



IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE SENSORES APLICADO AL PROTOTIPO DE PTAP AUNAR.

Karina Alejandra Ordoñez Quijano

Corporación Universitaria Autónoma De Nariño, San Juan de Pasto-Colombia

Felaleja121@gmail.com

Resumen- Este proyecto toma técnicas como la industria 4.0, la cual combina tecnologías avanzadas de producción y operación, van de la mano con dispositivos IOT que permiten la interactividad de los procesos de forma más cómoda y sencilla, por lo tanto, esta investigación tiene como objeto implementar una red de sensores a un prototipo de PTAP AUNAR, con la intención de mejorar su funcionalidad para brindar un fácil acceso del manejo, por medio de una plataforma web. El prototipo de PTAP cuenta con cuatro plantas de purificación de agua, las cuales no están integradas para un funcionamiento automático, de modo que mediante módulos inalámbricos se propone unir el proceso con una estructura de comunicación, la cual transfiere información del proceso en tiempo real, desde las plantas hacia una estación central la cual envía esa información a una página web, permitiendo supervisar y controlar por completo el proceso.

Abstract- This project takes techniques such as Industry 4.0, which combines advanced production and operation technologies, go hand in hand with IOT devices that allow the interactivity of processes in a more comfortable and simple way, therefore, this research aims to implement a sensor network to a prototype of PTAP AUNAR, with the intention of improving its functionality to provide easy management access, through a web platform. The PTAP prototype has four water purification plants, which are not integrated for automatic operation, so that by means of wireless modules it is proposed to unite the process with a communication structure, which transfers process information in real time, from the plants to a central station which sends this information to a web page, allowing the process to be completely supervised and controlled.

I. INTRODUCCIÓN

A través de la historia, el ser humano se ha caracterizado por buscar nuevas tecnologías que satisfagan sus necesidades sin perjudicar el medio que lo rodea, mejorando así su entorno social y ambiental, teniendo en cuenta, que el recurso vital más importante es el agua, existen diferentes tratamientos de potabilización, de tal forma que ayuda a reducir o eliminar la contaminación que se encuentra en el agua natural, residual o de abastecimiento; actualmente hay diferentes prototipos de plantas de tratamiento de agua potable, las cuales realizan un conjunto de operaciones de fases que trabajan de forma unitaria, de tipo físico y químico, lo que permite determinar la calidad del agua, con el fin de que el agua sea pura y apta para el consumo humano.

Este proyecto, nace con el propósito de vincular el área de automatización, digitalización y tecnologías emergentes inalámbricas (maestro – esclavo), mediante una red de sensores – actuadores, a un prototipo de PTAP perteneciente al taller de Ingeniería Mecánica de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, el cual consta de 4 módulos (floculación, aireación, filtrado y cloración).

Dicho lo anterior, este proyecto aplica un sistema de monitoreo y control a un prototipo de PTAP, integrando herramientas de hardware y software, el cual permite una comunicación entre una plataforma web con dispositivos IoT, por tanto brinda aspectos esenciales y eficientes en la obtención, procesamiento y transporte de la información, permitiendo el acceso instantáneo y continuo del proceso desde cualquier lugar, viene de la mano con una serie de innovación, que permite vivir la convergencia logrando cambios positivos al facilitar prácticas de laboratorio a estudiantes, docentes y administrativos con el fin de fortalecer el conocimiento, nivel de investigación y las interdisciplinarias con tecnologías de cuarta generación.

II. METODOLOGÍA

A nivel institucional “La línea de investigación del programa de ingeniería mecánica de la Corporación universitaria Autónoma de Nariño, se denomina: DISEÑO DE MÁQUINAS O EQUIPOS INDUSTRIALES. Esta línea se enmarca dentro de cualquiera de las líneas de investigación institucionales: Línea social, línea empresarial o línea tecnológica; “Uno de los principales objetivos del ingeniero mecánico, es el diseño y construcción de maquinaria, herramientas o equipos que permitan la solución de un problema industrial; mejorando su eficiencia, a un bajo costo, con un óptimo aprovechamiento de la energía y con el menor impacto ambiental.”

El tipo de investigación que se va a llevar a cabo en el desarrollo del proyecto es de tipo experimental y descriptiva, puesto que se investiga las características de la PTAP como también de los elementos que la conforman, de igual manera los diferentes sistemas de control y monitoreo que se puede implementar para su respectiva automatización, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante la Carrera de ingeniería mecánica; y descriptivos al definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio.

Encaminados en la eficiencia de los procesos, este proyecto hace de un proceso fácil y flexible en la instalación de sus componentes de comunicación, he integrado en los elementos que ya hacían parte de ella, como también en la programación de la misma, dado que la metodología a desarrollar en el proyecto es una topología tipo estrella donde los módulos se conectaran directamente a un punto central y



todas las comunicaciones se hacen a través de ese punto central, no es necesario que los dispositivos estén conectados unos a otros y no se da tráfico de la información, el nodo o punto central toma nombre de *switch* o *hub* el cual activa la comunicación del sistema.

III. OBJETIVOS

Implementar un sistema de monitoreo y control por medio de red de sensores, que permita la comunicación entre plantas de un prototipo de PTAP.

Objetivos Específicos

- Integrar de forma automática las plantas del prototipo PTAP AUNAR.
- Realizar y configurar una comunicación inalámbrica, mediante la implementación de una red de sensores transceptores de bajo alcance.
- Monitorear y controlar las plantas de la PTAP.
- Realizar un manual de operación y guía de trabajo del sistema de monitoreo y control.

IV. DESCRIPCIÓN PLANTAS DE LA PTAP

AIREACIÓN

La aireación en la purificación y tratamiento del agua es un proceso en donde se pone en contacto íntimo con el aire, proceso conocido como oxidación, el oxígeno atmosférico que se lleva al agua a través de la aireación reacciona con los componentes disueltos de hierro y manganeso convirtiéndolos en hidratos óxidos férricos y mangánicos insolubles. En las bandejas de aireación se encuentra carbón coque que actúa en forma de filtro, los óxidos se adhieren a la superficie del carbón coque formando una película biológica la cual se encarga de la remoción de los mismos y a su vez elimina los malos olores.

DESCRIPCIÓN DE PROCESO: El funcionamiento de la etapa de aireación empieza con el almacenamiento del agua, donde el agua entra en contacto con el oxígeno, seguido pasa por 3 bandejas impares cada una perforada en su base lo que genera un efecto lluvia, dichas bandejas por dentro llevan carbón coque, el cual se encarga de realizar eliminación de malos olores y de algunos microorganismos perjudiciales para la salud, por último en un recipiente base se almacena el agua ya aireada; en la ilustración se muestra detallado el diseño del proceso del módulo. (chavez, 2018)

FLOCULACIÓN

Es un proceso químico el cual consiste en la agitación de la masa coagulada, que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados, con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesario para sedimentar con facilidad, la floculación es necesaria para reunir los flóculos en forma de red formando puentes

de una superficie a otra. En este módulo se genera parámetros específicos como:

- Dosificación óptima de PAC
- Gradientes óptimos de velocidad
- Tiempos óptimos de retención
- Cambios de flujo

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: la dosificación se hace por medio de una bomba peristáltica que se controla por un tablero de control, la cual pasa a la cámara de mezcla lenta donde se controla el gradiente de velocidad por medio de un motor paso a paso, donde se genera agitación y se desestabilizan los coloides para que se aglutinen, logrando el proceso de floculación.

Se determina el tiempo de retención en esta etapa para poder generar la sedimentación, la cual se hará por medio de barrido, donde los flocs mas grandes caen por medio de la gravedad absorbiendo los flocs mas pequeños, de igual manera se debe determinar el tiempo de retención según la calidad del agua y de los flocs que se generen, el sedimentador tiene una válvula de purga para drenar los lodos que se generan durante el proceso. La tubería que la contiene es un tubo PVC de ½ pulgada y el tiempo se controla por electro válvulas, el motor se acciona por medio de un sensor de nivel que lo activa cuando el tanque tiene el agua suficiente. (Potosi Yinson, 2018)

FILTRADO

Para el consumo de agua del agua es esencial realizar un proceso de filtración convencional ya que estas contienen distintos elementos en suspensión que tiene que ser eliminados por ser contaminantes y perjudiciales para la salud; este proceso puede realizarse con arena de forma rápida o lenta, filtros de tierra diatomáceas, filtración directa o filtración empacada, filtros de membrana y filtros de cartucho. La filtración mecánica después del proceso floculación y coagulación se encarga de remover directamente los flóculos de esta forma se convierte en una combinación físico químico en la cual la remoción de las partículas es realizada por los granos de piedra de rio, arena, piedra de cuarzo y carbón activado.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: En el módulo de filtrado del prototipo de PTAP AUNAR, utiliza como base el diseño de filtros por arena de filtrado rápido, una capa de carbón activo para la eliminación de residuos sólidos presentes en el agua lluvia, como también elimina los olores y agentes químicos que pueden encontrarse en el agua, y en conjunto con los elementos de control automático hacen del módulo de filtrado eficiente. El tipo de filtración es eficaz ya que este proceso se elimina hasta un gran porcentaje de sedimentos suspendidos en el agua que pueden convertirse en patógenos causantes de enfermedades. (DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA ETAPA DE FILTRADO PARA UN PROTOTIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE – PTAP, 2018)

CLORACIÓN

Proceso de desinfección de aguas mediante cloro o compuestos clorados, es posible usar gas cloro, pero normalmente se usa hipoclorito de sodio por su mayor facilidad de almacenamiento y dosificación.

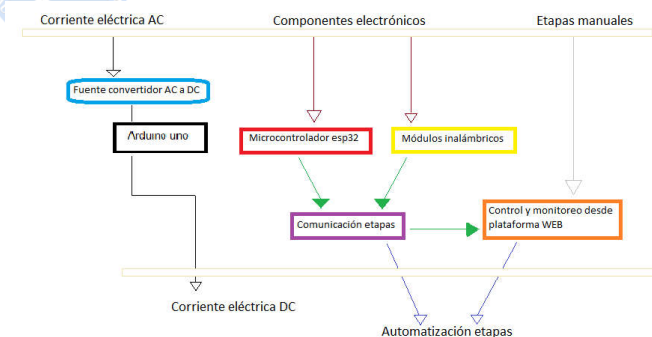
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: El módulo de cloración cuenta con dos tanques cuadrados donde se realiza el proceso de cloración y otro en el cual se ve el resultado final del anterior proceso, posee sensores de nivel los cuales envían la señal para la activación de una etapa a otra, en la ilustración se observa la ubicación de los sensores; en el proceso de desinfección se utiliza cloro, el aditivo del químico se ejecuta mediante dosificación de una bomba peristáltica permite partir el químico al tanque de cloración. Una vez se realice el llenado en el tanque de cloración la bomba peristáltica adiciona el desinfectante y la mezcla empieza a trabajar teniendo en cuenta los límites de llenado del tanque donde la electro válvula da respuesta para que el fluido pase al siguiente taque donde se mide el pH y turbidez. (AVILA ESTIVENSON, 2018)

V. ANÁLISIS FUNCIONAL

Al realizar un análisis de cada una de las plantas y de acuerdo con los objetivos planeados que se desean desarrollar, se elabora un diagrama de análisis funcional de caja negra y caja transparente, con el fin de aclarar el funcionamiento, se crea una estrategia de lógica operativa y de mando, controlando la comunicación entre etapas y observando el estado de las mismas para un proceso más eficiente, en la siguiente imagen se observa la caja negra con entradas y salida de la implementación de sensores a PTAP:



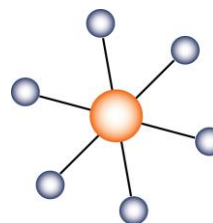
En la entrada del sistema, se encuentra etapas manuales, no cuentan con una configuración del orden que deben manejar, la cual, por medio de elementos electrónicos, se logra tener una estructura en secuencia de la lógica programable del proceso de comunicación, visualizando su estado y manejar por medio de una plataforma web, la cual cuenta con funciones de start, stop y pause, con el fin de que la salida sea la automatización de las etapas.



VI. RED DE COMUNICACIÓN

Topología de red se llama a las diferentes estructuras de intercomunicación en que se pueden organizar las redes de transmisión de datos entre dispositivos, cada tipología de red lleva asociada una topología física y una topología lógica, la primera es la que define la estructura física en que va conectado el cableado de interconexión entre los elementos de la red, la conexión lógica es el modo en la cual gestiona la transmisión de los datos tales como velocidad, transmisión, tiempo de llegada etc., en el control de la red y como esta se puede expandir y actualizar.

TOPOLOGÍA ESTRELLA de comunicación se conecta directamente a una estación central o también llamado nodo maestro, los dispositivos no se conectan directamente entre sí, los nodos esclavos, esta topología es flexible y permite realizar de manera fácil modificaciones y ampliaciones, el control y supervisión es sencillo, para no permitir el tráfico de la información.



COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE LA PTAP

La comunicación de las plantas, se hace efectiva en la programación, en la cual módulos inalámbricos son los encargados de enviar datos de tipo entero y decimal, creando variable de tipo boolean (falso, verdadero), donde envía los datos de cada planta, con unos parámetros que los módulos inalámbricos, permite emitir y recibir la frecuencia, el módulo de frecuencia realiza una comunicación entre la estación central y los nodos esclavos, determinando cual es el nodo de las cuatro plantas que está enviando información, por medio de canales



de dirección que se designan, los módulos realizan una escucha del ruido que estos propagan para así poder enviar o recibir la información que arrojan.

VII. CONTROL Y MONITOREO DESDE LA WEB

El control y monitoreo de la PTAP se realiza a través de un servidor web, es un programa, el cual utiliza HTTP un protocolo cliente-servidor una pieza de software de Comunicación intermedia entre el servidor en el que están alojados los datos solicitados, permitiendo conexiones bidireccionales o unidireccionales. para comunicación entre la plataforma web con el dispositivo IoT se ha elegido el servidor Firebase de Google el cual cuenta con una versión gratuita, con características necesarias para que cumplen con los parámetros del proyecto.

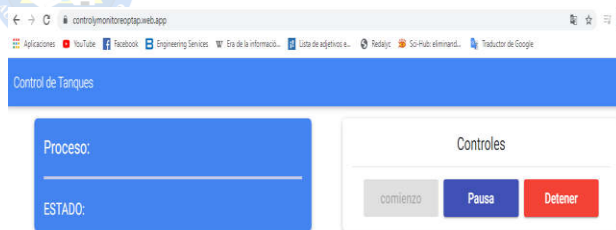
Realtime database Para subir los datos en la base de datos, se organiza la información en un objeto JSON, que son objetos formados con Key: value (nombre: valor).

A continuación, se muestra un ejemplo del objeto JSON alojado en la base de datos.



Hosting Para monitorear el estado de las medidas se ha optado por realizar una página web con el framework de angularJS, y como servidor se utiliza el servidor de hosting de firebase, que además otorga de forma gratuita un dominio del proyecto y una clave SSL.

La siguiente imagen muestra el control y monitoreo del proceso de cada módulo también llamado planta, la estructura de la página proporciona tener un monitoreo de todo el proceso con la función de inicio, pausa y finalizar.



FUNCIONES DEL CONTROL Y MONITOREO DESDE LA WEB

La estación central es la encargada de la comunicación de toda la planta, recibe las ordenes desde la plataforma web tales como los mandos de manejo, de igual manera envía la información de las variables que se miden (nivel, pH y turbidez), permitiendo una secuencia ordenada del proceso.

FUNCIÓN START

El ciclo da a conocer el proceso de control y monitoreo median el funcionamiento de la PTAP, la inicialización del proceso, se toma la lógica que se tiene en el código central (nodo maestro), la lógica infinita pone en marcha cada planta, con sus respectivos sensores y actuadores, la programación de todas las plantas es la misma lo único que varía es la dirección de los módulos inalámbricos NRF24L0.

FUNCIÓN PAUSE

Pausar posee la lógica de la estructura de recibir los datos de las variables que se declaran, la orden de pausar la recibe la estación central, ya que es la encargada de la comunicación de las plantas, por lo tanto al recibir la orden de pausa, detecta cual es la planta que está funcionando, para así darle una interrupción a la acción que está ejecutando y después proseguir donde se quedó, esperando la confirmación del servidor para continuar con el proceso o parar por completo.

FUNCIÓN STOP

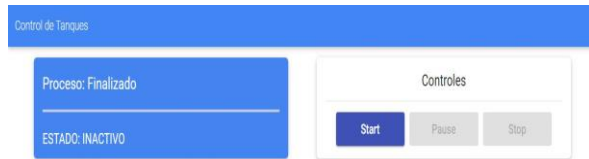
Esta función logra detener el proceso completo sin que se vuelva a continuar donde se quedó, esta función es ideal aplicarla al momento de encontrar alguna falla en el proceso, como, por ejemplo, que algún tanque tenga alguna ruptura y estas puedan hacer daño a las conexiones del sistema, o como también, el hecho de que algún componente, como bombas dejen de funcionar, lo cual no permitiría el paso del agua a otros tanques.

VIII. RESULTADOS

Al validar la operación del sistema, se elaboraron diversas pruebas con el fin de verificar su correcto funcionamiento, esto se hace posible por medio de la plataforma web, donde las personas pueden acceder desde cualquier dispositivo que cuente con internet, la dirección de la página es <https://controlymonitoreoptap.web.app/>, la cual permite tener un acceso más didáctico y un control más cómodo y sencillo.



En la siguiente imagen se puede comprobar el control y monitoreo desde la página, donde tiene disponible las opciones de start (iniciar), pause (pausar) y stop (detener) el proceso, de igual manera se puede visualizar el estado actual de funcionamiento como activo-inactivo y el proceso en el cual se encuentra.



En primera instancia se da la función inicio desde a la página para poner en marcha todos los sensores y actuadores, se puede visualizar el nivel del agua de cada tanque durante el primer proceso de aireación.



Al finalizar la planta aireación, automáticamente inicia el proceso de la planta floculación, por la activación de las bombas de cada planta, en este caso la bomba de la planta anterior, de igual manera es posible ver el nivel de llenado del tanque.



La planta filtrada, da inicio al terminar la planta floculación, esta impulsa el agua por medio de una bomba sumergible, la página web, muestra el nivel del tanque después de haber pasado por las 3 etapas de filtro que tiene la planta.



Para finalizar el proceso de la PTAP ya pasa por la planta cloración, donde se mide la calidad del agua a través del del pH y la turbidez, datos esenciales con los cuales es posible saber que tan pura es el agua y si es apta para su consumo.



IX. CONCLUSIONES

En el desarrollo de la propuesta se analiza el estado del prototipo, logrando detectar que la información plasmada en las tesis de la PTAP no cuenta con información clara y necesaria para el desarrollo de la misma, por ello para el progreso de este proyecto se integra automáticamente las plantas de la PTAP al trabajar con una nueva programación.

La estructura de la comunicación inalámbrica logra transferir la información de las plantas a la estación central, lo que permite brindar un orden del informe de las plantas en tiempo real.

Los sensores de ultrasonido permiten medir la distancia de algún fluido al este establecerse, lo que facilita el accionamiento de las bombas para vaciar el tanque y llenar otro.

La activación del proceso, se ejecuta desde cualquier dispositivo que tenga acceso a internet, se realiza un manejo del proceso de forma que ofrece facilidad y seguridad a la persona que desee manipularlo.

El control y monitoreo de la planta se hace efectivo desde la plataforma web, se observa que con una buena señal de wifi permite una comunicación más eficiente, teniendo como resultado un proceso competente que se muestra en tiempo real.



REFERENCIAS

AVILA ESTIVENSON, S. A. (2018). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ETAPA DE CLORACIÓN PARA UN PROTOTIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE – PTAP, EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12276/511>

chavez, j. c. (2018). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ETAPA DE AIREACIÓN PARA UN PROTOTIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE – PTAP EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12276/501>

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA ETAPA DE FILTRADO PARA UN PROTOTIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE – PTAP, E. E. (2018). *Esteban Realpe y Alvaro Medina* .

Firestore. (s.f.). Obtenido de <https://controlymonitoreoptap.web.app/>

Potosi Yinson, P. C. (2018). *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA ETAPA DE FLOCULACION PARA UN PROTOTIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PTAP EN LA CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12276/509>

PROHIBIDA SU COPIA