

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
4 de Mayo de 2006 (04.05.2006)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 2006/045873 A1**

(51) Clasificación Internacional de Patentes:  
*G01W 1/00* (2006.01) *G01R 29/12* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2005/000573

(22) Fecha de presentación internacional:  
25 de Octubre de 2005 (25.10.2005)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:  
P200402545 25 de Octubre de 2004 (25.10.2004) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):  
**APLICACIONES TECNOLOGICAS, S.A.** [ES/ES];  
Nicolas Copernico, 4, Parque Tecnológico, E-46980  
PATERNA (Valencia) (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **PO-MAR GARCIA, Carlos** [ES/ES]; Nicolas Copernico, 4, Parque Tecnológico, E-46980 PATERNA (Valencia) (ES). **PUCHADES MARCO, Jesus** [ES/ES]; Nicolas Copernico, 4, Parque Tecnológico, E-46980 PATERNA (VALENCIA) (ES).

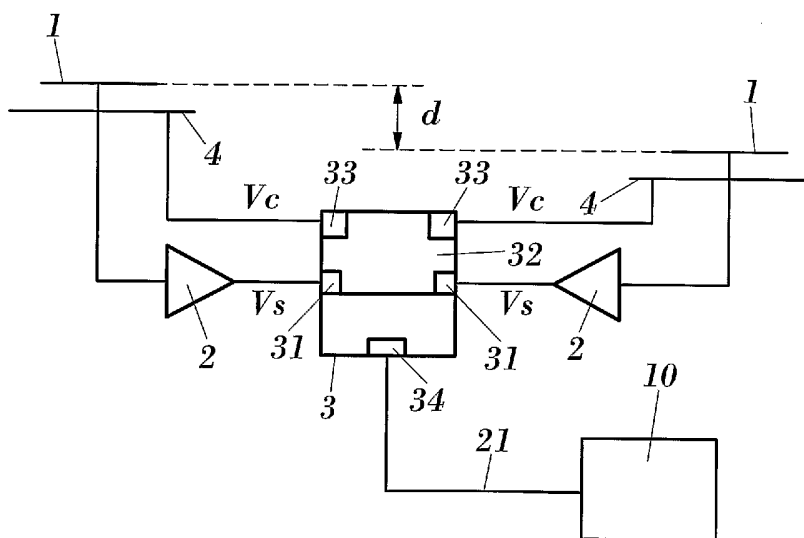
(74) Mandatario: **CARPINTERO LOPEZ, Francisco**; Herrero & Asociados, S.L., Alcala, 35, E-28014 MADRID (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: DEVICE AND SYSTEM FOR MEASURING AN EXTERNAL ELECTROSTATIC FIELD, AND SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING STORMS

(54) Título: DISPOSITIVO Y SISTEMA DE MEDICIÓN DE UN CAMPO ELECTROESTÁTICO EXTERNO, Y SISTEMA Y MÉTODO DE DETECCIÓN DE TORMENTAS



(57) Abstract: The invention relates to a device for measuring an external electrostatic field, for example, for the detection of storms. The inventive device consists of: a first conductor element (1); an amplifier (2) in charge configuration; an electronic control device (3) comprising an input (3a) which can be connected to the output (2b) of the amplifier (2) in order to receive an output signal (Vs); and a second conductor element (4) which is positioned close to the first conductor element (1) in order to subject same to an electrostatic compensation field created by a compensation signal (Vc) that is calculated and generated by the electronic control device, in order to prevent a drift in the output signal (Vs) caused by the integrating nature of the configuration of the amplifier. The invention also relates to a differential measuring system and to a storm-detection system and method.

[Continúa en la página siguiente]

WO 2006/045873 A1



SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,  
UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

- con informe de búsqueda internacional
- antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

---

(57) **Resumen:** La invención se refiere a un dispositivo de medición de un campo electrostático externo, por ejemplo, para la detección de tormentas, que comprende: un primer elemento conductor (1); un amplificador (2) en configuración de carga; un dispositivo electrónico de control (3) que tiene una entrada (3a) conectable a la salida (2b) del amplificador (2), para recibir una señal de salida (Vs); y un segundo elemento conductor (4) situado próximo al primer elemento conductor (1) para someterlo a un campo electrostático de compensación creado por una señal de compensación (Vc) calculada y generada por el dispositivo electrónico de control, para evitar una deriva en la señal de salida (Vs) causada por el carácter integrador de la configuración del amplificador. La invención también se refiere a un sistema de medición diferencial, y a un sistema y método de detección de tormentas.

**DISPOSITIVO Y SISTEMA DE MEDICIÓN DE UN CAMPO ELECTROESTÁTICO EXTERNO, Y SISTEMA Y MÉTODO DE DETECCIÓN DE TORMENTAS.**

5 **CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION**

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 INVENCION**

10 En la actualidad se utilizan básicamente tres métodos 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.

15 A continuación se describe el principio de funcionamiento básico de cada uno de estos métodos 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.

20 Este tipo de detectores actúa midiendo la intensidad 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  
25 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  
30 número ES-T-2030747).

Los detectores por radiofrecuencia detectan las emisiones de radio 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 método de detección sino en los equipos de detección que se utilizan en la actualidad. Estos equipos, 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 equipo 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 equipos 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 presenta este tipo de elementos móviles.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

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 metálica 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 intensidades o corrientes muy pequeñas) con una entrada conectada al primer elemento conductor para recibir una señal de entrada ( $V_e$ ) en dicha entrada, estando dicha señal indicativa del valor (tensión o potencial) (con respecto a tierra, si la otra entrada del amplificador está conectado 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 intensidades continuas) de manera que produce, en una salida del amplificador, una señal de salida ( $V_s$ ) con un valor que corresponde al valor de la señal de entrada ( $V_e$ ) integrado sobre 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 ( $V_s$ ) (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  $V_e$ , y con una resistencia  $R_2$  conectada entre la salida y la entrada, se tiene que la señal a la salida  $V_s$  está relacionada con la señal a la entrada por la fórmula

$$V_s = - V_e \times (R_1/R_2),$$

es decir, la señal de salida  $V_s$  es proporcional a la señal de entrada  $V_e$  y si  $V_e$  no varía en el tiempo, tampoco varía  $V_s$ . Ahora bien, para la detección de tormentas y similares aplicaciones, la detección del campo electrostático 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 intensidad generada por el campo electrostático).

Por ello, se ha optado por la configuración de carga o integrador, representada en la figura 1A, donde la relación entre la señal de salida  $V_s$  y la señal de entrada, utilizando un condensador  $C$ , queda definida por la fórmula

$$V_s = - 1/C \times \int V_e dt$$

es decir, la señal de salida correspondería a la señal de entrada integrada sobre 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 ello, 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 ( $V_c$ ) a dicho segundo elemento conductor, para establecer un campo electrostático 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 ( $V_s$ ) del amplificador;

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

5 medios para generar y aplicar periódicamente a la salida del dispositivo electrónico de control, la señal o tensión de compensación ( $V_c$ ) con un valor equivalente y con polaridad opuesta a la variación en el tiempo detectada de la señal de salida ( $V_s$ ) del amplificador, con la condición de que si dicha variación en el tiempo es superior a un valor máximo ( $V_{cmax}$ ), la valor de la tensión de compensación será igual a dicho valor máximo  
0 ( $V_{cmax}$ ).

De esta manera, lo que se consigue es generar, a través del segundo elemento conductor (próximo al primer elemento conductor), una componente adicional del campo electroestático que afecta al primer elemento conductor, y que "compensa" o reduce la señal de entrada  $V_e$  en  
5 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 intensidades o 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  $V_c$ , 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  
5 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 "abruptos" que las que representa la deriva en el amplificador.

) El dispositivo electrónico de control puede, por lo tanto, estar configurado de manera que la periodicidad de la generación de la señal de compensación y el valor máximo de la señal de compensación ( $V_c$ ) están

limitados de manera que la señal de compensación pueda compensar una deriva en la señal de salida ( $V_s$ ) debido a la integración de la señal de entrada ( $V_e$ ) en el amplificador, pero no cambios en la señal de salida que se deban a variaciones (sustanciales) en el campo electrostático externo a medir.

Por ejemplo, el dispositivo electrónico de control puede estar configurado de manera que la señal de compensación ( $V_c$ ) se genera una vez cada  $S$  segundos,  $0,1s \leq S \leq 1s$ , por ejemplo,  $0,2s \leq S \leq 0,6$ , por ejemplo,  $S=500$  ms, y el valor máximo de la tensión o señal de compensación ( $V_c$ ) 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 ( $V_s$ ) 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 ( $V_s$ ) de uno de dichos dispositivos y la señal de salida ( $V_s$ ) de otro de dichos dispositivos. De esta manera, los primeros elementos conductores de ambos dispositivos pueden colocarse 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 ( $V_s$ ) 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 equipo 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 cumple uno o varios criterios predeterminados (por ejemplo, criterios que se han considerado indicativos de una tormenta). El propio equipo 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 equipo 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 más arriba.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método 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 más arriba; y

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

El dispositivo medidor electrónico de campo electrostático de la invención, presenta las ventajas del método de detección por medición de campo electrostático conocido del 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 electrostático, 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

5            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  
0 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).

15            La figura 2 refleja, de forma esquemática, un dispositivo de medición de acuerdo con una realización preferida 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.

20            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 preferida de la invención, para la medición diferencial del campo electrostático externo.

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

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

30            La figura 2 ilustra un dispositivo de medición de acuerdo con una realización preferida de la invención, adecuado para la detección del campo electrostático para detectar la presencia u 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 electrostático 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 consigue grandes ganancias a la vez que las corrientes de fuga son pequeñas (casi nulas).

De esta manera, una tensión o señal de entrada  $V_e$  a la entrada 2a del amplificador produce una señal de salida  $V_s$  a la salida 2b del amplificador, señal que es convertida 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  $V_s$ .

Ahora bien, en un principio, con estos elementos ya sería posible obtener una señal de salida relacionada con la señal de entrada  $V_e$ . 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  $V_s$ . Concretamente, tal y como se ilustra esquemáticamente en la figura 3A, que refleja el desarrollo del campo electrostático externo que se desea medir  $V_m$  (que se mide en V/m) (y que contribuye directamente a la tensión de entrada  $V_e$ ) y la señal de salida  $V_s$  en el tiempo (t), al producirse una subida (100) en el campo electrostático externo  $V_m$ , se produciría una subida correspondiente en la señal de salida  $V_s$  (zona 101 en la figura 3A). Sin embargo, cuando el campo electrostático externo se estabiliza (200) a un

nivel alto, lo que se desea es que la señal de salida  $V_s$  también se establezca (tal y como sugiere la porción 201 en la figura 3A). Sin embargo, debido al carácter integrador del amplificador, la señal de salida  $V_s$  será proporcional al valor integrado de la señal de entrada  $V_e$  (que, en este caso, sería directamente dependiente del valor del campo electrostático  $V_m$ ), 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  $V_s$  y el valor "deseable" de la señal de salida (es decir, el valor que podría claramente tener relación con el valor del campo electrostático que se desea medir  $V_m$ ).

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  $V_c$  (a través de un convertidor digital-analógico que convierte la señal de compensación  $V_c$  digital generada por el dispositivo electrónico de control 3, en una señal o tensión de compensación  $V_c$  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 ( $V_s$ ) 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 ( $V_c$ ) con un valor equivalente y con polaridad opuesta a la variación en el tiempo detectada de la señal de salida ( $V_s$ ) del amplificador, con la condición de que si dicha variación en el tiempo es superior a un valor máximo ( $V_{cmax}$ ), el

valor de la tensión de compensación será igual a dicho valor máximo ( $V_{cmax}$ ).

La figura 3B refleja de forma esquemática el desarrollo en el tiempo ( $t$ ) del campo electroestático externo  $V_m$ , de la señal de salida  $V_s$  y de la tensión o voltaje de compensación  $V_c$ . Como se ha ilustrado esquemáticamente, como respuesta a un cambio en el campo electroestático externo  $V_m$ , se produce un cambio en la señal de salida  $V_s$  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  $V_c$  que se aplica al segundo elemento conductor 4 y que, junto con el campo electroestático externo  $V_m$ , determina el valor actual de la señal de entrada  $V_e$ . De esta manera, una deriva hacia una dirección en la señal de salida  $V_s$  provoca un cambio en la tensión de compensación  $V_c$ , 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  $V_s$ , 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 ( $V_{cmax}$ ) del valor absoluto de la señal o tensión de compensación  $V_c$ , hace que la "compensación" puede 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  $V_c$ , 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).

5 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 puede producirse con bastante frecuencia, por ejemplo, 4 veces por segundo, y el valor máximo de la tensión de compensación  $V_{cmax}$  puede ser del orden de 200  
10 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 preferida de la invención. El sistema incluye, básicamente, dos dispositivos de acuerdo con lo que se ha  
15 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  
20 dos de estos dispositivos de medición, aunque la función de ambos dispositivos electrónicos de control 3 está incorporada en un único equipo que, además, está dotado de medios 34 para detectar la diferencia entre la señal de salida ( $V_s$ ) de uno de dichos dispositivos de medición y la señal de salida ( $V_s$ ) del otro de dichos dispositivos de medición, y para suministrar  
25 información sobre dicha diferencia a una interface 10 (por ejemplo, a través de un cable 21) para que la información pueda ser transmitida a otros equipos que puedan formar parte de una instalación de control de tormentas o similar.

30 Para obtener directamente un valor de, por ejemplo, el campo electroestático externo en V/cm, se puede colocar uno de los primeros elementos conductores 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.

5 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.

10 En la figura 5 se ilustra como un sistema como el de la figura 4 se ha instalado en un cabezal 20, en una pared 25 de un edificio; el cable 21 comunica el sistema con la interface 10 de usuario, a través del cual el usuario puede manipular y analizar la señal de salida del cabezal, o conectar el sistema con su ordenador personal 22 o con otro sistema informático, para analizar la señal de salida del cabezal 20 (cuya señal corresponde a la diferencia entre las dos señales de salida  $V_s$  de cada uno de los dos dispositivos de medición que integran el sistema de medición de la figura 4).  
15 La interface 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 cumple uno o varios de dichos criterios, generar una señal indicativa de un evento (por ejemplo, de una tormenta). En esta  
20 versión, con el cable 21 instalado, dicho cable puede también servir para la alimentación eléctrica del sistema en el cabezal 20.

También es posible prescindir del cable 21, en cuyo caso el sistema en el cabezal puede comunicar con la interface 10 por radiofrecuencia. Para  
25 ello, el sistema en el cabezal 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  
30 conexión física alguna a la red eléctrica.



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

5 Tanto el dispositivo de medición como el sistema descritos más arriba permiten la detección de tormentas. El método consistiría, básicamente, en analizar la señal de salida  $V_s$  del dispositivo (o la diferencia entre las dos señales de salida  $V_s$  de los dispositivos que integran el sistema), comparar dichas señales o el desarrollo de las mismas con uno o varios criterios, y,  
10 como resultado de la comparación, determinar si se ha detectado o no una tormenta. Utilizando un ordenador con software adecuado, se puede 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  
15 exclusivamente tienen que recibir y trasladar la señal de salida y calcular y general la señal de compensación  $V_c$ ).

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

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

## REIVINDICACIONES

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

5 un primer elemento conductor (1);

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

15 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 ( $V_c$ ) a dicho segundo elemento conductor (4), para establecer un campo electroestático de compensación que afecte al primer elemento conductor (1);

comprendiendo el dispositivo electrónico de control además:

25 medios (31) para detectar la señal de salida ( $V_s$ ) del amplificador;

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

medios (33) para generar y aplicar periódicamente a la salida (3b) del dispositivo electrónico de control (3), la tensión de compensación ( $V_c$ ) con un valor equivalente y con polaridad opuesta a la variación en el tiempo detectada de la señal de salida ( $V_s$ ) del amplificador (2), con la condición de

30

que si dicha variación en el tiempo es superior a un valor máximo ( $V_{cmax}$ ), el valor de la tensión de compensación será igual a dicho valor máximo ( $V_{cmax}$ ).

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

15                   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 ( $V_c$ ) se genera una vez cada  $S$  segundos,  $0,1s \leq S \leq 1s$ , y el valor máximo ( $V_{cmax}$ ) de la tensión de compensación ( $V_c$ ) está limitado de manera que la tensión de compensación aplicada al segundo elemento conductor (4) no puede  
20 superar 200 mV.

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

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

5 6.- Sistema de medición de un campo electrostático de manera diferencial, caracterizado porque comprende dos dispositivos de acuerdo con 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.

10 7.- Sistema de medición según la reivindicación 6, caracterizado porque además comprende un equipo 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 cumple uno o varios criterios predeterminados.

15 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.

20 9.- Sistema de detección de tormentas, caracterizado porque comprende al menos un dispositivo según 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 tormenta cuando la señal de salida o las señales de salida cumplen al menos un criterio  
25 predeterminado.

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

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

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

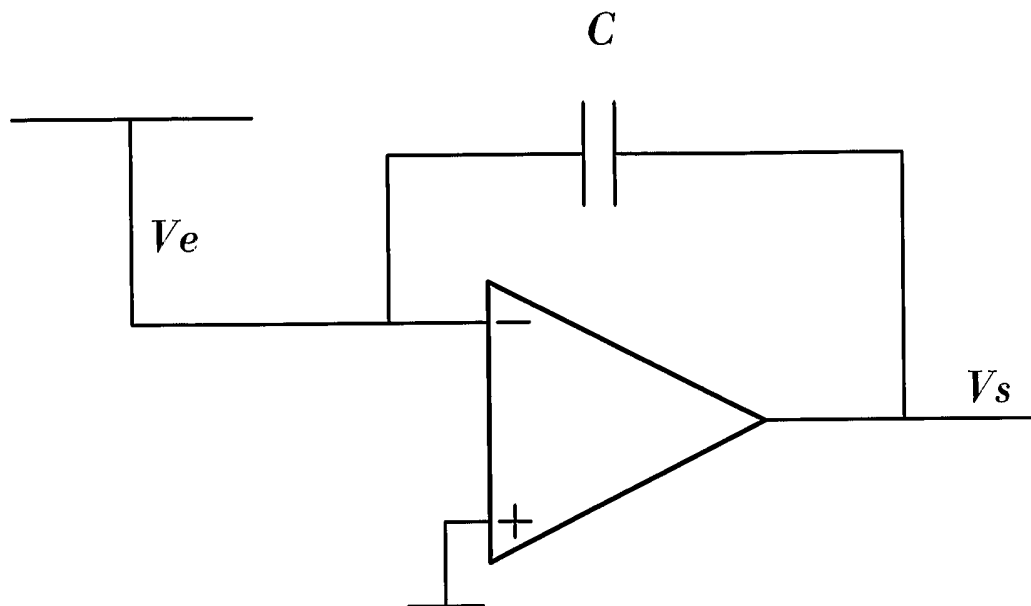
5

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

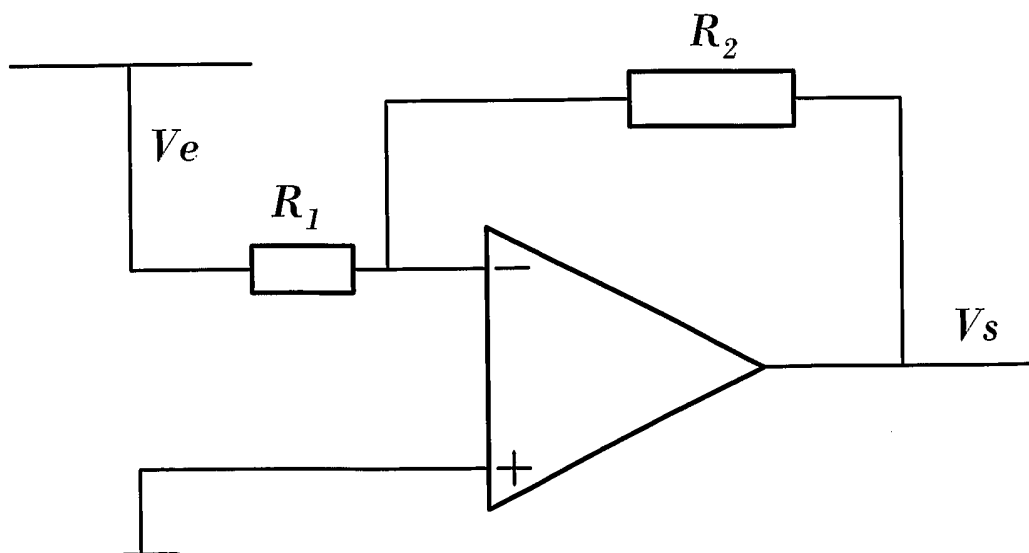
monitorizar la diferencia entre las señales de salida (Vs) de dos dispositivos de un sistema de medición según cualquiera de las reivindicaciones 6-8; y determinar la existencia de una tormenta a partir del desarrollo de dicha diferencia.

10

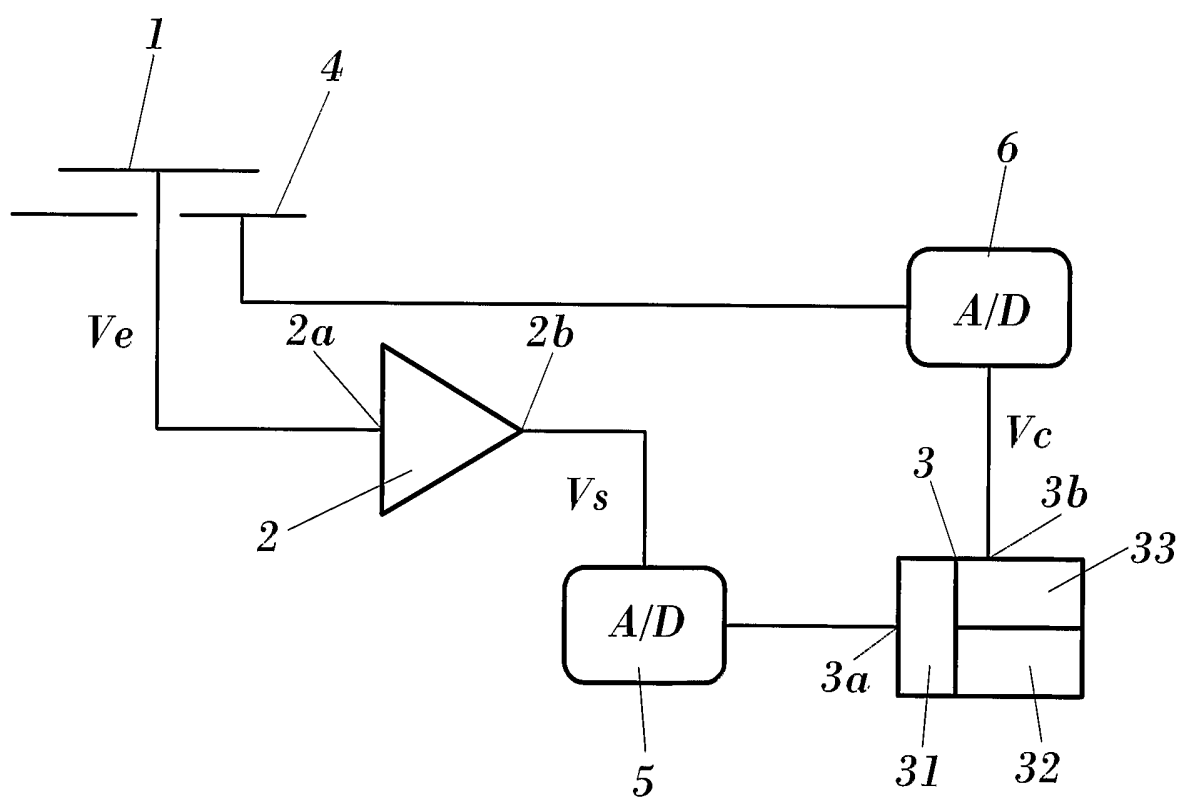
1/5



**FIG. 1A**



**FIG. 1B**



**FIG. 2**

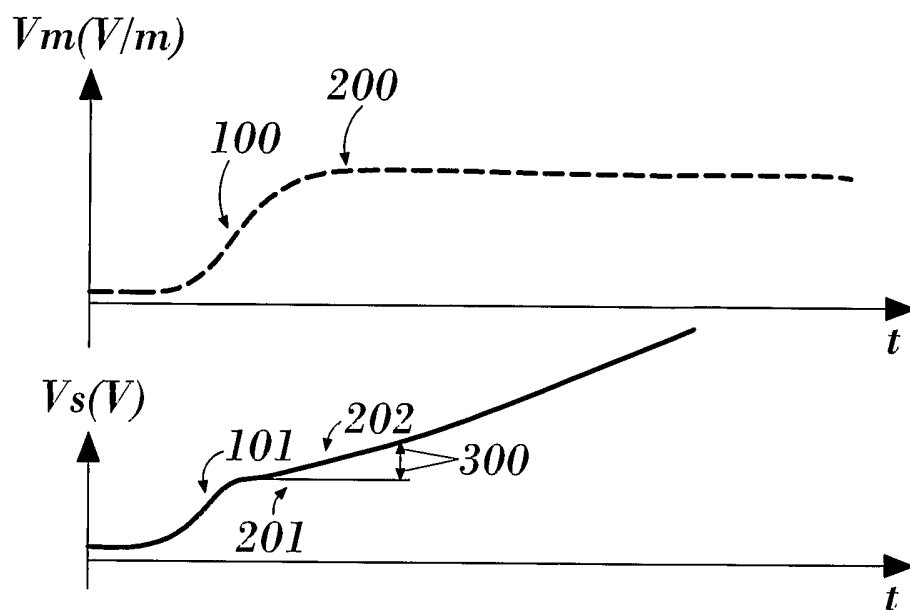


FIG. 3A

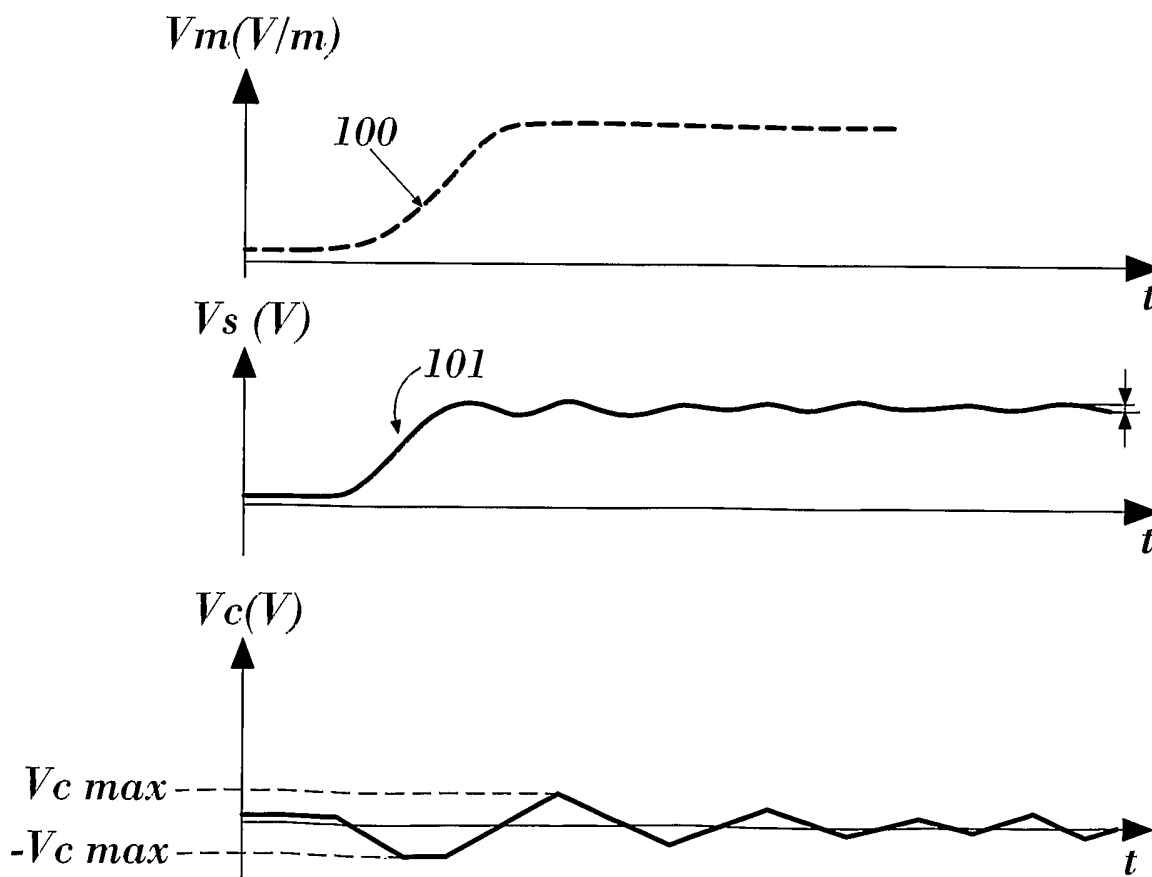
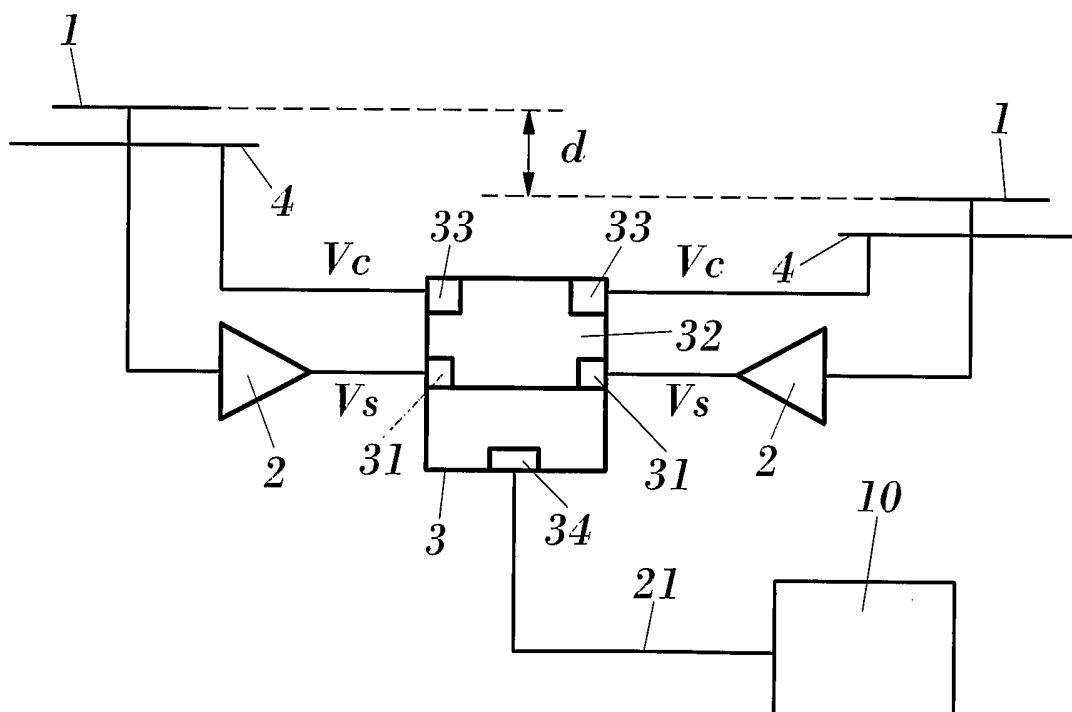
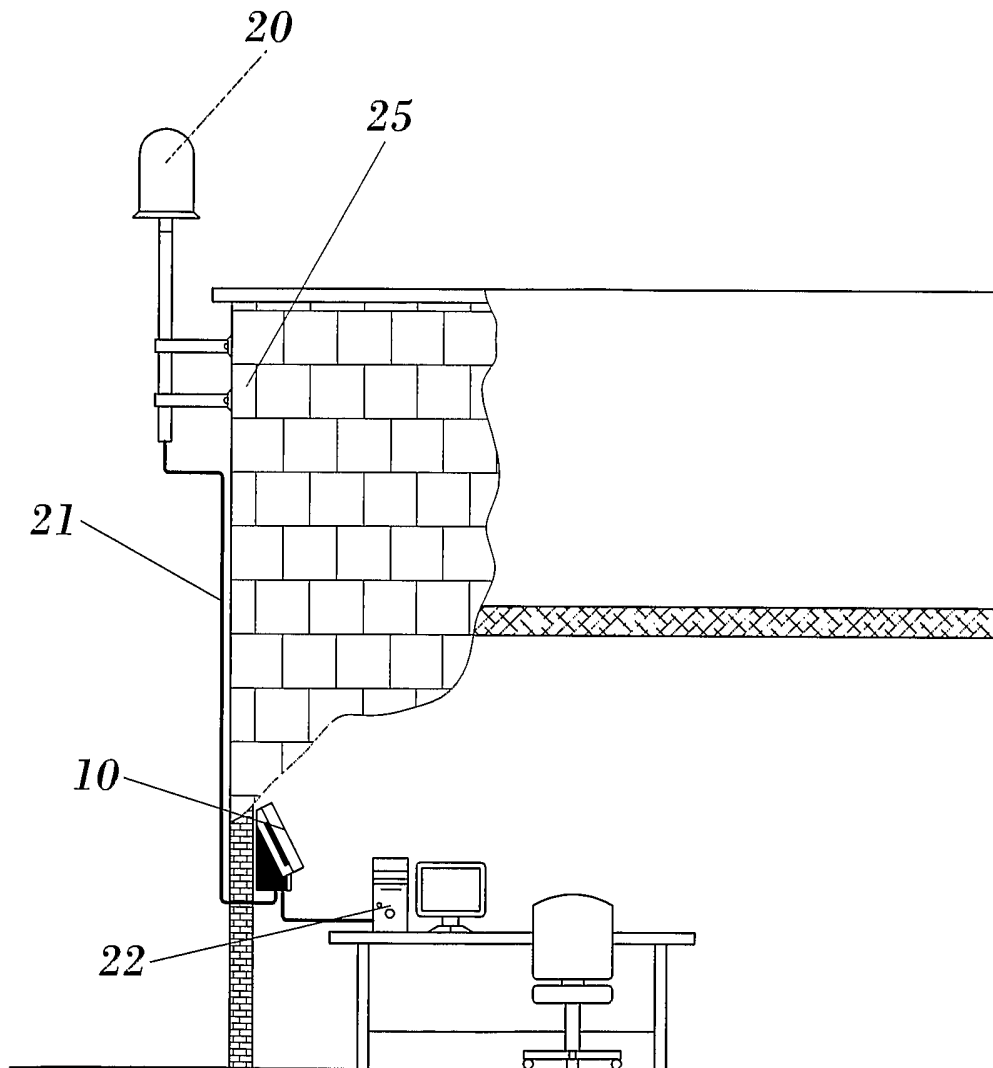


FIG. 3B





**FIG. 4**



**FIG. 5**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES 2005/000573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <b>see additional page</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01W1/00,G01R29/12.		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CIBEPAT,EPODOC,WPI,PAJ,XPESP,NPL,INSPEC.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3753117 A (Downing) 14.08.1973, <b>the whole document</b>	1,2,4,9,11.
Y	US 6414318 B1 (Uber,III et al.) 02.07.2002, <b>the whole document</b>	1,2,4,9,11.
Y	FR 2602342 A1 (Office National D'études et de Recherches Aérospatiales) 05.02.1988, <b>the whole document</b>	9,11.
A	US 4383260 A (Ryan) 10.05.1983, <b>the whole document</b>	1-12.
A	US 4642559 A ( Slough) 10.02.1987, <b>the whole document</b>	1-12.
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>24 february 2006 (24.02.2006)</b>		Date of mailing of the international search report <b>01 March 2006 (01.03.2006)</b>
Name and mailing address of the ISA/ <b>SPTO</b>		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

**International Patent Classification**

*G01W 1/00 (2006.01)*

*G01R 29/12 (2006.01)*

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/ ES 2005/000573

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US3753117A A	14.08.1973	<b>none</b>	-----
-----	-----	-----	-----
US 6414318 B	02.07.2002	WO 0028337 A US 6353324 B JP2002529742T T	18.05.2000 05.03.2002 10.09.2002
-----	-----	-----	-----
FR2602342AB A B	05.02.1988	<b>none</b>	-----
-----	-----	-----	-----
US4383260A A	10.05.1983	<b>none</b>	-----
-----	-----	-----	-----
US4642559A A	10.02.1987	<b>none</b>	-----
-----	-----	-----	-----

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº  
PCT/ ES 2005/000573

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver hoja adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y la CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)  
G01W1/00,G01R29/12.

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

CIBEPAT,EPODOC,WPI,PAJ,XPESP,NPL,INSPEC.

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
Y	US 3753117 A (Downing) 14.08.1973,todo el documento.	1,2,4,9,11.
Y	US 6414318 B1 (Uber,III et al.) 02.07.2002,todo el documento.	1,2,4,9,11.
Y	FR 2602342 A1 (Office National D'études et de Recherches Aérospaciales) 05.02.1988,todo el documento.	9,11.
A	US 4383260 A (Ryan) 10.05.1983,todo el documento.	1-12.
A	US 4642559 A ( Slough) 10.02.1987,todo el documento.	1-12.

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>"X" documento particularmente relevante: la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>"Y" documento particularmente relevante: la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>"&amp;" documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.  
24 Febrero 2006 (24.02.2006)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional  
01 MARZO 2006 (01-02-2006)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional  
O.E.P.M.  
C/Panamá 1, 28071 Madrid, España.  
Nº de fax 34 91 3495304

Funcionario autorizado  
J. Botella Maldonado  
Nº de teléfono + 34 91 3495382

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

*G01W 1/00 (2006.01)*

*G01R 29/12 (2006.01)*

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº  
PCT/ ES 2005/000573

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
US3753117A A	14.08.1973	NINGUNO	-----
US 6414318 B	02.07.2002	WO 0028337 A US 6353324 B JP2002529742T T	18.05.2000 05.03.2002 10.09.2002
FR2602342AB A B	05.02.1988	NINGUNO	-----
US4383260A A	10.05.1983	NINGUNO	-----
US4642559A A	10.02.1987	NINGUNO	-----