

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 194**

51 Int. Cl.:

G01R 31/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2009** **E 09762154 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013** **EP 2297589**

54 Título: **Dispositivo portátil de detección de descargas parciales**

30 Prioridad:

11.06.2008 IT RM20080304

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

27.12.2013

73 Titular/es:

PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)

Viale Sarca 222

20126 Milano, IT

72 Inventor/es:

DI STEFANO, ANTONIO;

CANDELA, ROBERTO;

GIACONIA, GIUSEPPE, CONSTANTINO y

FISCELLI, GIUSEPPE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 436 194 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 portátil de detección de descargas parciales

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo de detección portátil de descargas parciales, que se utiliza en particular para la detección y la medición de descargas parciales en los componentes y aparatos eléctricos, tales como: cables de media o alta tensión, juntas de cables, aisladores de líneas aéreas, cajas de centralitas de media y alta tensión, cables de alta y extra-alta tensión que usan GIS (Engranaje de conmutación aislado de gas).

Técnica anterior

- 10 El término descargas parciales está concebido para indicar una recombinación no deseada de cargas eléctricas que se producen en el material dieléctrico (aislante) de componentes eléctricos, cuando estos últimos tienen defectos de varios tipos. Aquí, se genera una corriente de pulsos en porciones de material dieléctrico, y provoca una onda electromagnética que se propaga a través de los cables de alimentación o de conexión a tierra del sistema eléctrico relevante, e irradian a través de los diversos medios a través de los cuales pasa esta onda (material dieléctrico, metales, aire, etc.).
- 15 Las descargas parciales se miden usualmente mediante la detección de las señales generadas por dichas descargas utilizando sensores especiales y analizando dichas señales mediante software adecuado. Estos sensores usualmente detectan las descargas debido a su propagación por conducción, por lo que se instalarán en los cables o se colocarán en la proximidad de los componentes que se han de medir, y a menudo requieren la desconexión temporal del sistema. Estos sensores incluyen: antenas dipolo o antenas de matriz dipolo, sensores magnéticos de tipo "Rogowsky" o "transformador acoplador", sensores de proximidad de campos eléctricos o magnéticos, que operan a unos pocos centímetros de la fuente; sensores acústicos o piezoeléctricos. Todos estos sensores se caracterizan por un alto rendimiento en situaciones particulares, pero no son lo suficientemente flexibles para utilizarse en cualquier condición. Un inconveniente adicional es que el uso de tales sensores requiere una conexión directa o mediada a la red eléctrica para la evaluación de la fase de tensión operativa en la descarga.
- 20
- 25 La tecnología de la técnica anterior para la detección de ruido radiada, que no requiere una conexión directa con el sistema, incluye sensores de campo eléctrico o magnético que utilizan el principio de resonancia para la captación de señales de la amplitud más alta, incluso sin necesidad de ningún amplificador. El inconveniente de este tipo de sensores consiste en sus dificultades de procesamiento de las señales, causadas por la resonancia, relativas a la forma de los impulsos adquiridos.
- 30 El documento FR 2851852 divulga una antena para la detección de descargas parciales en una cámara de un instrumento eléctrico.

Por lo tanto, se detecta la necesidad de un dispositivo de detección de descargas parciales que pueda superar los inconvenientes anteriores.

Sumario de la invención

- 35 Un objeto primario de la presente invención es proporcionar un dispositivo de detección de descargas parciales para la detección y medición de descargas parciales en objetos de origen que generan tales descargas, tales como sistemas o componentes eléctricos, que suministran señales que tienen una forma mucho más parecida a la del pulso radiado, para mejorar la identificación y el análisis.
- 40 Un objeto adicional es proporcionar un dispositivo de pequeño tamaño, totalmente aislado y autoalimentado, que permita realizar mediciones con la más alta seguridad sin necesidad de conexión directa con el sistema bajo examen, permitiendo de ese modo a los operadores estar a una distancia y que no requiera que el sistema se desactive para la detección.
- 45 Por lo tanto, la invención está dirigida a cumplir los objetivos anteriores proporcionando un dispositivo portátil para la detección de descargas parciales en un objeto de origen de descarga, tal como se define en la reivindicación 1. Una antena de banda ancha adaptada para actuar como un sensor de campo eléctrico y que incluye un primer conductor plano coopera con un segundo conductor cuyo perfil converge hacia el primer conductor plano en un punto o en una línea, siendo dicho segundo conductor más pequeño en aproximadamente dos órdenes de magnitud de la longitud de onda de campo a detectar, de modo que la antena de banda ancha es no resonante en una banda de aproximadamente 0,1 MHz a aproximadamente 100 MHz.
- 50 Ventajosamente, el dispositivo de la invención es eléctricamente independiente y portátil, y permite la medición remota de los componentes a ensayar, sin conexión galvánica y de una manera totalmente segura.

Esto evita cualquier conexión directa de los sensores, lo que requeriría que el sistema fuera desactivado y posteriormente reactivado para la detección, desactivado para retirar los sensores y desactivado de nuevo.

Las señales que pueden ser adquiridas por dicho dispositivo tienen una amplitud aumentada debido a la utilización de una serie de etapas de amplificación.

Se ha encontrado que las realizaciones particulares de la antena del dispositivo de la invención son altamente ventajosas en la obtención de resultados satisfactorios.

- 5 Una ventaja adicional del dispositivo de la presente invención consiste en la posibilidad de recoger capacitivamente la tensión operativa, proporcionando de este modo una referencia de fase remota, sin necesidad de ninguna conexión directa a la tensión. Por lo tanto, también puede detectar y entregar la señal de sincronización, que se obtiene al recoger la tensión de alimentación del objeto de origen que genera la descarga. Esto hace el dispositivo eléctricamente independiente y portátil, y permite realizar mediciones sin conexión galvánica, mediante la sincronización de los pulsos adquiridos con la tensión que las generó.

El dispositivo puede estar conectado a instrumentos de análisis y de adquisición existentes, como sensores convencionales.

- 15 El dispositivo puede incluir opcionalmente una pieza electrónica para la adquisición digital, análisis, visualización y almacenamiento y/o la transmisión de los pulsos detectados. En este caso, el dispositivo puede ser utilizado como un instrumento portátil completo. Por lo tanto, si el dispositivo está equipado con un sistema de adquisición y almacenamiento, puede manejar toda la información para la medición de las descargas parciales tradicionales.

La forma y el tamaño de los componentes han sido diseñados para la recogida remota y para reproducir fielmente los pulsos generados por las descargas parciales.

- 20 El dispositivo de la invención también puede emplearse con sistemas de media tensión, en campos tales como la generación de energía eólica, tracción ferroviaria, etc.

A pesar de los costes de fabricación ventajosamente bajos, los rendimientos son superiores que con los dispositivos de la técnica anterior, y los tiempos de detección de descargas parciales son más cortos.

Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones preferidas de la invención.

Breve descripción de las figuras

- 25 Otras características y ventajas de la invención serán más evidentes a partir de la descripción detallada de una realización preferida pero no exclusiva de un dispositivo de detección de descargas parciales que se describe como un ejemplo no limitativo con la ayuda de los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección de un dispositivo de detección de descargas parciales de la invención;

- 30 Las figuras 2a, 2b, 2c y 2d muestran dos vistas en sección y en planta, respectivamente, de realizaciones del componente sensor de campo eléctrico del dispositivo de la invención;

Las figuras 3a y 3b muestran partes de los circuitos electrónicos del dispositivo de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

Haciendo referencia a la figura. 1, se muestra un dispositivo de detección de descargas parciales, designado en general mediante el número 10, que comprende:

- 35 - una antena 1 de banda ancha no resonante, optimizada para la recepción de las señales de pulsos generados por las descargas parciales,
- un sensor 2 de campo magnético auxiliar,
- un amplificador 3 de banda ancha electrónico,
- 40 - un circuito de sincronización 4 para la detección de la tensión de alimentación del sistema o componente que está siendo examinado mediante acoplamiento capacitivo,
- unas baterías 8 para suministrar energía a los circuitos del dispositivo,
- unos medios de control 5 para controlar su funcionamiento.

- 45 Todos estos componentes están en un contenedor portátil 7 que tiene, por ejemplo, dos conectores BNC 6, u otros conectores adecuados para la recogida de las señales detectadas, que sobresalen del mismo para la posible conexión a instrumentos de adquisición o de análisis existentes.

La antena 1 de banda ancha está diseñada para ser no resonante en la banda relevante desde aproximadamente 0,1 MHz a aproximadamente 100 MHz. Esto garantiza una reproducción fiel de los pulsos detectados.

Esta característica se obtiene mediante el uso de una antena 1 de banda ancha particular (una antena de "banda ultra ancha") que tiene unas características de forma y tamaño especiales. En particular, la antena 1 comprende un primer conductor plano 22, es decir, un plano de conexión a tierra, con un segundo conductor 21 colocado por encima del mismo a una corta distancia, que tiene una forma tal que su perfil converge en un punto o una línea hacia el plano 22 de conexión a tierra.

De acuerdo con la forma seleccionada, el segundo conductor 21 puede ser bidimensional o tridimensional. Las formas tridimensionales se obtienen a partir del perfil bidimensional mediante rotación.

El plano 22 de conexión a tierra, que preferiblemente tiene una forma cuadrada o rectangular, tiene un tamaño tal que contiene, al menos, la proyección del segundo conductor 21 sobre el mismo. El primer y segundo conductores 21, 22 están formados preferiblemente de un metal conductor o material de polímero.

La señal se recoge entre el plano 22 de conexión a tierra y el punto del segundo conductor 21 que está más cerca del plano 22.

Debido a esta configuración, la antena 1 es no resonante, mientras mantiene una sensibilidad adecuada, si el tamaño total de la antena 1, y en particular del segundo conductor 21, es menor en aproximadamente dos órdenes de magnitud que la longitud de onda de los fenómenos relevantes, que es, por ejemplo, de aproximadamente 3-30 m. La antena así construida es particularmente sensible a los campos electromagnéticos que tienen una frecuencia del orden de unas pocas decenas de MHz y, debido a su característica no resonante, asegura una reproducción muy fiel de la forma de los pulsos recibidos.

Las realizaciones preferidas de la antena 1, basadas en el uso de un perfil circular o en forma de cúspide, se muestran en la figura 2.

La figura 2a muestra una antena con el segundo conductor 21 que tiene la forma de una esfera hueca que tiene un diámetro variable, por ejemplo, de 3 a 30 cm.

La figura 2b muestra una antena con el segundo conductor 21, que tiene la forma de un medio cilindro hueco o, alternativamente, un cilindro hueco (véase la parte indicada con líneas de trazos), formado por extrusión. En este caso, el diámetro de la base del cilindro varía, por ejemplo, de 3 a 30 cm.

La figura 2c muestra una antena con el segundo conductor 21 que tiene la forma de un disco que tiene un diámetro variable, por ejemplo, de 3 a 30 cm.

La figura 2d muestra una antena con el segundo conductor 21 que tiene la forma de una cúspide plana (lado derecho de la vista en planta) o una cúspide giratoria (lado izquierdo de la vista en planta), que tiene una curvatura opuesta con relación a los perfiles de las otras variantes. En estas variantes, la altura de la cúspide varía, por ejemplo, de 3 a 30 cm. En el caso de la forma de la cúspide giratoria, el diámetro del conductor 21 en su sección paralela y distal al plano 22 de conexión a tierra también está en el mismo intervalo.

De acuerdo con una variante preferida, el diámetro del segundo conductor 21, en las realizaciones de las figuras 2a, 2b y 2c está en un intervalo de aproximadamente 5 a 20 cm. El segundo conductor 21 está colocado aproximadamente a 1 mm del plano 22 de conexión a tierra, que es al menos tan grande como el segundo conductor 21.

El tamaño total de la antena de banda ancha está incluido preferiblemente dentro de un volumen de aproximadamente 10 x 10 x 10 cm.

El segundo conductor 21 está soportado mecánicamente en una posición relativa al plano 22 de conexión a tierra mediante un soporte aislante 23 de sección adecuada, por ejemplo aproximadamente $2 \div 3 \text{ mm}^2$, que también permite que la señal del segundo conductor sea recogida desde el lado de la superficie 24 del plano 22 de conexión a tierra, es decir, el lado opuesto de dicho segundo conductor. El circuito amplificador puede estar situado sobre dicha superficie 24.

La antena 1, que actúa como un sensor de campo eléctrico, puede estar conectada en serie con un sensor 2 de campo magnético auxiliar que comprende, por ejemplo, al menos una espira 2' envuelta alrededor de una varilla 11 de ferrita de alta frecuencia a lo largo de su extensión longitudinal. La espira 2' puede estar formada de un alambre de cobre y la varilla 11 de ferrita alrededor de la cual se ha envuelto tiene, por ejemplo, una extensión longitudinal de aproximadamente $5 \div 10 \text{ cm}$.

Esta configuración particular permite que la antena 1 reciba campos de pulsos electromagnéticos, incluso de señal débil, y reproduzca fielmente su forma, a diferencia de las antenas convencionales que se ven afectadas por la resonancia y la distorsión.

El campo magnético auxiliar 2 en la superficie 24 del plano 22 de conexión a tierra de la antena 1 se puede usar en combinación con o como una alternativa a la antena 1 en la medida en que el componente magnético podría o debería evaluarse mejor. Por lo tanto, los terminales de la antena 1 o el sensor 2 pueden ser cortocircuitados, según

sea necesario usando los medios de control 5. Cada uno de la antena o el sensor 1 de campo eléctrico y el sensor 2 de campo magnético tiene un interruptor conectado en paralelo con el mismo, que puede actuar como un cortocircuito para cualquiera de los mismos, como se muestra en el diagrama de la figura 3a, que muestra una parte del circuito amplificador electrónico de los sensores 1 y 2.

- 5 El sensor 2 de campo magnético auxiliar se puede usar para detectar fenómenos más lentos, que tienen una banda inferior a 10 MHz, o para el acoplamiento magnético a las señales conducidas que se extienden en cables o láminas metálicas, moviéndose más cerca de los mismos.

El amplificador 3 de banda ancha electrónico opera mediante el ajuste de la impedancia de los sensores 1 y 2 y la amplificación de las señales recogidas por los mismos para la detección de la señal débil.

- 10 La salida del amplificador es llevada a un conector BNC 6 en uno de los lados del contenedor 7. El amplificador 3 tiene una alta impedancia de entrada, es decir, unos pocos Kohm, y una baja impedancia de salida, típicamente 50 Ohm. Aumenta de manera adecuada el nivel de la señal en aproximadamente $20 \div 40$ dB en la banda relevante, posiblemente limitada por los filtros. La amplificación puede controlarse usando un potenciómetro incluido en los medios de control 5.

- 15 El amplificador 3 de banda ancha electrónico emplea transistores y/o amplificadores operacionales de alta frecuencia y se caracteriza preferentemente por una ganancia de $20 \div 30$ dB y una banda mínima incluida preferiblemente en un intervalo de 0,5 MHz a 60 MHz. El filtrado fuera de banda se realiza mediante filtros de primer y segundo orden, que tienen una frecuencia de corte de unas pocas decenas de MHz, y la ganancia máxima es ajustable por el usuario.

- 20 El circuito de sincronización 4 es un circuito electrónico de alta impedancia capaz de detectar de manera capacitiva, de forma remota y sin acoplamiento galvánico, la tensión de CA que se suministra al componente electrónico que se mide, lo que genera fenómenos de pulsos. Esto permite la sincronización de los pulsos detectados con la tensión que los genera.

- 25 Este circuito de sincronización 4 comprende una pieza fabricada de material conductor 20, que se utiliza para el acoplamiento capacitivo con el campo de la realización, y se obtiene a partir de uno de los conductores 21, 22 de la antena 1 o de la carcasa o contenedor 7 del dispositivo, si está formado de un material conductor. Esta pieza 20 está conectada a un amplificador de alta impedancia (> 1 Mohm) y de alta ganancia adicional, seguido por un filtro de baja frecuencia (que tiene una frecuencia de 50, 60 Hz, o los primeros armónicos de los mismos) y/o un bucle de fase bloqueada, tal como un circuito PLL, que está sincronizado con el campo electromagnético detectado.

- 30 La señal de campo así recogida y amplificada puede ser filtrada para la reducción de ruido o interferencias. Para este fin, los filtros o circuitos PLL se construyen utilizando circuitos analógicos o digitales. En este último caso, el circuito también puede proporcionar indicaciones sobre el estado o la calidad de la sincronización. La señal de sincronización obtenida de este modo en la salida del circuito de sincronización 4 se suministra externamente a través de un segundo conector BNC 6 en un lado del contenedor 7.

- 35 En una variante preferida, el circuito de sincronización 4 emplea dos amplificadores operacionales 13, 14 para obtener una alta ganancia y una alta impedancia de entrada, como se muestra en la figura 3b, que ilustra una parte del circuito de sincronización electrónico.

La señal es procesada por un circuito digital 15 basado en un microcontrolador que implementa un PLL digital, del cual el usuario puede establecer la frecuencia de oscilación, la banda y la fase de la onda de salida.

- 40 El contenedor 7, que puede estar hecho de un metal o de material plástico, tiene un tamaño global que permite que sea fácil de transportar y también comprende:

- un compartimento para las baterías 8 que suministran energía a los circuitos,
- medios de control 5 para seleccionar el modo de funcionamiento deseado,
- un asa 12 para facilitar el transporte y la orientación durante las mediciones.

- 45 Las baterías 8 pueden ser baterías AA recargables, que tiene un conector 9 de carga externa para evitar la apertura del contenedor 7 para su reemplazo, garantizando al mismo tiempo una mejor protección del dispositivo de agentes externos. Los medios de control 5 incluyen un interruptor de alimentación, potenciómetros de control de ganancia, un interruptor para derivar los sensores de campo eléctrico y magnético, LEDs para indicar el estado de funcionamiento y el nivel de sincronización alcanzado. El pulso electromagnético detectado y la señal de sincronización, que se puede transmitir a cualquier adquisición o instrumento de análisis, se entrega en la salida a través de conectores especiales, tales como conectores BNC 6. El dispositivo así obtenido puede conectarse a cualquier sistema de adquisición que tenga una banda de paso suficiente, tal como un osciloscopio, tarjetas de adquisición, sistemas de monitorización de descargas parciales, etc. Opcionalmente, el dispositivo de la invención puede incluir un circuito electrónico para adquisición, procesamiento, almacenamiento y/o transmisión, que contenga un convertidor
- 50

- 5 analógico a digital, un microprocesador y/o una lógica programable, una memoria flash para el almacenamiento de datos, una visualización de los datos y una interfaz (por ejemplo, USB, Ethernet, Bluetooth, WiFi, etc.) para su conexión a un ordenador personal. En este caso, el dispositivo se puede adquirir, procesar y almacenar los datos detectados y proporcionar indicaciones en tiempo real y, posiblemente, a distancia sobre dichos datos y puede utilizarse como un instrumento portátil independiente, adaptado para las mediciones in situ y para la monitorización continua de los sistemas o componentes eléctricos a examinar.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo portátil de detección de descargas parciales en un objeto de origen de descargas que comprende una antena de banda ancha (1) adecuada para actuar como un sensor de campo eléctrico y que comprende un primer conductor plano (22) que coopera con un segundo conductor (21) cuyo perfil converge hacia el primer conductor plano (22) en un punto o a lo largo de una línea, en el que dicho primer conductor plano (22) es un plano de conexión a tierra (22), en el que dicho segundo conductor (21) es menor en aproximadamente dos órdenes de magnitud que la longitud de onda de campo a detectar, de modo que la antena de banda ancha (1) es no resonante en una banda desde aproximadamente 0,1 MHz a aproximadamente 100 MHz, estando dicho segundo conductor (21) soportado mecánicamente en una posición relativa al plano de conexión a tierra (22) mediante un soporte aislante (23) de sección adecuada, que permite que la señal del segundo conductor (21) se recoja desde una superficie (24) del plano de conexión a tierra (22) opuesto a dicho segundo conductor (21).
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer conductor plano (22) tiene un tamaño tal como para contener al menos la proyección del segundo conductor (21) sobre el mismo.
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que el segundo conductor (21) tiene una forma tridimensional.
4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el segundo conductor (21) tiene la forma de una esfera hueca o un medio cilindro hueco o un cilindro hueco o una cúspide giratoria.
5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que el segundo conductor (21) tiene una forma bidimensional.
6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el segundo conductor (21) tiene la forma de un disco o una cúspide plana.
7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4 ó 6, en el que el segundo conductor (21) tiene un diámetro o una altura que varía de 3 a 30 cm.
8. Dispositivo de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que un sensor de campo magnético auxiliar (2) está conectado en serie con dicha antena de banda ancha (1).
9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, en el que un amplificador de banda ancha (3) se proporciona para ajustar la impedancia de la antena de banda ancha (1) y/o el sensor de campo magnético auxiliar (2) y para amplificar la señal recibida de esta manera.
10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho amplificador de banda ancha (3) está equipado con transistores y/o amplificadores operacionales de alta frecuencia.
11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, en el que se proporcionan medios de control (5), que comprenden un potenciómetro para el control de la amplificación de dicho amplificador de banda ancha electrónico (3).
12. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dichos medios de control (5) también son adecuados para un cortocircuito en los terminales de la antena de banda ancha (1) o el sensor de campo magnético auxiliar (2).
13. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, en el que se proporciona un circuito de sincronización (4) para la detección de la tensión de alimentación del objeto de origen mediante acoplamiento capacitivo, para sincronizar las señales detectadas con la tensión que las genera.
14. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dos conectores BNC (6) se proporcionan para suministrar en el exterior la señal de salida del amplificador de banda ancha (3) y la señal de salida del circuito de sincronización (4), respectivamente.
15. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que un circuito electrónico se proporciona para la adquisición, el procesamiento y el almacenamiento y/o la transmisión de la/s señal/es adquirida/s.
16. Dispositivo de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que todos los componentes están alojados en un contenedor portátil (7), que comprende además un compartimento para las baterías (8) que suministran energía a los circuitos.

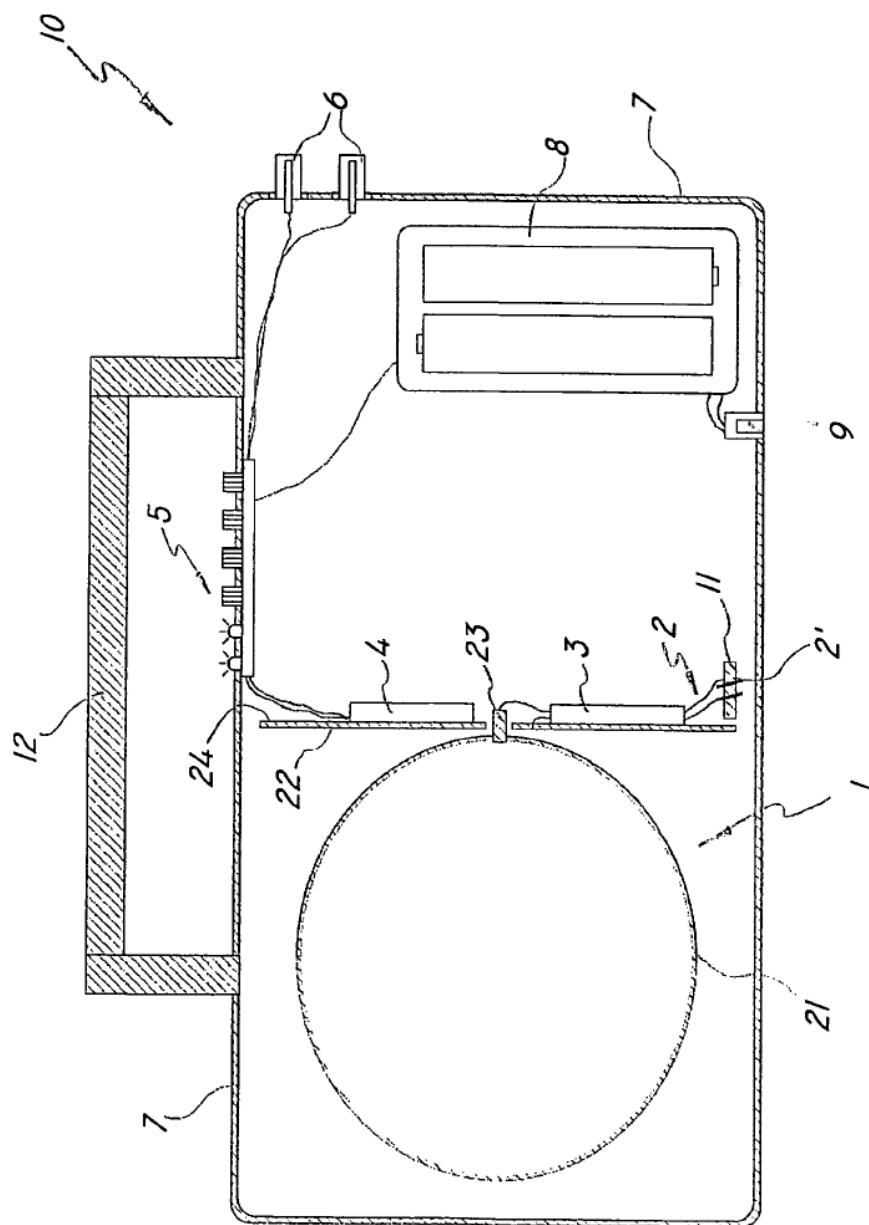


FIG. 1

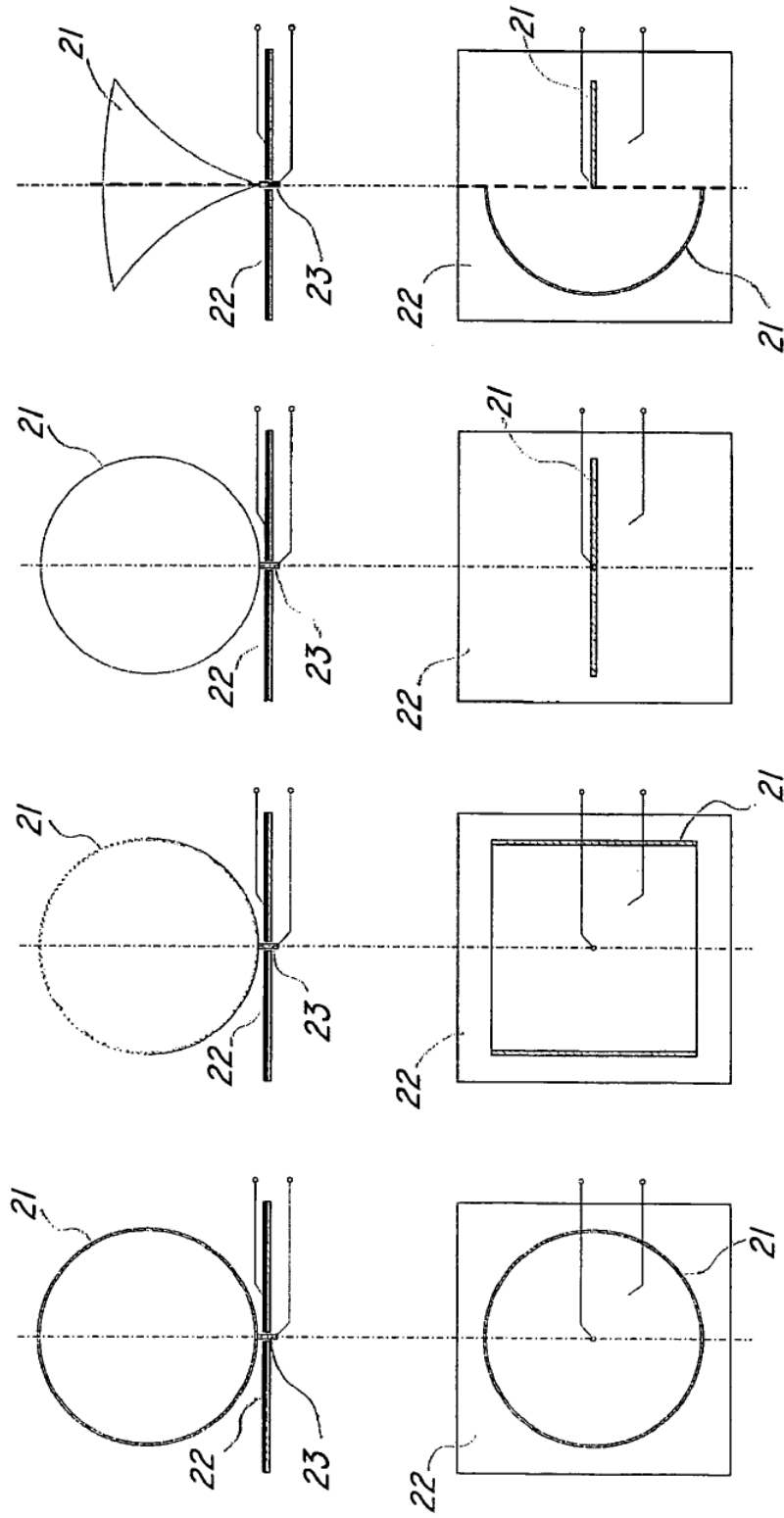


FIG. 2a

FIG. 2b

FIG. 2c

FIG. 2d

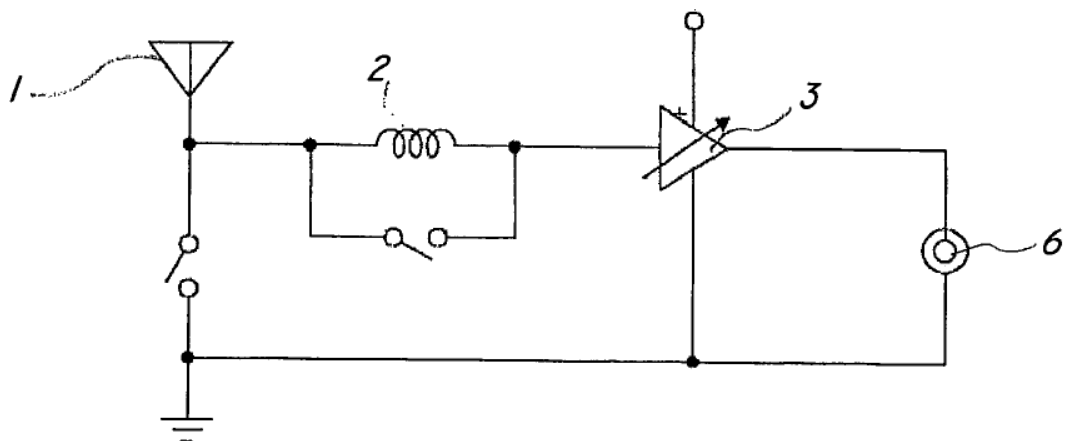


FIG. 3a

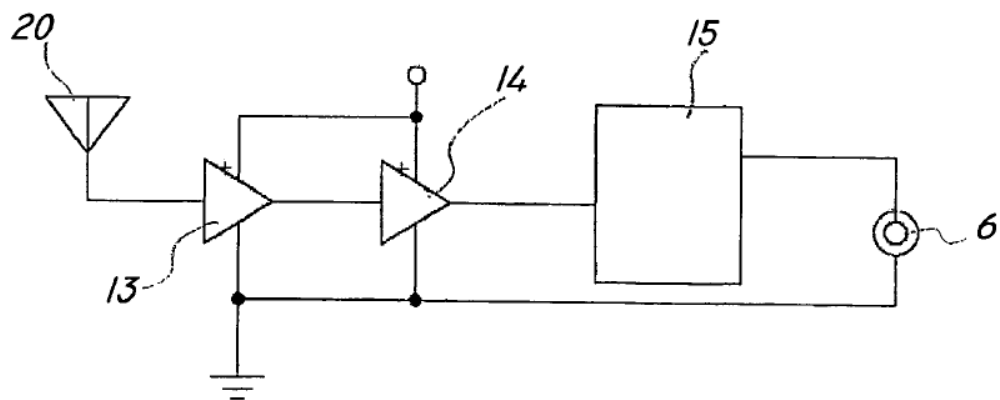


FIG. 3b