

DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA ANALIZAR LA ENTROPÍA MULTIESCALA DE NUBES DE AGUA

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención hace parte del campo técnico de radares meteorológicos, específicamente en el área de dispositivos para el monitoreo de precipitaciones.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las precipitaciones son caracterizadas por un comportamiento altamente variable en tiempo y en espacio, lo cual hace complejo proporcionar una descripción cuantitativa precisa, así como obtener una resolución espacio-temporal de los datos.

Adicionalmente, las precipitaciones conllevan a invasiones lentas o en muchos casos violentas de agua, provenientes de los diferentes cuerpos de agua, como lagos, lagunas, ríos, arroyos, afluentes, embalses, etc. Estos fenómenos ocasionan daños irreparables en las poblaciones, los cultivos y los territorios en general. Algunas de estas aguas traen consigo aguas contaminadas y pueden dejar otro tipo de secuelas como enfermedades infecciones y letales.

Sin embargo, actualmente gran parte de las investigaciones científicas y objetivas no se han centrado en el desarrollo de enfoques efectivos para la visualización de riesgos en nubes, proporcionando la información necesaria para apoyar la toma de decisiones en infraestructuras de gestión del riesgo.

En la actualidad existen algunos métodos para medir las precipitaciones como por ejemplo estaciones meteorológicas incluyendo pluviómetros y radares meteorológicos. Sin embargo, la implementación de radares meteorológicos implica altos costos, compra, instalación, espacio, oficina de monitoreo, personal de manejo y mantenimiento, los cuales no pueden ser asumidos por las entidades de gobierno de las ciudades.

En primera medida, la patente US2015302622 divulga un dispositivo de radar que incluye un transceptor y una antena de radar. El transceptor

puede generar ondas de radio mediante un circuito de control y un magnetrón. La antena del radar descarga al exterior las ondas de radio generadas por el transceptor. Posteriormente, las ondas de radio emitidas por la antena del radar se reflejan en una gota de lluvia, una nube de
5 lluvia, etc. y son recibidas por la antena del radar. Mediante el transceptor, se realiza una amplificación y una conversión descendente de frecuencia sobre cada una de las ondas de reflexión recibidas por la antena del radar. Este dispositivo resulta relevante para monitorear datos climáticos mediante la transmisión de una onda de radio hacia nube y recepción de
10 una señal reflejada de la misma, sin embargo, este dispositivo no cuenta con un módulo de control que permita el encendido y apagado automático del transmisor de la señal de radio ni tampoco cuenta con una unidad de cómputo que realice el cálculo de magnitud y entropía del eco incidente, lo que resulta en una menor precisión para el pronóstico de inundaciones
15 y deslizamientos causados por tormentas.

Por otra parte, la patente US5488375 divulga un sistema de radar aerotransportado que tiene dos unidades principales, una unidad de visualización y control y una unidad de antena/receptor/transmisor (ART).
20 La unidad ART transmite pulsos de banda X (TX) al espacio. Cuando una formación meteorológica o una nube o lluvia se encuentra en el camino de los pulsos, los pulsos de reflexión (RX) se reflejan y son recibidos por la unidad ART. En el caso de esta patente, igualmente no menciona un módulo de control que permita el encendido y apagado automático del
25 transmisor de la señal de radio ni tampoco cuenta con una unidad de cómputo que realice el cálculo de magnitud y entropía del eco incidente, lo que resulta al igual que la patente anteriormente mencionada, en una menor precisión para el pronóstico de inundaciones y deslizamientos causados por tormentas.

Adicionalmente, la patente US2021382170 presenta un aparato para eliminar ruido para información de observación de un radar meteorológico. El aparato de eliminación de ruido puede configurarse para
30 incluir una pluralidad de componentes que incluyen una unidad de comunicación para comunicarse con un radar meteorológico, una unidad de configuración, una unidad de generación de información de observación, una unidad de simulación y una unidad de control. En este
35 caso en particular, esta patente resulta igualmente relevante para

monitoreo de condiciones meteorológicas mediante un sistema de radar, sin embargo, posee las limitantes de las patentes anteriormente mencionadas respecto a un módulo de control que permita el encendido y apagado automático del transmisor de la señal de radio ni tampoco cuenta con una unidad de cómputo que realice el cálculo de magnitud y entropía del eco incidente, así como que tampoco menciona un transmisor que esté conformado por un diodo magnetrón que emita un pulso de radiofrecuencia mediante una antena hacia una nube seleccionada.

- De esta forma, surge la necesidad de contar con un dispositivo y un método para recopilar y analizar las magnitudes de los ecos reflejados en una nube de lluvia que utilice internet de las cosas (IoT), y pueda operar con un sistema operativo capaz de informar adecuadamente a las comunidades sobre precipitaciones con mayor precisión y de esta manera generar alertas tempranas que permitan contribuir a mitigar los posibles daños y facilitar el manejo de los riesgos asociados.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- Un dispositivo y un método para recopilar y analizar las magnitudes de los ecos reflejados en una nube de lluvia. Las medidas tomadas, sometidas a la aplicación de fórmulas específicas, arrojan datos que son clasificados en una escala de valores diseñada. El valor obtenido, se ubica en un rango de la escala prefijado en memoria. De esta manera se genera un dato, que puede activar (si es del caso) una alarma relacionada con condiciones sospechosas que pueden ser indicativas de precipitación de lluvias.

- Para lograr lo anterior, el transmisor formado por el diodo magnetrón emite un pulso de radiofrecuencia con una frecuencia de 2.47 GHz mediante su antena y dirigido hacia la nube de lluvia seleccionada. El pulso incidente se refleja en la nube y rebota regresando y siendo detectado por la antena receptora. La alimentación eléctrica del transmisor está formada por el transformador que dispone de dos devanados secundarios para alimentar el filamento del tubo magnetrón. Un par capacitor y un diodo doblan el potencial para conseguir un voltaje de aproximadamente -5000 voltios y aplicado también al filamento del magnetrón y así polarizarlo adecuadamente.

La habilitación para generar el pulso de radiofrecuencia se obtiene con un relé formado por un electroimán. Un transistor activa al relé mediante una señal recibida en su base y enviada por la unidad de cómputo.

5 El módulo de detección compuesto por una antena, recibe el eco
procedente de la nube y lo transfiere al amplificador de microondas con
tecnología MIMIC a través de un capacitor, siendo que esta tecnología no
requiere una red de adaptación externa puesto que viene integrada con
una impedancia característica, además que permite una mayor
10 linealidad, así como bajo ruido y estabilidad a lo largo de un amplio rango
de frecuencias. El amplificador es polarizado a través de un resistor y un
choque de radiofrecuencia. Esta estructura se repite dos veces más
mediante los amplificadores acoplados en cascada. Dos capacitores
proveen la conexión apropiada para los dos amplificadores restantes.

15 La salida del último amplificador se transporta a la unidad de cómputo
para alimentar el proceso que conduce a la medición de la magnitud y
entropía del eco. La unidad de cómputo puede ser un dispositivo móvil
configurado para calcular la magnitud y entropía del eco reflejado por la
nube de lluvia. Así mismo, la unidad de cómputo ejecuta instrucciones
para el control del transmisor mediante el relé. Así, el módulo de
20 procesamiento que integra los elementos de hardware, instrucciones
ejecutadas por computador y firmware del dispositivo inteligente o
dispositivo móvil que se aplican en el procesamiento para las
estimaciones de la densidad de electrones configurada, activan de forma
adecuada el transmisor y el receptor.

25

DESCRIPCIONES DE LAS FIGURAS

La Figura 1 ilustra el esquema del dispositivo para analizar la entropía multiescala de nubes de agua.

30 La Figura 2 ilustra un diagrama de flujo del método para analizar la entropía multiescala de nubes de agua.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

A continuación, se describirá de manera detallada la presente invención que se expone en las figuras adjuntas.

La figura 1 presenta el esquema del dispositivo (100) para analizar la entropía multiescala de nubes de agua, el cual se compone de un transmisor (101) conformado por un diodo magnetrón que emite un pulso de radiofrecuencia de 2.47 GHz mediante una antena que lo dirige hacia una nube seleccionada. Seguido a esto, una antena receptora (102) detecta el pulso incidente reflejado por la nube.

El transmisor (101) es alimentado eléctricamente por un transformador (103) que cuenta con dos devanados secundarios para alimentar el filamento del tubo del diodo magnetrón, además de un diodo (110) y un capacitor (111) para doblar el potencial de salida del transformador (103) y lograr voltajes de hasta -5000 voltios, el cual se aplica de igual manera al filamento del tubo del diodo magnetrón para ser polarizado adecuadamente.

Adicionalmente, el dispositivo (100) cuenta con un módulo de control para la habilitación de la generación del pulso de radiofrecuencia, el cual cuenta con un relé (104) formado por un electroimán para generar el pulso que es activado por un transistor (105) mediante una señal de control recibida por una unidad de cómputo (106), la cual puede ser un dispositivo móvil.

Una vez la antena receptora (102) recibe el pulso incidente desde la nube, transfiere este pulso a un primer amplificador de microondas (107) que cuenta con tecnología MIMIC por medio de un capacitor dispuesto entre la antena (102) y el amplificador (107). Este amplificador (107) se encuentra polarizado por un resistor y un inductor o choque de radiofrecuencia. Esta estructura de amplificador y polarización se replica dos veces más mediante los amplificadores (108) y (109) conectados en cascada con el primer amplificador de microondas (107) e igualmente polarizados por medio de un resistor y un inductor.

La señal de salida que se genera del amplificador (109) se transmite a la unidad de cómputo (106) para que esta realice el cálculo de la magnitud y entropía del pulso incidente o eco recibido.

Posteriormente, una vez la unidad de cómputo (106) realiza los cálculos de magnitud y entropía del eco recibido, puede generar una alarma de indicación de precipitación de lluvias cuando un valor calculado supera un umbral de acuerdo a una escala de valores predefinida.

- 5 Por otra parte, la figura 2 presenta el diagrama de flujo del método implementado por computador (200) para analizar la entropía multiescala de nubes de agua, el cual se compone de una primera etapa de transmisión de una señal de control de encendido (201) desde una unidad de cómputo (106) al relé (104)
- 10 A continuación, se genera una segunda etapa de emisión de un pulso de radiofrecuencia (202) mediante la antena del transmisor (101) conformado por el diodo magnetrón hacia una nube seleccionada. Adicionalmente, se transmite una señal de control de apagado (203) desde una unidad de cómputo (106) al relé (104) una vez se ha
- 15 completado el proceso de transmisión del pulso de radio frecuencia.

- Seguido a lo anterior, se recibe el pulso incidente o eco (204) de la nube desde la antena de recepción (102) y se amplifica la señal recibida (205) mediante tres amplificadores de microondas (107), (108) y (109) dispuestos en cascada. Este último amplificador (109) transmite la señal
- 20 de eco amplificado (206) a la unidad de cómputo (106) y se calcula (207) desde la unidad de cómputo (106) el valor de magnitud y entropía del eco recibido.

- Mediante estos cálculos, es posible interpretar una nube de agua a la luz de la entropía de la misma, así como generar la cuantificación de la
- 25 nubosidad y estimación de la potencia de las señales registradas durante los eventos de lluvia, lo que permite la creación de nuevos modelos de precipitación.

- Finalmente, estos resultados calculados se transmiten (208) hacia
- 30 dispositivos de usuarios por medio de una red de internet de las cosas (IoT), donde los usuarios pueden ser informados sobre un riesgo de deslizamiento a partir de las alarmas generadas de acuerdo a los cálculos de magnitud y entropía realizados por la unidad de cómputo (106).

EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

A continuación, se detallará la realización preferida para la realización y ejecución de la presente invención.

5

El método (200) ejecuta una etapa de encendido del relé (104) por parte de la unidad de cómputo (106) para encender el transmisor (101) durante un segundo, tiempo en el cual el magnetrón emite un pulso de radiofrecuencia mediante la antena del transmisor (101). Posteriormente, la unidad de cómputo (106) envía una señal de control que apaga el relé (104) y el magnetrón del transmisor (101) deja de emitir pulsos de radiofrecuencia.

El transmisor (101) envía el pulso de radiofrecuencia a 2.47 GHz, debido a que el magnetrón solo puede transmitir a esa frecuencia fija, debido al tamaño de las cavidades contenidas en el magnetrón. Además, la frecuencia de resonancia del agua es de 2.47 GHz igualmente, lo cual indica que esta frecuencia es la mejor para que se produzcan ecos de mayor amplitud.

20

Seguido a lo anterior, el eco generado por la nube con una frecuencia de 2.47 GHz igualmente, es detectado por la antena de recepción (102) y es amplificado por los amplificadores (107), (108) y (109) con una ganancia de amplificación de 50 dB. La señal de salida amplificada por el amplificador (109) es llevada a la unidad de cómputo (106) que ejecuta una librería para procesar la señal del eco recibido y realizar los cálculos pertinentes de magnitud y entropía.

La aplicación residente en la unidad de cómputo (106) adquiere el dato del eco en forma análoga. Posteriormente, lo convierte a un formato digital que le permite a la CPU de la unidad de cómputo (106) determinar la magnitud en voltaje del eco. La variación o el rango está entre cero voltios cuando no hay nubes hasta cinco voltios cuando está lloviendo. Por otro lado, la entropía multiescala se calcula en la siguiente forma: la unidad de cómputo (106) adquiere los ecos y crea una primera serie de tiempo con 3.000 ecos. A continuación, la aplicación ejecuta instrucciones que calculan la variabilidad del tiempo entre ecos sucesivos. Seguido a lo anterior, se crea una condición en el dispositivo móvil del usuario teniendo

en cuenta que estas condiciones son aplicables a zonas escogidas por los expertos como de muy alto riesgo. Así las cosas, si aparece una franja verde en el dispositivo móvil, indica que no hay riesgo alguno, mientras que si aparece una franja amarilla indica un bajo riesgo, una franja naranja un riesgo moderado o una franja roja indica un alto riesgo.

Lo anterior se repite indefinidamente, creándose nuevas series de tiempo de 3.000 ecos cada una, consiguiendo así la vigilancia de la nube en el 100% del tiempo.

Finalmente, la unidad de cómputo transmite los calculados realizados a la red de internet de las cosas (IoT) y los usuarios pueden ser informados sobre un riesgo de deslizamiento a partir de las alarmas generadas de acuerdo a los cálculos de magnitud y entropía realizados por la unidad de cómputo (106). En la siguiente tabla se relacionan los criterios o umbrales para la generación de alarmas en el dispositivo móvil del usuario de acuerdo a la franja de color que se visualiza:

Tabla 1. Criterios para generación de alarmas de precipitaciones

COLOR	MAGNITUD DEL ECO	MAGNITUD DE LA MSE (Entropía de múltiple escala)	RIESGO
Verde	0-1 voltios	<0.1	No hay riesgo
Amarillo	Entre 1-3 voltios	Entre 0.1 y 0.3	Bajo Riesgo
Naranja	Entre 3 – 4 voltios	Entre 0.3 y 0.8	Riesgo Moderado
Roja	Entre 4 y 5 voltios	>0.8	Alto riesgo