esférica.

45 11. El aparato de la reivindicación 9, en el que el segundo conductor de antena es una antena de parche y en el que dicha estructura (3) de soporte comprende una porción plana que incluye:

un primer lado en el que está montado el primer conductor (90) de antena, y

- un segundo lado opuesto al primer lado en el que está montado dicho segundo conductor (94) de antena;
- una placa de circuito impreso que incluye dicho primer módulo (600) de procesamiento, comprendiendo dicha placa de circuito impreso terminales eléctricos conectados a la primera antena (1) y la segunda antena (2), y
- 5 un elemento (93) de soporte que conecta mecánicamente el primer conductor (90) de antena a la placa de circuito impreso.
12. El aparato de la reivindicación 1, en el que dicho primer módulo (600) de procesamiento comprende un módulo de diferencia configurado para generar dicha señal (S_{out}) eléctrica de diferencia y que pertenece al grupo que consiste en: un componente (11) electrónico activo, un transformador (12) de voltaje, un transformador de voltaje con toma central.
- 10 13. El aparato de la reivindicación 12, en el que:
- dicha primera antena está estructurada para detectar mediante acoplamiento capacitivo una señal (S_{syn1}) eléctrica de sincronización que representa la tendencia de un voltaje eléctrico suministrado al objeto (100) eléctrico, y
- en el que dicho primer módulo (600) de procesamiento comprende, además:
- 15 un primer módulo (19) de filtrado de paso alto conectado a la primera antena; y
- un segundo módulo de filtrado de paso alto conectado a la segunda antena;
- en el que los módulos de filtrado de paso alto primero y segundo están configurados para desacoplar la señal eléctrica de sincronización de dichas señales eléctricas primera (S_{in1}) y segunda (S_{in2}).
14. El aparato de la reivindicación 1, en el que la primera antena está configurada para recibir señales que tienen una frecuencia incluida en el intervalo de 0,1 Mz - 100 MHz y la segunda antena está configurada para recibir señales que tienen una frecuencia incluida en el intervalo de 0,1 Mz - 100 MHz.
- 20 15. Un procedimiento de detección de descarga parcial, que comprende:
- colocar una primera antena (1) para que tenga una primera área efectiva de recepción para las primeras direcciones de recepción;
- 25 recibir por la primera antena señales (S_d) electromagnéticas asociadas al menos parcialmente con descargas parciales de un objeto (100) eléctrico;
- generar por la primera antena una primera señal (S_{in1}) eléctrica correspondiente a las señales (S_d) electromagnéticas recibidas;
- 30 colocar una segunda antena (2) para que tenga una segunda área efectiva de recepción para dichas primeras direcciones de recepción más pequeñas que dicha primera área efectiva de recepción; siendo al menos una entre la primera y la segunda antena una antena direccional,
- recibir por la segunda antena las señales de ruido (S_n) electromagnético;
- generar por la segunda antena una segunda señal (S_{in2}) eléctrica correspondiente a dichas señales (S_n) de ruido electromagnético recibidas;
- 35 procesar dichas señales eléctricas primera y segunda para producir una señal (S_{out}) eléctrica de diferencia que representa una diferencia entre la primera señal eléctrica y la segunda señal eléctrica.

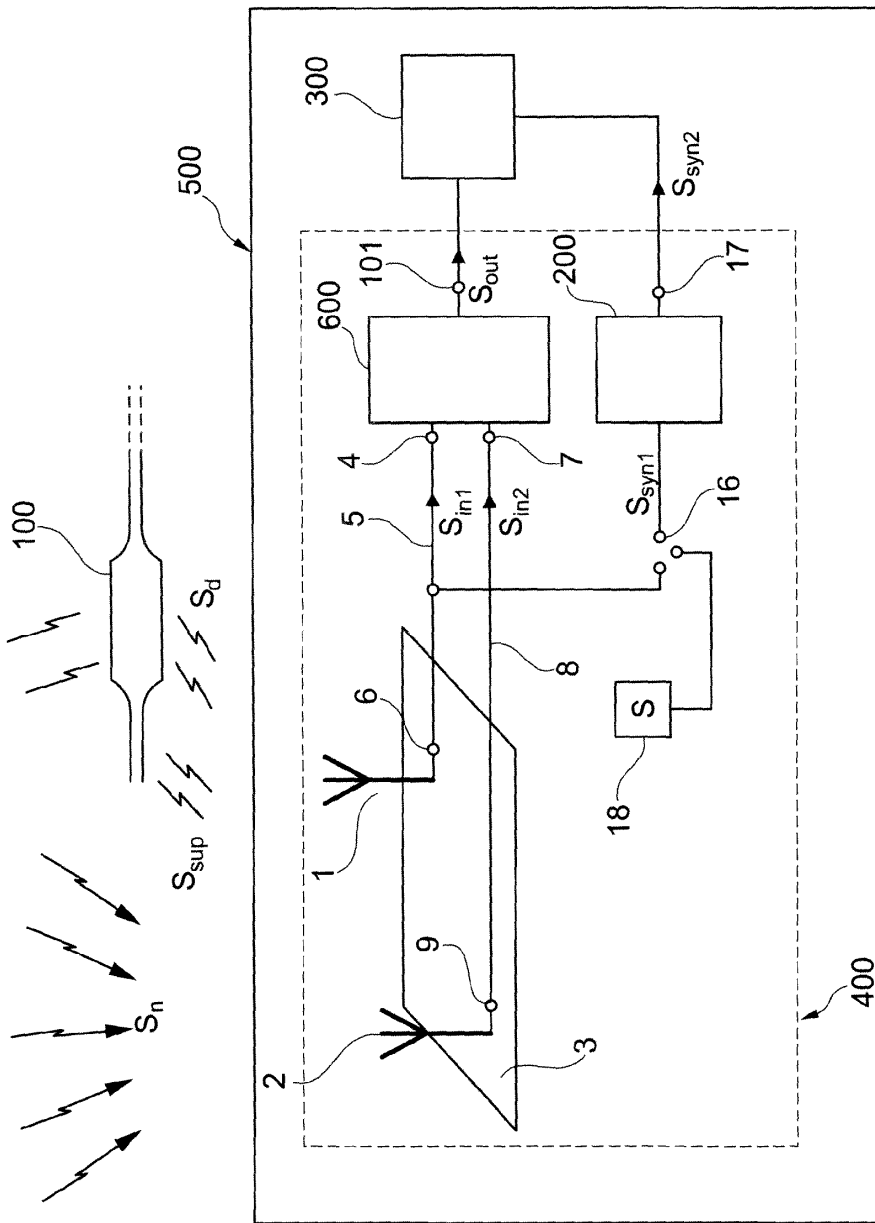


Fig. 1

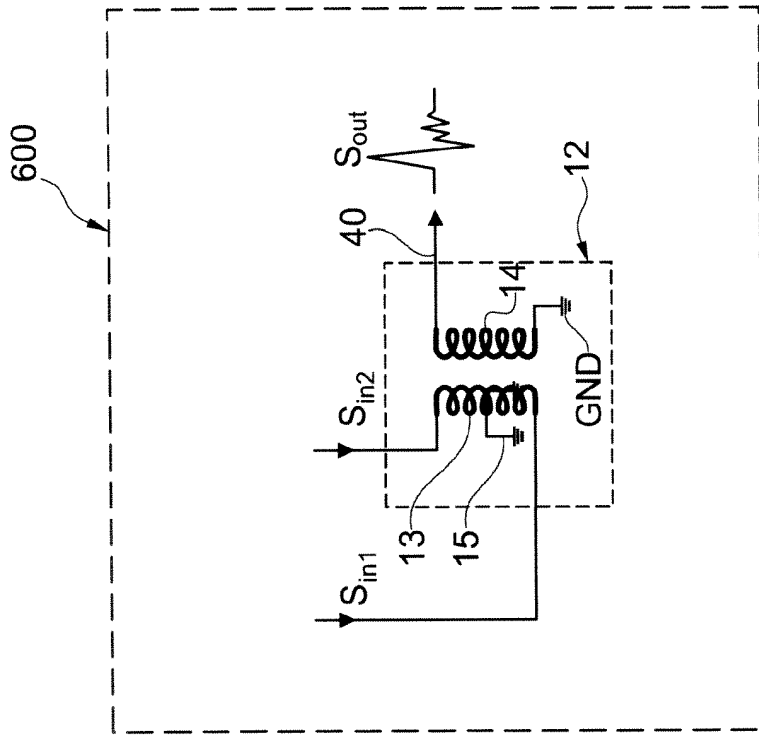


Fig. 3

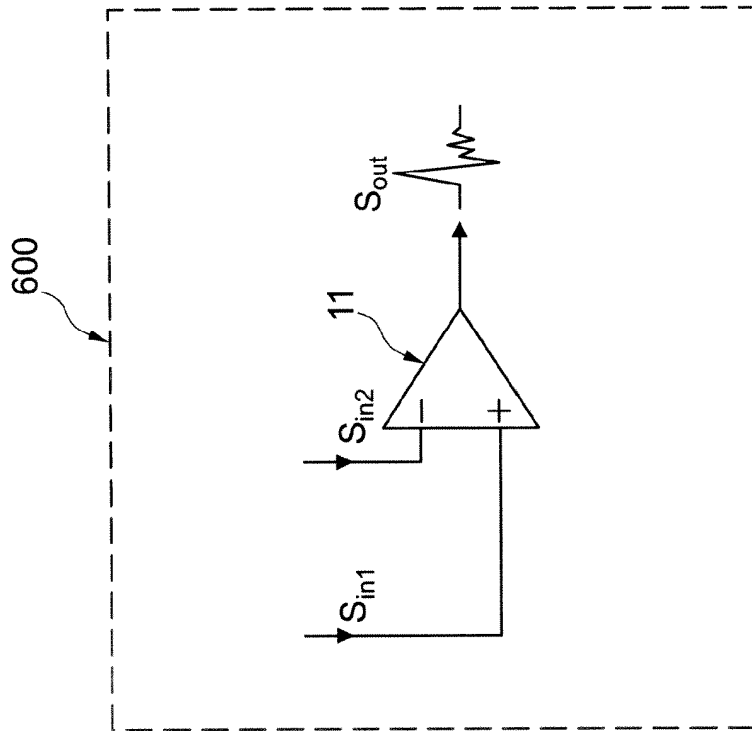


Fig. 2

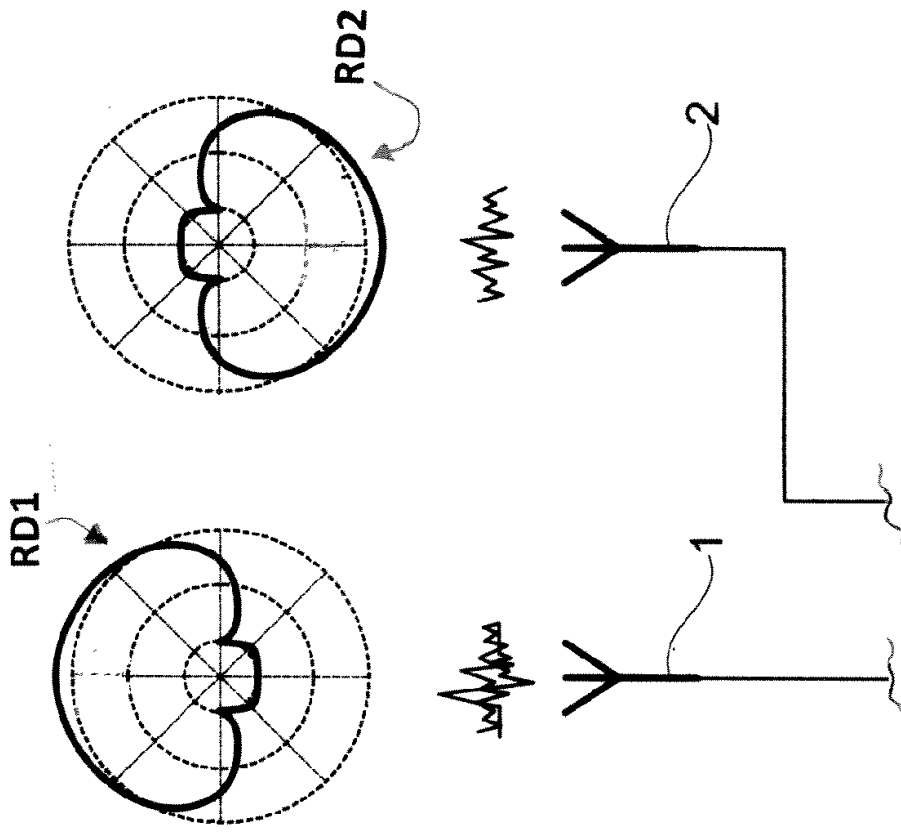


Fig. 4

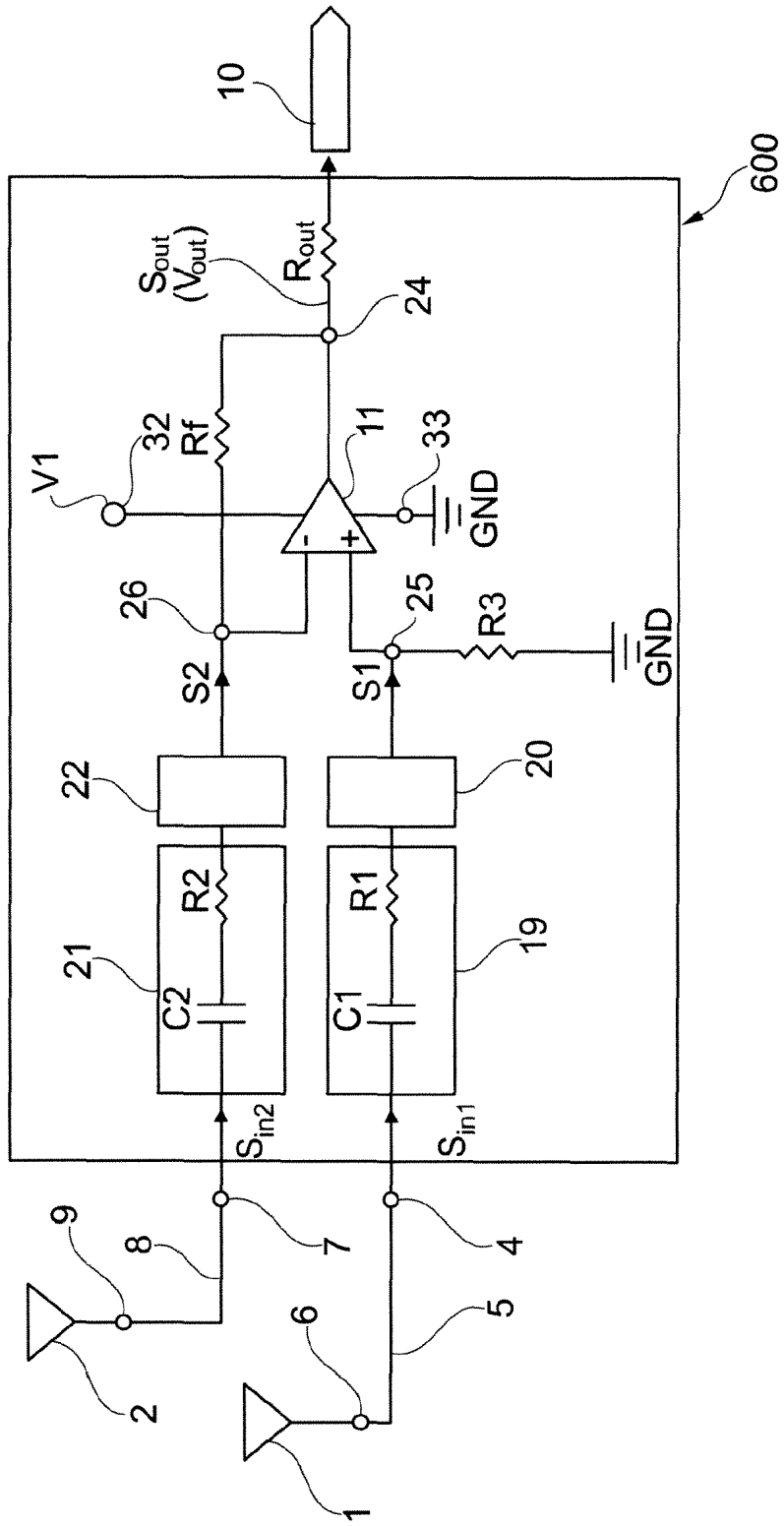


Fig. 5

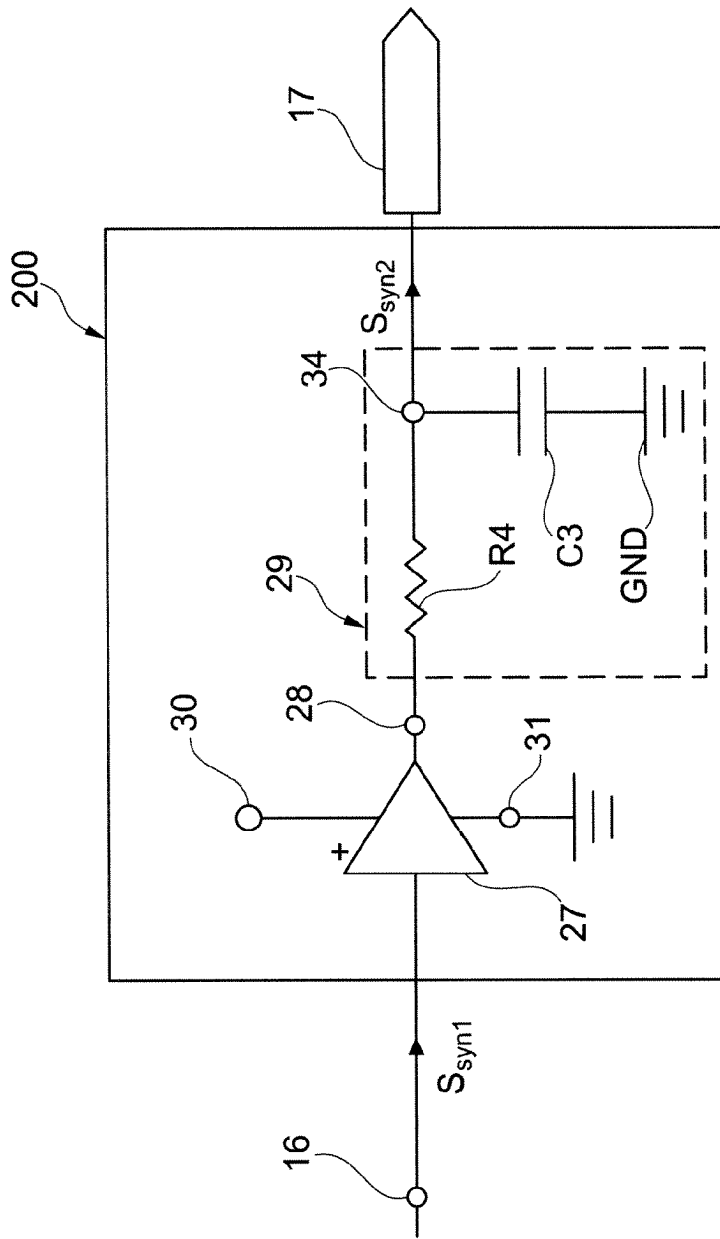


Fig. 6

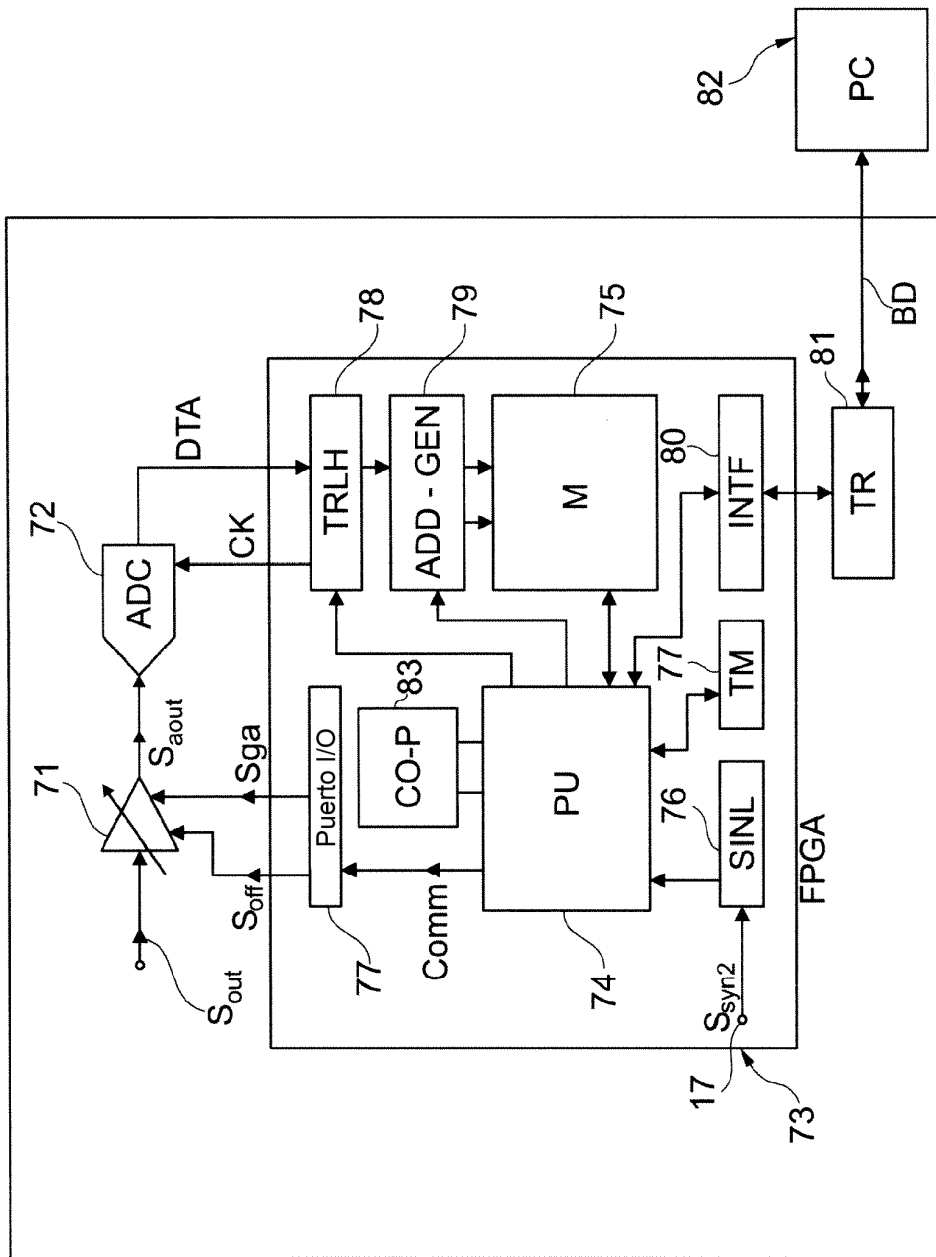


Fig. 7

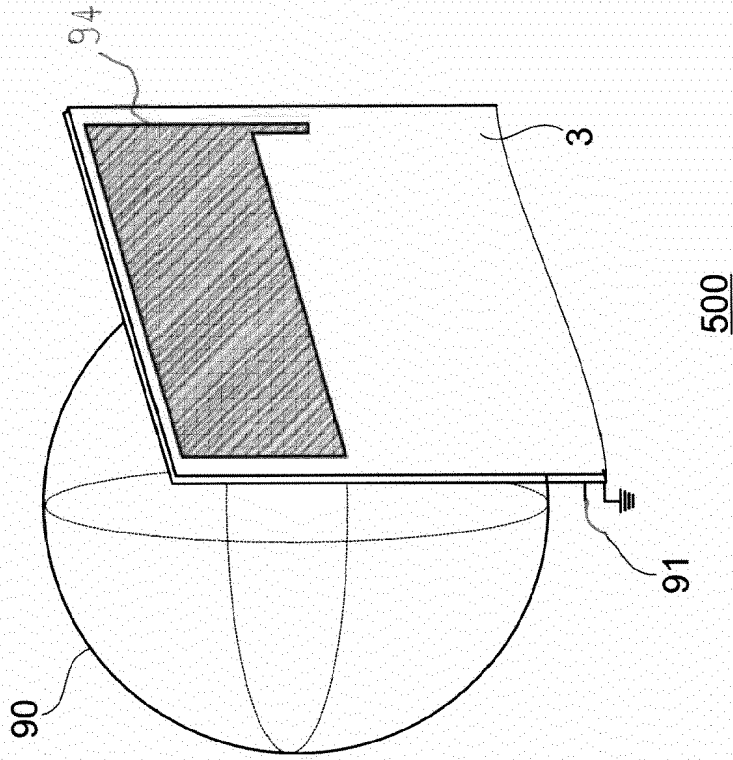


Fig. 8B

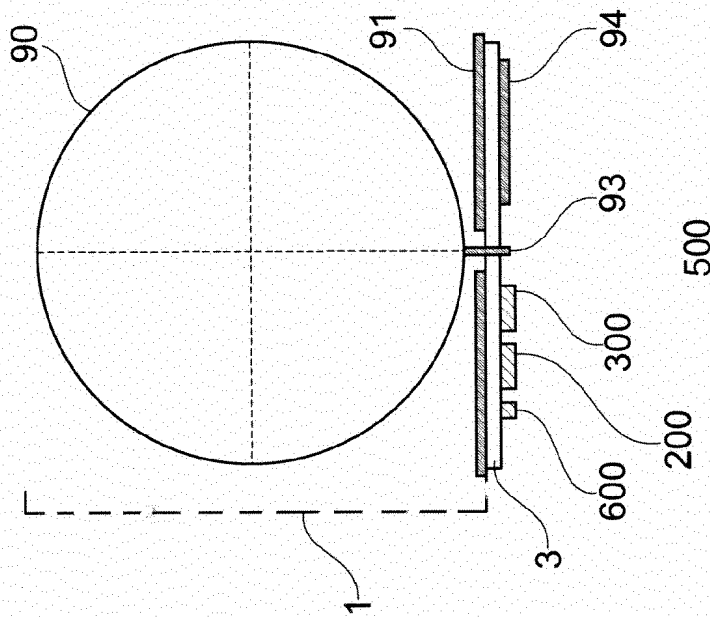


Fig. 8A

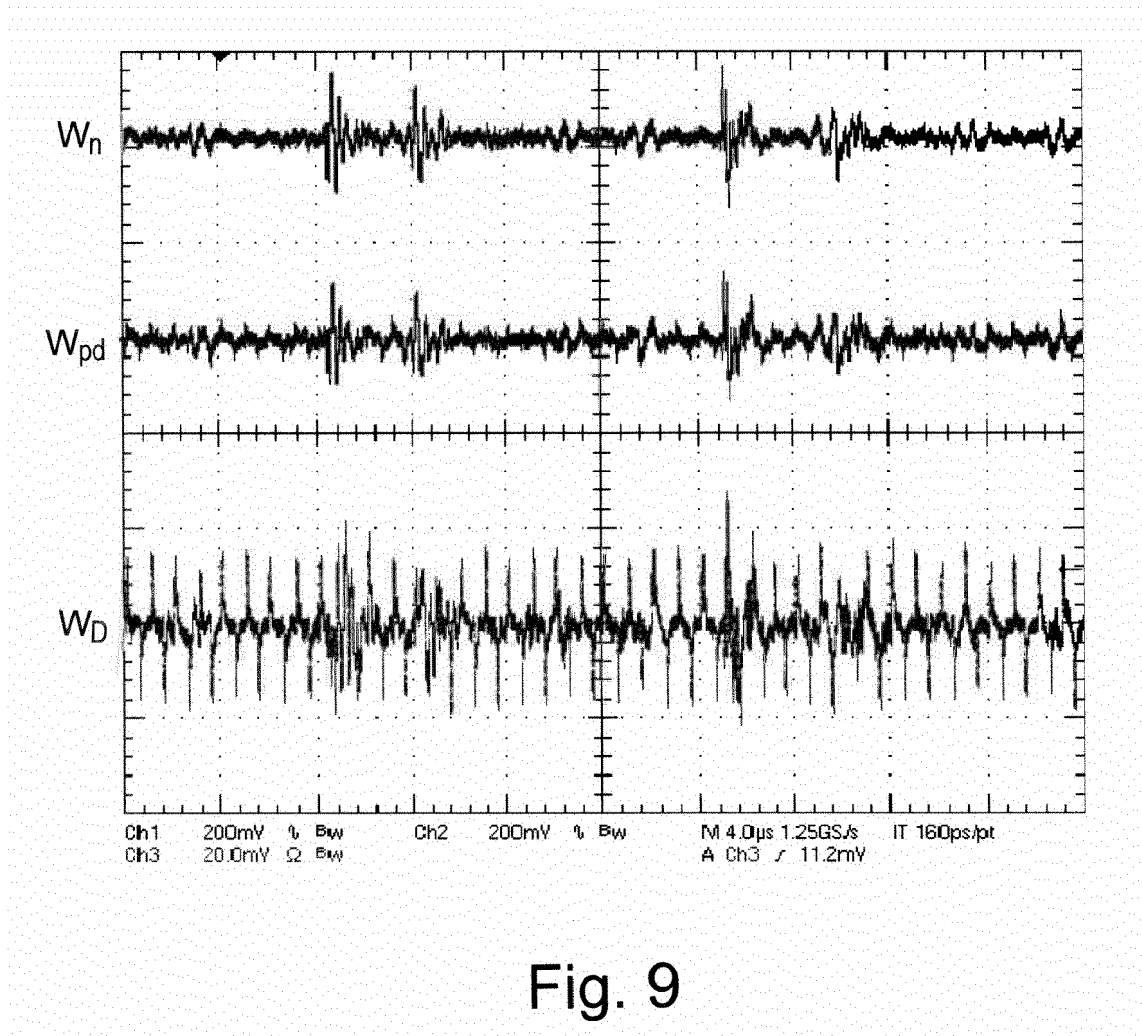


Fig. 9