(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 428 540**

(51) Int. Cl.:

G01W 1/16 (2006.01)
G01R 29/12 (2006.01)
G01R 29/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2005** **E 05813415 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2013** **EP 1818689**

(54) Título: **Dispositivo y sistema de medición de un campo electroestático externo, y sistema y procedimiento de detección de tormentas**

(30) Prioridad:

25.10.2004 ES 200402545

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2013

(73) Titular/es:

APLICACIONES TECNOLÓGICAS, S.A. (100.0%)
PARQUE TECNOLÓGICO NICOLÁS COPÉRNICO 4
446980 PATERNA, VALENCIA, ES

(72) Inventor/es:

POMAR GARCÍA, CARLOS y
PUCHADES MARCO, JESÚS

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 428 540 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 y sistema de medición de un campo electroestático externo, y sistema y procedimiento de detección de tormentas.

Campo técnico de la invención

La invención se engloba en el campo de los sistemas de medición del campo electrostático, útiles para, por ejemplo, la detección de tormentas.

Antecedentes de la invención

En la actualidad se utilizan básicamente tres procedimientos distintos para la detección de tormentas:

a) Detección por ionización del aire o efecto corona.

b) Detección por radiofrecuencia.

c) Detección por medición del campo electroestático.

A continuación se describe el principio de operación básico de cada uno de estos procedimientos de detección.

a) Detector de tormentas por ionización del aire o efecto corona.

Un detector de este tipo se describe en la solicitud de patente española publicada bajo el número ES-A-2038551.

Este tipo de detectores actúa midiendo la corriente eléctrica generada por las variaciones de campo eléctrico provocadas por las tormentas y, más concretamente, las variaciones bruscas que se producen momentos antes de la caída de un rayo. El principal inconveniente de este tipo de detectores es que solo detectan variaciones bruscas del campo, por lo que su tiempo de antelación a la tormenta es casi nulo, ya que solo detectan la actividad de la tormenta cuando ésta se encuentra sobre el propio detector.

b) Detector de tormentas por radiofrecuencia.

Un ejemplo de un detector de este tipo se describe en la patente europea EP-B-0252807 (cuya traducción al español ha sido publicada bajo el número ES-T-2030747).

Los detectores por radiofrecuencia detectan las emisiones de radiofrecuencia que emiten los rayos al atravesar la atmósfera desde la nube hasta el suelo. Los detectores de este tipo, aunque son muy eficaces para detectar tormentas a grandes distancias, presentan un inconveniente: son incapaces de detectar tormentas que se estén formando justo sobre el propio detector ya que solo detectan la tormenta cuando ésta presenta una actividad eléctrica considerable.

c) Detector de tormentas por medición de campo electroestático.

Es el único detector capaz de estar midiendo continuamente el campo electroestático, por lo que puede medir las pequeñas variaciones o incrementos del campo electroestático producidos tanto por la aproximación de una tormenta como por la creación de ésta sobre el propio detector. El principal inconveniente de este tipo de detector no está en el procedimiento de detección sino en los instrumentos de detección que se utilizan en la actualidad. Estos instrumentos, por ejemplo, el descrito en la solicitud de patente francesa publicada bajo el número FR-A-2432719, están basados en el principio del molino de campo. El instrumento descrito en FR-A-2432719 utiliza un motor mecánico para transformar el campo electroestático en una señal alterna, la cual es mucho más fácil de medir. El empleo de un motor implica un inconveniente, ya que al utilizar partes móviles, se produce el riesgo de averías y desgastes (especialmente si se tiene en cuenta que este tipo de instrumentos muchas veces debe estar funcionando 24 horas al día, 365 días al año).

Por ello, se ha considerado que sería deseable proporcionar un dispositivo o sistema útil para medir el campo electroestático y que no presente este tipo de elementos móviles.

El documento US 6.414.318 describe además un dispositivo del estado de la técnica para medir campos electrostáticos externos.

Descripción de la invención

Un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo de medición de un campo electroestático externo, que comprende:

un primer elemento conductor (por ejemplo, un disco metálico de cobre de aproximadamente 20 mm de diámetro y 0,2 mm de grosor;

un amplificador (por ejemplo, un amplificador operacional electrométrico que es capaz de amplificar corrientes muy pequeñas) con una entrada conectada al primer elemento conductor para recibir una señal de entrada (Ve) en dicha entrada, siendo dicha señal indicativa del valor (tensión o potencial) (con respecto a tierra, si la otra entrada del amplificador está conectada a tierra) del campo electroestático al que está sometido el primer elemento conductor (se mide la tensión de campo, concretamente los voltios por metro), estando el amplificador configurado como amplificador de carga (también conocido como amplificador integrador; de esta forma, se consigue una gran ganancia y, a la vez, corrientes de fuga casi nulas, si comparamos con una configuración diferencial del amplificador) (lo que caracteriza a un amplificador de carga es el hecho de que la red de realimentación del operacional esta constituida por un condensador y no por una resistencia; el condensador presenta una impedancia casi infinita, del orden de tera-ohmios, para tensiones y/o corrientes continuas) de manera que produce, en una salida del amplificador, una señal de salida (Vs) con un valor que corresponde al valor de la señal de entrada (Ve) integrado en el tiempo;

un dispositivo electrónico de control (por ejemplo, un microcontrolador) que tiene una entrada conectable (o conectada) a la salida del amplificador, para recibir dicha señal de salida (Vs) (o una señal digitalizada correspondiente a la misma).

Ahora bien, el amplificador en configuración de carga representa un problema. En un amplificador en configuración diferencial (véase la figura 1B), con una resistencia R_1 conectado entre la entrada negativa y una señal (tensión) de entrada Ve, y con una resistencia R_2 conectada entre la salida y la entrada, la señal de salida Vs resultante está relacionada con la señal de entrada por la fórmula

$$Vs = - Ve \times (R_1/R_2),$$

es decir, la señal de salida Vs es proporcional a la señal de entrada Ve y si Ve no varía en el tiempo, tampoco varía Vs. Ahora bien, para la detección de tormentas y similares aplicaciones, la detección del campo electroestático con un amplificador en configuración diferencial no sería práctico, ya que se producen fugas por las resistencias utilizadas; dado que las cargas a detectar suelen ser muy pequeñas, estas fugas imposibilitarían cualquier detección (ya que las fugas pueden ser mayores que la corriente eléctrica generada por el campo electroestático).

Por esta razón, se ha optado por la configuración de carga o de integración, representada en la figura 1A, donde la relación entre la señal de salida Vs y la señal de entrada, utilizando un condensador C, queda definida por la fórmula

$$Vs = - 1/C \times \int Ve\, dt$$

es decir, la señal de salida correspondería a la señal de entrada integrada en el tiempo. Esto significa que ante una entrada constante, la salida tiende al infinito, es decir, va subiendo o bajando gradualmente, haciendo imposible cualquier medida.

Por esta razón, de acuerdo con la invención, se ha previsto un segundo elemento conductor situado próximo al primer elemento conductor, y teniendo el dispositivo electrónico de control una salida conectable (o conectada) a dicho segundo elemento conductor para aplicar una tensión de compensación (Vc) a dicho segundo elemento conductor, para establecer un campo electroestático de compensación que afecte al primer elemento conductor.

De acuerdo con la invención, el dispositivo electrónico de control comprende además:

medios para detectar la señal de salida (Vs) del amplificador;

medios para medir periódicamente una variación en el tiempo de dicha señal de salida (Vs);

medios para generar y aplicar periódicamente a la salida del dispositivo electrónico de control, la señal o tensión de compensación (Vc) con un valor equivalente y con polaridad opuesta a la variación en el tiempo detectada en la señal de salida (Vs) del amplificador, con la condición de que si dicha variación en el tiempo es superior a un valor máximo (Vcmax), el valor de la tensión de compensación será igual a dicho valor máximo (Vcmax).

De esta manera, lo que se consigue es generar, a través del segundo elemento conductor (próximo al primer elemento conductor), un componente adicional del campo electroestático que afecta al primer elemento conductor, y que “compensa” o reduce la señal de entrada Ve en función de la variación detectada en la señal de salida, evitando así el efecto de la integración o “deriva” en la señal de salida, sin afectar a las corrientes de fuga del propio amplificador (ya que el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor están próximos el uno al otro, pero sin estar en contacto).

Lógicamente, los niveles máximos de la señal de compensación Vc, así como la frecuencia con la que se aplica, se eligen de forma adecuada para que la señal de compensación pueda “compensar” la deriva que se produce en el amplificador por los motivos comentados, pero sin que pueda llegar a ocultar variaciones en la señal de salida que se deban a cambios sustanciales en el campo electroestático externo que se desea medir. Esto es posible debido a que, en las aplicaciones prácticas, las variaciones en el campo externo son mucho mayores o “más abruptas” que las que representa la deriva en el amplificador.

El dispositivo electrónico de control puede, por lo tanto, estar configurado de manera que la velocidad de generación de la señal de compensación y el valor máximo de la señal de compensación (Vc) están limitados de manera que la señal de compensación pueda compensar una deriva en la señal de salida (Vs) debido a la integración de la señal de entrada (Ve) en el amplificador, pero no cambios en la señal de salida que se deban a variaciones (sustanciales) en el campo electroestático externo a medir.

Por ejemplo, el dispositivo electrónico de control puede estar configurado de manera que la señal de compensación (Vc) se genera una vez cada S segundos, 0,1s ≤ S ≤ 1s, por ejemplo, 0,2s ≤ S ≤ 0,6, por ejemplo, S=500 ms, y el valor máximo de la tensión o señal de compensación (Vc) puede estar limitado, de manera que la señal de compensación aplicada al segundo elemento conductor (4) no puede superar los 200 mV.

El dispositivo puede incluir un primer convertidor analógico-digital para convertir la señal de salida (Vs) del amplificador en una señal digital para ser procesado por el dispositivo electrónico de control, y/o un convertidor digital-analógico para convertir la señal de compensación digital del dispositivo electrónico de control en una tensión analógica que se aplica al segundo elemento conductor.

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema de medición de un campo electrostático externo por medición diferencial, y que comprende dos dispositivos de acuerdo con lo que se ha descrito más arriba, así como medios para detectar la diferencia entre la señal de salida (Vs) de uno de dichos dispositivos y la señal de salida (Vs) de otro de dichos dispositivos. De esta manera, los primeros elementos conductores de ambos dispositivos se pueden colocar uno próximo al otro pero distanciados en una dirección, por ejemplo, en la dirección vertical, de manera que uno de los elementos conductores quede a una distancia determinada (por ejemplo, un centímetro) por encima del otro. De esta forma, la diferencia entre las señales de salida (Vs) de ambos dispositivos representa una medición directa de la tensión de campo medio (en el caso de una distancia de separación de un centímetro, la tensión de campo medio por centímetro). De esta manera, se obtiene una medida diferencial entre dos puntos separados con una distancia fija, con lo que la medida ya no está referenciada al suelo (tierra). De esta manera, no influye en las mediciones la distancia del suelo (la altura) de los dispositivos (de los primeros elementos conductores), por lo que se evita la necesidad de incorporar complicados sistemas de calibración, los cuales tendrían que ajustarse en función de la altura de la instalación. En el sistema, un mismo módulo electrónico (por ejemplo, un microcontrolador) puede hacer la función de dispositivo electrónico de control de ambos dispositivos de medición que integran el sistema, y además realizar la función de producir la señal indicativa de la diferencia entre las dos señales de salida de los amplificadores de los dispositivos de medición.

El sistema de la invención puede comprender un sistema informático configurado para recibir una señal indicativa de la diferencia entre las señales de salida (Vs) y para producir una señal indicativa de un evento en el caso de que dicha diferencia cumpla uno o varios criterios predeterminados (por ejemplo, criterios que se han considerado indicativos de una tormenta). El propio sistema informático puede materializar los medios para detectar o calcular la diferencia entre las señales de salida de los dos dispositivos de medición.

El primer elemento conductor de uno de los dispositivos puede estar situado en la proximidad del primer elemento conductor de otro de los dispositivos, estando uno de dichos elementos conductores situado a una altura superior a la del otro (por ejemplo, en el orden de un centímetro por encima del otro).

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema de detección de tormentas, que comprende al menos un dispositivo de medición de acuerdo con lo que se ha descrito más arriba, así como medios de análisis (por ejemplo, implementados en un sistema informático) de la señal de salida (Vs) de dicho dispositivo o de dichos dispositivos, estando dichos medios de análisis configurados para generar una señal indicativa de tormenta cuando la señal de salida o las señales de salida cumplen al menos un criterio predeterminado.

El sistema de detección de tormentas puede comprender no sólo un dispositivo de medición sino, por ejemplo, dos, por ejemplo, un sistema de medición de acuerdo con lo que se ha descrito en lo que antecede.

Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para la detección de tormentas, que comprende los pasos de:

monitorizar la señal de salida (Vs) de un dispositivo de medición (o la diferencia entre las señales de salida (Vs) de dos dispositivos de un sistema de medición) de acuerdo con lo que se ha descrito en lo que antecede; y

determinar la existencia de una tormenta a partir del desarrollo de dicha señal de salida (o diferencia).

El dispositivo electrónico de medición del campo electroestático de la invención presenta las ventajas del procedimiento de detección por medición de campo electroestático conocido del documento FR-A-2432719, pero eliminado el inconveniente de la utilización de partes mecánicas o móviles, consiguiendo de esta manera una reducción muy importante de tamaño y coste del dispositivo y utilizando, en lugar de los elementos móviles, sensores puramente electrónicos capaces de medir directamente el campo electroestático, sin necesidad de transformarlo en señales alternas.

Por otro lado, al carecer de elementos que soporten un desgaste mecánico, se aumenta la vida útil del dispositivo/sistema y se disminuye en gran medida las posibilidades de producirse averías y la necesidad de realizar mantenimientos periódicos.

Otra de las ventajas de utilizar sensores electrónicos es el hecho de que estos sensores, al contrario de los sensores con sistemas mecánicos, no modifican el campo a su alrededor, de manera que se pueden colocar varios sensores separados por distancias muy cortas, tal y como se ha descrito más arriba. Partiendo de esta posibilidad, se pueden colocar sensores a distintas altura de manera que se pueda medir una tensión de campo diferencial y de esta manera obtener directamente el valor de la tensión de campo medio sin que afecte la altura a la que este situado el dispositivo o sistema de medición.

Descripción de los dibujos

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

La figura 1A refleja un amplificador en configuración de carga (de acuerdo con el estado de la técnica).

La figura 1B refleja un amplificador en configuración diferencial (de acuerdo con el estado de la técnica).

La figura 2 refleja, de forma esquemática, un dispositivo de medición de acuerdo con una realización preferente de la invención.

La figura 3A refleja el desarrollo temporal de algunas de las señales relevantes en el caso de no disponer de la señal de compensación.

La figura 3B refleja el desarrollo de estas señales en el caso de disponer de una señal de compensación.

La figura 4 refleja un sistema de acuerdo con una realización preferente de la invención, para la medición diferencial del campo electroestático externo.

La figura 5 refleja, de forma esquemática, una instalación que incluye un sistema de acuerdo con la figura 4.

Realización preferente de la invención

La figura 2 ilustra un dispositivo de medición de acuerdo con una realización preferente de la invención, adecuado para la detección del campo electroestático para detectar la presencia o formación de tormentas. Tal y como se puede observar, el dispositivo incluye un primer elemento conductor 1 que puede consistir en un disco metálico, por ejemplo, de cobre y con un diámetro de aproximadamente 20mm. Dicho disco está conectado a la entrada negativa 2a de un amplificador operacional electrométrico configurado como amplificador de carga, es decir, con una configuración como la de la figura 1A. Para poder detectar las cargas pequeñas que el campo electroestático produce en el elemento conductor 1 (y que aumentan sustancialmente en la presencia de una tormenta, pero sin dejar de ser “pequeñas” en comparación con las corrientes de fuga que presenta un amplificador en configuración diferencial), se ha optado por un amplificador operacional electrométrico (por ejemplo, LMC6462 y LMC6446 de NATIONAL SEMICONDUCTOR o el OPA128 de BURR-BROWN (Texas Instruments). De esta manera, se consiguen grandes ganancias a la vez que las corrientes de fuga son pequeñas (casi nulas).

De esta manera, una tensión o señal de entrada Ve a la entrada 2a del amplificador produce una señal de salida Vs a la salida 2b del amplificador, señal que se convierte de formato analógico en formato digital a través del convertidor analógico-digital 5, para luego ser aplicada a una entrada 3a del dispositivo electrónico de control 2, que mide esta señal y que puede producir una señal de salida indicativa del valor de la señal Vs.

Ahora bien, en un principio, con estos elementos ya sería posible obtener una señal de salida relacionada con la señal de entrada Ve. No obstante, debido al carácter integrador del amplificador en configuración de carga, tal y como se ha descrito más arriba, de no disponer de una señal de compensación se produciría una deriva en la señal de salida Vs. Concretamente, tal y como se ilustra esquemáticamente en la figura 3A, que refleja el desarrollo del campo electrostático externo que se desea medir Vm (que se mide en V/m) (y que contribuye directamente a la tensión de entrada Ve) y la señal de salida Vs en el tiempo (t), al producirse una subida (100) en el campo electroestático externo Vm, se produciría una subida correspondiente en la señal de salida Vs (zona 101 en la figura 3A). Sin embargo, cuando el campo electroestático externo se estabiliza (200) a un nivel alto, lo que se desea es que la señal de salida Vs también se estabilice (tal y como sugiere la porción 201 en la figura 3A). Sin embargo, debido al carácter integrador del amplificador, la señal de salida Vs será proporcional al valor integrado de la señal de entrada Ve (que, en este caso, sería directamente dependiente del valor del campo electroestático Vm), con lo cual la señal de salida seguirá aumentando (202), hacia el infinito (o hasta el límite de la capacidad del amplificador), por lo que se produce lo que se puede llamar una “deriva” 300 entre el valor “real” de la señal de salida Vs y el valor

“deseable” de la señal de salida (es decir, el valor que podría claramente tener relación con el valor del campo electroestático que se desea medir Vm).

Para evitar (o, al menos, reducir) este problema, el dispositivo de la figura 2 está dotado de un segundo elemento conductor 4 que está conectado a una salida 3b del dispositivo electrónico de control. A través de dicha salida 3b, el dispositivo electrónico de control puede aplicar una señal o tensión de compensación Vc (a través de un convertidor digital-analógico que convierte la señal de compensación Vc digital generada por el dispositivo electrónico de control 3, en una señal o tensión de compensación Vc analógica que se aplica al segundo elemento conductor 4).

En la figura 2 se ha ilustrado esquemáticamente como el dispositivo electrónico de control 3 comprende:

medios 31 para detectar la señal de salida (Vs) del amplificador 2 (a través del convertidor analógico-digital 5);

medios 32 para medir periódicamente una variación en el tiempo de dicha señal de salida; y

medios 33 para generar y aplicar periódicamente a la salida (3b) del dispositivo electrónico de control (3), la tensión de compensación (Vc) con un valor equivalente y con polaridad opuesta a la variación en el tiempo detectada en la señal de salida (Vs) del amplificador, con la condición de que si dicha variación en el tiempo es superior a un valor máximo (Vcmax), el valor de la tensión de compensación será igual a dicho valor máximo (Vcmax).

La figura 3B refleja de forma esquemática el desarrollo en el tiempo (t) del campo electroestático externo Vm, de la señal de salida Vs y de la tensión o voltaje de compensación Vc. Como se ha ilustrado esquemáticamente, como respuesta a un cambio en el campo electroestático externo Vm, se produce un cambio en la señal de salida Vs y, en función del cambio en la señal de salida, un cambio con un valor correspondiente pero con signo opuesto en la tensión de compensación Vc, que se aplica al segundo elemento conductor 4 y que, junto con el campo electroestático externo Vm, determina el valor actual de la señal de entrada Ve. De esta manera, una deriva hacia una dirección en la señal de salida Vs provoca un cambio en la tensión de compensación Vc, que modifica el campo electroestático producido por el segundo elemento conductor 4, de manera que varía el campo electroestático total al que está sometido el primer elemento conductor 1. La aplicación de una tensión de compensación se repite periódicamente y siempre en función del desarrollo de la señal de salida Vs, de manera que dicha señal oscila ligeramente (tal y como se ve en la figura 3B) pero sin presentar la deriva constante que se observaba en la figura 3A.

Ahora bien, la limitación a un máximo (Vcmax) del valor absoluto de la señal o tensión de compensación Vc, hace que la “compensación” pueda servir para compensar la deriva lenta (y relativamente pequeña, si contemplamos un período de tiempo breve) que se debe al carácter integrador del amplificador, pero no para compensar cambios más grandes como los que se deben a una variación sustancial en el campo electroestático externo, variación que puede ser causada por la presencia de una tormenta. De esta manera, incluso con la aplicación de la tensión de compensación Vc, la señal de salida en la figura 3B refleja (zona 101) la subida (zona 100) en el campo electroestático externo.

(Las figuras 3A y 3B sólo reflejan las señales de forma esquemática y las escalas y relación entre la amplitud de las señales en las figuras 3A y 3B no pretenden reflejar valores reales).

El segundo elemento conductor 4 puede ser del mismo material y de las mismas dimensiones que el primer elemento conductor 1 y estar situado por debajo de este, a una distancia pequeña, por ejemplo, del orden de 1 mm. La aplicación de una nueva tensión de compensación se puede producir con bastante frecuencia, por ejemplo, 4 veces por segundo, y el valor máximo de la tensión de compensación Vcmax puede ser del orden de 200 mV.

De esta manera, se puede medir la tensión de campo tanto cuando es estable como cuando varía.

La figura 4 refleja un sistema para la medición diferencial del campo electroestático, de acuerdo con una realización preferente de la invención. El sistema incluye, básicamente, dos dispositivos de acuerdo con lo que se ha descrito más arriba, cada uno con un primer elemento conductor 1, un segundo elemento conductor 4, y un amplificador 2. Estos elementos están dispuestos e interrelacionados de la misma forma que en el dispositivo de medición descrito más arriba y se puede considerar que el sistema incluye dos de estos dispositivos de medición, aunque la función de ambos dispositivos electrónicos de control 3 está incorporada en un único instrumento que, además, está dotado de medios 34 para detectar la diferencia entre la señal de salida (Vs) de uno de dichos dispositivos de medición y la señal de salida (Vs) del otro de dichos dispositivos de medición, y para suministrar información sobre dicha diferencia a una interfaz 10 (por ejemplo, a través de un cable 21) para que la información se pueda transmitir a otros instrumentos que puedan formar parte de una instalación de control de tormentas o similar.

Para obtener directamente un valor de, por ejemplo, el campo electroestático externo en V/cm se puede colocar uno de los primeros elementos conductores a una distancia *d* (por ejemplo, un centímetro) por encima del otro, en cuyo caso la diferencia entre las dos señales de salida (en V) representa directamente el valor (en V/m) del campo electroestático externo.

De esta manera, el sistema de la figura 4 se puede instalar fácilmente, en cualquier lugar, y dará un valor indicativo del campo electroestático externo, sin necesidad de realizar calibraciones relacionadas con la altura de la instalación.

En la figura 5 se muestra como un sistema como el de la figura 4 se ha instalado en un soporte 20, en una pared 25 de un edificio; el cable 21 comunica el sistema con la interfaz 10 de usuario, a través del cual el usuario puede manipular y analizar la señal de salida del soporte, o conectar el sistema con su ordenador personal 22 o con otro sistema informático, para analizar la señal de salida del soporte 20 (cuya señal corresponde a la diferencia entre las dos señales de salida Vs de cada uno de los dos dispositivos de medición que integran el sistema de medición de la figura 4). La interfaz 10 o el ordenador personal 22 puede estar dotado de un sistema que permite comparar la señal recibida con determinados criterios y, en el caso de que la señal cumpla uno o varios de dichos criterios, generar una señal indicativa de un evento (por ejemplo, de una tormenta). En esta versión, con el cable 21 instalado, dicho cable puede también servir para suministro de energía del sistema en el soporte 20.

También es posible prescindir del cable 21, en cuyo caso el sistema en el soporte puede comunicar con la interfaz 10 por radiofrecuencia. Para ello, el sistema en el soporte puede estar conectado a un modulo de comunicación por radiofrecuencia que puede estar conectado a la red eléctrica (y, por lo tanto, proporcionar energía eléctrica al sistema de medición) o a una fuente de alimentación autónoma, por ejemplo, a un panel solar y a una batería de alimentación, en cuyo caso el módulo de comunicación por radiofrecuencia y el sistema de medición no requieren conexión física alguna a la red eléctrica.

La interfaz 10 puede ser una interfaz inteligente y disponer de software que permite analizar la señal que recibe del sistema de medición. Alternativa o complementariamente, la interfaz puede estar conectada a un ordenador 22 o similar que puede realizar el análisis o parte del análisis.

Tanto el dispositivo de medición como el sistema descritos más arriba permiten la detección de tormentas. El procedimiento consistiría, básicamente, en analizar la señal de salida Vs del dispositivo (o la diferencia entre las dos señales de salida Vs de los dispositivos que integran el sistema), comparar dichas señales o el desarrollo de las mismas con uno o varios criterios, y, como resultado de la comparación, determinar si se ha detectado o no una tormenta. Utilizando un ordenador con software adecuado, se pueden someter las señales que proporciona el dispositivo o sistema a un análisis avanzado (en cambio, los dispositivos de control electrónicos 3 que forman parte del dispositivo o sistema de medición, pueden ser sencillos, ya que exclusivamente tienen que recibir y trasladar la señal de salida y calcular y generar la señal de compensación Vc).

En este texto, la palabra “comprende” y sus variantes (como “comprendiendo”, etc.) no se deben interpretar de forma excluyente, es decir, no excluyen la posibilidad de que lo descrito incluya otros elementos, pasos etc.

Por otra parte, la invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han divulgado, sino que abarca también, por ejemplo, las variantes que puedan ser realizadas por un experto en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro de lo que se desprende de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo de medición de un campo electroestático externo, **caracterizado porque** comprende:

un primer elemento conductor (1);

un amplificador (2) con una entrada (2a) conectada al primer elemento conductor (1) para recibir una señal de entrada (Ve) en dicha entrada (2a), siendo dicha señal indicativa de la tensión de campo de un campo electroestático al que está expuesto el primer elemento conductor (1), estando el amplificador (2) configurado como amplificador de carga, de manera que produce, en una salida (2b) del amplificador (2), una señal de salida (Vs) con un valor que corresponde al valor de la señal de entrada (Ve) integrado en el tiempo;

un dispositivo electrónico de control (3) que tiene una entrada (3a) conectable a la salida (2b) del amplificador (2), para recibir dicha señal de salida (Vs);

un segundo elemento conductor (4) situado próximo al primer elemento conductor (1);

teniendo el dispositivo electrónico de control una salida (3b) conectable a dicho segundo elemento conductor (4) para aplicar una tensión de compensación (Vc) a dicho segundo elemento conductor (4), para establecer un campo electroestático de compensación que afecte al primer elemento conductor (1);

comprendiendo además el dispositivo electrónico de control:

medios (31) para detectar la señal de salida (Vs) del amplificador;

caracterizado porque el dispositivo electrónico de control comprende además:

medios (32) para medir periódicamente una variación en el tiempo de dicha señal de salida (Vs);

medios (33) para generar y aplicar periódicamente a la salida (3b) del dispositivo electrónico de control (3), la tensión de compensación (Vc) con un valor equivalente y con polaridad opuesta a la variación en el tiempo detectada en la señal de salida (Vs) del amplificador (2), con la condición de que si dicha variación en el tiempo es superior a un valor máximo (Vcmax), el valor de la tensión de compensación será igual a dicho valor máximo (Vcmax).

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo electrónico de control está configurado de manera que la velocidad de generación de la tensión de compensación y el valor máximo de la tensión de compensación (Vc) están limitados de manera que la señal de compensación pueda compensar una deriva en la señal de salida (Vs) debido a la integración de la señal de entrada (Ve) en el amplificador (2), pero no cambios en la señal de salida (Vs) que se deban a variaciones sustanciales en el campo electroestático externo a medir.

3.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo electrónico de control (3) está configurado de manera que la tensión de compensación (Vc) se genera una vez cada S segundos, $0{,}1s \leq S \leq 1s$, y el valor máximo (Vcmax) de la tensión de compensación (Vc) está limitado de manera que la tensión de compensación aplicada al segundo elemento conductor (4) no puede superar 200 mV.

4.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye un primer convertidor analógico-digital (5) para convertir la señal de salida (Vs) del amplificador (2) en una señal digital para ser procesada por el dispositivo electrónico de control (3).

5.- Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye un convertidor digital-analógico (6) para convertir una señal de compensación (Vc) digital del dispositivo electrónico de control (3), en la tensión de compensación (Vc) analógica que es aplicada al segundo elemento conductor (4).

6.- Sistema de medición de un campo electrostático por medición diferencial, **caracterizado porque** comprende dos dispositivos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, y medios (34) para detectar la diferencia entre la señal de salida (Vs) de uno de dichos dispositivos y la señal de salida (Vs) de otro de dichos dispositivos.

7.- Sistema de medición según la reivindicación 6, **caracterizado porque** además comprende un sistema informático (10; 22) configurado para recibir una señal indicativa de la diferencia entre las señales de salida (Vs) y para producir una señal indicativa de un evento en el caso de que dicha diferencia cumpla uno o varios criterios predeterminados.

8.- Sistema de medición según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el primer elemento conductor (1) de uno de los dispositivos está situado en la proximidad del primer elemento conductor (1) de otro de los dispositivos, estando uno de dichos primeros elementos conductores situado a una altura superior a la del otro.

9.- Sistema de detección de tormentas, **caracterizado porque** comprende al menos un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5 y medios de análisis (10, 22) de la señal de salida (Vs) de dicho dispositivo

o de dichos dispositivos, estando dichos medios de análisis configurados para generar una señal indicativa de una tormenta cuando la señal de salida o las señales de salida cumplan al menos un criterio predeterminado.

10.- Sistema de detección de tormentas según la reivindicación 9, **caracterizado porque** comprende un sistema de medición según una cualquiera de las reivindicaciones 6-8.

11.- Procedimiento de detección de tormentas, **caracterizado porque** comprende los pasos de:

monitorizar la señal de salida (Vs) de un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5; y determinar la existencia de una tormenta en base al desarrollo de dicha señal de salida.

12.- Procedimiento de detección de tormentas, **caracterizado porque** comprende los pasos de:

monitorizar la diferencia entre la señal de salida (Vs) de dos dispositivos de un sistema de medición según una cualquiera de las reivindicaciones 6-8; y determinar la existencia de una tormenta en base al desarrollo de dicha diferencia.

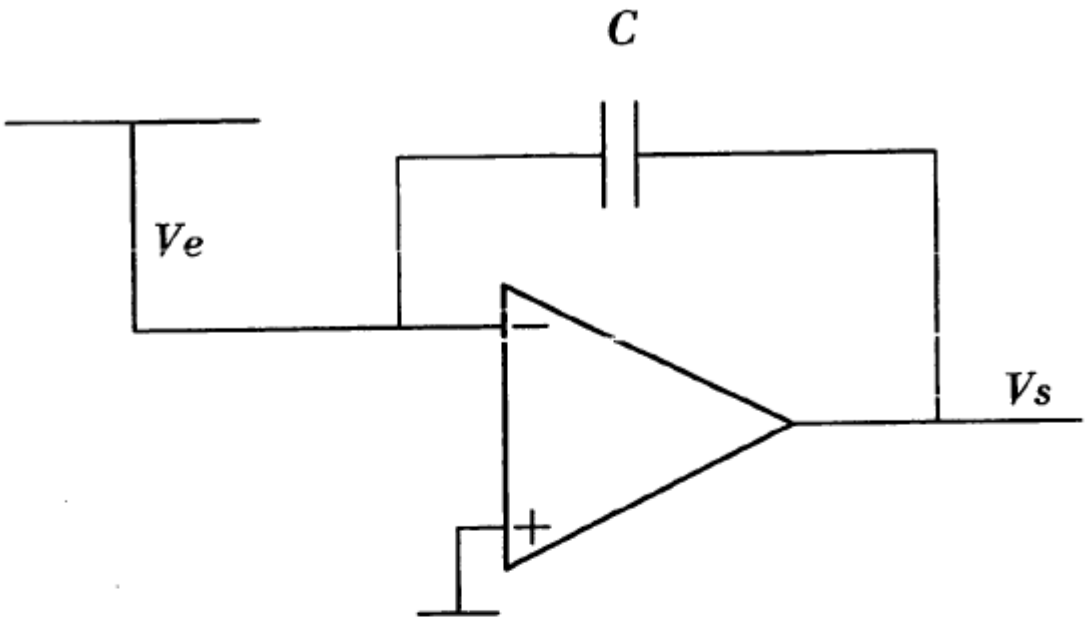

FIG. 1A

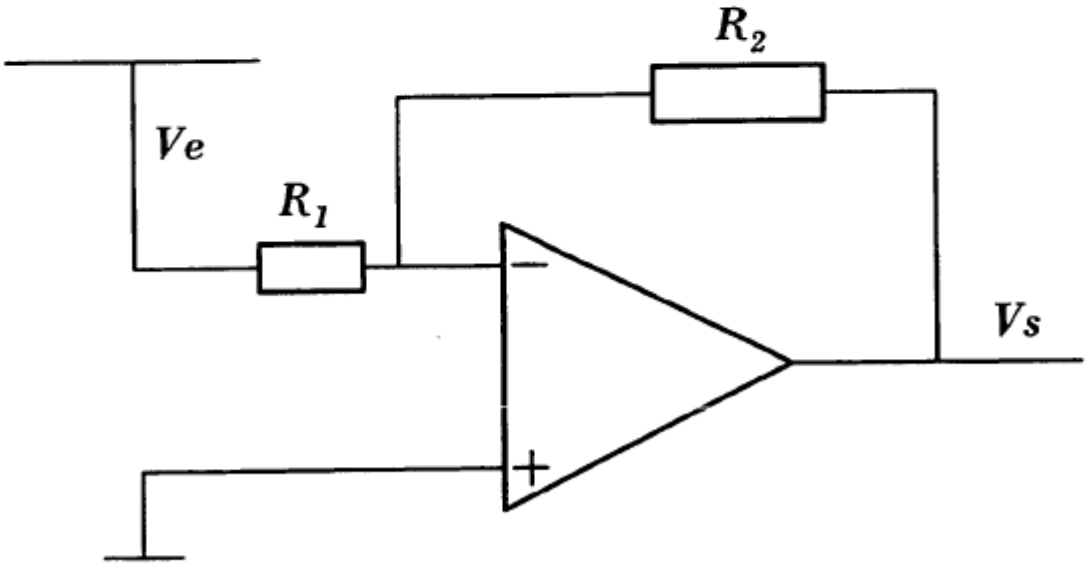

FIG. 1B

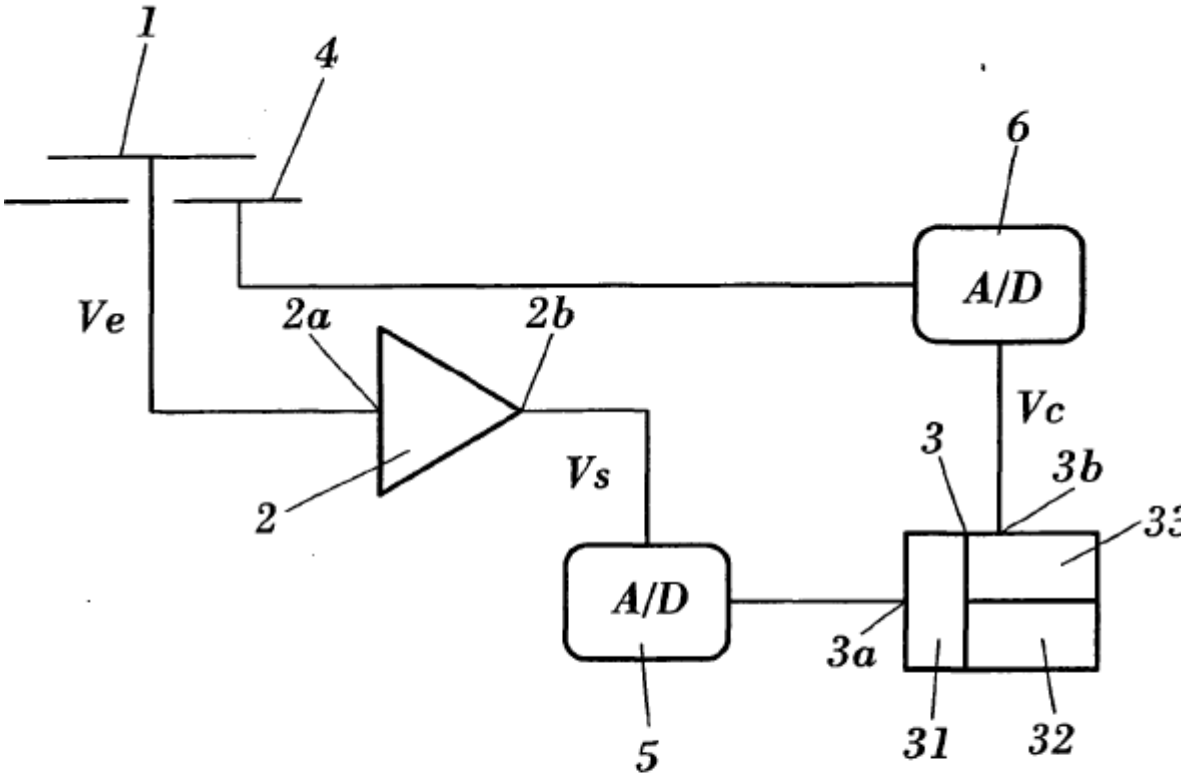

FIG. 2

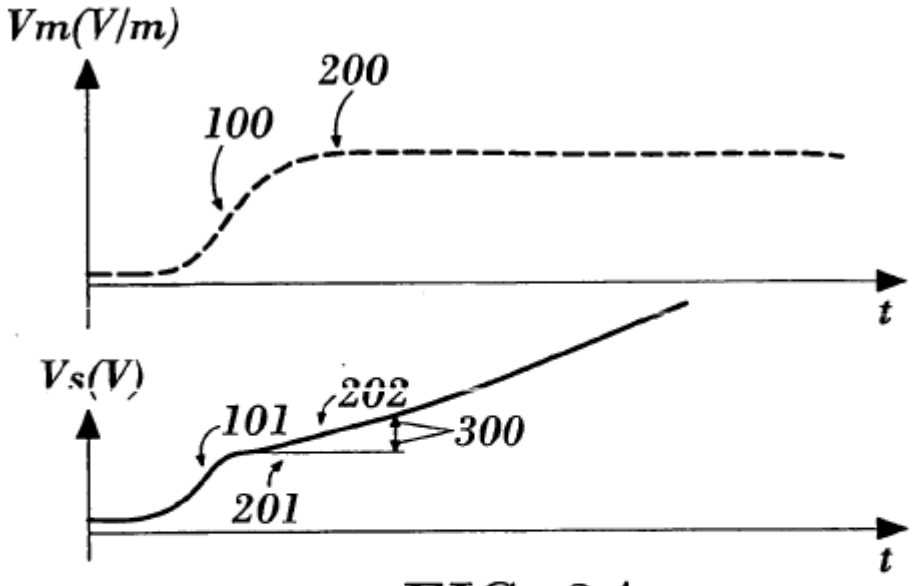
Vm(V/m)
200
100
t
Vs(V)
202
101
300
201
t

FIG. 3A

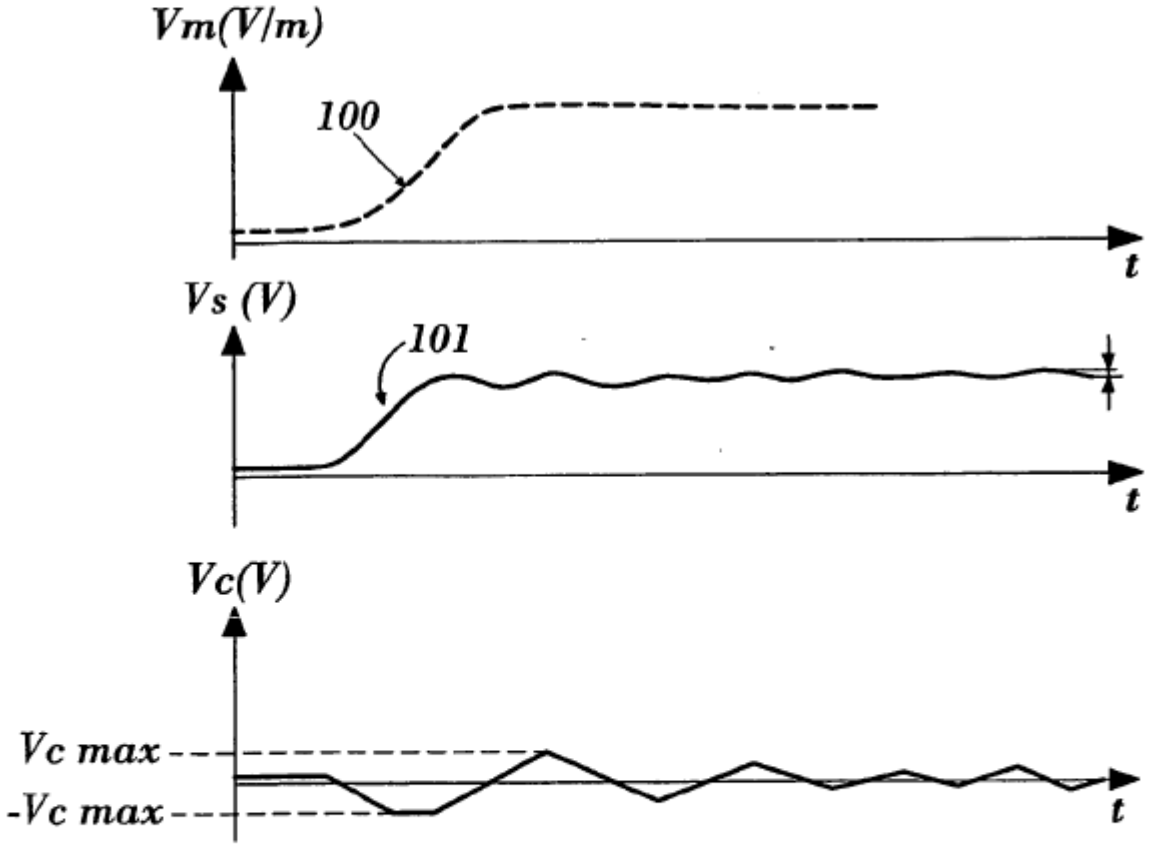
Vm(V/m)
100
t
Vs (V)
101
t
Vc(V)
Vc max
-Vc max
t

FIG. 3B

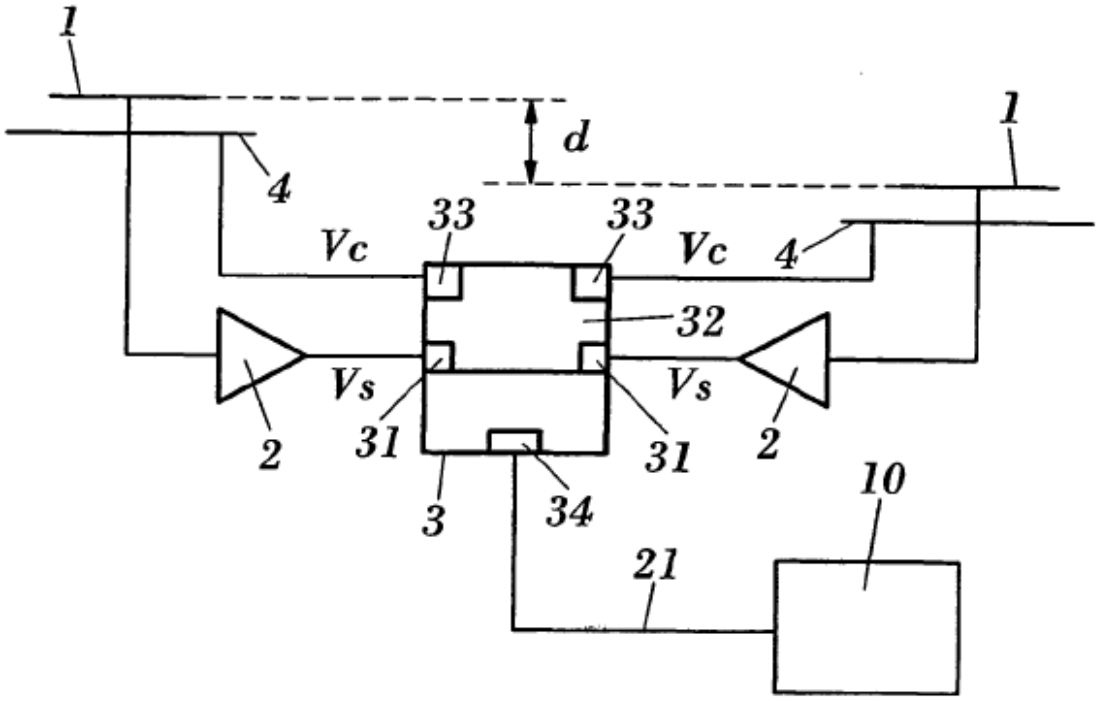

FIG. 4

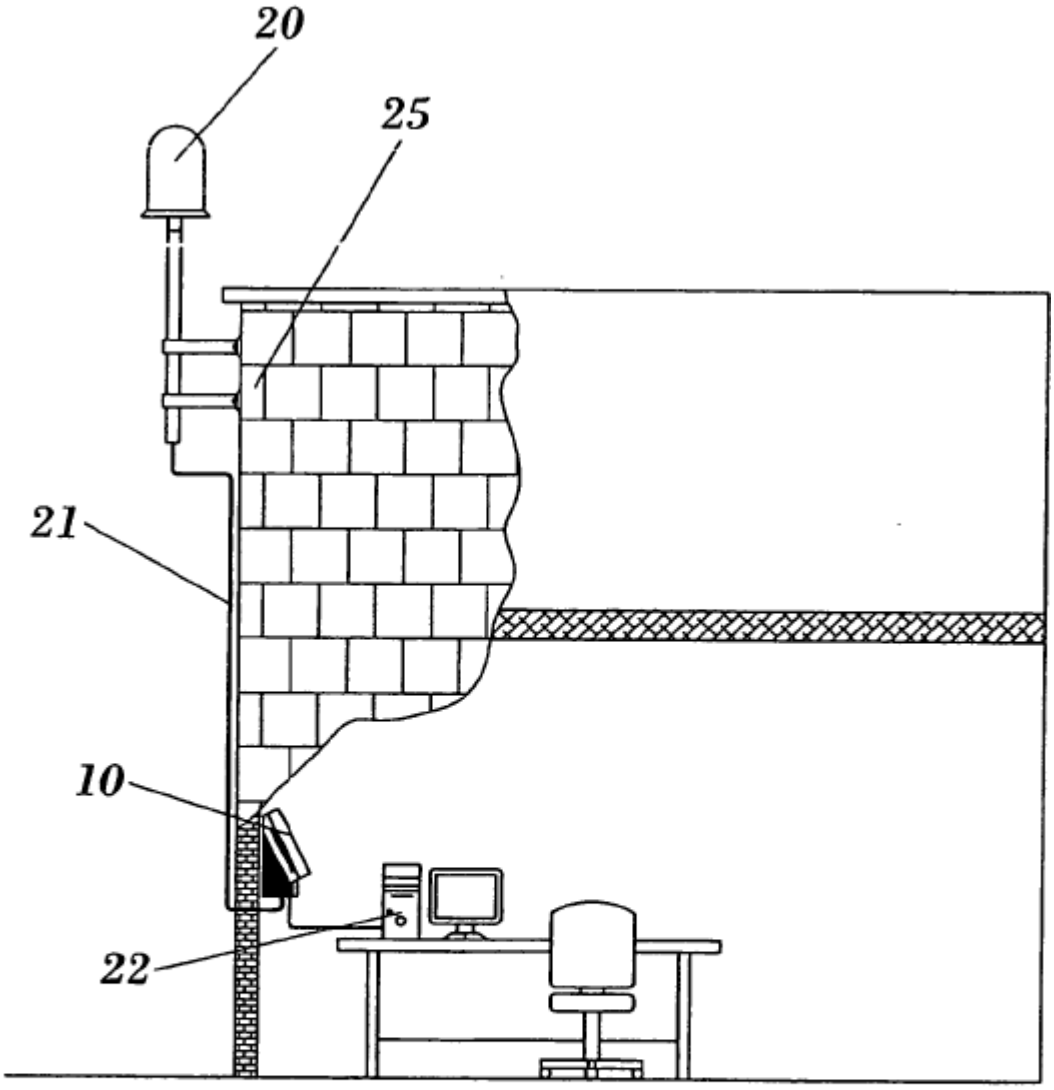

FIG. 5