

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

TEMA:

**Diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los
parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas
de camarón en laboratorios de acuicultura.**

AUTOR:

Gavilánez Herrera, Michael Ángel

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

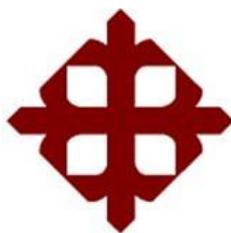
**INGENIERO EN ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Campoverde Cárdenas, Daniel Enrique MBA

Guayaquil, Ecuador

Marzo del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por el **Sr Michael Ángel, Gavilánez Herrera**, como requerimiento para la obtención del Título de **INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**.

TUTOR

Ing. Campoverde Cárdenas, Daniel Enrique MBA

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando M.Sc.

Guayaquil, a los 14 días del mes de marzo del año 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Gavilánez Herrera, Michael Ángel

DECLARO QUE:

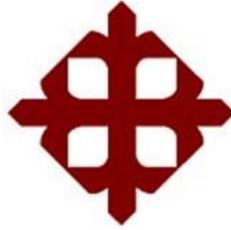
El trabajo de titulación denominado, “**Diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura**”, previo a la obtención del título de Ingeniero en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial., ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de investigación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 14 días del mes de Marzo del año 2019

EL AUTOR

Gavilánez Herrera, Michael Ángel



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Gavilánez Herrera, Michael Ángel**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación denominado, “**Diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura**”, Cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 días del mes de Marzo del año 2019

EL AUTOR:

Gavilánez Herrera, Michael Ángel



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

REPORTE URKUND

Reporte Urkund del trabajo de titulación en ingeniería Eléctrico- Mecánica denominado: **Diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura.** Del estudiante **Gavilánez Herrera, Michael Ángel**, se encuentra al 2% de coincidencias.

Atentamente.



Ing. Philco Asqui, Luis Orlando M.Sc.

Revisor

Agradecimiento

Mi agradecimiento primordial es a Dios, por mantenerme sano y darme tenacidad para seguir luchando día a día, para lograr la obtención de mis metas propuestas para el futuro de mi vida. De igual forma agradezco a mi familia en especial a mi esposa e hija, por entender que perdí muchos momentos de compartirlos con ellas ya que debía acudir a la universidad a recibir clases.

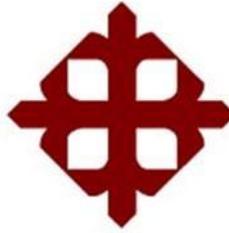
También deseo dar mis sinceros agradecimientos al ingeniero Daniel Campoverde Cárdenas, tutor asignado, por brindarme su tiempo y sus conocimientos para lograr el mejor desarrollo de mi trabajo de titulación, al igual que todas las personas que de alguna manera ayudaron al proceso de la misma.

De igual manera deseo dar mis agradecimientos a los docentes de la facultad de Educación Técnica Para El Desarrollo, que con las enseñanzas impartidas fueron acrecentando mis niveles de conocimientos profesionales, los cuales me ayudaran a obtener un futuro mejor y que siempre pondré al servicio del bien común.

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación está dedicado a todos los investigadores del área eléctrica y electrónica, así también está dedicada a las generaciones de ingenieros por venir, pudiendo adquirir la información necesaria, la cual les será muy útil, para el medio laboral en el que se desempeñan pudiendo así generar una forma de ingresos económicos, al momento de decidir poner en marcha este proyecto.

Al igual a las empresas del sector acuicultor no solo del Ecuador, sino de todo el mundo que tengan acceso a este diseño, el cual empleándolo en sus laboratorios ya en funcionamiento o en proyecto de construcción les permitirá optimizar recursos, y mejorar la producción de sus laboratorios de larva de camarón.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-
MECÁNICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Romero Paz, Manuel de Jesús, M.Sc.

DECANO

f. _____

Ing. Philco Asqui, Luis Orlando M.Sc.

COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

Ing. Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M.Sc.

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGUARA	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO 1.....	2
DESCRIPCIÓN GENERAL	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes	2
1.3 Definición del problema.....	3
1.4 Justificación del problema.....	3
1.5 Objetivos del problema de investigación	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 Hipótesis	4
1.7 Tipo de investigación.....	4
1.8 Metodología.....	5
PARTE I MARCO TEÓRICO	6
CAPÍTULO	
2.....	6
2.1 Fundamentos de la automatización	6
2.2 Objetivos de la automatización	6
2.3 Ventajas de la automatización	6
2.4 Principales desventajas	7
2.5 Autómatas programables (PLC).....	8
2.5.1 Principio de funcionamiento del (PLC)	9
2.5.2 Lenguaje de programación.....	10
2.5.3 Ambiente de desarrollo	16
2.5.3.1 Crear y modificar un proyecto RSLogix 500	19
2.5.3.2 Transferir un archivo del proyecto al controlador Logix 500	24
2.6 Interfaz Hombre-Máquina(HMI).....	26
2.6.1 Lenguaje de programación.....	27
2.6.2 Ambiente de desarrollo.....	27
2.6.3 Crear y modificar un proyecto en FactoryTalk View Studio.....	28

2.6.4	Configurar una red de comunicación.....	32
2.6.5	Transferir un archivo del proyecto al panel View Plus	33
	CAPÍTULO 3	35
	SISTEMAS AUTÓMATAS DE UNA CAMARONERA.....	35
3.1	Alimentadores automáticos	35
3.2	Beneficios de los alimentadores automáticos	36
3.3	Sistemas de calentamiento de agua.....	36
3.4	Sensores en la industria camarонера.....	37
3.4.1	Sensores de temperatura	37
3.4.2	Sensores de oxigenación.....	39
3.4.3	Sensores de pH	40
3.4.4	Sensores nivel de agua.....	41
3.4.5	Sensores de salinidad	42
3.5	Diseño del sistema del control automático	43
	PARTE II APORTACIONES	45
	CAPÍTULO 4.....	45
	DESARROLLO DEL DISEÑO	45
4.1	Variables del sistema.....	45
4.2	Plataforma de desarrollo	46
4.3	Diagrama de proceso.....	46
4.4	Nomenclatura de variable de control	47
4.4.1	Rangos de funcionamientos.....	47
4.4.2	Funcionamiento del proceso.....	48
4.4.3	Control de nivel	48
4.4.4	Alimentadores de balanceado	49
4.5	Oxigenación.....	50
4.5.1	Temperatura	50
4.5.2	Nivel de salinidad	51
4.5.3	Indicadores de estados de actuadores.....	52
4.5.4	Caldero	53
4.6	Diagrama de bloque	54
4.6.1	Plan de trabajo	54
4.6.2	Presupuesto	55
	CAPÍTULO 5.....	57

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1 Conclusiones	57
5.2 Recomendaciones	58
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	59
ANEXOS	62
Anexo 1. Listados de entradas y salidas conectadas al PLC	62
Anexo 2	63
Anexo 2. Programas de simulación para HMI	63
Anexo 3. Planos eléctricos del sistema de automatización	64
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 01	65
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 02	66
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 03	67
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 04	68
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 05	69
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 06	70
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 07	71
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 08	72
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 09	73
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 10	74
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 11	75
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 12	76
Anexo 3. Planos eléctricos pagina 13	77
Anexo 4. Fotografía de simulación del sistema	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Ventajas de implementar automatismo.....	7
Tabla 2.2: Desventajas de implementar automatización.....	8
Tabla 2.3: Tabla para asignar tag.....	15
Tabla 3.1: Densidad y tratamiento para el engorde de diversas especies de tipo penaeus.....	38
Tabla 3.2: Resumen de entrada y salidas requeridas	43
Tabla 4.1: Variables de control.....	45
Tabla 4.2: Variables de control nomenclatura.....	47
Tabla 4.3: Rangos de funcionamientos.....	48
Tabla 4.4: Planificación de actividades.....	55
Tabla 4.5: Presupuesto referencial.....	56

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 2.1: ciclo de procesamiento de información del PLC.....	9
Figura 2.2: Tipos de instrucciones disponibles den ladder.....	11
Figura 2.3: Bifurcaciones.....	11
Figura 2.4: Ejemplos de Bifurcaciones Paralelas y anidadas.....	12
Figura 2.5: Condiciones de entradas y salidas.....	12
Figura 2.6: Instrucciones básicas en Ladder.....	13
Figura 2.7: Organizar instrucciones de entradas	14
Figura 2.8: Organizar instrucciones de salida.....	15
Figura 2.9: Ejemplo de asignación de tags.....	16
Figura 2.10: Ambiente de desarrollo.....	17
Figura 2.11: acceso directo al ambiente de desarrollo RSLogix 500.....	19
Figura 2.12: crear un icono RSLogix 500.....	20
Figura 2.13: Leer equipo conectado RSLogix 500.....	20
Figura 2.14: Crear un proyecto nuevo RSLogix 500.....	20
Figura 2.15: Seleccionar el dispositivo conectado RSLogix 500.....	21
Figura 2.16: Seleccionar el dispositivo correctoRSLogix 500.....	21
Figura 2.17: Crear un proyecto nuevo RSLogix 500.....	22
Figura 2.18: Seleccionar opcion automatica o manual RSLogix 500.....	22
Figura 2.19: Configuración de autómatas y manual de módulos de entrada y salida.....	23
Figura 2.20: Programación de lógica escalera.....	23
Figura 2.21: Programación de lógica escalera.....	23
Figura 2.22: Descarga y simulación de la lógica PLC.....	24
Figura 2.23: Descarga y simulación de la lógica PLC.....	25
Figura 2.24: Verificación de la lógica en el PLC.....	25
Figura 2.25: Pasar el controlador online.....	25
Figura 2.26: Funcionalidad de la lógica PLC.....	26
Figura 2.27: Interfaz Hombre máquina.....	26
Figura 2.28: Acceder a FTV Studio.....	28
Figura 2.29: Selección de versión ME para panel operador.....	28
Figura 2.30: Pasos para crear proyecto nuevo en FTV-ME.....	29

Figura 2.31: Pasos para configurar un proyecto FTV-ME.....	29
Figura 2.32: Configuración de las seguridades de RumTime.....	30
Figura 2.33: Configuración de arranque FTV_ME.....	30
Figura 2.34: Edición de displays Main FTV-ME.....	31
Figura 2.35: Librería y herramientas de diseño FTV-ME.....	31
Figura 2.36: Configuración de la red de comunicación.....	32
Figura 2.37: Configuración red de comunicación FTV-ME.....	33
Figura 2.39: Transferir archivos.....	23
Figura 2.39: Crear Runtime FTV-ME.....	34
Figura 2.40: Compilar y ejecutar archivo.....	34
Figura 3.1: Motor de abastecimiento de alimento.....	35
Figura 3.2: Malla para piscina.....	37
Figura 3.3: Sensor de temperatura tipo RTD.....	38
Figura 3.4: Sensor de oxígeno disuelto en agua.....	40
Figura 3.5: Transmisor de pH.....	40
Figura 3.6: Transmisor de nivel tipo onda Guiada.....	41
Figura 3.7: Transmisor de salinidad.....	42
Figura 3.8: Equipos de automatización Requeridos.....	44
Figura 4.1: Plataforma FTV-ME.....	46
Figura 4.2: Diagrama de Proceso.....	46
Figura 4.3: Setpoint de nivel.....	48
Figura 4.4: Bomba y Válvula de ingreso de agua.....	49
Figura 4.5: Válvula de descarga de agua.....	49
Figura 4.6: Rangos de funcionamientos de la aireación.....	49
Figura 4.7: Motor y válvula de alimentación de balanceado.....	50
Figura 4.8: Motor y válvula de aireación	50
Figura 4.9: Funcionamiento para atemperar el agua.....	51
Figura 4.10: Funcionamiento para atemperar el agua.....	51
Figura 4.11: Funcionamiento Nivel de salinidad.....	52
Figura 4.12: Indicador estado apagado.....	52
Figura 4.13: Indicador estado encendido.....	52
Figura 4.14: Indicador de caldero apagado.....	53
Figura 4.15: Indicador de caldero encendido.....	53
Figura 4.16: Diagrama de bloque.....	54

RESUMEN

La presente investigación denominada diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura, tiene como principal objetivo realizar un diseño eléctrico y control automático de los parámetros estándares evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios, así como realizar el estudio y diseño de los equipos y sensores utilizados para la automatización de funcionamiento del laboratorio y definir plan de trabajo específico para solución inmediata ante cualquier falla del control automático. El diseño de la investigación es aplicada, descriptiva que permitió hacer una observación directa de los procesos, en análisis respectivo de la revisión documental al respecto de equipos y normativa que rige la actividad acuícola y posteriormente, con técnicas de simulación y tratamiento de datos referencial para concluir con una planificación de actividades y un análisis de costos al respecto de la implementación de los sensores para la valoración de los parámetros que funcionan dentro de la producción de larvas de camarón de un laboratorio, objeto principal del estudio. Se concluyó con una planificación de 4 meses que incluye los subsistemas de monitoreo y aplicación web, configuración de equipos concentradores, etapa de prueba y contraste con resultados manuales y la documentación respectiva, y un total de \$ 11.613,30 como presupuesto estimado.

Palabras claves: diseño eléctrico, simulación, sensores, laboratorio de larvas, parámetros de medición.

ABSTRACT

The present research, called electrical design of the operation and automatic control of the standard evaluative parameters to conserve the life of shrimp larvae in aquaculture laboratories, has as main objective to carry out an electrical design and automatic control of the standard evaluative parameters to conserve the life of shrimp larvae in laboratories, and perform the study and design of the equipment and sensors used for the automation of laboratory operation and define a specific work plan for immediate solution to any failure of automatic control. The design of the research is applied, descriptive that allowed to make a direct observation of the processes, in the respective analysis of the documentary review on equipment and regulations that govern the aquaculture activity and later, with techniques of simulation and treatment of referential data for conclude with a planning of activities and a cost analysis regarding the implementation of the sensors for the evaluation of the parameters that work within the production of shrimp larvae of a laboratory, the main object of the study. It was concluded with a 4-month planning that includes the monitoring and web application subsystems, configuration of concentrator equipment, testing stage and contrast with manual results and the respective documentation, and a total of \$ 11.613,30 as estimated budget.

Keywords: electrical design, simulation, sensors, larvae laboratory, measurement parameters.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1 Introducción

La alta demanda de larva de camarón y obtener mayor rentabilidad al bajar su costo de producción de este sector camaronero, hace que los laboratorios busquen áreas y así cada vez se expandan más, y cumplir con las producciones para la siembra de piscinas de camarón, utilizando mayores recursos humanos, económicos y naturales como es el uso de aguas y áreas de superficie donde se encuentra ubicado dichos laboratorios.

Al igual se aumenta la necesidad de contratar biólogos y afines para muestrear y monitorear de forma rutinaria y permanente las piscinas de pre crías de larva de camarón para su óptimo desarrollo en esta etapa, hasta ser transferidas hasta sus piscinas finales para su posterior cosecha y no obtener una producción fallida por muerte a causas de no contar con sus parámetros óptimos para la vida de las mismas.

Por tal motivo se da a conocer la importancia de la investigación y de la influencia de los medios tecnológicos, del diseño eléctrico y automatización, de los procesos rutinarios de control de parámetros óptimos para la supervivencia de la semilla o larva de camarón, teniendo como finalidad la solución mediante este proyecto, el cual con la inversión necesaria se lo pondrá en marcha y les ayudará a optimizar recursos y obtener mayor producción de dichos laboratorios.

1.2 Antecedentes

Desde hace varios años se ha venido desarrollando e implementando laboratorios de larva de camarón, con la finalidad de ganar tamaño en su crecimiento, acortar el tiempo de cosecha y además aumentar la calidad y supervivencia de la larva de camarón en las piscinas, donde se hace la siembra y con el proceso adecuado de alimentación, oxigenación y demás parámetros óptimos, finaliza su crecimiento deseado, en espera de su cosecha y posterior comercialización.

Estos laboratorios cuentan con gran infraestructura, sistemas de bombeos, sistemas de calentamiento de agua, dosificadores de alimentación y sistemas de aireación adecuada, sin embargo funcionan de modo manual y rutinario, con los controles eléctricos más sencillos del mercado y dejando abierta la oportunidad de optimizarlos con apoyo de recursos tecnológicos, tal como lo propone este estudio y diseño eléctrico para automatizar el proceso de control automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura.

1.3 Definición del problema

El alto costo que conlleva la producción de larva de camarón, incentivó al desarrollo de un diseño eléctrico del funcionamiento y control automático, de los parámetros estándares evaluativos, para conservar la vida de larva de camarón en laboratorios de acuicultura, ese diseño es beneficioso tanto en el aspecto de producción como el económico para laboratorios dedicados a siembra acuícola y sus cadenas de abastecimiento.

1.4 Justificación del problema

La implementación de este diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los parámetros estándares evaluativos, para conservar la vida de larva de camarón, como ventaja tiene la particularidad de que se puede realizar en distintos tipos de laboratorio de larva de camarón ya existente y en proceso de producción, además nos ayudará a mejorar la supervivencia, calidad y a bajar los costos de producción de la misma.

1.5 Objetivos del problema de investigación

1.5.1 Objetivo general

Realizar un diseño eléctrico y control automático de los parámetros estándares evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar el diseño del sistema de control para la automatización del laboratorio.
- Seleccionar los sensores y equipos complementarios idóneos para esta actividad.
- Definir un cronograma de ejecución y un presupuesto referencial de implementación.
- Simular las condiciones de operación y las medidas aplicables que pueden ser automatizadas a través de herramientas de ingeniería.

1.6 Hipótesis

Es posible la aplicación de medios tecnológicos y de programación automática en un laboratorio de larva de camarón ya existente y en proceso de producción, mejorar la calidad y tamaño de larva, reducir los índices de mortalidad, además bajar los costos de operación y producción de la misma, obteniendo también un ahorro económico muy importante y tiempo dedicado al continuo monitoreo mediante la toma de muestras por ingenieros biólogos y demás personas inmersas para dicho fin en estos laboratorio, supliéndose por sofisticados sensores y aplicables mediante un diseño eléctrico y control automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura.

1.7 Tipo de investigación

Para realizar este trabajo se realizó, un tipo de investigación teórica analítica, además se investigó y exploró el uso de equipos y así seleccionar el adecuado para este proyecto y herramientas de programación necesarias que serán empleadas en el desarrollo, las cuales nos permiten evaluar y simular el control del proceso automático, y haciendo uso de técnicas de investigación descriptivas, evaluativas y de campo, lo cual es de vital importancia para cumplir con el objetivo del diseño y control automático de este proyecto.

1.8 Metodología

La metodología de este diseño está basado en la experiencia diaria y en la investigación de manuales de usuario del fabricante Rockwell Automation en donde se exponen las herramientas de programación que permitirán evaluar y simular el control de los parámetros inmersos en el cultivo de camarón, tales como oxígeno disuelto, pH, salinidad, nivel de agua y temperaturas que son de vital importancia para el rendimiento esperado de la cría de camarón.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

2.1 Fundamentos de la Automatización.

Escobar, Flores, y Romero (2006) argumentan que el automatismo es un sistema formado por diferentes dispositivos y elementos que al recibir información generan comandos para que subsistemas receptores realicen su operación correspondiente dentro del marco de la activación global de señales de comando generadas por el automatismo.

Es decir, el fin básico de un automatismo es controlar una planta o sistema sin la necesidad de la intervención directa de un operario físico (Automatización y montaje, 2017).

2.2 Objetivos de la automatización.

Entre los objetivos de automatización tenemos:

- Mejorar rendimiento en procesos repetitivos
- Mejorar la cadencia y control de la producción.
- Mayor velocidad y control de calidad.
- Hacer frente a ambientes agresivos y hostiles para el ser humano.
- Mejorar la calidad en el trabajo industrial y la vida cotidiana.
- Hacer frente a ambientes agresivos y hostiles para el ser humano.
- Hacer frente a tareas repetitivas y poco estimuladoras.
- Realizar procesos difícilmente controlables de forma manual
- Controlar procesos muy rápidos y complejos
- Integrar equipos en múltiples estándares de comunicación (Profibus, ethernet industrial, etc.) (Torres, 2014).

2.3 Ventajas de la Automatización.

Al momento de tomar la decisión de automatizar o no un proceso industrial, o si esta automatización será parcial o total, debemos tener en cuenta diferentes

factores. Esto especialmente crítico cuando no se trata de una empresa de gran tamaño, ya que el impacto de las decisiones se hace notar más (MCR, 2016).

A continuación se presenta una tabla resumen en donde se plasman las principales ventajas de implementar sistemas de automatización en la industria en general, de donde se puede resaltar que los beneficios e impactos de automatizar son generalmente positivos para los procesos en especial los críticos como el nuestro en donde la vida de la larva de camarón depende de mantener ciertos parámetros de proceso dentro de los límites tolerables por la especie.

Tabla 2.1: Ventajas de implementar automatismo

Ventajas de implementar automatización	
Ventajas	Descripción
Repetición permanente	En los procesos ya depurados, este se repite continuamente sin alteraciones ni fallos, lo que permite producir de forma ininterrumpida con una oponibilidad 24 h. Esta ventaja es especialmente interesante en empresas con una marcada estacionalidad en la producción, que presenta incrementos muy marcados
Niveles de calidad óptimos	La automatización permite ejecutar los procesos con un nivel de precisión mucho más elevado que en un proceso manual. Las medidas, pesos o mezclas se calculan con la mínima unidad. Además, no se producen tiempos muertos ni interrupciones por errores o cambios en el proceso.
Ahorros de costes	Una vez automatizado un proceso, se necesita menos personal de base en la cadena de producción. Por otra parte, la automatización aumenta la eficiencia energética y de uso de materias primas. Así, se reducen los costes asociados a suministros y stock.
Tipo de producción	Dada la eficiencia y precisión del proceso automatizado, se reduce significativamente el tiempo de producción.
Seguridad del Personal	Se incrementa la seguridad del personal, especialmente en procesos que incluyen grandes pesos, temperaturas elevadas o entornos peligrosos (con productos químicos nocivos, radioactivos...).
Producción mas flexible	La automatización permite adaptar el producto a las características y requerimientos específicos de cada empresa. Además, permite realizar tareas imposibles de llevar a cabo de forma manual.
Mejora de Flujo de datos	Se produce una mejor integración en las redes de comunicación de datos, lo que permite reducir el tiempo de reacción ante cambios o alteraciones en la producción, así como tomar decisiones más precisas.
Ventajas competitivas	Todo lo expuesto aumenta la competitividad en el mercado, ya que se puede dar una mejor respuesta a las necesidades de este, ofrecer productos de mejor calidad en menor tiempo, reaccionar de forma más rápida y flexible a los cambios.

Fuente: (MCR, 2016)

2.4 Principales desventajas.

Es importante considerar que el implementar sistemas de automatización conlleva una inversión que depende netamente del diseño y de los requerimientos del proceso. Las soluciones de automatización son escalables y personalizables a la necesidad y al presupuesto disponible para la implementación.

Uno de los factores más importantes a demostrar para que los proyectos de automatización tengan viabilidad es el ROI- retorno de inversión. Además el presupuesto debe considerar mantenimientos de la plataforma, actualización constante y tiempo de vida útil antes de que los equipos implementados se vuelvan obsoletos.

Tabla 2.2: Desventajas de implementar automatización

Desventajas de implementar automatización	
Desventajas	Descripción
Personal especializado	El personal necesario para gestionar procesos automatizados es más especializado, por lo que puede ser más difícil de encontrar y más caro de contratar.
Costes de la inversión	Para algunas empresas, el coste inicial de la inversión puede percibirse como elevado, si no tienen en cuenta el ROI.
Dependencia Tecnológica	En función del proveedor escogido, y dada la elevada especialización de alguna maquinaria, la empresa puede verse ligada por contratos de mantenimiento o necesidades de desarrollo específicas.
Obsolescencia tecnológica	En cualquier tipo de industria existe el riesgo de obsolescencia, por lo que el proyecto inicial debe tener en cuenta la amortización de la inversión y el ROI, entre otros factores.

Fuente: (MCR, 2016)

2.5 Autómata Programable (PLC).

Según Orozco, Guanizo, y Holguín (2008) menciona que: Durante los últimos diez años el mercado de procesos industriales y de control ha crecido significativamente. Los PLCs se han mostrado como la base sobre la cual se fundamentan estos sistemas, pero además han aparecido las computadoras digitales como competencia directa gracias a las velocidades de procesamiento y los costos reducidos logrados y divisados hacia un futuro.

Con el desarrollo de estas tecnologías, cada uno de los proveedores trató de ofrecer sistemas amigables de programación que en principio funcionaron bien dentro de cada uno de sus sistemas orígenes. Pero debido a la fuerte demanda en la industria por una integración entre sistemas de diferentes naturalezas, fuentes y proveedores se hizo necesario la creación de un marco de referencia dentro del cual se mueva cada uno de los lenguajes de programación (Orozco, Guanizo, & Holguín, 2008).

Consideremos a este dispositivo como un conjunto de tarjetas electrónicas, programables, reutilizables, que sirven a un fin dictaminado por el programador, a continuación se describirá cómo trabaja internamente y el lenguaje de programación utilizado para configurar el funcionamiento deseado.

2.5.1 Principio de Funcionamiento del PLC

El principio de funcionamiento del PLC se resume en la figura a continuación:



Figura 2.1: *Ciclo de procesamiento de información del PLC*

- 1) El CPU realiza primero un barrido de todas las entradas digitales y analógicas conectadas en sus terminales y almacena el estado de las entradas en su memoria llamada imagen de entradas. Para nuestro caso esas entradas serían las condiciones estándar que deseamos supervisar y controlar.
- 2) Luego ejecuta el programa el cual consulta la memoria donde está almacenado el estado de cada entrada. El programa a la vez, modifica la zona de memoria correspondiente a las salidas llamada imagen de salidas.
- 3) Por último, el CPU transfiere los contenidos de a imagen de salidas hacia los circuitos. Las salidas son los elementos de campo, también llamados elementos de control o maniobra que nos permitirán ajustar nuestro proceso cuando exista una desviación en los parámetros estándar. Por ejemplo activar un sistema de calentamiento ante la falta de temperatura en el agua de la piscina de larvas.

Los cambios que ocurran en las entradas, durante la ejecución del programa, no son tomados en cuenta hasta el próximo barrido de entradas. El scan del programa se realiza de izquierda a derecha y de arriba – abajo.

El CPU o procesador del PLC proporciona control a través del uso de un programa que es creado por el programador. El programa donde se alojan las instrucciones se llama archivo del procesador. Este archivo contiene otros archivos que organizan su programa en secciones manejables. Estas secciones son:

- **Archivo de programa.**- Proporciona almacenamiento y control del programa principal y subrutinas.
- **Archivo de datos.**- Contiene el estado de las entradas y salidas del procesador, los temporizadores, contadores, etc.

Cada CPU puede contener un archivo de procesador a la vez. El archivo de programa está conformado de archivos de programa (hasta 256 por controlador) y archivos de datos (hasta 256 par controlador). Los archivos del procesador se crean en el modo fuera de línea usando algún dispositivo de programación. Estos archivos son posteriormente restaurados, o transferidos, al procesador para operación en línea y simulación de actividades.

2.5.2 Lenguaje de Programación

Existen al menos 5 tipos de lenguaje de programación diferentes para especificar órdenes a los PLC, son universales y todos los fabricantes de alta tecnología los implementan. El lenguaje de programación más sencillo y el utilizado en este proyecto es el lenguaje en escalera o también llamado Ladder.

La lógica de escalera se organiza como los renglones de una escalera y las instrucciones se colocan en cada renglón. Hay dos tipos básicos de instrucciones:

- **Instrucción de entrada:** Una instrucción que verifica, compara o examina condiciones específicas de la máquina o proceso.

- **Instrucción de salida:** Una instrucción que realiza alguna acción, tal como encender un dispositivo, apagar un dispositivo, copiar datos o calcular un valor.

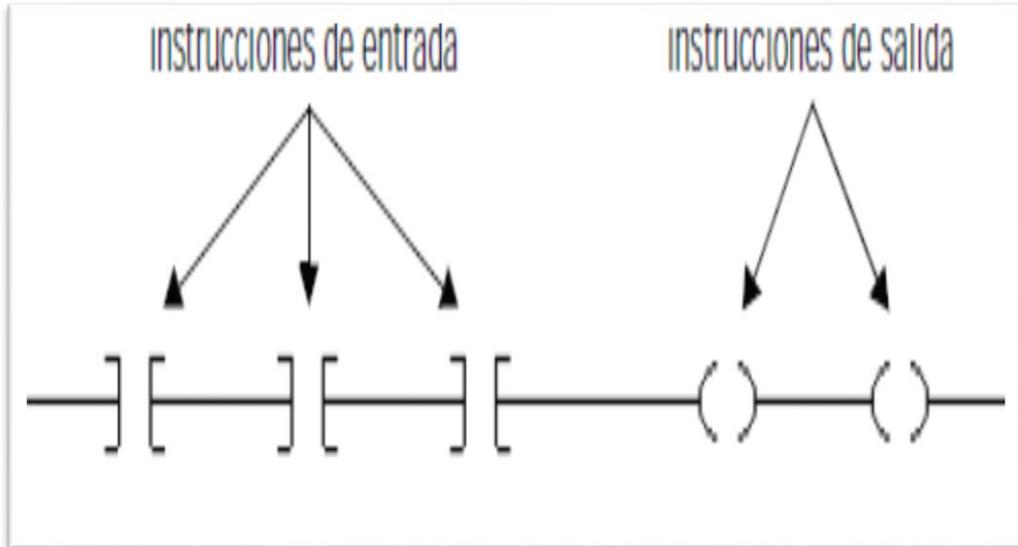


Figura 2.2: *Tipos de instrucciones disponibles en Ladder*

Una bifurcación consta de dos o más instrucciones en paralelo.

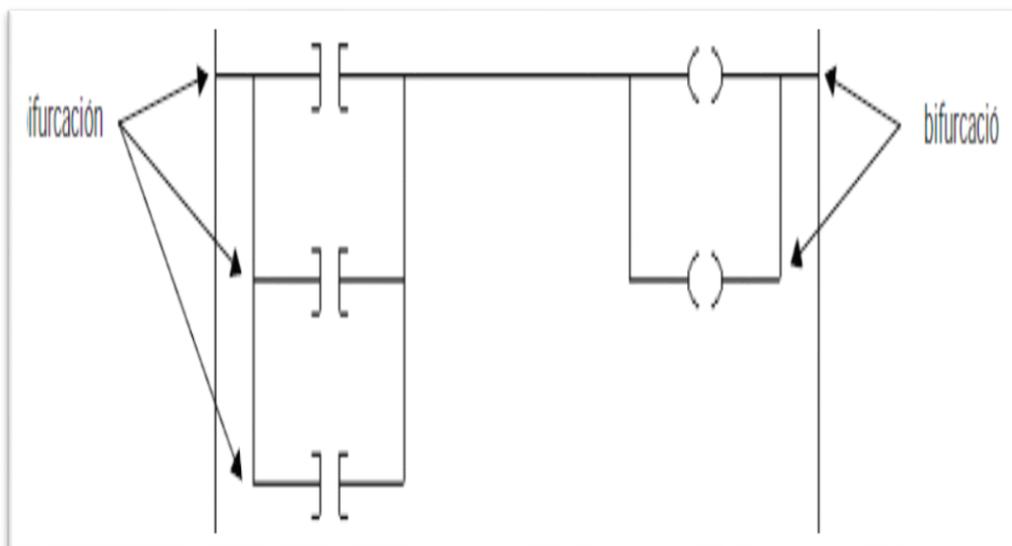


Figura 2.3: *Bifurcaciones*

No hay un límite del número de niveles de bifurcación en paralelo que usted puede introducir. La figura siguiente muestra una bifurcación en paralelo con cinco niveles. El renglón principal es el primer nivel de bifurcación, seguido por cuatro bifurcaciones adicionales. Se pueden anidar las bifurcaciones hasta en 6 niveles. La

instrucción de la derecha muestra una bifurcación anidada que tiene tres niveles.

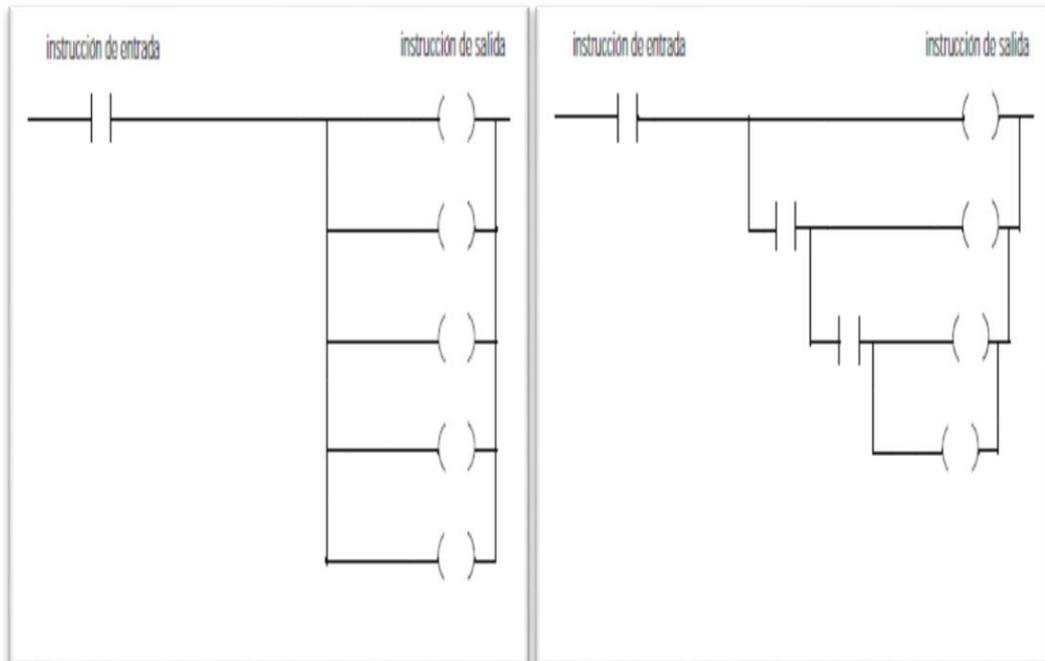


Figura 2.4: Ejemplos de Bifurcaciones paralelas y anidadas

El controlador evalúa las instrucciones de lógica de escalera según la condición de renglón que precede a la instrucción (condición de entrada del renglón).

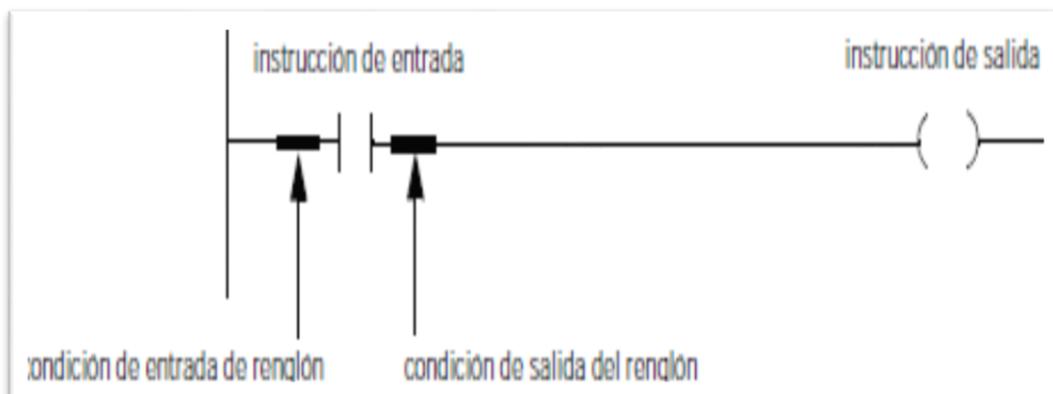


Figura 2.5: Condiciones de entrada y salida de renglón

- Sólo las instrucciones de entrada afectan la condición de entrada de renglón de instrucciones subsiguientes en el renglón.
- Si la condición de entrada del renglón a una instrucción de entrada es

verdadera, el controlador evalúa la instrucción y establece la condición de salida del renglón para que coincida con los resultados de la evaluación.

- Si la instrucción se evalúa como verdadera, la condición de salida del renglón es verdadera.
- Si la instrucción se evalúa como falsa, la condición de salida del renglón es falsa.
- Una instrucción de salida no cambia la condición de salida del renglón.
- Si la condición de entrada del renglón a una instrucción de salida verdadera, la condición de salida del renglón se establece como verdadera.
- Si la condición de entrada del renglón a una instrucción de salida es falsa, la condición de salida del renglón se establece como falsa.

Para desarrollar la lógica de escalera, es importante realizar las acciones siguientes:

a) Seleccione las instrucciones requeridas

- Separe las condiciones a verificar de la acción que se va a realizar.
- Seleccione la instrucción de entrada apropiada para cada condición y la instrucción de salida apropiada para cada acción.
- Para seleccionar instrucciones específicas, consulte los siguientes manuales del fabricante

Símbolo:	Nombre:	Mnemónico:	Descripción:
	Examine If Closed	XIC	Una instrucción que examina un bit de datos. Si el bit está: activado (1) desactivado (0)
			Entonces la instrucción (condición de salida de renglón) es: verdadera falsa
	Output Energize	OTE	Una instrucción de salida que controla un bit de datos. Si las instrucciones a la izquierda (condición de entrada de renglón) son: verdaderas falsas
			Entonces la instrucción cambia el bit a: activado (1) desactivado (0)

Figura 2.6: Instrucciones básicas en Ladder

Los ejemplos proporcionados en este capítulo usan dos instrucciones simples para ayudarnos a aprender cómo escribir la lógica de escalera, tal como lo muestra la ilustración 2.6.

b) Organice las instrucciones de entrada

Organice las instrucciones de entrada en un renglón usando el diagrama siguiente, como lo muestra la figura 2.7.

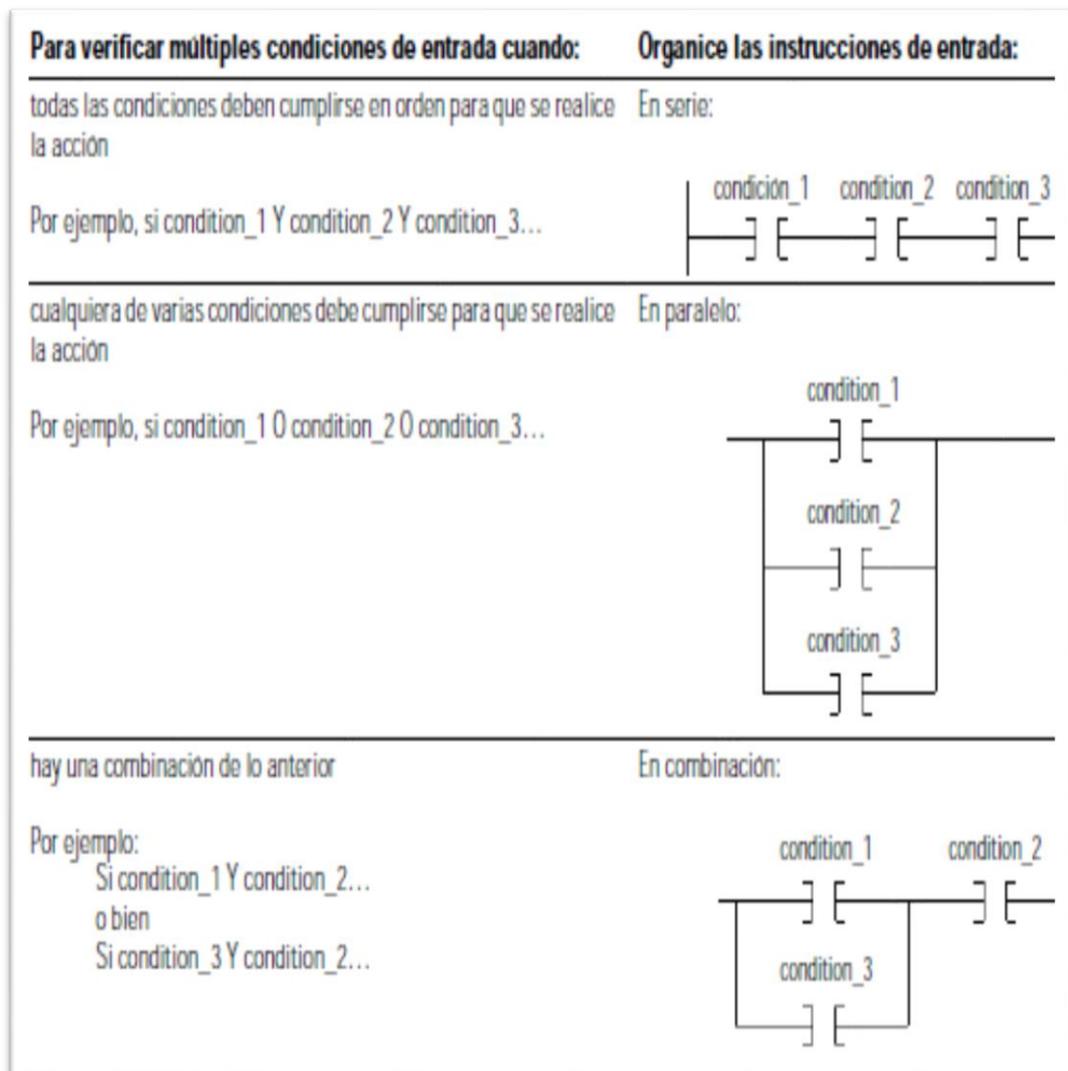


Figura 2.7: Organizar instrucciones de entrada

c) Organice las instrucciones de salida

Coloque por lo menos una instrucción de salida a la derecha de las

instrucciones de entrada. Puede introducir múltiples instrucciones de salida por renglón de lógica, de la siguiente manera, como lo muestra la figura 2.8.

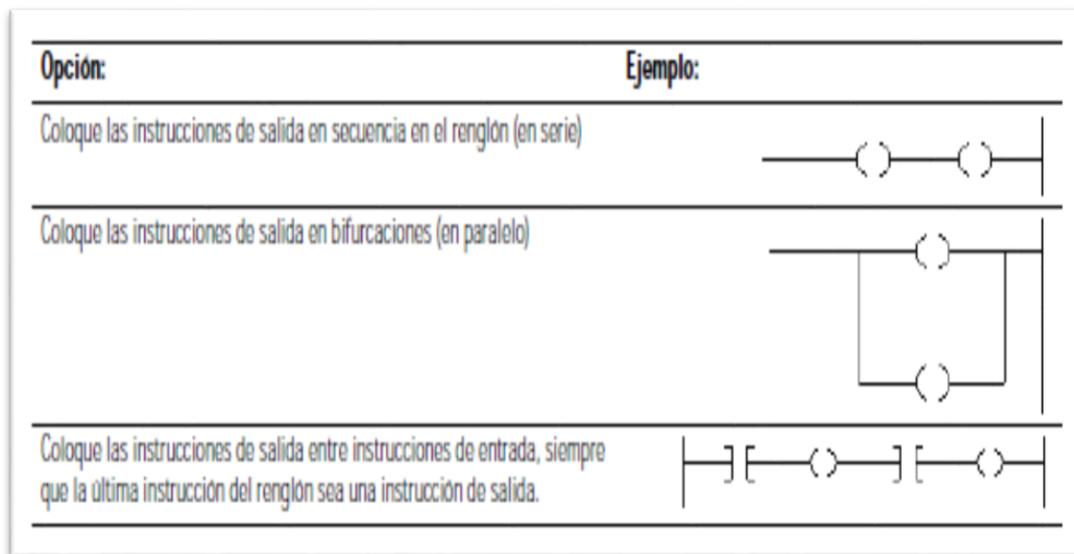


Figura 2.8: Organizar instrucciones de salida

d) Seleccione un nombre de tag para un operador

La mayoría de instrucciones requieren uno o más de los siguientes tipos de operador:

- Nombre de tag (variable)
- Valor inmediato (constante)
- Nombre de una rutina, etiqueta, etc.

La siguiente tabla 2.3, describe el formato para la asignación de un nombre de tag:

Tabla 2.3: tabla para asignación de tags

Para un:	Especifique:
tag	<code>tag_name</code>
numero de bit de un tipo de datos más grande	<code>tag_name.bit_number</code>
miembro de una estructura	<code>tag_name.member_name</code>
elemento de una matriz de una dirección	<code>tag_name[x]</code>
elemento de una matriz de dos direcciones	<code>tag_name[x, y]</code>
elemento de una matriz de tres direcciones	<code>tag_name[x, y, z]</code>
elemento de una matriz dentro de una estructura	<code>tag_name.member_name[x]</code>
miembro de un elemento de una matriz	<code>tag_name[x, y, z].member_name</code>

Dónde:

X es la ubicación del elemento en la primera dimensión

Y es la ubicación del elemento en la segunda dimensión

Z es la ubicación del elemento en la tercera dimensión

En la siguiente figura 2.9, se muestra ejemplos de asignación de tags.

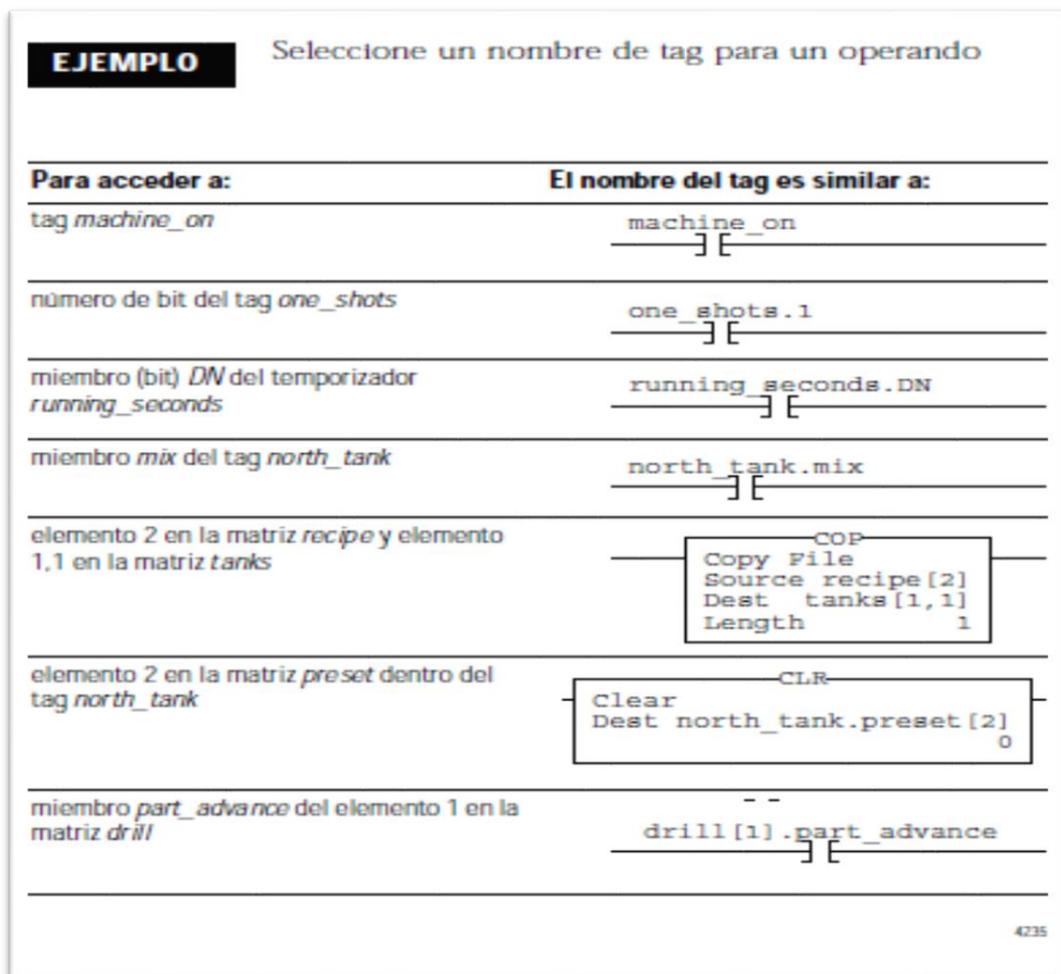


Figura 2.9: Ejemplo de asignación de tags

2.5.3 Ambiente de desarrollo

RSLogix 500 es el software destinado a la creación de los programas del autómat PLC seleccionado para el desarrollo del presente diseño. El lenguaje de esquema de contactos o también llamado lógico de escalera (Ladder) ha sido

utilizado para lograr la estructura de comandos que permitan control los elementos de campo seleccionados en el diseño. RSLogix500 incluye editor de Ladder y la opción de verificador de proyectos (creación de una lista de errores) entre otras opciones. Este producto se ha desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows® y el fabricante es Rockwell Automation. A continuación un resumen de las generalidades del ambiente de desarrollo:

Existen diferentes menús de trabajo en el entorno de RSLogix 500, a continuación se hace una pequeña explicación de los mismos:

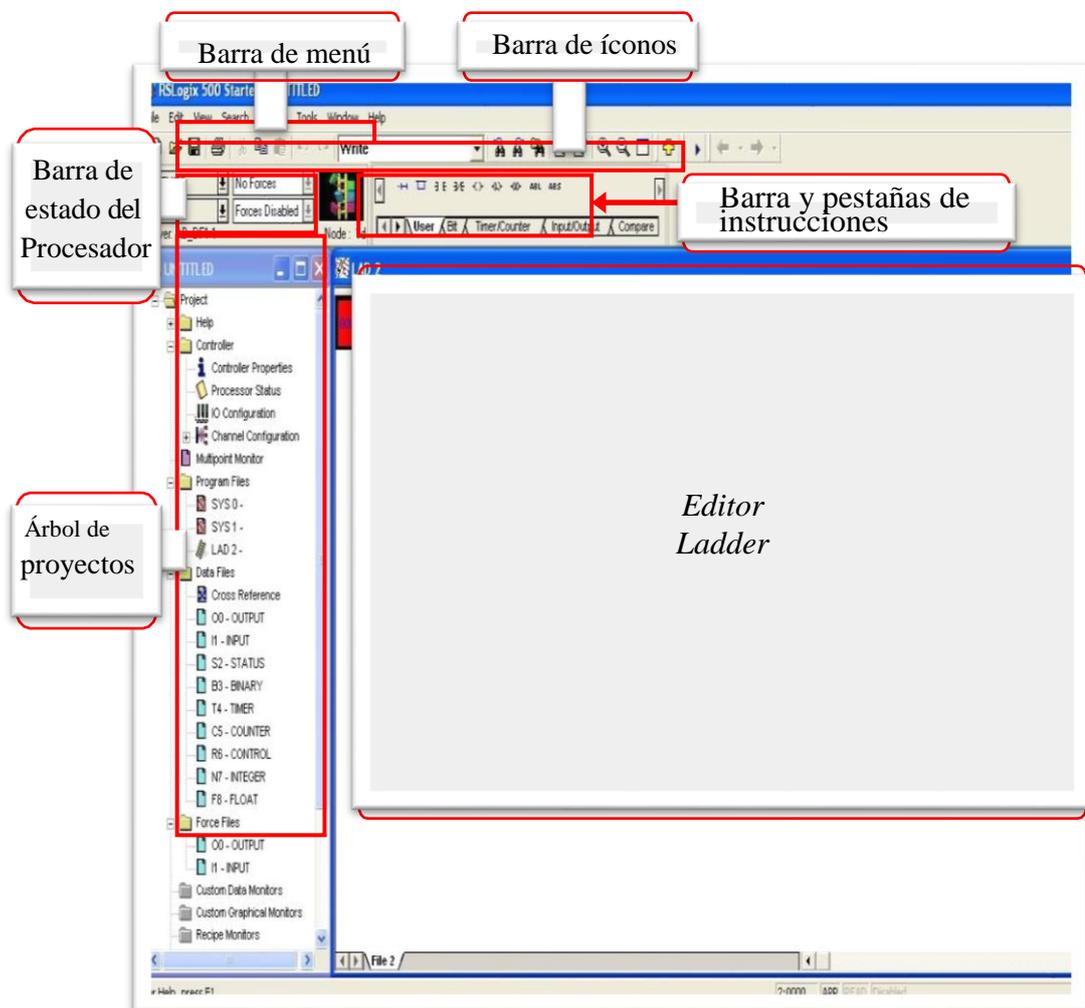


Figura 2.10: Ambiente de desarrollo

- a) **Barra de menú:** Permite realizar diferentes funciones como recuperar o guardar programas, opciones de ayuda, etc. Es decir, las funciones elementales de cualquier software actual.

- b) **Barra de iconos:** Engloba las funciones de uso más repetido en el desarrollo de los programas.
- c) **Barra de estado del procesador:** Nos permite visualizar y modificar el modo de trabajo del procesador (online, offline, program, remote), cargar y/o descargar programas (upload/download program), así como visualizar el controlador utilizado (Ethernet drive en el caso actual).
- d) **Barra de instrucciones:** Esta barra le permitirá, a través de pestañas y botones, acceder de forma rápida a las instrucciones más habituales del lenguaje Ladder. Presionando sobre cada instrucción, ésta se introducirá en el programa Ladder.
- e) **Ventana del programa Ladder:** Contiene todos los programas y subrutinas Ladder relacionados con el proyecto que se esté realizando. Se puede interaccionar sobre esta ventana escribiendo el programa directamente desde el teclado o ayudándose con el ratón (ya sea arrastrando objetos procedentes de otras ventanas ó seleccionando opciones con el botón derecho del ratón).
- f) **Árbol del proyecto:** Contiene todas las carpetas y archivos generados en el proyecto, estos se organizan en carpetas.

Los modos de trabajo más usuales son:

- a) **Offline:** Consiste en realizar el programa sobre un ordenador, sin necesidad alguna de acceder al PLC para posteriormente una vez acabado y verificado el programa descargarlo en el procesador. Este hecho dota al programador de gran independencia a la hora de realizar el trabajo.
- b) **Online:** La programación se realiza directamente sobre la memoria del PLC, de manera que cualquier cambio que se realice sobre el programa afectará directamente al procesador, y con ello a la planta que controla. Este método es de gran utilidad para el programador experto y el personal de mantenimiento ya que permite realizar modificaciones en tiempo real y sin necesidad de parar la producción.

2.5.3.1 Crear y Modificar un Proyecto RSLogix 500.

Para crear y modificar un proyecto es RSLogix500 se requiere instalar el programa en nuestro computador y registrar la respectiva licencia de activación. Para nuestro caso se utilizará la licencia gratuita que dispone el software cuando se instala por primera vez. Una vez instalado el programa, aparecerá un acceso directo en el escritorio tal como lo muestra la figura 2.11.

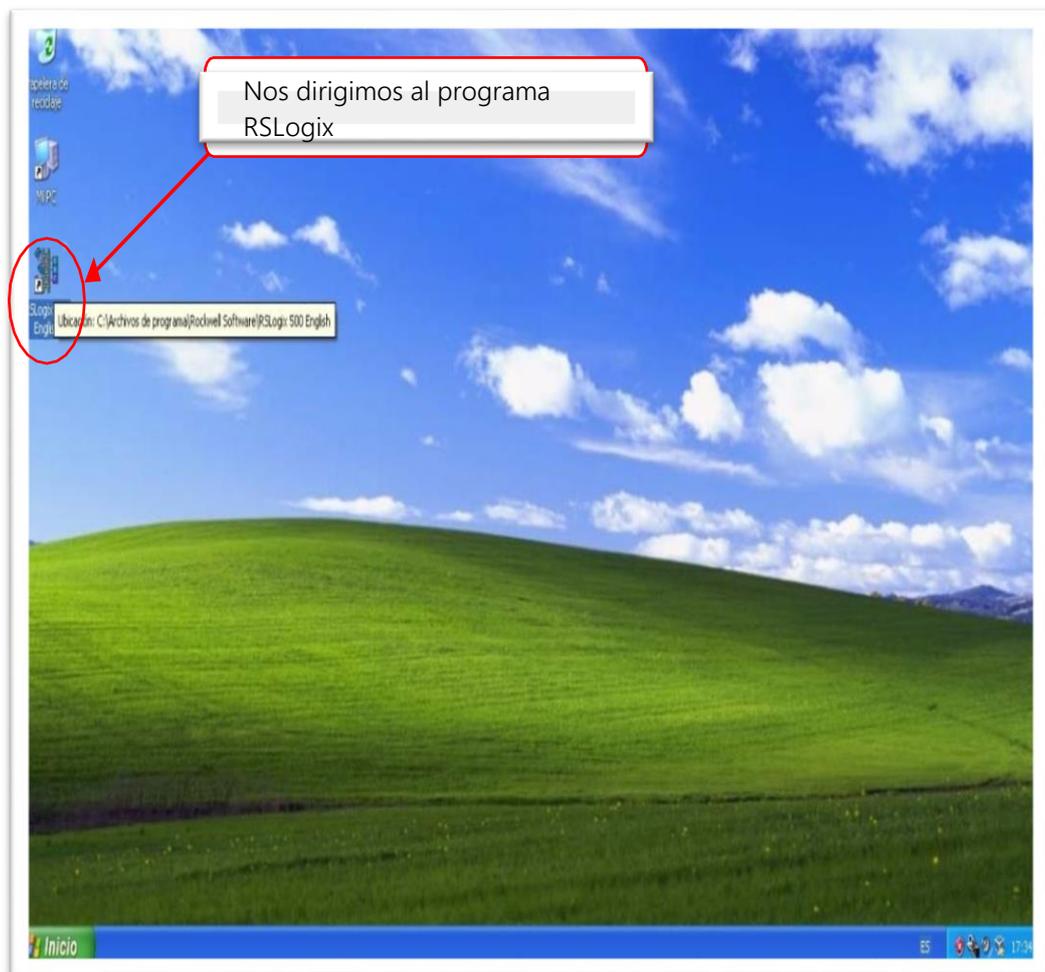


Figura 2.11: Acceso directo al Ambiente de desarrollo RSLogix 500

El ambiente de RSlogix 500, al estar basado en un ambiente Windows posee menús bastante familiares como los íconos de nuevo archivo, abrir, guardar, deshacer, rehacer, buscar y reemplazar, etc. Una vez dentro del programa iniciaremos creando y configurando por primera vez nuestro proyecto previo a introducir la lógica de programación. Los pasos para crear un proyecto nuevo se indican en las figuras 2.12, 13, 14, 15, y 2.16.

Para crear un proyecto nuevo, paso 1 dar clic en el icono de nuevo como se muestra en la figura 2.12.

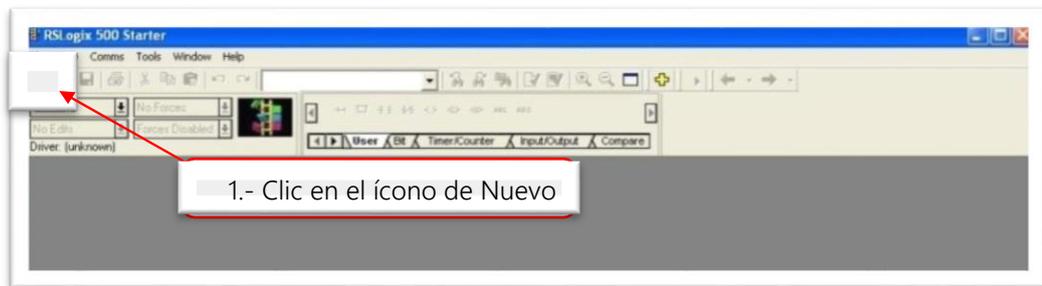


Figura 2.12: Crear ícono nuevo RSLogix 500

Para crear un proyecto nuevo, paso 2 dar clic en Who Active, como se muestra a continuación en la figura 2.13.

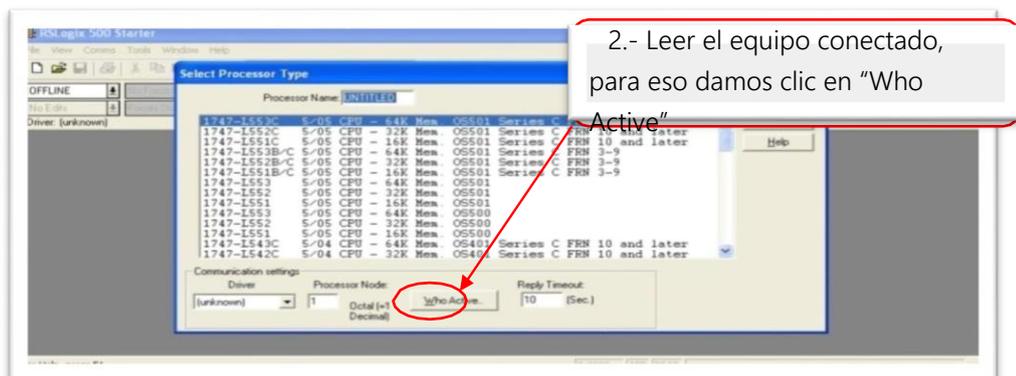


Figura 2.13: Leer equipo conectado RSLogix 500

Para crear un proyecto nuevo, paso 3 seleccionar la red, como se muestra a continuación en la figura 2.14.

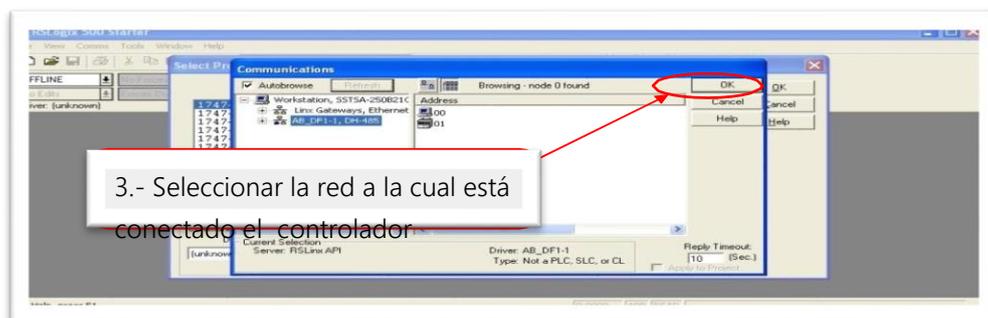


Figura 2.14: Crear un proyecto nuevo RSLogix 500

Para crear un proyecto nuevo, paso 4 seleccionar el dispositivo conectado y dar clic en ok, como se muestra a continuación en la figura 2.15.

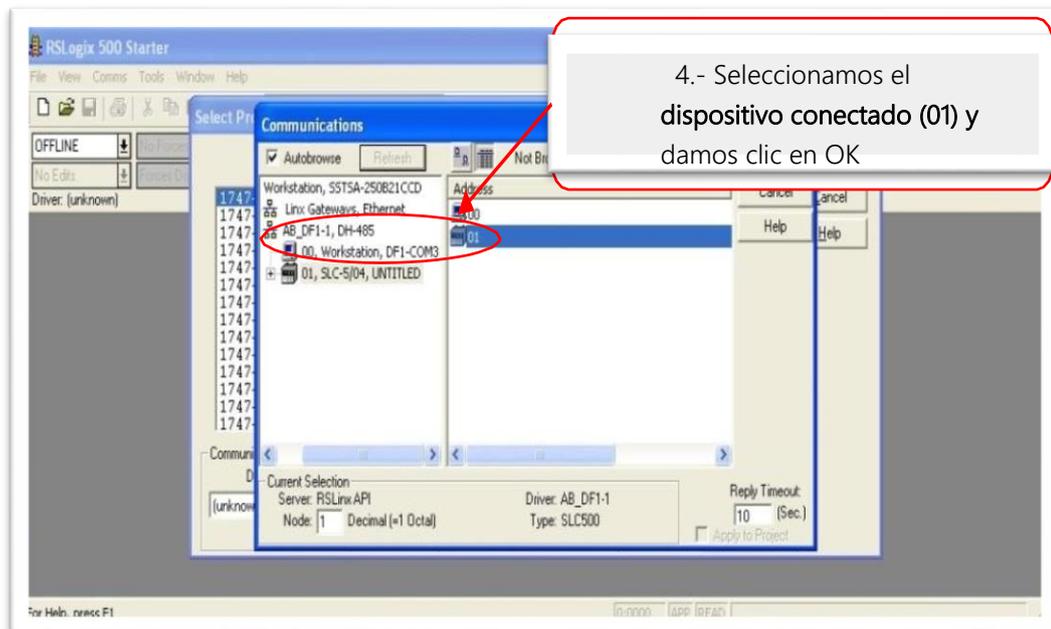


Figura 2.15: Seleccionar el dispositivo conectado RSLogix 500

Para crear un proyecto nuevo, paso 5, una vez detectado la unidad de proceso dar clic en ok, como se muestra a continuación en la figura 2.16.

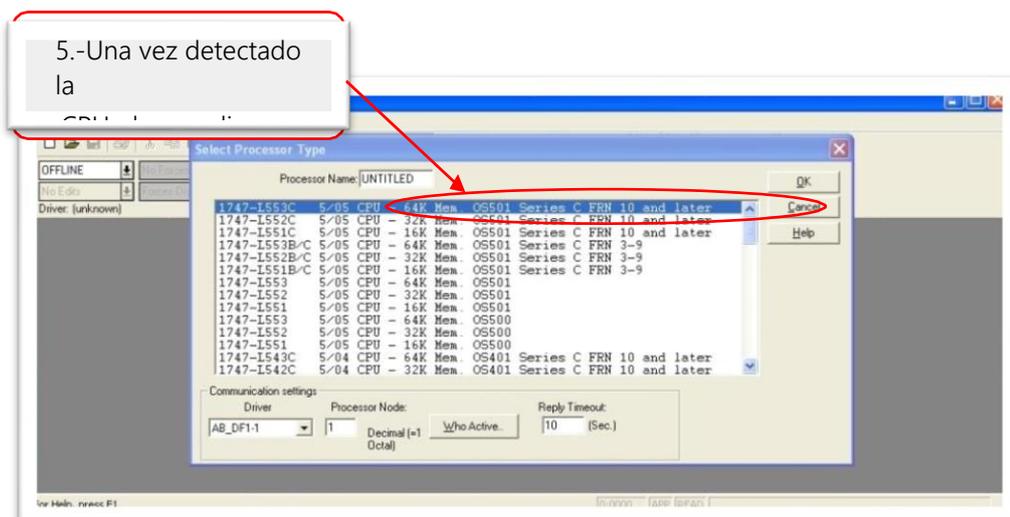


Figura 2.16: Seleccionar el dispositivo conectado RSLogix 500

Una vez identificado el modelo de PLC conectado al software, se puede configurar los diferentes accesorios para adquirir las entradas digitales y analógicas

de nuestro proceso, así como, los accesorios para controlar las salidas. Estos accesorios se conocen como módulos de entrada/salida y se parametrizan en la opción *Channel Configuration* indicada en las figuras 2.17, 18, y 2.19.

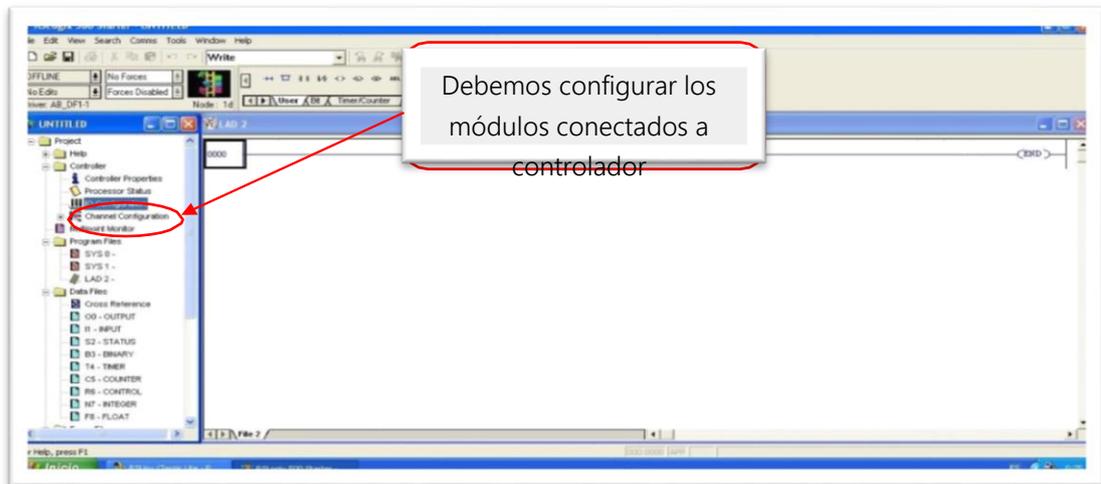


Figura 2.17: Configuración de módulos de entrada y salida

RSLogix 500, permite configura los módulos de entrada y salida de forma manual o automática, a través de la función *Read IO Configuration*, podemos leer la configuración de módulos de entrada y salida conectadas al controlador existente. Para la configuración manual, basta con dar clic en el código de cada módulo y agregarlo a la lista ubicada en el lado izquierdo de la pestaña *IO Configuration* tal como lo indica la figura 2.18.

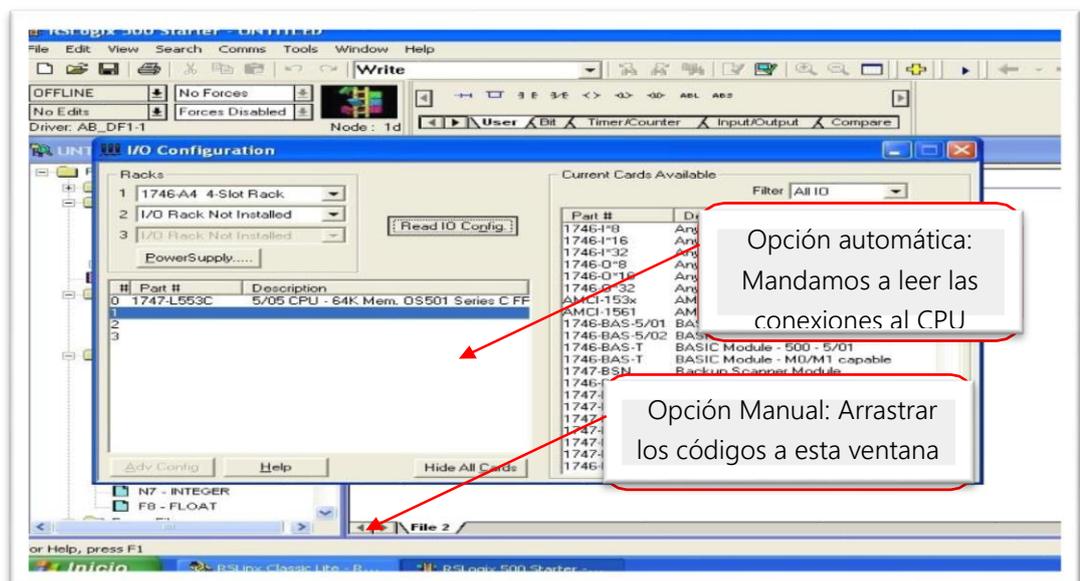


Figura 2.18: Seleccionar opción automática o manual RSLogix 500

Selección de configuración automática y manual como se muestra en la figura 2.19.

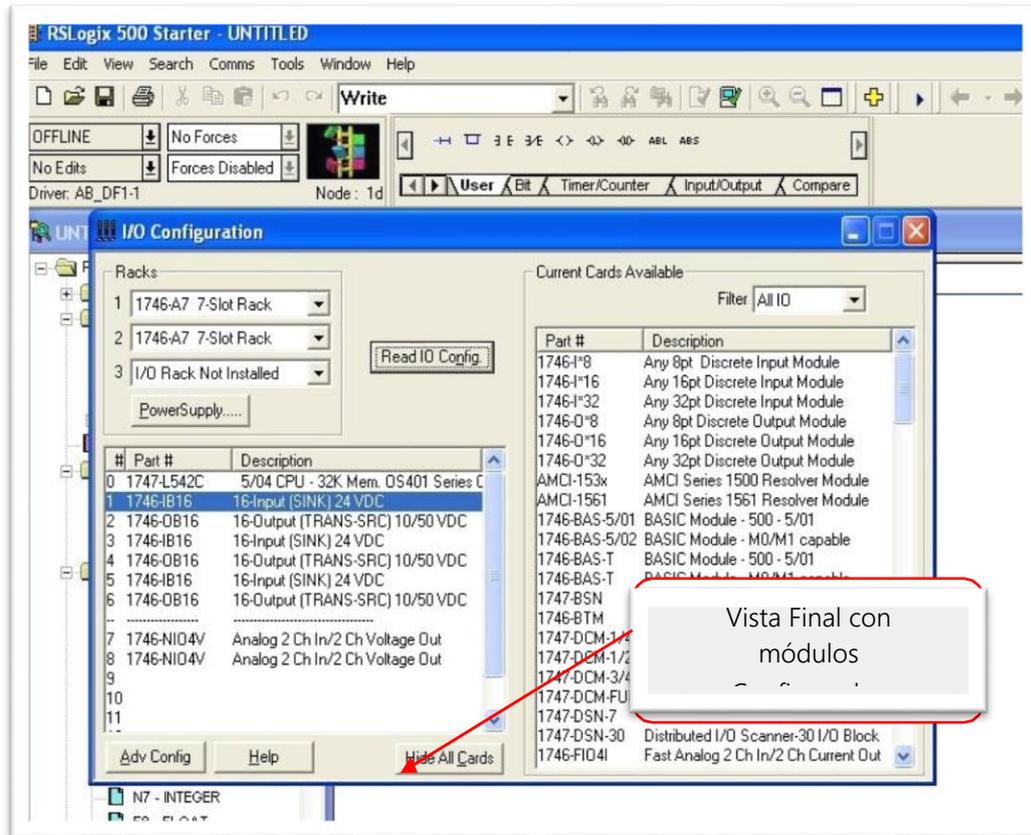


Figura 2.19: Configuración automática y manual de módulos de entrada y salida

Una vez configurado el controlador, como lo muestra la figura 2.20 y 2.21 se puede proceder a escribir el código deseado y descargarlo al PLC para posterior simulación. En la sección 4.4.3, se detallará partes de la lógica utilizada para el presente diseño y se anexará la programación final del PLC en la sección de Anexos.

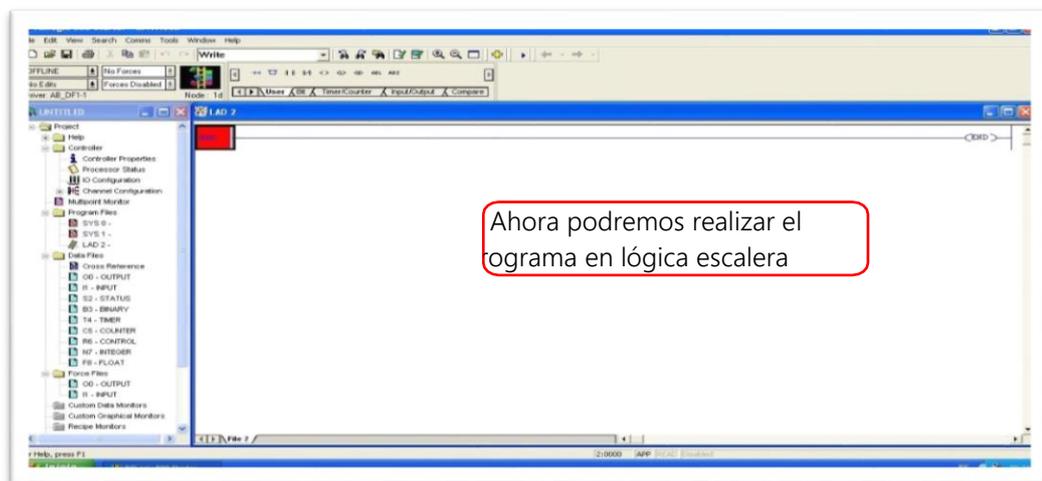


Figura 2.20: Programación de lógica escalera.

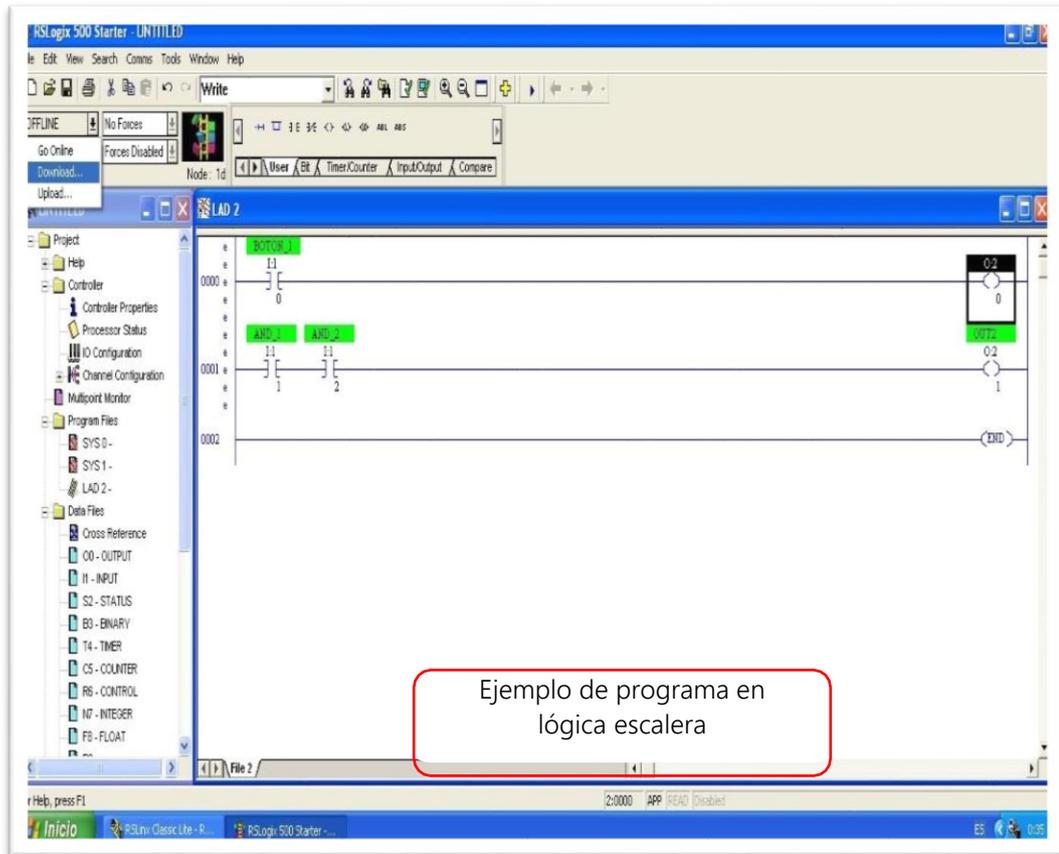


Figura 2.21: Programación de lógica escalera.

2.5.3.2 Transferir un archivo del proyecto al Controlador Logix500.

Para transferir o descargar la lógica diseñada al controlador se utiliza el comando *download* identificado en la siguientes figuras 2.22, 2. 23, 2.24, 2,25 y 2.26 y se siguen los pasos detallados a continuación.



Figura 2.22: Descarga y simulación de lógica en el PLC

Descargar la lógica en el PLC, como se muestra en la figura 2.23.

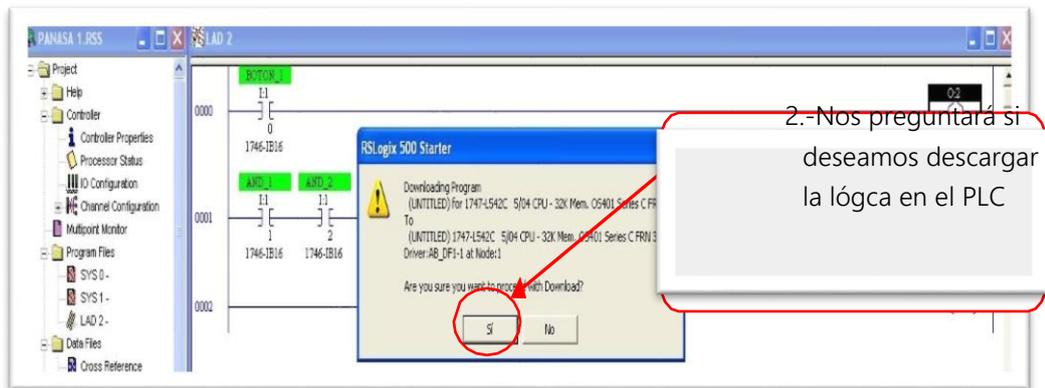


Figura 2.23: Descarga y simulación de lógica en el PLC

Verificar que no exista errores en la lógica como se muestra en la figura 2.24.

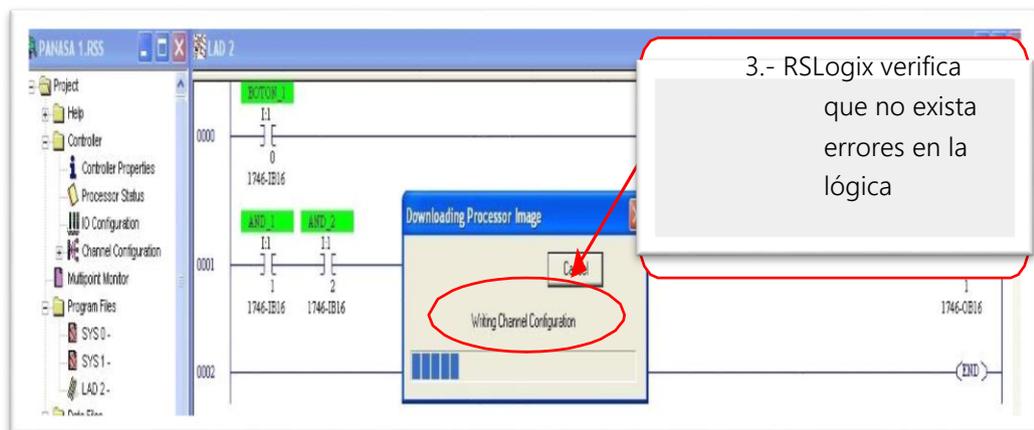


Figura 2.24: Verificación de lógica en el PLC

Pasar el controlador Online como se muestra en la figura 2.25.

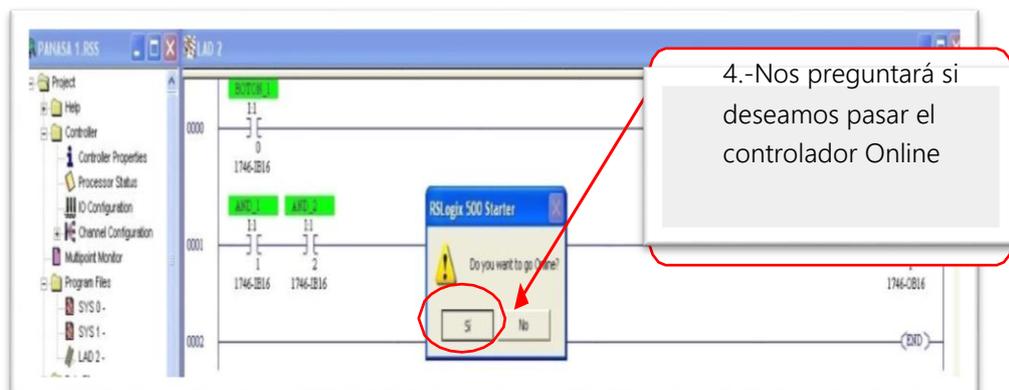


Figura 2.25: Pasar el controlador online de lógica en el PLC

Simulación de la funcionalidad de la lógica como se muestra en la figura 2.26.

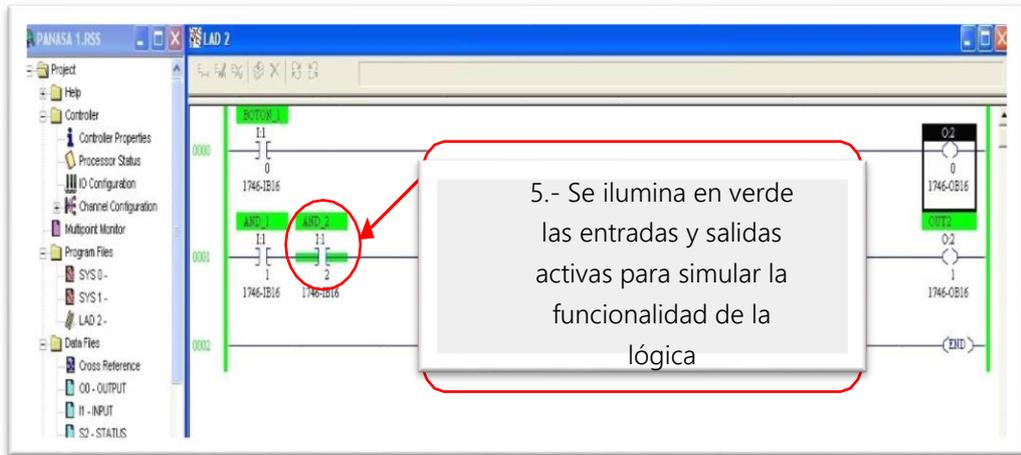


Figura 2.26: *Funcionalidad de lógica en el PLC*

2.6 Interfaz Hombre-Máquina (HMI)

Los equipos HMI (interfaz Hombre-Máquina) ofrecen a los operadores una visión clara de control y monitoreo de sus aplicaciones. El hardware de visualización de Allen- Bradley® está diseñado para soportar las demandas de los entornos de fabricación, incluyendo entornos peligrosos corrosivos o temperaturas extremas. Este dispositivo fue seleccionado gracias a su robustez y confiabilidad, se muestra en la figura 2.27.



Figura 2.27: *Interfaz Hombre-Máquina*

La línea de terminales gráficos Panel View Plus ofrece soluciones para control de máquinas autónomas desde terminales a color de 4 a 15 pulgadas, que pueden proporcionar a los operadores información de alta calidad, completa con documentación incorporada según al contexto.

2.6.1 Lenguaje de Programación

El lenguaje de programación de los paneles de operación es un lenguaje orientado a objetos, con opciones de dinamización con herramientas Visual Basic netamente opcionales y disponibles para procesos más avanzados y desafiantes. En las secciones siguientes se describirá el ambiente de software propio del Panel Operador seleccionado para este diseño y se dará ejemplo de dinamizaciones orientadas a objetos. En el Capítulo IV se profundizará sobre las dinamizaciones realizadas para la simulación del presente diseño y en la sección de anexos se incluye la programación final de este dispositivo.

2.6.2 Ambiente de desarrollo

FactoryTalk View Studio, incluye *FactoryTalk View Site Edition-SE* y *FactoryTalk View Machine Edition-ME* y son productos de software diseñados con un aspecto común de navegación para ayudar a la velocidad de desarrollo de aplicaciones HMI y reducir el tiempo de entrenamiento en la plataforma. Con *FactoryTalk View Studio*, se puede:

- Configurar una estación de operador.
- Crear las pantallas con un editor de diseño gráfico completa.
- Configurar la comunicación entre una estación de operador y un PLC

FactoryTalk View Machine Edition, permite desarrollar la tradicional solución "stand- alone" para el intercambio de paquetes entre un servidor y un cliente para su uso en una aplicación PanelView Plus, PanelView Plus CE, Computadoras Industriales Rockwell u otro equipo con compatibilidad Windows en su sistema operativo. *FactoryTalk View ME* proporciona integración de primera con la

Arquitectura Integrada™ de Rockwell Automation, maximizando su inversión en sistema de control existente.

FactoryTalk View Enterprise, así como FactoryTalk View Site Edition y FactoryTalk View Machine Edition, aceptan conmutación de idiomas en tiempo de ejecución para 20 idiomas en tiempo de ejecución y 40 idiomas en tiempo de diseño.

2.6.3 Crear y Modificar un Proyecto en FactoryTalk View Studio.

En esta sección se abordan los pasos claves y necesarios para crear y ejecutar una aplicación de FactoryTalk View Machine Edition.

- a) Inicie el FactoryTalk View Studio.

En el menú Inicio seleccione *Programas > Rockwell software>FactoryTalk View > FactoryTalk View Studio* tal y como se muestra a continuación en la siguiente figura 2.28.



Figura 2.28: Acceder a FTV Studio

- b) En este literal se explica el siguiente paso que es la selección del tipo de aplicación a ejecutar, en este caso será un ME-Machine Edition y presione en continuar, como se muestra en la figura 2.29.

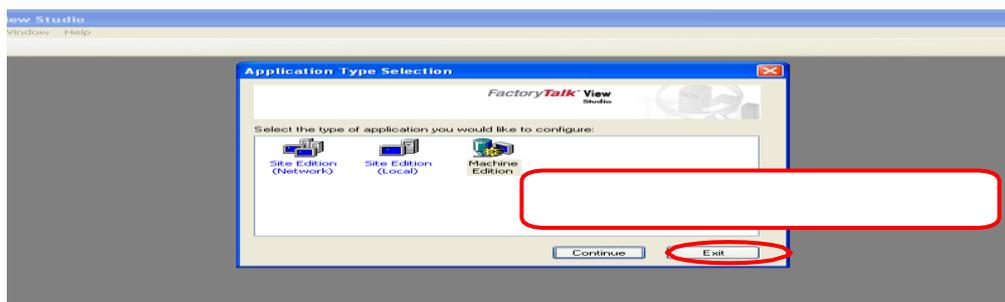


Figura 2.29: Selección de versión ME para Panel Operador

- c) Sobre la pestaña *New*, cree un proyecto nuevo llamado TESIS siguiendo los pasos 1 al 4 detallados en la figura 2.30.

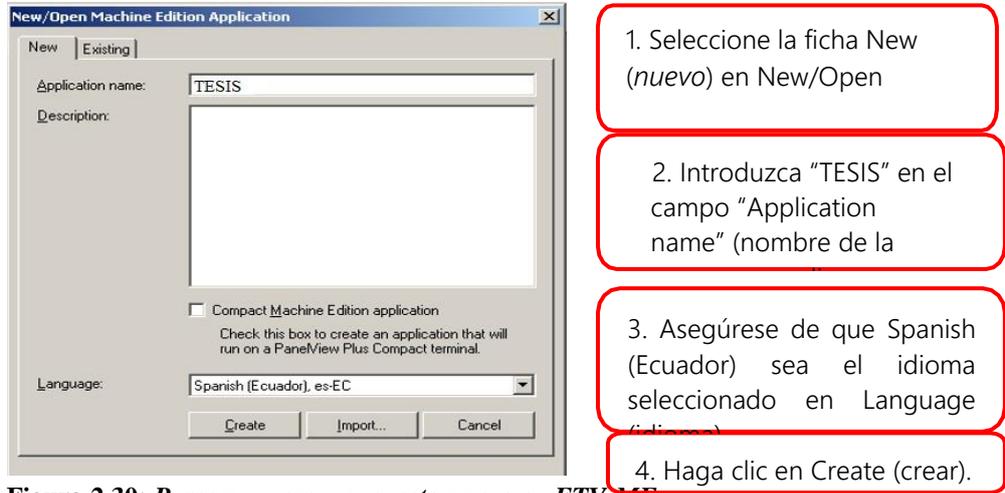


Figura 2.30: Pasos para crear proyecto nuevo en FTV-ME

- d) Una vez creada la nueva aplicación, se mostrará la siguiente ventana, en donde podremos navegar en el explorador del proyecto, y realizar las configuraciones iniciales del mismo detalladas en los pasos 1 al 3 de la figura 2.31.

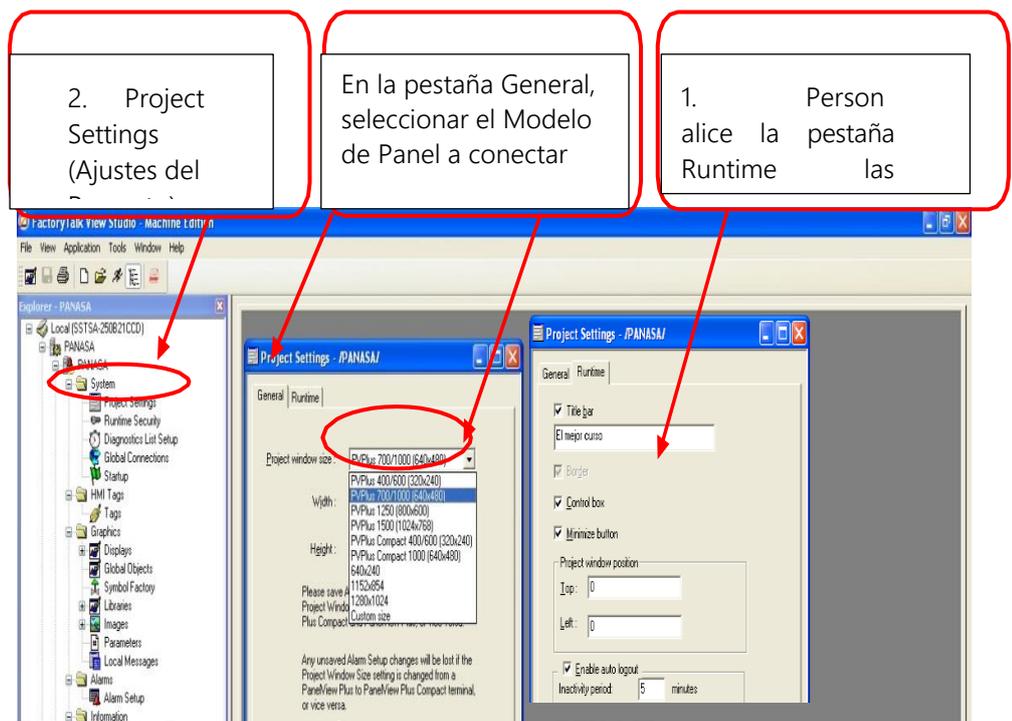


Figura 2.31: Pasos para configurar un proyecto FTV-ME

Una vez configurado el proyecto, se pueden realizar otras parametrizaciones básicas previo a iniciar la programación como por ejemplo definir las seguridades al momento de manipular la aplicación. Esto se conoce como niveles de acceso, seguridad por usuario, por grupo de usuario, etc. Se identifica el lugar específico para realizar esta parametrización en la figura 2.32.

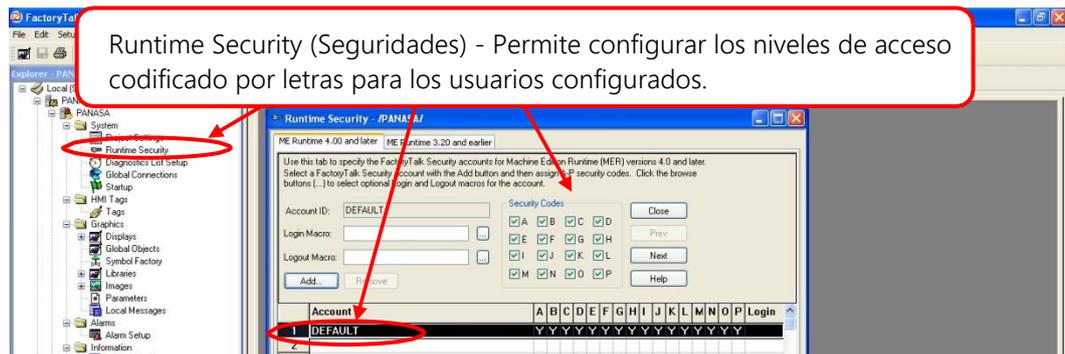


Figura 2.32: Configuración de las seguridades de RunTime FTV-ME

El comportamiento de nuestro proyecto al arrancar por primera vez en el Panel Operador se configura en la ventana *Startup*. En esta opción se habilitan y deshabilitan opciones para nuestro panel operador y se define cuál de nuestras ventanas diseñadas será la primera en aparecer al momento de la ejecución. La figura 2.33 define la ubicación de esta opción.

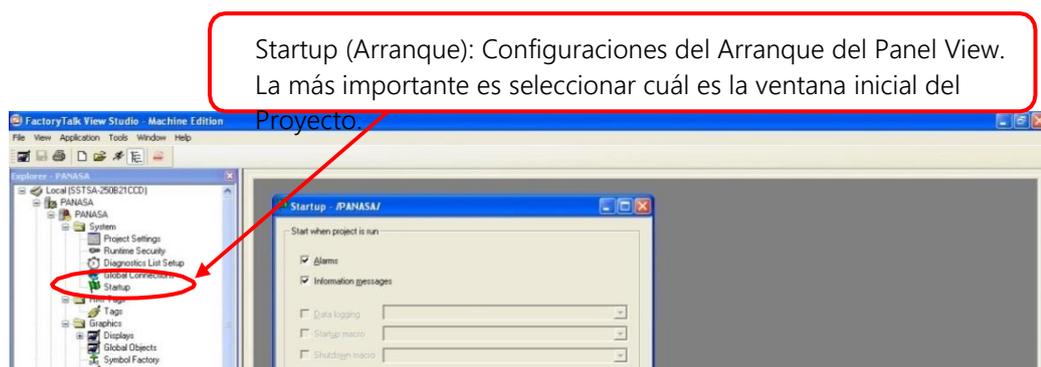


Figura 2.33: Configuración de arranque FTV-ME

Finalmente podemos iniciar la edición de nuestro aplicativo. El lugar donde debe colocarse nuestro diseño es en los *Graphic/Displays*. Aparecen por default 4 displays del sistema y el destinado a ser nuestro primer display es el llamado *main*. La figura 2.34 nos indica la ubicación de *main* y al dar doble clic sobre el nombre se

abre mostrando una ventana en blanco y con un botón precargado para salir de la pantalla durante la ejecución de nuestro sistema.

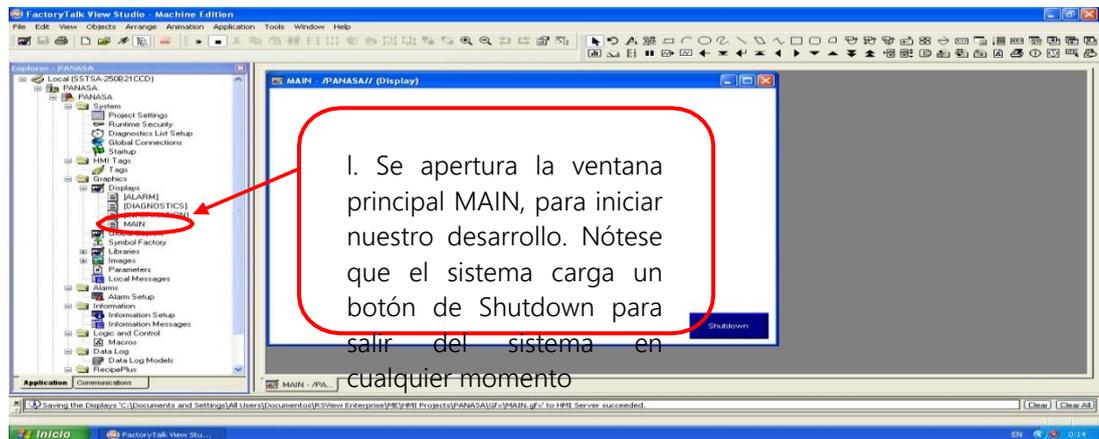
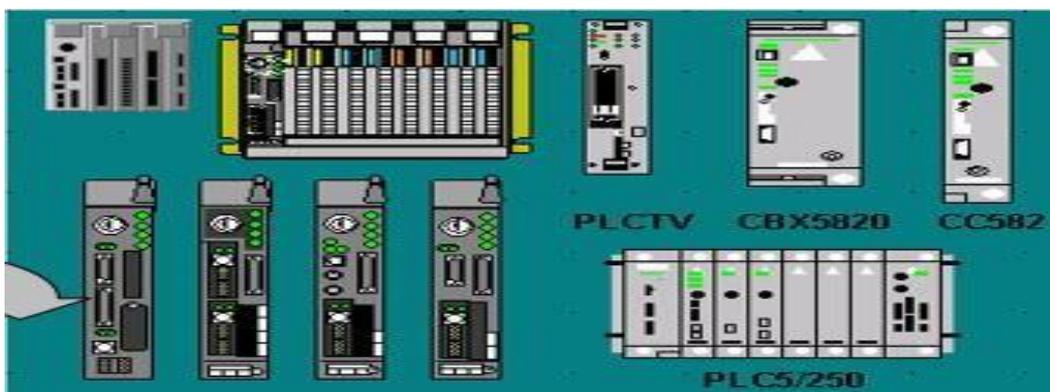


Figura 2.34: Edición de display Main FTV-ME

Existen diferentes herramientas y librerías para elaborar un diseño dentro de FTV, a continuación unos ejemplos de barras de herramientas y librerías disponibles en la figura 2.35.



Barra de Herramientas para crear líneas, círculos, botones, flechas, indicadores, listas de selección, tendencias, etc.



Figura 2.35: Librería y Herramientas de diseño FTV-ME

2.6.4 Configurar una red de comunicación

Una vez diseñado nuestro display y listo para simular es importante realizar la configuración de la comunicación, es decir, establecer la ruta por la cual el PLC intercambiará información con el Panel Operador para dinamizar el estado de los equipos de campo en la pantalla de forma continua, se muestra paso a paso su funcionamiento en la figura 2.36, y 2.37.

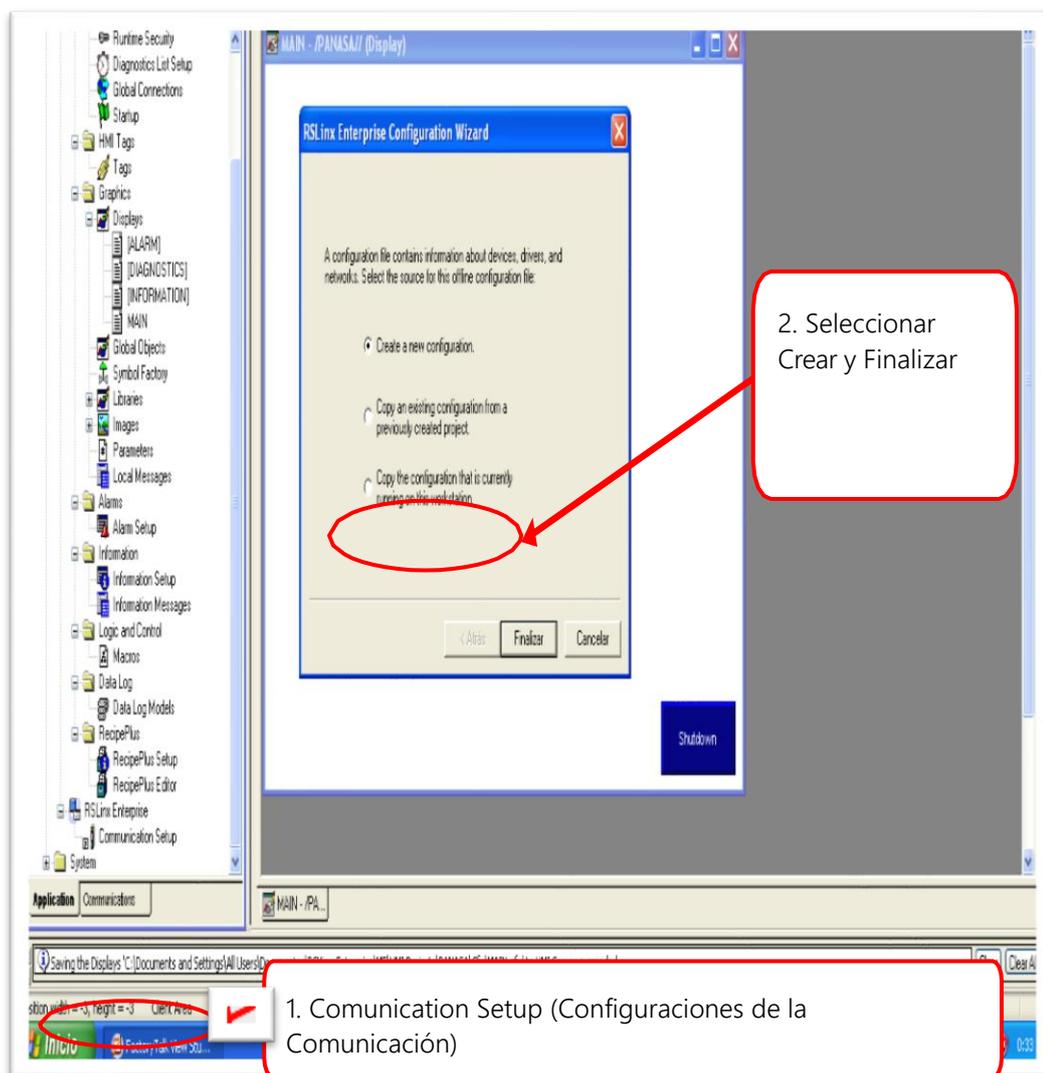


Figura 2.36: Configuración de la comunicación.

Seleccionar y asignar nombre al nuevo shortcut de comunicación, seleccionar el nodo de PLC con el que se desea comunicar, y la opción asignar se habilita, aceptar los cambios y continuar, los pasos se muestran en la figura 3.37.

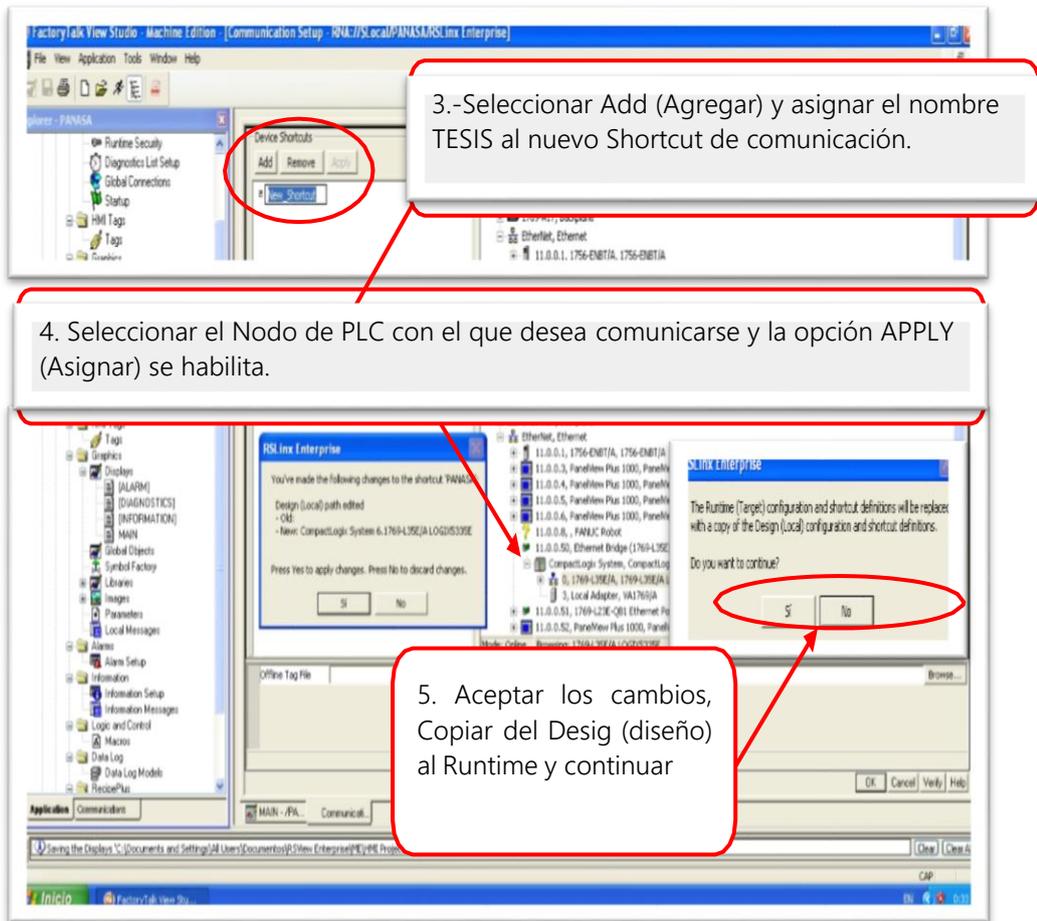


Figura 2.37: Configurar Red de comunicación FTV-ME

2.6.5 Transferir un archivo del proyecto al Panel View Plus.

Una vez configurada la red de comunicación, es posible descargar los cambios de nuestro proyecto al panel operador. Esto implica, compilar la aplicación, crear un archivo ejecutable que el panel pueda reproducir y probar nuestra simulación. La figura 2.38 nos demuestra cómo crear el archivo ejecutable o *Runtime* necesario para la simulación y donde se guarda cuando es creado.



Figura 2.38: Transferir archivo

Seleccionar la versión adecuada de crear archivo como se muestra en la figura 3.39.

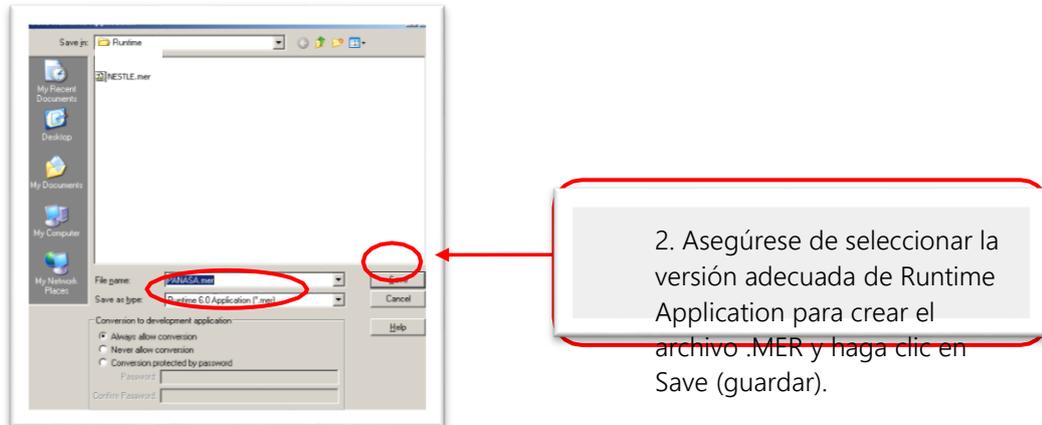


Figura 2.39: Crear Runtime FTV-ME

Una vez compilado el archivo de ejecución, inicie la utilidad file transfer desde la barra de herramientas como se muestra en la figura 2.40.

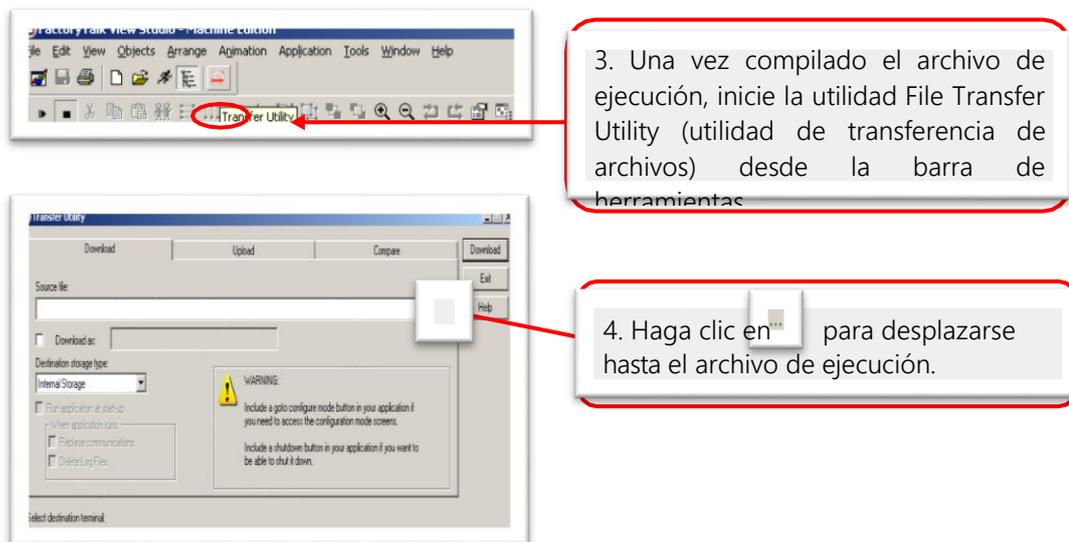


Figura 2.40: Compilar y ejecutar archivo

Para iniciar las pruebas, se descarga el archivo *Runtime* al panel operador utilizando la herramienta *Transfer Utility* componente de FTV ME. Una vez finalizado, vuelva a su terminal. En la pantalla de configuración de FactoryTalk View ME Station, haga clic en Load Application (cargar aplicación) seleccione TESIS.mer. A continuación haga clic en Load (cargar). Haga clic en Yes (sí) para sustituir la configuración de comunicaciones existente. Haga clic en Run Application (ejecutar aplicación) para iniciar el proyecto.

CAPÍTULO 3

SISTEMAS AUTÓMATAS DE UNA CAMARONERA

3.1 Alimentadores automáticos

En la actualidad las industrias camaroneras necesitan automatizar sus procesos para hacerlos más efectivos, un ejemplo de esto son los alimentadores automáticos. Los alimentadores tienen la función de dosificar alimento a la larva de camarón de forma periódica. La cantidad de producto y número de dosificaciones diarias las determina el especialista en nutrición en función del tamaño de la larva y por ende es un factor que debe ser ajustado a medida que la larva crece, se muestra el dosificador automático en la figura 3.1.

Un sistema de control típico encontrado en la industria de camarón es el llamado *Maof Madan*. Este alimentador automático trabaja con temporizadores electrónicos programables. El sistema contiene dos motores, el primero sirve para pasar el balanceado y el segundo motor para la aspersion del mismo. Su batería es de 20 A-h y un panel de 50 W que en grandes densidades y en invierno podrían no soportar la carga. (Mecatrónica Ecuador, 2018)



Figura 3.1: Motor de Abastecimiento de Alimento
Fuente: (Robotilsa S.A., 2016)

Es conveniente alimentar a los animales dos veces al día, en la mañana y por la tarde, ya que si se suministra la ración en una oportunidad, ésta no será consumida de inmediato y por lo tanto comenzará a descomponerse, produciendo no solo contaminación sino también una baja de la concentración de oxígeno disuelto, principalmente en el fondo del estanque.

3.2 Beneficios de los alimentadores automáticos

Entre los beneficios más importantes, de utilizar alimentadores automáticos se puede destacar:

- Alimentación más fresca debido a la alimentación continua
- La alimentación requiere menos aglutinante, menos trigo, menos atrayente
- El crecimiento más rápido y mejor uniformidad de tamaño
- Reducción de costos de producción
- Mínimo de lixiviación, disolución del alimento en la piscina
- El agua de mejor calidad

3.3 Sistema de calentamiento de Agua

En el negocio de acuicultura, es importante mantener condiciones ambientales óptimas para la conservación de la especie por lo tanto este diseño debe considerar la integración del control de encendido y apagado de una fuente de calor que ante la recirculación de agua desde la piscina hasta los tanques de almacenamiento de agua de mar incrementa la temperatura actual a la que está expuesta la larva de camarón.

Para este fin existen 2 mecanismos de recirculación utilizados en la industria; el primero consiste en diseñar una piscina con doble recubrimiento e instalar tuberías alrededor de la piscina formando un intercambiador de calor por donde circule el agua caliente y por transmisión de calor modifique la temperatura del agua de la

piscina. El otro sistema en cambio permite recircular el agua directa de la piscina atravesando etapas de filtrado por malla para evitar que la larva sea absorbida por la bomba de recirculación.

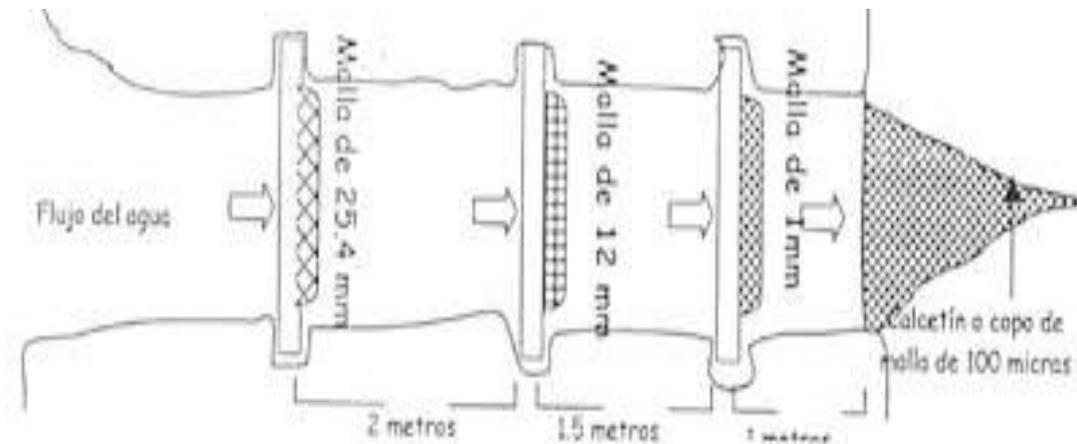


Figura 3.2: Malla para Piscina
Fuente: (Tabasco, 2005)

3.4 Sensores en la industria camaronera

La industria en general está llena de soluciones para integrar las señales físicas y químicas a los sistemas automatizados, en nuestro caso es importante en primera instancia describir las variables que deseamos monitorear para luego seleccionar los dispositivos más adecuados para el proceso. En este proyecto enfocaremos a 5 variables del hábitat que son de alta importancia para la conservación de la vida del camarón: temperatura, cantidad de oxígeno disuelto, pH, nivel de agua y salinidad.

3.4.1 Sensores de temperatura

Se debe medir la temperatura de la piscina diariamente, para los camarones de aguas tropicales como *P.stylirostris*, *P.vannamei*; la temperatura del agua deberá oscilar entre 20 y 32°C, siendo el óptimo entre 22 y 30°C (Yoong Basurto y Reinoso Naranjo, 1982), aunque para *P. stylirostris* los mejores crecimientos se han obtenido a temperaturas entre 27 y 30°C (Fenucci et al., 1982), pudiéndose extender esta temperatura a todas las especies tropicales.

Tabla 3.1: densidad y tratamientos para el engorde de diversas especies genero Penaeus

ESPECIE	PAIS	DENSIDAD DE CAMARONES POR METROS CUADRADOS	SUPERFICIE ESTANQUES POR HECTAREAS	TRATAMIENTO	FUENTE
P.stylostris	Ecuador	2 a 3	11 a 15	F	Yoong Basurto, Reinoso Naranjo, 1982
P.vannamei	Ecuador	3 ó más	10 a 15	F,A	
P.stylostris	Ecuador	2 a 2,5	No consigna	F	Cun 1982
P.vannamei	Ecuador	3 a 5	No consigna	F,A	

Fuente: (Robotilsa S.A., 2016)

Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.

El sensor de temperatura seleccionado es de tipo RTD, varía la resistencia interna de un conductor en función de la medición de temperatura actual. Los metales empleados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel y molibdeno. De entre los anteriores, los sensores de platino son los más comunes por tener mejor linealidad, más rapidez y mayor margen de temperatura, el sensor se muestra en la siguiente figura 3.3.



Figura 3.3: Sensor de Temperatura tipo RTD

Fuente: (Instruments, 2019)

Este sensor será conectado eléctricamente a nuestro PLC para adquirir la temperatura del agua de la piscina en todo momento y minimizar el recorrido del supervisor adquiriendo la data diariamente. Se puede consultar en el anexo 3, página 10 la respectiva conexión. El PLC tendrá la función no sólo de registrar la temperatura actual sino de actuar ante una desviación de este parámetro permitiendo el recambio de agua desde los tanques de almacenamiento hacia las piscinas o reservorios.

3.4.2 Sensores de oxigenación

El sensor de oxigenación mide el oxígeno disuelto en agua. Este es uno de los parámetros más importantes en cuanto a la vida de la larva, se cuantifica dos veces al día, en la mañana y al atardecer. En los estanques este elemento proviene del agua de recambio, la fotosíntesis y en menor grado del que se disuelve en la superficie del estanque proveniente de la atmósfera, o también a través de los motores de aireación.

Las menores concentraciones de oxígeno lo podemos observar durante la madrugada y las mayores a última hora del día. Se consideran rangos normales de concentración entre 4 y 9 ppm (partes por millón), Se debe evitar no solo una baja concentración, sino valores superiores a 10 ppm, ya que esto indicaría una excesiva concentración de fitoplancton que puede producir una depleción notable de oxígeno durante la noche.

Se debe puntualizar que en los estanques el oxígeno tiende a estratificarse, es decir, hay generalmente una mayor concentración en las capas superiores del agua, que en el fondo; dado que los camarones viven allí, es necesario realizar una homogenización de la columna de agua para tener una correcta aireación, además de la colocación de los tubos de aireación ubicados adecuadamente para esta función.

Entre los elementos que pueden utilizarse se encuentran los agitadores a paleta “Paddle wheel” que pueden ser movidos por motores a nafta o con energía eólica; en zonas donde hay corriente eléctrica se pueden utilizar flotadores, en la siguiente figura 3.4 se muestra el sensor de oxígeno que nos muestra lecturas de su parámetros utilizado para el desarrollo de este proyecto.



Figura 3.4: *Sensor de Oxígeno disuelto en agua*
Fuente: (Mejoras Energéticas, 2018)

Este sensor será conectado eléctricamente a nuestro PLC para adquirir señal de la concentración de oxígeno disuelto en agua, parámetro que será censado en todo momento, minimizando el recorrido del supervisor para adquirir la data diariamente. Se puede consultar en el anexo 3, página 10 el respectivo diagrama de conexión. El PLC tendrá la función no sólo de registrar el nivel de oxígeno disuelto en agua instantáneo sino de actuar ante una desviación de este parámetro permitiendo el arranque de aireadores para compensar algún desequilibrio y mantenerlo en los parámetros programados.

3.4.3 Sensores de pH

El pH indica la concentración de iones hidrógeno H^+ , es decir, si el agua es ácida o básica. El rango óptimo de pH se encuentra entre 7 y 9; pero valores de pH 5 han demostrado no ser nocivos para los camarones. No obstante, una elevación o disminución pronunciada de los valores de pH puede producir efectos letales para el equilibrio ecológico del estanque. La medición de este parámetro deberá ser diaria, en la siguiente figura 3.5 se muestra un transmisor de pH donde observamos los valores de medición.



Figura 3.5: *Transmisor de pH*
Fuente: (Mettler Toledo, 2018)

En mi experiencia, la marca Mettler Toledo, dispone de equipos de medición de alta eficiencia para laboratorios y la industria en general, por lo cual se seleccionó el transmisor de pH mostrado en la figura 3.6 para este proyecto. Este equipo es recomendado por el fabricante para ser usado en las aplicaciones de procesos y de agua. Este transmisor multiparamétrico ofrece flexibilidad de instalación y seguridad operativa, además de simplificar las mediciones del control del proceso ya que mide aparte de pH otros parámetros como turbidez del agua y conductividad.

Este sensor será conectado eléctricamente a nuestro PLC para adquirir la medición de pH, parámetro que será censado en todo momento, minimizando el recorrido del supervisor para adquirir la data diariamente. Se puede consultar en el anexo 3, página 10 la respectiva conexión. El PLC tendrá la función única de registrar el pH del agua.

3.4.4 Sensores Nivel de Agua

Los niveles de agua son importantes en las especies acuáticas pues en ésta encuentran la oxigenación necesaria para poder vivir, para tanques en donde la especie requiere aguas cálidas se emplean calefactores, los cuales con el tiempo evaporan gradualmente el agua. Con la evaporación varios factores van cambiando, los niveles de oxígeno empiezan a decaer acumulando el dióxido de carbono y producen cambios en los niveles de acidez, por esto la importancia de recuperar el nivel de agua de los estanques de forma periódica, considerando que nuestro tanque es abierto, se ha seleccionado un sensor de nivel con onda guiada que se instala lateralmente en la piscina y nos permitirá leer el nivel actual de agua de forma continua. Se seleccionó junto con el fabricante E+H el modelo de sensor idóneo se muestra en la siguiente figura 3.6.



Figura 3.6: Transmisor de Nivel tipo Onda Guiada
Fuente: (Endress+Hauser, 2018)

Este sensor es fiable y será conectado eléctricamente a nuestro PLC para adquirir la medición de nivel de agua, parámetro que será censado en todo momento, minimizando el recorrido del supervisor para adquirir la data diariamente. Se puede consultar en el anexo 3, página 10 el respectivo diagrama de conexión. El PLC tendrá la función controlar que el nivel mínimo de agua previamente establecido y programado en esta variable, de acuerdo a la cantidad de larva sembrada en el estanque se mantenga en todo momento, por ende debe estar en capacidad activar los dispositivos necesarios para que esto suceda.

3.4.5 Sensor de Salinidad

La medición de salinidad es un factor importante en la crianza de la larva de camarón puesto que está demostrado científicamente que a menor salinidad, más alta es la tasa de mortalidad de la larva de camarón. Por lo tanto se incluye en el presente diseño la integración de la medición continua de niveles de salinidad en el agua de la piscina, el equipo de medición se muestra en la siguiente figura 3.7.



Figura 3.7: Transmisor de Salinidad
Fuente: (YSI Pro30, 2019)

Este sensor será conectado eléctricamente a nuestro PLC para adquirir la medición de salinidad del agua, parámetro que será censado en todo momento, minimizando el recorrido del supervisor para adquirir la data diariamente. Se puede consultar en el anexo 3, página 10 el respectivo diagrama de conexión. El PLC tendrá la función controlar que el nivel de salinidad se mantenga dentro de rango optimo previamente establecido y programado, en caso de que los niveles de salinidad se alteren, el PLC deberá activar los dispositivos necesarios para que las condiciones óptimas sean recuperadas.

3.5 Diseño del sistema de control automático

El diseño del control automático de los parámetros estándares evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura, parte con un listado de variables de entrada y salida que se encuentran detalladas en el Anexo 1. Este listado permite seleccionar los equipos de automatización requeridos con ayuda de un asistente de configuración, en la siguiente tabla 3.2 se muestra las entradas y salidas usadas en el control automático.

Tabla 3.2: Resumen de entradas y salidas requeridas

ENTRADAS
DIGITALES
12
ANALÓGICAS
4
SALIDAS
DIGITALES
12
ANALÓGICAS
0

Para el total de entradas y salidas detalladas en la tabla 3.2, el asistente de configuración seleccionó los equipos siguientes dispuestos en una red de comunicación Ethernet IP, en la siguiente figura 3.8, se muestra los equipos de automatización requeridos.

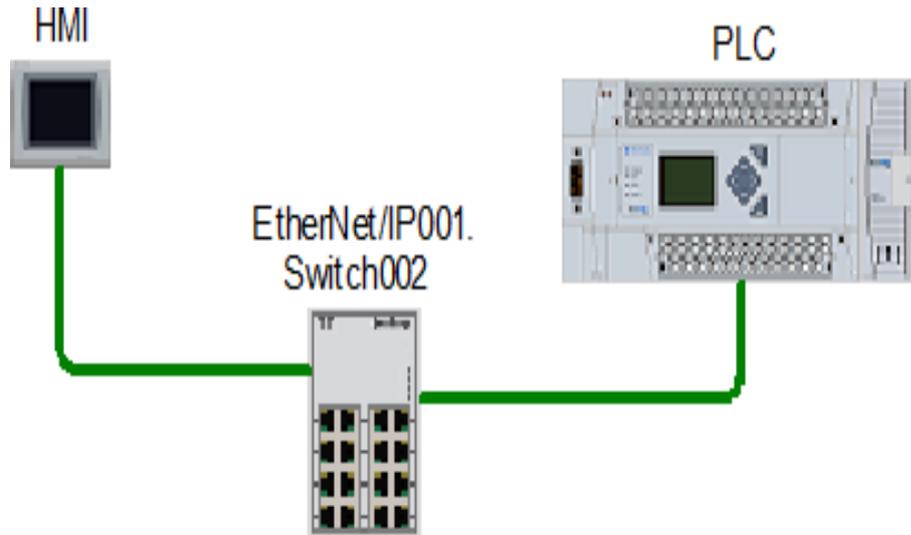


Figura 3.8 Equipos de Automatización requeridos

La lógica del PLC es desarrollada en base a una tabla de necesidades suministrada por el especialista del proceso, en este caso los biólogos que dan seguimiento al crecimiento de la larva de camarón en los laboratorios. En el capítulo 5 se detallarán los requerimientos del proceso dependiendo de cada variable.

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL DISEÑO

4.1 Variables del sistema

Para diseñar el sistema de control de la aplicación es importante definir las variables que intervienen en el funcionamiento del proceso. En la tabla 4.1, se detallan.

Tabla 4.1: variables de control

VARIABLES DE PROCESO
Sensor de temperatura
Sensor de nivel
Sensor de salinidad
Sensor de PH
Sensor de oxígeno
VARIABLES DE CONTROL
Bomba de ingreso de agua
Válvula de ingreso de agua
Motor de alimentación de balanceado
Válvula de alimentación de balanceado
Válvula de descarga
Bomba de recirculación de caldero
Válvula 1 de recirculación de caldero
Válvula 2 de recirculación de caldero
Motor de caldero
Motor 1 de aireación
Motor 2 de aireación
Válvula 1 de aireación
Válvula 2 de aireación

4.2 Plataforma de Desarrollo

La interfaz de visualización ha sido diseñada en la plataforma FactoryTalk View Machine Edition, se muestra en la figura 4.1.



Figura 4.1: Plataforma FTV-ME

4.3 Diagrama de Proceso

La figura 4.2, denota el diagrama de proceso representa el sistema en donde se controlará el funcionamiento manual/automático del proceso.

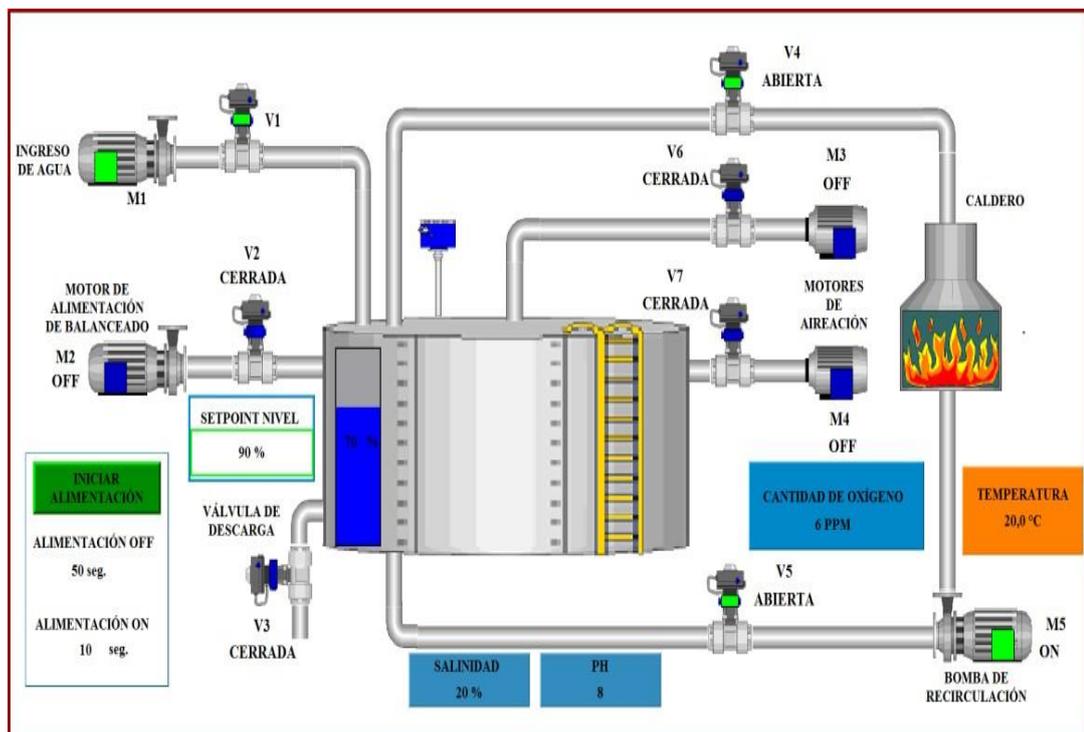


Figura 4.2 Diagrama de Proceso

4.4 Nomenclatura de variables de control

El sistema cuenta con una sola pantalla donde se tiene acceso a las diferentes variables para el óptimo funcionamiento. Se describe a continuación en la tabla 4.2, la nomenclatura de cada uno de los actuadores que se utiliza en la interfaz.

Tabla 4.2: Variables de control - nomenclatura

VARIABLES DE CONTROL	NOMENCLATURA
Bomba de ingreso de agua	M1
Válvula de ingreso de agua	V1
Motor de alimentación de balanceado	M2
Válvula de alimentación de balanceado	V2
Válvula de descarga	V3
Bomba de recirculación de caldero	M5
Válvula 1 de recirculación de caldero	V4
Válvula 2 de recirculación de caldero	V5
Motor de caldero	CALDERO
Motor 1 de aireación	M3
Motor 2 de aireación	M4
Válvula 1 de aireación	V6
Válvula 2 de aireación	V7

4.4.1 Rangos de Funcionamiento

Para el correcto desempeño del sistema se desarrolló una tabla con los rangos óptimos para el control de funcionamiento de la automatización, los cuales se debe tener en consideración los rangos de trabajo de cada variable de proceso y la afectación que tiene en las variables de control o actuadores. La tabla 4.3, indica los rangos de funcionamiento aplicables al proceso.

Tabla 4.3: Rangos de funcionamiento

VARIABLE	RANGO	ACTUADOR
TEMPERATURA	< 20 °C	M5, V4, V5
	> 32 °C	M1, V1, V3
OXÍGENO	< 4 PPM	M3, M4, V6, V7
NIVEL	< SETPOINT NIVEL	M1, V1
	> SETPOINT NIVEL	V3
SALINIDAD	< 15 %	M1, V1, V3
	> 30 %	M1, V1, V3

4.4.2 |Funcionamiento del Proceso

Cada variable de control se comportará de acuerdo a los rangos establecidos en la tabla 4.3.

4.4.3 Control de Nivel

Para el control de nivel de la piscina el sistema cuenta con un sensor, el cual va a indicar el porcentaje de 0 a 100% de llenado. El usuario deberá ingresar el valor de Setpoint de Nivel como lo muestra la figura 4.3, que requiera, esto de acuerdo a la cantidad de larva sembrada en el estanque, para poder mantener estable el nivel de llenado de la piscina.

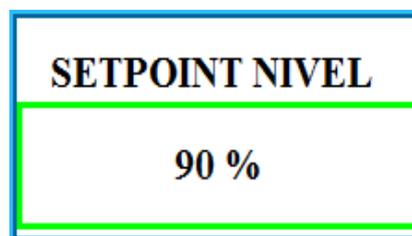


Figura 4.3: Setpoint de Nivel

Si el nivel actual está por debajo del Setpoint se activará la bomba de ingreso de agua M1 y la válvula de ingreso de agua V1, como se muestra en la figura 4.4.

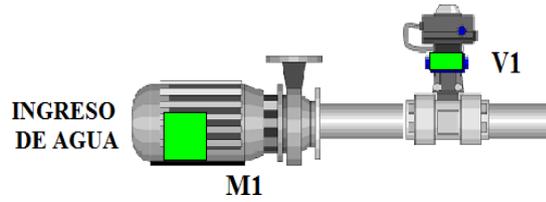


Figura 4.4: Bomba y Válvula de ingreso de agua

Si el nivel está por encima del Setpoint se activará la válvula de descarga V3, como se muestra en la figura 4.5.



Figura 4.5: Válvula de descarga de agua

4.4.4 Alimentación de balanceado

Para la alimentación del balanceado al sistema se debe ingresar los rangos de tiempo en donde se activará la alimentación. Luego se debe pulsar sobre el botón INICIAR ALIMENTACIÓN, como lo muestra la figura 4.6.

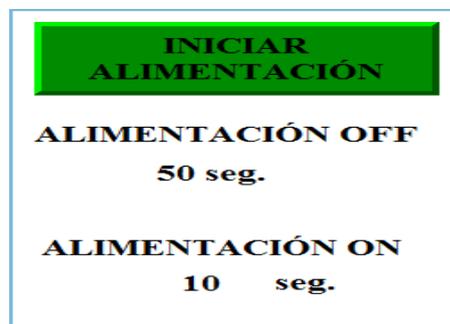


Figura 4.6: Rangos de Funcionamiento de la Alimentación

Una vez que se ha iniciado se activará el motor M2 y la válvula V2 de acuerdo al tiempo ingresado, como se muestra en la figura 4.7.



Figura 4.7: Motor y Válvula de Alimentación de Balanceado

4.5 Oxigenación

Cuando la cantidad de oxígeno está por debajo de los 4 PPM se activarán los motores de aireación M3 y M4, también se activarán las válvulas V6 y V7, como se muestra en la figura 4.8.

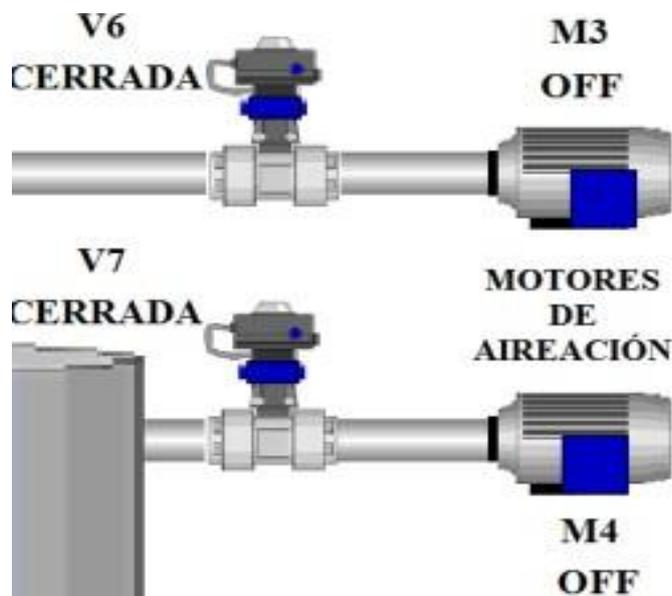


Figura 4.8: Motor y Válvula de Aireación

4.5.1 Temperatura

El rango de funcionamiento es de 20 °C – 32 °C. Si la temperatura actual está por debajo de 20°C se activará el CALDERO como se muestra en la ilustración 4.12, la bomba de recirculación M5 y las válvulas V4 y V5, como se muestra en la figura 4.9

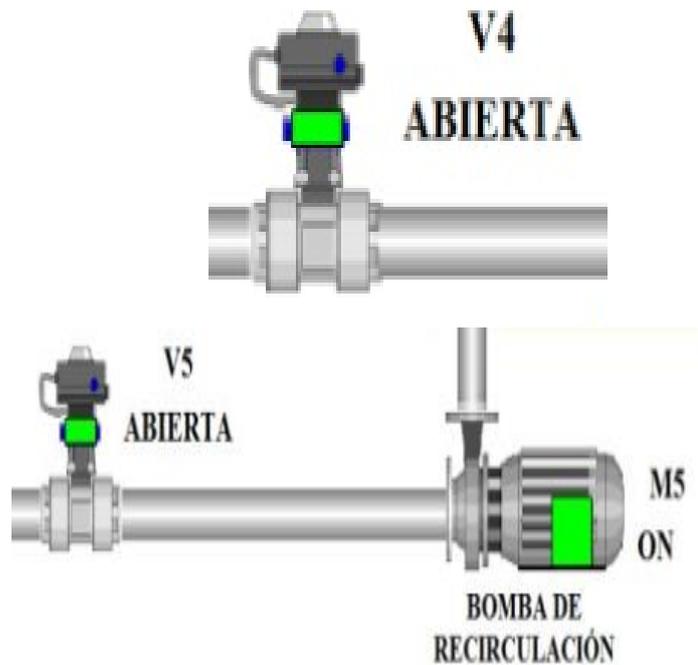


Figura 4.9: funcionamiento para atemperar el agua del estanque

Si la temperatura está por encima de 32°C se activará la bomba de ingreso de agua M1 y la válvula de ingreso de agua V1, como se muestra en la figura 4.10.

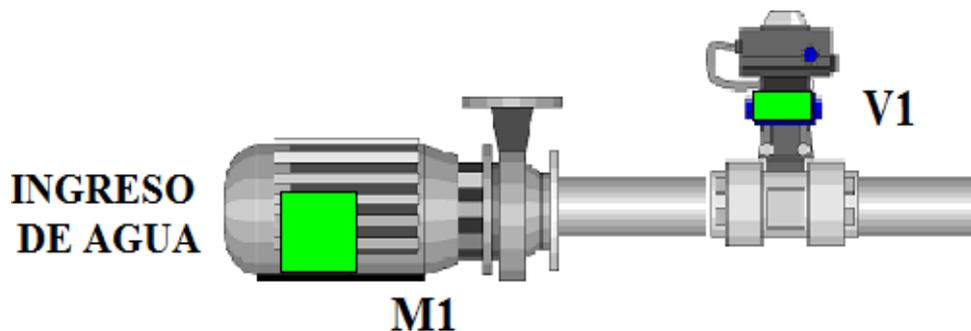


Figura 4.10: funcionamiento para atemperar el agua del estanque

4.5.2 Nivel de Salinidad

El rango de funcionamiento es de 15% – 30%. Si la salinidad está fuera de ese rango se activará la bomba de ingreso de agua M1 y la válvula de ingreso de agua V1, si el nivel del estanque sube del programado se abre la válvula v3, como lo indica la figura 4.11.

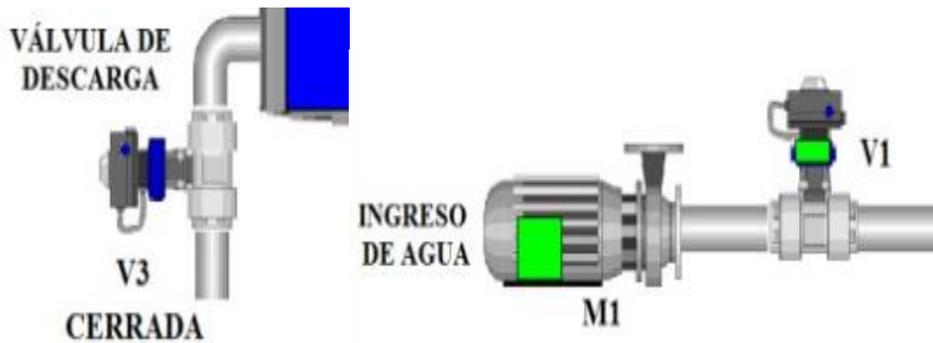


Figura 4.11: *funcionamiento nivel de salinidad del agua del estanque*

4.5.3 Indicadores de Estado Actuadores

Cuando un actuador (bomba, motor, válvula) se encuentra apagado se podrá visualizar que tiene un indicador de color azul, como se muestra en la figura 4.12.

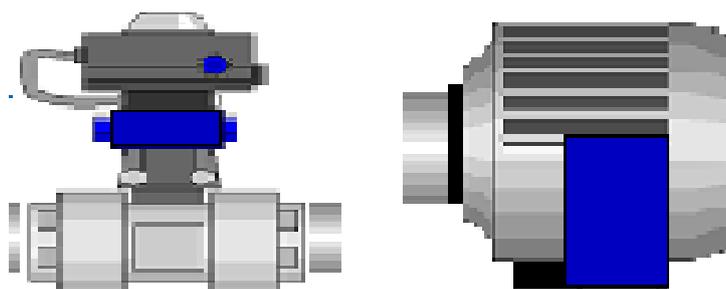


Figura 4.12: *Indicador Estado Apagado*

Cuando un actuador (bomba, motor, válvula) se encuentra encendido se podrá visualizar que tiene un indicador de color verde, como lo muestra la figura 4.13.

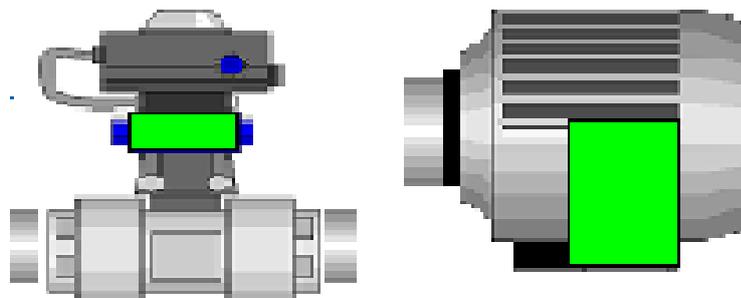


Ilustración 4.13: *Indicador Estado Encendido*

4.5.4 Caldero

Cuando el caldero se encuentra apagado se podrá visualizar el siguiente estado como se muestra en la figura 4.14.

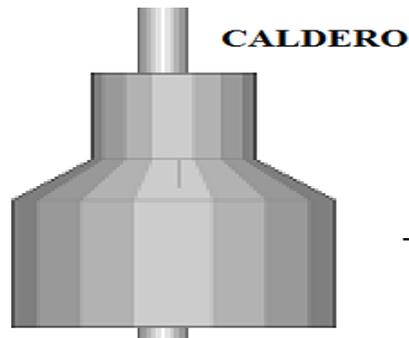


Figura 4.14: *Indicador Caldero Apagado*

Cuando el caldero se encuentra encendido se podrá visualizar el siguiente estado como se muestra en la figura 4.15.

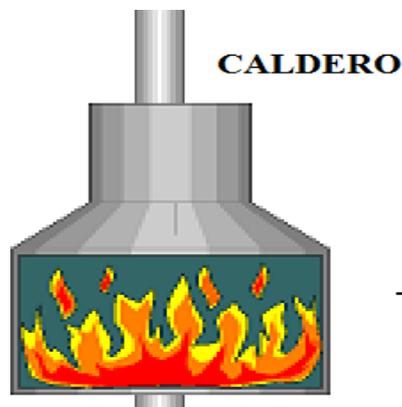


Figura 4.15: *Indicador Caldero Encendido*

Para la simulación del proceso se pueden ingresar los valores de las variables de proceso (sensores). Existen dos formas de ingresar. La primera opción es ingresar el valor manualmente pulsando sobre número se desplegará un teclado en donde se podrá escribir el valor deseado.

La otra opción es pulsar sobre el nombre del sensor y se desplegará una barra en la cual se puede incrementar o disminuir el valor pulsando dentro de la misma.

4.6 Diagrama de Bloque

En el siguiente diagrama de bloque, figura 4.16, se muestra los componentes, equipos y diagramas que se utilizó para el diseño, automatización y simulación de este proyecto.

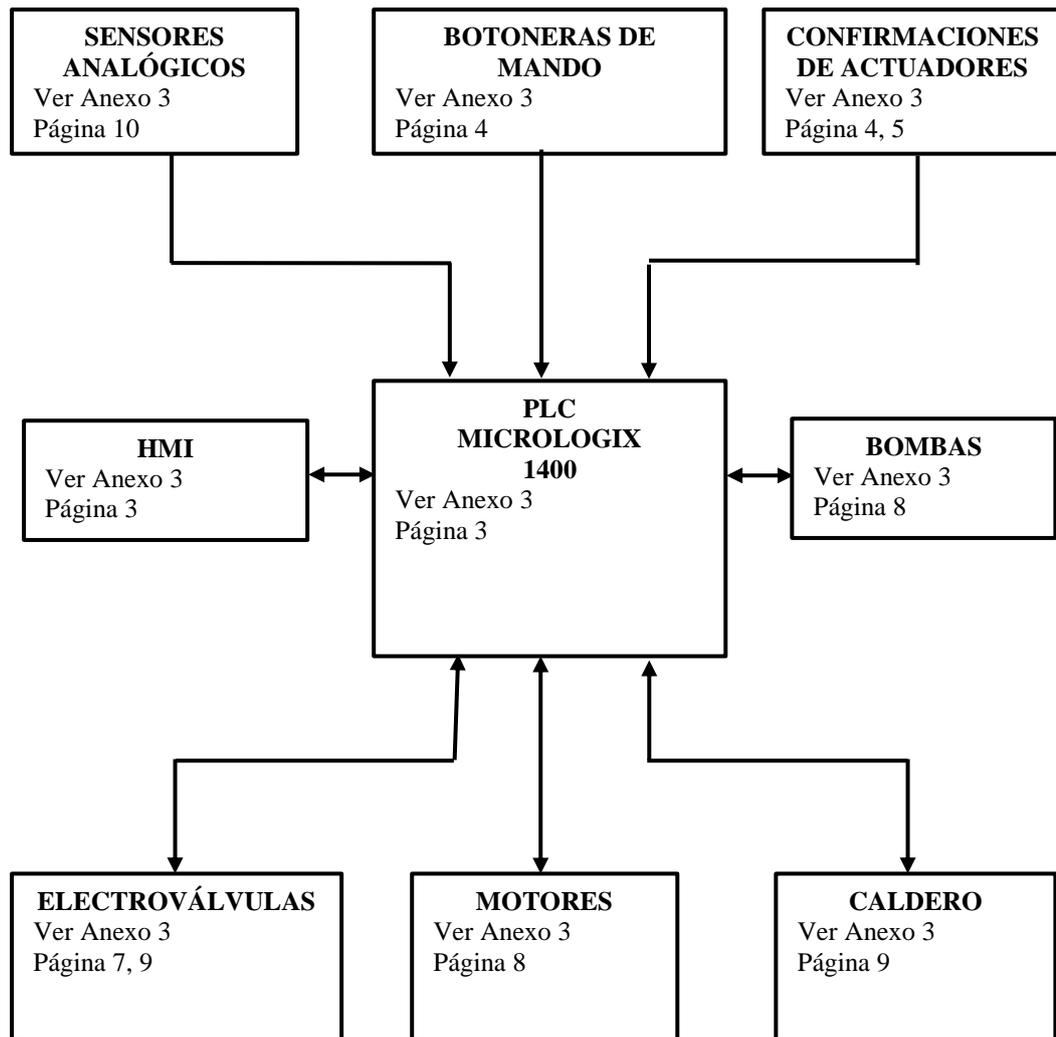


Figura 4.16: Diagrama de Bloques

4.6.1 Plan de trabajo

Para realizar este proyecto se planteó desarrollarlo en 5 etapas, las que están divididas de la siguiente manera:

- Importación de Sensores y Equipos de automatización: En esta etapa realiza el

proceso de adquisición de sensores y de equipos de automatización. Típicamente los tiempos de entrega de los fabricantes están alrededor de 6- a 8 semanas.

- Desarrollo de Lógica en PLC y HMI: Se realiza la programación y simulación de programas en espera de la llegada de los equipos finales.
- Implementación y configuración de equipos en campo: implica el montaje mecánico y eléctrico de sensores importados y los equipos de automatización.
- Pruebas
- Documentación

Tabla 4.4: Planificación de actividades

Actividades	Cronograma			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Importación de Sensores y equipos de automatización	x	x		
Desarrollo de Lógica en PLC y HMI	x	x		
Implementación y configuración de equipos en campo		x		
Pruebas		x	x	
Documentación			x	x

La planificación propuesta será llevada a un comité de revisión donde se observará y ajustará a los tiempos de la empresa y sus necesidades.

Es necesario mencionar que las actividades del laboratorio de larvas de camarón no deben paralizarse por ningún concepto, por lo que se considera realizar el montaje por piscina, para evitar que las larvas y la producción acuícola se vea afectada.

4.6.2 Presupuesto

La propuesta de diseño que optimizará el recurso que actualmente invierte el laboratorio para su producción, se presenta a continuación, en la siguiente tabla 4.5.

Tabla 4.5: Presupuesto referencial

Cty	Catalog #	Description	(\$ - USD) Unit Price (\$ - USD)	
Price				
001	1783-US16T	Stratix 2000 Switch, Unmanaged, 16 Copper Ports	638.40	638.40
002	1585J-M4TBJM-2	Patchcord: RJ45 Male / RJ45 Male, 4-Conductor, Teal TPE, Flex Rated, 2 meters (6.56 feet)	44.95	89.90
001		Fuente de 140W 120V/24Vdc 10A	234.00	234.00
PLC				
001	1766-L32BXB	MicroLogix 1400, 24V DC Power, 8 Standard 24VDC / 12 Fast 24VDC Digital Inputs, 3 Standar	935.00	935.00
HMI				
001	2711P-T7C22D8S	Graphic Terminal, PanelView Plus 7 Standard, 700, Touch, DC, DLR Ethernet	1,675.00	1,675.00
Sensores				
001		Sensor de Nivel tipo Onda Guiada 0-3mt	935.00	935.00
001		Sensor de Temperatura con bulbo de insmersion de 10cm	234.00	234.00
001		Transmisor de Temperatura con linealización 0-100°C/ 4-20mA	124.00	124.00
001		Sensor de pH con bulbo de insmersion de 10cm	67.00	67.00
001		Transmisor de pH con linealización 0-14/ 4-20mA	345.00	345.00
001		Sensor de Oxigeno disuelto en agua	167.00	167.00
001		Transmisor de Oxigeno disuelto en agua con linealización 0-100ppm/ 4-20mA	569.00	569.00
001		Sensor de Salinidad con bulbo de insmersion de 10cm	270.00	270.00
001		Transmisor de Salinidad con linealización 0-100%/ 4-20mA	600.00	600.00
Elementos Adicionales				
001		Tableros Electricos	1,230.00	1,230.00
001		Cableado de Campo	3,500.00	3,500.00
			(\$) Total:	\$ 11,613.30

La adquisición de los sensores y demás materiales que son requeridos para las diversas instalaciones serán provistos por la empresa en el momento que deseen implementar el presente diseño, por lo que los valores pueden variar dependiendo de las necesidades presupuestarias de la misma. Se han sugerido nombres comerciales, pero la empresa decidirá su compra.

El valor de la propuesta es de \$ 11.613,30, la misma que permite un significativo ahorro basado en la mortalidad de larvas por falta de monitoreo, ya que una de las principales ventajas del sistema es que llegarán alertas al celular de quien administre el lugar.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La implementación de medios tecnológicos en un laboratorio de larva de camarón, se considera una propulsión en el progreso eficaz y de calidad de la productividad de larva de camarón.

La propuesta de implementar este diseño y control automático, al ser una opción innovadora y dinámica, se transforma en un sistema que despierta interés en descubrir nuevas técnicas para mejorar la supervivencia de larva y ahorro económico en el sector camaronero.

Este diseño y control automático ha presentado un sistema que permite monitorear la temperatura, nivel, salinidad, oxigenación y pH en el agua, además de controlar y optimizar estas condiciones, empleando tecnologías con las cuales el laboratorio de acuicultura no contaba para dicho fin.

La transmisión inalámbrica de datos y procesamiento off-line pudiera ser un segundo nivel de automatización para este diseño y control automático, con apoyo de tecnología GPRS, El sistema le mantendrá informado cuando se presenten variaciones de la calidad del agua y así él podrá tomar la mejor decisión y hacer lo correctivos necesarios.

5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones establecidas a continuación son especialmente a los Biólogos y dueños de laboratorios, debido a que la implementación del uso de tecnologías, es causa de preocupación al no tener conocimientos de estos medios y equipos tecnológicos.

Es importante que el proceso de la aplicación de los recursos tecnológicos sean de forma planificada y progresiva, ya que los cambios no pueden hacerse de inmediato, debido a que aún no se encuentra el personal del laboratorio con plenos conocimientos de los equipos y medios tecnológicos.

Interactuar con los operadores de los sistemas de automatización y aplicación de medios tecnológicos en un laboratorio de larva de camarón, y así ir perdiendo el temor de su uso, ya que es muy importante para la optimización de recursos y el desarrollo del sector camaronero.

Se recomienda cada 6 meses dar mantenimiento a los sensores realizando un cambio de membrana a los mismos, ya que estos se desgastan con el uso constante.

Se recomienda ampliar la automatización inicial propuesta con equipos de comunicación entre los subsistemas de monitoreo y la estación, es decir, usar la tecnología GSM en el módulo de conexión inalámbrico y usar el servicio SMS de un operador de telefonía móvil para el envío de las alertas.

Las pruebas con instrumentación manual es un ejercicio que permite la comprobación del sistema para realizar los ajustes a los sensores, a fin de disminuir los cálculos o datos que se obtienen desde los equipos sensores instalados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonseca, M. (1987). La máquina de Turing. *Las matemáticas del siglo XX*, 165-168.
- Andrés, S. (2010). *Teoría de la Automatización*. Obtenido de <http://sergio527-tgs.blogspot.com/2010/05/tipos-de-automatizacion.html>.
- AQ1 S systems. (2017). *Driving Aquaculture Productivity*. Obtenido de <http://www.aq1systems.com/>
- Araos Peñaloza, A. (2008). Clases de automatización industrial. *Polilibros*, 1.
- Aso. Programo Ergo Sum. (2019). *Curso de introducción a Raspberry Pi con Raspbian*. Obtenido de <https://www.programoergosum.com/cursos-online/raspberry-pi/232-curso-de-introducción-a-raspberry-pi/instalar-imagen-de-raspbian>.
- Automatización y montaje. (2017). *Automatismo*. Obtenido de http://www.automatizacionymontajes.com.co/Portafolio_de_servic.html.
- Cambroner, M. (2017). *Arduino*. Obtenido de <http://web.fdi.ucm.es/posgrado/conferencias/MariaEmiliaCambroner2017-slides.pdf>.
- Carrod. (2018). *DS1820 = DS18B20 Termómetro Digital*. Obtenido de <https://www.carrod.mx/products/termometro-digital-ds1820-ds18b20>.
- Códigos CDTC. (2019). *Sensor de oxígeno*. Obtenido de <https://codigosdctc.com/sensor-o2/>.
- Códigos DTC. (2019). *Oxygen Sensor (O2)*. Obtenido de <https://codigosdctc.com/sensor-o2/>.
- Debian. (2018). *Qué es Debian*. Obtenido de <https://debian-handbook.info/browse/es-ES/stable/the-debian-project.html#sect.what-is-debian>.
- Del Valle, L. (2019). *Arduino*. Obtenido de <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/curso-de-arduino/>.
- Electro Industria. (2017). *Desde la lógica cableada a los Micro Automatismos*. Obtenido de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=32>.
- Escobar, W., Flores, O., & Romero, O. (2006). *Implementación de un laboratorio de automatización industrial para la escuela de Ingeniería Eléctrica*.
- García, Á. (2006). *Introducción a la simulación de sistemas discretos*. Obtenido de http://www.iol.etsii.upm.es/arch/intro_simulacion.pdf.
- García, J. (2017). *Sistemas de control - lazo abierto -lazo cerrado*. Obtenido de http://www.academia.edu/7885227/Sistemas_de_control_-_lazo_abierto_-_lazo_cerrado.
- Gutiérrez, A. (2018). *El sensor de oxígeno*. Obtenido de <https://autolab.com.co/blog/el-sensor-de-oxigeno/>.

- Hopcroft, J., Motwani, R., & Ullman, J. D. (2011). *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Aut%C3%B3mata_finito.
- Ingenium. (2017). *LA SIMULACIÓN DE SISTEMAS*. Obtenido de <http://camp.ucss.edu.pe/ingenium/index.php/sistemas-informatica/165-la-simulacion-de-sistemas>.
- Instituto de Ingeniería Eléctrica. (2019). *Modelado y Simulación de Sistemas Eléctricos de Potencia*. Obtenido de <https://iie.fing.edu.uy/potencia/es/modelado-y-simulacion-de-sistemas-eléctricos-de-potencia/>.
- Investigación y Ciencia. (1984). *Máquinas de Turing*. Obtenido de <http://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/numero/94/mquinas-de-turing-2271>.
- López R., C. D. (2017). *Diseño e Implementación de un Sistema*. Obtenido de <file:///C:/Users/jorge/Downloads/155-408-1-SM.pdf>.
- MCR. (29 de 07 de 2016). *Ventajas y desventajas de la automatización industrial*. Obtenido de <http://www.mcr.es/ventajas-y-desventajas-de-la-automatizacion-industrial/>.
- Mecatrónica Ecuador. (2018). *Mecatrónica Ecuador: Proyectos de Electrónica, robótica, consultora, asesoría de productos*. Obtenido de <https://mecatronicaecuador.wordpress.com/2018/03/06/alimentacion-automatica-para-el-sector-camaronero-en-ecuador/>
- Navarro, J. (2010). *Simulación de Redes de Sensores Wireless*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/13302297.pdf>.
- Olmos Pineda, I. (2014). *Autómatas Deterministas*. Obtenido de http://www.cs.buap.mx/~iolmos/propeLogica/4_Automatas1.pdf.
- Omega. (2017). *Medidores de pH*. Obtenido de <https://cl.omega.com/prodinfo/medidores-de-pH.html>.
- Orozco, Á., Guanizo, C., & Holguín, M. (2008). *Automatismo industriales*. Obtenido de <http://docplayer.es/14408716-Automatismos-industriales.html>.
- Python.org. (2019). *Introducción*. Obtenido de <http://docs.python.org.ar/tutorial/pdfs/TutorialPython2.pdf>.
- Robotilsa S.A. (2016). Alimentador automático para camarón - AUTO SHRIMP FEEDER.
- Sanchis de Miguel, A., Ledezma Espino, A., Iglesias Martínez, J., García Jiménez, B., & Alonso Weber, J. (2013). *Máquinas de Turing*. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-informatica/teoria-de-automatas-y-lenguajes-formales/material-de-clase-1/tema-7-maquinas-de-turing>.
- Sensores. (2017). *Sensores de temperatura infrarrojos*. Obtenido de

<http://snoresdetemperatura.blogspot.com/>.

Sensores de temperatura. (2017). *Resistencias detectoras de temperatura (RTD)*. Obtenido de <http://snoresdetemperatura.blogspot.com/>.

Solbes i Monzò, R. (2014). *Automatismos Industriales. Conceptos y procedimientos*. Nau Libres.

Tiendatec. (2018). *SOFTWARE NOOBS PREINSTALADO EN MICROSD 64GB PARA RASPBERRY PI*. Obtenido de <https://www.tiendatec.es/raspberry-pi/software/532-software-noobs-preinstalado-en-microsd-64gb-para-raspberry-pi-8405321450008.html>.

Torres, F. (2014). *Introducción a la automatización y el control*. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18432/1/Tema%201_Introduccion.pdf.

Universidad del Centro de la provincia de Buenos Aires. (2008). *CIENCIAS DE LA COMPUTACION I*. Obtenido de <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/ccomp1/Apunte4.pdf>.

Universidad Rey Juan Carlos. (2014). *Autómatas a pila*. Obtenido de <http://www.ia.urjc.es/cms/>.

Valle, L. d. (2019). *DS18B20 sensor de temperatura para líquidos con Arduino*. Obtenido de <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/ds18b20-sensor-temperatura-arduino/>.

Vásquez, J. (2007). *Teoría del control*. Obtenido de http://www.utm.mx/~jvasquez/parte1_08.pdf.

www.exa.unicen.edu.ar. (s.f.). *Automata a pila*.

ANEXOS

Anexo 1.

Listado de Entradas y Salidas conectadas al PLC

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

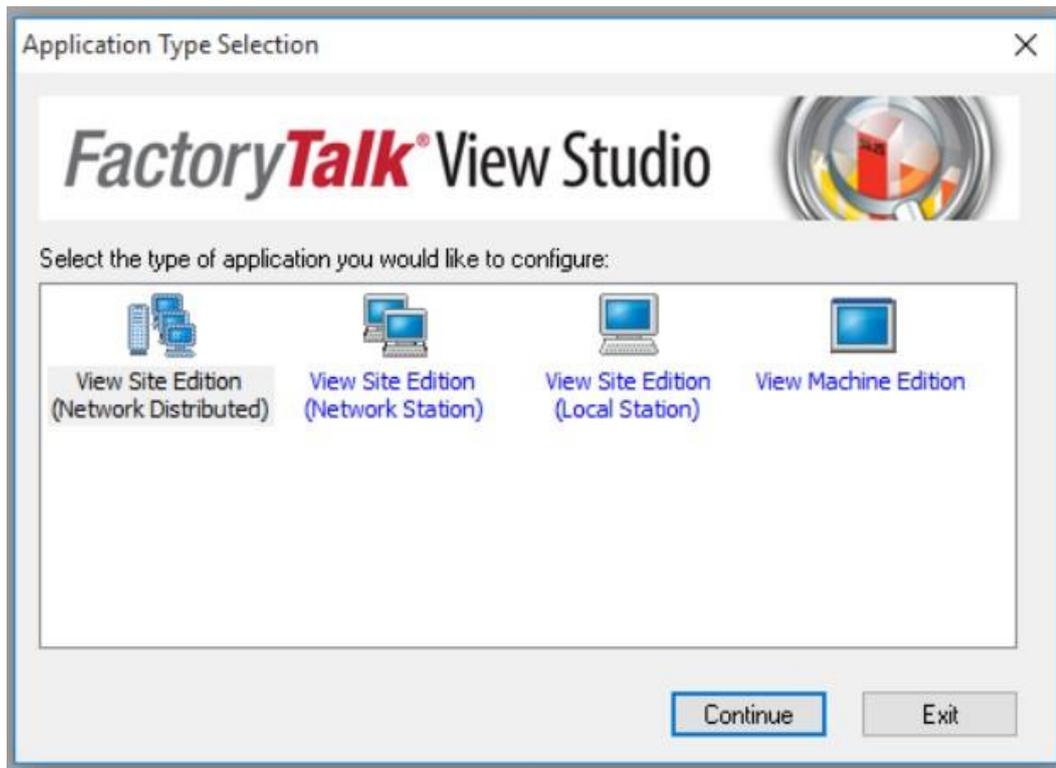
Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.

MICHAEL GAVILANEZ
20/02/2019

LISTADO DE CONEXIÓN Y PROGRAMACION DE EQUIPOS

ITEM	EQUIPO	TAG	MÓDULO	TIPO DE SEÑAL		ENTRADA / SALIDA		ESPECIFICACION	UBICACIÓN
				DIGITAL	ANÁLOGA	IN	OUT		
1	Paro de Emergencia	PE_01	1	x		0		24 VDC	Paro de Emergencia
2	Marcha	MA_01	1	x		1		24 VDC	Marcha
3	Confirmación de Guardamotor	QF_01	1	x		2		24 VDC	Bomba de Llenado
4	Confirmación de Contactor	K_01	1	x		3		24 VDC	Bomba de Llenado
5	Confirmación de Guardamotor	QF_02	1	x		4		24 VDC	Bomba de Alimentación
6	Confirmación de Contactor	K_02	1	x		5		24 VDC	Bomba de Alimentación
7	Confirmación de Guardamotor	QF_03	1	x		6		24 VDC	Aireación 1
8	Confirmación de Contactor	K_03	1	x		7		24 VDC	Aireación 1
9	Confirmación de Guardamotor	QF_04	1	x		8		24 VDC	Aireación 2
10	Confirmación de Contactor	K_04	1	x		9		24 VDC	Aireación 2
11	Confirmación de Guardamotor	QF_05	1	x		10		24 VDC	Bomba de Recirculación (Caldero)
12	Confirmación de Contactor	K_05	1	x		11		24 VDC	Bomba de Recirculación (Caldero)
13	Activación de Contactor	K_01	1	x			0	24 VDC	Bomba de Llenado
14	Activación de Contactor	K_02	1	x			1	24 VDC	Bomba de Alimentación
15	Activación de Contactor	K_03	1	x			2	24 VDC	Aireación 1
16	Activación de Contactor	K_04	1	x			3	24 VDC	Aireación 2
17	Activación de Contactor	K_05	1	x			4	24 VDC	Bomba de Recirculación (Caldero)
18	Activación de Electroválvula	V1	1	x			5	24 VDC	Electroválvula Bomba de Llenado
19	Activación de Electroválvula	V2	1	x			6	24 VDC	Electroválvula Bomba de Alimentación
20	Activación de Electroválvula	V3	1	x			7	24 VDC	Electroválvula de descarga
21	Activación de Electroválvula	V4	1	x			8	24 VDC	Electroválvula 1 de Caldero
22	Activación de Electroválvula	V5	1	x			9	24 VDC	Electroválvula 2 de Caldero
23	Activación de Electroválvula	V6	1	x			10	24 VDC	Electroválvula de Aireación 1
24	Activación de Electroválvula	V7	1	x			11	24 VDC	Electroválvula de Aireación 2
25	Activación	C1	1	x			12	24 VDC	Activación de Caldero
26	Sensor 1	S1	2		x	0		24 VDC	Sensor de Salinidad
27	Sensor 2	S2	2		x	1		24 VDC	Sensor de Nivel
28	Sensor 3	S3	2		x	2		24 VDC	Sensor de Temperatura
29	Sensor 4	S4	2		x	3		24 VDC	Sensor de Oxigenación

Anexo 2.
Programa de simulación para HMI



Tag

Name: ALIMENTACION

Type: Analog

Description:

Minimum: 0 Scale: 1

Maximum: 59 Offset: 0 Data Type: (Default)

Data Source Type: Device Memory

Initial Value: 50

Retentive

Close Prev Next New Help

Search For:

	Tag Name	Type	Description
1	ALIMENTACION	Analog	
2	INGRESO_AGUA	Digital	
3	INICIO_PROCESO	Digital	
4	NIVEL	Analog	
5	OXIGENACION	Analog	
6	PH	Analog	
7	SALINIDAD	Analog	
8	SETPOINT_NIVEL	Analog	
9	TEMPERATURA	Analog	
10	V_DESCARGA	Digital	
11			

system



TRABAJO DE TITULACIÓN

**DISEÑO ELÉCTRICO DEL FUNCIONAMIENTO Y CONTROL AUTOMÁTICO DE LOS PARÁMETROS
ESTÁNDAR EVALUATIVOS PARA CONSERVAR LA VIDA DE LARVAS DE CAMARÓN EN LABORATORIOS
DE ACUICULTURA**

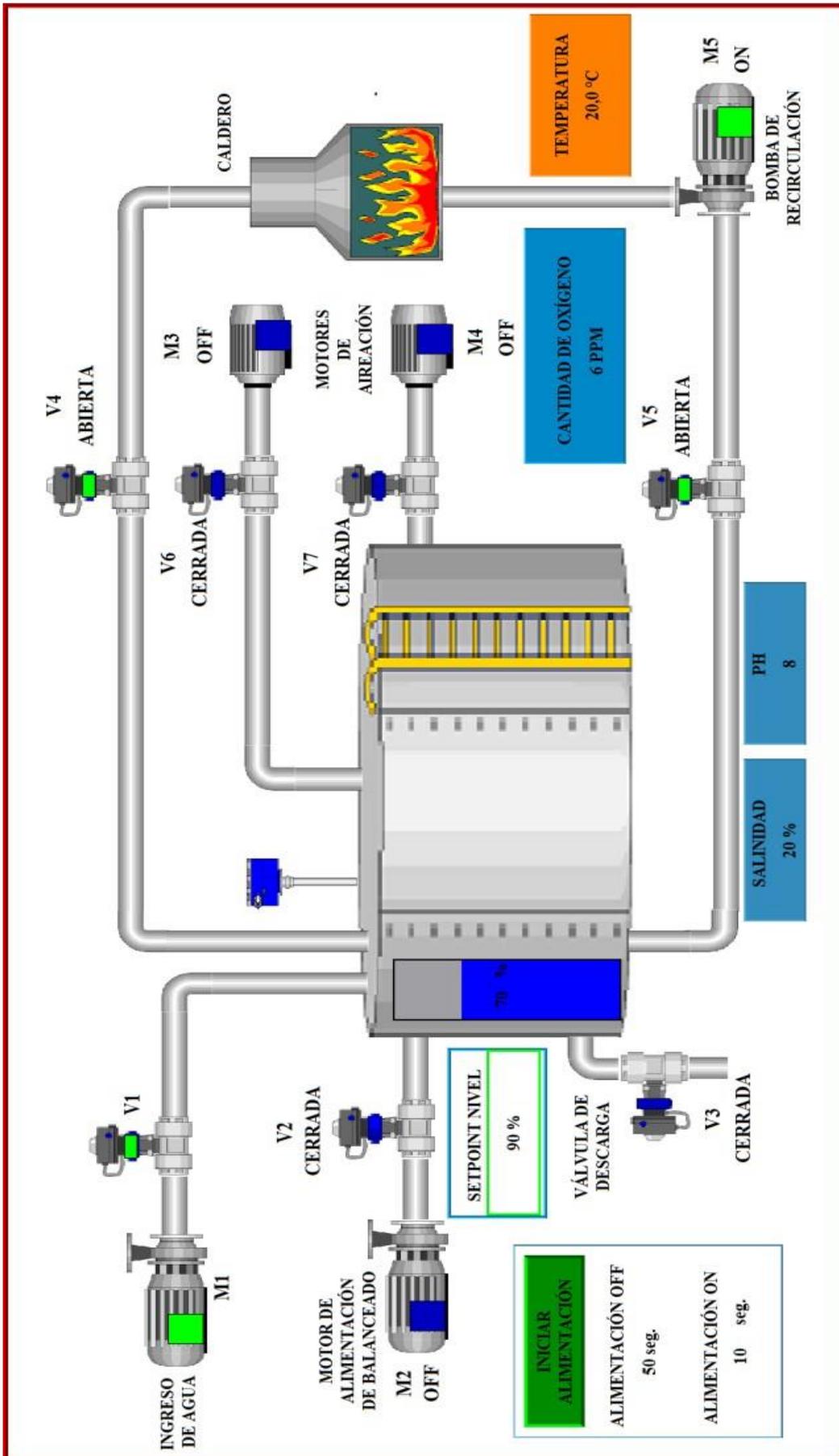
AUTOR:

TLGO. GAVILÁNEZ HERRERA MICHAEL ÁNGEL

TUTOR:

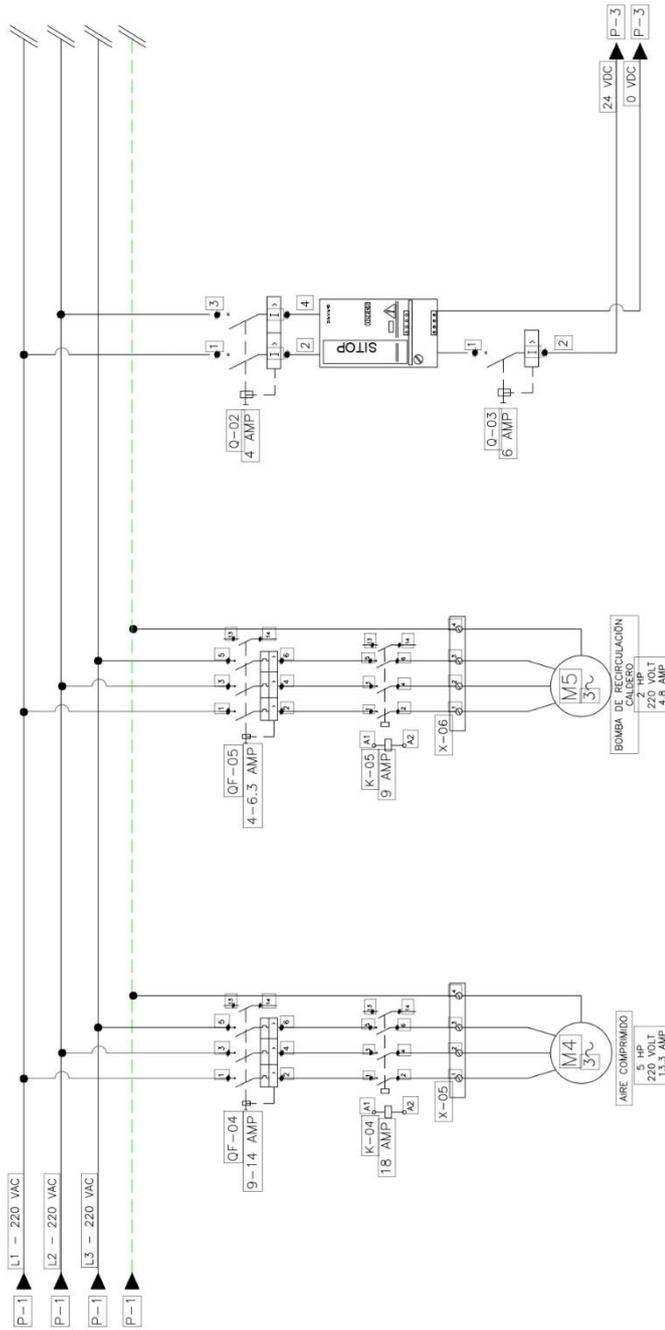
ING. CAMPOVERDE CÁRDENAS DANIEL ENRIQUE

**GUAYAQUIL, ECUADOR
MARZO DEL 2019**



Anexo 3

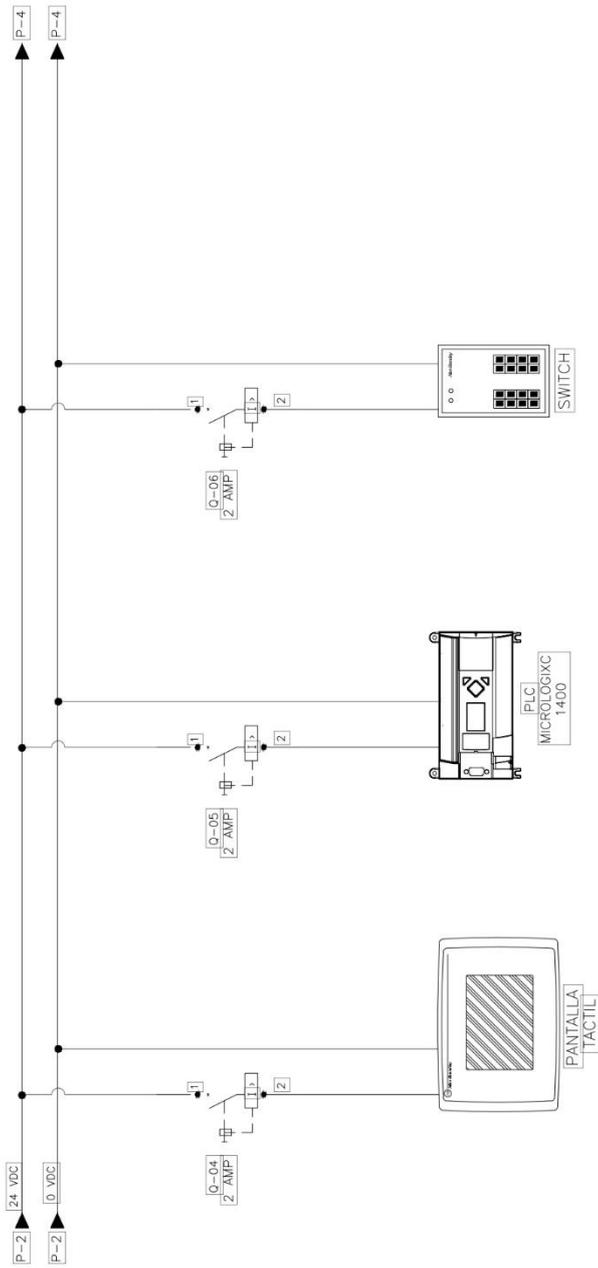
Planos eléctricos del Sistema



Simbología:

Guardamotor Eléctrico	Contactor Eléctrico	Motor Trifásico	Disyuntor de 2 polos	Disyuntor de 1 polo	Fuente de 24 VDC	Juego de Berneras	Página

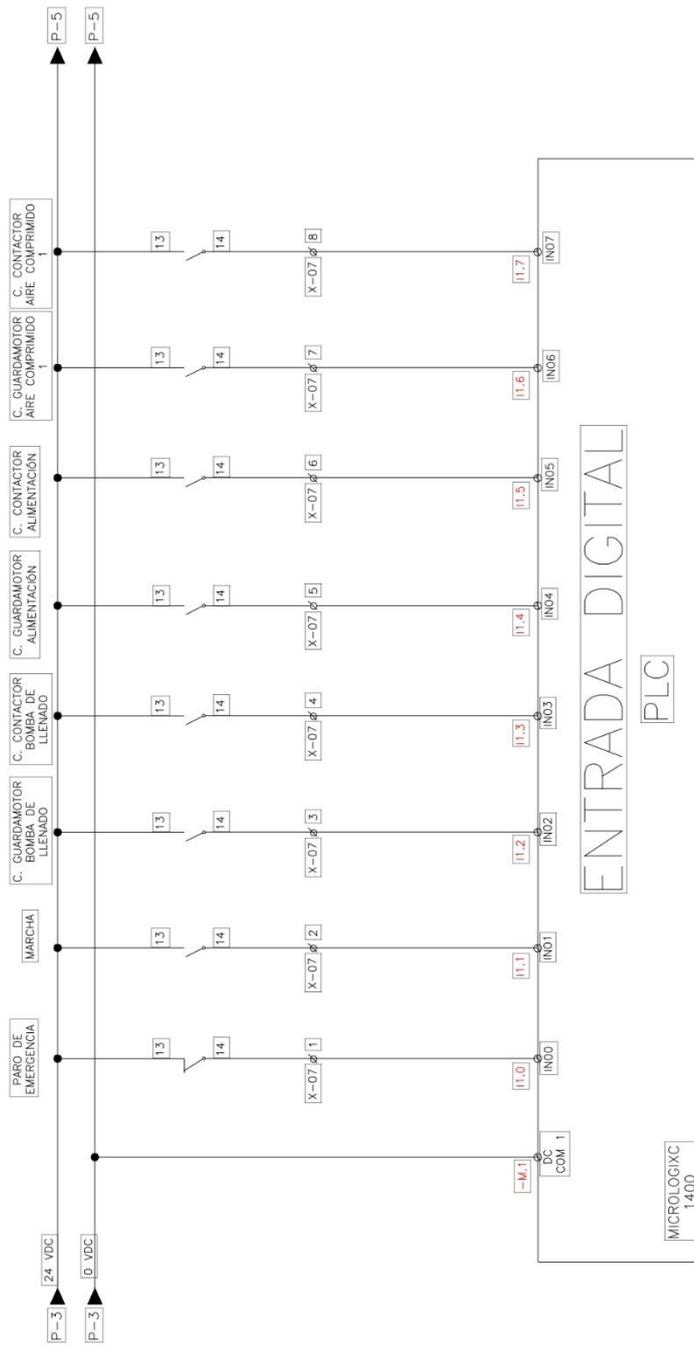
	Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.		Nombre de la Hoja: Conexión de Equipos de Fuerza	Página: 02
	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		Estudiante: Michael Gavilánez	Tutor: Ing. Daniel Campoverde.MBA



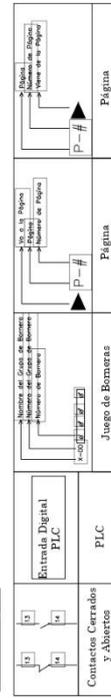
Simbología:

	Switch Ethernet		Pantalla Táctil		PLC		Disruptor de 1 polo		<p>Se a la línea (línea de conexión de la página)</p> <p>Se a la línea (línea de conexión de la página)</p>	Página
	Switch Ethernet		Pantalla Táctil		PLC		Disruptor de 1 polo		<p>Se a la línea (línea de conexión de la página)</p> <p>Se a la línea (línea de conexión de la página)</p>	Página

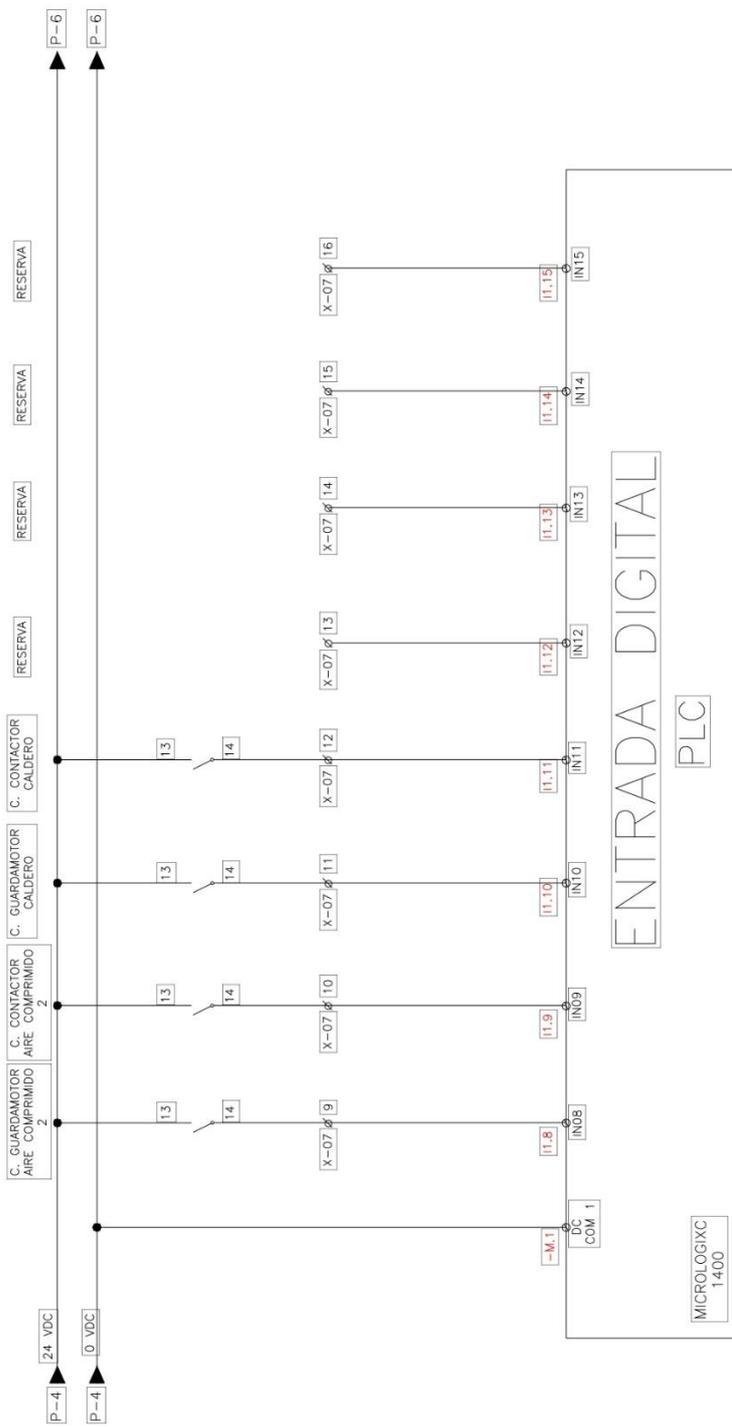
<p>Universidad Católica de Santiago de Guayaquil</p>	<p>Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.</p>		<p>Nombre de la Hoja: Conexión De Equipos de Control</p>	<p>Página: 03</p>
	<p>Estudiante: Michael Gaviláñez</p>		<p>Tutor: Ing. Daniel Campoverde.MBA</p>	



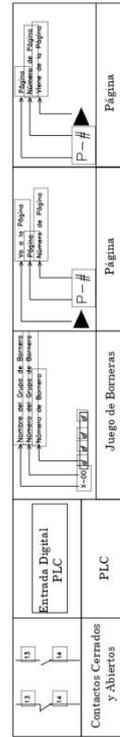
Simbología:



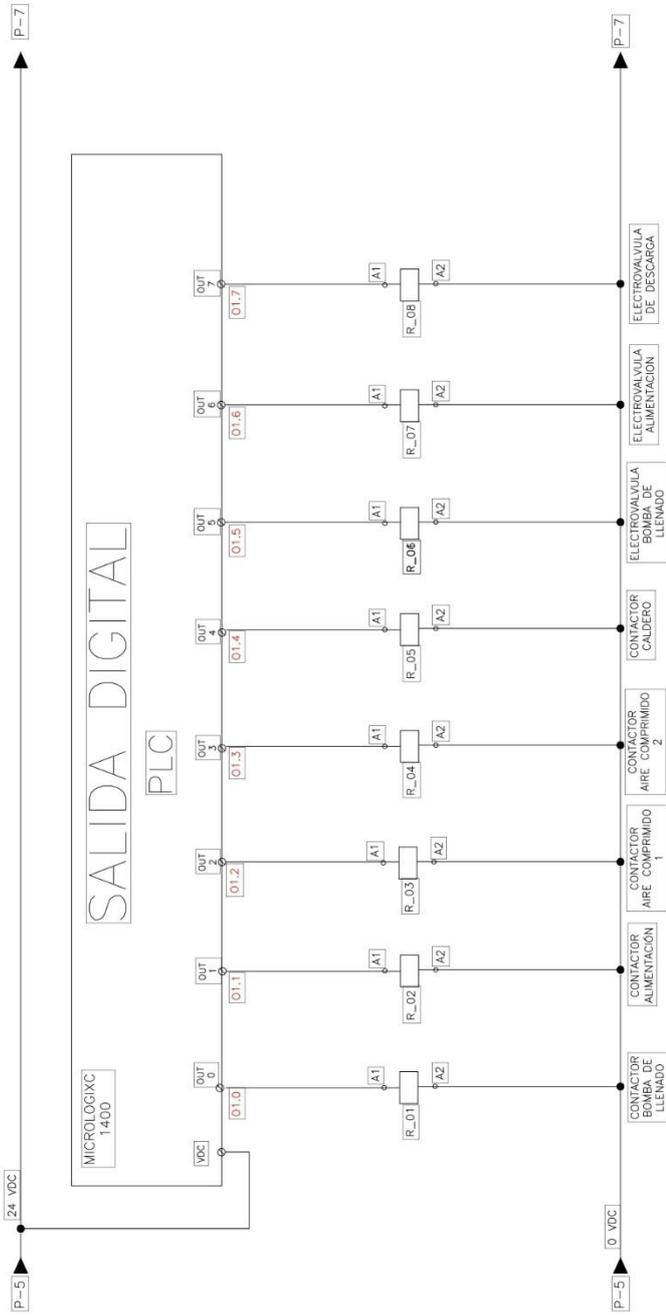
	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.	
	Nombre de la Hoja: Entradas Digitales		Página: 04	
Estudiante: Michael Gavilánez		Tutor: Ing. Daniel Campoverde.MBA		



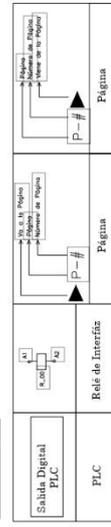
Simbología:



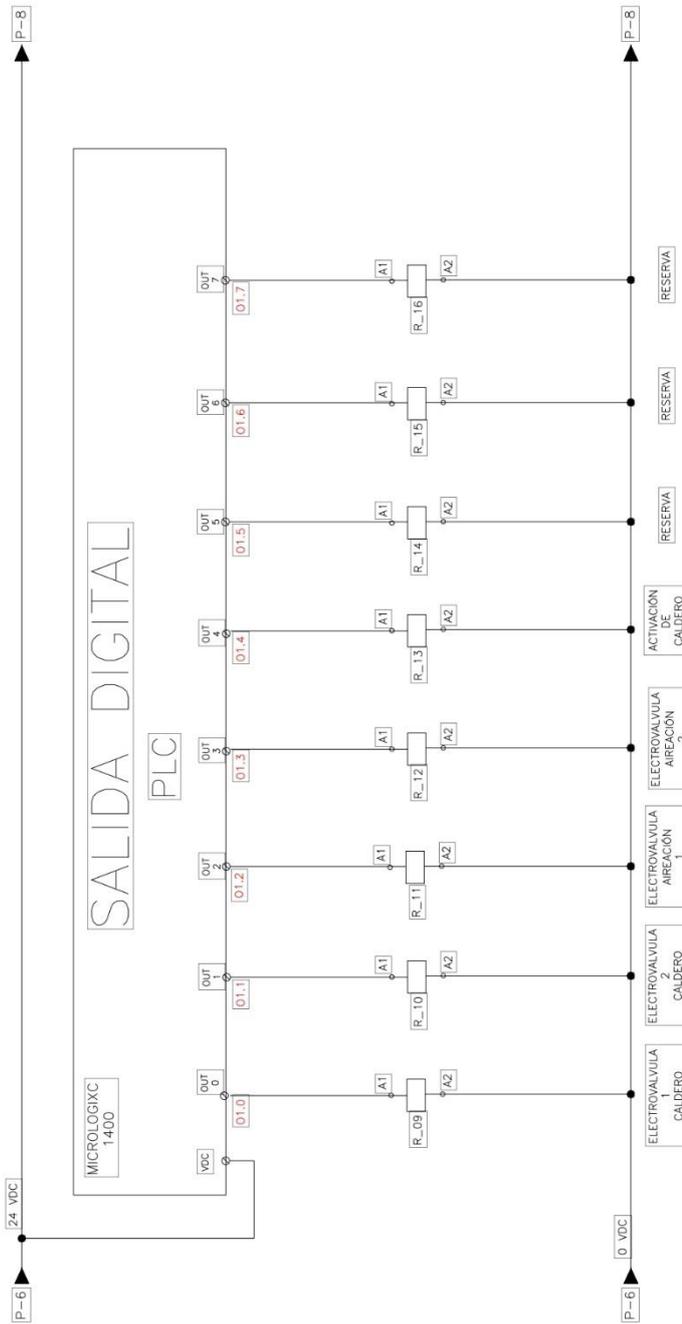
	<p>Universidad Católica de Guayaquil</p>	<p>Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.</p>	<p>Nombre de la Hoja: Entradas Digitales</p>	<p>Página: 05</p>
	<p>Estudiante: Michael Gavilánez</p>	<p>Tutor: Ing. Daniel Campoverde.MBA</p>		



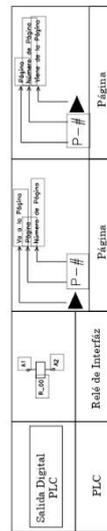
Simbología:



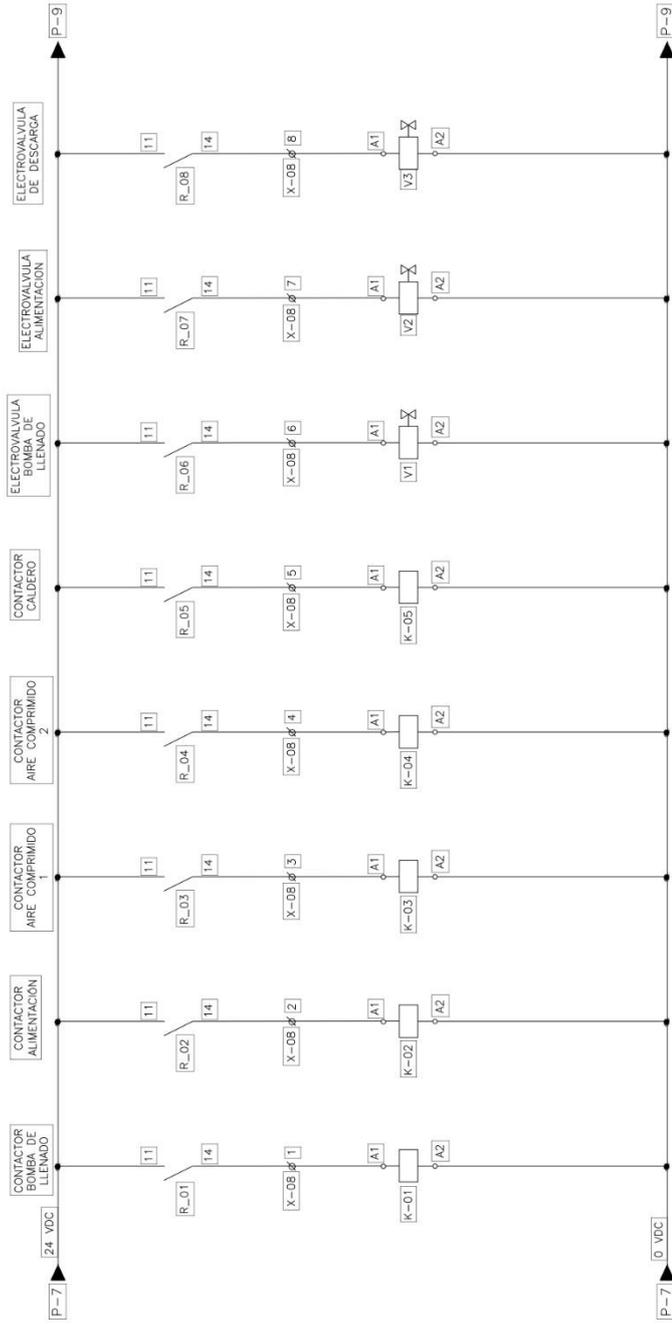
	Universidad Católica de Guayaquil	Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.	
		Nombre de la Hoja: Salidas Digitales	Página: 06
		Estudiante: Michael Gaviláñez	Tutor: Ing. Daniel Campoverde.MBA



Simbología:



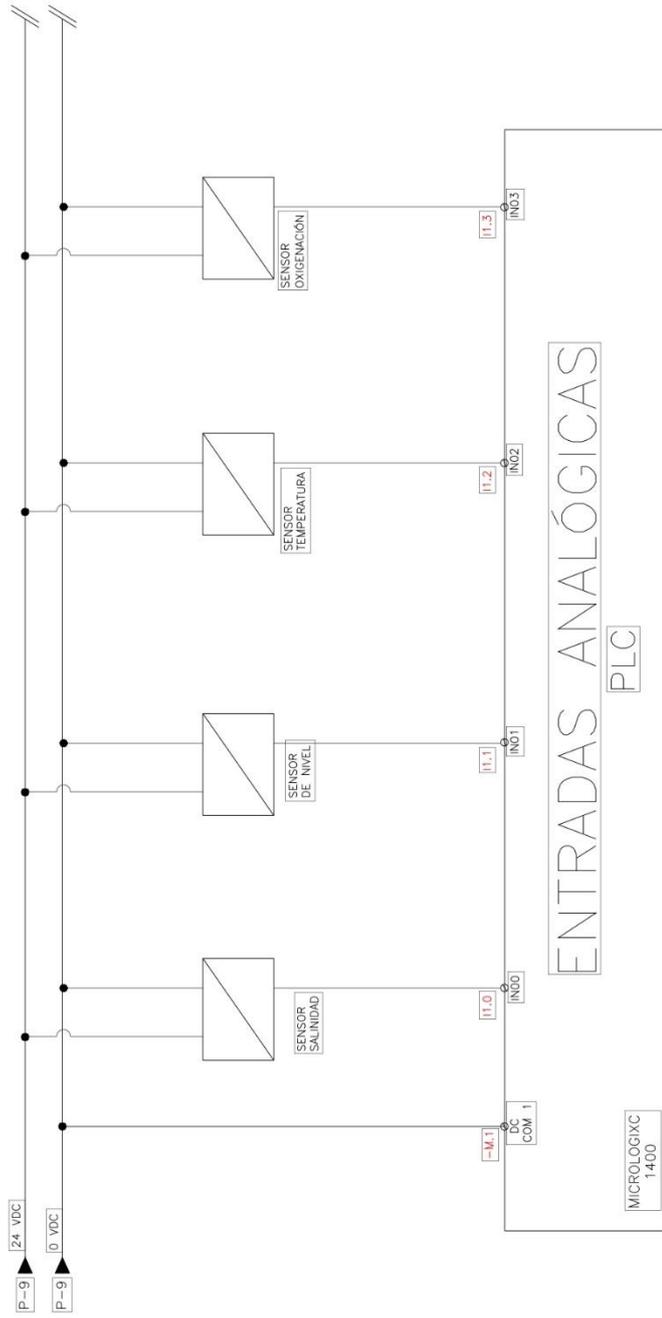
	Universidad Católica de Guayaquil	Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.	Nombre de la Hoja: Salida Digitales	Página: 07
			Estudiante: Michael Gavilánez	Tutor: Ing. Daniel Campoverde, MBA



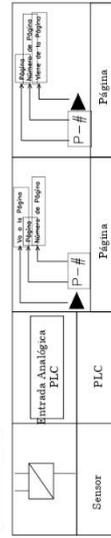
Simbología:

11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2
11	14	A1	A2

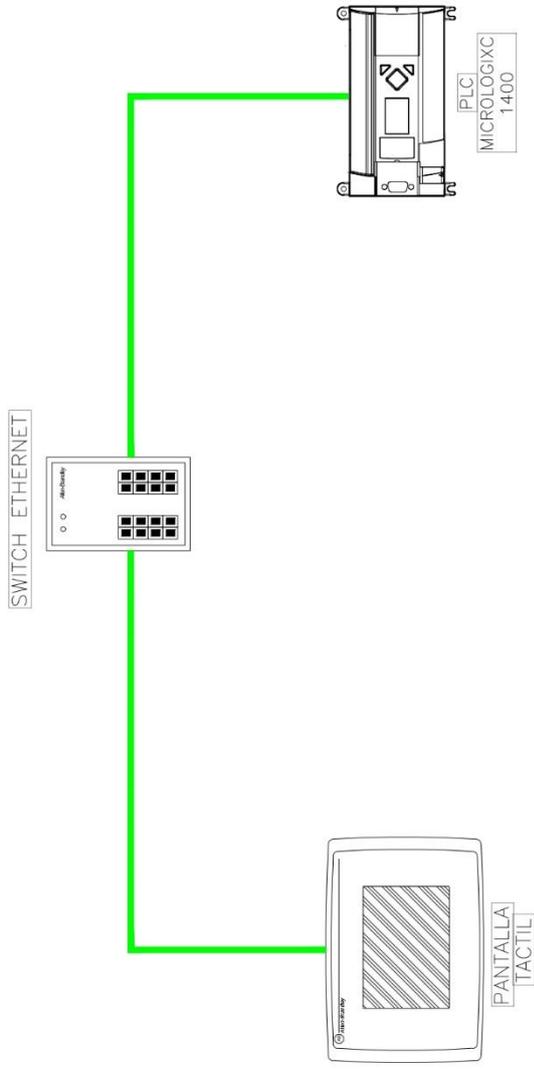
	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.	Nombre de la Hoja: Conexión de Relés de interfaz	Página: 08
		Estudiante: Michael Gavilánez		Tutor: Ing. Daniel Campoverde.MBA



Simbología:

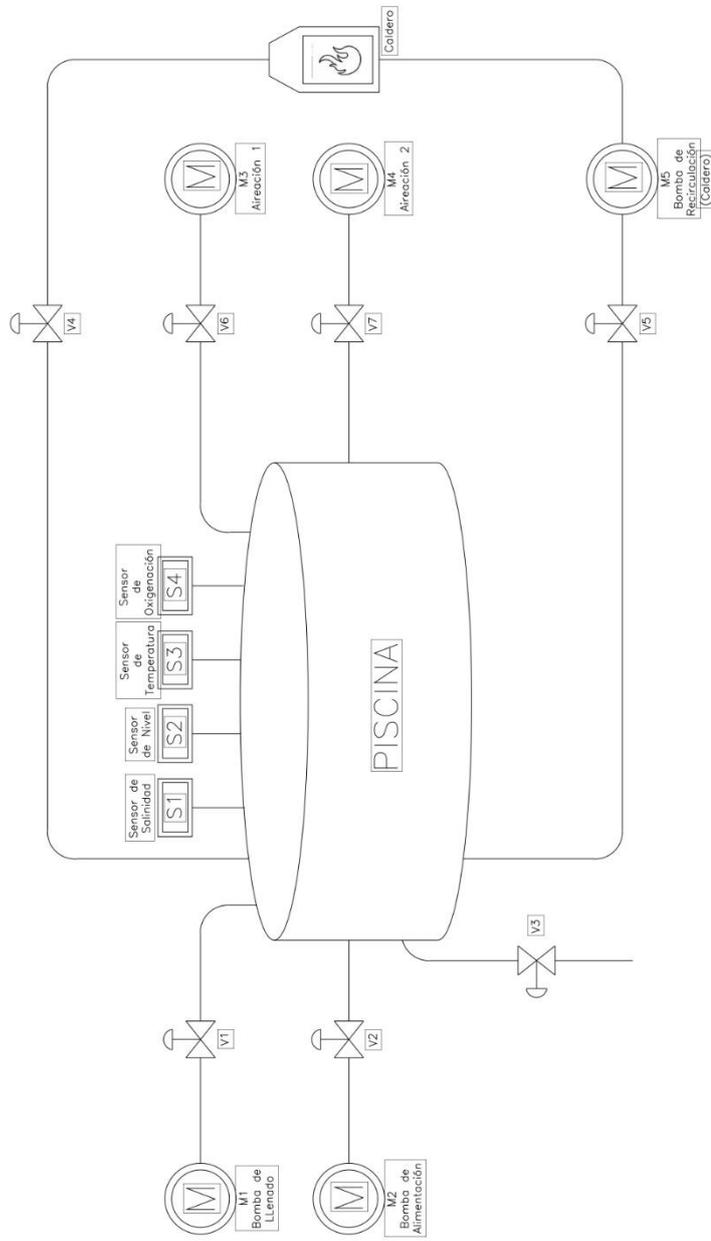


	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.	Nombre de la Hoja: Entradas Analógicas		Página: 10
				Estudiante: Michael Gavilánez		



Cableado Ethernet

	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
	Guayaquil	
Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.		
Nombre de la Hoja: Arquitectura de Red		Página: 11
Estudiante: Michael Gaviláñez		Tutor: Ing. Daniel Campoverde.MBA



Simbología:

	Motor Eléctrico
	Electrovalvula
	Sensor
	Piscina
	Caldero

	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.	
		Nombre de la Hoja: Diagrama de Proceso	Página: 12
Estudiante: Michael Gaviláñez		Tutor: Ing. Daniel Campoverde.MBA	

	Disyuntor de 3 polos		Motor Trifásico		PLC
	Guardamotor Eléctrico		Relé de Interfaz		Switch Ethernet
	Contacto Eléctrico		Electroválvula		Pantalla Táctil
	Disyuntor de 1 polos		Juego de Bombas		Fuente de 24 VDC
	Disyuntor de 2 polos		Sensor		Contactos Cerrados y Abiertos
	Caldero		Bobina del Contactor		

	Universidad Católica de Guayaquil	Tema de Tesis: Diseño Eléctrico del Funcionamiento y Control Automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en Laboratorio de acuicultura.	Nombre de la Hoja: Simbología	Página: 13
			Estudiante: Tlgo. Michael Gavilánez	Tutor: Ing. Daniel Campoverde

Anexo 4. *Fotografías de la simulación del sistema*





Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Gavilánez Herrera Michael Ángel**, con **C.C: # 1204729451** autor/a del trabajo de titulación: **Diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los parámetros estándar evaluativos, para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO – MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de marzo de 2019

Nombre: Gavilánez Herrera Michael Ángel

C.C: 1204729451



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura.		
AUTOR(ES)	Gavilánez Herrera Michael Ángel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Campoverde Cárdenas Daniel Enrique MBA		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Educación Técnica para el desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico-Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero En Eléctrico-Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	89
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energía eléctrica, energía renovable		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Diseño eléctrico, simulación, sensores, laboratorio de larvas, parametros estandares.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras)	La presente investigación denominada diseño eléctrico del funcionamiento y control automático de los parámetros estándar evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios de acuicultura, tiene como principal objetivo realizar un diseño eléctrico y control automático de los parámetros estándares evaluativos para conservar la vida de larvas de camarón en laboratorios, así como realizar el estudio y diseño de los equipos y sensores utilizados para la automatización de funcionamiento del laboratorio y definir plan de trabajo específico para solución inmediata ante cualquier falla del control automático. El diseño de la investigación es aplicada, descriptiva que permitió hacer una observación directa de los procesos, en análisis respectivo de la revisión documental al respecto de equipos y normativa que rige la actividad acuícola y posteriormente, con técnicas de simulación y tratamiento de datos referencial para concluir con una planificación de actividades y un análisis de costos al respecto de la implementación de los sensores para la valoración de los parámetros que funcionan dentro de la producción de larvas de camarón de un laboratorio, objeto principal del estudio. Se concluyó con una planificación de 4 meses que incluye los subsistemas de monitoreo y aplicación web, configuración de equipos concentradores, etapa de prueba y contraste con resultados manuales y la documentación respectiva, y un total de \$ 11.613,30 como presupuesto estimado.		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +59385967425	E-mail: maykolgavilanez_31@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: +593-4-220933 ext 2007		
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			