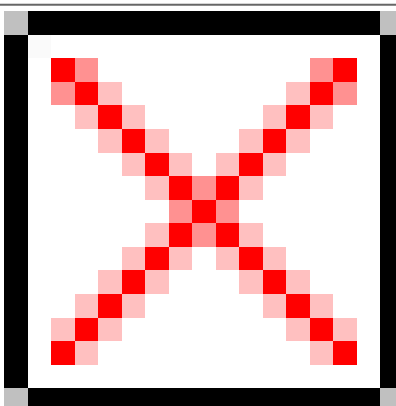


DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL



1	Tipo de solicitud	☒ Patente de invención	☐ Patente de modelo de utilidad
2	Título de la invención	3 CIP Clasificación Internacional de Patentes	
SISTEMA DE MEDIDA DE CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO DE SEÑAL ASIMÉTRICA PARA LA PREDICCIÓN DE RAYOS Y OTRAS APLICACIONES DE MEDICIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO		Nombre	Código
4 Datos del Solicitante / Titular			
Nombre:	HARBY DANIEL ARANGUREN FINO	Dirección Electrónica:	daranguren@gmail.com
Dirección:	CLL 22B NO. 59-31 APTO 901	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación:			

☒ CEDULA DE CIUDADANIA
☐ EMPRESA EXTRANJERA
☐ PASAPORTE

☐ CEDULA DE EXTRANJERIA
☐ NIT

Número: 7124958-

5	Solicitantes			
Apellidos - Nombres o Razón Social		Tipo	Identificación	
1.	ARANGUREN FINO HARBY DANIEL	CC	7124958	
6	Datos del Inventor			
Nombre:		HARBY DANIEL ARANGUREN FINO	Dirección Electrónica:	daranguren@gmail.com
Dirección:		CLL 22B NO. 59-31 APTO 901	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación:				
☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE		☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT		
Número:		7124958-		
7	Inventor(es)			
Apellidos - Nombres		Domicilio		
1.	ARANGUREN FINO HARBY DANIEL	COLOMBIA		
2.	TORRES SANCHEZ HORACIO	COLOMBIA		
8	Datos Inventor(es)			
País de Residencia		Departamento/Estado	Ciudad	Dirección

1.	COLOMBIA	BOGOTA D.C.	CLL 22B NO. 59-31 APTO 901
2.	COLOMBIA	BOGOTA D.C.	CRA 6 NO. 127B-18 APTO 506

9	Declaraciones de prioridad	☐ SI ☒ NO
---	----------------------------	--

	(33) País de origen	Codigo del país	(31) No. Solicitud	(32) Fecha _
1				
2				
3				

10	Declaración sobre uso de recursos genéticos o biológicos
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o numero de registro, expedido por la Autoridad competente.	

11	Declaración sobre uso de conocimientos tradicionales
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o numero de registro.	

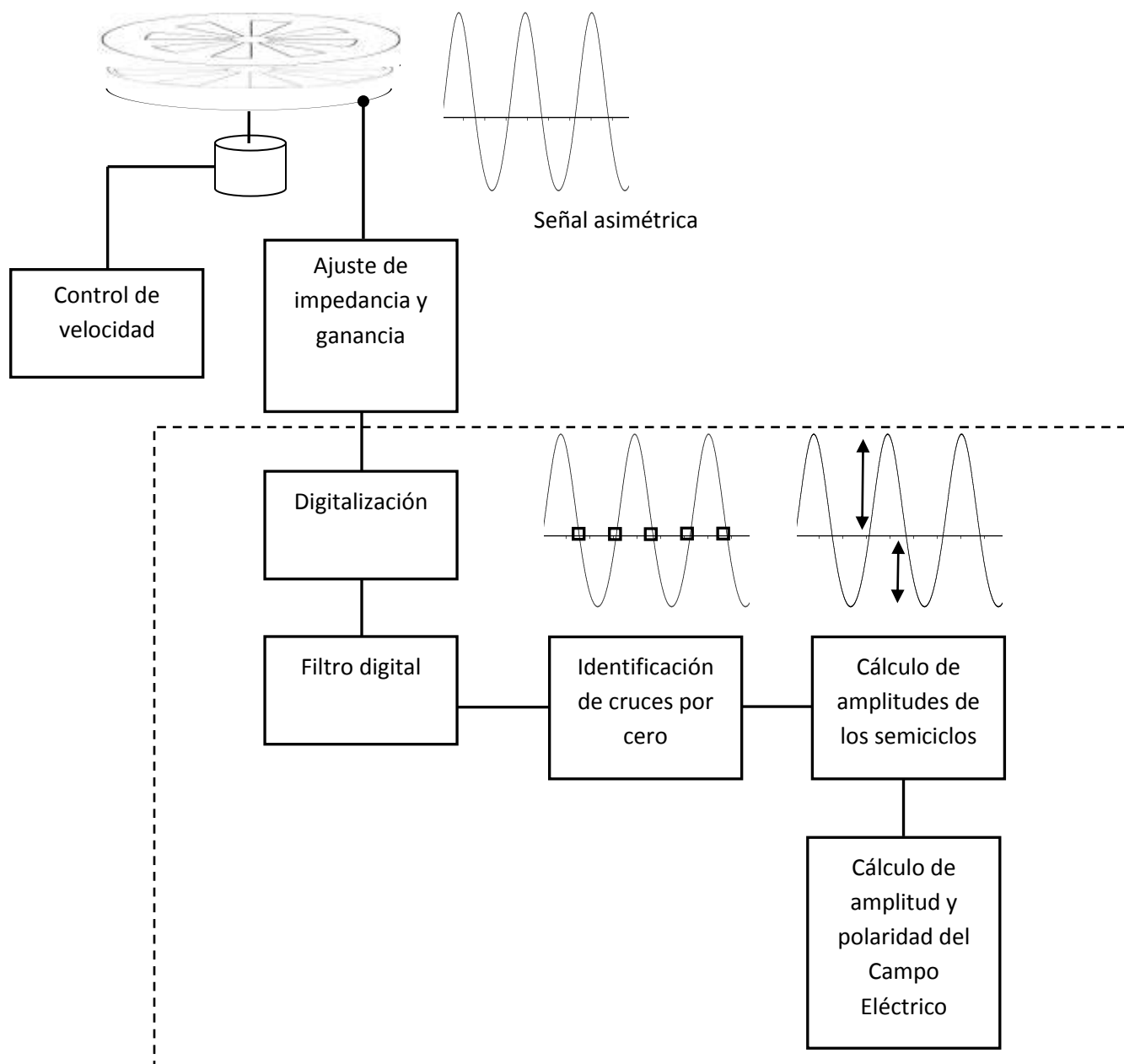
12	Para publicar a partir de la fecha de publicación o de la prioridad invocada				
<table border="0"> <tr> <td>Si es Patente de Invención</td> <td>Si es Patente de Modelo de Utilidad</td> </tr> <tr> <td> ☐ 6 Meses ☐ 12 Meses ☐ 18 Meses ☒ Otro Cual: 0 Meses </td> <td> ☐ 6 Meses ☐ 12 Meses ☐ Otro Cual: </td> </tr> </table>		Si es Patente de Invención	Si es Patente de Modelo de Utilidad	☐ 6 Meses ☐ 12 Meses ☐ 18 Meses ☒ Otro Cual: 0 Meses	☐ 6 Meses ☐ 12 Meses ☐ Otro Cual:
Si es Patente de Invención	Si es Patente de Modelo de Utilidad				
☐ 6 Meses ☐ 12 Meses ☐ 18 Meses ☒ Otro Cual: 0 Meses	☐ 6 Meses ☐ 12 Meses ☐ Otro Cual:				

13	Reivindicaciones		
Número reivindicaciones:		3	Pago Reivindicaciones:
			No

14	Reducción de tasas.
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.	
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos	

15	Documentos Anexos
----	--------------------------

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">☒ Reivindicaciones☒ Descripción☐ Dibujos y/o Figuras☐ Resumen☐ Certificado Deposito Materia Biologico☐ Uso de Conocimiento tradicional☐ Listado de secuencias☒ Artes finales 12 x 12 cm☐ Certificado con descuento☐ Poderes, si fuere el caso☐ Documento que legalmente pruebe la Cesión del inventor al solicitante o a su causante☐ Otros anexos |
|--|



SISTEMA DE MEDIDA DE CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO DE SEÑAL ASIMÉTRICA PARA LA PREDICCIÓN DE RAYOS Y OTRAS APLICACIONES DE MEDICIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO

PATENTES

US1919215	07/1933	Gunn	
US3935532	01/1976	Shuey et al.	Automatic zeroing electrometer.
US4095221	06/1978	Slocum	Electrical storm forecast system.
US4330749	05/1982	Eda et al.	Electrometer apparatus.
US4370616	01/1983	Williams	Low impedance electrostatic detector.
US4422037	12/1983	Coleman	Storm warning method and apparatus.
US4424481	01/1984	Larouche	Apparatus for measuring an electrical field.
US4506211	03/1985	Coleman	Storm warning method and apparatus.
US4642559	02/1987	Slough	Electrostatic field meter.
US4672305	06/1987	Coleman	Storm warning method and apparatus.
US4683436	07/1987	Suzuki	Surface potential electrometer and image forming apparatus using the same
US4803421	02/1989	Ostrander	Multi input lightning detection system
US5315232	05/1994	Stewart	Electric field measuring system

OTRAS PUBLICACIONES

Wilson C.T.R. "On the Measurement of the Atmospheric Electric Potential Gradient and the Earth-Air Current". *Proc. R. Soc. London A.* 1908 **80**, 537-547.

Wilson C.T.R. "On Some Determinations of the Sing and Magnitude of Electric Discharges in Lightning Flashes". *Proc. R. Soc. London A.* 1916 **92**, 555-574.

Wilson C.T.R. "The Effects of Thunderstorms and Lightning Discharges on the Earth's Electric Field". *Philos. Trans. A.* 221:73-117, 1920.

Gunn R. "Principles of a New Portable Electrometer". *Phys. Rev.* **40** 307-312, 1932.

Wormell T.W. "Investigations on Lightning Discharges and on the Electric Field of Thunderstorms". *Philos. Trans. A.* 238:249-303, 1939.

Worman E. J., R. E. Holtzer, G.T. Plestor. "The Electrical Structure of Thunderstorms". NASA Tech. Note, (864):47, 1942.

Malan D.J. and B.F.J. Scholand "An Electrostatic Fluxmeter of Short Response-Time for Use in Studies of Transient Field-Changes". *Proc. Phys. Soc. London Ser. B*, 63:402-408, 1950.

Reynolds S.E., H. W. Neill "The Distribution and Discharge of Thunderstorm Charge Centres", *Proc. Meteor.* (12) 1-12, 1955

Chalmers, J. A. "The Measurement of the Vertical Electric Current in the Atmosphere", *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, vol. 24, 1962, pp 297-302.

Higazi, K. A. and Chalmers J. A., "Measurement of Atmospheric Electrical Conductivity Near the Ground", *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, vol. 28, 1966, pp 327-330.

Chalmers, J. A. "Atmospheric Electricity", 2d ed., Oxford: Pergamon Press, 1967, pp 94-98.

Secker P.E. "The design of simple instruments for measurement of charge on insulating surfaces" *J. Electrostatics* 1: pp 27-36, 1975.

Uman M.A. "The Lightning Discharge" Internacional Geophysics Series, Volume 39, Academic Press, Inc, Orlando, Florida, 1987.

Chubb. J. N. "Two New Designs of Type Field meters not Requiring Earthing of Rotating Chopper" IEEE Transactions on Industry Applications, 26, 6, 1178-1181, 1990.

IEEE1227 "IEEE Guide for the measurement of DC Electric Field Strength and Ion related Quantities" IEEE, Standard Board, 1990.

RESUMEN

Sistema compuesto por un instrumento de medida de campo electrostático conformado por arreglos de electrodos fijos y apantallamientos móviles para la generación de una señal asimétrica, componentes electrónicos para la adecuación de señal y método para la obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico incidente. El invento permite medir el campo eléctrico atmosférico para hacer predicción de rayos y otras aplicaciones.

DESCRIPCIÓN

1. CAMPO TÉCNICO

Esta invención está relacionada con la detección temprana de nubes de tormenta para la protección contra rayos de personas, sistemas, procesos o equipos susceptibles a éste fenómeno. Uno de los métodos más comúnmente usados para la detección de nubes de tormenta es la medición del campo eléctrico del ambiente. Las variaciones típicas de campo eléctrico ocurridas durante tormentas eléctricas se caracterizan por presentar alrededor de 200 V/m para condiciones de buen tiempo y más de 5 kV/m en condiciones de tormenta; dichas variaciones permiten hacer la detección temprana de la tormenta eléctrica con tiempos de antelación, con respecto al primer rayo nube-tierra, que varían entre 10 y 30 minutos.

2. ESTADO DE LA TÉCNICA CONOCIDO

Para la medición del campo electrostático del ambiente se han diseñado varios instrumentos, casi la totalidad de ellos basados en el uso de partes móviles. Los primeros diseños de medidores del campo eléctrico del ambiente que se conocen en el estado del arte, son los instrumentos desarrollados por C.T.R. Wilson entre 1905 y 1920 y posteriormente mejorados por Wormell en 1939. Dichos instrumentos se componen principalmente de un electrodo fijo conectado a tierra a través de un electrómetro capilar y un mecanismo de apantallamiento móvil conectado a tierra. Gunn 1932, la patente de Estados Unidos US1919215, Workman 1942, Malan 1950 y Reynolds 1955, desarrollaron instrumentos basados en el mismo principio de componentes fijos y móviles, reemplazando el electrómetro capilar por tubos de vacío.

Las patentes US3935532, US4095221, US4330749, US4370616, US4424481, US4642559 y US5315232, presentan instrumentos de medida de campo electrostático basados igualmente en electrodos fijos y móviles, un circuito de medida basado en amplificadores operacionales, en la configuración conocida como amplificador de carga o sensible a la carga, y arreglos electrónicos de detección de fase. En los instrumentos descritos en dichas patentes, el amplificador de carga y los detectores de fase son indispensables para determinar la amplitud y polaridad del campo eléctrico que está incidiendo sobre el instrumento. A todos los instrumentos que presentan las características descritas anteriormente se les ha dado el nombre común de Molinos de Campo Eléctrico. Esta misma definición está dada por la norma IEEE1227.

A continuación se describe en forma breve el funcionamiento de los Molinos de Campo Eléctrico descritos en las referencias anteriores.

Mediante la variación del área producida por un apantallamiento móvil sobre un electrodo metálico expuesto ante el campo eléctrico, se obtiene una corriente de desplazamiento I ec. (1), a través del condensador que forman la superficie de medida y la pantalla móvil. La corriente I es directamente proporcional al campo eléctrico incidente E y a la variación en el tiempo del área expuesta dA/dt . La variación periódica del área expuesta ha sido comúnmente lograda mediante el uso de una hélice de apantallamiento, conectada a tierra, la cual gira sobre una superficie seccionada entre partes conductoras y partes aislantes o detrás de ventanas de inducción.

$$I = -\varepsilon_0 E \frac{dA}{dt} \quad \text{ec. (1)}$$

El Molino de Campo Eléctrico se comporta como una fuente de corriente periódica que tiene una amplitud proporcional al campo eléctrico medido. Si se coloca una resistencia de carga, sobre ésta aparece una señal de tensión proporcional de la misma forma al campo eléctrico incidente.

La Figura 1 muestra los componentes del Molino de Campo Eléctrico construido por Malan y Scholand en 1950, el cual se compone de los electrodos circulares (12) los cuales son apantallados periódicamente por la hélice (11). La operación del anterior mecanismo genera la corriente de desplazamiento de la ec. (1). Al incluir la resistencia (13), sobre esta aparece una tensión proporcional al campo eléctrico incidente.

Mediante el uso de un circuito conocido como amplificador sensible a la carga, el cual es un amplificador operacional con un circuito RC en el lazo de realimentación, se obtiene a la salida del amplificador una señal de tensión V ec. (2) que es directamente proporcional al campo eléctrico incidente E y al área expuesta A e inversamente proporcional a la capacitancia C del condensador del lazo de realimentación del amplificador.

$$V = -\frac{\varepsilon_0 EA}{C} \quad \text{ec. (2)}$$

La señal obtenida es una onda periódica simétrica, por lo que los primeros diseños únicamente proporcionaban el valor absoluto del campo eléctrico dado por la amplitud de la señal generada; no su polaridad. La determinación de la polaridad del campo eléctrico se ha realizado usando principalmente dos métodos; primero, mediante el desplazamiento del cero de la señal en forma continua o intermitentemente (Higazi and Chalmers, 1966; Malan and Schonland, 1950) y segundo, mediante el uso de una señal de referencia proveniente de un sensor de fase usado para detectar la posición de la pantalla móvil (US3935532, US4095221, US4330749, US4370616, US4424481, US4642559 y US5315232).

Debido a que se puede mantener un cero más estable y a la reducción del ruido, el segundo método ha sido mayormente usado. Los detectores de fase han sido comúnmente contruidos con sensores ópticos o inductivos que se activan con el giro de la pantalla móvil, generando una señal cuadrada. Mediante la comparación del ángulo entre la señal generada por los detectores de fase y la señal producida por el molino de campo, puede establecerse la polaridad del campo eléctrico incidente. En algunos modelos, los elementos han sido ajustados para que durante la incidencia de un campo eléctrico positivo (por convención, líneas de campo que entran a la superficie del suelo) las dos señales se encuentren en fase y, en contrafase, para la polaridad negativa. La señal cuadrada usualmente se emplea para rectificar la señal producida por el molino de campo, en algunos diseños dicha rectificación se hace usando interruptores análogos (Secker, 1975; Winn, 1993; US5315232).

Todos los dispositivos descritos basan su funcionamiento en la generación de una señal sinusoidal simétrica y detectores de fase; esto permite determinar la amplitud y polaridad del campo eléctrico incidente. Sin embargo, los anteriores componentes incluyen tres problemas para la adecuada operación de los sensores: a) los detectores de fase requieren de la implementación de componentes mecánicos adicionales como hélices secundarias o la implementación de elementos detectores dentro de los electrodos fijos y móviles. b) Se requiere de un circuito amplificador sensible a la carga. C) se requiere un circuito demodulador o electrónica similar para hacer la rectificación de la señal simétrica.

El Sistema de Medida de Campo Eléctrico Atmosférico de Señal Asimétrica se compone de un sensor tipo Molino de Campo Eléctrico perfeccionado para generar una señal asimétrica con la cual se elimina el detector de fase y el amplificador sensible a la carga. Adicionalmente el Sistema de Medida de Campo Eléctrico Atmosférico de Señal Asimétrica incluye un método para el cálculo de la amplitud y polaridad del campo eléctrico mediante el procesamiento de la señal asimétrica. Los elementos que se usan para la implementación del método de obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico no se usan en los dispositivos descritos en el presente estado de la técnica conocido.

3. DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

a. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El Sistema de Medida de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica es una invención que aporta un método novedoso dentro del campo de aplicación, ya que usa un nuevo mecanismo para simplificar la detección de la amplitud y polaridad del campo eléctrico. En los Molinos de Campo Eléctrico convencionales se requiere de varios componentes electrónicos adicionales como sensores ópticos, detectores de fase y circuitos demoduladores.

El Sistema de Medida de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica incluye un Molino de Campo Eléctrico perfeccionado que se conforma de una pantalla fija dada por una tapa metálica con aberturas o ventanas de inducción, una pantalla móvil dada por una hélice metálica movida por un motor y una superficie metálica de captación. Mediante la operación del anterior mecanismo se logra una variación periódica del área de captación expuesta al campo eléctrico.

El modelo eléctrico del Molino de Campo Eléctrico perfeccionado es un condensador móvil que tiene una capacitancia variable. Mediante un adecuado diseño de los componentes fijos y móviles se logran valores variables de capacitancia y de área expuesta que conducen a obtener una señal asimétrica de tensión cuando el molino de campo se expone al campo electrostático. La asimetría de la señal generada guarda una relación directa con la polaridad del campo eléctrico incidente lo que permite su detección.

Gracias a la obtención de una señal asimétrica, el Molino de Campo Eléctrico perfeccionado elimina varios componentes necesarios en los Molinos de Campo Eléctrico convencionales los cuales son: el amplificador sensible a la carga, el detector de fase y el circuito demodulador para la estimación de la polaridad.

El Sistema de Medida de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica incluye adicionalmente un método para la obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico a partir del procesamiento de la Señal Asimétrica.

b. DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Fig. 1. Describe el estado de la técnica relacionado con la operación de los Molinos de Campo Eléctrico; en ésta Figura pueden observarse los componentes fijos y móviles característicos de este tipo de equipos.

Fig. 2. Muestra una vista lateral del Molino de Campo Eléctrico perfeccionado en el Sistema de Medida de Campo Eléctrico Atmosférico de Señal Asimétrica.

Fig. 3. Muestra la vista superior y una vista lateral de la cubierta superior del Molino de Campo Eléctrico Perfeccionado.

Fig. 4. Muestra las vistas superior y lateral de la hélice de apantallamiento del Molino de Campo Perfeccionado.

Fig. 5. Describe los elementos internos del Molino de Campo Perfeccionado en una vista superior y lateral.

Fig. 6. Muestra el comportamiento de los parámetros físicos y las señales producidas por el Molino de Campo Eléctrico Perfeccionado. Fig. 6a. Describe el comportamiento periódico de la capacitancia y el área expuesta del arreglo de conductores fijos y móviles. Fig. 6b. Muestra la señal de tensión asimétrica generada por el Molino de Campo Eléctrico Perfeccionado cuando la polaridad del campo eléctrico incidente es positivo o negativo.

Fig. 7. Muestra esquemáticamente el método para la obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico incidente.

Fig. 8. Muestra un ejemplo del esquema típico de montaje del Molino de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica en estructura.

Fig. 9. Muestra un ejemplo del esquema típico de montaje del Molino de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica en mástil.

c. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION (SUMARIO)

Los componentes básicos del Molino de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica y su disposición física se muestran en la Fig. 2. Estas partes son: cubierta superior (21) con aberturas (22), hélice de apantallamiento (23), superficie de captación (24), partes aislantes (25), placa metálica de soporte (26), carcaza cilíndrica (27) y motor (28). El diseño especial de los anteriores elementos es el que lleva a generar una señal asimétrica característica del Molino de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica.

La Fig. 3 muestra la pantalla fija del Molino de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica que es la misma cubierta superior de la carcaza cilíndrica del equipo, construida en cualquier material metálico como pueden ser cobre, bronce, aluminio o acero inoxidable (21). La tapa superior de la carcaza tiene aberturas (22) en la forma mostrada en la Fig. 3 de manera tal que al interactuar con la pantalla móvil (23) y la superficie de captación (24) se produzca una variación lineal de área expuesta. Para reducir las distorsiones en la medida producidas por el mismo sensor, todos los bordes (34) de la cubierta son redondeados, con el mismo propósito las diferentes partes de la carcaza se unen mediante tornillos (32) los cuales quedan ocultos en las roscas (33).

La pantalla móvil mostrada en la Fig. 4 es una hélice con un número de aspas igual al número de aberturas de la tapa superior del equipo y su forma (41) es la misma que la de las aberturas (22). Ésta pantalla puede estar construida en cualquier material metálico como pueden ser cobre, bronce, aluminio o acero inoxidable y se encuentra conectada a la carcaza. La hélice metálica se ubica detrás de las aberturas de la carcaza y es movida por el motor (28) con una velocidad constante que puede estar entre 1000 y 5000 revoluciones por minuto. La hélice (23) es sujeta al motor mediante la manzana (42) y los elementos de sujeción (43) y (44). Para la conexión a tierra se pueden usar escobillas o platinas en el eje del motor o cualquier tipo de conector rotativo.

La superficie de captación (24) es una placa metálica de cualquier material metálico como pueden ser cobre, bronce, aluminio o acero inoxidable, ubicada detrás de la hélice de apantallamiento (23). La placa de captación se encuentra

instalada sobre una placa metálica (26) conectada a la carcaza. La superficie de captación se encuentra aislada de la placa metálica conectada a tierra a través de baquelita, fibra de vidrio, aire o cualquier material aislante (25).

La forma de las aberturas (22) y de la hélice (23) está hecha de manera tal que la variación de área expuesta de la superficie de captación es lineal con el movimiento angular de la hélice de apantallamiento.

La placa metálica (26) unida a tierra, el aislamiento (25), la placa de captación (24), la hélice de apantallamiento (23) y el motor (28) se encuentran soportados en una placa metálica (51) unida en sus dos extremos a la pared interna de la carcaza cilíndrica (27) descrita en la Fig. 5. A excepción de la superficie de captación (24) todos los elementos metálicos se encuentran conectados a la carcaza externa. La placa metálica (26), la superficie de captación (24) y el aislamiento son soportados a la platina (51) con los soportes metálicos o aislantes (53). Dichos soportes permiten ajustar las distancias de separación entre los elementos fijos y móviles del sensor para ajustar la señal de salida. La carcaza cilíndrica (27), La placa metálica (51) y la cubierta superior (21) pueden conformar una única pieza, con la placa metálica (51) construida en la forma descrita en la Fig. 5 o con forma circular.

Fig. 6a muestra las variaciones de área expuesta y capacitancia del sensor descrito en Fig. 2. El valor máximo de capacitancia se encuentra cuando la hélice (23) cubre las aberturas (22) de la cubierta (21) y el área de exposición de la superficie (24) es igual a cero, mientras que su valor mínimo lo toma para el caso en que el área de exposición es máxima. La señal de tensión que aparece entre la referencia de tierra (26) y la superficie de captación (24), está dada por la eq. (3), en donde la tensión de salida es proporcional al campo eléctrico E , proporcional a área expuesta $A(t)$ e inversamente proporcional a la capacitancia variable $C(t)$.

$$V(t) = -\frac{\varepsilon_0 E A(t)}{C(t)} \quad \text{eq. (3)}$$

Si se ajustan las dimensiones y ubicación de las partes (21), (22), (23), (24), (25) y (26) para obtener variaciones de área y capacitancia como las mostradas en la Figura 6a se obtiene una señal de salida asimétrica como las que se ilustran en Figura 6b.

El principal parámetro que conduce a la generación de la señal asimétrica es la capacitancia. Entre mayor sea la variación entre la capacitancia para área de exposición máxima y capacitancia para área de exposición igual a cero, mayor será la asimetría de la señal.

En el caso mostrado en Fig. 6a se obtiene un sensor con una capacitancia aproximadamente 40% mayor para el caso de área expuesta igual a cero, con respecto a la capacitancia para el caso de área expuesta máxima.

La señal producida por el sensor bajo las anteriores condiciones es la mostrada en Fig. 6b, en la cual, el semiciclo que coincide con el mínimo valor de capacitancia tiene mayor amplitud.

Cuando incide un campo eléctrico de polaridad positiva, la máxima inducción de carga sobre la superficie de captación (24) ocurre en el momento de exposición máxima de área A , el cual también coincide con el momento de valor mínimo de capacitancia C . Por lo tanto el semiciclo coincidente con la polaridad contraria de las cargas que se inducen en la superficie de captación, en este caso negativas por el principio de inducción de carga superficial, tiene una mayor amplitud.

Fig. 6b muestra las señales asimétricas producidas por el sensor durante la incidencia de campo eléctrico positivo y negativo. La señal asimétrica de campo eléctrico positivo tendrá su semiciclo positivo con mayor amplitud y viceversa. Las

señales de Fig: 6b corresponden a las obtenidas en el sensor con los parámetros descritos en la Fig. 6a.

La frecuencia fundamental de la señal generada por el sensor está dada por eq. (4) donde *rpm* es la velocidad de giro de la hélice (23) en revoluciones por minuto y *n* es el número de aberturas (22) de la cubierta (21).

$$f = \frac{rpm}{60} * n \quad \text{eq. (4)}$$

Cómo se ha descrito en los párrafos anteriores, el funcionamiento del Molino de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica depende totalmente de los aspectos constructivos físicos y de su geometría, los cuales marcan la diferencia con respecto a los dispositivos del estado de la técnica conocido y, por tanto, son uno de los aspectos a ser resaltados en la presente descripción y recalcados en las reivindicaciones.

La Fig. 7 describe el método de procesamiento para la obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico incidente. El motor (28) cuenta con un control de velocidad (71) que garantiza la frecuencia constante de la señal generada. La señal debe ser acondicionada para adecuar la amplitud y la impedancia de entrada del circuito de medida debe ser lo suficientemente grande para que no influya en el modelo eléctrico del Molino de Campo de Señal Asimétrica. El circuito de acondicionamiento de señal (72) está conformado por un arreglo RC que condiciona el tiempo de respuesta del sensor. Un seguidor aporta una entrada de alta impedancia al circuito de medida, un circuito amplificador permite ajustar la ganancia de la señal y un circuito de ajuste de cero es implementado al final de la etapa de acondicionamiento.

La Señal Asimétrica es digitalizada en la etapa (73) con una tasa de muestreo alta en comparación con la frecuencia de la señal asimétrica; para ello se puede usar en general una tasa mayor a 5000 muestras por segundo. La resolución vertical de la digitalización debe ser superior a 12 bits para alcanzar el rango de medida necesario para el registro del campo eléctrico asociado a la tormenta eléctrica.

Posteriormente se implementa un filtro digital (74) para eliminar las componentes de frecuencia no deseadas. Dado que la señal asimétrica producida por el sensor tiene un espectro de frecuencia conocido, caracterizado por un armónico principal y un segundo armónico; se ajusta cualquiera de los tipos de filtros digitales para reconstruir las componentes de frecuencia propias de la señal.

Una vez filtrada la señal se identifican los cruces por cero en la etapa (75) y posteriormente se obtiene la amplitud de los semiciclos positivos y negativos en la etapa (76). Mediante la comparación entre las amplitudes se puede identificar la polaridad del campo eléctrico incidente; la cual corresponde a la polaridad del semiciclo con mayor amplitud. La relación teórica entre la amplitud del semiciclo mayor y el campo eléctrico incidente está dada por la expresión eq. (5) en la etapa (77).

$$\frac{V_{semiclomayor}}{E} = \frac{\epsilon_0 A_{max}}{C_{min}} \quad \text{eq. (5)}$$

El circuito de ajuste de ganancia de la etapa de acondicionamiento de señal está destinado para propósitos de calibración del sensor en sus diferentes posibles condiciones de instalación. Debido a la presencia de posibles elementos cercanos al sensor y a su forma misma, el campo eléctrico del ambiente sufre distorsiones lo que produce que la medida se vea alterada. El circuito está dispuesto en la etapa de acondicionamiento de señal para poder realizar fácilmente ajustes de ganancia durante la instalación.

Fig. 8 describe esquemáticamente el modo de instalación típico del Molino de Campo de Señal Asimétrica (81) en estructura. El sensor (81) es instalado con los elementos fijos y móviles (21), (22), (23), (24) y (25) orientados hacia el suelo; tal forma de instalación reduce las distorsiones en el campo eléctrico producidas por la lluvia y otros factores durante un episodio de tormenta. La cubierta superior (82) es construida en cualquier material metálico como pueden ser cobre, bronce, aluminio o acero inoxidable. El elemento (83) es un acople hecho igualmente de cualquier metal que permite unir el Molino de Campo de Señal Asimétrica con el soporte (84). El soporte (84) adicionalmente sirve de ducto apantallado para los cables de alimentación y de señal (86). Para la operación del Molino de Campo de Señal Asimétrica se usa una fuente que alimenta el motor, el control de velocidad y los circuitos de acondicionamiento conformados por amplificadores operacionales. El circuito de acondicionamiento se puede ubicar bien sea dentro del Molino de Campo de Señal Asimétrica o dentro de la unidad (87). El soporte (84) puede ser sujetado a la estructura (88) mediante los elementos (85).

Fig. 9 muestra el modo de instalación del Molino de Campo de Señal Asimétrica en mástil. En éste montaje, los elementos (85) son reemplazados por el mástil (91) y un ducto subterráneo para llevar los cables de alimentación y de señal (86) hasta la unidad (87). Entre mayor sea la altura del mástil, mayor es la amplificación en el campo eléctrico medido; para ello se puede hacer un ajuste de ganancia en la etapa de acondicionamiento de señal en Fig. 7.

DIBUJOS

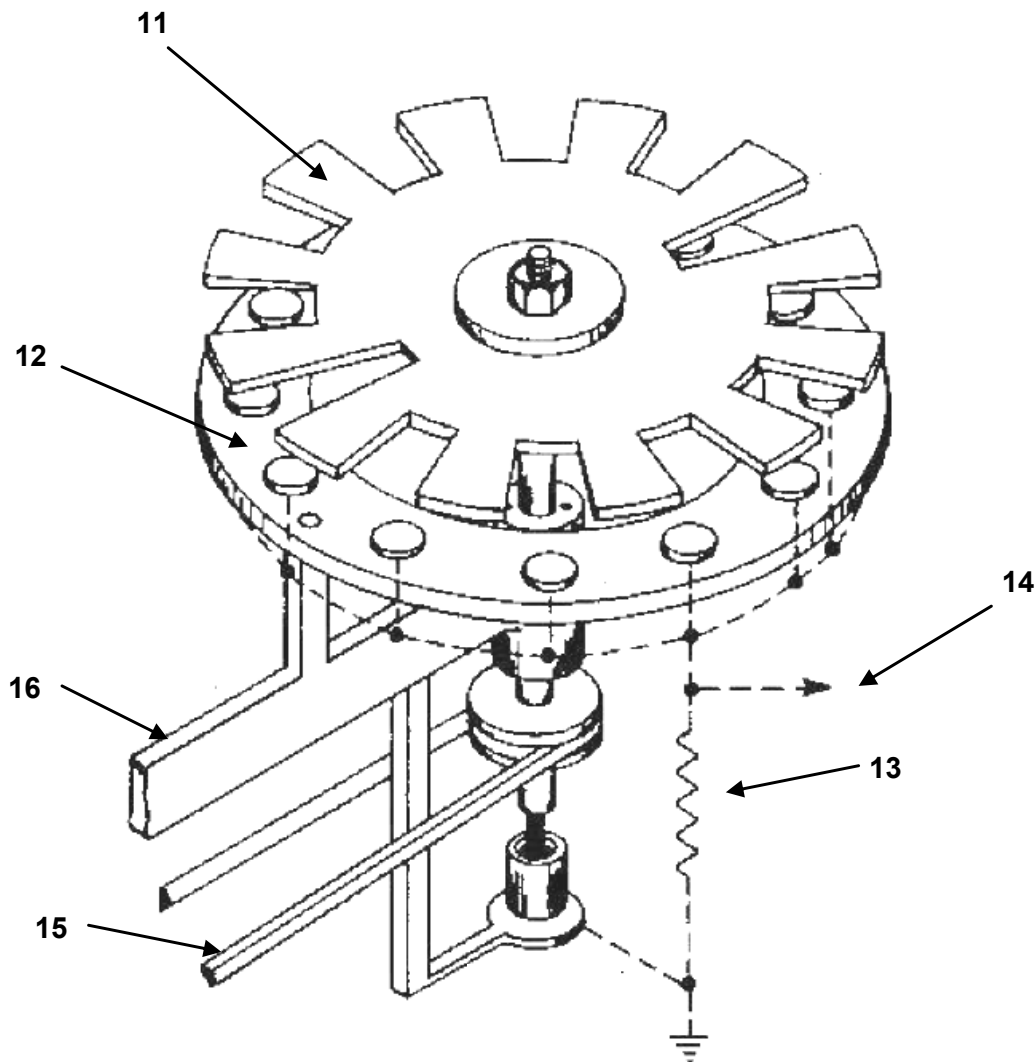


Fig. 1 (ARTE PREVIO)

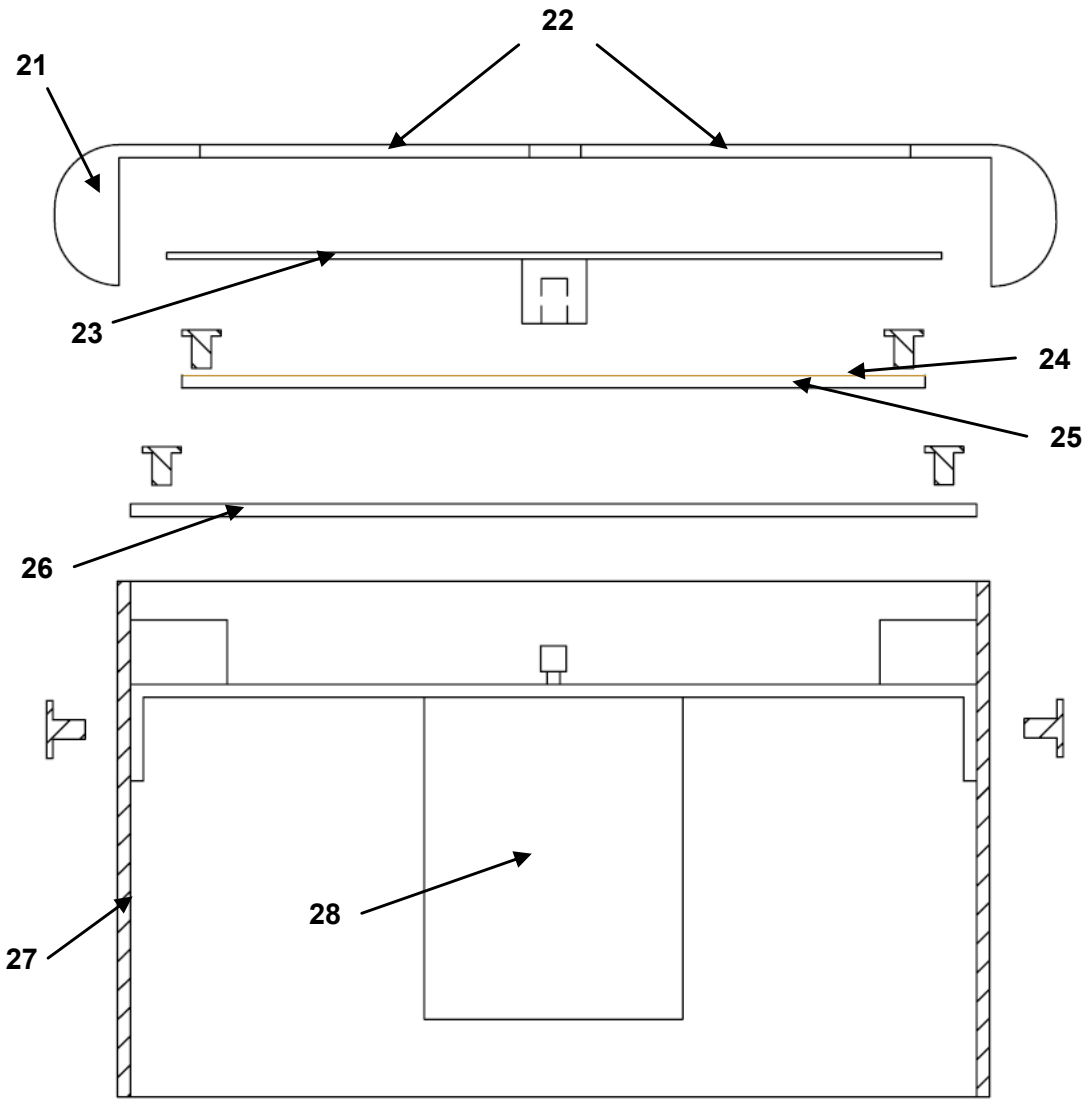


Fig. 2

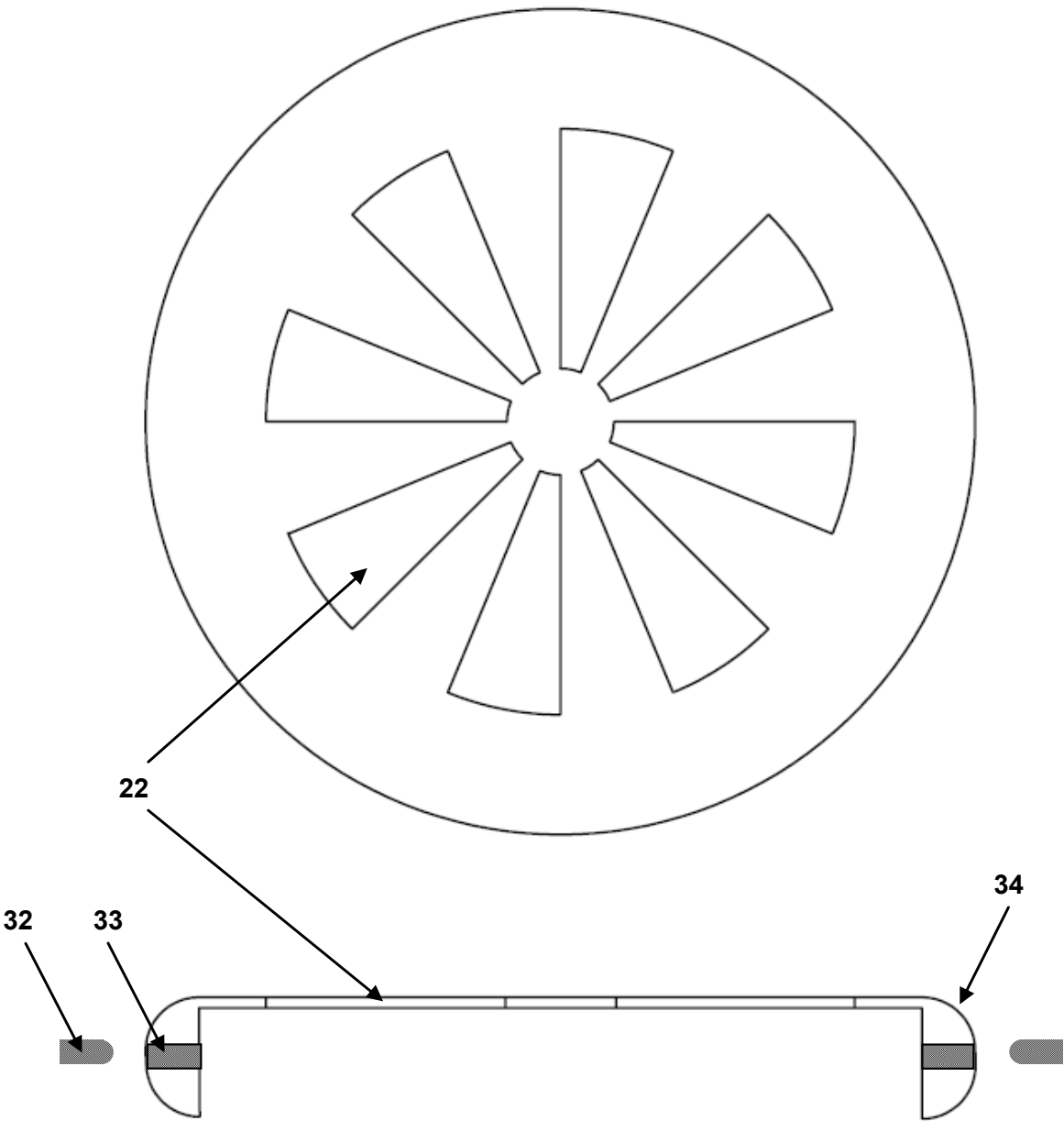


Fig. 3

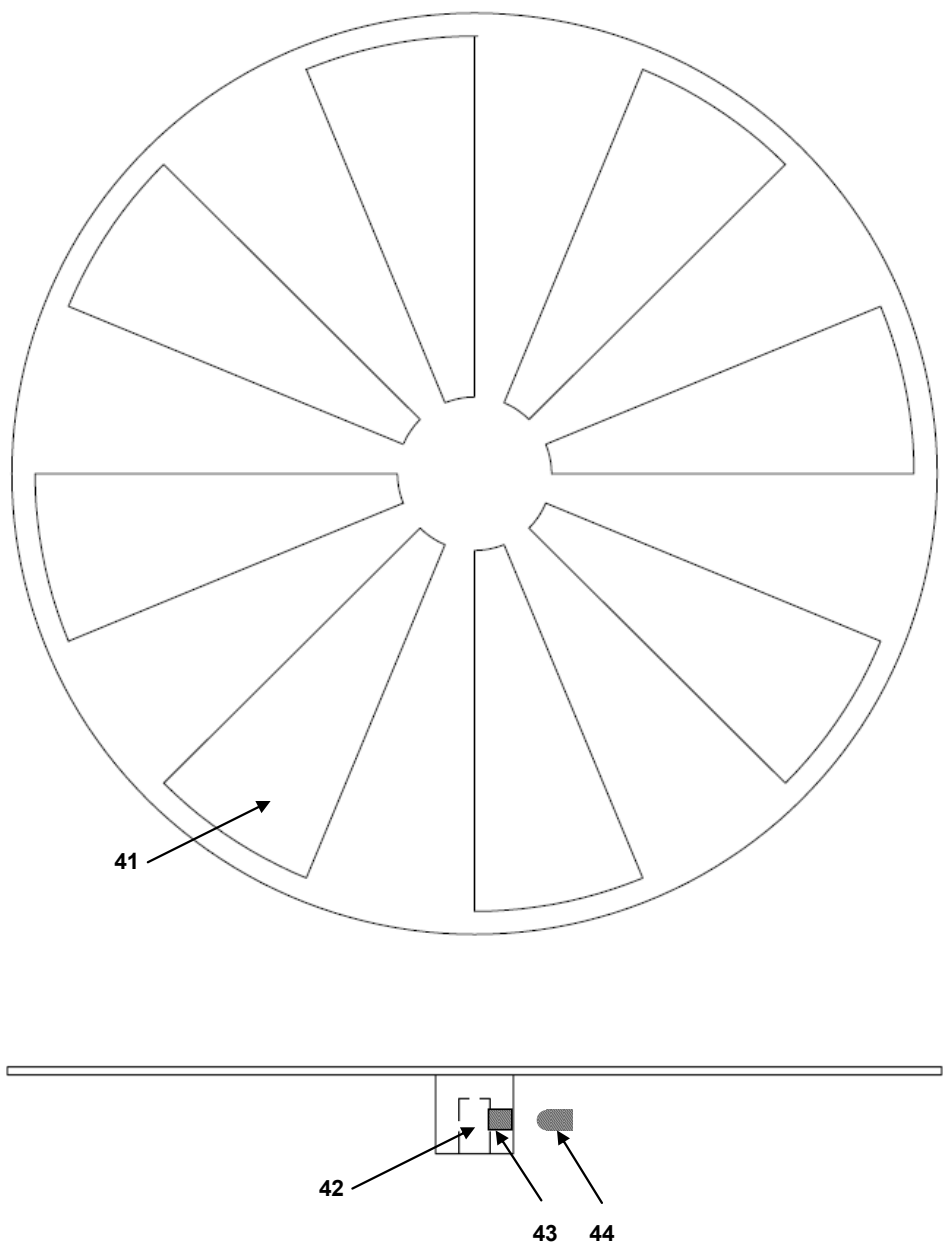


Fig. 4

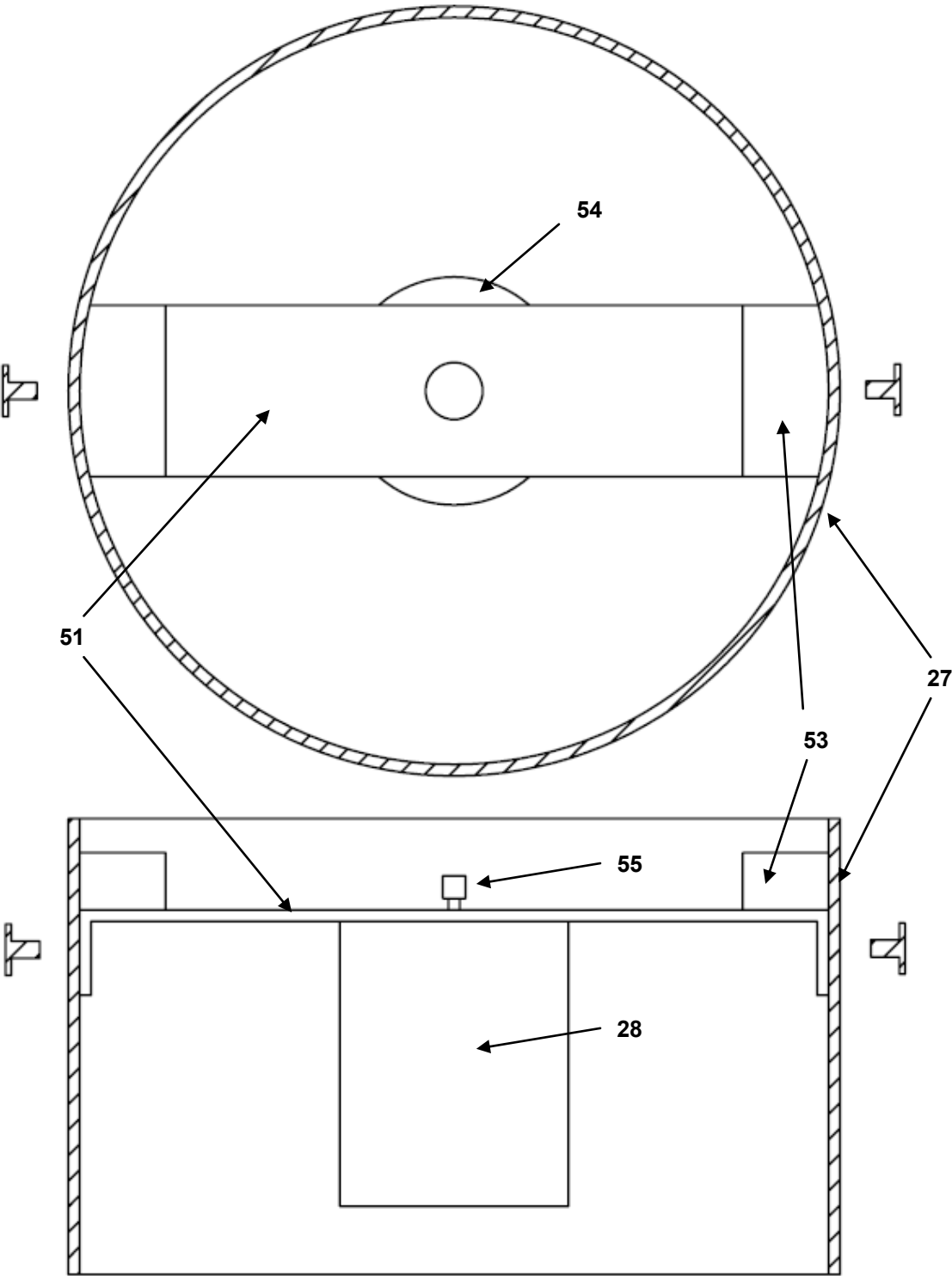


Fig. 5

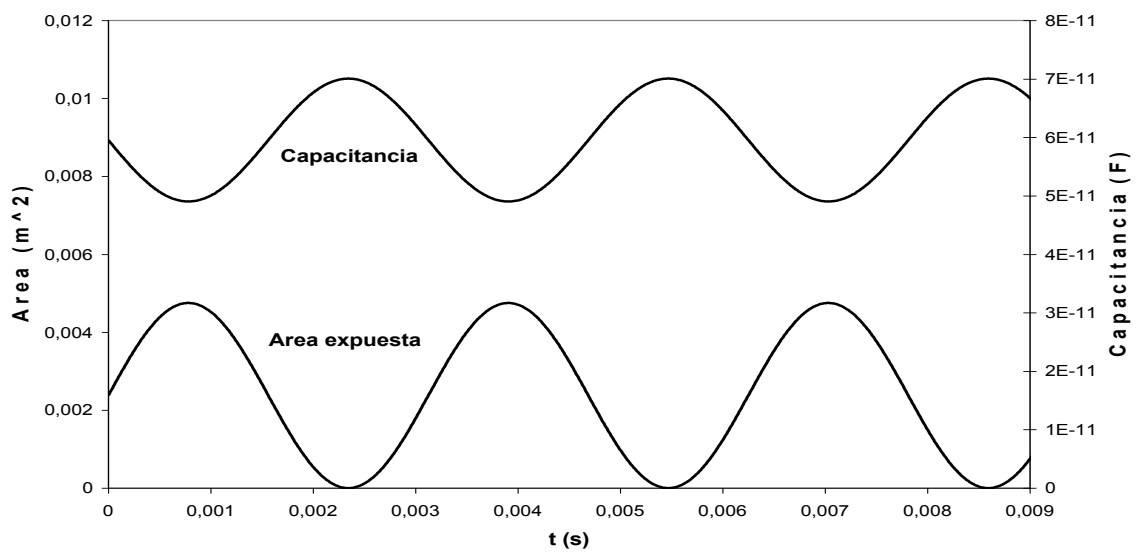


Fig. 6a

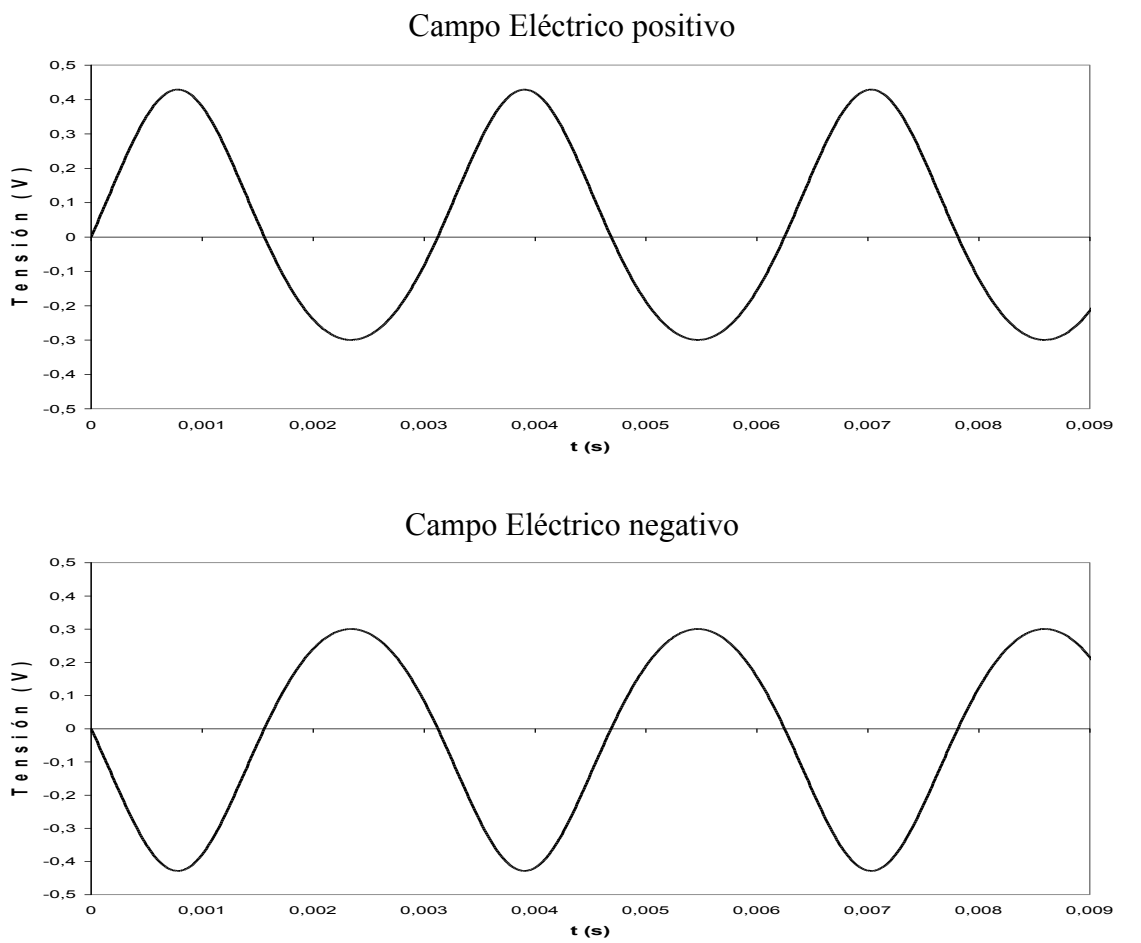


Fig. 6b

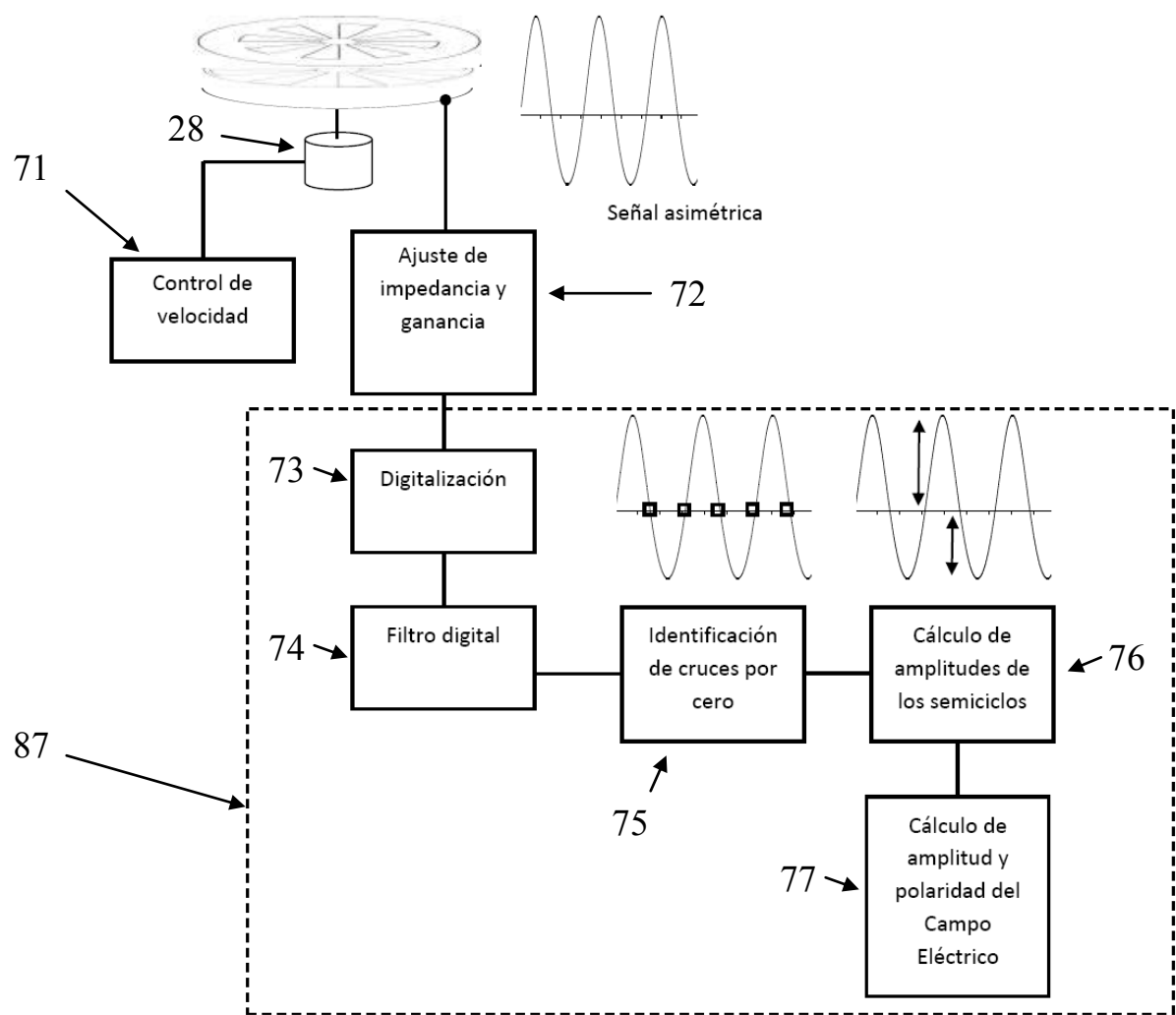


Fig. 7

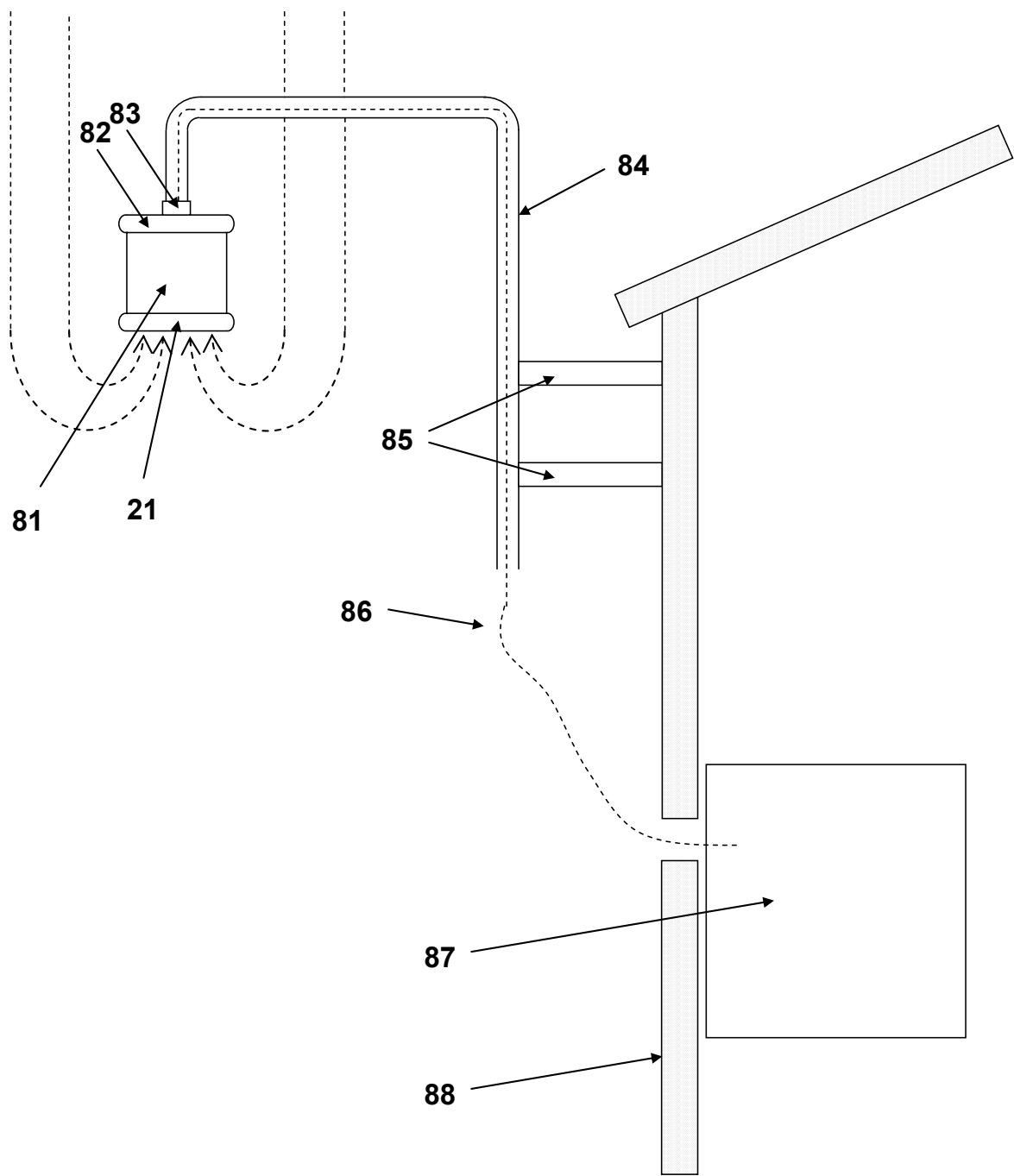


Fig. 8

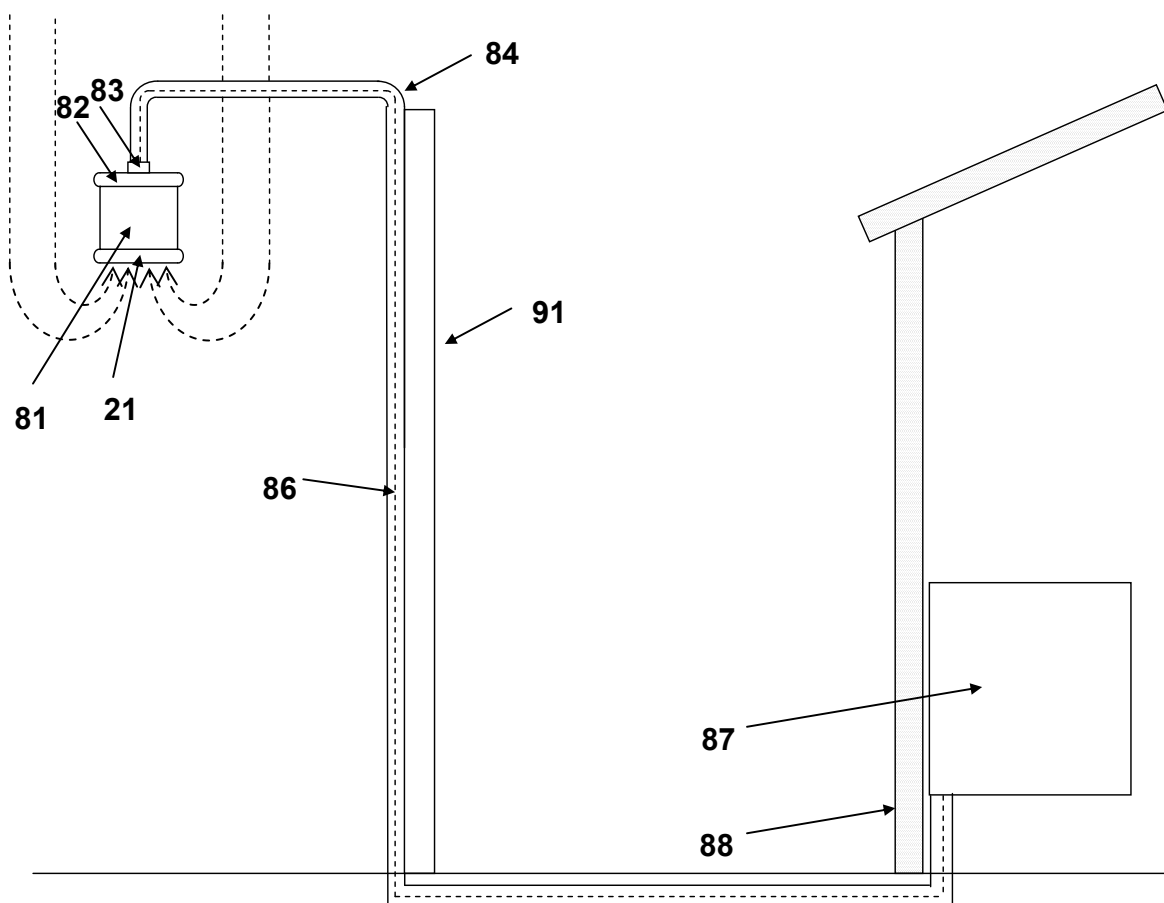


FIG. 9

REIVINDICACIONES

1. Molino de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica que comprende un arreglo de elementos fijos y móviles como son: pantalla fija (21), aberturas (22), pantalla móvil (23), superficie de captación (24), elementos aislantes (25) y carcaza (27) contruidos en cualquier material metálico; un motor (28), control de velocidad (71), un módulo de acondicionamiento de señal (72) y un módulo de digitalización (73); los cuales en conjunto generan una Señal Asimétrica, análoga y digital, cuando incide un campo eléctrico sobre el arreglo.

Caracterizado porque:

La pantalla fija (21) y la pantalla móvil (23) tienen el mismo número de aberturas (22). La geometría de las aberturas puede ser igual o diferente para la pantalla fija (21) o la pantalla móvil (23).

Los bordes de la pantalla fija (21) pueden ser rectos o suavizados, lo que incrementa la sensibilidad del arreglo para medir campo electrostático.

Las distancias de separación entre los componentes fijos y móviles (21), (23), (24) y (25) tienen la posibilidad ser ajustadas para modificar el grado de asimetría de la Señal Asimétrica.

La carcaza cilíndrica (27), la placa metálica (51) y la cubierta superior (21) pueden conformar una única pieza y pueden variar de forma, para garantizar la conexión eléctrica y dar soporte mecánico.

La frecuencia de giro de la pantalla fija (23) se mantiene constante mediante el motor (28) y el control de velocidad (71), lo cual mantiene la constante de medida.

La señal asimétrica es acondicionada en módulo que se compone de un circuito RC y un amplificador operacional en modo seguidor para el acople de impedancia y un circuito de ajuste de ganancia basado en amplificadores operacionales.

La señal asimétrica es digitalizada en un módulo de digitalización que usa mínimo 5000 muestras por segundo con una resolución vertical mínima de 12 bits.

2. Método para la obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico incidente que comprende, un módulo de filtrado digital (74), un módulo de detección de cruces por cero (75), un módulo de identificación de amplitudes de los semiciclos (76), un módulo de identificación de amplitud de campo eléctrico y polaridad (77).

Caracterizado porque:

El módulo de filtrado digital es ajustado para identificar las componentes de frecuencia de la señal asimétrica y reconstruir las dos componentes de frecuencia principales.

3. Método para la obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico incidente según reivindicación 2, caracterizado por que los módulos de filtrado digital (74), detección de cruces por cero (75), identificación de amplitudes de los semiciclos (76) e identificación de amplitud de campo eléctrico y polaridad (77), pueden ser implementados en un microprocesador, una tarjeta de procesamiento de datos, un computador o cualquier equipo de adquisición de datos y procesamiento.

SISTEMA DE MEDIDA DE CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO DE SEÑAL ASIMÉTRICA PARA LA PREDICCIÓN DE RAYOS Y OTRAS APLICACIONES DE MEDICIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO

REIVINDICACIONES

1. Molino de Campo Eléctrico de Señal Asimétrica que comprende un arreglo de elementos fijos y móviles como son: pantalla fija (21), aberturas (22), pantalla móvil (23), superficie de captación (24), elementos aislantes (25) y carcaza (27) contruidos en cualquier material metálico; un motor (28), control de velocidad (71), un módulo de acondicionamiento de señal (72) y un módulo de digitalización (73); los cuales en conjunto generan una Señal Asimétrica, análoga y digital, cuando incide un campo eléctrico sobre el arreglo.

Caracterizado porque:

La pantalla fija (21) y la pantalla móvil (23) tienen el mismo número de aberturas (22). La geometría de las aberturas puede ser igual o diferente para la pantalla fija (21) o la pantalla móvil (23).

Los bordes de la pantalla fija (21) pueden ser rectos o suavizados, lo que incrementa la sensibilidad del arreglo para medir campo electrostático.

Las distancias de separación entre los componentes fijos y móviles (21), (23), (24) y (25) tienen la posibilidad ser ajustadas para modificar el grado de asimetría de la Señal Asimétrica.

La carcaza cilíndrica (27), la placa metálica (51) y la cubierta superior (21) pueden conformar una única pieza y pueden variar de forma, para garantizar la conexión eléctrica y dar soporte mecánico.

La frecuencia de giro de la pantalla fija (23) se mantiene constante mediante el motor (28) y el control de velocidad (71), lo cual mantiene la constante de medida.

La señal asimétrica es acondicionada en módulo que se compone de un circuito RC y un amplificador operacional en modo seguidor para el acople de impedancia y un circuito de ajuste de ganancia basado en amplificadores operacionales.

La señal asimétrica es digitalizada en un módulo de digitalización que usa mínimo 5000 muestras por segundo con una resolución vertical mínima de 12 bits.

2. Método para la obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico incidente que comprende, un módulo de filtrado digital (74), un módulo de detección de cruces por cero (75), un módulo de identificación de amplitudes de los semiciclos (76), un módulo de identificación de amplitud de campo eléctrico y polaridad (77).

Caracterizado porque:

El módulo de filtrado digital es ajustado para identificar las componentes de frecuencia de la señal asimétrica y reconstruir las dos componentes de frecuencia principales.

3. Método para la obtención de la amplitud y polaridad del campo eléctrico incidente según reivindicación 2, caracterizado por que los módulos de filtrado digital (74), detección de cruces por cero (75), identificación de amplitudes de los semiciclos (76) e identificación de amplitud de campo

eléctrico y polaridad (77), pueden ser implementados en un microprocesador, una tarjeta de procesamiento de datos, un computador o cualquier equipo de adquisición de datos y procesamiento.