

**SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO POR GOTEO CON CAPACIDAD DE
MONITOREO DE VARIABLES CLIMATOLÓGICAS, CARACTERIZACIÓN DE
AVES Y CONTROL DE HUMEDAD EN LOS CULTIVOS**

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se relaciona con el sector agrícola, principalmente, con tecnología implementada por computador que permite a los agricultores adaptarse a los cambios climáticos, mejorar su capacidad de producción y mejorar su calidad
10 de vida.

ESTADO DE LA TÉCNICA

En el estado del arte se conocen sistemas para irrigación de cultivos, tal es el caso
15 del documento de patente CO08062119 el cual está dirigido a un sistema para la transmisión digital de señales aplicable en la irrigación controlada de cultivos, caracterizado porque está compuesto de un dispositivo transmisor de señales digitales que está conectado por medio de una entrada a un dispositivo controlador que está externo al sistema, del cual proviene la información requerida para el
20 cultivo, y conectado a través de una serie de medios de transmisión por una salida a dispositivos decodificadores, en los cuales se decodifican las señales de tonos DTMF a digitales y que son enviadas por el dispositivo transmisor. Además, los decodificadores disponen a su vez de unas salidas para la conexión a un dispositivo programador cada vez que tengan que ser programados; en donde los dispositivos
25 decodificadores se encuentran ubicados sobre cada una de las válvulas distribuidoras de agua dispuestas en el cultivo.

Por su parte, el documento de patente CO13100649 divulga un sistema de riego automatizado que incorpora un sensor gravimétrico para la medición continua de la
30 humedad determinada por la masa de una porción de pedón de suelo como variable de activación y desactivación de dicho sistema de riego. El sistema de riego automatizado comprende un sensor gravimétrico, una galga extensiométrica, un

sistema electrónico de control, un dispositivo de adaptación de señal y un cabezal de riego. El sensor gravimétrico permite la medición continua de la humedad de la parcela, determinando la masa de una porción de pedón representativo del suelo, realizando la medición directa de la humedad *in situ* y en tiempo real, bajo condiciones medio ambientales (precipitación, evapotranspiración, cobertura, intensidad de brillo solar, etc.), similar al resto del lote. El sistema se puede adaptar a múltiples tipos de cultivos y permite la verificación del estado de operación comparando los valores de humedad con pruebas de laboratorio.

De otra parte, el documento CO92286773 hace referencia a una unidad emisora de irrigación por goteo, compensadora de la presión, en línea, de una pieza que comprende un cilindro regulador que tiene un miembro de canal transversal interno y uno o más canales estrechos de goteo en el mismo, disponiéndose dicha unidad dentro de una línea de conducto tubular que lleva fluido, o de las pares constituyentes de la misma, provista con, por lo menos, dos orificios a través de los cuales dicha línea, o parte constituyente, comunica con el exterior y en donde, la unidad emisora proporciona un flujo de salida de fluido a una velocidad constante, controlada independientemente de las amplias variaciones en la presión del fluido suministrado al emisor.

Además, la patente CN206162226 se relaciona con un control de supervisión inteligente agrícola, el cual incluye una terminal inteligente de monitoreo, un centro de administración y monitoreo, un sistema de iluminación, un cabezal de cámara de vigilancia y sistema de transmisión de señal, un sensor de humedad del suelo, un sensor de temperatura del aire, un sensor de humedad, un sistema de riego, una terminal inteligente de monitoreo que realiza la comunicación a través de una red inalámbrica con el centro de administración y monitoreo, en donde la computadora de monitoreo en el centro de administración y monitoreo realiza la recepción y transmisión de señal a través de una red inalámbrica y un sistema de iluminación.

Por su parte, la patente CN106707767 se refiere a un sistema y método para controlar integral e inteligentemente agua y fertilizante en un campo basado en la

fusión de información de múltiples fuentes. El sistema comprende un subsistema receptor de consulta de predicción meteorológica, un subsistema de control de recopilación de datos meteorológicos en tiempo real, una plataforma de computación en la nube, una unidad central de control, un subsistema de control de riego y fertilización, un sistema de monitoreo de estado de fertilización y riego y un sistema de detección de fallas en línea. El sistema es un sistema de control automático integrado con las funciones de consulta de pronóstico del clima, investigación de plataforma de computación en la nube y recolección en tiempo real de tierras agrícolas.

10

La patente CN205266531 reporta un sistema de irrigación agrícola, una batería o grupo que baterías que incluye un componente de energía solar, un procesador CPU, un módulo de transmisión inalámbrica, uno o más usuarios, una red eléctrica conectada con el procesador CPU, en donde, la CPU muestra a través de un módulo de transmisión inalámbrica la información al usuario que está conectado al otro extremo. Los módulos de monitoreo de humedad, al igual que el equipo de riego por aspersión y el módulo de la cámara, están conectados con el procesador CPU. Esta tecnología está relacionada con IoT para el riego agrícola y su combinación efectiva de control remoto hace que el equipo de riego por aspersión lleve a cabo un riego automático a cultivos cuando no es suficiente para monitorear la humedad del cultivo.

La patente CN106605574 se relaciona con un sistema de control de riego basado en la tecnología de comunicación inalámbrica. El sistema de control de riego comprende un módulo de adquisición de datos, un módulo de transmisión de datos, un módulo de recopilación de datos, un módulo de control inteligente, un módulo de control manual y un módulo de fuente de alimentación, en donde el módulo de adquisición de datos comprende a su vez, un módulo de adquisición de datos meteorológicos, un módulo de adquisición de contenido de humedad del suelo y un módulo de adquisición de información de cultivo y se utiliza para adquirir datos meteorológicos, datos de contenido de humedad del suelo y datos de crecimiento de cultivos. El módulo de transmisión de datos está en conexión inalámbrica con el

módulo de adquisición de contenido de humedad y el módulo de adquisición de información de cultivo y se utiliza para cargar los datos adquiridos a través del módulo de adquisición de contenido de humedad del suelo y el módulo de adquisición de información de cultivo al módulo de recopilación de datos. El módulo de recopilación de datos está en conexión inalámbrica con el módulo de transmisión de datos y el módulo de adquisición de contenido de humedad del suelo y se utiliza para recopilar información transmitida a través del módulo de transmisión de datos y el módulo de adquisición de contenido de humedad del suelo.

10 La patente CA2089597 hace referencia a un aparato portátil, compacto y apto para todo clima útil para la identificación de aves a través del reconocimiento de audio mediante el uso de un receptor de audio incorporado y chips de memoria pregrabados y en blanco. Un microprocesador está programado para realizar una comparación sonográfica de llamadas de aves registradas con sonagramas de una pluralidad de aves almacenadas en la memoria. Una pantalla visual incorporada muestra los datos de la biblioteca en formato de texto y gráfico luego de una identificación sonográfica exitosa del ave que se está escuchando.

La patente WO20005024782 muestra dispositivos informáticos de mano relativamente potentes con procesadores de señal digital, tecnología de procesamiento de señal de audio, tecnología de reconocimiento de voz, sistemas expertos, modelo oculto de Markov y/o redes neuronales para la identificación automatizada de especies en tiempo real al escuchar aves en el campo, analizando sus formas de onda y comparando estas formas de onda con muestras de referencia conocidas.

La patente CN102708860 se refiere a un método para establecer un estándar de juicio para identificar un tipo de ave basado en una señal de sonido. El método comprende los pasos de cargar el trino del ave (sonido) grabado mediante el uso de equipo de adquisición de sonido en un sistema de análisis de señal de sonido de aves y ajustar el color de un espectrograma de señal cambiando los parámetros de color como brillo, contraste, tono de color, saturación y similares para hacer que un componente de señal característico sea prominente; ajustando una longitud de sub-

trama STFT (Short Time Fourier Transform), un tipo de función de ventana, una longitud de ventana y una relación de superposición de ventana para hacer que la resolución de frecuencia de tiempo alcance un grado ideal; cambiar las graduaciones lineales de los mapas en graduaciones logarítmicas y limitar el ancho de banda de un análisis mediante el uso de un filtro de paso de banda; seleccionar un rango de análisis de señal y desensanizar el fondo del rango de análisis de señal por medio de un algoritmo de análisis de tiempo-frecuencia; y realizar análisis de señales locales para registrar el nombre del tipo de ave observada.

Sin embargo, subsiste en el estado de la técnica de un sistema o dispositivo que sea capaz de integrar un sistema de riego automatizado en donde se puedan monitorear de manera simultánea o subsecuente variables climatológicas y que además pueda realizar la caracterización de aves presentes en un área determinada de cultivos dentro de una granja o campo.

15

RESUMEN DE LA INVENCION

El dispositivo de acuerdo con la presente invención comprende un sistema de riego automatizado por goteo con capacidad para monitorear variables climatológicas, fauna de aves y controlar remotamente las condiciones de humedad a los cultivos. Esto, con la integración de dispositivos que ayuden a mejorar su producción en un campo agrícola (1) o zona determinada. Además, como el eficiente uso del recurso hídrico en sistemas de riego y bajo nivel de caracterización de presencia de aves en zonas rurales.

25

DESCRIPCION DETALLADA DE LOS DIBUJOS

La presente invención se entiende de una forma más clara a partir de las siguientes figuras que acompañan a la descripción:

30

La Figura 1 ilustra una posible configuración de los elementos que componen el sistema de riego automatizado con capacidad de monitoreo de variables climatológicas con caracterización de aves y control de humedad en cultivos de la presente invención.

5

La Figura 2 ilustra un esquema de la topología de conexión de los diferentes nodos en el sistema de riego automatizado por goteo de la presente invención.

La Figura 3 muestra una posible configuración de conexión entre la fuente de agua (Ta) y el subsistema de Riego (SR1).

10

La figura 4 muestra una posible configuración de conexión entre el cabezal de riego (2) y el subsistema de riego (SR1).

15

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada con un sistema de riego (SR) automatizado por goteo con capacidad de monitoreo de variables climatológicas con caracterización de aves y control de humedad en cultivos. Esta tecnología ha recibido el nombre de Naturaleza Digital (NatDig) y es una solución tecnológica dirigida a zonas rurales y/o de cultivo de cualquier territorio. Por una parte, el sistema de riego (SR) automatizado cuenta con un sub-sistema de riego (SR1) para humedecer de manera adecuada un terreno y, por otra parte, cuenta con un sub-sistema que establece la presencia de aves (SDA) mediante los sonidos que caracterizan su canto. Para llevar a cabo la humectación del suelo se implementa un sub-sistema de riego por goteo (SR1) convencional con un control electrónico que aplica una técnica de lógica difusa para su control automático. El sub-sistema para establecer o determinar la presencia de aves (SDA), permite determinar la periodicidad de la presencia de aves que están asociadas a épocas del año con presencia o ausencia de lluvias en una región y a la etapa de maduración de los frutos de una planta.

20

25

30

En el sub-sistema de determinación de presencia de aves (SDA), la identificación de las mismas, se realiza sobre un microcontrolador con características de procesamiento de punto flotante, donde se desarrollan técnicas de clasificación como la bayesiana o semejante que también mide la periodicidad de la presencia de aves en la zona. Tanto la información de las variables ambientales (pluviometría, irradiancia, velocidad y dirección del viento, humedad y temperatura del aire) como la humedad volumétrica del suelo y la presencia, frecuencia de visita de aves, permiten a un clasificador bayessiano tomar una decisión sobre el tiempo en que la válvula principal del sistema de riego debe estar abierta o cerrada. Este subsistema cuenta además con uno o más micrófonos para exteriores que capta los sonidos del canto de las aves, para posteriormente digitalizarlo y procesarlo extrayendo características que permiten ser cotejadas con una base de datos previamente cargada y clasificada.

Por su parte, en el sub-sistema de Riego (SR1), el control de humedad del suelo se lleva a cabo mediante la manipulación de una válvula de compuerta (2C) que permite el paso de agua hacia el ducto de riego como se muestra en las figuras 3 y 4, para esto, por ejemplo, se puede hacer medición de la humedad del suelo mediante un sensor (S1), variables medioambientales como humedad y temperatura del ambiente mediante el sensor (S2), velocidad del viento e irradiancia global horizontal mediante el sensor (S3), o estar dichos sensores en un mismo sensor S desde S0 hasta Sn en donde n es el número de surcos en los cuales se encuentre dividido el cultivo, etc., para permitir tomar una decisión y realizar una acción de control que mantenga en una franja de mínima humedad permitida para un cultivo determinado, siendo establecido por el usuario del sistema de riego automatizado por goteo de acuerdo con la presente invención (NatDig).

Debido a que el sistema de riego automatizado por goteo de la presente invención (NATDIG) puede tener variaciones de implementación de acuerdo a las necesidades del lugar donde se instala, el sistema de riego automatizado (SR) por goteo con capacidad de monitoreo de variables climatológicas y caracterización de

aves con control de humedad en cultivos, comprende un sub-sistema que corresponde a un sub-sistema de proceso central o unidad central (1) que es el cerebro del sistema de riego de la presente invención conformado por componentes electrónicos, eléctricos y electromecánicos, como son Sensor de humedad volumétrica, sistema hidráulico, router, modem, nodo control, nodo transmisor, que
5 permite una comunicación inalámbrica con los diferentes nodos y recibe información de la humedad del suelo, de la cantidad de agua presente en el tanque (Ta) mediante un Sensor de nivel ultrasónicos sin contacto (no mostrado), fallos de comunicaciones de los nodos, además permite el paso del agua hacia el cultivo,
10 controlando que la cantidad aplicada sea la óptima, sin saturar al suelo a través de una o más electroválvulas (2d).

El sistema de riego empleado se basa en una forma clásica de distribución de agua mediante goteo localizado. Este contiene un medidor de presión (2b) en el flujo del
15 agua seguido de una válvula de compuerta manual (2c) que permite ajustar el nivel de presión dentro del rango donde se produce un goteo efectivo en las cintas o ductos de riego (SR1s) (entre 0.01 MPa y 0.02 MPa). Un cabezal principal (2) se ubica al inicio del sistema de riego con una válvula controlada electrónicamente (2d) desde donde se tiene el control principal del sistema de riego. Este tipo de válvula
20 (2d) es del tipo ON/OFF por lo tanto aquí se hace efectivo el control del tiempo de apertura como la variable de control efectiva en el manejo de la humedad volumétrica del terreno. En una modalidad de la invención, cada cinta o ducto de riego (SR1) puede tener en su unión con el sistema principal de riego (SR) una electroválvula (2d) para controlar la irrigación de agua por goteo en los surcos
25 dependiendo de la necesidad del agricultor y la naturaleza del cultivo. Además, el número de electroválvulas (2d) puede ser igual o menor al número n de surcos o sensores S.

La humedad volumétrica es medida mediante sensores capacitivos ubicados
30 también en el o los sensores (S0) a (Sn) y en donde dichos sensores capacitivos son previamente calibrados en referencia a la altura sobre el nivel del mar y la temperatura ambiente local. La transmisión de la señal de humedad volumétrica

captada por dichos sensores es realizada sobre una red wifi, LoRa u otra desde los terminales (S0) a (Sn) en terreno al punto de control (Pdc) ubicado cerca del cabezal de riego (2) donde se encuentra la electroválvula (2d) de control.

- 5 En este sentido, se puede apreciar que la principal ventaja de la presente invención es la participación de inteligencia artificial para establecer el nivel de humedad adecuada de forma automática tomando información del microclima, el suelo y el tipo de aves que visita el lugar como referente de la estación climática que se presenta en el terreno. La floración, etapa abundancia y etapa de escasez de frutos
10 se tendrá en cuenta en la definición del nivel de humedad volumétrica que se aplicará como referencia para estos periodos de tiempo.

El sistema de riego (SR) automatizado de la presente invención, también cuenta con sensores para medir variables agroclimáticas y un módulo para grabar los
15 sonidos de la fauna de aves en la localidad donde se haya instalado el sistema, como se muestra en la figura 1, el sistema comprende un nodo transmisor (Tx); un nodo controlador (Co); nodo(s) sensor(es) (S) desde S0 hasta Sn dependiendo del número de surcos en el cultivo; un nodo tanque (Ta) y una estación meteorológica (EM) que contiene sensores de pluviometría, irradiancia solar horizontal, velocidad
20 y dirección de viento, humedad y temperatura del aire.

En este sentido, la topología de conexión de los diferentes nodos en el sistema de riego automatizado por goteo de la presente invención (NATDIG), está compuesta como se muestra en la figura 2 por el nodo Transmisor (Tx) el cual recibe toda la
25 información que colecta el nodo Control (Co) de sus tres o más Nodos sensores (S) y la información que proviene del tanque (Ta). También se muestra como el nodo transmisor (Tx) está conectado hacia un enrutador (En), por ejemplo, tipo wifi, el cual tiene dos interfaces para la conexión a Internet (Int) y a un dispositivo (disp) con pantalla en donde se muestra la información en tiempo real, en donde el
30 dispositivo (disp) puede ser un teléfono celular, una Tablet, un PC u otro cualquier dispositivo apto para mostrar el resultado de la transformación de la información proveniente del nodo transmisor (Tx).

Ahora haciendo referencia específica a cada uno de los elementos:

1. NODO SENSOR (S)

5 Este puede ser uno o varios sensores (S0) hasta (Sn) dependiendo del número de surcos que tenga el cultivo, en donde cada uno de los nodos sensor (S) está encargado de adquirir la información de humedad volumétrica del terreno y transmitirla de forma inalámbrica al nodo controlador (Co), el cual posee un sistema embebido en un microprocesador que analiza y procesa la información.

10

2. NODO NIVEL DE TANQUE (Ta)

El nodo nivel de tanque (Ta) está encargado de adquirir la información de disponibilidad de agua en el tanque de almacenamiento (Ta), y transmitirla de forma inalámbrica a un sistema embebido ubicado en el punto de control (Pdc) junto al
15 tanque (Ta) de reserva de agua o, bomba si es el caso, en donde dicho sistema embebido analiza y procesa la información de este nodo de tanque (Ta) para desactivar la o las electroválvulas (2d) como se muestra en la figura 3 en caso de que no exista disponibilidad de agua.

20 3. NODO CONTROL (Co)

El nodo control (Co) es el encargado de adquirir las señales de manera inalámbrica de los demás sensores S0, S1, S2, S3, S4, etc., y mediante la aplicación de un algoritmo de control, activa y desactiva el estado de las electroválvulas (2d) que entregan agua al cultivo. Además, está programado para adquirir datos de variables
25 tales como humedad relativa, temperatura, etc., para determinar alertas en caso de anomalías climáticas y el valor de caudal es usado para determinar si el sistema optimiza la cantidad de agua consumida. Este nodo de control (Co) recibe la información del nodo tanque (Ta) para en caso de no haber disponibilidad de agua, desactivar la(s) electroválvula(s) previniendo un daño de esta(s). Además, este
30 nodo de control (Co) también se encarga de enrutar los diferentes datos de la red Zigbee creada entre todos los elementos del sistema de riego para la comunicación de datos.

4. NODO TRANSMISOR (Tx)

Este nodo (Tx) permite dos tipos de comunicación: la primera es la comunicación inalámbrica de protocolo abierto para comunicarse interinamente con el nodo controlador (Co) y recibir los datos para recopilar la información. Así como también recibe toda la información de la estación meteorológica (EM) para su posterior análisis. El segundo tipo de comunicación es hacia internet (int) donde se transmitirá la información en tiempo real para obtener los datos en una plataforma web que puede estar ubicada en un servidor.

10

El sistema de riego automatizado de la presente invención, también cuenta con una unidad de sensado de variables ubicada en el punto de control (Pdc) junto al cabezal (2) de riego (figura 4): Es un nodo terminal de NATDIG el cual permite leer la humedad volumétrica del cultivo, y se encarga de enviar esta información al Nodo Control (Co), para que dicho nodo pueda tomar una decisión en cuanto a la cantidad de agua que debe aplicarse. También permite informar al agricultor en que momento el agua que hay en reservorio en el tanque (Ta) se está terminando y verificar el porqué de la alerta, por ejemplo, debido a que puede haber alguna obstrucción en el suministro de agua que haya podido pasar a través del filtro (2a) que está ubicado entre el tanque (Ta) y el medidor de presión (2b) en el sistema de cabezal de riego (2). En caso la generarse la alerta por obstrucción, la misma debe ser atendida de forma inmediata por el agricultor.

15

20

Todo el sistema de riego automatizado por goteo con capacidad de monitoreo de variables climatológicas (NATDIG) muestra variables agroclimáticas que se están monitoreando, así como el estado del cultivo y un sistema de alertas que indica al agricultor condiciones de su cultivo. También permite que los sonidos guardados del entorno agropecuario, puedan ser comparados con una base de datos de sonidos de aves para identificar las aves presentes en determinadas épocas del año, con el fin de determinar el tipo de migración que se pueda estar presentando en la zona donde se instale el sistema de riego NATDIG.

25

30