



**FACULTAD INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACION**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL MAESTRO ESCLAVO UTILIZANDO  
PLC LOGO Y ARDUINO PARA APLICACIONES INTELIGENTES DE UN CRIADERO  
DE TILAPIAS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR EL  
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ELECTRONICA**

**AUTORES: AARON ISAAC BRAVO VILLALTA**

**KLEBER ALEXIS MENDOZA ALDAZ**

**TUTOR: ING. LUIS NEIRA CLEMENTE, Ms.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACION**  
**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, **Kleber Alexis Mendoza Aldaz** con cédula de identidad N° **093093170-4** y **Aaron Isaac Bravo Villalta** con cédula de identidad N° **094109343-7**; manifestamos que:

Somos los autores responsables de este trabajo de titulación; por ende autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana pueda hacer uso de reproducir, publicar, o difundir de manera libre, parcial o total y sin fines de lucro el presente trabajo.

Guayaquil, Agosto del 2022

Atentamente,

**Kleber Alexis Mendoza Aldaz**  
C.I. **093093170-4**

**Aaron Isaac Bravo Villalta**  
C.I. **094109343-7**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACION**  
**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Kleber Alexis Mendoza Aldaz** con documento de identificación No. **093093170-4**, y **Aaron Isaac Bravo Villalta** con documento de identificación No. **094109343-7**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Desarrollo De Un Sistema De Control Maestro Esclavo Utilizando El Logo Sof 8.3 Y Arduino Para Aplicaciones Inteligentes De Un Criadero De Tilapias”, el cual ha sido realizado previo a las obtenciones del título de: Ingeniero en Electrónica y Automatización, en la Universidad Politécnica Salesiana.

De acuerdo a lo ya manifestado, consentimos este documento al momento en el que hacemos entrega a la universidad el trabajo final y completo de manera digital y física a la Biblioteca de la Universidad.

Guayaquil, Agosto del 2022

Atentamente,

**Kleber Alexis Mendoza Aldaz**

**C.I. 093093170-4**

**Aaron Isaac Bravo Villalta**

**C.I. 094109343-7**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**  
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**GUAYAQUIL - ECUADOR**  
**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, **Ing. Luis Neira Clemente** con documento de identificación No **090913658-2**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL MAESTRO ESCLAVO UTILIZANDO PLC LOGO Y ARDUINO PARA APLICACIONES INTELIGENTES DE UN CRIADERO DE TILAPIAS**, realizado **Kleber Alexis Mendoza Aldaz** con documento de identificación No. **093093170-4**, y por **Aaron Isaac Bravo Villalta** con documento de identificación No. **094109343-7**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Trabajo de Titulación** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Agosto del 2022

Atentamente,



---

Ing. Luis Neira Clemente Msc.

C.I. 090913658-2

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecerle a dios por haber permitido llegar hasta aquí, haberme brindado sabiduría y fortaleza para poder estudiar una de las carreras más importante e innovadoras del momento.

Agradezco infinitamente a mis padres por todos sus esfuerzos y por el inmenso apoyo brindado para que yo pueda estudiar y ser un gran profesional, gracias por guiarme en todas las etapas de mi vida. Son mi mayor motivo de querer seguir adelante. Siempre están listo para brindarme su ayuda sin importar el momento o situación que se presente, sin duda todos mis logros son gracias a ellos y sin su apoyo no hubiera sido posible, quiero darles mi más sincero agradecimiento a ellos.

A la Universidad Politécnica Salesiana por sus profesores que nos han formado y han hecho de nosotros unos profesionales responsables.

Kleber Alexis Mendoza Aldas y Aaron Isaac Bravo Villalta

## **DEDICATORIA**

Este proyecto quiero dedicarlo en primer lugar a Dios por brindarnos Fuerzas y Salud para poder seguir adelante en cada meta.

A mis padres en segundo lugar por su constancia, apoyo y confianza, y por ayudarnos siempre a tomar las mejores decisiones a lo largo de nuestras vidas.

Y agradecer de manera general a todas las personas que hemos conocido y que nos has traído hasta aquí y nos han formado como profesionales.

## Resumen

<b>Año</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>Tutor de Proyecto de Titulación</b>	<b>Proyecto de Titulación</b>
2022	Aaron Isaac bravo Villalta Kleber Alexis Mendoza Aldaz	Ing. Luis Neira Clemente, MSc.	Desarrollo De Un Sistema De Control Maestro Esclavo Utilizando PLC Logo Y Arduino Para Aplicaciones Inteligentes De Un Criadero De Tilapias.

En el cantón de Tres Postes de la provincia del Guayas, en el “Recinto Mamanica”, se ha desarrollado un proceso para llevar a cabo el monitoreo de la crianza optima de las tilapias. De esta manera se contribuye con desarrollo del recinto, y a su vez se realiza un proyecto que está enfocado en la automatización del proceso de crianza de peces del tipo tilapia. Para lograr esto se realizó un sistema de control para visualizar la temperatura y realizar el monitoreo del PH del estanque de tilapias. Adicionalmente se desarrolló un sistema de alimentación automatizado para los peces. Todos estos dispositivos están instalados en un panel de control ubicado al lado del estanque para la realización del monitoreo y control. Previo a la implementación de este proyecto se realizó la correspondiente revisión de información relacionada con el criadero de tilapias para conocer previamente los aspectos idóneos como son el rango de temperatura que debe tener el estanque, el valor del PH que no le afecte al desarrollo, la forma de alimentación correcta, la ubicación de cámaras IP, los niveles de tensión disponibles en el recinto, etc.

Para llevar a cabo este proceso ubicado en una zona alejada de la ciudad, se debió alimentar todo el panel con 110 Voltios AC desde una toma que está aproximadamente a 50 metros y la correspondiente conexión con el RJ45 o cable LAN para poder controlar los procesos y subprocesos en tiempo real del criadero de tilapias por medio de una IP.

Los principales factores para tener en cuenta en para el criadero de estos peces son la alimentación, climatización, e hidratación, por el cual se desarrolló un sistema de automatización, maestro-esclavo, en la cual mediante una red de comunicación MODBUS se adquieren los datos de los procesos basados en sensores de temperatura y de pH del agua, con la ayuda de un micro PLC logo SOF 8.3, el cual nos ayuda a simplificar y desarrollar estos procesos de crianzas de una manera más eficiente.

**Palabras Claves:** LOGO SOF 8.3, Arduino, comunicación inalámbrica, Transmisor, Receptor, Termo sensores, IP, Protecciones.



## **Introducción**

El presente proyecto fue desarrollado con el respectivo análisis, diseño y creación de un sistema de control automatizado basado en procedimientos como, climatización, alimentación, y control del pH de agua de un criadero acuícola ubicado en un sector rural, utilizando dispositivos como LOGO SOFT, Arduino, y diferentes sensores.

El proyecto realizado en este trabajo de titulación se encarga de optimizar las condiciones mencionadas, además de facilitar a la persona encargada la facultad de monitorizar los datos que está midiendo el sistema, esto con la principal finalidad de escoger las mejores decisiones al mantener el agua de la piscina y el criadero de Tilapias en las condiciones óptimas para su desarrollo. Este proceso se realiza mediante la conexión MODBUS TCP/IP, dado que esta es una de las conexiones con la cual hemos trabajado previamente y de la cual tenemos los conocimientos y requerimientos necesarios. Al ser los sensores los encargados de medir las variables, estos están conectados a diferentes microcontroladores como Arduino Uno y Arduino MEGA, esta conexión hace posible la comunicación de todas las variables y la programación entre ellas y el PLC.

Durante la etapa de desarrollo, se hicieron pruebas e instalaciones, mediante las cuales se buscó la optimización del criadero de tilapias en su zona rural, y con evidencia en los resultados previos se puede deducir en que es un proceso que se debe llevar con un cuidado importante en la estructura, calibración y posición de los sensores, esto para librarse de problemas que involucren el desarrollo y reproducción del pescado, ya que sabemos que el factor importante en el crecimiento de las mismas es la alimentación, la oxigenación, la hidratación y la temperatura de la piscina, la cual esta enlazada con la salud del pescado, su crecimiento y reproducción.

# Índice

<b>CERTIFICADOS DE TITULACIÓN.....</b>	<b>II</b>
<b>CERTIFICADO DE DERECHOS DE AUTOR.....</b>	<b>III</b>
<b>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN .....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>V</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>VI</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>VII</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1: Descripción General .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Importancia y Alcance .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Justificación .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Delimitación .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.1. Delimitación Temporal .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2. Delimitación Espacial.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.3. Delimitación Académica .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4. Objetivos.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.1. Objetivo General.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5. Hipótesis .....</b>	<b>7</b>
<b>1.6. Metodología de Investigación.....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 2: Marco Teórico .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. TILAPIAS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. ACUICULTIRA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4. ACUICULTURA EN ECUADOR.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5. SISTEMA DE CULTIVO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.6. TEMPERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.7. HARDWARE .....</b>	<b>14</b>

<b>2.8. HARDWARE LIBRE .....</b>	<b>14</b>
<b>2.9. ARDUINO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.10. ARDUINO MEGA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.11. ARDUINO UNO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.12. ELEMENTOS ARDUINO UNO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.13. DISPOSITIVOS COMPLEMENTARIOS PARA ARDUINO.....</b>	<b>20</b>
<b>2.14. SENSORES .....</b>	<b>21</b>
<b>2.15. SENSOR DE TEMPERATURA DS18B20.....</b>	<b>21</b>
<b>2.16. SENSOR DE pH 4502C .....</b>	<b>22</b>
<b>2.17. MODULO ETHERNET SHIELD .....</b>	<b>23</b>
<b>2.18. PLC SIEMENS LOGO V8.3 12/24RC.....</b>	<b>25</b>
<b>2.19. BREAKER DE 2P 16<sup>a</sup>.....</b>	<b>26</b>
<b>3. CAPITULO: METODOLOGIA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1. FASE 1 .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.1. PLANIFICACION .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2. FASE 2 .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.1. DISEÑO .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2. CONEXIONES MODBUS ENTRE PLC MAESTRO/PLC LOGO Y ARDUINO MEGA Y ARDUINO UNO.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.3. CONEXIONES Y CONFIGURACION DEL SHIELD ETHERNET .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.4. CONEXIONES ENTRE LOS SENSORES Y LOS MODULOS ARDUINO .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.4.1. ESQUEMA DEL MODULO PH.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.4.2. ESQUEMA DE SENSOR DE TEMPERATURA .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.5. CONFIGURACION LOGICA DEL MODULO ETHERNET CON ARDUINO.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.6. PROGRAMACION PLC-LOGO.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.7. ESQUEMA DE PULSADORES PARA EL FUNCIONAMIENTO MANUAL DEL SISTEMA..</b>	<b>38</b>
<b>3.2.8. ENSAMBLE ELECTRONICO.....</b>	<b>40</b>

3.2.9. PREPARACION DEL TERRENO .....	41
3.3. FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO .....	48
3.4. BENEFICIOS DEL PROYECTO .....	48
4. CAPITULO: RESULTADOS DEL PROYECTO .....	49
4.1.1. VALORES DE TEMPERATURA .....	50
4.1.2. VALORES DE PH.....	51
CONCLUSIONES .....	53
RECOMENDACIONES .....	53
BIBLIOGRAFIA .....	54
ANEXOS: .....	55

## **Capítulo 1: Descripción General**

### **1. Planteamiento del Problema**

#### **1.1. Importancia y Alcance**

Es de suma ayuda para el Recinto Mamanica que cuente con un terreno para la crianza de Tilapias, cuyo estudio y preparación se da desde su etapa como larva, y por estar ubicado en un sector rural es muy difícil llevar un control presencial del mismo. Por esta razón se procedió con la automatización con la utilización de modernas tecnologías para el correspondiente monitoreo.

#### **1.2. Justificación**

El tema surgió debido a la necesidad de la Familia Macias del recinto en tener un sistema óptimo y eficiente al momento de criar la tilapia, se ha conseguido una manera viable donde se consigue la mayor eficacia en la producción y crianza de los peces, por medio de información en tiempo preciso en los procesos de alimentación, oxigenación y temperaturas en el criadero; todos estos procesos van de la mano con la tecnología actual de desarrollo y aplicaciones por medio de una IP y para la comunicación entre los microcontroladores y un Aplicación que nos permita llevar un proceso seguro, confiable y en tiempo real.

#### **1.3. Delimitación**

##### **1.3.1. Delimitación Temporal**

El tablero tomo el tiempo de 2 semanas en el ensamble y de 3 meses en la programación, y este mismo ya se encuentra operando junto al criadero del recinto.

### **1.3.2. Delimitación Espacial**

Diseño y ejecución de un tablero de control con LOGO y Arduino, monitoreado por medio de una IP y un software, el cual será ensamblado e instalado en “Recinto Mamanica” a cargo de la “Familia Macias” para el criadero y desarrollo de Tilapias, adicionalmente se recalca que el proyecto se manejará y será controlado con todos los estándares y medidas de bioseguridad respectivas.

### **1.3.3. Delimitación Académica**

Se realizo un análisis de este proyecto “Desarrollo De Un Sistema De Control Maestro Esclavo Utilizando Logo Soft 8.3 Y Arduino Para Aplicaciones Domóticas De Un Criadero De Tilapias”, para desarrollar el panel con LOGO mediante una conexión LAN.

## **1.4. Objetivos**

Se indican los objetivos de este trabajo de titulación, los cuales se determinaron para la investigación de una problemática y que a su vez busca comprobar cada uno de ellos como parte fundamental y experimentación de este proceso.

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseño e implementación un tablero controlador que brinde la monitorización, calibración y alimentación de dos piscinas para el criadero de tilapias, por medio del PLC Logo y su software y de las tarjetas microcontroladores Arduino, los cuales se comunicarán entre sí por medio de sensores y conexiones LAN a una aplicación ideal.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Proveer servicio de Internet inalámbrico y alámbrico en una zona alejada.
- Proyectar la inversión de la infraestructura de automatización con enfoque a realizarse de forma comercial.

- Realizar las conexiones de los equipos para el análisis que intervendrán en el panel dinámico como son: la recepción y transmisión de la información en tiempo casi real.
- Efectuar una guía escrita para el uso del funcionamiento del sistema.
- Diseñar y realizar conexiones de alimentación de Corriente Alterna en el área del criadero para alimentar los paneles y sensores

## **1.5. Hipótesis**

Debido su funcionamiento y la implementación de este sistema, se desarrolla un criadero óptimo de las tilapias ahorrando tiempo, y dinero en el crecimiento con la utilización de tecnología moderna para el monitoreo y control de ciertas variables físicas que ayudarán a estos peces a alimentarse mejor y criarse en un ambiente ideal.

## **1.6. Metodología de Investigación**

### **Metodología Experimental**

Se eligió esta metodología debido a que el proyecto realizado es un Panel de automatización donde se podrán realizar varios controles y monitoreos, estas tendrán un enfoque experimental, donde se realizaran test y seguimientos del comportamiento en la crianza de la tilapia, calibrando las variables como el pH, la temperatura y la cantidad de comida, para ver cómo se comportan durante el proceso.

El programa instalado será desarrollado y simulado en Logo Software 8.3 y el programa se cargará en el PLC por medio de una tarjeta SD, y todo el proceso de lectura y emisión de datos, como temperatura, activadores, pH, IP, velocidad de carga y descarga, etc.

Una vez instalados los módulos procedemos a la configuración de cada equipo y realizaremos el análisis de las prácticas propuestas del proyecto de titulación.

Adicional el método de aprendizaje que experimentaremos, esto nos ayudará a sacar conclusiones de cómo pueden realizar de mejor manera la automatización, ya que se tenga presente que los factores pueden variar de una simulación a la industria.



## **Capítulo 2: Marco Teórico**

### **2. Desarrollo metodológico**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

En la estructura del proyecto se ocupó como referencias dos estudios de tesis los cuales están establecidos entre los años 2015 al 2021. Un total de cinco tesis tuvieron temas y fines similares a la propuesta que se está desarrollando, tanto en procesos electrónicos como acuícolas, que detallaremos a continuación.

El estudio sustentado en el 2019 de Gavilánez Herrera, perteneciente a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, de la facultad de Educación Técnica en la carrera de Ingeniería Mecatrónica, elaboro un tema relacionado en el control automático y el funcionamiento para la preservación de la vida de las larvas de camarón.

Los principales objetivos de esta tesis son los siguientes:

- Efectuar la estructura de un diseño de control para automatizar un laboratorio, el mismo que permite el control y monitorización del estado de las larvas, como una opción dinámica e innovadora, el cual se asemeja a nuestro trabajo de titulación, por ser una oferta similar que permite la automatización de procesos que ya planteados.
- La selección y el uso de equipos y sensores necesarios y aptos para nuestro desarrollo, el mismo que en sus conclusiones indica que: un sistema de criadero de larvas que permita monitorear el pH del agua, la clima, y la oxigenación del agua, además de medir y mejorar estas variables, esto se asemeja con nuestro trabajo de titulación por su semejanza, aunque los sensores de este proyecto se comunican de manera inalámbrica a diferencia del de nosotros que es alámbrica, los mimos que presentaran variaciones en la calidad del agua y

por la cual se puedan tomar las decisiones y correctivos necesarios, enviados a los Arduinos, y por conexión MODBUS TCP al PLC.

Según lo antes fundamentado en esta investigación se puede llegar a decir que estos efectos acuícolas tienen dependencia a un control equilibrado y de ciertos puntos destacados que se presentan en las recomendaciones.

En el año 2018 en el país de Chile, se escribió un artículo científico relacionado con la ingeniería, el tema de tesis se denomina "Sistema de monitoreo remoto de acuicultura en estanques para la crianza de camarones", el cual fue realizado por Aracena Pizarro Diego y Flores Mollo Susana. En este se presenta la idea que desarrollar un sistema que funcione de manera remota. el cual está enfocado en automatizar los procesos y de comparar los datos obtenidos para así evitar cualquier tipo de problema cuando se trabaje con las variables y sus regulaciones, las cuales son: revisión de los sensores y del correcto estado de cada uno, ya sea el de Temperatura, pH u oxígeno, también cuenta con sensores de presión y de humedad, para concluir esta parte con las pruebas de cada uno de los mismos.

En función de este proyecto llamado "Sistema de Control de los procesos de alimentación, climatización y monitorización de un criadero avícola basado en Arduino", elaborado por Álvarez Zabala. La estructura del trabajo muestra similitudes en la parte tecnológica ya que este es en la actualidad el principal método, indicado con intensidad en Bolivia, dado que en este país la inversión en el desarrollo de tecnologías es muy bajo sin esperanzas futuras de inversión, por lo que este proyecto está enfocado por la necesidad controlar procesos de climatización, pH, y temperatura, para poder estudiar resultados en la crianza de Aves y que así las micro empresas puedan crecer considerablemente su producción.

## **2.2. TILAPIAS**

Las tilapias son consideradas pescados de agua dulce, el cual es de origen africano, este pez se caracteriza por tener cualidades que lo convierten en el idóneo para temas de acuicultura, y también se la considera como una especie exótica que puede ser invasora y más peligrosa ya que se adapta muy bien al habitat en donde se encuentra. Se entiende que estos peces forman parte de la familia Cichlidae y está clasificada en tres tipos los cuales se pueden diferenciar de acuerdo con el cuidado de estos. Las especies de tilapias depositan sus huevos en la superficie, de los cuales se encargan de excavar y son protegidos por los padres hasta que el pez crece y puede independizarse. Dependiendo del tipo de tilapia, por ejemplo, la *Oreochromis* la hembra incuba los huevos de manera bucal.

Este tipo de tilapia, la *Oreochromis*, fue ingresada al Ecuador desde el país vecino, Colombia, en octubre de 1965 por medio de Santo Domingo de los Colorados. Luego de un tiempo, ciertos acuicultores, ingresaron en 1974 desde Brasil, otro tipo de tilapia, la nilótica. Pasado unos años, casi 6 años después, se ingresa al país una nueva especie llamada híbrida roja, que es la que hoy día predomina en los criaderos de esta especie.

Existe información del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador, sobre la producción de este pez y su crianza en el Guayas, Santo Domingo, Pastaza, Napo, Sucumbíos e incluso lugares de la sierra como Cotopaxi, Bolívar, Loja. Estos datos nos indican que solo en el Guayas, se registran criaderos en Daule, Colimes, Yaguachi entre otros.

## **2.3. ACUICULTURA**

Según la Real Academia de la Lengua, se refiere a la Acuicultura como: El cultivo de diferentes tipos de especies marinas, estas pueden ser vegetales o animales, y a su vez se define como un conjunto de habilidades, conocimientos y técnicas que están relacionados con el cultivo de estas especies. Esta interpretación proporcionada por la Real Academia de la Lengua tiene un concepto más grande, y no establece comparaciones y diferencias entre el lugar y el tipo de producción en la cual se crían los peces, ni los beneficios de los lugares donde se produce.

También tenemos la definición de la FAO, La Organización de las Naciones Unidas, y establece la Acuicultura como: La Crianza de especies acuáticas, entre ellas los peces, crustáceos, vegetales. Y en esta definición de crianza está relacionada con la participación del hombre, ya que este ayuda con su incremento en producción. Como ejemplo, reunir grupos de peces, brindarles el respectivo cuidado y protegerlos de amenazas. De la misma forma se establece a la cría del pez como una propiedad de este y de las demás especies que se están cultivando.

#### **2.4. ACUICULTURA EN ECUADOR**

En nuestro país, la principal y mayor producción se basa en el *Litopenaeus vannamei*, también conocido como el camarón blanco, sin embargo en la última década está sobresaliendo la comercialización de la Tilapia (de los tipos establecidos previamente como el *Oreochromis Niloticus*, etc), resaltando su crianza y producción en la región costera que encabeza la lista de camarón localmente, en la región Interandina se caracterizan por la crianza de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha), y en la zona Amazónica se caracteriza por producción de Tilapia, Cachama y también el Sábalo del cual su mayor producción está dirigida al comerciante de la zona.

La producción de este pez en nuestro país se remonta al momento posterior del brote del Síndrome de Taura, a partir de este momento la misma fue incentivada debido a la enorme cantidad de hectáreas de albercas donde se criaba camarones las cuales fueron abandonadas, esta patología impactó negativamente a miles de cultivos del sector ubicado en la Provincia del Guayas

#### **2.5. SISTEMA DE CULTIVO**

Para la crianza de estos sistemas continuos se utilizan estanques con sistemas de aire suplementarios y en ciertos estanques se opta por el recambio total o parcial del agua entre 3 o más veces al día, se estima que se obtienen producciones entre 18.000 a 22.000 Kilogramos por cada hectárea. En este mismo proceso se suele trabajar con sistemas de jaulas suspendidas, este diseño

trabaja en volúmenes bajos, (dependiendo del tipo de pez adecuado) y estos entregan resultados entre 40 y 320 Kg/m<sup>3</sup>.

Es importante para que la tilapia se críe en correctas condiciones, que el encargado de las mismas entregue un suministro correcto de agua en función a la cantidad de la producción, ya que en los estanques suelen presentarse pérdidas que ocasionan evaporación y en otros casos la filtración de cosas no deseadas que afecten al pescado, en muchos de los casos cuando se usa agua de origen superficial el cual es traído desde arroyos o manantiales, etc, esta agua es indispensable que se encuentre libre de impurezas y contaminaciones, químicos e incluso de otras especies predatoras. Para estos casos es indispensable el análisis del agua y que la misma este en proporciones equivalentes a las de la tilapia.

Entre las características a tomar en cuenta para el abastecimiento del agua tenemos las siguientes:

- Temperaturas Máximas de 37°C y Mínimas de 17°C
- La Temperatura adecuada debe estar entre 33°C y 37°C
- El Oxígeno debería ser en 2,2 partes por millón en su salida
- Entre los rangos del pH se encuentra entre 6,4 y 8.6.
- La alcalinidad del agua debe rondar entre 98 a 190 Mg/1.
- Los valores mínimos del Nitrito deben ser 0,2 mg/1 y los del Nitrato deben ser 10 mg/1.

## **2.6. TEMPERATURA**

Las tilapias son una especie peces, que dependen de la temperatura del agua para ambientar cuerpo está en función de la temperatura del ambiente, y también son criaturas que se acogen y dependen de la diferencia de temperatura.

Según lo investigado, las tilapias para su producción deben estar en un rango de temperaturas entre 29°C y 33°C, aunque hay variaciones que pueden variar entre 4 °C a 6°C por debajo o por encima de estos grados óptimos establecidos.

La diferencia de temperatura está relacionada con sus sistemas metabólicos, es decir, mientras más alta esta la temperatura, la tasa metabólica es mayor y esto conlleva a un exceso en el consumo del oxígeno,

Se puede generar un ambiente negativo en el desarrollo de la tilapia que pudiera llevar los grandes cambios en la temperatura que se dan en los ciclos entre el día y la noche, pero debería equilibrarse a base de una mayor entrega de alimentos ricos en quinasa o globulina entre un 31%,33%.

## **2.7. HARDWARE**

En el mundo de la informática, llamamos hardware a toda la parte física y a sus componentes, la parte que podemos tocar, relacionados obviamente al área mecánica y electrónica, esta está dividida en Hardware Privado y Hardware Libre.

## **2.8. HARDWARE LIBRE**

Cuando se habla de Hardware Free o Libre, se refiere a los componentes o dispositivos de los cuales sus diagramas de conexiones y sus detalles que lo estructuran son de dominio público, es decir que cualquier persona puede ver como se encuentra ensamblado y en algunos casos hacer modificaciones al mismo.

Este está formado de cuatro reglas técnicas que son de dominio público:

1. Su uso es libre en cualquier tipo de aplicación o programa
2. El usuario es libre de realizar las modificaciones necesarias para el uso correcto en función del proyecto que se lleve a cabo con el mismo.

3. Así como es de uso libre, la distribución de programas realizados con el mismo debe ser igual con el fin de satisfacer al usuario meta.
4. El Feedback al momento de realizar el trabajo, ya que al hacer el programa público se puede obtener ayuda antes y después de la comunidad para beneficiar a todos los usuarios.

## **2.9. ARDUINO**

Arduino es una placa electrónica de software libre el cual su versión más comercial es la que está basada en el microcontrolador ATmega328. Este microcontrolador cuenta con 14 pines digitales entre IN y OUT, contando 6 de estos con la función PWM que es el ancho de pulso por modulación, también cuenta con entradas analógicas y un reloj o cristal de cuarzo de 16Mhz, una conexión tipo B y un botón de reset que es característico en todos los modelos de este.

## **2.10. ARDUINO MEGA**

Esta placa viene a solucionar los problemas del Arduino Uno o R3, su poca capacidad de conexiones, está enfocado para proyectos más avanzados ya que además de tener las entradas y salidas cuenta con mayor potencia que los otros modelos, es desarrollado por los mismos creadores de la placa anterior para personas con más experiencia, este está basado en el ATmega2560, este posee de **cincuenta y cuatro** pines de entrada y salida, dieciséis entradas analógicas, el reloj de 16Mhz sigue siendo constante al igual que su botón de reset.

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ESQUEMAS**

- Microcontrolador ATmega2560
- Memoria EPROM de 4KB y SRAM de 8KB
- Voltaje de entrada entre 6V y 14V
- Trabaja en Voltaje de 5V
- Flash Memory de 256Kg
- 16 pines de Entrada Analógica

- Un total de 54 pines digitales, 15 pines PWM totalmente programables mediante código en el software de Arduino
- Corriente máxima de salida de 40mA en los pines de Entrada y Salida
- Corriente máxima de 50mA en el pin de 3.3V
- Dos conexiones de pines de Rx. y Tx. para poder utilizar hasta dos dispositivos como Bluetooth u controles para diferentes proyectos

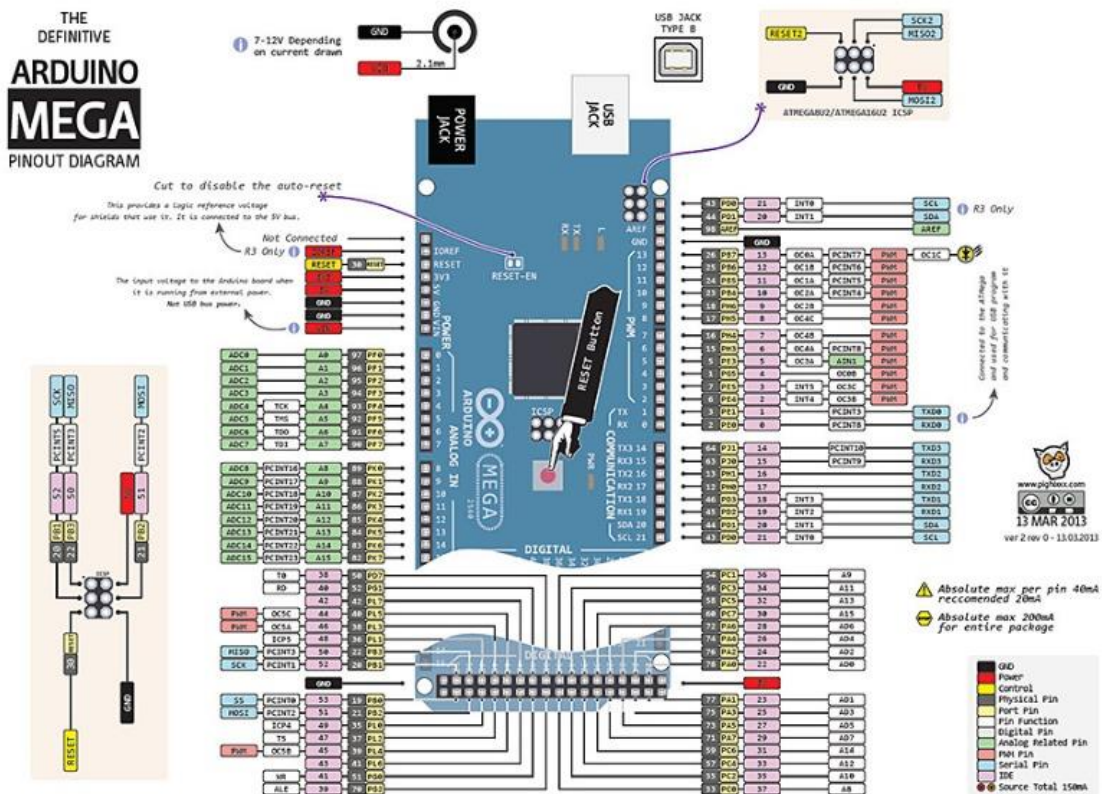


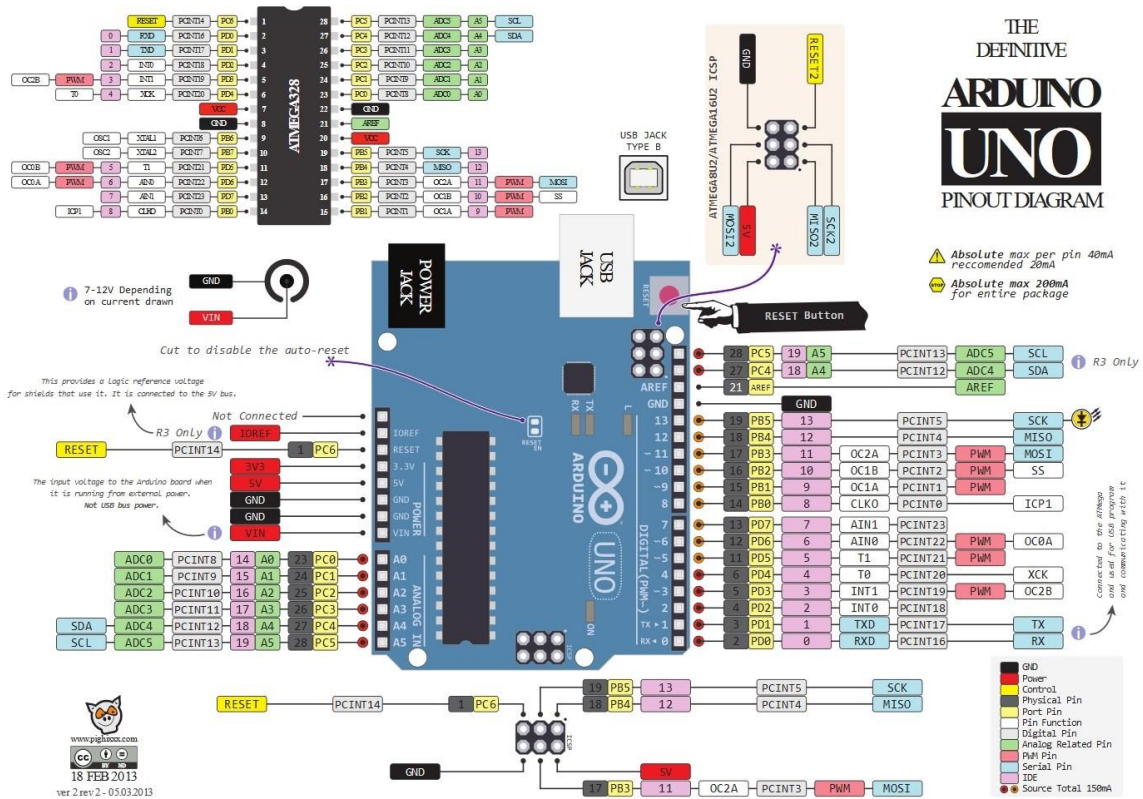
Figura 1: Arduino Mega Pinout

## 2.11. ARDUINO UNO

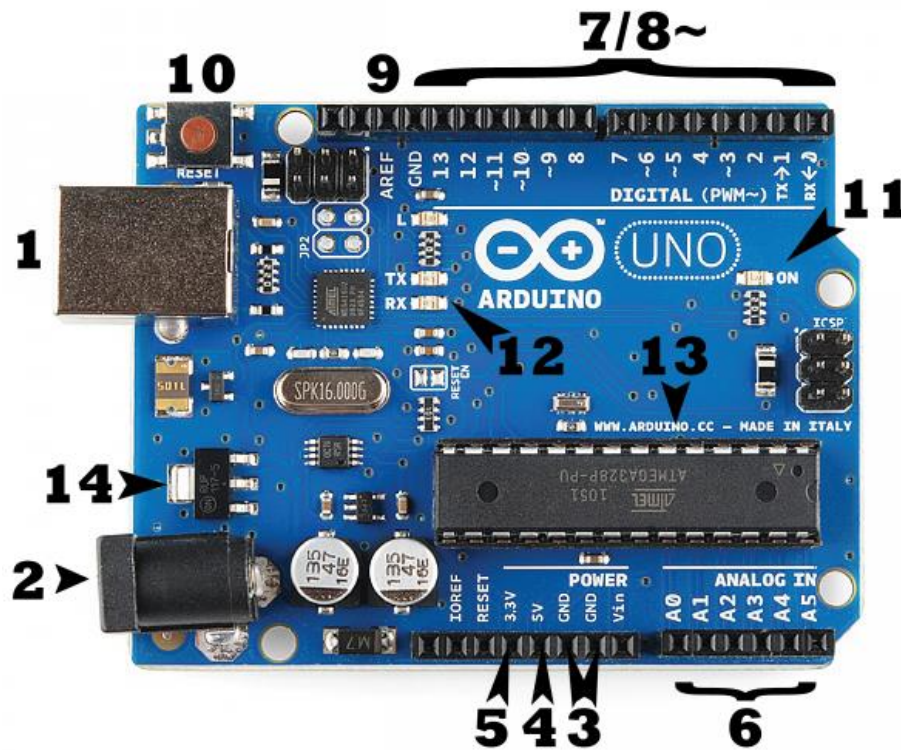
Es una placa con microprocesadores que tiene un software abierto o libre, este mismo está estructurado para trabajar con programación de C++ o precessing, una placa sencilla e



inteligente que nos permite la comunicación con sensores y el mundo analógico/digital. Cuenta con su microcontrolador ATmega323 y 14 entradas de lectura (del 0 - 13). También con lecturas analógicas desde los pines A0 al A5, y los pines de alimentación como son GND(Tierra), 5Voltios y 3.3V que son rango donde trabajan la mayoría de los sensores digitales compatibles con esta placa de programación. También cuenta con los pines de Rx y Tx para comunicaciones inalámbricas con otros dispositivos de su familia, conexiones USB y botón de Reset.



## 2.12. ELEMENTOS ARDUINO UNO



En la alimentación del microcontrolador, este puede trabajar con el suministro que le entrega la conexión por USB, siempre y cuando con una cantidad limitada de sensores, el Arduino es capaz de interpretar por donde está siendo alimentado. Por otra parte, tenemos la alimentación externa, la que no es por USB, ya que todos los modelos cuentan con un Jack de centro positivo de 2,1mm, este conector también está conectado a los pin de alimentación Ventrada. (Vin) Y tierra (GND) en la el microcontrolador, que podemos ver en las imágenes debajo de la alimentación en el lado inferior de la placa, las tierras de todo el diagrama deben estar conectadas, por eso la placa brinda hasta 3 puntos de tierra para cerrar el circuito. La alimentación por medio del Jack de 2,1mm puede ser tanto AC como DS ya que el Arduino se encarga de regular los picos de voltaje.

En la entrada Vin se utiliza para alimentar el Arduino cuando no contamos con un adaptador 2,2mm macho y solo contamos alimentación por cables que podemos mover y conectar en estos pines o soldarlos en la parte inferior en el peor de los casos.

La toma de 5V es la que se toma desde la zona de alimentación y es una regulación constante de 5v, independientemente de la entrada de voltaje que se presente en  $V_{in}$ , puede entregar hasta 100mA por lo que no es recomendable conectar múltiples sensores a este pin ya que por la falta de corriente podrían trabajar mal o apagarse.

Una de las entradas poco usadas es la de 3.3v, ya que pocos sensores como por ejemplo las huellas digitales, trabajan con voltaje tan bajo y también debido a que la corriente máxima que entrega es de 50mA, suele usarse para conectar un sensor pequeño y no hacer conexiones externas

El IOREF es un pin seleccionado para que el microcontrolador tome como referencia un voltaje de salida y pueda hacer mediciones por lo general analógicas del mismo.

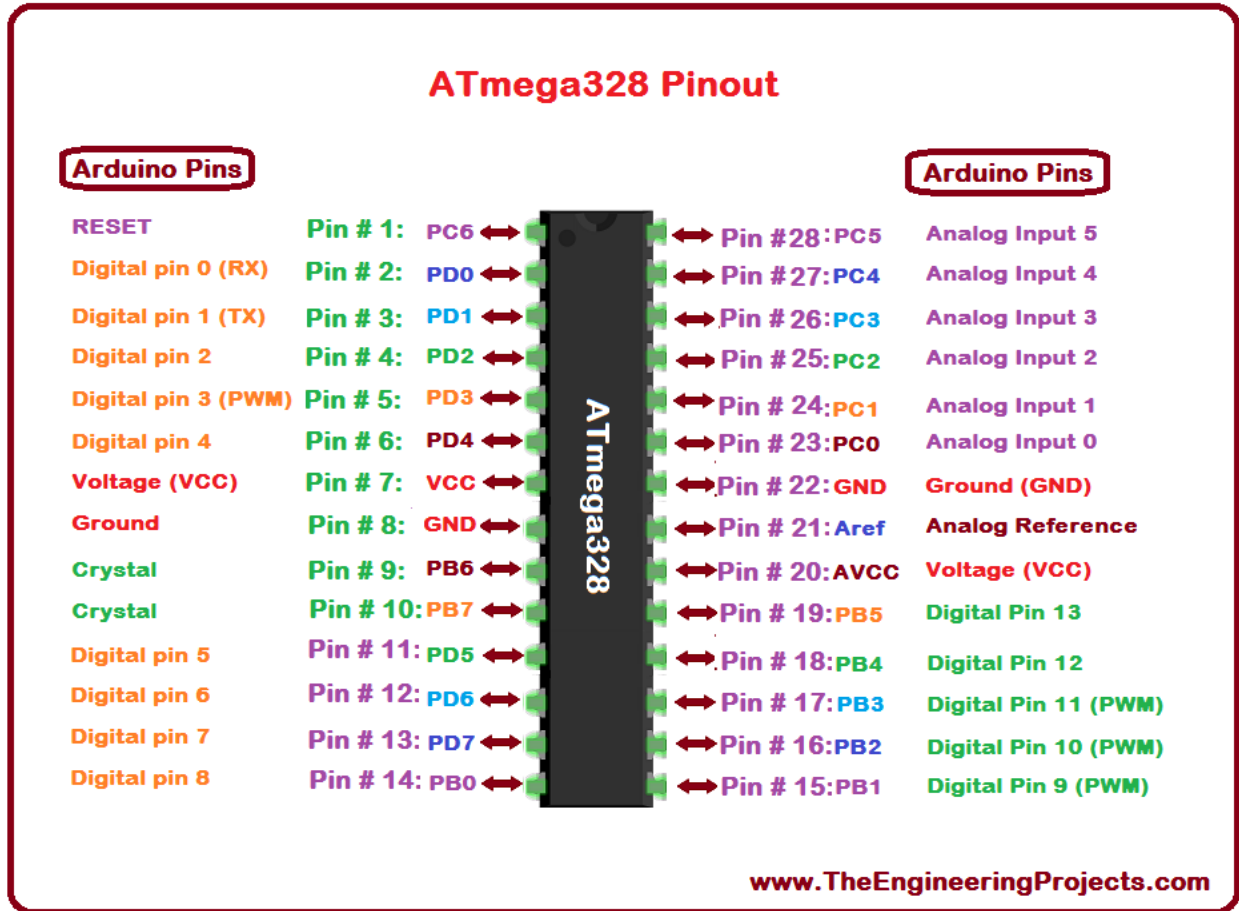
Tenemos (RX) y (TX) que los siguientes son pines para transmisión y recepción datos como con equipos que funcionen con otros de manera inalámbrica como Bluetooth entre otros.

Fallas externas entre pines dos y tres para programación de pulsos de parada o salidas de caídas de pulso

Puertos con PWM como los pines 3,5,6,9,10,11 de 8bits

Led en el pin 13 que se usa como referencia para saber si algún dispositivo este encendido o apagado y que lo podemos programar como salida desde la programación de Arduino, que incluso trae un ejemplo de cómo usarlo.

Reset que va conectado al pin 13 del Microcontrolador (No al pin13 de las salidas de Arduino), el cual hace un puente a tierra para poder reiniciar el Arduino y empezar el programa nuevamente.



### 2.13. DISPOSITIVOS COMPLEMENTARIOS PARA ARDUINO

Arduino es una placa electrónica muy flexible por lo que muchas empresas externas han creado complementos para el mismo para darle más utilidad a diferentes tipos de sensores y a su vez lograr conexiones más fáciles para los entusiastas y hacer un entorno más útil y fácil de usar.

Para el desarrollo de este proyecto son fundamentales el uso de shields y sensores para lograr conectar todos los dispositivos y las conexiones entre sí, los sensores no son más que dispositivos que envían señales analógicas o digitales las cuales el Arduino junto con su librería las puede interpretar y representar en el programa o en una pantalla externa que este conectada al microcontrolador.

Los sensores y encargan de medir las variables físicas o químicas del exterior, algo que el Arduino no puede hacer por sí solo, el Arduino está constantemente leyendo y detectando estos valores y luego el mismo será encargado de mandar esta información al PLC.

#### **2.14. SENSORES**

Los sensores son dispositivos que, al ser alimentados por lo general con 5 voltios, son capaces de medir variables físicas o químicas mediante su pin de datos y enviarlas al microcontrolador en forma de señales de voltajes pequeños, estas son interpretadas por el Arduino en compañía con la Librería del creador del sensor y junto a la programación interpretaran que uso darle a la respuesta de las variables del sensor.

#### **2.15. SENSOR DE TEMPERATURA DS18B20**

El DS18B20 es un sensor de visualización de temperatura, mediante un protocolo conocido en Arduino, como lo es WIRE. Este sensor necesita alimentación de 5+vdc y ground además de bus de datos para mantener, el control de los datos que posee el sensor, con el DS18B20 se puede llegar hasta visualizar temperaturas de -55 °C hasta los 125 °C.

#### **ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS**

- Modelo DS18B20
- Voltaje de entrada entre 4V a 6V.
- Through-Hole
- Puede medir entre -44 Grados hasta los 145 Grados Centígrados
- Trabaja con una corriente de 1.8mA
- Sensor Digital de 12 Bits
- Se puede alimentar desde el pin de Datos



Foto: Sensor de temperatura DS18B20

## 2.16. SENSOR DE pH 4502C

El pd4502c Es un sensor de visualización de PH mediante un electrodo, que se sumerge al agua para poder medir el grado, de acides o alcalinidad que tiene el agua o la sustancia que se esté utilizando, este sensor es capaz de medir valores de 0 a 15 en la escala de pH donde el valor 0 es el valor acido y 15 es el valor más alcalino.



Foto: Sensor de pH 4502c de Arduino

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Voltaje de Trabajo de 5Voltios
- Superficie de: 43 mm x 32 mm
- Rango de medición: 0-15PH.
- Trabaja desde 0 hasta 55 Grados
- Precisión de 0.1 del pH
- Tiempo de respuesta menos a 1000ms
- Indicador Led
- calibración por medio de un potenciómetro

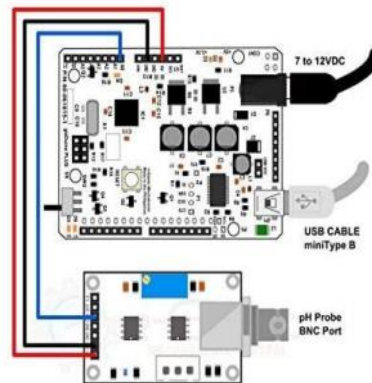


Figura: Conexiones Sensor pH

### 2.17. MODULO ETHERNET SHIELD

El Shield de Ethernet de Arduino es una extensión que está diseñada en específico para el Arduino uno y sus variantes, por su tamaño, si bien es compatible con el Mega o el Leonardo, es obvio que fue diseñado para el modelo más comercial y usado del mismo, el cual efectúa protocolos y procesos basados en TCP/IP.

Revisando su modelo podemos darnos cuenta de que está basado en un chip que se encuentra en la parte superior, el cual es el Wiznet W5100, el cual trabaja con una serie de red IP la cual está diseñada para soportar UDP y TCP. Puede soportar hasta tres conexiones simultaneas de Sockets y debe ser usada con la librería proporcionada por su desarrollador que es la Ethernet, que permite al programador el intercambio en la escritura y lectura de las variables de datos trasladados por medio de los puertos y su interacción con todo lo conectado al mismo cuando se esté usando este shield.

Este módulo nos provee de la conexión estándar más usada en la industria que es la RJ45, es curioso que la placa está diseñada para poder instalar otro modulo igual en la parte superior y poder realizar más conexiones de RJ45 a la vez en el mismo Arduino.

Los pines que toma del Arduino además de su alimentación son el 10, 11, 12 y 13, y no pueden ser cambiados en la programación para ser reemplazados por otros,

El botón que viene soldado en el shield reinicia tanto el Arduino como el Shield.

- Podemos observar que cuenta con algunos Leds, que según el desarrollador puede darnos diferentes tipos de información de este, como un medio de comunicación entre el usuario y el Arduino.
- Indica cuando la placa se está alimentando.
- Puede indicarnos cuando hay enlaces en la red y de sus conexiones.
- Los leds de Rx y Tx, se encienden secuencialmente cuando este está recibiendo o enviando información.

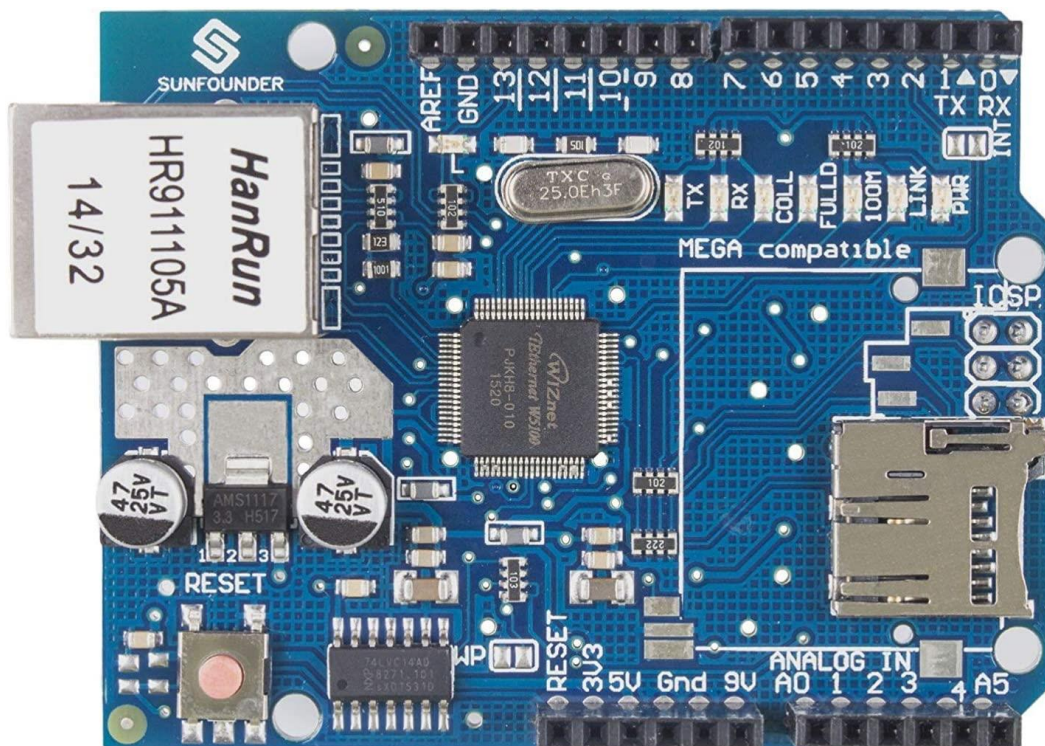




Figura: Modulo Ethernet para Arduino

## 2.18. PLC SIEMENS LOGO V8.3 12/24RC

LOGO es un Controlador Lógico programable (PLC) que tiene varios tipos de comunicaciones, Profibus, Profinet y ahora MODBUS, que es una comunicación mediante ethernet, este dispositivo posee 8 entradas digitales, donde 4 de estas dichas entradas son analógicas y las restantes son digitales además de que este controlador posee un servidor Web Integrado, este dispositivo es utilizado para poder realizar control en la parte industrial y en el sector hogareño, es perfecto para proyectos de automatización

Sus características:

- Voltaje que soporta 12- 24 Vdc
- Este adquiere una frecuencia de red de 63Hz como máximo
- Posee 8 entradas entre ellas 4 analógicas
- Tiene 4 salidas tipo RELE encargadas de dar funcionamiento los diferentes actuadores
- Puerto ethernet que sirve para la comunicación con la RED
- Compatible con Riel Din de 35 mm
- Tiene unas dimensiones de 90\*71.5\*60mm



Figura: PLC V8.3 12-24

### 2.19. BREAKER DE 2P 16<sup>a</sup>

Breaker de 2 polos con resguardo térmica y magnética contra cortocircuito y sobrecarga. De 2 polos, capacidad de amperaje de 16A, poder de corte 10kA a 102/208V. Curva de disparo tipo C, conforme a la IEC 60898. Indicador de disparo Visi-Trip y 20 000 ciclos de apertura y cierre.



Figura: Breaker de 2p16A

### **3. CAPITULO: METODOLOGIA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **3.1. FASE 1**

##### **3.1.1. PLANIFICACION**

Se organizo una reunión con el representante de la Familia Macias y el personal, para definir el alcance de este proyecto. En esta reunión se definió el alcance del proyecto como son: Los materiales y componentes que utilizamos, el desarrollo del software y los elementos del hardware, el tiempo empleado en la estructura y las demás solicitudes necesarias e importantes para la correcta administración del crecimiento de las Tilapias.

Para tener una mejor idea del problema, se solicitó la aprobación de los dueños del lugar y se realizó un levantamiento de la información dentro del recinto de la Familia Macias. Una vez realizada se continuo con la elaboración del proyecto junto a la inspección necesaria en el terreno y los procesos posteriores a ejecutar como la instalación de una toma de 110 Voltios AC, una comunicación por RJ45 y un soporte para la instalación del tablero con sus respectivas protecciones para tener una correcta alimentación y climatización de la piscina de criadero de Tilapias.

#### **3.2. FASE 2**

##### **3.2.1. DISEÑO**

En la siguiente fase se procedió a la elaboración de los diseños basándonos en prototipos de sensores de pH y temperatura, ya que estos son los de mayor importancia en el desarrollo de este trabajo de titulación, la cual consiste en diseñar su correcto diagrama, montaje, ensamble y colocación estratégica dentro del área de la piscina de criadero.

Se instalo el tablero a una distancia de 3 metros de la piscina, ya que es muy importante que el mismo, no se moje, no sea maniobrado por terceras personas, y evitar que el sol lo sobrecaliente al mismo y a los componentes.

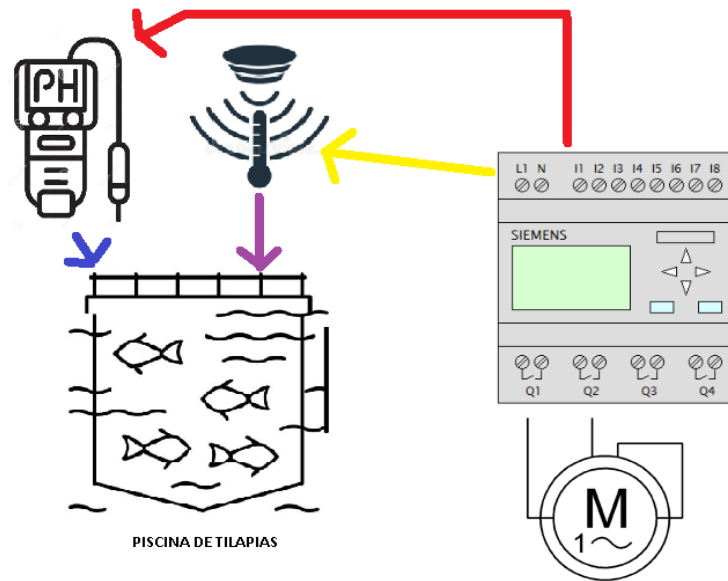


Figura: Estructura básica del proyecto

### 3.2.2. CONEXIONES MODBUS ENTRE PLC MAESTRO/PLC LOGO Y ARDUINO MEGA Y ARDUINO UNO

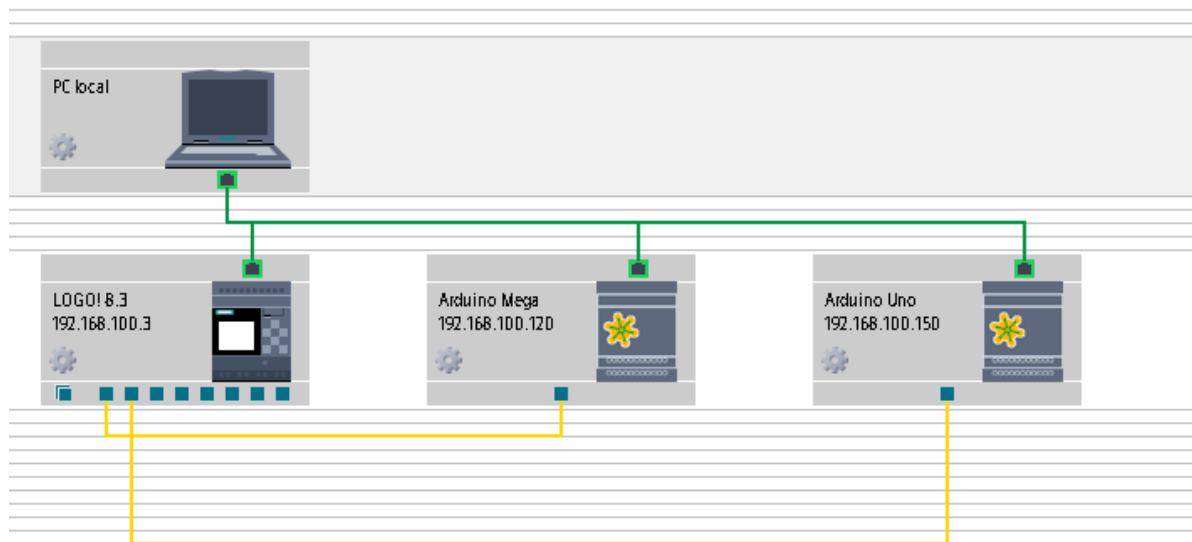


Figura: Conexión MODBUS entre PLC y ARDUINO

Para la conexión entre el PLC, Arduino Mega y Arduino Uno mediante una red local, se realizó una conexión llamada MODBUS, que es una configuración usada en las industrias para la comunicación entre PLS's, drivers, módulos y todos los dispositivos que puedan enviar información por internet, etc.

Este sistema permitirá el intercambio de lecturas de señales digitales, analógicas y otros tipos de datos. Por lo tanto, enviara información de los sensores como son el de pH y la temperatura del agua, los cuales son medidos desde los Arduinos y enviados al dispositivo PLC de Siemens, para que posteriormente el microcontrolador PLC realice una acción establecida, de acuerdo con los datos recibidos por el Arduino.

En el programa LOGO SOFT 8.3 se debe establecer la dirección IP para trabajar con una red única para ambos dispositivos (PLC – ARDUINO). En la sección de Árbol de Proyectos/Configuración de Dispositivos/Puerto Profinet y establecer la dirección IP que se usara.

Ejemplos de Tipos de conectividad IP:

- 192.168.100.1
- 192.168.100.3
- 192.168.100.120
- 192.168.100.150

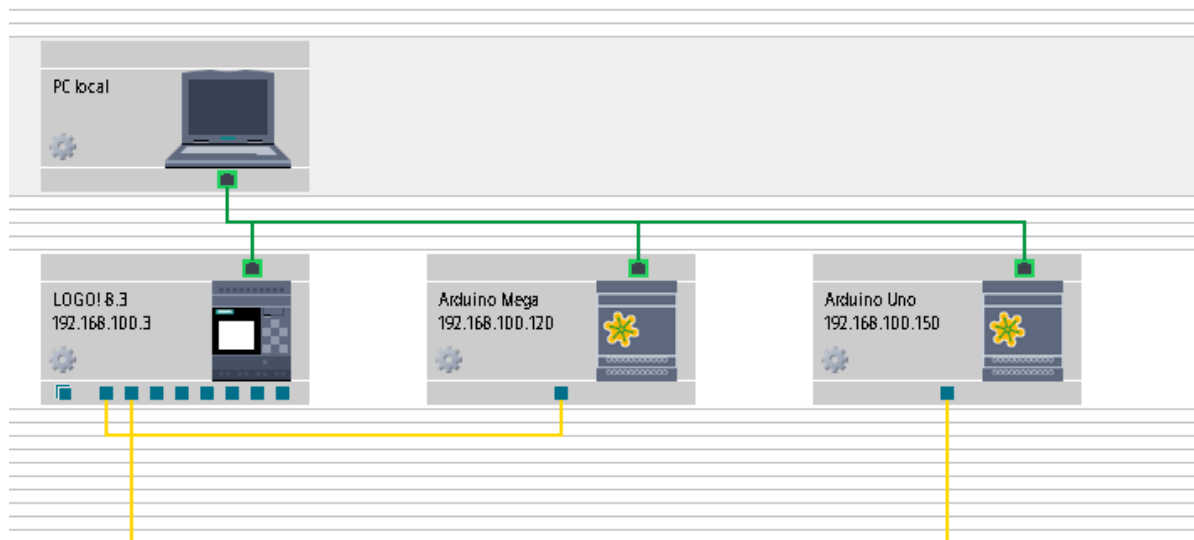


Figura: Configuración de la IP en LOGO SOFT 8.3

Crear un bloque de datos para almacenar los datos de Arduino, en la sección de Árbol de proyecto, se crea un bloque para Arduino, se añade la función MODBUS CLIENT para facilitar la recolección de datos y activar una salida.

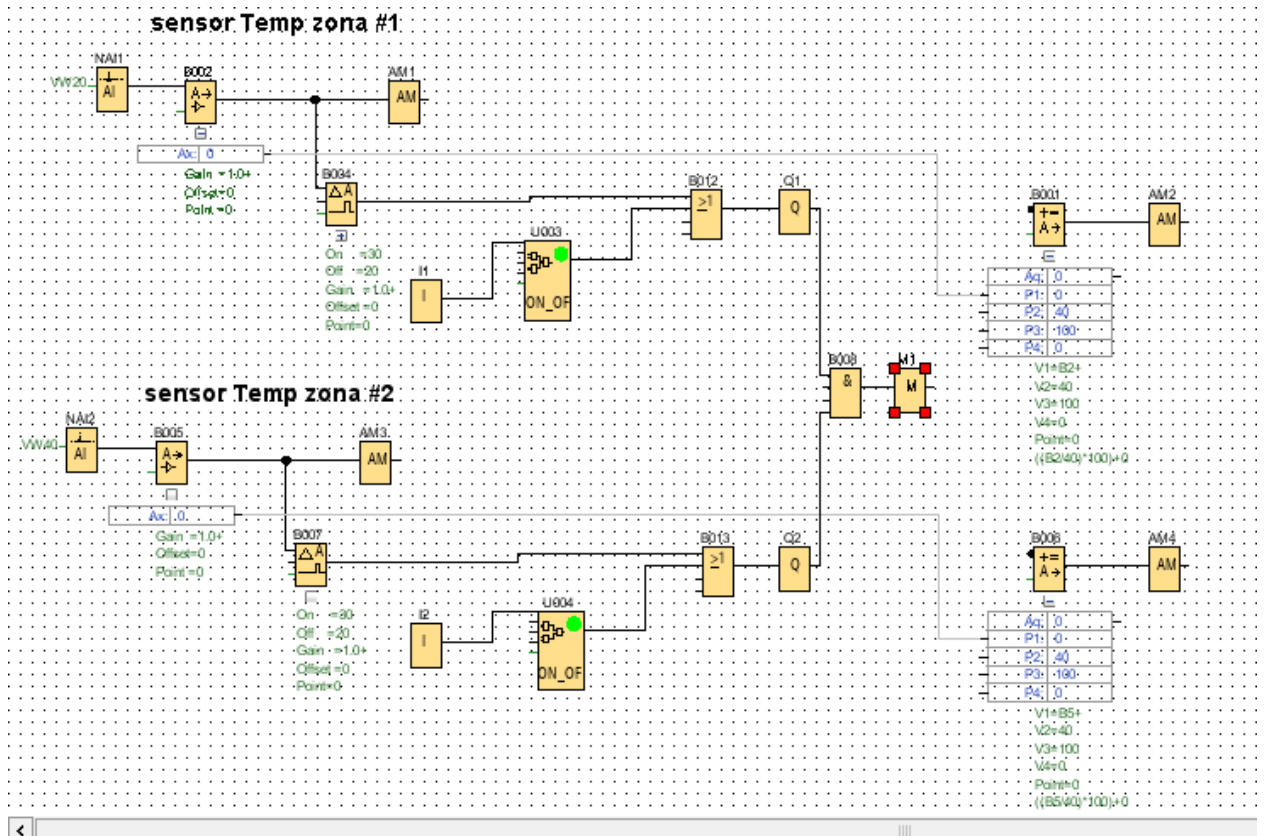


Figura: Entrada y Salida de Datos

### 3.2.3. CONEXIONES Y CONFIGURACION DEL SHIELD ETHERNET

El módulo Ethernet posee una conexión RJ45 la cual está siendo usada para la comunicación local de red, esto con el fin de poder compartir la información de los Arduino entre cualquier dispositivo conectado con la misma IP. En este trabajo se ha utilizado el SHIELD DE ETHERNET para el cambio de información medida entre los sensores conectados al Arduino, hacia el PLC.

La conexión del Shield Ethernet, y su conexión con los dos Arduinos utilizadas en este proyecto, tanto en Arduino Mega y el Arduino Uno quedan representado en las siguientes imágenes:



Figura: Apariencia de los Módulos de Arduino con Shield Ethernet

### 3.2.4. CONEXIONES ENTRE LOS SENSORES Y LOS MODULOS ARDUINO

#### 3.2.4.1. ESQUEMA DEL MODULO PH

Este sensor consta de dos partes, por un lado, tenemos la placa controladora y el filtro de pH, es el encargado de hacer las mediciones de impureza del agua y enviar esos datos al Arduino y al PLC.

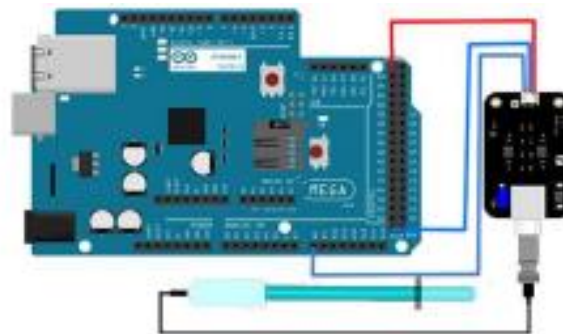


Figura: Conexión Básica entre Sensor de pH y Arduino

#### 3.2.4.2. ESQUEMA DE SENSOR DE TEMPERATURA

Esta es una representación de las conexiones de Arduino con los módulos de Temperatura, para este caso se están usando dos sensores de temperatura, ya que las dimensiones de la piscina del criadero son grandes, con dos módulos podemos obtener una medición más exacta y un promedio de la temperatura general del criadero.

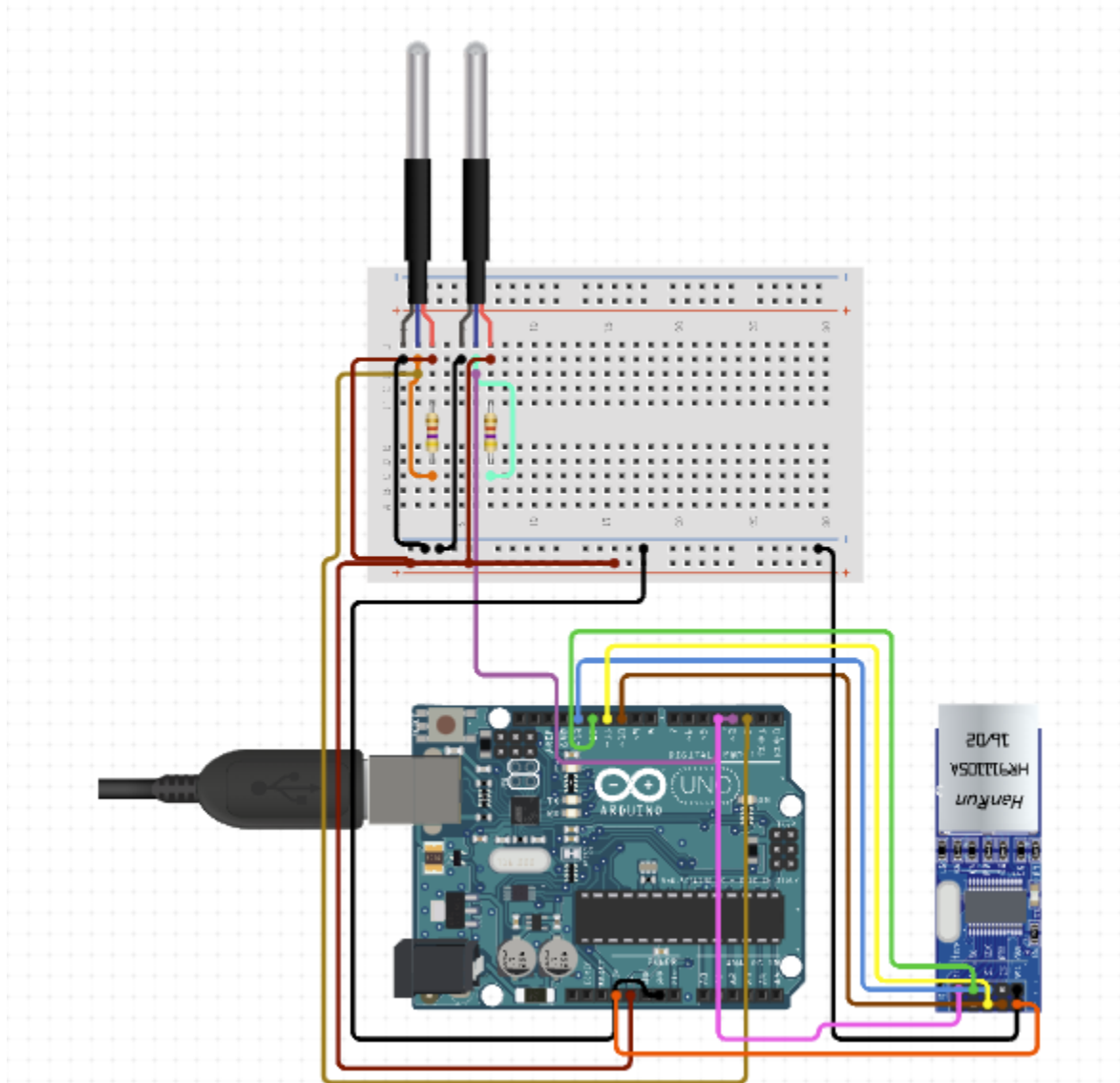


Figura: Conexión entre los dos Sensores de Temperatura y Arduino



### 3.2.5. CONFIGURACION LOGICA DEL MODULO ETHERNET CON ARDUINO

2\_PH\_MODBUS\_Tcpip

MgsModbus.cpp

MgsModbus.h

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include "MgsModbus.h"
#include <Wire.h>

const int sensorph=20;

float calibration_value = 21.34-0.92;
int phval = 0;
unsigned long int avgval;
int buffer_arr[10], temp;
int t=0;

//Modbus communication
MgsModbus Mb;
// Ethernet settings (depending on MAC and Local network)
byte mac[] = {0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0F, 0x08, 0xE1};
IPAddress ip(192, 168, 100, 150);
IPAddress gateway(192, 168, 0, 1);
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);

void setup(){
  Serial.begin(9600);// inicializamos el serial com

  // initialize the ethernet device
```

2\_PH\_MODBUS\_Tcpip

MgsModbus.cpp

MgsModbus.h

```
  Serial.begin(9600);// inicializamos el serial com

  // initialize the ethernet device
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);

  //DECLARA ENTRADAS - SALIDAS
}
//Continuous data updating
void loop(){

for (int i = 0; i < 10; i++)
{
  buffer_arr[i] = analogRead(A0);
  delay(30);
}
for (int i = 0; i < 9; i++)
{
  for (int j = i + 1; j < 10; j++)
  {
    if (buffer_arr[i] > buffer_arr[j])
    {
      temp = buffer_arr[i];
      buffer_arr[i] = buffer_arr[j];
      buffer_arr[j] = temp;
    }
  }
}
}
```

```

2_PH_MODBUS_Tcpip  MgsModbus.cpp  MgsModbus.h
    if (buffer_arr[i] > buffer_arr[j])
    {
        temp = buffer_arr[i];
        buffer_arr[i] = buffer_arr[j];
        buffer_arr[j] = temp;
    }
}
}
avgval = 0;
for (int i = 2; i < 8; i++)
    avgval += buffer_arr[i];
float volt = (float)avgval * 5.0 / 1024 / 6;
float ph_act = -5.70 * volt + calibration_value;

Mb.MbData[sensorph]= ph_act; //GUARDA EN EL ESPACIO 20 EL VALOR DE LA TEMPERATURA 1

//envia los mandos al logot

Serial.print("PH= ");Serial.print(ph_act);Serial.println(" C");
Serial.print("Tiempo= ");Serial.print(t);Serial.println(" s");Serial.println("_____");
delay(1000);
t=t+1;

//Run Modbus slave communication
Mb.MbsRun();
}

```

```

abra_MODBUS_Tcpip  MgsModbus.cpp  MgsModbus.h
|
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include "MgsModbus.h"

const int temperaturat=0; // Direccion donde se guardara el valor de la temperatura 1

const int temperatura2=10; // Direccion donde se guardara el valor de la temperatura 2

OneWire ourWire1(2); //Se establece el pin 2 como bus OneWire TEMP 1
OneWire ourWire2(7); //Se establece el pin 7 como bus OneWire TEMP 2

DallasTemperature sensors1(&ourWire1); //Se declara una variable u objeto para nuestro sensor1
DallasTemperature sensors2(&ourWire2); //Se declara una variable u objeto para nuestro sensor2

int t=0;

//Modbus communication
MgsModbus Mb;
// Ethernet settings (depending on MAC and Local network)
byte mac[] = {0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0F, 0x08, 0xE1};
IPAddress ip(192, 168, 100, 120);
IPAddress gateway(192, 168, 0, 1);
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);

```

```

abra_MODBUS_Tcpip  MgsModbus.cpp  MgsModbus.h
byte mac[] = {0x20, 0x42, 0x4A, 0x0F, 0x00, 0x1F};
IPAddress ip(192, 168, 100, 120);
IPAddress gateway(192, 168, 0, 1);
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);

void setup(){
  Serial.begin(9600);// inicializamos el serial com
  sensors1.begin();//Se inicia el sensor ds18b20 TEMP1
  sensors2.begin();//Se inicia el sensor ds18b20 TEMP1
  // initialize the ethernet device

  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);

  //DECLARA ENTRADAS - SALIDAS
}
//Continuous data updating
void loop(){

sensors1.requestTemperatures(); //Se envia el comando para leer la temperatura
float temp1= sensors1.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la temperatura en °C del sensor 1

sensors2.requestTemperatures(); //Se envia el comando para leer la temperatura
float temp2= sensors2.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la temperatura en °C del sensor 2

```

```

abra_MODBUS_Tcpip  MgsModbus.cpp  MgsModbus.h
}
//Continuous data updating
void loop(){

sensors1.requestTemperatures(); //Se envia el comando para leer la temperatura
float temp1= sensors1.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la temperatura en °C del sensor 1

sensors2.requestTemperatures(); //Se envia el comando para leer la temperatura
float temp2= sensors2.getTempCByIndex(0); //Se obtiene la temperatura en °C del sensor 2

Mb.MbData[temperatura1]= temp1; //GUARDA EN EL ESPACIO EL VALOR DE LA TEMPERATURA 1
Mb.MbData[temperatura2]= temp2; //GUARDA EN EL ESPACIO EL VALOR DE LA TEMPERATURA 2

//envia los mandos al logo

  Serial.print("Temp1= ");Serial.print(temp1);Serial.println(" C");
  Serial.print("Temp2= ");Serial.print(temp2);Serial.println(" C");
  Serial.print("Tiempo= ");Serial.print(t);Serial.println(" s");Serial.println("_____");
delay(1000);
t=t+1;

//Run Modbus slave communication
Mb.MbsRun();
}

```

### 3.2.6. PROGRAMACION PLC-LOGO

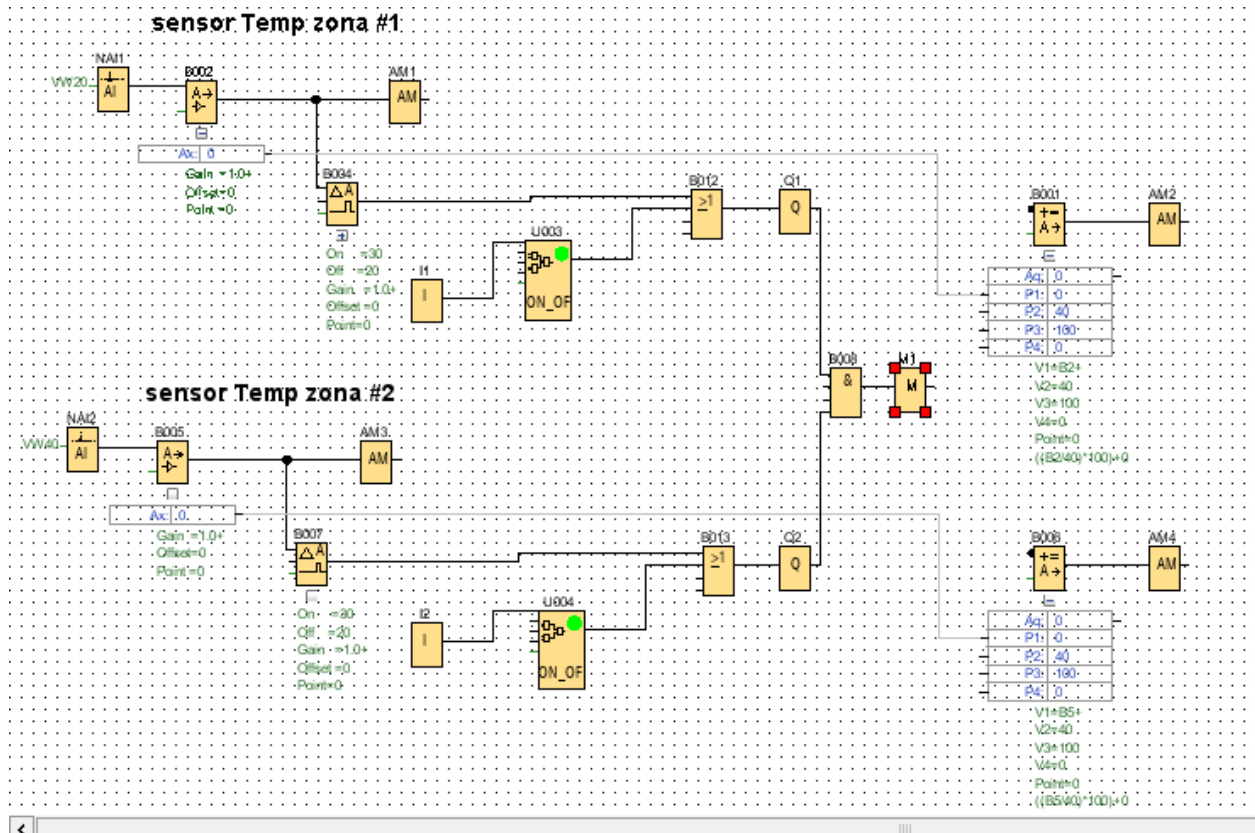


Figura: del programa encargado de recibir los datos de los sensores

La programación encargada de recibir los datos que proporciona el dispositivo esclavo que es el Arduino mega que se encarga de la obtención de datos de temperatura para que el PLC maestro se encargue de procesarlos y realizar el debido control para mejorar la temperatura.

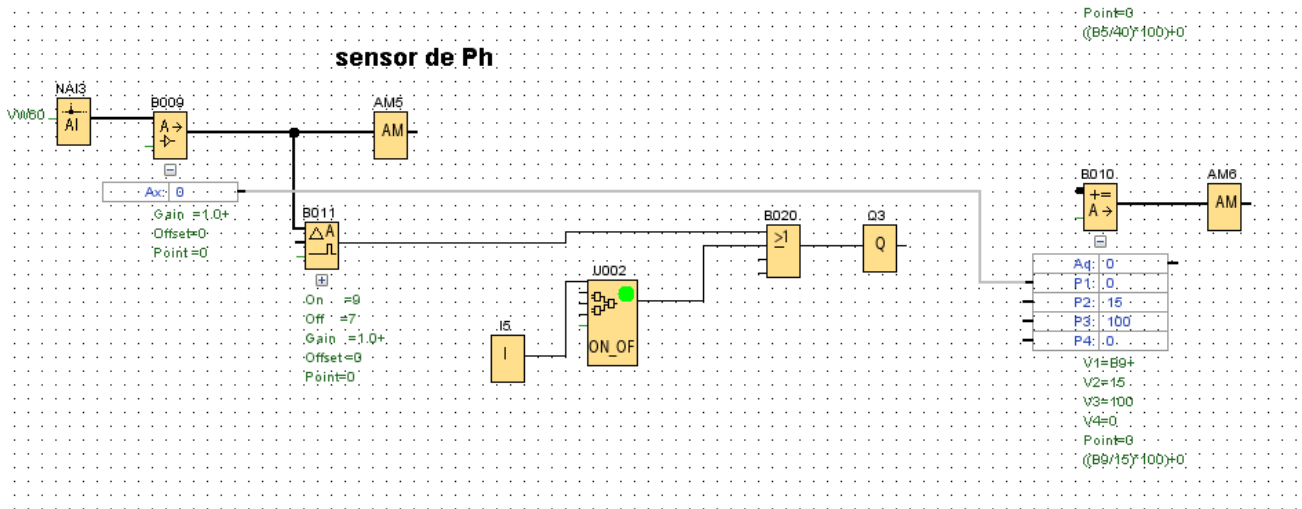


Figura de control del PH mediante el programa LOGO SOFT 8.3

parte dos del programa encargada de recibir los datos que proporciona el dispositivo esclavo que es el Arduino uno para que el PLC maestro realice la acción de control y resuelva problemas de PH en la piscina de tilapias.

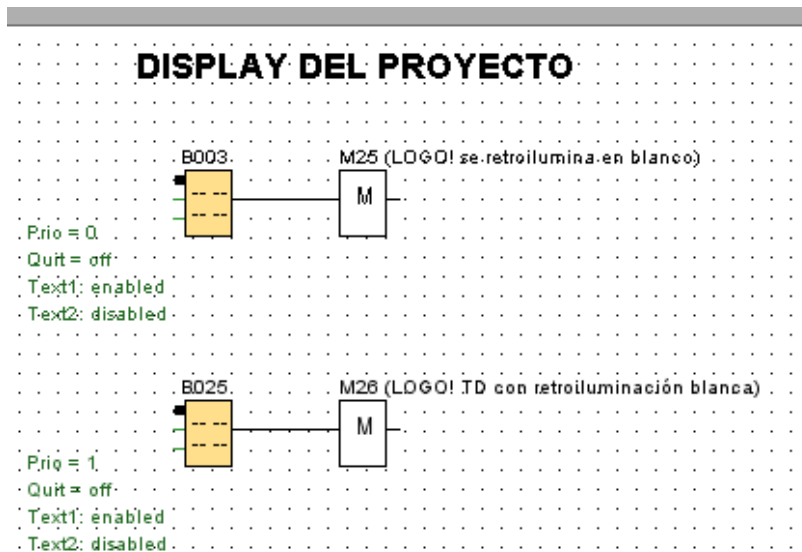


Figura: Display del controlador LOGO

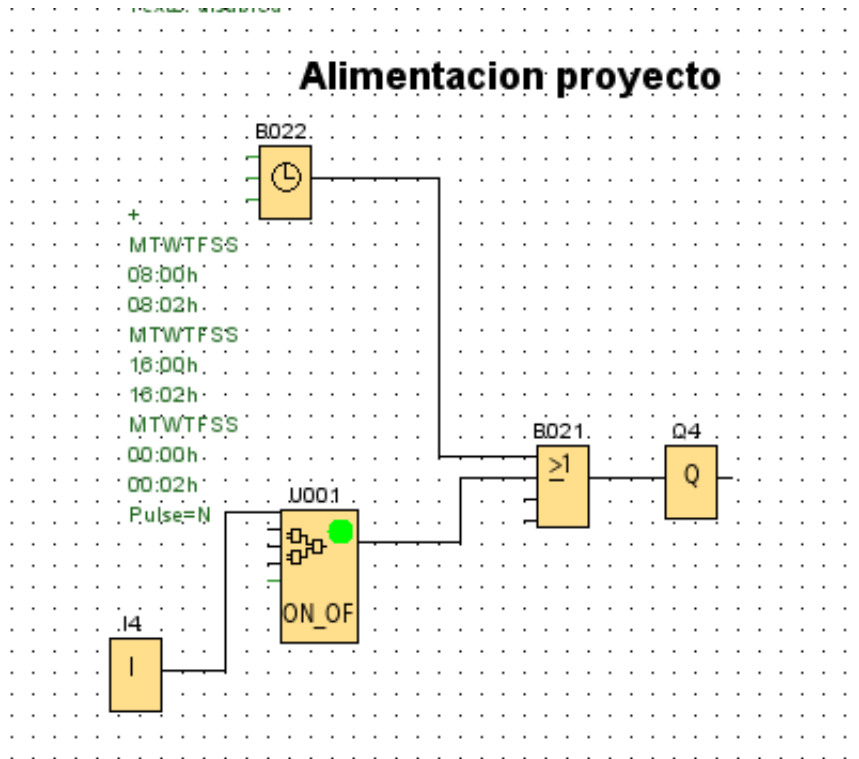


Figura:

Programación mediante un reloj semanal que se encarga de distribuir el alimento a las tilapias mediante un comedero.

### 3.2.7. ESQUEMA DE PULSADORES PARA EL FUNCIONAMIENTO MANUAL DEL SISTEMA

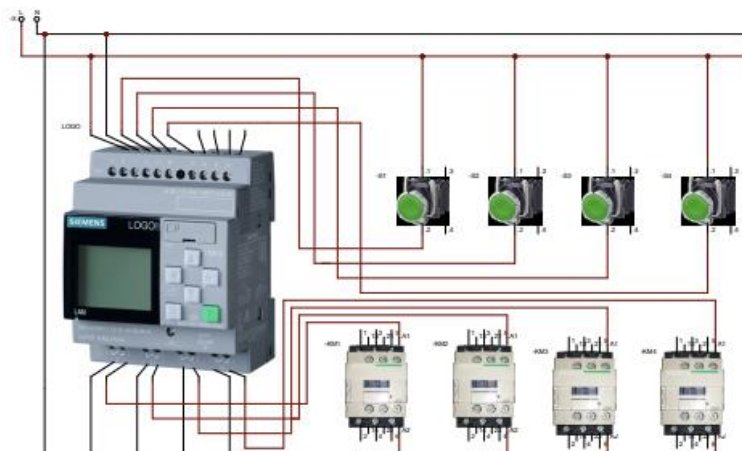


Figura del Controlador LOGO pulsadores y contactores

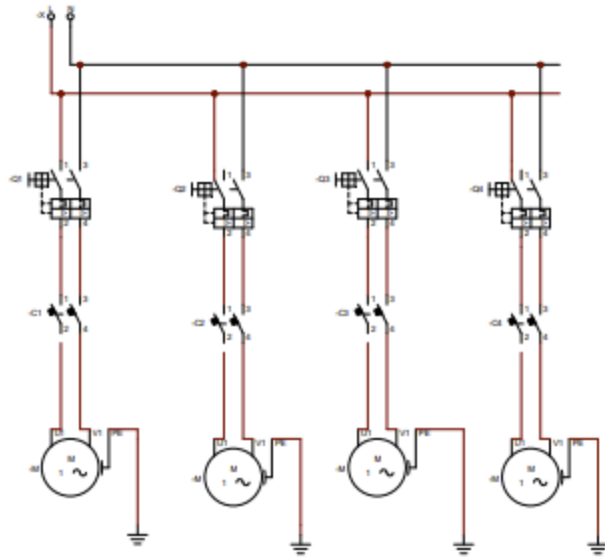


Figura: diagrama de fuerza utilizado en el proyecto

### 3.2.8. ENSAMBLE ELECTRONICO

En esta sección se presenta la imagen final del tablero, ya ensamblado con todos sus componentes internos, tanto los sensores como la alimentación que son externas se instalaron una vez el tablero estuvo junto a la piscina del criadero.



Figura: Tablero con sus componentes previo a su ensamble



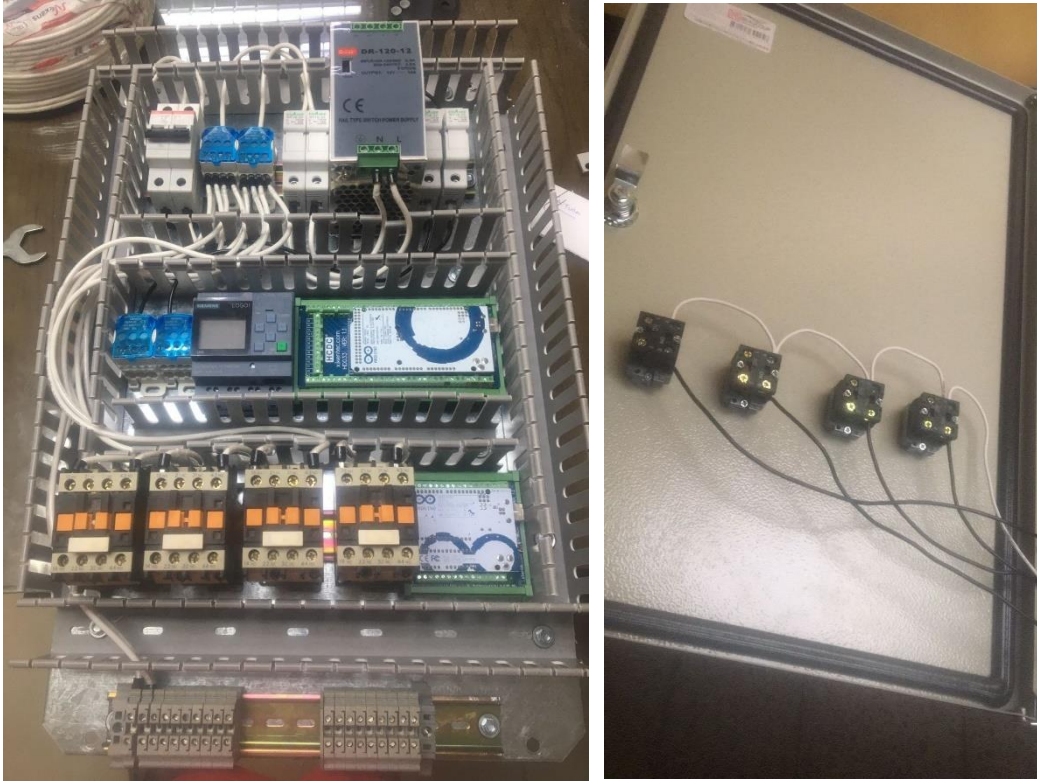


Figura: Tablero ensamblado y cableado con rieles y canaletas

### 3.2.9. PREPARACION DEL TERRENO

Al iniciar con la idea del proyecto de la piscina del criadero de tilapias, el terreno a tratar aun no estaba preparado, sin embargo, se empezó a trabajar en el mismo para poder optimizarlo para un criadero. Se adjuntas fotos del proceso desde el día que llegamos, hasta el día de la instalación del panel:



Figura: Terreno del criadero el día de inicio del proyecto



Figura: Preparación de planeamiento del terreno



Figura: Proceso de tratamiento con químicos



Figura: Terreno tratado y listo para llenar



Figura: Áreas tratadas cerca del terreno



Figura: piscina con las respectivas proteínas para el criadero de las tilapias



Figura: Primeros días llenando la piscina



Figura: Tablero posicionado en el lugar del recinto



Figura: Montaje del tablero en la zona del recinto

### **3.3.FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO**

El dispositivo funciona de la respectiva manera los controladores Arduino que son los dispositivos esclavos, son los encargados adquirir y enviar la información, proporcionada por los sensores mediante el protocolo MODBUS TCP/IP, el PLC LOGO ya que es el controlador maestro, es que recibe los datos y se encarga de activar las respectivas salidas, de acuerdo al control de la programación ya realizada en el software LOGO SOFT 8.3, además del control por sensores, se incluyó un control manual mediante pulsadores donde se realiza el movimiento de MARCHA Y PARO mediante un pulso, eso activaría cada salida de manera de emergencia para cuando los sensores estén inactivos.

### **3.4.BENEFICIOS DEL PROYECTO**

Los principales beneficiarios de este proyecto y su avance es la Familia Macias, por su compromiso con este proyecto. Por el convenio de las personas del recinto que nos dieron la oportunidad para realizar el levantamiento y nos proporcionaron la información necesaria para así poder moderar los problemas previos y actuales para la realización del criadero de tilapias. Siendo en el mismo recinto donde será instalado el tablero junto a la piscina de tilapias, donde esta especie se acogerá al mismo dando como resultado un amplio beneficio en su bienestar y reproducción.

Uno de los beneficios no directos, recae en los habitantes del sector y de sus alrededores en un radio de 25km a la redonda, que se ven beneficiados en la compra y consumo de la tilapia y también a los compradores al por mayor del producto. Importante hay que recordar que mientras mejor sea el sistema de control y automatización, mejor será la calidad de vida de la tilapia.

Elementos que se entregan del proyecto

Los elementos entregables son los siguientes:

- Tablero Eléctrico con todos sus componentes
- Prototipo funcional.
- Sensores Programados y Calibrados.
- Router
- Manuales de Usuario, prevención y Mantenimiento.



#### 4. CAPITULO: RESULTADOS DEL PROYECTO

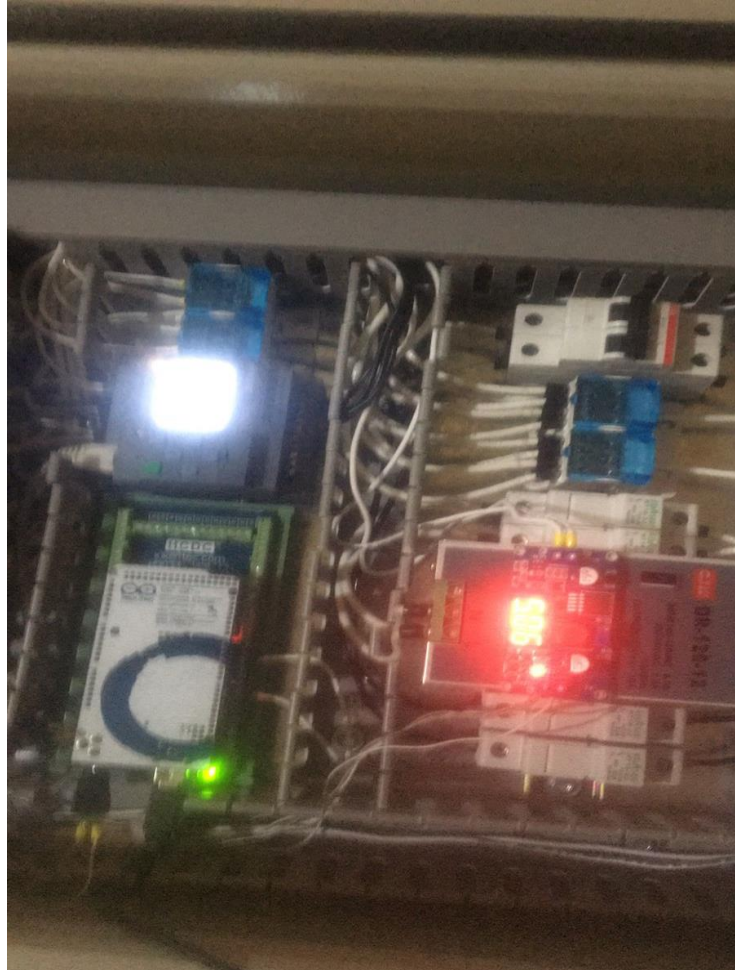


Figura: Tablero final con sus componentes y conexiones

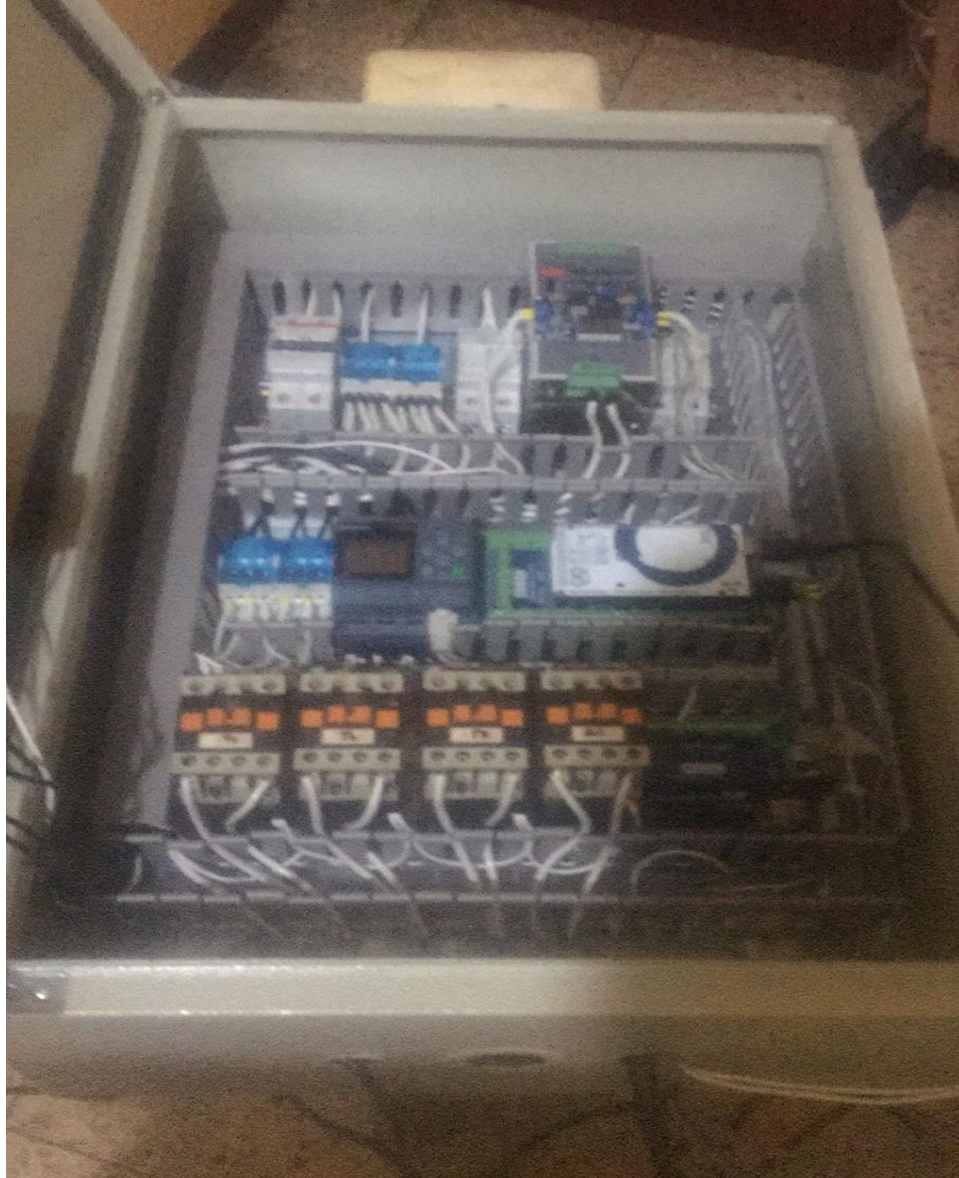


Figura: Tablero final con sus componentes y conexiones

#### **4.1.1. VALORES DE TEMPERATURA**

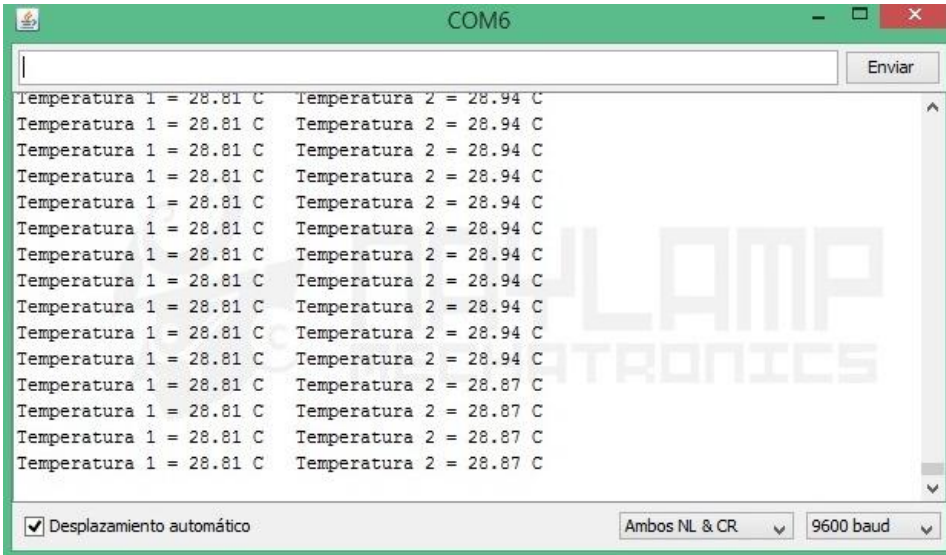


Figura: Lectura de variable de temperatura en el monitor del programa de Arduino

#### 4.1.2. VALORES DE PH

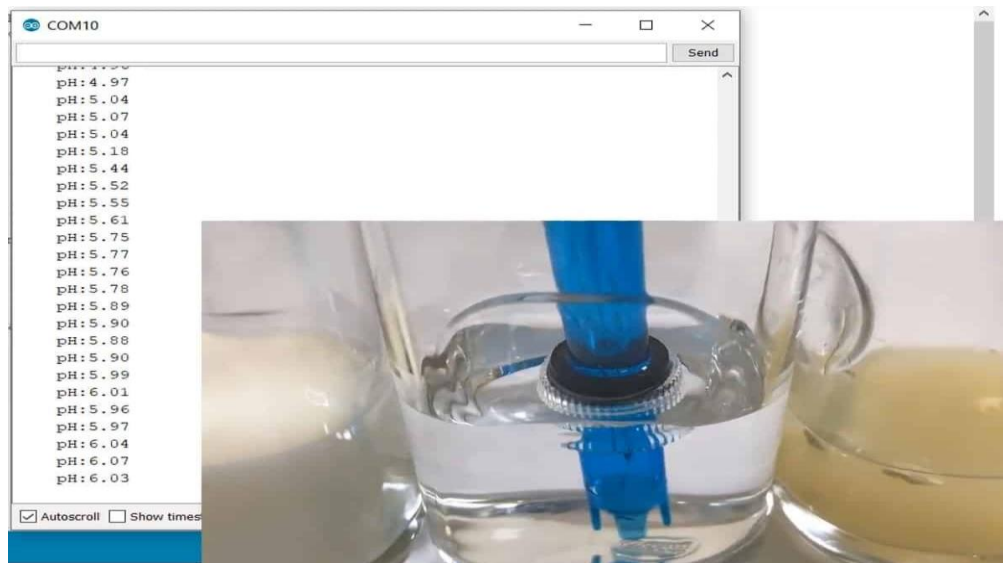


Figura: Imagen Real junto al monitor de Arduino

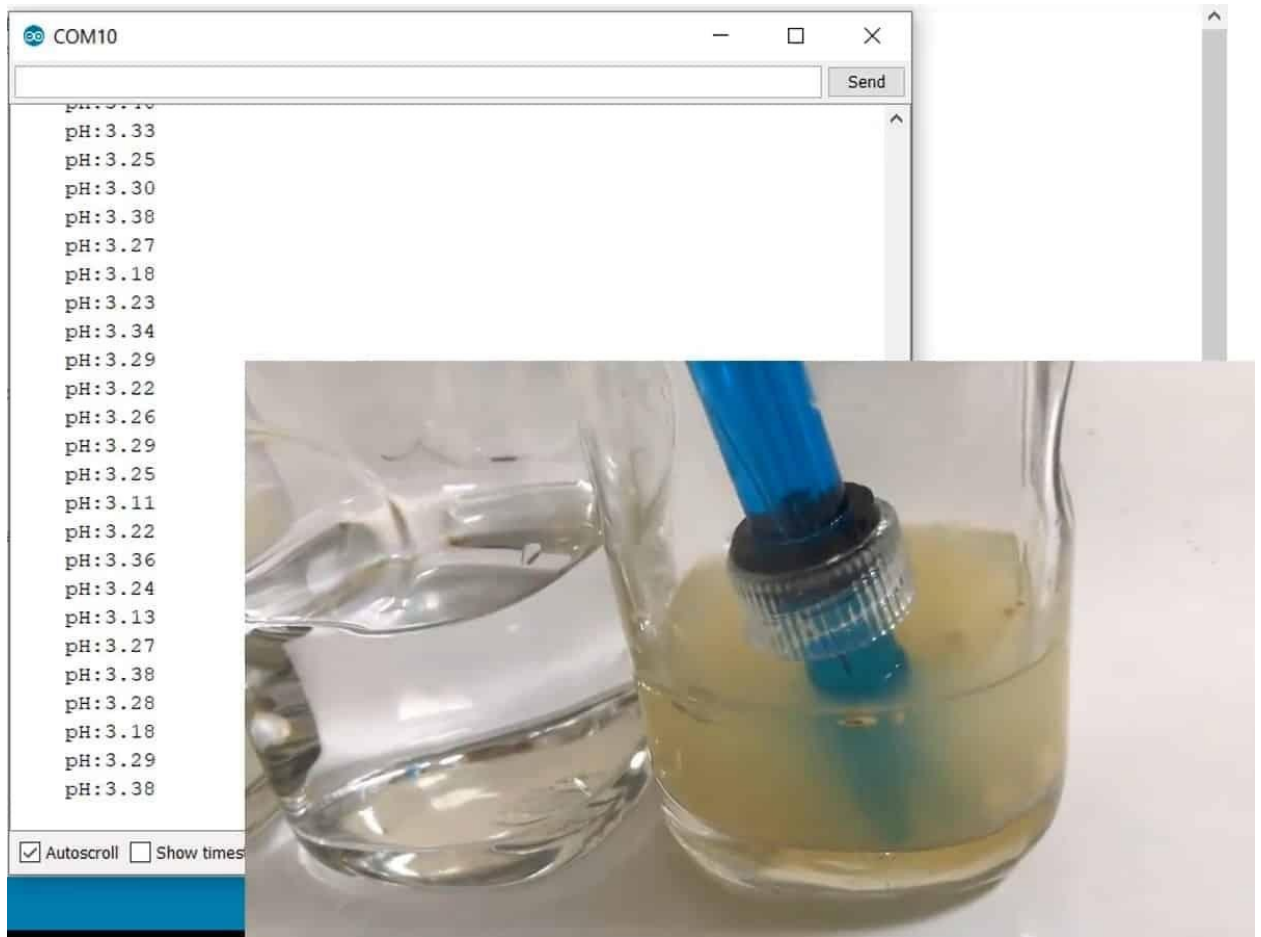


Figura: Imagen Real junto al monitor de Arduino

## **CONCLUSIONES**

Teniendo en cuenta el proyecto y la configuración de los componentes electrónicos los cuales ayudaron al avance y estructura de este y que controlan la alimentación y de los sensores específicos para la lectura y calibración del pH y temperatura se puede decir que han tenido una conexión óptima con la placa electrónica de Arduino.

Cuenta como una comodidad para los usuarios que están montando una piscina para el criadero de diferentes tipos de peces para su comercialización. En cuanto a la relación humano-maquina es más confiable ya que se instaló un sistema de alertas y de pulsadores externos de marcha y paro, también de sus respuestas con los sensores de temperatura y de pH al momento de estos sufrir alguna variante fuera del rango de variables ya programadas.

## **RECOMENDACIONES**

Según nuestra experiencia en el estudio del criadero, recomendamos realizar una revisión y mantenimiento periódico al tablero y los sensores, esto con el fin de verificar que todos los parámetros están trabajando de forma correcta o de llegar un momento en el que se requiera repararlos, mejorarlos y/o actualizarlos en algún futuro para mantenimiento o prevenir una mala salud de las tilapias o mejorarlas, pueda hacerse de manera confiable para evitar futuros problemas.

Se recomienda a los usuarios leer el manual para conocer cómo funciona el panel y que módulos son los encargados de medir las variables.

Se podría analizar la existencia de nuevos casos que no se han contemplado con anterioridad, ya que existen otros factores o variables que pueden cambiar con el transcurso del tiempo desde que se instaló el tablero, esto mediante artículos o investigaciones de profesionales que se mantienen al tanto de nuevos métodos de mantenimiento y reproducciones de la tilapia y su salud.

## BIBLIOGRAFIA

Flores Mollo, A. P. (2018). *Sistema de Monitoreo remoto de acuicultura en estanques para la crianza de camarones*. Chile.

Gavilánez Herrera, M. Á. (2019). *Diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los*. Guayaquil.

Instruments, N. (s.f.). <http://www.ni.com/tutorial/4811/es/>.

Instruments, N. (s.f.). <https://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>.

Instruments, N. (s.f.). <https://www.ni.com/es-cr/shop/select/usrp-software-defined-radio-reconfigurable-device>.

NATIONAL INSTRUMENTS. (2019). ( National Instruments Corporation) Recuperado el 16 de Febrero de 2019, de <http://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>

Rojas, T. E. (2016). *aprenderlyx*. (Aprender Lyx) Recuperado el 16 de Enero de 2019, de <http://aprenderlyx.com/tipos-de-metodologia-de-investigacion/>

ZABALA, G. A. (2017). *SISTEMA DE CONTROL DE LOS PROCESOS DE ALIMENTACIÓN*., Bolivia.

myelectronic. (s.f.). myelectronic. mipropia. Obtenido de Sensores y Actuadores: <http://myelectronic.mipropia.com/sensores.html?i=1>

**ANEXOS:**  
**I. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

	<b>CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>							
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	<b>DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL MAESTRO ESCLAVO UTILIZANDO EL LOGO SOF 8.3 Y ARDUINO PARA APLICACIONES INTELIGENTES DE UN CRIADERO DE TILAPIAS</b>							
<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Estudio y diseño del software LOGO SOFT	■	■						
Cotizaciones y Compras de los equipos a usar	■	■	■					
Configuración y Calibración de los equipos a Usar		■	■					
Visitas al lugar donde se preparó el terreno para el llenado de la piscina de Tilapias			■	■				
Armado Panel de Lectura.			■	■				
Pruebas en sitio y realización de las prácticas.					■	■	■	
Desarrollo del manual de prácticas.								■
Instalación de Acometida de voltaje y de Internet e instalación del Panel Eléctrico en la Zona de Trabajo							■	
Calibración de los Dispositivos ya instalados en la piscina y en comunicación con el Panel de control								■
Desarrollo de la documentación (TESIS).			■	■	■	■	■	■

*Tabla Cronograma de actividades a desarrollar.*

## II. PRESUPUESTO


		PRESUPUESTO DEL PROYECTO	
NOMBRE DEL PROYECTO		DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL MAESTRO ESCLAVO UTILIZANDO EL LOGO SOF 8.3 Y ARDUINO PARA APLICACIONES INTELIGENTES DE UN CRIADERO DE TILAPIAS	
DESCRIPCIÓN	CANT	ADQUIRIENTE	VALOR TOTAL
PLC SIEMENS LOGO V8.3 12/24RC	1	Siemens	\$170
ARDUINO UNO	1	Arduino	\$20
ARDUINO MEGA	1	Arduino	\$40
Caja para Tablero Beaucoup 600x500x200	1	Beaucoup	120\$
BREAKER DE 2P 16 <sup>a</sup>	4	Autores	60\$
SENSOR DE pH 4502C	1	Autores	\$ 45
MODULO ETHERNET SHIELD	2	Autores	\$18
Cable UTP Cat 6	100mt	Autores	\$35
Repartidor de Carga	1	Autores	10\$
Contactores	4	Autores	40\$
Fuente de 12 Voltios	1	Autores	20\$
Step-Down de Voltaje DC-DC	2	Autores	4\$
Pulsadores	4	Autores	8\$
Shield de borneras Arduino Mega (montaje riel DIN)	2	Autores	34\$
SENSOR DE TEMPERATURA DS18B20	2	Autores	\$20
Impresión Libro	3	Autores	\$ 60
<b>TOTAL</b>			<b>\$704</b>

Tabla 2 Presupuesto de propuesta de tesis





Figura: Imagen Real del criadero de tilapias



Figura: Imagen Real de las tilapias para muestreo de libras