

Diseño e implementación de un sistema automatizado de oxigenación del agua para el criadero acuícola valle del mar ubicado en santa marta.



PEDRO DANIEL CONTRERAS ARISTIZABAL

MICHAEL ANDRES PEREZ BADO



UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SANTA MARTA

2019

Diseño e implementación de un sistema automatizado de oxigenación del agua para el criadero acuícola valle del mar ubicado en santa marta.



PEDRO DANIEL CONTRERAS ARISTIZABAL

MICHAEL ANDRES PEREZ BADO

Trabajo presentado como modalidad de grado optar el título de ingeniero electrónico

ARTHUR BURGOS

Asesor

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SANTA MARTA

2019

Nota de aceptación.

Asesor

Evaluador

Evaluador

Santa marta, 11 de diciembre de 2019

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

RESUMEN	6
ABSTRACT	8
0. INTRODUCCIÓN.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	15
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 GENERAL	17
3.2 ESPECÍFICOS	17
4 METODOLOGIA.....	18
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	18
4.3 TECNICA PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION.....	18
5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACION REALIZADA	19
5.1 COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y ELÉCTRICOS.....	23
5.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA	24
5.3 RECURSOS FINANCIEROS	26
6. ANÁLISIS Y RESULTADOS	27
7. CONCLUSIONES	28
8. RECOMENDACIONES.....	29
9. BIBLIOGRAFÍA.....	30
10. ANEXOS	36

TABLA DE GRAFICAS

Grafica 1. Alevinos de Tilapia Roja.	19
Grafica 2. Tilapias Rojas Jóvenes.	19
Grafica 3. Tilapia Roja Adulta lista para comercializar.	20
Grafica 4. Optoacopladores del sistema PC817.....	22
Grafica 5. Estructura del sistema.	25
Grafica 6. Prototipo en Funcionamiento.	26
Grafica 7. Criadero Villa del Mar.	26

RESUMEN

Este proyecto se denomina “Diseño e implementación de un sistema automatizado de oxigenación del agua del criadero acuícola Valle del Mar ubicado en Santa Marta”; el cual fue implementado con el propósito de contribuir con la solución del problema planteado, permitiendo atender la demanda existente, y dando una mejor calidad de vida a los peces, gracias al diseño que contempla este estudio; aspecto que conllevará, hacia una mayor eficacia y eficiencia del sistema.

El criadero cuenta con 3 piscinas de 10 metros de diámetro, Cada piscina tiene un motor de 1.5Hp, denominados splash, que cumple la función oxigenar a los peces. También el criadero cuenta con un motor denominado blower que funciona como respaldo a los tres motores antes descritos. Sin embargo, para que se pueda aplicar efectivamente el respaldo al sistema actual, el accionar del mismo es Manual, lo que ha generado pérdidas en la producción de los peces porque el motor de respaldo lo hacen funcionar fuera de los tiempos establecidos para mantener el nivel mínimo de oxigenación de los peces.

Con la implementación del sistema automático el operario debe seleccionar las bombas a funcionar de acuerdo con la etapa de crecimiento de los peces y criaderos a utilizar. Cuando están funcionando los 3 motores (splash) y falla uno, se activa automáticamente el motor 4. También cuando el motor 4 está en funcionamiento él solo y se llega a apagar por alguna circunstancia, se prenden los splash automáticamente. Sin embargo, en el momento que ocurre cualquiera de las dos eventualidades, siempre mandará un mensaje de texto al celular o celulares, que se registraron en el diseño del código, para avisar cual fue el motor que se apagó; luego hace una llamada a cualquiera de esos números de celular hasta que el usuario conteste, avisando que hay una falla en el sistema para que vaya a revisar; paralelo a esto, el sistema se encuentra diseñado además, para detectar una baja o subida de tensión, cuando esto acontece, el prototipo se enciende todo automáticamente y manda un mensaje y llama hasta que encuentre respuesta del operario, para avisar lo sucedido. Esto último se tuvo en cuenta, debido a que, en el sector donde se encuentra situado el criadero, suele suceder constantemente,

caídas de tensión en la red eléctrica. En este caso, se utilizará una UPS para regular el voltaje en caso de que se vaya la energía y pueda ser reemplazado el sistema eléctrico.

En caso de otorgarle alimentación o cambio periódico de agua, el sistema puede ser pausado de forma manual con el botón rojo, donde apagará todas las bombas para los procesos mencionados al inicio de este párrafo. Si en caso de que el operario olvide habilitar el sistema, se restaurará a su estado antes de la pausa después de 30 min.

Palabras claves: oxígeno, automatización, circuito, piscicultura, sensores, optocopladores, contactores, arduino, comunicación, red.

ABSTRACT

This project is called "Design and implementation of an automated water oxygenation system of the Valle del Mar aquaculture farm located in Santa Marta"; which was implemented with the purpose of contributing to the solution of the problem posed, allowing to meet the existing demand, and giving a better quality of life to the fish, thanks to the design contemplated in this study; aspect that will lead to greater efficiency and effectiveness of the system. The hatchery has 3 swimming pools of 10 meters in diameter. Each pool has a 1.5Hp engine, called splash, which fulfills the function of oxygenate the fish. The farm also has a motor called blower that works as a backup to the three engines described above. However, so that the support to the current system can be applied effectively, its operation is Manual, which has generated losses in the production of the fish because the backup motor makes it work outside the established times to maintain the level minimum oxygenation of fish.

With the implementation of the automatic system, the operator must select the pumps to operate according to the stage of growth of the fish and hatcheries to be used. When the 3 motors are running (splash) and one fails, the motor 4 is automatically activated. Also when the motor 4 is in operation by itself and it is turned off for some reason, the splash lights are turned on automatically. However, when any of the two eventualities occurs, it will always send a text message to the cell phone or cell phones, which were registered in the code design, to warn which engine was turned off; Then it makes a call to any of those cell phone numbers until the user answers, warning that there is a fault in the system to be checked; Parallel to this, the system is also designed to detect a voltage drop or rise, when this happens, the prototype automatically turns on everything and sends a message and calls until it finds an operator response, to report what happened. The latter was taken into account, because, in the sector where the hatchery is located, tends to happen constantly, voltage drops in the electricity grid. In this case, a UPS will be used to regulate the voltage in case the power goes out and the electrical system can be replaced.

In case of providing periodic power or water change, the system can be paused manually with the red button, where it will turn off all pumps for the processes mentioned at the beginning of this paragraph. If in case the operator forgets to enable the system, it will be restored to its state before the break after 30 min.

Keywords: oxygen, automation, circuit, fish farming, sensors, optocouplers, contactors, arduino, communication, network.

0. INTRODUCCIÓN

La producción (o cultivo) de peces, en muchos países, ha tenido un aumento considerable, esto gracias a la inminente necesidad de minimizar las capturas en pesca; siendo así un plus en la economía y sostenibilidad. De manera más puntual, el pilar de la producción de la acuicultura está en el cultivo de peces marinos y camarones (FAO, El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018., 2018), tanto para grandes productores como para medianos y pequeños.

En Colombia, La acuicultura es una actividad importante que constituye la economía, además de ser uno de los sectores agropecuarios más importantes en la producción de alimentos nutritivos en la dieta humana.

Por tal razón, en muchos departamentos del País, se ha incursionado en la realización de proyectos piscícolas, obteniendo un crecimiento continuo de esta actividad. No obstante, últimamente se ha irrumpido en que estos proyectos tengan una producción limpia y con un desarrollo sostenible, lo que quiere decir que estos cultivos deben tener en sus procesos una optimización con tecnologías económicas y viables, con el propósito de garantizar una producción rentable con un impacto mínimo del Medio Ambiente. Esto se debe, que en muchos proyectos presentan como principal obstáculo, la carencia de conceptos y principios técnicos básicos. En otros casos, se presentan problemas con infraestructura e incluso con la red de suministro de energía eléctrica, que es el caso del presente proyecto.

Sin embargo, cabe resaltar que los procesos tales como: alimentación de los peces, la marcación, el comportamiento reproductivo y el cuidado parental, se realizan de forma manual.

En esta propuesta se muestra la necesidad inmediata existente en el criadero acuícola Valle del Mar en la ciudad de Santa Marta, partiendo de las metas (totales y parciales) que se quieren alcanzar. Asimismo, se da a conocer de manera puntual y exacta la problemática a la que se enfrenta, como la importancia y relevancia de su solución, como lo es el diseño e implementación de un sistema automatizado de oxigenación del agua del criadero, que consta de: un motor llamado splash por cada

piscina, el cual oxigena el agua (son tres piscinas) y un motor que se ubicó por fuera de las piscinas, que oxigena las tres piscinas al tiempo llamado Blower. Lo que quiere decir que si uno de los motores de las piscinas se quema por fallas con la energía eléctrica o cortocircuito automáticamente queda funcionando el blower y si por el contrario se daña este, cada motor de las piscinas queda funcionando automáticamente.

Lo anterior, teniendo como base una importante bibliografía, que sirve para comprender de manera más exacta técnicas para el cultivo de peces, las consideraciones a tener en cuenta, los conceptos y temáticas relacionadas, a entender el gran impacto que tiene esta actividad a nivel económico, social, en el ámbito ambiental, el aporte al desarrollo sostenible de la región, y de igual manera el fortalecimiento y mejora de la calidad de vida de las personas involucradas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La acuicultura, en Colombia, remonta sus inicios en el año de 1930 con cultivo de *Oncorhynchus mykiss*, cuyo nombre vulgar es trucha de arco iris, una especie propia de agua dulce, posteriormente, en 1970, se iniciaron los cultivos en aguas salobres. Gracias a que el territorio nacional presenta un clima tropical con muy poca variación en su temperatura, al privilegio de tener todos los pisos térmicos y una red fluvial que pasa por todo el país; la piscicultura, “como un renglón de la acuicultura relacionado con la cría y engorde de peces” (Archila, Ariza, & León, 2006), tuvo un desarrollo vertiginoso y se estima que en el año 2015, a nivel nacional, existían más de 350 productores entre grandes y medianos (con una producción de 24000 toneladas/año para su comercialización a nivel nacional), y aproximadamente unos 10200 productores pequeños (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

La ciudad de Santa Marta, capital del departamento del Magdalena, no es ajena a este acelerado desarrollo de la piscicultura intensiva, pues cuenta con varios centros de producción a pequeña escala. Es de interés para este proyecto el **criadero** ubicado en el barrio Los Lirios, carrera 12 # 149A-21, el cual cuenta con dos tanques de 10 m de diámetro y 1.4 m de profundidad, y cuatro tanques de 8 m de diámetro y 1.4 m de profundidad; para un total de seis tanques. En este, y en todos los criaderos, un factor primordial para lograr un buen desarrollo en los cultivos es la calidad del agua.

El agua debe cumplir con unos requerimientos químicos, físicos y biológicos que varían dependiendo de la especie a cultivar. Así, por ejemplo, los requerimientos de las propiedades físicas como la turbidez y la temperatura deben permanecer en un rango adecuado para determinada especie, y deben tener una variabilidad mínima, sin cambios abruptos.

En cuanto a las propiedades químicas que se deben controlar están: Fosfatos, el pH, el dióxido de carbono, el amonio, el oxígeno disuelto y los nitritos. Para el control del oxígeno disuelto hay que tener en cuenta que, en el día, los peces lo consumen cuando respiran, pero las plantas, mediante la fotosíntesis, lo producen, sin

embargo, en la noche, los peces lo siguen consumiendo y las plantas dejan de producirlo y se vuelven consumidoras, viéndose los niveles más bajo durante la madrugada; no obstante, existen otros factores que reducen el contenido de oxígeno en el agua, como por ejemplo una alta densidad de siembra, materia orgánica putrefacta o en estado de putrefacción, días nublados, sólidos en suspensión. Por lo tanto, Según la **Guía Práctica de Piscicultura en Colombia**, las acciones recomendadas para mantener los niveles de oxígeno en los rangos adecuados son: Mantener bajos los sólidos en suspensión (decantación, filtro), aumentar la tasa de recambio de agua, colocar aireación mecánica (caídas de agua, chorros, aireadores), controlar el suministro de alimento, manejar adecuadas densidades de siembra (Archila, Ariza, & León, 2006).

En el criadero en cuestión es de monocultivo (solo se cultiva tilapia roja, conocida con el nombre científico *Oreochromis spp*) y, para su control de oxígeno, cada tanque cuenta con un sistema de aireación mecánica llamado splash, el cual usa un motor eléctrico de 1.5 Hp. El sistema funciona sin novedades; una vez se inicia el cultivo con la siembra de los **alevinos**, su operatividad es de la siguiente manera: Se enciende de 6 P.M a 6 A.M y, durante el día, solo funciona dos horas dependiendo de las condiciones climáticas, este horario de operación es de un mes; pasado el mes, la bomba se enciende las 24 horas del día (debido a la alta densidad de siembra 100 peces/m³).

Dadas las pésimas condiciones del servicio de energía eléctrica que brinda el proveedor de la región y cualquier otro factor externo, hacen que la operatividad del sistema se vea interrumpida, cuando la interrupción es durante el día, es decir, en horario laboral, no hay problema alguno, pues el personal operativo realiza la conexión a la planta eléctrica de respaldo, pero en horas de la noche o los fines de semana, cualquier falla en el sistema eléctrico (sea cual sea la razón o el origen) detiene el funcionamiento del sistema mecánico de oxigenación y, por ende, esto afecta los niveles de oxígeno en el agua del tanque, generando altas tasa de mortalidad en el cultivo (van desde el 60% hasta el 80%, estos datos son basados en experiencias propias del criadero); es decir, en horarios no labores no hay

manera de saber si las bombas están o no en funcionamiento. Una solución a esta problemática, fue la contratación de personal para vigilar el funcionamiento del sistema en estos horarios extra laborales, con pasar del tiempo el déficit en las ganancias de la producción fue evidente, pues esta contratación no se encontraba presupuestada como una necesidad básica para el funcionamiento del criadero, generando así, una problemática de índole económica.

2. JUSTIFICACIÓN

La electrónica es la principal responsable de los avances en la automatización y monitoreo de procesos industriales, facilitando las labores realizadas por el hombre y optimizando la producción tanto en tiempo como en la calidad del producto, convirtiendo la automatización no en algo deseable, sino en algo imprescindible por toda empresa para competir en un mundo globalizado.

La producción de pescado y la acuicultura como tal, a nivel mundial, son y serán fuentes relevantes de nutrición, alimentación e ingresos económicos para miles de personas; un reporte de la FAO estableció que, en el 2014, la oferta mundial *per capita* de pescado tuvo un máximo valor histórico de 20 Kg, y también informa que, gracias a la acuicultura se produce la mitad del pescado que se consume a nivel mundial (FAO, 2018).

En noviembre de 2014, en la ciudad de Roma, se realizó la segunda Conferencia Internacional sobre Nutrición (CIN2); El 25 de septiembre de 2015 se aprobó, por Estados miembros de las Naciones Unidas, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible así como también los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que constan de un total de 17 objetivos y 169 metas con el propósito de orientar las acciones de gobiernos, organismos internacionales, la sociedad civil y otras instituciones en los siguientes 15 años (2016-2030). En los dos eventos mencionados anteriormente se tiene un común denominador: apoyo a la acuicultura. En el primero, se manifiesta la importancia del pescado y productos marinos usados para la alimentación como fuente de nutrición y salud, productos para alimentarse sanamente; en el segundo evento se considera que la pesca y la acuicultura son piezas claves para el desarrollo sostenible. Existen políticas de seguridad y penalización para la pesca ilegal y su comercialización (FAO, 2016).

Teniendo en cuenta todo el impacto positivo a nivel mundial que ha generado la acuicultura en relación a la economía y a la sostenibilidad, así como también el apoyo y soporte que ha tenido por parte de entes y organizaciones internacionales; con este proyecto se pretende generar un aporte regional en cuanto a la optimización del cultivo de tilapia roja, beneficiando a la comunidad de pequeños

productores de pescados, con sistema que les permita estar informados sobre el estado del sistema de aireación que usen en sus estanques (o cultivos en general), disminuyendo así eventos que provoquen altas tasas de mortalidad debido a fallas en la operatividad del sistema; también la comunidad operativa tendrá la posibilidad de brindar una mejor funcionalidad ya que tendrán la oportunidad de conocer, en tiempo real, si funcionan o no el (los) sistema (s) de oxigenación instalados en el criadero (en horas laborales y no laborales) y tomar las medidas necesarios para su puesta en marcha lo antes posible.

La comunidad estudiantil del programa de ingeniera electrónica, tendrá la oportunidad de tener un referente para futuros trabajos en esta área del conocimiento relacionada con el cultivo de peces, para realizar aportes, mejoras e incluso automatización de las técnicas usadas en piscicultura. Se presta, al mismo tiempo, para proyectos interdisciplinarios de investigación, facilitando la realización de labores repetitivas aparentemente sencillas pero que afectan drásticamente la producción (en caso de proyectos productivos) o la supervivencia de determinada especie de pescado que sea objeto de estudio.

Los autores de este proyecto afianzaran, mediante la práctica e implementación, los conocimientos técnicos adquiridos en el transcurso del pregrado, conocimientos relacionados con electrónica de potencia, automatización, telecomunicaciones, programación, etc.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Diseñar e Implementar un sistema automatizado de oxigenación de agua para el criadero acuícola Valle del Mar ubicado en la ciudad de Santa Marta.

3.2 ESPECÍFICOS

- Analizar e interpretar las condiciones ambientales del criadero Villa del Mar.
- Identificar las variables físico químicas a controlar para la regulación de los niveles del agua y el nivel de oxígeno que se requiere en el Criadero Acuícola Villa del Mar.
- Determinar el principio de operatividad del sistema de aireación mecánica instalado en cada uno de los tanques del criadero acuícola Valle Del Mar, teniendo como referentes la hoja de datos del fabricante.
- Seleccionar el tipo de sistema automatizado y de alarma a instalar, basándose en los más utilizados en empresas e industrias.
- Diseñar el sistema de automatizado a instalar, teniendo como tópicos relevantes el tipo de alerta a emitir, fuente de alimentación y componentes.
- Seleccionar los componentes y/o dispositivos del sistema automatizado de oxigenación de agua, con buena relación costo-robustez y permitidos por la norma.
- Implementar el sistema de alarma en cada uno de los tanques del Criadero Acuícola Valle Del Mar.

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación a desarrollar es de tipo cuantitativa, debido a que las variables que se pretenden controlar, apuntan a disminuir la tasa de mortalidad de peces en los estanques piscícolas.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación empleado es el analítico y experimental, debido a que estos permiten interactuar y dar solución a un problema de la realidad.

4.3 TECNICA PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION

La técnica principal de obtención de los datos para la presente investigación, es la Observación directa, técnica por medio de la cual se tomará la información relevante del proceso piscícola y sus diversas problemáticas, además de revisar bibliografías, artículos científicos, bases de datos, etc. Con el fin de complementar la información necesaria para el desarrollo de la presente investigación.

5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACION REALIZADA

Por medio de la investigación realizada a los estanques de criaderos de tilapia roja Valle del Mar, se pudo notar, que están contruidos para la crianza y comercialización de esta especie, considerando su desarrollo biológico a partir de, las siguientes etapas:

- **ALEVIN:** Se refiere a las crías recién nacida de peces, estos pueden llegar a medir entre 2 y 10 cms aproximadamente.



Grafica 1. Alevinos de Tilapia Roja.

Fuente. <https://sites.google.com/site/aguaverdeacuicultura2/tilapiaroja>

- **JÓVENES:** Son los peces que se encuentran en un rango entre 10 cms y 15 cms aproximadamente y pueden llegar a pesar entre 20 g. y 100 g.

En la siguiente ilustración se muestra la tilapia en proceso de crecimiento:



Grafica 2. Tilapias Rojas Jóvenes.

Fuente. <https://lahora.com.ec/noticia/1101386453/cultivo-de-la-tilapia-roja>

- **ADULTO PARA COMERCIALIZAR:** En esta parte del crecimiento, los peces después de haber pasado por la etapa del engordamiento miden aproximadamente entre 15cms y 22 cms, y se encuentran listos para su comercialización.

En la siguiente ilustración se muestra la tilapia lista para su comercialización:



Grafica 3. Tilapia Roja Adulta lista para comercializar.

Fuente. http://piscifactoriaquagen.blogspot.com/2009/01/blog-post_8277.html

En este proceso de crecimiento de los peces es donde se observa y se obtiene mayor información importante sobre las condiciones de vida de la especie y el nivel de oxígeno del agua del criadero. Por esta razón, el manejo apropiado de la calidad del agua de los criaderos es muy importante, ya que, si no se tiene en cuenta puede llegar a afectar de manera directa y rápida la salud de la especie, llevándolos incluso a la muerte.

Este manejo de la calidad del agua, se monitorea y se contempla a base de la rutina diaria, la cual se realiza por medio de la observación, permitiendo que los productores puedan notar cambios en el estanque a tiempo y así proceder de manera ágil las acciones correctivas. Mediante, el desarrollo del proyecto “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE OXIGENACIÓN DEL AGUA DEL CRIADERO ACUÍCOLA VALLE DEL MAR UBICADO EN SANTA MARTA**”, considerando así la optimización, implementación de la innovación tecnológica y la formación de recursos humanos altamente calificados para desarrollar el sistema.

A continuación, se detalla por fases la implementación del proyecto:

En la primera fase de este proyecto se hizo una observación y análisis de las condiciones ambientales del criadero Villa del Mar, haciendo un reconocimiento de las variables físico-químicas del agua, para poder diseñar un sistema que permita controlar el nivel de oxígeno en el vivero de peces, para una vida sana de los peces del Criadero Acuícola Villa del Mar. Al mismo tiempo, se investigó sobre el funcionamiento de las bobinas de los contactores, de los sensores a utilizar y todos los materiales para tener claro el método más eficaz y eficiente de automatizar el sistema.

Los parámetros fundamentales que se tienen en cuenta en la crianza de tilapia roja tenemos:

Parámetro	Rango optimo
Oxígeno disuelto	> 4.0mg/L
PH (potencial de hidrogeno)	6.0mg/l - 9.0mg/l
temperatura	27°C- 30°C
nitritos	< 0,25 ppm(partes por millón)

En la segunda fase del proyecto, se investigó el funcionamiento electrónico del estado actual de las bobinas de los contactores, con el propósito de saber si la bomba está funcionando. Para este proceso se usó sensores (optoacopladores PC817), los cuales fueron utilizados en la construcción de un diseño de circuito para reducir el voltaje, por medio del método de divisores de tensión, que cual permite un contacto de luz con optoacopladores para el envío del dato hacia el microcontrolador.

A continuación, en la siguiente ilustración No. 4 se muestra la utilización de los optoacopladores.



Grafica 4. Optoacopladores del sistema PC817

Fuente. Elaboración Propia.

En la tercera fase, se utilizó un módulo de relevadores con optoacopladores para que funcione como actuadores del sistema, donde se encargaran de activar las bombas accionando los interruptores que activan los contactores.

En la cuarta fase, se estudió la complejidad del prototipo a diseñar, en vista que se debía implementar un sistema con todas las condiciones posibles que podrían llegar a presentarse, tanto en la comunicación a la red telefónica, como el monitoreo a las bobinas con los sensores fabricados y la activación de las bombas. Por lo tanto, se escogió el microcontrolador Atmega 328, el cual está integrado en la tarjeta de desarrollo llamada Arduino Nano, para realizar todas estas tareas sin mayor dificultad. Esto se realizó mediante un Software libre, llamado Programación en C, teniendo en cuenta las necesidades y los requerimientos del criadero Villa del Mar.

En la quinta fase de este proyecto, se implementó un medio de comunicación entre el sistema y el operario, utilizando mensaje de texto o llamada al celular, para dar a conocer el estado de las bombas, y/o si estas llegan a fallar. Se utilizó un módulo GSM para que el sistema se conectara a una red móvil y proporcionar la comunicación con el operario para emitir los informes y/o fallas que se presenten en el sistema.

En la sexta fase, se necesitó alimentar el sistema, y fue posible con una alimentación conectada a 110 voltios a 5V con 3A dónde estos parámetros son los

necesarios para mantener el sistema automatizado funcionando de forma continua y eficaz.

5.1 COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y ELÉCTRICOS

En la siguiente tabla se relaciona los dispositivos utilizados en este proyecto.

Nombre	Cantidad
Tarjeta de desarrollo para A9, GSM, GPRS, GPS	1
Optoacoplador para PLC 5V	5
Carcasa cable conexión rápida (unidad)	45
Cable Ribbon plano de 10 hilos, de colores	3
Terminal Hembra de 0,1	15
Terminal Macho de 0,1	30
Cable miniUSB para Arduino™ de 50cm	1
Cable Gris Ribbon plano de 10 hilos	1
Luces Piloto	3
Interrupdo de Potencia	1
Arduino Nano Original Italiano	1
Nano Shield	1
Conversor DC/DC Reductor 0-24v 5A	1
Tarjeta con 4 relevos optocoplada 5V-Activación en bajo	1
Fuente de poder 12V 4A	1
Cable termico calibre 18	46
Tuberia de 1/2 Pul	2
Codos de 1/2 Pul	6
Terminal de 1/2 Pul	4
Union de 1/2 Pul	2
Regillas Plasticas de 1 Pul	2
Remaches 1/8"*1/2"	42
Chasos de 1/4"	4

Tornillo goloso 1-1/2"	4
Diodo de 2ª	1
Capacito de 1uF	4
Resistencias de 100K a 1W	8
Caja Metalica con Placa Montaje Electric	1
Power Bank de 5600 mA	1

Fuente. Elaboración Propia.

5.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA

Descripción de rutina y subrutina en el código de programación:

```
void setup();
```

// rutina ciclo único, para configuraciones, iniciaciones y comprobación de funcionamiento de periféricos.

```
void loop();
```

// rutina ciclo repetitivo, encargada de ejecutar subrutinas de acuerdo a las condiciones de trabajo del sistema.

```
void ESTADO_PLCS(void);
```

//testea los estados de las bobinas en los contactores y las emprime en el puerto serial

```
void llamar(void);
```

//permite la comunicación por vía telefónica (llamadas) lo que permite avisar al operario en caso de cualquier eventualidad que afecte el correcto funcionamiento.

```
void mensaje (byte dato);
```

//permite la comunicación por mensajes de texto a vía telefónica.

```
void mensaje_de_estado_PLC(void);
```

//permite la comunicación por mensajes de texto a vía telefónica, entra un informe de los estados de funcionamiento de los contactores.


```
void power_on(void);
```

//enciende el sistema en general, habilita las interrupciones internas y desactivan los modos de ahorro de energía.

```
void power_off(void);
```

//apaga el sistema en general con interrupciones externas habilitadas y activación de modo de ahorro de energía.

```
void reiniciar(void);
```

//reinicia el sistema por wash dog en el microcontrolador en caso de “cuelgue”.

```
int enviarAT(String ATcommand, char* resp_correcta, unsigned int tiempo);
```

//envía comando al módulo GSM con parámetros de respuesta esperado, en un intervalo de tiempo definido.



Grafica 5. Estructura del sistema.

Fuente. Elaboración Propia.



Grafica 6. Prototipo en Funcionamiento.

Fuente. Elaboración Propia.



Grafica 7. Criadero Villa del Mar.

Fuente. Elaboración Propia.

5.3 RECURSOS FINANCIEROS

En cuanto a la inversión para la implementación del Sistema automatizado del Criadero de Tilapias Valle del Mar, será financiada por medio de recursos propios y está estipulado por un total de \$422.000 pesos M/L.

6. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este proyecto se utilizó el tipo de análisis cualitativo, en vista de su confiabilidad y validez, por lo tanto, no hubo pruebas estadísticas, sino que se produjo un resultado mediante una valoración del proceso de análisis.

En lo que concierne al análisis e interpretación de los resultados, la presentación de estos se realizó por medio de varias herramientas tales como: entrevistas y observaciones en salidas de campo. En cuanto a la recolección de la información, se hizo por narraciones tipo visual, auditivas, expresiones verbales y por la ubicación del criadero.

- **ENTREVISTA**

¿Cuáles han sido las causas más comunes para que se presenten mortalidades en el criadero acuícola Valle del Mar?

Una vez hizo corto circuito un motor a las 3am en un tanque donde ya faltaba 1 mes para cosecharlo, nadie se dio cuenta a esa hora, a las 7 am cuando se fue a dar la primera comida fue que nos dimos cuenta de los 7000 peces muertos

¿Qué pasa cuando se presentan bajas en la tensión de manera rápida?

Esto sucede en repetidas ocasiones y muy rápido, muchas veces nadie se cuenta, dejando todos los motores apagados, después de pasar la media hora en el tanque donde los peces estaban más grandes murieron el 80% de la totalidad, debido a que en esta piscina se requería más oxígeno.

¿Qué pasa cuando al operario se le olvida prender el motor después de darle la comida a los peces?

También hay mortalidad de peces, en vista que la tilapia soporta oxígenos de 1 mg/l, menos de eso se empiezan a morir. Un oxígeno óptimo es mayor a 4 mg/l.

Es por eso la idea de un motor de respaldo, que se activará automáticamente después de detectado el fallo del motor en funcionamiento.

7. CONCLUSIONES

Conjunto el análisis de las condiciones ambientales, se logró identificar las variables fisicoquímicas a controlar para la regulación de los niveles del agua y el nivel de oxígeno que se requiere en el Criadero Acuícola Villa del Mar.

Se logró determinar el principio de operatividad del sistema de aireación mecánica instalado en cada uno de los tanques del criadero acuícola Valle Del Mar, teniendo como referentes la hoja de datos del fabricante.

Con el desarrollo de este proyecto, se confirma la veracidad de que es factible diseñar e implementar un sistema automatizado, capaz de oxigenar las 24 horas el agua de los estanques del criadero Villa del Mar, a través del método de aireación del agua a las tilapias en caso de fallas, avisando al operario y así evitar grandes mortalidades. Por lo tanto, con este prototipo se dan por cumplido los objetivos de la investigación.

La implementación de esta investigación se puede hacer a diferentes criaderos que cumplan con las mismas características del criadero Villa del Mar, además, su diseño se puede realizar con un presupuesto muy económico.

8. RECOMENDACIONES

En este proyecto se recomienda la revisión de soldadura en todos los componentes, para asegurar el buen contacto entre los mismos.

Por otro lado, se recomienda utilizar una alimentación de tensión diferente para el sistema automatizado, debido a que este funciona a 110 V AC, debido a que los motores trabajan a 220 V AC, con el fin de garantizar el buen funcionamiento.

Se recomienda incentivar a los piscicultores a implementar este tipo de proyecto, para una comercialización óptima de los peces, no solo por su rentabilidad sino también por generar un producto de buena calidad, contribuyendo así al crecimiento de la empresa y a la buena nutrición de los consumidores.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Archila, M. C., Ariza, G. S., & León, D. G. (2006). *GUÍA PRÁCTICA DE PISCICULTURA EN COLOMBIA*. Bogotá: INCODER. Obtenido de <http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Guia-Practica-de-Piscicultura-en-Colombia.pdf>
2. Canonico, G. C., Arthington, A., Mccrary, J. K., & Thieme, M. L. (2005). The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 463–483. doi:10.1002/aqc.699
3. O. Gelvéz-Arocha, J. Quiroga-Mendez, D. BarajasMerchán, M. Gómez-Sarmiento, “Estudio experimental de las estrategias de control On-Off y control continuo en un sistema de refrigeración,” *Rev. UIS Ing.*, vol. 11, no. 1, pp. 73-82, 2012.
4. Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2007). Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 1–14. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.05.006
5. Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2007). Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 1–14. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.05.006
6. J. Riascos, D. Díaz, L. Beltrán, F. Gutiérrez. “Modelo Dinámico para Estimar la Capacidad de Carga de Cuerpos de Agua con Piscicultura”. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. ISSN 0123-4226, Vol.15 No.1. Bogotá, 2012.
7. FAO. (2011). *Desarrollo de la acuicultura: Enfoque ecosistémico a la acuicultura*. Obtenido de Orientaciones y técnicas para la pesca responsable: <http://www.fao.org/docrep/014/i1750s/i1750s.pdf>
8. FAO. (2011). *Manual para Extensionista en Acuicultura* . Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/a-as828s.pdf>

9. FAO. (2014). *Acuicultura. Escuelas de campo y de vida para jóvenes agricultores*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao-ilo.org/fileadmin/user_upload/fao_ilo/pdf/ICA_MLW_and_TZ/YE_component/JF_FLS_Aquaculture_SP_V3.pdf
10. FAO. (1 de Enero de 2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de FAO: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es
11. FAO. (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016*. Roma: Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>
12. FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018*. Roma: Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/l9540Es/i9540es.pdf>
13. FAO. (1 de Enero de 2018). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de FAO TERM PORTAL: <http://www.fao.org/faoterm/collection/aquaculture/en/>
14. FAO. (1 de Febrero de 2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Departamento de Pesca y Acuicultura: <http://www.fao.org/fishery/aquaculture/es>
15. FAO, & DINARA. (20 de Noviembre de 2010). *Manual básico de Piscicultura en estanques*. Recuperado el 2018, de Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - Departamento de Acuicultura: http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/1959_manual.pdf
16. INCODER, & IICA. (15 de Abril de 2007). *Proyectos Exitosos En Pesca Y Acuicultura*. Obtenido de Convenio de cooperación 02/06 INCODER - IICA: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5351e/A5351e.pdf>

17. Juárez, A. (10 de Marzo de 2015). *Proyecto Crecimiento Y Engorda De Mojarra Tilapia Pargo Cerezo (Oreochromis Spp) En Encierro Rústico En El Estero Casitas, Mpio. De Tecolutla Ver. Mex.* Obtenido de Instituto de Ecología INECOL:
http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2574/Technical/proyecto%20casitas.pdf

18. Merino, M. C., Bonilla, S. P., & Bages, F. (Mayo de 2013). *Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia.* Obtenido de Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP: <http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/25-Diagn%C3%B3stico-del-estado-de-la-acuicultura-en-Colombia.pdf>

19. Meyer, D. E. (2004). *Introducción a la Acuicultura.* Honduras: Zamorano. Obtenido de http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Introduccion%20Acuicultura.pdf

20. Moriarty, D. (1998). Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture*, 351–358. doi:10.1016/s0044-8486(98)00199-9

21. OCDE. (2016). *Pesca y acuicultura en Colombia.* Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos: https://www.oecd.org/agriculture/fisheries/Fisheries_Colombia_SPA_rev.pdf

22. Onishi, M. (Septiembre de 2015). *Producción piscícola para consumo familiar y comercialización.* Recuperado el 2018, de RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL:
http://archivo.seam.gov.py/sites/default/files/users/control/mario_onishi_carmen.p.pdf

23. Rica, I. T. (Octubre de 2002). *Curso de Acuicultura Básica Énfasis en tilapia y trucha.* Obtenido de Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura : <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Curso%20b%C3%A1sico%20de%20acuicultura%202002.pdf>

24. Roman, M. A., & Cadena, M. D. (5 de Mayo de 2017). *Proyecto de emprendimiento cachamas el gordo S.A.S.* Obtenido de Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6170/1/Pe%C3%B1aCadenaMayronDavid2017.pdf>

25. Sixth Framework Programme. (2006). *Manual de Acuicultura Sostenible.* Obtenido de SUSTAIN AQUA : https://www.mapa.gob.es/app/jacumar/recursos_informacion/Documentos/Publicaciones/203_manual_acuicultura_sostenible.pdf

26. Woinarovich, E. (2004). *Cartilla del Piscicultor.* Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/field/009/ag196s/AG196S01.htm>

27. M. A. Esquivel, M. C. Merino, J. J. Restrepo, A. Narváez, C. Polo, J. Plata y V. Puentes, Estado de la pesca y la acuicultura 2014. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP, 2014.

28. F. L. Benalcazar Erazo, Sistema de medición de nivel de agua en piscinas de control en un criadero de peces (tesis de pregrado), Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2016.

29. F. A. Moreno Parra y P. A. Sepúlveda Hoyos, Sistema de control supervisor de las condiciones ambientales de una bodega de peces ornamentales (tesis de pregrado), Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2004

30. P. Bou, S. Regojo, F. Torrent, S. Ronda, A. Saiz y O. San Miguel, “Efecto de la implantación de dispositivos de identificación electrónica en diferentes especies de peces. Resultados parciales obtenidos en Anguila europea (*Anguilla anguilla*)», en XII Congreso Nacional de Acuicultura, Madrid, España, 2009.

31. L. Bonilla B., L. Casabianca, J. Montaña S., S. Pantoja V., D. Rada C. y C. Salcedo R., “Diseño y construcción de un prototipo de sistema acuapónico para

- el aprovechamiento y tratamiento de desechos de piscicultura de la Hacienda La Cosmopolitana, Restrepo – Meta”, Revista de Tecnología, vol. 14, n. ° 2, pp. 97-104, 2015.
32. G. M. Rubio Reque y H. B. Chotón Posadas, Diseño e implementación de un sistema de control automático para el acuario ‘Ralfish’ en la ciudad de Trujillo (tesis de pregrado), Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.
 33. L. S. Dulanto Ramos, Diseño de un sistema de monitoreo remoto de parámetros ambientales críticos de la planta piloto de acuicultura de la PUCP (tesis de pregrado). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010
 34. Lizárraga, M. Bases técnicas del proyecto de granja acuícola múltiple de El Rosario, Sinaloa, México. FAO. Roma. 1974.
 35. Vinatea, J. E. Formación profesional en acuicultura. FAO. Roma. 1974
 36. Beltrán, C., & Villaneda, A. (2000). Perfil de la Pesca y la Acuicultura en Colombia. Informe Técnico, INPA. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura., Subdirección de Investigaciones, Bogotá
 37. Espinal, C., Martínez, H., & González, F. (2005). La Cadena de la Piscicultura en Colombia. Una Mirada Global de su Estructura y Dinámica. 1991-2005. IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura., MADR. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá: Observatorio Agro cadenas Colombia
 38. Cifuentes Lemus, J. L.; Torres García, M. D. & Frías Mondragón, M. (2000). Piscicultura. El Océano y sus Recursos XI, vol. 2
 39. Arduino, (2015). Qué es Arduino. Recuperado de 2015.<https://www.arduino.cc/>.
 40. Cruz, Z. B. (2013). Installing and Configuring Android Studio. Android Studio Application Development, Packt Publishing, 87 pp.60

41. Rural, M. d. (2014). Cultivo de la tilapia roja en estanques de tierra. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. 63 pp.
42. Asche, F. and M. Smith. Induced innovation in fisheries and aquaculture, Food Policy (2018),
43. COMAI, A, TENA, J., VERGARA, J.C, (2006) Software para la vigilancia tecnológica de patentes: evaluación desde la perspectiva de los usuarios. El Profesional de la Información, 15 (6), 452-458.
44. García Badell, José Javier. Acuicultura moderna: prefabricación y automatización Madrid: INIA, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 1988
45. Chamberlain, G.W. 1993. Aquaculture trends and feed projections. World Aquaculture 24(1): 19–29
46. Anon. 1993 a. The future of aquaculture in Chile. Aquaculture Europe, Vol. 17(4): 34–35.
47. Hayashida, F.A. 1989. Investigaciones pesqueras y piscicultura en Tarija - mercadeo y consumo de pescado - aspecto institucional. Ministerio de asuntos campesinos y agropecuarios, centro de desarrollo pesquero. La Paz, Bolivia. Documento de Trabajo: 86 p
48. Torres, M.J. 1990. Aquaculture in Colombia. World Aquaculture 21(1): 70–71
49. Wurtsbaugh, W.A. y R.A. Tapia. 1988. Mass mortality of fishes in Lake Titicaca (Peru-Bolivia) associated with the Protozoan parasite, Ichthyophthirius multifiliis. Trans. Am. Fish. Soc 117: 213–217.

50. Vila, I. y E. Fagetti (ed.) 1986. Trabajos presentados al Taller Internacional sobre ecología y manejo de peces en lagos y embalses. Santiago, Chile, 5 – 10 de Noviembre de 1984. COPESCAL Doc. Téc., (4): 237 p

10. ANEXOS

CÓDIGO DE FUNCIONAMIENTO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA

```
#include <SoftwareSerial.h> //librería para la comunicación serial virtual
#include <string.h> // Biblioteca estándar del lenguaje de programación C que
contiene la definición de macros, constantes, funciones y tipos y algunas ...
#include <stdio.h> // biblioteca estándar del lenguaje de programación C para
hacer operaciones, estándar, de entrada y salida.
#include <stdlib.h> //librería que contiene los prototipos de funciones de C para
gestión de memoria dinámica, control de procesos y otras.
#define BLOWER A0 //definición del pin de entrada para el estado PLC
```

```

#define SPLASH1 A1 //definición del pin de entrada para el estado PLC
#define SPLASH2 A2 //definición del pin de entrada para el estado PLC
#define SPLASH3 A3 //definición del pin de entrada para el estado PLC
#define PLC_BLOWER 9 //definición del pin de salida para la activación PLC
#define PLC_SPLASH1 10 //definición del pin de salida para la activación PLC
#define PLC_SPLASH2 11 //definición del pin de salida para la activación PLC
#define PLC_SPLASH3 12 //definición del pin de salida para la activación PLC
#define ESPERA 500 //tiempo de escaneo de los PLCs
#define ESPERA2 1500 //tiempo de actuadores de los PLCs
// Definiciones de datos para configuraciones
#define OK 1
#define NOTOK 2
#define TIMEOUT 3
#define RST 2
#define abaudrate 115200
#define SERIALTIMEOUT 3000
// Definiciones de variable donde almacenaran el estado de cada contactor
bool ESTADO_BLOWER = 0;
bool ESTADO_SPLASH1 = 0;
bool ESTADO_SPLASH2 = 0;
bool ESTADO_SPLASH3 = 0;
// Definiciones de variable donde almacenaran el estado de cada contactor
// averiado
bool ESTADO_BLOWER_AVERIADO = 0;
bool ESTADO_SPLASH1_AVERIADO = 0;
bool ESTADO_SPLASH2_AVERIADO = 0;
bool ESTADO_SPLASH3_AVERIADO = 0;
// Definiciones de variable donde almacenaran el estado anterior de cada contactor
bool ESTADO_BLOWER_ANTERIOR = 0;
bool ESTADO_SPLASH1_ANTERIOR = 0;
bool ESTADO_SPLASH2_ANTERIOR = 0;

```

```

bool ESTADO_SPLASH3_ANTERIOR = 0;
bool MODO_DE_BLOWER = 0;
bool MODO_DE_SPLASH = 0;
// Definiciones de funciones personalizadas
void ESTADO_PLCS(void);
void llamar(void);
void mensaje(byte dato);
void mensaje_de_estado_PLC(void);
void power_on(void);
void power_off(void);
void reiniciar(void);
int enviarAT(String ATcommand, char* resp_correcta, unsigned int tiempo);
// Definiciones constantes para configuraciones
const int led = 13;
char end_c[2];
char qwer1=' ';
char qwer2=' ';
int led_work=5;
// declaración de comunicación serial virtual para el modulo GSM
SoftwareSerial gsmboard(7, 8); // RX, TX
//ciclo único, para configuraciones, iniciaciones y comprobación de funcionamiento
de perifericos
void setup() {
//configuración de los pines como salidas para usarlos en control de las luces
pilotos
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(6, OUTPUT);
digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, HIGH);
delay(10000);
digitalWrite(6, LOW);

```

```

pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
//configuracion del puerto serial
Serial.begin(115200);
//configuracion del puerto serial virtual
gsmboard.begin(abaudrate);
// ctrlZ String definition
end_c[0] = 0x1a;
// ctrlZ String definition
end_c[1] = '\0';
Serial.println("Start....");
//inicialización de pines como entrada para la detección de tención en las bobinas
de los contactores
pinMode(4, INPUT_PULLUP);
pinMode(BLOWER, INPUT_PULLUP);
pinMode(SPLASH1, INPUT_PULLUP);
pinMode(SPLASH2, INPUT_PULLUP);
pinMode(SPLASH3, INPUT_PULLUP);
pinMode(PLC_BLOWER, OUTPUT);
//establecer el estado inicial de los actuadores(apagados)
digitalWrite(PLC_BLOWER, HIGH);
pinMode(PLC_SPLASH1, OUTPUT);
digitalWrite(PLC_SPLASH1, HIGH);
pinMode(PLC_SPLASH2, OUTPUT);
digitalWrite(PLC_SPLASH2, HIGH);
pinMode(PLC_SPLASH3, OUTPUT);
digitalWrite(PLC_SPLASH3, HIGH);
delay(ESPERA);
//testea los estados de las bobinas en los contactores y las emprime en el puerto
serial
ESTADO_PLCS();

```

```

int XYZ=1;
//ciclo repetitivo para modo de test(prueba) si el interruptor esta actico por el
usuario
while(!digitalRead(4)){
  if(XYZ==1){
    digitalWrite(5, HIGH);
    digitalWrite(PLC_BLOWER, 0);
    digitalWrite(PLC_SPLASH1, 0);
    digitalWrite(PLC_SPLASH2, 0);
    digitalWrite(PLC_SPLASH3, 0);
    delay(2000);
    digitalWrite(PLC_BLOWER, 1);
    digitalWrite(PLC_SPLASH1, 1);
    digitalWrite(PLC_SPLASH2, 1);
    digitalWrite(PLC_SPLASH3, 1);
    delay(2000);
    digitalWrite(5, LOW);
    XYZ=0;
  }
}
//lee el estado de las bobinas y las almacena en variables establecidas
ESTADO_BLOWER = !digitalRead(BLOWER); //lectura digital de pin BLOWER
ESTADO_SPLASH1 = !digitalRead(SPLASH1); //lectura digital de pin
SPLASH1
ESTADO_SPLASH2 = !digitalRead(SPLASH2); //lectura digital de pin
SPLASH2
ESTADO_SPLASH3 = !digitalRead(SPLASH3); //lectura digital de pin
SPLASH1
//asigna el estado de los actuadores contrario según el estado de las bobinas
digitalWrite(PLC_BLOWER, ESTADO_BLOWER);
digitalWrite(PLC_SPLASH1, ESTADO_SPLASH1);
digitalWrite(PLC_SPLASH2, ESTADO_SPLASH2);

```



```

    digitalWrite(PLC_SPLASH3, ESTADO_SPLASH3);
    Serial.println("PRUEBA....");
//testea los estados de las bobinas en los contactores y las emprime en el puerto
serial
    ESTADO_PLCS();
    digitalWrite(13, !digitalRead(13));
    delay(500);
}
//comprueba estado funcional de los motores
    digitalWrite(PLC_BLOWER, LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_BLOWER,
HIGH);delay(ESPERA2);
    digitalWrite(PLC_SPLASH1, LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH1,
HIGH);delay(ESPERA2);
    digitalWrite(PLC_SPLASH2, LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH2,
HIGH);delay(ESPERA2);
    digitalWrite(PLC_SPLASH3, LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH3,
HIGH);delay(ESPERA2);
    delay(ESPERA*3);
//testea los estados de las bobinas en los contactores y las emprime en el puerto
serial
    ESTADO_PLCS();
//ESTADO_BLOWER_AVERIADO
    if (ESTADO_BLOWER==LOW){
        ESTADO_BLOWER_AVERIADO=HIGH;
        Serial.println("BLOWER AVERIADO");
    }else{
        ESTADO_BLOWER_AVERIADO=LOW;
    }
//ESTADO_SPLASH1_AVERIADO
    if (ESTADO_SPLASH1==LOW){
        ESTADO_SPLASH1_AVERIADO=HIGH;

```

```

    Serial.println("SPLASH(1) AVERIADO");
}else{
    ESTADO_SPLASH1_AVERIADO=LOW;
}
//ESTADO_SPLASH2_AVERIADO
if (ESTADO_SPLASH2==LOW){
    ESTADO_SPLASH2_AVERIADO=HIGH;
    Serial.println("SPLASH(2) AVERIADO");
}else{
    ESTADO_SPLASH2_AVERIADO=LOW;
}
//ESTADO_SPLASH3_AVERIADO
if (ESTADO_SPLASH3==LOW){
    //ESTADO_SPLASH3_AVERIADO=HIGH;
    Serial.println("SPLASH(3) AVERIADO");
}else{
    ESTADO_SPLASH3_AVERIADO=LOW;
}
delay(ESPERA*2);
//si algunas de la bombas funciona con anormalidad, se reportara con el operario
por medio de comunicación telefónica(llamada)
if(ESTADO_BLOWER_AVERIADO || ESTADO_SPLASH1_AVERIADO
||ESTADO_SPLASH2_AVERIADO || ESTADO_SPLASH3_AVERIADO)
digitalWrite(6, HIGH);
//ENVIO DE REPORTE POR PUERTOS SERIE
Serial.println("Estados de PLCs: B:"+(String)!ESTADO_BLOWER_AVERIADO+".
S1:"+(String)!ESTADO_SPLASH1_AVERIADO+".
S2:"+(String)!ESTADO_SPLASH2_AVERIADO+".
S3:"+(String)!ESTADO_SPLASH3_AVERIADO+ "."");
delay(ESPERA);
//mensaje_de_estado_PLC();

```



```

digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
//actiza los SPLASHs si no estan averiados para iniciar
if(ESTADO_SPLASH1_AVERIADO==LOW){
    if(ESTADO_SPLASH1==LOW){
        digitalWrite(PLC_SPLASH1,
LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH1, HIGH);delay(ESPERA2);
    }
}
if(ESTADO_SPLASH2_AVERIADO==LOW){
    if(ESTADO_SPLASH2==LOW){
        digitalWrite(PLC_SPLASH2,
LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH2, HIGH);delay(ESPERA2);
    }
}
if(ESTADO_SPLASH3_AVERIADO==LOW){
    if(ESTADO_SPLASH3==LOW){
        digitalWrite(PLC_SPLASH3,
LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH3, HIGH);delay(ESPERA2);
    }
}
//si algunos de los SPLASHs estan averiados activa el BLOWER
//  if(ESTADO_SPLASH1_AVERIADO==HIGH ||
ESTADO_SPLASH2_AVERIADO==HIGH ||
ESTADO_SPLASH3_AVERIADO==HIGH){
//    if(ESTADO_BLOWER_AVERIADO==LOW){
//        if(ESTADO_BLOWER==LOW){
//            digitalWrite(PLC_BLOWER,
LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_BLOWER, HIGH);delay(ESPERA2);
//        }
//    }
//    Serial.println("SPLASHs estan averiados");

```

```

// }
    Serial.println("LLAMANDO_ELSE");
//informe de reporte
    llamar();
}
Serial.println("paso Bien");
digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
//ESTADO_BLOWER_ANTERIOR = ESTADO_BLOWER; //lectura digital de pin
BLOWER anterior
    ESTADO_SPLASH1_ANTERIOR = ESTADO_SPLASH1; //lectura digital de pin
SPLASH1 anterior
    ESTADO_SPLASH2_ANTERIOR = ESTADO_SPLASH2; //lectura digital de pin
SPLASH2 anterior
    ESTADO_SPLASH3_ANTERIOR = ESTADO_SPLASH3; //lectura digital de pin
SPLASH1 anterior
    ESTADO_PLCS();
    delay(1000);
    mensaje_de_estado_PLC();
}

void loop(){
    //sistema GSM...
    if (gsmboard.available()) {
        qwer2=gsmboard.read();
        Serial.write(qwer2);
    }
    if (Serial.available()) {
        qwer1=Serial.read();
        if(qwer1=='&') gsmboard.write((char)26);
        else gsmboard.write(qwer1);
    }
}

```

```

//sistema PLCs...
if(MODO_DE_BLOWER==1)
{
  Serial.println("MODO BLOWER");
  ESTADO_PLCS();
  delay(ESPERA);
  if (ESTADO_BLOWER==LOW){
    if(ESTADO_SPLASH1_AVERIADO==LOW){
      if(ESTADO_SPLASH1==LOW){
        digitalWrite(PLC_SPLASH1,
LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH1, HIGH);delay(ESPERA2);
      }
    }
    if(ESTADO_SPLASH2_AVERIADO==LOW){
      if(ESTADO_SPLASH2==LOW){
        digitalWrite(PLC_SPLASH2,
LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH2, HIGH);delay(ESPERA2);
      }
    }
    if(ESTADO_SPLASH3_AVERIADO==LOW){
      if(ESTADO_SPLASH3==LOW){
        digitalWrite(PLC_SPLASH3,
LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_SPLASH3, HIGH);delay(ESPERA2);
      }
    }
    Serial.println("BLOWER averiado");
    delay(ESPERA);
    ESTADO_PLCS();
    Serial.println("LLAMANDO");
    llamar();
  }
}

```

```

}
if(MODO_DE_SPLASH==1)
{
  Serial.println("MODO SPLASH(x)");
  ESTADO_PLCS();
  delay(ESPERA);
  if (ESTADO_SPLASH1==LOW || ESTADO_SPLASH2==LOW ||
ESTADO_SPLASH3==LOW){
    if(ESTADO_BLOWER_AVERIADO==LOW){
      if(ESTADO_BLOWER==LOW){
        digitalWrite(PLC_BLOWER,
LOW);delay(ESPERA2);digitalWrite(PLC_BLOWER, HIGH);delay(ESPERA2);
      }
    }
    Serial.println("SPLASH(x) averiado");
    delay(ESPERA);
    ESTADO_PLCS();
    Serial.println("LLAMANDO");
    llamar();
  }
}
delay(100);
}

void ESTADO_PLCS(void){
  ESTADO_BLOWER = !digitalRead(BLOWER); //lectura digital de pin BLOWER
  ESTADO_SPLASH1 = !digitalRead(SPLASH1); //lectura digital de pin SPLASH1
  ESTADO_SPLASH2 = !digitalRead(SPLASH2); //lectura digital de pin SPLASH2
  ESTADO_SPLASH3 = !digitalRead(SPLASH3); //lectura digital de pin SPLASH1
  ESTADO_SPLASH3=1;
  Serial.print("B1-");
  Serial.println(ESTADO_BLOWER);

```

```

Serial.print("S1-");
Serial.println(ESTADO_SPLASH1);
Serial.print("S2-");
Serial.println(ESTADO_SPLASH2);
Serial.print("S3-");
Serial.println(ESTADO_SPLASH3);
Serial.println("-");
}

void llamar(void){
  //LLAMADA_1
  Serial.print("LLAMADA_1");
  gsmboard.println("ATD3041189968;");
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(25000);
  gsmboard.println("ATH");
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(10000);
  /*
  //LLAMADA_2
  Serial.print("LLAMADA_2");
  gsmboard.println("ATD3006935566;");
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(15000);
  gsmboard.println("ATH");
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(15000);
  //LLAMADA_1
  Serial.print("LLAMADA_1");
  gsmboard.println("ATD3041189968;");
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(25000);

```



```

gsmboard.println("ATH");
digitalWrite(led, LOW);
delay(10000);
//LLAMADA_3
Serial.print("LLAMADA_3");
gsmboard.println("ATD3008049633;");
digitalWrite(led, HIGH);
delay(15000);
gsmboard.println("ATH");
digitalWrite(led, LOW);
delay(15000);
//LLAMADA_1
Serial.print("LLAMADA_1");
gsmboard.println("ATD3041189968;");
digitalWrite(led, HIGH);
delay(25000);
gsmboard.println("ATH");
digitalWrite(led, LOW);
delay(10000);
//LLAMADA_4
Serial.print("LLAMADA_4");
gsmboard.println("ATD3003085247;");
digitalWrite(led, HIGH);
delay(15000);
gsmboard.println("ATH");
digitalWrite(led, LOW);
delay(15000);
*/
}

void mensaje(byte dato){
    digitalWrite(led, HIGH);

```

```

gsmboard.println("AT+CMGF=1");//Modo texto
delay(100);
gsmboard.println("AT+CMGS=\"3012303119\"");//Número de destino
delay(500);
switch (dato) {
  case 0:
    gsmboard.println("Todo apagado");//Mensaje
    break;
  case 1:
    gsmboard.println("Splash 1 apagado");//Mensaje
    break;
  case 2:
    gsmboard.println("Splash 2 apagado");//Mensaje
    break;
  case 3:
    gsmboard.println("Splash 3 apagado");//Mensaje
    break;
  case 4:
    gsmboard.println("Blower apagado");//Mensaje
    break;
  default:
    gsmboard.println("!!!");//Mensaje
    break;
}
//gsmboard.println("PLCx");//Mensaje
delay(100);
gsmboard.println((char)26);//Caracter sustitución en Ascii es el 26
delay(100);
delay(1000);
digitalWrite(led, LOW);
}

```

```

void mensaje_de_estado_PLC(void){
    //Manda mensaje de texto con los reportes de estados de los PLCs
    digitalWrite(led, HIGH);
    gsmboard.println("AT+CMGF=1");//Modo texto
    delay(100);
    gsmboard.println("AT+CMGS=\"3012303119\"");//Número de destino
    delay(250);
    gsmboard.println("Estados de PLCs:
B:"+(String)!ESTADO_BLOWER_AVERIADO+.
S1:"+(String)!ESTADO_SPLASH1_AVERIADO+.
S2:"+(String)!ESTADO_SPLASH2_AVERIADO+.
S3:"+(String)!ESTADO_SPLASH3_AVERIADO+."");
    delay(100);
    gsmboard.println((char)26);//Caracter sustitución en Ascii es el 26
    delay(100);
    delay(1000);
    digitalWrite(led, LOW);
}

```