

SISTEMA DE MEDICIÓN EN RED A PARTIR DE DISPOSITIVOS PARA DETERMINAR LA ASIMETRÍA DE LA DENSIDAD DE ELECTRONES EN DOS REGIONES DE LA IONÓSFERA

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente divulgación se refiere al campo de los radares, y en particular a un aparato y un método para determinar la asimetría de la densidad de electrones en dos regiones de la ionósfera.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los radares son dispositivos electrónicos que detectan un objetivo utilizando ondas electromagnéticas, y la magnitud de la potencia de transmisión de un radar es una condición esencial para la medición precisa de algunos parámetros importantes del objetivo.

La solicitud patente **US20190334634** divulga un aparato de monitoreo de rendimiento de canal y potencia de transmisión de radar, que comprende una pluralidad de acopladores, combinadores de potencia de múltiples etapas y un módulo de monitoreo de potencia, en el que los acopladores están conectados respectivamente con módulos transmisores/receptores de un radar, cada acoplador está configurado para recolectar una señal de transmisión, potencia de un módulo transmisor/receptor correspondiente; cada combinador de potencia está configurado para combinar la potencia de transmisión recopilada por el (los) acoplador(es) respectivo(s) y enviar una potencia total resultante al módulo de control de potencia; y el módulo de monitoreo de energía está configurado para monitorear la energía total.

Adicionalmente la anterioridad **WO21204537** divulga un método para realizar altimetría de radar basada en satélite, que comprende: emitir un pulso de radar hacia una superficie de la tierra en un primer haz; recibir un eco del pulso de radar, después del reflejo en la superficie de la tierra, en un segundo haz entre uno o más segundos haces, y obtener una señal indicativa de una amplitud del eco a lo largo del tiempo; y determinar un tiempo de retorno del eco en base a la señal obtenida, en el que el segundo haz se explora con un movimiento de exploración en una dirección de

exploración ortogonal a la trayectoria terrestre del satélite, y el eco del pulso de radar se recibe durante el movimiento de exploración del segundo haz.

La observación, medición y monitorización de la densidad de electrones Ne/cm^3 en la ionósfera es costoso y todavía no se dispone de una tecnología adecuada. La densidad de electrones en la ionósfera está relacionada con la emisión de gases de efecto invernadero, los que contribuyen al calentamiento global. Los métodos actuales como ionosondas y satélites no logran una medida confiable debido a las tormentas solares y geomagnéticas.

De acuerdo con lo anterior, se observa que las soluciones existentes en el estado de la técnica son deficientes en lo que se refiere al cálculo de la estimación de concentración de electrones en la ionósfera. Por lo tanto, existe la necesidad de diseñar un dispositivo para determinar la asimetría de la densidad de electrones en dos regiones de la ionósfera y determinar la contaminación de las diferentes zonas (1) y (2) que se requieren analizar y así definir políticas para disminuir la contaminación.

La presente invención proporciona una solución al problema técnico al incorporar la observación, medición y monitorización de la densidad de electrones Ne/cm^3 en la ionósfera proporcionando métodos para obtener una medida confiable de concentración de electrones y además ayudando a la detección temprana de asimetrías elevadas indicativas de una alta contaminación atmosférica. Estas medidas se relacionan desde un enfoque para reducir los daños a la naturaleza, morbilidad y mortalidad relacionadas con el también llamado efecto invernadero que es realizada por la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente divulgación se compone de un dispositivo y un método para recopilar y procesar los datos de asimetría provenientes de la densidad de electrones tomados en 2 zonas (1) y (2) cercanas a la ionósfera. Los datos tomados son sometidos a la aplicación de expresiones específicas que proporcionan datos de clasificación en escalas de valores diseñadas, dichas escalas establecen límites en los que, si uno de los datos obtenidos supera dichos límites, se debe activar una alarma relacionada con condiciones sospechosas que pueden ser indicativas de alta contaminación de la zona en estudio. De acuerdo con las mediciones, entre mayor sea la asimetría medida en porcentaje, mayor

es el contenido de dióxido de carbono y mayor su contribución en las cifras de calentamiento global. Por lo tanto, la detección temprana de asimetrías elevadas indicativas de una alta contaminación atmosférica es un enfoque para reducir los daños a la naturaleza, morbilidad y mortalidad relacionadas con el también llamado efecto invernadero que puede ser utilizado por los gobiernos en la toma de decisiones.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación, se describen las figuras que componen la invención.

10 **La figura 1** muestra un dispositivo (100a) ubicado en la zona 1, que representa una ciudad o un lugar considerado de alta contaminación.

La figura 2 muestra un segundo dispositivo (100b) ubicado en la zona 2, que representa refiere a un área libre de contaminación, por ejemplo, un bosque.

La figura 3 muestra el dispositivo (100) con más detalle.

15 **La figura 4** muestra el proceso (600) de la operación del dispositivo.

La figura 5 muestra el circuito que integra al dispositivo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

20 La presente invención consiste en un dispositivo y un método para medir en forma relativa la presencia y magnitud de dióxido de carbono CO₂ en la ionosfera lo cual permite diseñar procedimientos de mitigación de gases perjudiciales. La presencia de CO₂ en la ionosfera produce la disminución de la densidad de electrones.

25 Se describe en este documento un dispositivo de adquisición de ondas electromagnéticas correspondientes a ecos originados en la reflexión de las ondas emitidas por los dos radares en dos zonas (1 y 2) debajo de la ionosfera.

El dispositivo mencionado es capaz de determinar la asimetría de la densidad de electrones entre la zona 1 y zona 2 tomada como referencia y con mayor densidad de electrones Ne/cm³. Dicho valor de asimetría está relacionado con la contaminación de la zona 1 y que tiene un impacto en el calentamiento global. La interpretación adecuada puede generar alertas tempranas que justifiquen la ejecución de planes de prevención y disminución de acuerdo con políticas nacionales o mundiales.

35

- De acuerdo con la figura 1, la zona 1 corresponde a una ciudad con alta contaminación, la operación del dispositivo (100a) se basa en la medición diferencial de la ionosfera (8a) que inicia emitiendo un pulso de radiofrecuencia mediante la antena (4a) e impulsado por un transmisor de radiofrecuencia (9a). El pulso es transportado por las ondas electromagnéticas y se refleja en la ionosfera (8b). La onda reflejada (ECO) es detectada por la antena de recepción (5a) y recibida, amplificada y detectada por el receptor (10a). Los componentes descritos anteriormente se sujetan a un poste (3a) que debe estar anclado al terreno (12a).
- De acuerdo con la figura 2, la zona 1 corresponde a lugar con niveles bajos de contaminación. El dispositivo (100b) opera midiendo la ionosfera (8b) en otro punto diferente y cuyo valor servirá como valor de referencia para comparar en la operación diferencial. De forma similar el proceso inicia emitiendo un pulso de radiofrecuencia mediante la antena (4b) e impulsado por un transmisor de radiofrecuencia (9b). El pulso es transportado por las ondas electromagnéticas y se refleja en la ionosfera (8b). La onda reflejada (ECO) es detectada por la antena de recepción (5b) y recibida, amplificada y detectada por el receptor (10b). Los componentes descritos anteriormente se sujetan a un poste (3b) que debe estar anclado al terreno (12b).
- De acuerdo con la figura 3, la operación se realiza mediante la configuración y activación del procedimiento mediante el dispositivo celular (17b), a través de la antena (4a). Las instrucciones ejecutadas por computador establecen la red y conexión a internet (IoT) que conecta diferentes dispositivos (100 a) ... (100 z) a nivel local, departamental, nacional o mundial. La unidad de cómputo (16) gobierna al VCO (6) (oscilador controlado por voltaje) mediante al interfaz (15). El potencial de salida del VCO (6) es amplificado por el amplificador de potencia (13b). Mediante la antena delta de transmisión (4a) se emite una onda de radiofrecuencia hacia la ionosfera 8. Dependiendo de la frecuencia de la onda emitida se puede recibir una onda electromagnética reflejada en la ionosfera 8. La antena delta (5a) de recepción adquiere la onda reflejada y la transfiere al amplificador (13a) para ser amplificada y detectada por el demodulador (14a). La interfaz (15a) la conecta a la unidad de cómputo (16a) y finalmente al dispositivo celular (17a) en red con el dispositivo celular (17b) a través de la red de internet calculan de forma diferencial los valores recibidos por el dispositivo e informan los resultados.

Las antenas delta (4a) y (5a) están montadas en un poste (3) y sujetadas mediante al terreno 12. El valor de la asimetría de electrones entre las zonas (1) y (2) se obtiene mediante un conjunto de instrucciones que se calcula en las unidades de cómputo (16a) y (16b) aplicando la ecuación de asimetría de la densidad de electrones (Ane). La frecuencia de corte de la ionosfera, ecuación (1) permite determinar la densidad de electrones, en forma similar el segundo radar ubicado en la zona 2 es operado simultáneamente.

$$f_0 = \sqrt{9Ne} \quad (1)$$

10 La asimetría de la densidad de electrones (Ane):

$$Ane = [(Ne1 - Ne2) / (Ne1 + Ne2)] \times 100\% \quad (2)$$

Donde:

Ne1 es la densidad de electrones de la zona 1.

15 Ne2e es la densidad de electrones de la zona 2.

El valor se da en porcentaje.

El valor se da en porcentaje, en donde un valor final menor al 2% indica baja contaminación producida por la zona 1. Mientras que valores superiores al 10 % muestran alta contaminación de la zona 2.

De acuerdo con la figura 3, se muestra el diagrama de bloques del método (600) que se ejecuta para detectar la asimetría de la ionósfera que se compone de la etapa (601) en la cual el dispositivo celular (20) configura una onda de acuerdo con los parámetros de amplitud, frecuencia, duración y potencia, la etapa (602) transmite la onda a través del puerto de audio del dispositivo celular (20), en la etapa (603) se adquiere el ECO reflejado de la ionósfera, en la etapa (604) se espera entre 10 a 20 segundos para determinar si la detección de ECO ha sido realizada de forma correcta. La etapa (605) se encarga de leer la señal de ECO recibida a través del puerto de audio del dispositivo celular (17), y este proceso se lleva a cabo durante 60 y 90 segundos como es mostrado en la etapa (606).

En la etapa (607) se verifica si la señal ha sido recibida y en caso no ser recibida de forma correcta vuelve a la etapa (606), una vez se recibe de forma adecuada se pasa a la etapa (608), calcular la frecuencia de corte de la ionósfera, en la etapa (609) se calcula

la densidad (asimetría) de los electrones en la ionosfera, se realizan 3 mediciones en la etapa (610) para proporcionar una medición robusta con los resultados de las mediciones en la etapa (611) se almacena en la memoria en la etapa (612), se transmite la trama de datos a la base de datos en la nube (613), en la etapa (614) se lee el valor almacenado de referencia en la nube y proporcionar resultados de acuerdo con: si el umbral esta entre <2% contaminación baja en la zona de estudio; >10% contaminación alta en la zona de estudio; si el valor esta entre >2% y <10%, es una zona aún sin definir, en la etapa (615) se emite un informe final y en la etapa (616) se envía a las pantallas del dispositivo móvil el resultado de la asimetría de los electrones en la ionósfera.

El dispositivo celular (17a) o (17b) emite una onda senoidal con duración 10 y 20 segundos y con pausas de 1 y 2 minutos. Además, con una frecuencia de modulación FM entre 300 y 400 hercios mediante la salida de audio donde se conectan los audífonos.

La amplitud de la onda moduladora determina la frecuencia de barrido del dispositivo. La ecuación de barrido es la siguiente:

$$f_b \text{ (mhz)} = 10v_m \text{ (mv)} \quad (3)$$

Así, la frecuencia de barrido f_b en megahercios es igual a 10 veces el potencial de la onda en milivoltios suministrada por la salida de audio del dispositivo celular (17).

De acuerdo con la figura 5, dicha onda de modulación se conecta con el amplificador operacional (34) cuya ganancia está con valor de 10 y determinada por los resistores (32) y (33). La salida amplificada se conecta a (1), el cual es un tanque de resonancia formado por un resistor y 2 diodos varicap. La inductancia (2) completa el tanque. Así, la frecuencia de resonancia del tanque cambia en la misma forma como lo hace la amplitud de la frecuencia moduladora.

En esta forma la frecuencia de transmisión del dispositivo puede tener un barrido de 1 a 20 megahercios suficiente para explorar la frecuencia de corte de la ionosfera. El transmisor del dispositivo es una válvula de vacío (6) operando como un oscilador de potencia FM. Los componentes (3, 4, 5, 7, 8, 9, 10,11 y 12) determinan la polarización y la retroalimentación positiva necesarios para la correcta operación.

La antena de transmisión (18) se conecta con el ánodo de la válvula de vacío (6) mediante un circuito de interfaz constituido por (13, 14, 15,16 y 17) para lograr un acople de impedancias óptimo. La onda FM emitida por el transmisor rebota en la ionosfera y regresa en forma de eco para ser captada por la antena receptora (19) que
5 está conectada con un tanque de resonancia y ancho de banda de 20 megahercios formado por los componentes (20, 21, 22,37 y 38). La onda así captada por la antena de recepción es amplificada por los transistores FET de arseniuro de galio (23) y (25) con una ganancia total de 50 decibeles.

10 La señal ya amplificada es convertida a un potencial DC hecho con el diodo (27) y el condensador (2). El amplificador (35) adiciona una ganancia DC de 10 adicional gracias a los resistores (29) y (30). Finalmente, el eco de regreso de la ionosfera se conecta con la entrada de micrófono del dispositivo celular. Es de anotar que, gracias al sincronismo entre el transmisor y el receptor, el dispositivo celular (17) detecta para cual frecuencia
15 no se produjo el eco.

Este valor de frecuencia de pérdida del eco corresponde a la frecuencia de corte de la ionosfera y así se obtiene el valor de densidad de electrones de la ionosfera localizada encima del dispositivo mediante la ecuación (Ane).

20 Dentro de la arquitectura del dispositivo se consideran las antenas (4 y 5), el transmisor (9) y el receptor (10) que engloba el hardware necesario para realizar la transmisión de la onda incidente hacia la ionosfera y la recepción de la onda reflejada en la ionosfera y llamada ECO.

25 La unidad de cómputo (16), el dispositivo celular (17) que genera una onda moduladora tipo seno de 300 hercios que modula en FM a un oscilador tipo Colpitts dotado de un tanque con diodos varicap para lograr la modulación de frecuencia.

30 El reflejo de la onda incidente crea el ECO que después de amplificado, filtrado y convertido en señal DC es recibido por el terminal de micrófono del celular completando así el ciclo de lectura de la densidad de electrones en la ionosfera en el área situada encima de las zonas 1 y 2.

Dentro del procesamiento llevado a cabo por el dispositivo, se integran los elementos de hardware, software y firmware de la unidad de cómputo (16) y el dispositivo celular (17) para calcular las estimaciones de la densidad de electrones que además es responsable de la correcta activación y configuración de los diferentes módulos del subsistema de transmisión y recepción.

El dispositivo diferencial también incluye comunicaciones que son bidireccionales entre los celulares (17a) y (17b) para compartir información mutua de la densidad de electrones en la ionosfera. Los dos dispositivos conforman además una red del Internet de las cosas.

Las configuraciones necesarias emitidas por los celulares (17) se hacen a partir de un conjunto de instrucciones ejecutadas por computador que generan una onda seno y al mismo tiempo crean una matriz entre amplitud de la onda seno y la respectiva frecuencia emitida por el transmisor FM.

El informe final se emite una vez finalizada la medición, el dispositivo celular (17) envía una trama de datos de respuesta que contiene las densidades de electrones para las 2 zonas y la asimetría correspondiente. Dicha trama de datos se conforma a partir de realizar para cada frecuencia de la onda incidente 3 estimaciones consecutivas de densidad de electrones, que también se envían en la trama de datos para proporcionar una medición más robusta.