

SISTEMA AUTÓNOMO PARA LA CAPTURA, ALMACENAMIENTO, PROCESAMIENTO Y TRASMISIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL DE CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA

10 CAMPO DE LA INVENCIÓN

Esta invención está relacionada con la captura, procesamiento, almacenamiento, y envío remoto y automático de mediciones efectuadas por sensores de variables medioambientales relacionadas con cuerpos de agua. Permite recopilar información en tiempo real 24 horas con una configuración flexible y adaptable para diferentes sensores y 15 recursos.

ESTADO DE LA TÉCNICA

La medición de variables ambientales representa un gasto elevado en el tema de personal calificado, que se encarga de desplazarse hasta los sitios, realizar las mediciones y entregar
20 un reporte. En muchos casos, donde se requiere además de hacer mediciones puntuales, se debe hacer un seguimiento más detallado, se hace imposible tener en tiempo real y por periodos de tiempos prolongados (semanas, meses o años) el seguimiento de un determinado parámetro. Por esta razón, el uso de sensores conectados a estaciones de control, permite almacenar información y surge la necesidad de conectar y transmitir en 25 tiempo real la información generada.

En el estado del arte se encontró las siguientes patentes más cercanas a la materia objeto de la presente solicitud:

La patente núm. **IN202031009277A**, "***An IoT based real time portable water quality monitoring system***", consiste de un sistema portátil de monitoreo de la calidad del agua
30 en tiempo real basado en IoT que comprende: una unidad de monitoreo local configurada para medir el parámetro físico del agua y generar los datos de medición correspondientes de dicho parámetro; un dispositivo de detección de ubicación para detectar una posición global de dicha unidad de monitoreo local y producir información de ubicación de dicha
35 unidad de monitoreo local; y una unidad de almacenamiento local configurada para guardar los datos medidos por la unidad de supervisión local; una unidad de transmisión configurada para transmitir dichos datos de medición junto con dicha información de ubicación a un servidor central; una unidad de monitorización remota para monitorizar los datos medidos mediante inicio de sesión remoto. Dicho sistema para monitorear la calidad del agua
40 comprende dicha unidad de monitoreo local configurada en el punto de evaluación del sistema de suministro de agua distribuido que comprende un procesador principal y una unidad de servidor central configurada para guardar y producir los datos de calidad del agua de forma remota mediante la transmisión unidad.

- 5 La patente núm. **PE20171669Z**, “**Equipo de monitoreo de calidad de agua en tiempo real**”, que consiste de un equipo de monitoreo de calidad del agua en tiempo real caracterizado por comprender: a) equipo de monitoreo con el controlador conectado a un dispositivo electrónico de transmisión; b) servidor remoto que analiza y almacena la información; e) 1 o más dispositivos periféricos de visualización e impresión que se
- 10 conectan al servidor remoto; donde dicho equipo transmite la información recolectada por los equipos de monitoreo a un servidor remoto el cual permite la visualización del análisis de la información desde algún dispositivo de visualización, imprimir algún reporte por medio de un periférico de impresión o realizar alguna acción correctiva, por medio de la internet.
- 15 La patente núm. **CN104049072A**, “**Remote system for monitoring water quality parameters through cellular wireless communication**”. Esta invención describe un sistema remoto para monitorear los parámetros de calidad del agua a través de la comunicación inalámbrica celular. El sistema remoto comprende una pluralidad de terminales de recopilación de información, una puerta de enlace, un servidor WEB, una
- 20 base de datos y un terminal de monitoreo, en donde la pluralidad de terminales de recopilación de información se distribuyen en forma celular y se utilizan para enviar una pluralidad de datos recolectados de calidad del agua la puerta de enlace a través de una red ZIGBEE (Zigbee); la puerta de enlace se utiliza para recibir los datos de calidad del agua y enviarlos al servidor WEB a través de un protocolo de internet; el servidor WEB se
- 25 utiliza para llevar a cabo un procesamiento y análisis centralizado de los datos de calidad del agua de cada terminal de recolección de información, obtener datos de resultados y guardarlos en la base de datos; El terminal de monitoreo se comunica con el servidor WEB a través del protocolo de Internet y se utiliza para observar los datos de resultados en el servidor WEB. La estructura del sistema remoto comprende los terminales de recolección
- 30 celular, la puerta de enlace y el servidor que son auxiliares entre sí, de modo que la simplicidad y la estabilidad de los procesos de operación, recolección de datos, procesamiento de datos, visualización de interfaces web y monitoreo de clientes y similares. del sistema general se puede realizar.
- 35 Patente núm. **CN104020266A**. “**On-line water-quality monitoring system based on intelligent terminal** “. Es un sistema de monitoreo de la calidad del agua en línea basado en un terminal inteligente que comprende un aparato de monitoreo de la calidad del agua en línea, el terminal inteligente, un servidor y un aparato de suministro de energía; el aparato de monitoreo de la calidad del agua en línea comprende múltiples dispositivos de monitoreo
- 40 de la calidad del agua de un solo punto, y cada dispositivo de monitoreo de la calidad del agua de un solo punto comprende un sensor de monitoreo de la calidad del agua de un solo punto, un módulo de procesamiento de datos de detección de un solo punto y un módulo de transmisión de datos de calidad del agua de un solo punto; el terminal inteligente comprende múltiples terminales inteligentes de un solo punto para recibir datos de
- 45 monitoreo de la calidad del agua de un solo punto; el servidor se usa para recibir y retroalimentar todos los datos de monitoreo de calidad de agua de un solo punto y las solicitudes de datos enviadas por los terminales inteligentes de un solo punto; y el aparato de suministro de energía se usa para suministro de energía. El sistema es capaz de monitorear los datos de la calidad del agua de todos los puntos únicos en tiempo real,

también transmitiendo los datos de la calidad del agua a todos los terminales inteligentes de un solo punto en tiempo real, cargando los datos de la calidad del agua de todos los puntos únicos al servidor en tiempo real combinando un sistema de información geográfica y alimentando individualmente los datos de calidad del agua a un usuario como datos solicitados de todos los terminales inteligentes de un solo punto. El sistema tiene las características de personalización individual, carga y comentarios en tiempo real, visualización de datos visuales e interfaz amigable.

Patente núm. **US2011304475A**, “**Server monitoring of flow and sampling apparatus and/or logger**”. Se describe un aparato y método que emplea uno o más instrumentos ambientales en comunicación con un servidor de comunicaciones que monitorea el funcionamiento de los instrumentos ambientales en base a un cronograma de tareas.

Patente núm. **BRPI1000800A**, “**Sistema de monitoramento da qualidade das aguas em tempo real monitoring System of water quality in real time (Machine translation)**”, La patente de invención en cuestión revela un sistema para monitorear la calidad del agua en tiempo real, aplicado en el área de ingeniería ambiental, que permite predecir en tiempo real los impactos en los recursos hídricos, anticipando medidas de tratamiento, lo cual es de fundamental importancia para la reducción de costos y eficiencia en el tratamiento, siendo de importancia fundamental en estudios limnológicos, incorporados por seis subsistemas que funcionan de manera autónoma, que son: sistema de adquisición de datos, sistema de control de profundidad electromecánico, sistema de comunicación, software, módulo de generación electricidad, plataforma de soporte o flotador y sonda; cuya plataforma de soporte o flotador está sobre el agua y la sonda sube y baja a varias profundidades y, en tiempo real, transmite los datos (parámetros físico-químicos del agua: PH, conductividad, temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, potencial de oxireducao y otros solicitados) para una computadora, y se puede acceder a los datos de forma remota a través de Internet.

Estas anterioridades corresponden a las tecnologías más cercanas a la materia objeto de solicitud de la presente solicitud de patente, aunque son semejantes, sin embargo, presentan diferencias, una de ellas está evidenciada en los inconvenientes de estas tecnologías que está relacionado con las condiciones extremas del medio ambiente como fuertes lluvias, desbordamientos de fuentes hídricas, deslizamiento de tierra y el tema de orden público, donde puede verse afectada la integridad de los equipos empleados para las mediciones en tiempo real. Otro aspecto importante, corresponde a los vacíos operacionales en el desarrollo tecnológico de sensores en las diferentes áreas de medición como agua, aire, ruido entre otros.

Con el Datum One (100) podemos capturar información en periodos de tiempo muy pequeños (segundos, minutos) durante semanas, meses y años desde lugares muy remotos que nos permiten acceder a información en tiempo real de bajo costo que permiten la mitigación de riesgos, la vigilancia permanente, cumplimiento normativo y la toma de decisiones inmediata.

- 5 Con la invención del Datum One (100) se permite capturar, almacenar, procesar y transmitir en forma automática mediciones ambientales desde cualquier lugar con una autonomía total.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS.

Figura 1. Diagrama de conexión entre Datum One (100), módem (300).

Figura 2. Flujo de tareas Datum One (100) y esquema de las conexiones que se realiza en el sistema.

Figura 3. Presentan las características detalladas de la vista frontal del *Datalogger* (200).

- 15 **Figura 4.** Presenta las características detalladas de la vista superior del *Datalogger* (200).

Figura 5. Presenta las características detalladas de la vista lateral derecha del *Datalogger* (200).

Figura 6. Presenta las características detalladas de la vista trasera del *Datalogger* (200).

Figura 7. Presenta la vista isométrica del *Datalogger* (200).

- 20 **Figura 8.** Soportes (203) para fijar el Datum One (100).

Figura 9. Diagrama de conexión Datum One (100), Módem (300).

Figura 10. Conexión en bornera.

Figura 11. Bornera de la caja de empalmes.

Figura 12. Alimentación del equipo.

- 25 **Figura 13.** Botones indicadores.

Figura 14. Tapa trasera Vista isométrica (701).

Figura 15. Tapa trasera vista frontal (701)

Figura 16. Imágenes del armado de las piezas de la base (202).

Figura 17. Tapa trasera en acero inoxidable (701).

- 30 **Figura 18.** Tapa trasera en PVC - Polímero termoplástico (701)

Figura 19. Cuerpo con bordes roscados (702).

Figura 20. Cuerpo con bordes lisos (702)

Figura 21. Tapa protectora en Polímero termoplástico (704)

Figura 22. Vista lateral prototipo de soportes de sondas Modelo 1 (750).

- 35 **Figura 23.** Vista interna prototipo de soportes de sondas Modelo 1.

Figura 24. Vista lateral prototipo de soportes de sondas Modelo 2 (760).

Figura 25. Vista interna prototipo de soportes de sondas Modelo 2 (760).

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

La presente solicitud de patente está conformada por un sistema que está constituido por los siguientes subsistemas:

1. Un subsistema de captura de datos (600): sensores (610) y carcasa tipo sonda (620).
2. Un subsistema electrónico de adquisición de datos: tarjeta electrónica (130), carcasa equipo y caja contenedora (110).
3. Un subsistema de autonomía solar (900): panel solar (901), controlador de carga (902), batería (903), y caja de protección (904).
4. Un subsistema de transmisión de datos (400): conectividad a internet.
5. Una estructura de soporte del sistema.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El sistema autónomo para la captura, almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos en tiempo real de calidad y cantidad de agua, permite medir, adquirir, y enviar remota y automáticamente los datos de sensores (610) de variables de nivel y velocidad del agua, y de parámetros fisicoquímicos como el pH, temperatura, conductividad, turbidez y oxígeno disuelto.

La parte electrónica del equipo se encuentra protegida por una carcasa, la cual ha sido diseñada de tal manera que se puedan conectar diferentes tipos de sensores (610) por puertos RS232, RS485, Pulsos, 4-20 mA, 0-2.5 V, etc.; así como operar el equipo por los botones correspondientes y comunicarse con otros dispositivos de hardware por las conexiones disponibles. La carcasa al ser la parte externa y protectora del equipo de captura, procesamiento y transmisión de variables es pues la forma que será asociada al producto como tal, y la que los usuarios finales operarán al manejar el equipo.

1. SUBSISTEMA DE CAPTURA DE DATOS (600)

Está constituido por los sensores de calidad de agua (oxígeno, pH, temperatura, conductividad, turbidez), velocidad del agua y nivel del agua, y por una carcasa tipo sonda (620) que sirve como soporte de protección de los sensores de calidad de agua.

1.1. Los sensores (610)

- **Sensores de Calidad de Agua:** Estos sensores funcionan de manera independiente por protocolo Modbus y permiten medir pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Turbidez y temperatura. Al ser individuales permiten un fácil diagnóstico de fallas y remplazo en caso de ser necesario. Requieren estar siempre sumergidos para su correcto funcionamiento y ciclo de vida.

Estos sensores de calidad del agua trabajan bajo varios principios de medición dependientes del parámetro que cuantifican. Dos de ellas utilizan un principio óptico, y las restantes utilizan un principio electroquímico. Todas ellas utilizan el mismo protocolo de comunicación Modbus sobre la capa física RS485, por lo que permiten conectarse en topología de bus. La alimentación es de 12 voltios, suministrada por el registrador de datos o *datalogger* (200).

- **Sensores de Cantidad de Agua:** Estos sensores permiten medir Velocidad y Nivel del agua de manera independiente. No tienen contacto con el líquido y su correcta adquisición de datos ofrecen un insumo de gran valor para el cálculo de caudal.

El sensor de nivel trabaja bajo el principio de radar ultrasónico, midiendo la distancia desde la superficie del sensor hasta la superficie del líquido a medir. La comunicación es analógica, haciendo uso del protocolo 4-20 mA.

El sensor de velocidad trabaja haciendo uso del principio de radar electromagnético, obteniendo la velocidad de un objeto que puede ser una superficie líquida, a través de la medición del efecto Doppler. La comunicación es Modbus sobre la capa física RS485, lo que permite su conexión en topología de bus junto con las sondas multiparamétricas de calidad.

1.2. Carcasa tipo sonda para soporte y protección de sensores de calidad de agua (620)

Se presenta el diseño de una carcasa tipo sonda (620) para el soporte de protección para 4 sensores de calidad de aguas (610) que deben estar sumergidos en el agua para realizar las respectivas mediciones, por lo tanto, estas estructuras tienen como función proteger y sostener dichas sondas.

La carcasa de soporte y protección de los sensores consta de 4 partes: Tapa trasera (621), Cuerpo (622), Base de sensores (623) y Tapa protectora (624).

□ Tapa trasera (621)

La tapa trasera (621) es diseñada en metal acero inoxidable (Figura 17) y en PVC - Polímero termoplástico (Figura 18). En el Figura 14 y 15 se presenta las dimensiones de la tapa trasera en la vista isométrica y vista frontal.

□ Cuerpo (622)

5 Es un cuerpo que para el diseño del cuerpo (622) se emplea Polímero termoplástico, se construyeron dos modelos uno con los bordes roscados (Figura 19) y otro con los bordes lisos (Figura 20) con sistema de tornillos para asegurar las tapas (Figura 18). Ambos diseños cuentan con varios orificios de diferentes diámetros unos para los sensores y otros para el desagüe ya que el sistema no es hermético.

10 □ **Base de sensores (623)**

Para asegurar los sensores que no se desplacen, se diseñaron dos piezas en caucho con orificios para las sondas de diámetros menores a los de los sensores de tal manera que al introducir los sensores en estas bases queden presionados y no puedan moverse.

15 Para este diseño se tomaron las medidas de los diámetros y el largo de los sensores, el diámetro para saber de qué medida serán los orificios que se encargarán de presionar a las sondas y el largo para saber de qué grosor puede ser cada base.

□ **Tapa protectora (624)**

Para el diseño de la tapa protectora de las puntas de los sensores se fabricó en 20 Polímero termoplástico. (Figura 21).

2. SUBSISTEMA ELECTRÓNICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS (100)

El subsistema electrónico de adquisición de datos (100) es un dispositivo electrónico para la captura, almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos generados en redes de

25 monitoreo de calidad y cantidad del agua, y es un componente de hardware alimentado con un sistema de energía que suministre 12 V (Figura 1).

Este dispositivo tiene la capacidad de conectarse con sensores de calidad y cantidad de agua (600), tiene una protección electrónica contra cortocircuitos, la capacidad de almacenar datos en una base de datos local independiente si son enviados o no a un servidor, y la capacidad de enviar alertas cuando se sobrepasan los umbrales configurados para cada variable (Figura 2).

30 El Datum One es un registrador de datos o *data logger* (100) que consta de una caja contenedora (110), una carcasa acrílica (120), y la tarjeta electrónica Datum One (130) que recibe, procesa y almacena información de sensores (610) de calidad ambiental in situ para
35 aguas.

2.1. Caja contenedora (110)

La caja contenedora (110) de material polimérico cuenta con protección IP 68. Su función es proteger los objetos de su interior del agua, polvo, cambios de temperatura, presión y golpes. Además, posee una válvula de presión que deja escapar el aire extra en el interior 40 y estabiliza la caja durante los cambios de temperatura y altitud.

5 2.2. Carcasa del equipo Datum One (120)

La carcasa acrílica (120) busca proteger la parte electrónica del Datum One (100) y brindar soporte mecánico para los botones e indicadores que componen la interfaz física del equipo. Esta consta de una Tapa (121), Base (122) y soportes (123) para fijar el Datum One (100).

10 □ **Tapa (121) y base (122):** La tapa (121) corresponde a cuatro (4) piezas de acrílico cortadas en láser, que forman el *datalogger Datum One* (100) con unas dimensiones de 114 mm largo x 117 mm ancho x 70 mm alto. Se presentan en las figuras 3 a 7.

□ **Soportes (123) para fijar el Datum One (100):** El soporte (123) esté compuesto por dos piezas cortadas a laser y pegadas con cloruro de metileno. En la Figura 8 se 15 presenta las dimensiones de los soportes para fijar el Datum One (100).

2.3. Botones e indicadores del equipo

El Datum One (100) posee dos botones y tres indicadores LED presentes en el datalogger

20 (100), que tienen como función mostrar errores (a), apagar la línea de 12 voltios y mostrar su estado (b), y apagar el equipo e indicar si está encendido (c) (Figura 13).

- El indicador (a.) (210) se enciende de color rojo si el equipo detecta algún error.
- El indicador (b.) (220) se enciende de color azul indicando que la línea de 12 voltios se encuentra activa, y si es presionado apaga o enciende la línea de 12 voltios.

25 □ El indicador (c.) (230) se enciende de color blanco indicando que el equipo se encuentra energizado, y si es presionado apaga o enciende el equipo.

3. SUBSISTEMA DE AUTONOMÍA SOLAR (900)

30 El sistema de autonomía eléctrica por medio de energía solar (900) consta de cuatro partes que son: panel solar (901), controlador de carga (902), batería (903), y caja de protección (904).

□ El panel solar (901) suministra la energía necesaria para cargar la batería (903), la cual se obtiene de los rayos solares.

- 35 □ El controlador de carga (902) regula el flujo de corriente que fluye desde el panel solar (901) hacia la batería (903), para evitar que ésta última se sobrecargue y falle.
- La batería (903) cumple su función de almacenar la energía requerida en los periodos de oscuridad.
 - La caja de protección (904) es donde se encuentra instalado el controlador de carga (902) y la batería (903) para protegerlos de la humedad y el sol.

4. SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS (400)

El sistema de transmisión se basa en la tecnología de comunicación celular 3G 45 (específicamente UMTS/HSPA+), por medio del uso de un módem celular. Este módem trabaja con una antena omnidireccional y una *SimCard* suministrada por un operador celular. La conexión entre el *datalogger* (200) y el módem celular es por medio del protocolo Ethernet, por lo que requiere un *patchcord* RJ45 para su conexión física. El módem celular requiere una fuente de alimentación de 12 voltios para su funcionamiento, la cual es suministrada por el *datalogger* (200) como se observa en la Figura 9.

4.1. Módem celular

El módem celular es un equipo comercial fabricado por terceros. Este equipo permite la conexión a internet por medio de una interfaz de datos celular 3G (HSPA+/UMTS), haciendo uso de una *SimCard* provista por un operador de comunicaciones, y una antena omnidireccional.

5. CONEXIONES CON EL EQUIPO DATUM ONE (100)

En las siguientes líneas se presenta las conexiones del equipo registrador de datos (Datum One) con las borneras, conexión con la caja de empalmes y con el sistema de energía solar.

- **Conexión de la bornera:** La Figura 10 muestra el esquema de las conexiones que se realiza entre la bornera del equipo registrador de datos (100) y los cables provenientes de los sensores, a través de la caja de empalmes. Los colores de las flechas que conectan a la bornera representan los colores de los cables. (Figura 10).
- **Conexión caja de empalmes:** La caja de empalmes (Figura 11) está compuesta por 6 prensaestopas que permiten fijar los cables de los sensores, y una bornera en la cual se conectan los sensores que utilizan protocolo de comunicación RS485 (Sondas multiparamétricas y Sensor de velocidad). La Figura 11 muestra la bornera de la caja de empalmes con distintos colores, los cuales representan los colores de los cables provenientes de los sensores.
- **Conexión entre el registrador de datos (100) y sistema de energía solar (500):** La conexión entre el equipo registrador de datos (100) y el sistema de alimentación con energía solar (500) (Figura 13) consta de tres partes, siendo el controlador de carga (902) el elemento común del sistema de autonomía eléctrica. La primera parte es la conexión entre el Panel Solar (901) y el controlador de carga (902), la segunda

parte es la conexión entre la batería (903) y el controlador de carga (902), y la tercera y última parte es la conexión entre el registrador de datos (100) y el controlador de carga (902).