



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRÓNICA.

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
& AVIÓNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE EL WEB
SERVER DEL PLC MICROLOGIX 1100 PARA EL CONTROL DE
NIVEL DE LA ESTACION DE PROCESO PCT-3 DEL
LABORATORIO DE INSTRUMENTACION VIRTUAL”.**

AUTOR: MENDOZA CALVA CHRISTIAN FRANCISCO

DIRECTOR: ING. PAOLA CALVOPIÑA.

LATACUNGA

2018



**DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de Titulación, **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE EL WEB SERVER DEL PLC MICROLOGIX 1100 PARA EL CONTROL DE NIVEL DE LA ESTACION DE PROCESO PCT-3 DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACION VIRTUAL”** realizado por el Sr. **MENDOZA CALVA CHRISTIAN FRANCISCO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **MENDOZA CALVA CHRISTIAN FRANCISCO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 06 de agosto del 2018

Atentamente,

Ing. Paola Calvopiña



**DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **MENDOZA CALVA CHRISTIAN FRANCISCO**, con cédula de identidad N° 1105644544, declaro que este trabajo de titulación **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE EL WEB SERVER DEL PLC MICROLOGIX 1100 PARA EL CONTROL DE NIVEL DE LA ESTACION DE PROCESO PCT-3 DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACION VIRTUAL”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 06 de agosto 2018.

Mendoza Calva Christian Francisco

C.I: 1105644544



**DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

AUTORIZACIÓN (PUBLICACIÓN BIBLIOTECA VIRTUAL)

Yo, **MENDOZA CALVA CHRISTIAN FRANCISCO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE EL WEB SERVER DEL PLC MICROLOGIX 1100 PARA EL CONTROL DE NIVEL DE LA ESTACION DE PROCESO PCT-3 DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACION VIRTUAL**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 06 de agosto 2018.

Mendoza Calva Christian Francisco

C.I: 1105644544

DEDICATORIA

Dedico con todo amor y cariño, cada una de las líneas de este trabajo a mi familia, quienes han estado apoyándome durante los años de sacrificio y dedicación en el que he perseguido uno de mis sueños.

A mis padres quienes me inculcaron valores, siempre me apoyaron y quienes se sacrificaron para brindarme una educación.

Christían Francisco Mendoza Calva

AGRADECIMIENTO

“Porque solo quien fue criado por una reina sabe cómo tratar a una princesa”, agradezco a mi madre por darme el extraordinario regalo de la vida, a Dios por la familia que tengo, que siempre han estado a mi lado guiándome por el buen camino con sus consejos y su apoyo incondicional.

A mis compañeros, profesores, y amigos quienes me prestaron su ayuda durante toda mi carrera Universitaria.

Christían Francisco Mendoza Calva

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN (PUBLICACIÓN BIBLIOTECA VIRTUAL)	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE FOTOGRAFIAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPITULO I	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 ALCANCE	4
CAPITULO II	5
2.1 Sistemas de control	5
2.1.1 Componentes básicos de un sistema de control	5
2.1.2 Tipos de sistemas de control	6
2.1.2.1 Control en Lazo Abierto	6
2.1.2.2 Control en Lazo Cerrado	6

2.2 Tipos de control de procesos.....	7
2.3 Elementos de control	8
2.3.1 Válvulas de control	8
2.4 Medir el nivel de líquidos	9
2.4.1 Medidor de nivel de ultrasonidos.....	9
2.5 PLC (Controlador Lógico Programable).....	10
2.6 Señales eléctricas.....	11
2.6.1 Señales Analógicas	11
2.6.2 Señales Digitales.....	12
2.7 Lenguaje de programación	12
2.7.1 Lenguaje Ladder o diagrama de contactos	13
2.7.2 Lenguaje HTML.....	14
2.8 Software de Micrologix	15
2.8.1 Software RSLOGIX 500	15
2.8.2 Software RSLinx Classic	16
2.9 Controlador Micrologix 1100.....	17
2.9.1 Características y ventajas	18
2.9.2 Funciones adicionales	18
2.9.3 Capacidades de E/S.....	19
2.9.4 Unidades básicas	20
2.9.5 Diagramas de conexión.....	20
2.9.6 Detalles de las direcciones del PLC	21
2.10 Módulo de expansión 1762-IF2OF2	21
2.11 Conexión del módulo de expansión 1762-IF2OF2.....	23
2.12 Instrucciones del Micrologix 1100.....	23
2.12.1 Instrucción MOVE.....	23
2.12.2 Instrucciones de comparación.....	24

2.12.3 Instrucciones matemáticas	25
2.13 Interfaz Hombre – Máquina (HMI)	26
2.13.1 Objetivos del HMI	27
2.13.2 Funciones de un HMI	28
2.14 Página Web	28
2.15 Protocolo Ethernet	28
2.15.1 Objetivos del Protocolo Ethernet	29
2.16 Servidor Web	30
CAPITULO III	31
3.1 Preámbulo.....	31
3.2 Conexiones PLC – Estación	33
3.2.1 Conexión de la Bomba	35
3.2.2 Conexión de la Electroválvula	35
3.3 Comunicación de la PC con el PLC	36
3.4 Configuración del RSLogix 500.....	39
3.5 Modulo de expansión 1762-IF2OF2.....	40
3.6 Escalamiento	42
3.7 Proceso de programación	43
3.7.1 Programación del Micrologix	43
3.7.1.2 Parámetros de la Instrucción MOVE.....	44
3.7.1.3 Parámetros de la Instrucción MUL y ADD	45
3.7.1.4 Parámetros de la Instrucción GEQ	46
3.7.1.5 Descripción de las Variables Tipo Byte	46
3.8 Descargar de la programación.....	47
3.9 Lectura y escritura de las etiquetas desde el navegador	49
3.10 Funcionamiento del HMI	54
3.11 Análisis de resultados	55

CAPITULO IV	57
4.1 Conclusiones	57
4.2 Recomendaciones	58
GLOSARIO DE TERMINOS	59
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	12
Tabla 2	34
Tabla 3	42
Tabla 4	43
Tabla 5	44
Tabla 6	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes básicos de un sistema de control	5
Figura 2 Sistema de bucle abierto	6
Figura 3 Sistema de bucle cerrado	7
Figura 4 Válvula de control	8
Figura 5 Transductor ultrasónico de nivel	10
Figura 6 PLC (Controlador Lógico Programable) MicroLogix 1100.....	11
Figura 7 Símbolos de uso en Ladder	13
Figura 8 Descripción Lógica Ladder	13
Figura 9 Etiquetas principales de HTML	15
Figura 10 Descripción de la ventana de RSLogix 500	15
Figura 11 Descripción de la ventana de RSLinx Classic.....	17
Figura 12 Controlador MicroLogix 1100.....	17
Figura 13 Indicador LCD en el MicroLogix 1100	18
Figura 14 Modulo de expansión de entradas analógicas.....	20
Figura 15 Configuración de alimentación y E/S del	20
Figura 16 Disposiciones del bloque de terminales.....	21
Figura 17 Direccionamiento de entradas y salidas	21
Figura 18 Ubicación del switch	22
Figura 19 Configuraciones de los switches del módulo.	22
Figura 20 Diagrama de bornes de conexión	23
Figura 21 Diagrama de conexión del sensor	23
Figura 22 Instrucción MOVE utilizada en el proyecto	24
Figura 23 Instrucción de comparación	24
Figura 24 Instrucción mayor o igual que.	25
Figura 25 Instrucción menor o igual que.....	25
Figura 26 Instrucciones matemáticas	25
Figura 27 Instrucción sumar	26
Figura 28 Instrucción multiplicar	26
Figura 29 Esquema de interconexión de elementos de un HMI	27
Figura 30 Cable par trenzado con conectores RJ-45.....	29
Figura 31 Diagrama de conexión del proyecto	30
Figura 32 Diagrama de funcionamiento del proyecto.....	31

Figura 33 Diagrama de conexión del sensor en el módulo de expansión	34
Figura 34 Diagrama de conexión de la bomba al PLC.....	35
Figura 35 Conexión de la electroválvula al PLC	35
Figura 36 Ventana RSLinx Classic	36
Figura 37 Ventana selección de Communications	36
Figura 38 Ventana Configure Drivers.....	37
Figura 39 Ventana selección RS232 DF1 devices	37
Figura 40 Colocación de nombre de conexión del nodo	37
Figura 41 Ventana colocación de direcciones IP	38
Figura 42 Ventana Reconocimiento de comunicación	38
Figura 43 Puerto y cable de conexión RS232, para.....	39
Figura 44 Ventana de bienvenida al	39
Figura 45 Selección del procesador del PLC.....	40
Figura 46 Ventana para la programación.....	40
Figura 47 Ventana para agregar el módulo	41
Figura 48 Configuración del tipo de entrada al canal.....	41
Figura 49 Elección de la instrucción MOVE	45
Figura 50 Valores de Source,	45
Figura 51 Instrucción MUL.....	45
Figura 52 Instrucción GEQ la cual permite comparar dos valores	46
Figura 53 Activación de las salidas 0.0 y 0.1	46
Figura 54 Descarga del programa al PLC.....	47
Figura 55 Revisión Note del programa al PLC.....	47
Figura 56 Confirmación de descarga	47
Figura 57 Descarga del programa al PLC.....	48
Figura 58 Cambio a modo RUN de PLC	48
Figura 59 Ventana de confirmación de modo Online	48
Figura 60 Creación de la carpeta My projects.....	49
Figura 61 Carpeta contenedora de HTML	49
Figura 62 Estructura del código HTML	50
Figura 63 Creación de botones.....	51
Figura 64 Vista de los botones en IE	51
Figura 65 Vista de la etiqueta input.....	52
Figura 66 Imagen insertada en el código	53

Figura 67 Ventana principal de IIS.....	53
Figura 68 Configuración básica de IIS.....	53
Figura 69 Entrada agregada a Tipos MIME	54
Figura 70 Reinicio del administrador.....	54
Figura 71 HMI en navegador Internet Explorer	54
Figura 72 Activación y desactivación de la bomba	55
Figura 73 Activación y desactivación de la bomba	55
Figura 74 Valor requerido (Set Point)	56

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 Estación de Nivel (tanque, electroválvula, sensor)	32
Fotografía 2 Bornera de conexiones, unidad de control estación de nivel...	32
Fotografía 3 Conexión módulo 1762IF2OF2.....	33
Fotografía 4 Bornera de alimentación de los elementos.....	33
Fotografía 5 Sensor ultrasónico	34
Fotografía 6 Mirilla de medición de nivel.....	42

RESUMEN

El presente proyecto técnico radica en la implementación de una interfaz HMI, para el control de nivel de agua de la estación PCT-3 de marca DEGEM SYSTEM, del laboratorio de Instrumentación Virtual mediante el servidor web del PLC Micrologix 1100 de la marca Allen Bradley, para desarrollar prácticas. La interfaz se encuentra en una página web creada mediante códigos HTML la misma que permite monitorear y controlar el estado del proceso.

El control lo realiza el PLC para lo cual el HMI permite fijar el valor deseado (set point) mediante un slider, en el rango de 5 a 15 centímetros, generando señales de control que activen y desactiven la bomba y electroválvula respectivamente, la interfaz también tiene dos botones, el primero activa la salida digital O0.0 del plc para comprobar la activación de la bomba e incrementar el nivel de agua y el segundo botón asociado a otra salida digital O0.1 del PLC controla la apertura de la electroválvula ubicada en la parte inferior del tanque para el vaciado del fluido.

El nivel de agua es leído por un sensor ultrasónico el cual envía una señal de 4 a 20 miliamperios correspondiente al nivel de líquido, al módulo de expansión 1762 IF2OF2, el cual cuenta con dos entradas y salidas analógicas para complementar al PLC con el procesamiento de la señal.

Palabras Clave

PLC

INTERFAZ

SET POINT

SERVIDOR WEB

HTML

ABSTRACT

This technical project is based on the implementation of an HMI interface, for water level control of the DEGEM SYSTEM PCT-3 station, of the Virtual Instrumentation Laboratory, using the web server of the Allen Bradley Micrologix 1100 PLC, to develop practices The interface is located on a web page created using HTML code, which allows you to monitor and control the status of the process.

The control is carried out by the PLC, for which the HMI allows setting the desired value (Set Point) by means of an slider, in the range of 5 to 15 centimeters, generating control signals that activate and deactivate the pump and solenoid valve respectively, the interface also has two buttons, the first one activates the digital output O0.0 of the PLC, to check the activation of the pump and increase the water level and the second button associated with another digital output O0.1 of the PLC, controls the opening of the solenoid valve located at the bottom of the tank for fluid draining.

The water level is read by an ultrasonic sensor, which sends a signal of 4 to 20 milliamps corresponding to the liquid level to the expansion module 1762 IF2OF2, which has two analog inputs and outputs to complement the PLC with signal processing.

KEY WORDS:

PLC

INTERFACE

SET POINT

WEB SERVER

HTML

CHEKED BY:

LCDA. MARÍA ELISA COQUE

DOCENTE UGT

CAPITULO I

1.1 ANTECEDENTES

Al día de hoy el desarrollo de la tecnología, está impulsando el desarrollo de la industria a gran velocidad, por lo que se necesita soluciones a procesos automatizados, económicos y la menor intervención humana posible.

En el auge de la tecnología, en el campo del control industrial se han desarrollado sistemas los cuales basan su funcionamiento en controladores programables, así como el uso de ordenadores personales dotadas del hardware y software necesarios para monitorear y controlar los procesos.

El señor Christian Gallegos (2008), de la Escuela Politécnica Nacional, a través de su tesis: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES", en donde especifica algunas características del Micrologix 1100.

"El MicroLogix 1100 está diseñado para ampliar las aplicaciones a través de módulos de expansión de entradas analógicas o digitales, comunicación Ethernet y visualización. Esta clase de PLCs utilizan el software de programación RS Logix 500, el controlador MicroLogix 1100 puede ser programado con el mismo set de instrucciones de las familias de controladores MicroLogix 1000, MicroLogix 1200, MicroLogix 1500 y SLC 500". (GALLEGOS, 2008)

Un segundo trabajo corresponde a Luis Flores (2015), de la Universidad Nacional de Chimborazo quien realizó: "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MICRO WEB SERVER PARA CONTROL DE SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES", en este trabajo se manejaron protocolos de comunicación de sistemas:

"TCP/IP es la arquitectura más usada para la interconexión de sistemas, consiste en una extensa colección de protocolos entre los más conocidos HTTP, FTP, SMTP, POP, etc. Todos estos se han convertido en los estándares de internet". (Stallings,2004, citado por Flores).

“No existe un modelo oficial de referencia TCP/IP, pero basándose en los protocolos estándar que han sido implementados esta arquitectura se puede organizar en 5 capas relativamente independientes. (Stallings, 2004, citado por Flores).

Un tercer trabajo corresponde a Wendy Abad y Christian Rodríguez Luis Flores (2006), de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, quienes realizaron: “CONTROL REMOTO VÍA INTERNET DE UN PROCESO INDUSTRIAL”, en este trabajo se habló acerca del software de comunicación vía internet, software servidor, software cliente. (Abad & Rodríguez, 2006)

“Propiedades del control de comunicación winsock:

- LocalIP: Devuelve la dirección IP de la maquina local en el formato de cadena con puntos de dirección IP (xxx.xxx.xxx.xxx).
- LocalHostName: Devuelve el nombre de la maquina local.
- RemoteHost: Establece el equipo remoto al que se quiere solicitar la conexión”. (Abad & Rodríguez, 2006)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los objetivos de las universidades, es formar profesionales acorde a las necesidades de industrias y empresas, facilitar el manejo, supervisión, control, y monitoreo de procesos en diferentes áreas. Esto implica la utilización de dispositivos capaces de hacer tareas sin la supervisión y monitoreo constante de un operador.

Hoy estudiantes de carreras técnicas están realizando proyectos de grado, e investigaciones, referentes a la automatización y control de procesos, con la finalidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación profesional, en base a ello, se propone este proyecto “Implementación de un HMI, mediante el web server del MicroLogix 1100 para el control de la variable nivel de la estación PCT-3 del laboratorio de Instrumentación Virtual”. El dispositivo MICROLOGIX 1100 es un Controlador Lógico Programable de Allen Bradley del nivel de control, de la pirámide de automatización. El cual contiene los componentes básicos y necesarios para el aprendizaje,

formación, y desarrollo de proyectos de automatización, este dispositivo incluye un puerto EtherNet/IP de 10/100 Mbps que permite el acceso, monitoreo y programación.

El desarrollo de este proyecto servirá como material de apoyo para futuras prácticas, que desarrollen los estudiantes de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, en el laboratorio de instrumentación virtual, ayudando así a desarrollar las habilidades, destrezas y actitudes para, analizar los principios básicos de la automatización y control de procesos para poner en práctica en el campo laboral.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de grado tiene la finalidad de contribuir al desarrollo de practicas de los últimos niveles de la carrera de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica, en lo referente al control y monitoreo de variables físicas, mediante el servidor web integrado en el PLC Micrologix 1100, ya que actualmente solo se dispone de PLC's Siemens. Es necesario que el laboratorio cuente con los equipos de otras marcas usados en la industria, para que de esta manera los estudiantes puedan incrementar los conocimientos tanto prácticos como teóricos.

La implementación de la red es factible porque se utilizarán dispositivos electrónicos que se pueden adquirir en el mercado nacional.

Logrando así un mejor manejo y ocupación, de diferentes equipos y dispositivos eléctricos y electrónicos, utilizados en aeronáutica y producción en general, de acuerdo a las necesidades de su vida profesional.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Implementar un HMI mediante el web server del PLC Micrologix 1100 para el control de nivel de la estación de proceso pct-3 del laboratorio de instrumentación virtual.

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar el funcionamiento y aplicaciones de un PLC MICROLOGIX 1100, mediante la recopilación de información.
- Realizar la programación utilizando el software del MICROLOGIX para la lectura del web server, y la conexión con el MICROLOGIX 1100.
- Realizar pruebas de funcionamiento del proyecto finalizado.

1.5 ALCANCE

Este proyecto técnico está dirigido a los estudiantes, de la Carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica de la Unidad de Gestión de Tecnologías, "ESPE". Con el principal propósito de incentivar a mejorar el nivel de conocimiento, brindando un material didáctico donde realizar prácticas acerca de nuevas tecnologías presentes dentro de la industria, así también el manejo de equipos, aportando experiencia a la formación profesional de los estudiantes logrando contar con profesionales altamente capacitados y competitivos que contribuyan con el desarrollo de nuestro país.

CAPITULO II

2.1 Sistemas de control

Se puede decir que en nuestra vida diaria existen numerosos objetivos que necesitan cumplirse. Por ejemplo, en el ámbito doméstico, se requiere regular la temperatura. La búsqueda para alcanzar tales “objetivos” requiere normalmente utilizar un sistema de control. Estos se encuentran en todos los sectores de la industria, tales como: control de calidad de productos, líneas de ensamblaje automático, control de máquinas, etc. (Kuo, s.f.)

2.1.1 Componentes básicos de un sistema de control

1. Objetivos de control
2. Componentes del sistema de control
3. Resultados o salidas.

En términos más técnicos, los objetivos *Figura 1* se pueden identificar como entradas, y los resultados. El objetivo de un sistema de control es controlar las señales en alguna forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control. (Kuo, s.f.)



Figura 1 Componentes básicos de un sistema de control

Fuente: (Kuo, s.f.)

2.1.2 Tipos de sistemas de control

2.1.2.1 Control en Lazo Abierto

Los sistemas en los cuales la salida no afecta la acción de control se denominan **control en lazo abierto** *Figura 2*. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. (Ogata, s.f.)

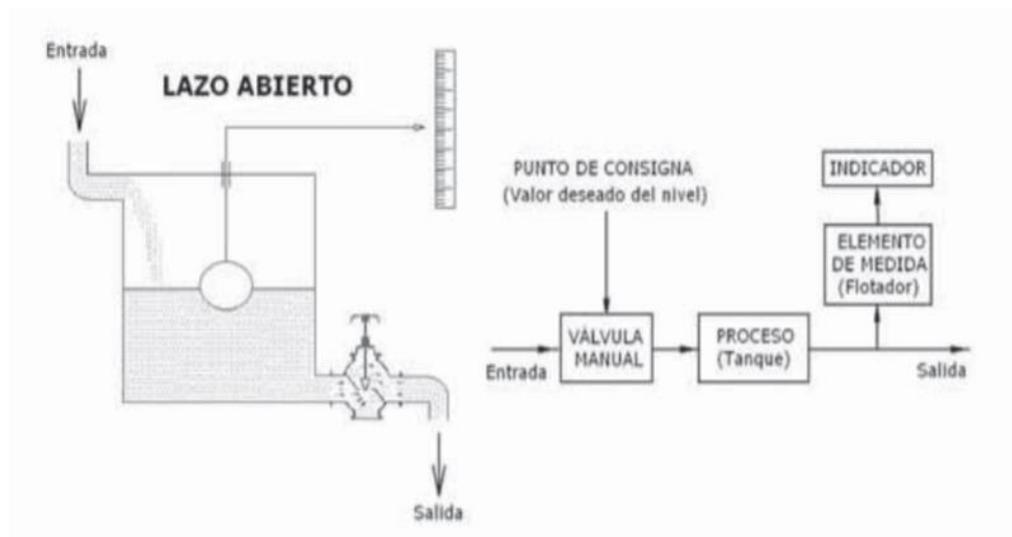


Figura 2 Sistema de bucle abierto

Fuente: (Creus, 2010)

2.1.2.2 Control en Lazo Cerrado

Un sistema de control en lazo cerrado *Figura 3*, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación, a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente. (Ogata, s.f.)



Figura 3 Sistema de bucle cerrado

Fuente: (Creus, 2010)

2.2 Tipos de control de procesos

Los sistemas de control pueden ser:

- **Sistema Manual:** Para obtener una respuesta del sistema, interviene el hombre sobre el elemento de control. La acción del hombre es, la que actúa siempre sobre el sistema (cierra o abre), para producir cambios en el funcionamiento. (Castiñeira, 2018)

Según (Castiñeira, 2018) se encuentran sistemas de control manuales, en:

- El frenado de un auto.
- El encendido y el apagado de las luces en una habitación.
- La operación de la hornilla de gas de una cocina.
- **Sistema semiautomático:** Cuando parte del proceso es automático y la otra parte es manual.

Se tienen sistemas de control semiautomáticos, en:

- Presión de los neumáticos de un vehículo
- Una puerta de garaje

- Sistema Automático: El sistema da respuesta sin que nadie intervenga de manera directa sobre él, excepto en la introducción de condiciones iniciales. El sistema “opera por sí solo”, efectuando los cambios necesarios durante su funcionamiento. Así, se reemplaza el operador humano por dispositivos tecnológicos que operan sobre el sistema (relés, válvulas). (Castiñeira, 2018)

Según (Castiñeira, 2018), se encuentra sistemas automáticos en:

- Termo tanques.
- Alumbrado público.
- Piloto automático de un avión.
- Equipos de aire acondicionado.

2.3 Elementos de control

2.3.1 Válvulas de control

En el control automático de los procesos industriales, la válvula de control, realiza la función de variar el caudal de fluido de control que modifica, a su vez, el valor de la variable medida, comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador. (Creus, 2010)

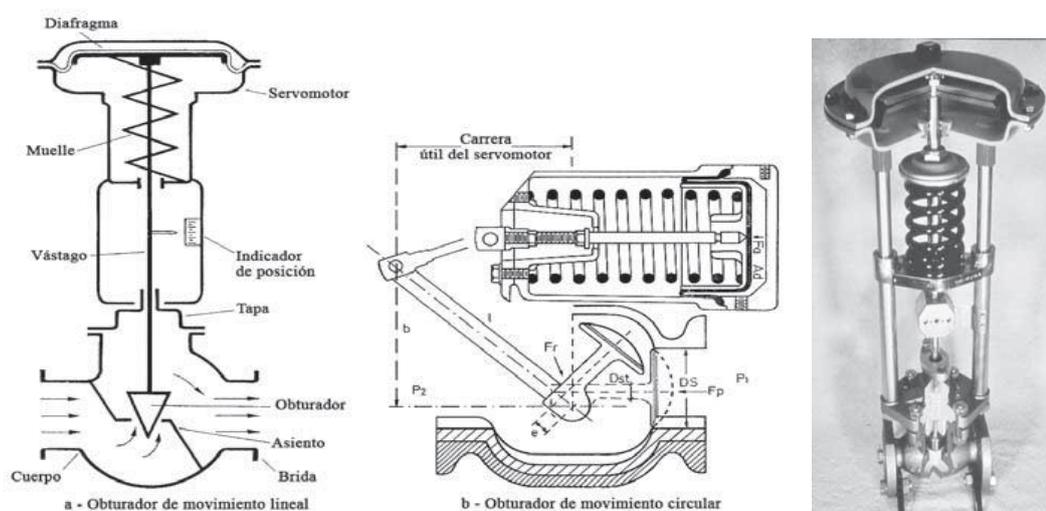


Figura 4 Válvula de control

Fuente: (Creus, 2010)

En la **Figura 4** puede verse una válvula de control. Se compone básicamente del cuerpo y del servomotor. El cuerpo de la válvula de control contiene en su interior el obturador y los asientos, el obturador es quien realiza la función de control de paso del fluido. (Creus, 2010)

2.4 Medir el nivel de líquidos

Los medidores de nivel de líquidos trabajan midiendo, bien directamente la altura de líquido sobre una línea de referencia, bien el desplazamiento producido en un flotador por el propio líquido contenido en el tanque del proceso, bien aprovechando características eléctricas del líquido. (Creus, 2010)

Los instrumentos que utilizan las características eléctricas del líquido son:

- Medidor resistivo/conductivo
- Medidor capacitivo
- Medidor ultrasónico
- Medidor de radar o microondas

2.4.1 Medidor de nivel de ultrasonidos

El *sistema ultrasónico de medición de nivel* se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor. El retardo en la captación del eco depende del nivel del tanque como se muestra en la **Figura 5**. La aplicación típica es situar el emisor en la parte superior del tanque y dirigir el impulso ultrasónico a la superficie del líquido para ser reflejado y retornar al receptor. (Creus, 2010)

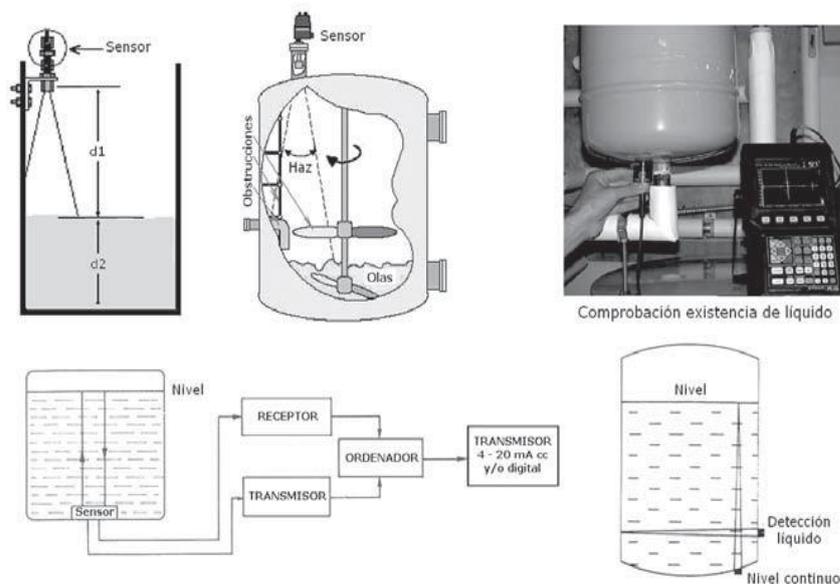


Figura 5 Transductor ultrasónico de nivel

Fuente: (Creus, 2010)

“La exactitud de estos instrumentos es de unos ± 5 mm o bien del $\pm 0,25\%$ al $\pm 1\%$. Los instrumentos son adecuados para todos los tipos de tanques y de líquidos o fangos, pudiendo construirse a prueba de explosión”. (Creus, 2010, p.216)

2.5 PLC (Controlador Lógico Programable)

Los Controladores Lógicos Programables **Figura 6**, (Programable Logic Controller) nacieron a finales de la década de los 60s. Los primeros PLC's se usaron solamente como reemplazo de relevadores, su capacidad se reducía exclusivamente al control ON - OFF en máquinas y procesos industriales. (Vallejo, 2018)

Se entiende por controlador lógico programable toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Un PLC suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades: (Vallejo, 2018)

- Espacio reducido.
- Procesos de producción variables
- Procesos de producción secuenciales



**Figura 6 PLC (Controlador Lógico Programable)
MicroLogix 1100**

Fuente: (1763 Guía de productos, 2018)

2.6 Señales eléctricas

Las señales eléctricas pueden ser “una señal eléctrica puede ser una onda de voltaje o de corriente. El interés radica en las variaciones de las señales con el tiempo, sean éstas de voltajes o de corrientes.” (UTA, 2018)

Según (UNT, 2018), la forma más popular para transmitir señales en el campo de la instrumentación industrial, y la automatización, las cuales se registra de procesos físicos, son las señales de:

- Tensión
- Corriente

En este punto las señales se pueden dividir en dos tipos:

2.6.1 Señales Analógicas

Son variables eléctricas que evolucionan en el tiempo en forma análoga a alguna variable física. Estas variables pueden presentarse en la forma de una corriente, una tensión o una carga eléctrica. Varían en forma continua entre un límite inferior y un límite superior. (Miyara, 2018)

Este tipo de señales se encuentran en la naturaleza como:

- Temperatura
- Nivel

Cuando estos límites coinciden con los límites que admite un dispositivo, se dice que la señal está **normalizada**. La ventaja de trabajar con señales normalizadas es que se aprovecha mejor la relación señal/ruido. (Miyara, 2018)

Tabla 1

Valores de magnitudes de señales analógicas estandarizadas

Señal	Valor
Tensión	0.....10 Voltios
Corriente	4.....20 miliamperios

Fuente: (Miyara, 2018)

2.6.2 Señales Digitales

Las señales digitales son “variables eléctricas con dos niveles bien diferenciados que se alternan en el tiempo transmitiendo información según un código previamente acordado. Cada nivel eléctrico representa uno de dos símbolos: 0 o 1, V o F.” (Miyara, 2018, p.1)

2.7 Lenguaje de programación

“Un lenguaje de programación es un conjunto de símbolos, reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones, es utilizado para controlar el comportamiento físico y lógico de una máquina.” (guimi, 2018, p.4).

2.7.1 Lenguaje Ladder o diagrama de contactos

Según la publicación (UNLP, 2018) el lenguaje Ladder “Es un lenguaje gráfico, derivado del lenguaje de relés. Mediante símbolos representa contactos, bobinas. Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según el estándar IEC y son empleados por todos los fabricantes.”

Los símbolos básicos son los que se muestran en la **Figura 7**.

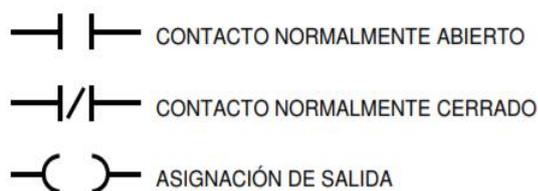


Figura 7 Símbolos de uso en Ladder

Fuente: (UNLP, 2018)

En estos diagramas la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la línea vertical a la derecha representa tierra **Figura 8**.

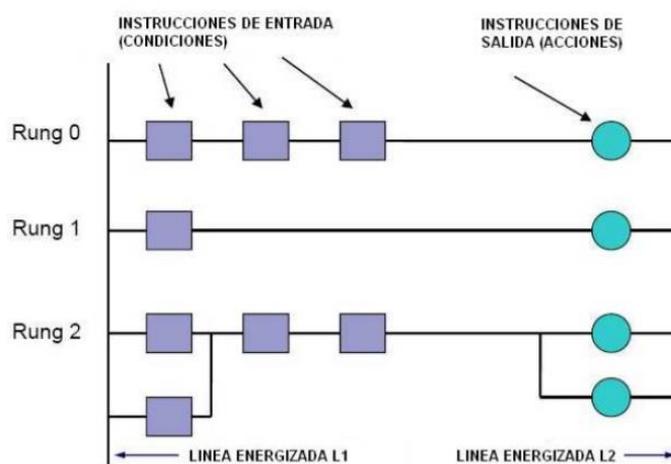


Figura 8 Descripción Lógica Ladder

Fuente: (Rocatek, 2018)

En el documento (Rocatek, 2018) se detallan las principales características del lenguaje Ladder:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.

- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC.
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Rung).
- El procesador o controlador explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

2.7.2 Lenguaje HTML

De acuerdo con (edu, 2018) el código “**HTML**, siglas en inglés de *HyperText Markup Language* en español Lenguaje de Marcado o Etiquetado, es un lenguaje muy sencillo que permite describir hipertexto, es decir, texto presentado de forma estructurada y agradable.”

El principio esencial del lenguaje HTML, es el uso de las etiquetas (tags). Funcionan de la siguiente manera:

<xxx> Este el inicio de una etiqueta

</xxx> Este es el cierre de una etiqueta

Las letras de la etiqueta pueden estar en mayúsculas o minúsculas indiferentemente. Lo que haya entre ambas etiquetas estará afectado por ellas. Ejemplo todo el documento HTML debe estar entre las etiquetas:

<html> [Todo el documento] </html>

Un documento HTML está dividido en dos zonas principales:

- La cabecera, comprendida entre las etiquetas <head> y </head>
- El cuerpo, comprendido entre las etiquetas <body> y </body>

Por lo tanto, la estructura de un documento HTML queda como se muestra en la **Figura 9**.

```

<HTML>
  <HEAD>
    <TITLE> Título de la página </TITLE>
  </HEAD>
  <BODY>
    [Aquí van las etiquetas que visualizan la página]
  </BODY>
</HTML>

```

Figura 9 Etiquetas principales de HTML

Fuente: (uv.es, 2018)

2.8 Software de Micrologix

2.8.1 Software RSLOGIX 500

Este programa permite crear y editar nuevos programas de control en lenguaje de programación de PLC's LADDER del autómatas. Se muestran los menús en la **Figura 10**. Aquí se podrá descargar un nuevo programa desde la PC hacia el PLC, o leer los datos que tenga actualmente el PLC, conectándose en línea (ONLINE), entre otras funciones. (Zegarra, 2018)

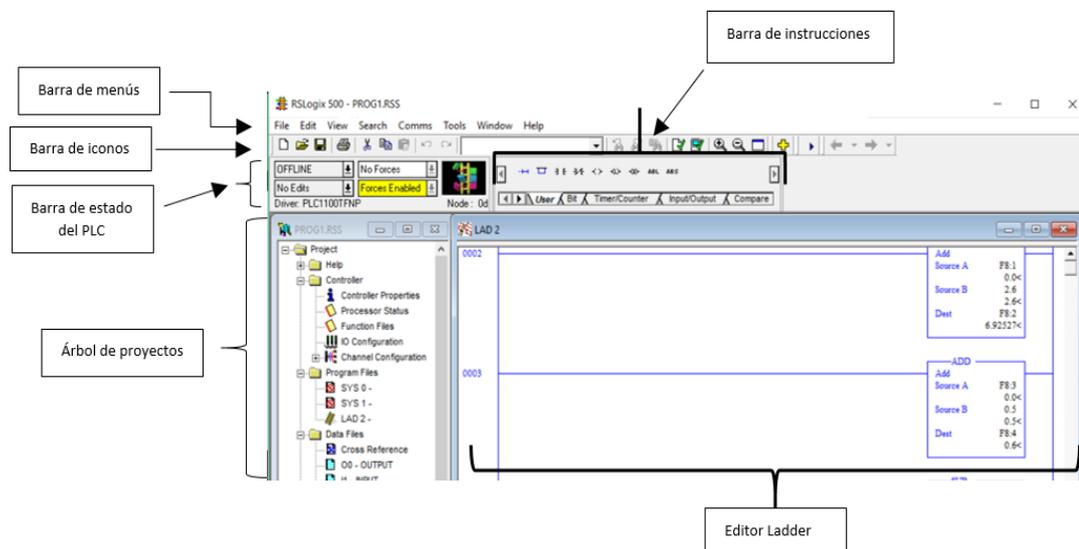


Figura 10 Descripción de la ventana de RSLogix 500

Además (Zegarra, 2018) en su documento detalla lo siguiente:

- Funciona como un editor de programación con un menú de ayuda para el usuario.
- Permite la configuración del modo de comunicación con el PLC.
- Tiene incluido todo el set de instrucciones para las familias SLC500 y Micrologix 1000 facilitando así la programación.
- Posee un menú de ayuda explicando el funcionamiento de cada instrucción para las dos familias de PLC's.
- Puede descargar del computador hacia el PLC y desde el PLC hacia el computador la programación en escalera.
- RSLogix 500 es el software destinado a la creación de los programas del autómeta en lenguaje de esquema de contactos o también llamada lógica de escalera (Ladder). Incluye verificador de proyectos entre otras opciones.

2.8.2 Software RSLinx Classic

RSLinx Classic descrito en la **Figura 11** para redes y dispositivos de Rockwell Automation es una solución completa para comunicaciones industriales que puede utilizarse con los sistemas operativos: (Automation, Como obtener resultados con RSLINKS, 2008)

- Microsoft Windows XP
- Microsoft Windows Server 2003 SP1 o R2
- Microsoft Windows

Permite que el controlador programable Allen-Bradley acceda a una amplia variedad de aplicaciones de Rockwell Software y Allen-Bradley. Entre estas aplicaciones se incluyen desde aplicaciones de configuración y programación tales como RSLogix hasta aplicaciones HMI (interfaz operador-máquina), hasta sus propias aplicaciones de adquisición de datos mediante Microsoft Office, páginas Web o Visual Basic®. (Automation, Como obtener resultados con RSLINKS, 2008)

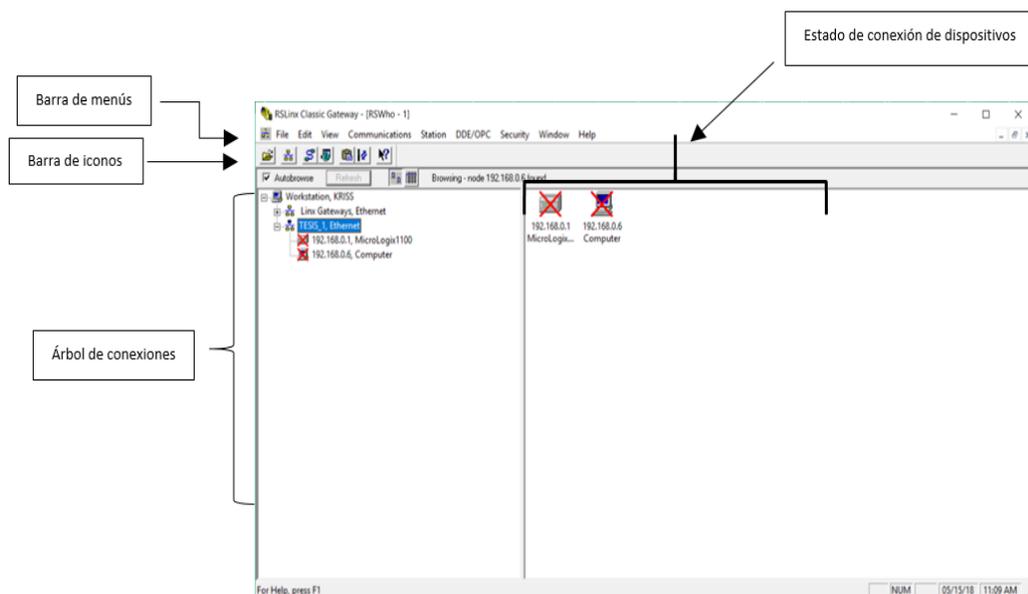


Figura 11 Descripción de la ventana de RSLinx Classic

2.9 Controlador Micrologix 1100

El controlador MicroLogix 1100 (**Figura 12**) añade mayor conectividad y cobertura de aplicaciones a la familia MicroLogix. La pantalla de cristal líquido incorporada en los controladores de próxima generación muestra el estado del controlador, el estado de las E/S y mensajes de operador simples; permite la manipulación de bits y números enteros, y ofrece la funcionalidad de potenciómetro de ajuste digital. (Rockwell, 2018)



Figura 12 Controlador MicroLogix 1100

Fuente: (1763 Guía de productos, 2018)

2.9.1 Características y ventajas

En el documento (Rockwell, 2018) se detallan las siguientes:

- Puerto Ethernet/IP de 10/100 Mbps incorporado para transmisión de mensajes entre dispositivos similares ofrece a los usuarios conectividad de alta velocidad entre controladores, con la capacidad de acceder, monitorear y programar desde cualquier lugar donde haya una conexión Ethernet.
- Funcionalidad de edición en línea es posible hacer modificaciones a un programa mientras está en ejecución, lo cual permite realizar el ajuste fino de un sistema de control en funcionamiento, inclusive en lazos PID.
- Servidor de web incorporado permite al usuario configurar datos de manera personalizada desde el controlador y verlos en una página web.
- Puerto combinado RS-232/RS-485 proporciona una variedad de protocolos diferentes de red y punto a punto.
- Pantalla de cristal líquido (**Figura 13**) incorporada permite al usuario monitorear los datos dentro del controlador, modificar opcionalmente dichos datos e interactuar con el programa de control. Muestra el estado de las E/S digitales incorporadas y las funciones del controlador, y actúa como pareja de potenciómetros de ajuste digital para permitir que un usuario realice cambios y ajustes en un programa.

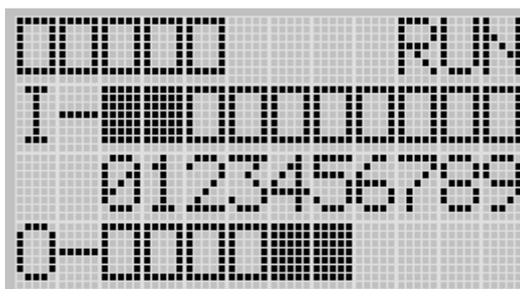


Figura 13 Indicador LCD en el
MicroLogix 1100

Fuente: (1761-sg001, 2018)

2.9.2 Funciones adicionales

También en (Rockwell, 2018), se describen las siguientes funciones:

- Un contador de alta velocidad de 40 kHz incorporado (en los controladores con entradas de CC).

- Dos PTO/PWM de alta velocidad de 40 kHz (en los controladores con salidas de CC).
- Una interface de operador simple para mensajes y entrada de bit/número entero.
- Memoria de programa de usuario de 4 K y memoria de datos de usuario de 4K palabras.
- Dos entradas analógicas incorporadas (0-10 VCC, resolución de 10 bits).

2.9.3 Capacidades de E/S

En aplicaciones pequeñas, las E/S incorporadas en este controlador pueden representar todo el control requerido. Hay 10 entradas digitales, 6 salidas digitales y 2 entradas analógicas en cada controlador, con la capacidad de añadir módulos digitales, analógicos, de RTD y de termopar para personalizar el controlador de acuerdo con la aplicación. (Rockwell, 2018)

En versiones de controladores con entradas de CC hay un contador de alta velocidad, y en la versión de salidas de CC, dos salidas PTO/PWM (salidas del tren de pulso y modulación de impulsos en anchura), lo cual permite al controlador funcionar con capacidades simples de control de movimiento. (Rockwell, 2018)

2.9.3.1 Expansiones

El PLC MicroLogix 1100 también acepta entradas/salidas (E/S) de expansión **Figura 14**. Hasta cuatro de los módulos de E/S 1762 (usados también por el controlador MicroLogix 1200 y 1400) pueden añadirse a las E/S incorporadas, proporcionando así flexibilidad de aplicación y compatibilidad con hasta 80 E/S digitales. (Rockwell, 2018)



Figura 14 Módulo de expansión de entradas analógicas

Fuente: "Bulletin 1763" Guía de productos

2.9.4 Unidades básicas

La unidad base contiene entradas, salidas, fuentes de alimentación y puertos de comunicación integrados **Figura 15**. La unidad base también proporciona la interfaz para la expansión de E/S cuando lo requiere una aplicación. (1761-sg001, 2018)

MicroLogix 1100 Controller Power and I/O Configuration

Cat. No.	Line Voltage	Number of Inputs	Number of Outputs	High Speed I/O
1763-L16AWA	120/240V AC	(10) 120V AC (2) Analog Voltage	(6) Individually Isolated Relay	None
1763-L16BWA	120/240V AC	(6) 24V DC (4) Fast 24V DC (2) Analog Voltage	(6) Individually Isolated Relay	(4) 40 kHz input
1763-L16BBB	24V DC	(6) 24V DC (4) Fast 24V DC (2) Analog Voltage	(2) Individually Isolated Relay (2) 24V DC FET (2) Fast 24V DC FET	(4) 40 kHz input (2) 40 kHz output
1763-L16DWD	12...24V DC	(6) 12V DC/24V DC (4) Fast 12V DC/24V DC (2) Analog Voltage	(6) Individually Isolated Relay	(4) 40 kHz input

Figura 15 Configuración de alimentación y E/S del controlador MicroLogix 1100

Fuente: (1761-sg001, 2018)

2.9.5 Diagramas de conexión

La **Figura 16** muestran los diagramas de cableado del MicroLogix 1100. El sombreado en indica cómo se agrupan los terminales.

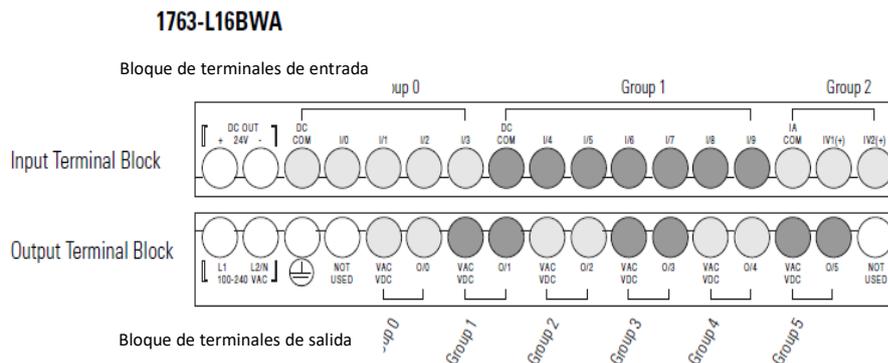
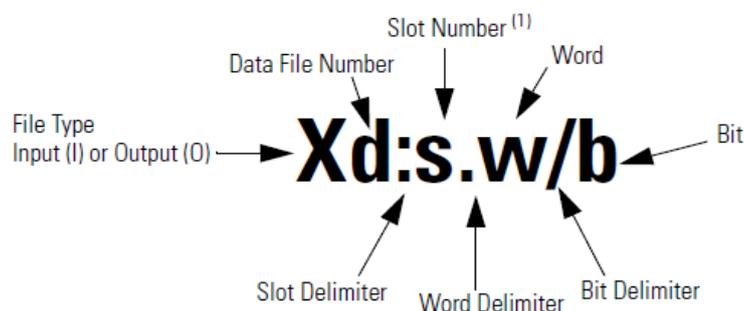


Figura 16 Disposiciones del bloque de terminales

Fuente: (Automation, 2018)

2.9.6 Detalles de las direcciones del PLC

El esquema de direcciones de E/S se muestran a continuación. En la **Figura 17.** (Automation, 2018)



(1) I/O located on the controller (embedded I/O) is slot 0.
I/O added to the controller (expansion I/O) begins with slot 1.

Figura 17 Direccionamiento de entradas y salidas

Fuente: (Automation, 2018)

2.10 Módulo de expansión 1762-IF2OF2

El módulo de entrada 1762 es adecuado para su uso en un entorno industrial. Específicamente, este equipo está diseñado para su uso en ambientes limpios y secos.

Este módulo sirve para ampliar las E/S del Micrologix. Módulo que va a ser empleado en este proyecto, existen dos switches, para seleccionar el tipo

de señal que va a ingresar, ya sea señales de corriente o voltaje, estos switches se los puede encontrar en el costado del módulo. Como se muestra en la **Figura 18**.

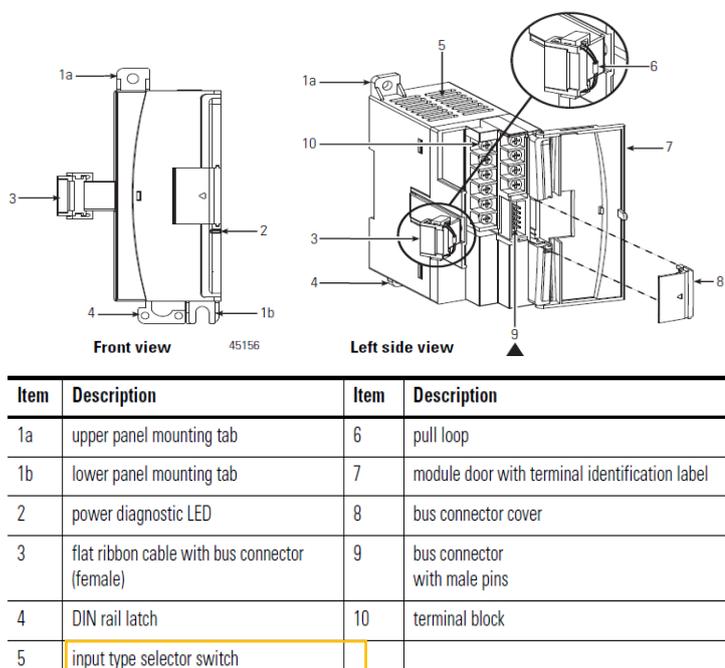
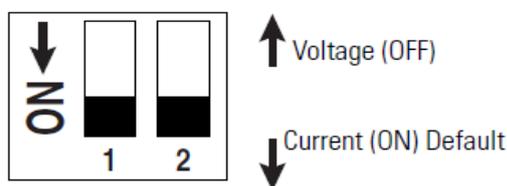


Figura 18 Ubicación del switch

Fuente: 1762-IF2OF2 Analog Input/output Module

Cada switch tiene asignado un canal, es decir el switch 1 se usa para configurar el canal 0, y el switch 2 para la configuración del canal 1. Se pueden configurar individualmente para E/S de señales estándar de corriente (4...20mA) o tensión (0...10V). Como se muestra en la **Figura 19**.



Switch 1 = Channel 0

Switch 2 = Channel 1

Figura 19 Configuración de los switches del módulo.

Fuente: 1762-IF2OF2 Analog Input/output Module

2.11 Conexión del módulo de expansión 1762-IF2OF2

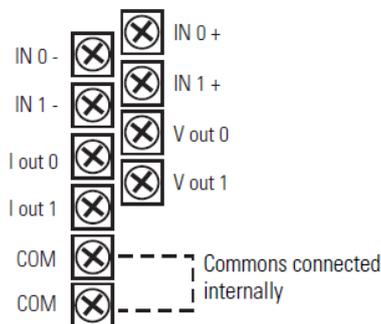


Figura 20 Diagrama de bornes de conexión

Fuente: 1762-IF2OF2 Analog Input/output Module

En la **Figura 20** se puede observar la descripción de los terminales de conexión tanto para entradas y salidas analógicas de los canales 0 y 1, del módulo de expansión 1762-IF2OF2. A continuación se detalla la forma de conectar un sensor, **Figura 21**.

Differential Sensor Transmitter Types

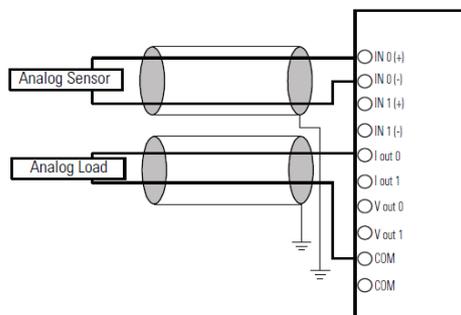


Figura 21 Diagrama de conexión del sensor

Fuente: 1762-IF2OF2 Analog Input/output Module

2.12 Instrucciones del Micrologix 1100

2.12.1 Instrucción MOVE

La instrucción MOVE mostrada en la **Figura 22** se utiliza para mover datos de la fuente a una variable de destino. Mientras el escalón permanezca verdadero, la instrucción mueve el parámetro en cada escaneo.

MOV - Move

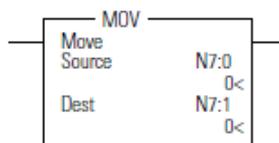


Figura 22 Instrucción MOVE utilizada en el proyecto

Fuente: (Badley, 2009)

Cuando se usa la instrucción MOVE, se tendrá en cuenta lo siguiente

- La fuente de inicio y el destino pueden ser de diferentes tamaños. La fuente es convertida al tamaño de la fuente de destino cuando se ejecuta la instrucción. Si el valor de la señal no concuerda con el de destino, el rebote sigue:
 - Si la fuente es positiva, el destino es 32767. Si es negativo el destino será -32768
- La fuente puede ser una constante o una dirección
 - Constantes validas son -32,768 a 32,767 (palabra) y -2,147, 483, 648 a 2,147, 483, 647 (palabra larga).

2.12.2 Instrucciones de comparación

Instruction	Used To:
EQU - Equal	Test whether two values are equal (=)
NEQ - Not Equal	Test whether one value is not equal to a second value (\neq)
LES - Less Than	Test whether one value is less than a second value (<)
LEQ - Less Than or Equal To	Test whether one value is less than or equal to a second value (\leq)
GRT - Greater Than	Test whether one value is greater than a second value (>)
GEQ - Greater Than or Equal To	Test whether one value is greater than or equal to a second value (\geq)
MEQ - Mask Compare for Equal	Test portions of two values to see whether they are equal
LIM - Limit Test	Test whether one value is within the range of two other values

Figura 23 Instrucción de comparación

Fuente: (Badley, 2009)

La mayoría de las instrucciones de comparación **Figura 23** usan dos parámetros, la fuente A y la fuente B. Ambas fuentes no pueden ser valores inmediatos. Los rangos de valores para estas instrucciones son:

- -32,768 a 32,767 (palabra) (1763 Guía de productos, 2018)

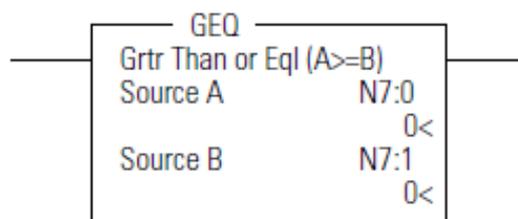


Figura 24 Instrucción mayor o igual que.

Fuente: (Badley, 2009)

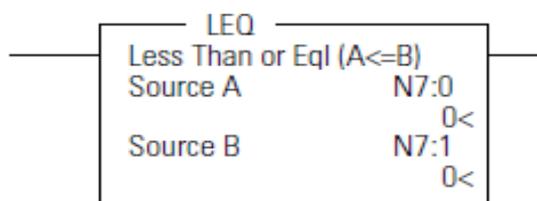


Figura 25 Instrucción menor o igual que.

Fuente: (Badley, 2009)

La instrucción GEQ **Figura 24** es usada para comprobar cual valor es mayor o igual que un segundo valor. La instrucción LEQ **Figura 25** es usada para comprobar cual valor es menor o igual que un segundo valor. (1763 Guía de productos, 2018)

2.12.3 Instrucciones matemáticas

Instruction	Used To:
ADD - Add	Add two values
SUB - Subtract	Subtract two values
MUL - Multiply	Multiply two values
DIV - Divide	Divide one value by another

Figura 26 Instrucciones matemáticas

Fuente: (Badley, 2009)

La mayoría de las instrucciones de matemáticas usan tres parámetros, Fuente A, Fuente B, y Destino. La operación matemática se realiza utilizando ambos valores. El resultado se almacena en el Destino.

Cuando use instrucciones matemáticas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La fuente y el destino pueden ser de diferentes tamaños de datos.
- Las fuentes pueden ser constantes o una dirección, pero ambas fuentes no pueden ser constantes.

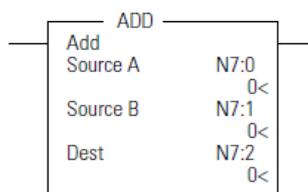


Figura 27 Instrucción sumar

Fuente: (Badley, 2009)

Utilice la instrucción ADD **Figura 27** para sumar un valor a otro valor (Fuente A + Fuente B), y coloque la suma en el Destino.

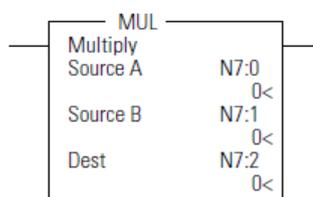


Figura 28 Instrucción multiplicar

Fuente: (Badley, 2009)

Utilice la instrucción MUL **Figura 28** para multiplicar un valor por otro (Fuente A x Fuente B) y colocar el resultado en el Destino.

2.13 Interfaz Hombre – Máquina (HMI)

Los interfaces Hombre - Máquina también conocidas como “HMI”, por sus siglas en inglés (Human Machine Interface), proporcionan un interfaz de control y visualización entre un ser humano y un proceso, máquina, aplicación o dispositivo **Figura 29**.

Permiten controlar, monitorizar, diagnosticar y gestionar nuestra aplicación. Una interfaz se caracteriza por ser funcional, accesible, agradable de usar y lógica. (Galeano, 2018)

En la publicación de (Galeano, 2018) se detalla que una interfaz hombre - máquina consta de dos componentes:

- **Entrada:** Mediante la cual el usuario humano comunicará a la máquina que hacer, que quiere que esta haga o configurarla en caso de ser necesario.
- **Salida:** Mediante el cual la máquina mantendrá actualizado al usuario del progreso de los comandos ejecutados, o permitirá al usuario ejecutar comandos en un espacio físico.

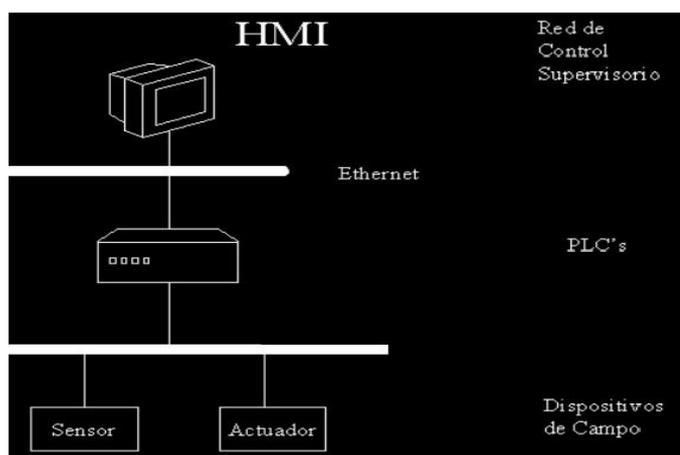


Figura 29 Esquema de interconexión de elementos de un HMI

Fuente: "Geocites.ws", Concepto de SCADA y HMI

2.13.1 Objetivos del HMI

En la publicación de (Leal, 2018) se detallan los siguientes:

- **Funcionalidad:** Que el software haga bien el trabajo para el cual fue creado.
- **Confiabilidad:** Que lo haga bien.
- **Disponibilidad:** Que todos los que quieran utilizar el sistema no tengan problemas.

2.13.2 Funciones de un HMI

- Permite al operario enviar señales al proceso, mediante botones ON/OFF.
- Controlar las variables del proceso.
- Permitir comunicación con dispositivos que se encuentren en el campo.
- Visualizar las variables con objetos animados.

2.14 Página Web

Una Página Web es un documento electrónico, generalmente construido en lenguaje HTML, para visualizar una página web es necesario el uso de un browser o navegador. Una Página Web puede estar alojada en un ordenador local o en un ordenador remoto. A cada Página Web le corresponde un único URL (Uniform Resource Locator o localizador uniforme de recursos. (Emprendelo, 2018)

2.15 Protocolo Ethernet

Ethernet es el nombre que se le ha dado a una popular tecnología LAN de conmutación de paquetes inventada por Xerox PARC a principios de los años setenta. La red Ethernet es una tecnología de BUS de 10 Mbps, 100 Mbps, 1000Mbps o 10Gbps, basada en la filosofía de “entrega con el menor esfuerzo” (Vasquez, 2018)

Ethernet (Ethernet de par trenzado) esta tecnología permite que un ordenador acceda a Ethernet a través de pares de cables de cobre. La arquitectura Ethernet provee detección de errores, pero no corrección de los mismos. Tampoco posee una unidad de control central, todos los mensajes son transmitidos a través de la red a cada dispositivo conectado. Cada dispositivo es responsable de reconocer su propia dirección y aceptar los mensajes dirigidos a ella. (Wikispaces, 2018)



Figura 30 Cable par trenzado con conectores RJ-45

Fuente: (Vasquez, 2018)

La ventaja de usar cables de par trenzado (**Figura 30**) radica en que reducen mucho los costes de instalación y protegen a los ordenadores de los riesgos de desconexión del coaxial en cualquier punto de la red. (Vasquez, 2018)

2.15.1 Objetivos del Protocolo Ethernet

En la publicación (Wikispaces, 2018) se detallan los objetivos principales de Ethernet:

- **Simplicidad:** Las características que puedan complicar el diseño de la red sin hacer una contribución substancial para alcanzar otros objetivos se han excluido.
- **Bajo Costo:** Las mejoras tecnológicas van a continuar reduciendo el costo global de los dispositivos de conexión.
- **Compatibilidad:** Todas las implementaciones de Ethernet deberán ser capaces de intercambiar datos a nivel de capa de enlace de datos.
- **Equidad:** Todos los dispositivos conectados deben tener el mismo acceso a la red.
- **Alta velocidad:** La red debe operar eficientemente a una tasa de datos de 10 Mb/s.
- **Bajo retardo:** En cualquier nivel de tráfico de la red, debe presentarse el mínimo tiempo de retardo posible en la transferencia de datos.

- **Estabilidad:** La red debe ser estable bajo todas las condiciones de carga.
- **Mantenimiento:** El diseño de Ethernet debe simplificar el mantenimiento de la red, operaciones y planeamiento.

2.16 Servidor Web

Un servidor Web es un programa que sirve datos en forma de páginas Web, hipertextos o páginas HTML (Hyper Text Markup Language) textos complejos, figuras, botones y objetos incrustados, que procesa una aplicación del lado del servidor realizando conexiones bidireccionales y/o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente generado o cediendo una respuesta. (Bernis, 2018)

“Puede ejecutarse en cualquier sistema donde exista TCP/IP **Figura 31** y junto con otros programas de aplicación. Su tiempo de vida o de interacción es “interminable”.” (E.V.A.)



Figura 31 Diagrama de conexión del proyecto

Fuente: (Badley, 2009)

CAPITULO III

3.1 Preámbulo

El diagrama de la **Figura 32** se muestra el funcionamiento y conexiones del sistema de control de nivel de agua de un tanque de capacidad de 10.5 L aprox, es decir un nivel máximo de 25 cm. Posee una bomba para incrementar el nivel del líquido y una electroválvula para disminuir el mismo, ambos elementos están conectados a un PLC. En la parte superior se encuentra ubicado un sensor ultrasónico que proporciona una señal analógica de 4 a 20 mA, correspondiente a los niveles de 5 a 15 cm. El control lo realiza un PLC marca Allen Bradley, conectado mediante Ethernet a un computador, en el cual se muestra el HMI y se puede fijar el Set Point mediante un slider. El modo de control es ON/OFF en función a ello se activa la válvula o la bomba respectivamente para mantener el nivel de agua fijado por el usuario. Adicional se puede visualizar tanto en el HMI como en una columna de nivel del tanque el valor de la variable del proceso.

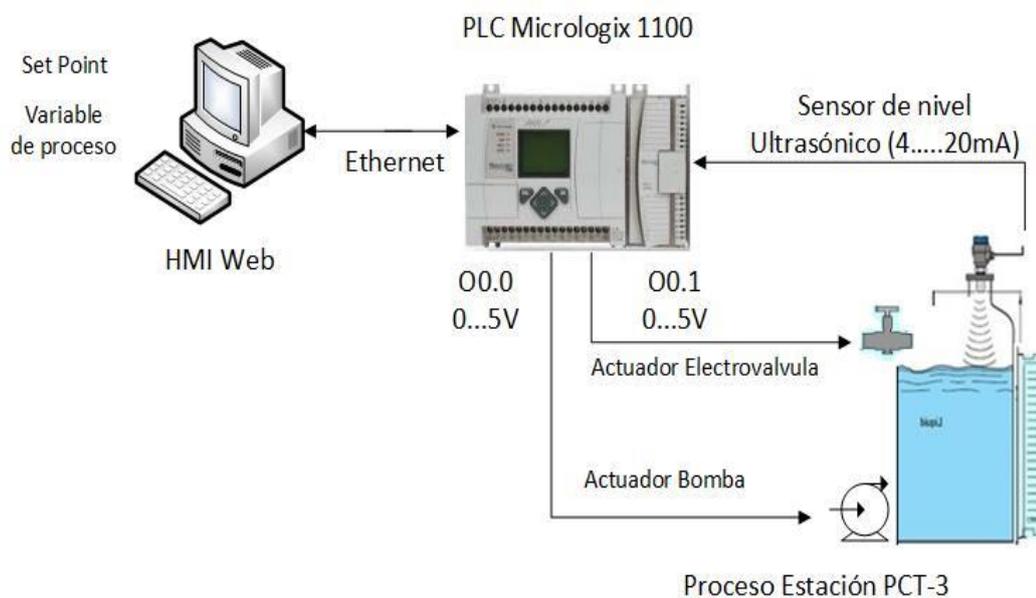


Figura 32 Diagrama de funcionamiento del proyecto

Fuente: (Manual Micrologix, 2017)

La estación de nivel a utilizarse en este proyecto pertenece al laboratorio de Instrumentación Virtual, la estación es de marca DEGEM SYSTEMS, la cual tiene entre sus dispositivos una bomba de agua, un sensor de nivel ultrasónico, y una electroválvula.



Fotografía 1 Estación de Nivel (tanque, electroválvula, sensor)

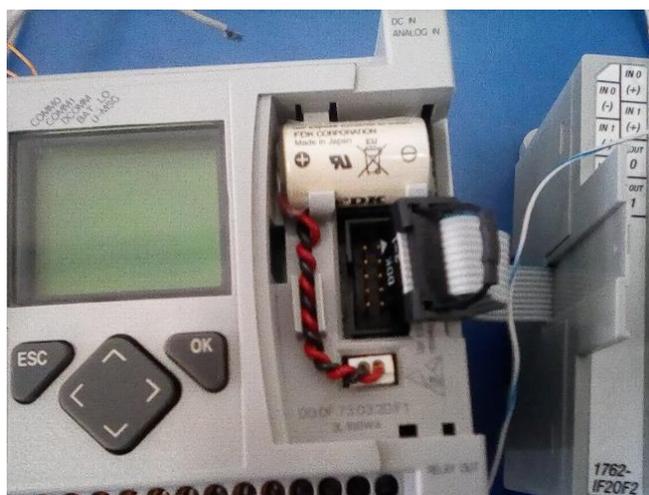


Fotografía 2 Bornera de conexiones, unidad de control estación de nivel

En el proyecto se utilizó el PLC Allen Bradley (Micrologix 1100), para el control y monitoreo del nivel de líquido, mediante el HMI.

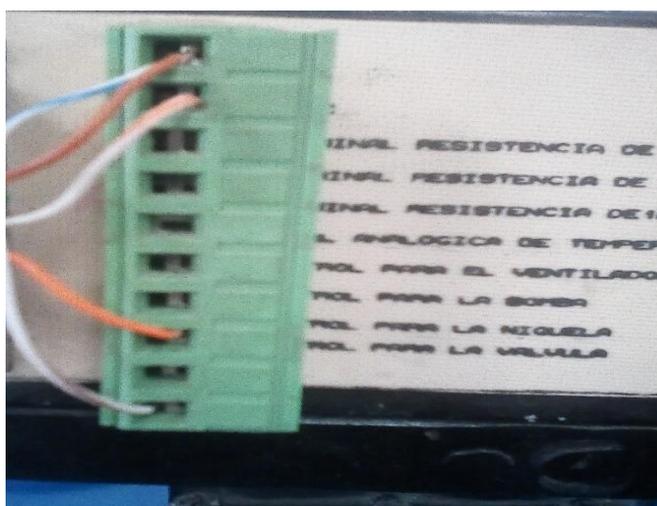
3.2 Conexiones PLC – Estación

Para realizar el control además del PLC Micrologix 1100, también se empleó el módulo de expansión de entradas analógicas (1762IF2OF2), la conexión de estos dos elementos se realizará con el PLC desconectado de la red (apagado). Como se ve en la **Fotografía 3**.



Fotografía 3 Conexión módulo 1762IF2OF2

Para accionar los dispositivos de la estación, se tiene una placa con una bornera con alimentación y respectivos puntos de conexión.



Fotografía 4 Bornera de alimentación de los elementos

La configuración de los dispositivos se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Configuración de accionamiento de los elementos:

Elemento	Valor Activación
Bomba	1L
Válvula	0L

El nivel de líquido se calcula mediante un sensor de nivel ultrasónico, el cual da una señal estándar corriente (4.....20mA).



Fotografía 5 Sensor ultrasónico

Las conexiones del sensor al módulo de expansión de entradas analógicas, se realizó:

- La salida del sensor, se conectó a la entrada positiva del módulo del canal 1 (IN 1 +)
- La entrada (IN 1 -) se conectó a GND de la placa de la estación. **Figura 33**

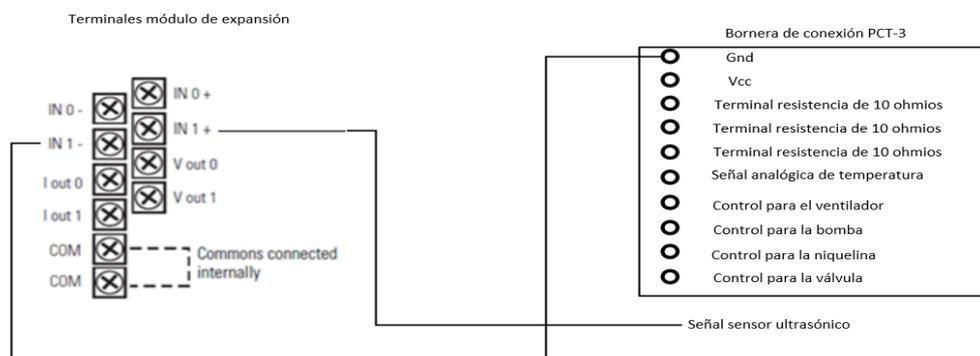


Figura 33 Diagrama de conexión del sensor en el módulo de expansión

Fuente: 1762-IF2OF2 Analog Input/output Module

3.2.1 Conexión de la Bomba

Para accionar la bomba se usó la salida del PLC O:0/0, se conectó desde Vcc de la placa a la entrada de la salida del PLC VAC/VDC, y la salida 0/0 se conectó al punto control para la bomba de la placa de la estación **Figura 34**.

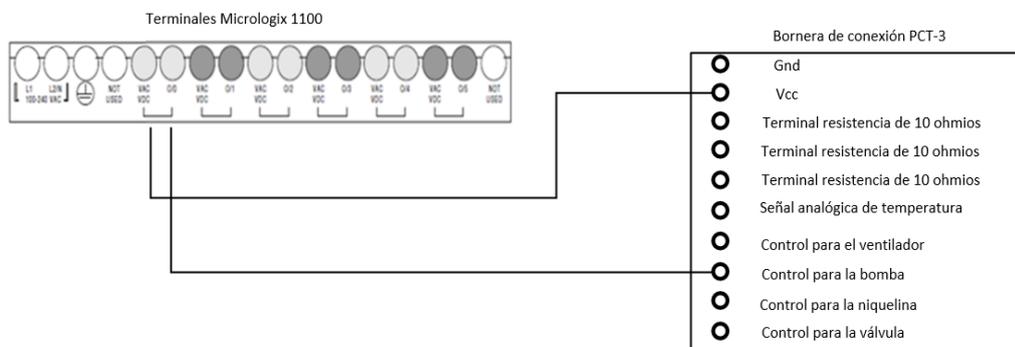


Figura 34 Diagrama de conexión de la bomba al PLC

Fuente: (Automation, 2018)

3.2.2 Conexión de la Electroválvula

Para accionar la electroválvula se usó la salida del PLC O:0/1, se conectó desde Gnd de la placa a la entrada de la salida del PLC VAC/VDC, y la salida 0/1 se conectó al punto control para la válvula de la placa de la estación.

Figura 35.

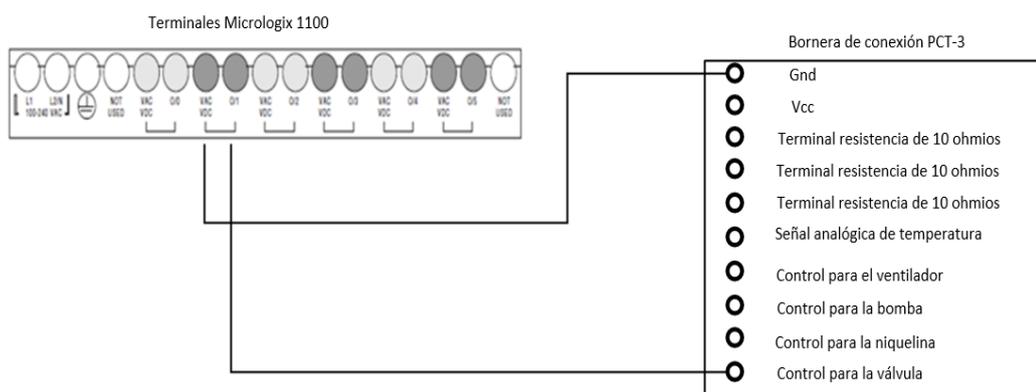


Figura 35 Conexión de la electroválvula al PLC

Fuente: (Automation, 2018)

3.3 Comunicación de la PC con el PLC

Para comenzar a programar, como primer paso se realizó la comunicación entre PC – PLC, para este fin se empleó el software RSLinx Classic, el cual se describió en la sección 2.8.2.

Abrir el programa RSLinx Classic, se mostrará la siguiente ventana: como se muestra en la **Figura 36**.

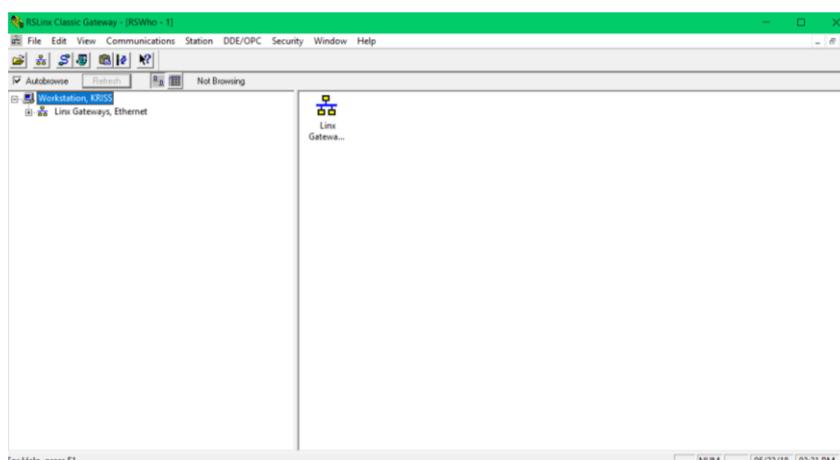


Figura 36 Ventana RSLinx Classic

Para iniciar la comunicación se configuro el Software RSLinx, para ello se seleccionó communications. Como se muestra en la **Figura 37**.

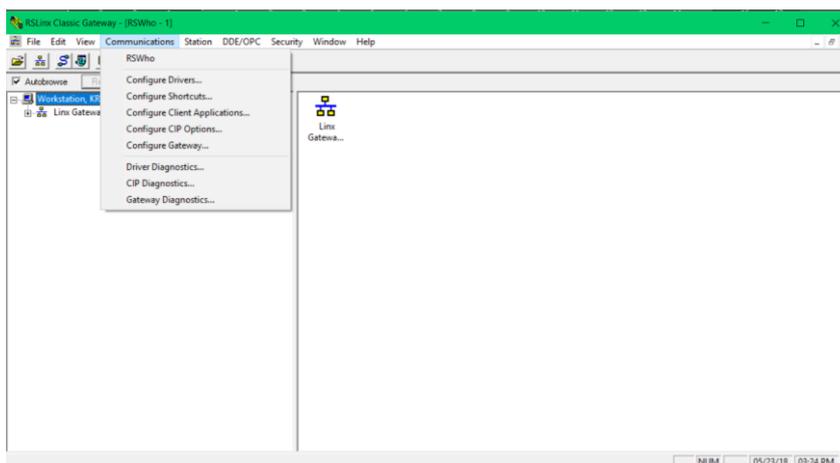


Figura 37 Ventana selección de Communications

En la ventana mostrada se escogió en la opción Configure Drivers ventana que se muestra en la **Figura 38**.

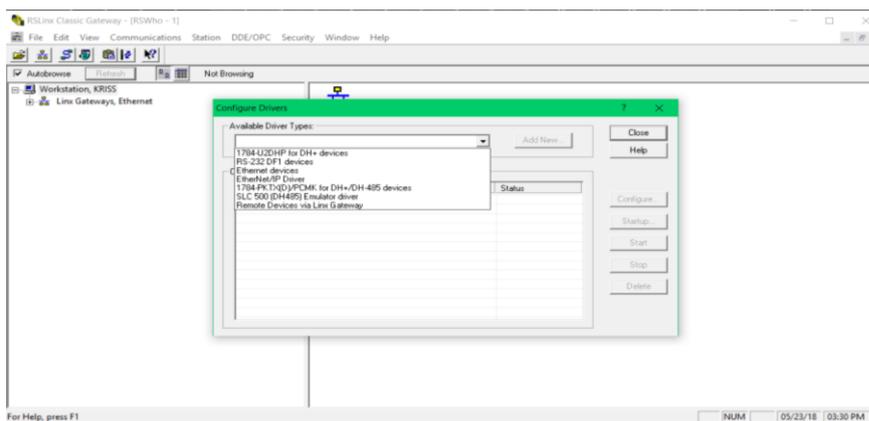


Figura 38 Ventana Configure Drivers

En esta ventana se escogió la opción Ethernet devices, además de dar click en Add New. Como se muestra en la **Figura 39**.

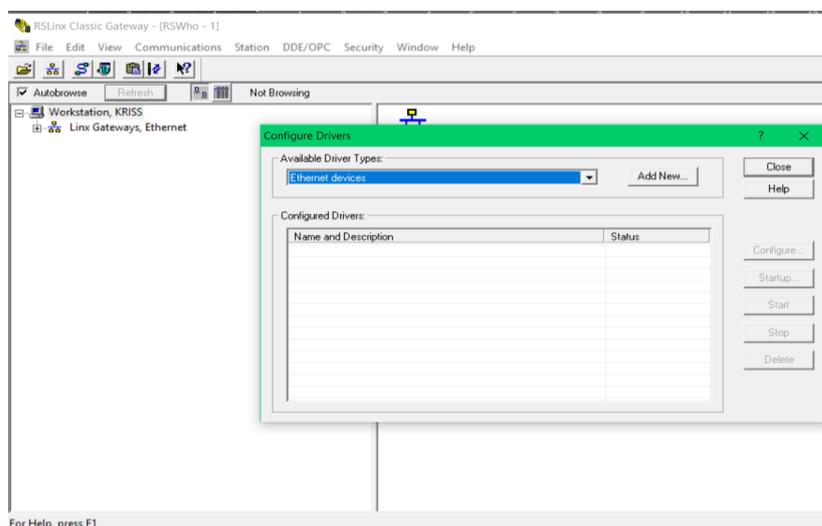


Figura 39 Ventana selección RS232 DF1 devices

En la nueva ventana que se presenta como nombre se llenó TESIS_PLC como se muestra en la **Figura 40**, se cliqueó en OK.

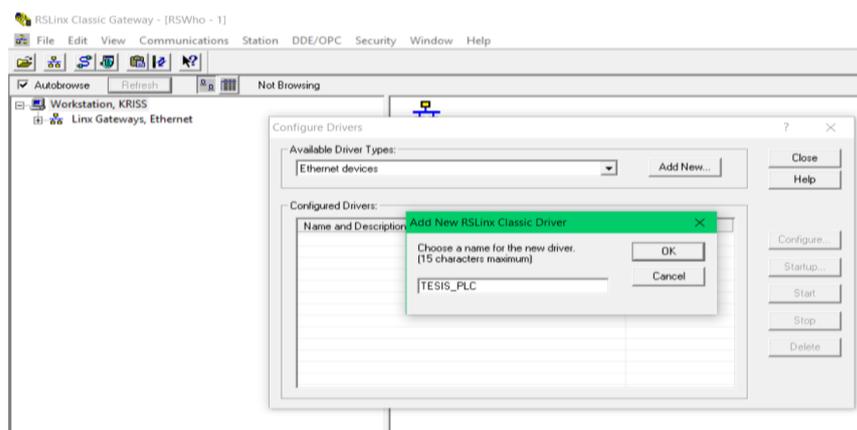


Figura 40 Colocación de nombre de conexión del nodo

Una vez finalizada la configuración del nombre, en la siguiente ventana **Figura 41** se configuro las direcciones IP, tanto de la PC como del PLC. Dando clic en Add New a cada IP.

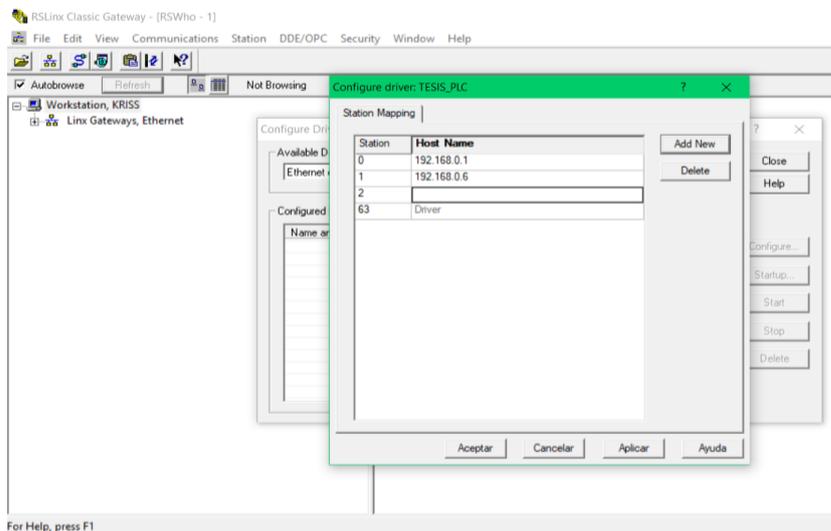


Figura 41 Ventana colocación de direcciones IP

Terminando la acción con el botón Aplicar, Aceptar y Close de la ventana anterior. El programa empezara a buscar los dispositivos. Una vez encontrados se mostraran como en la **Figura 42**.

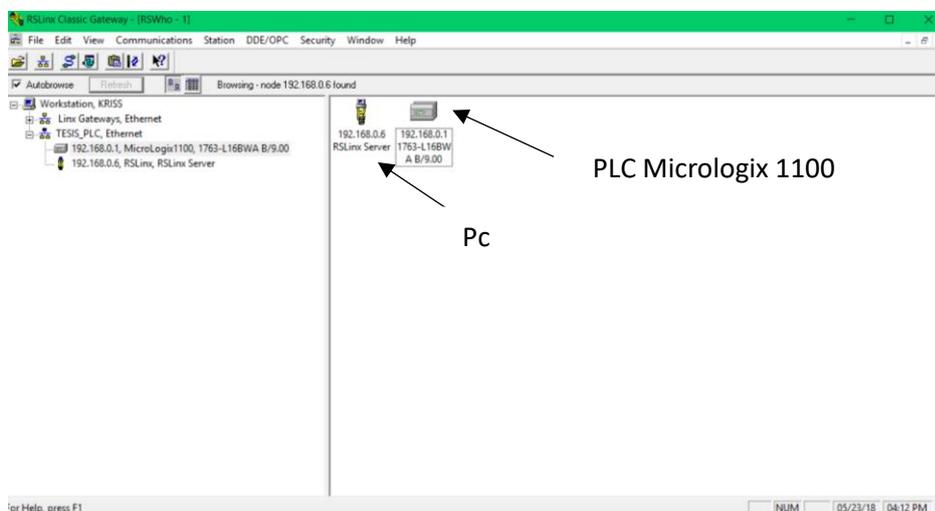


Figura 42 Ventana Reconocimiento de comunicación correcta PC – PLC

Es importante mencionar que la dirección IP del PLC, se configuro usando el puerto de conexión RS232, y el software RSLogix 500, de acuerdo a los parámetros que se establecen en el manual de Micrologix 1100. User Manual, 1763-UM001, (**Figura 43**).

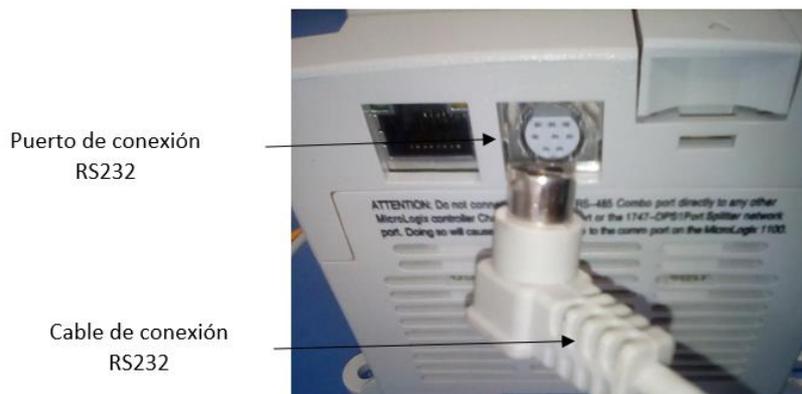


Figura 43 Puerto y cable de conexión RS232, para configuración de la dirección IP

3.4 Configuración del RSLogix 500

Una vez que se configuro la conexión del PLC con la PC, se debe configurar el software que permitirá descargar las líneas de programación hacia el PLC, para ello como primer punto abrir el programa RSLogix 500.

Figura 44.



Figura 44 Ventana de bienvenida al programa RSLogix 500

Como siguiente paso se creó un nuevo documento para la realización de la programación, en donde se llenará las características del hardware. Como se muestra en la **Figura 45**.

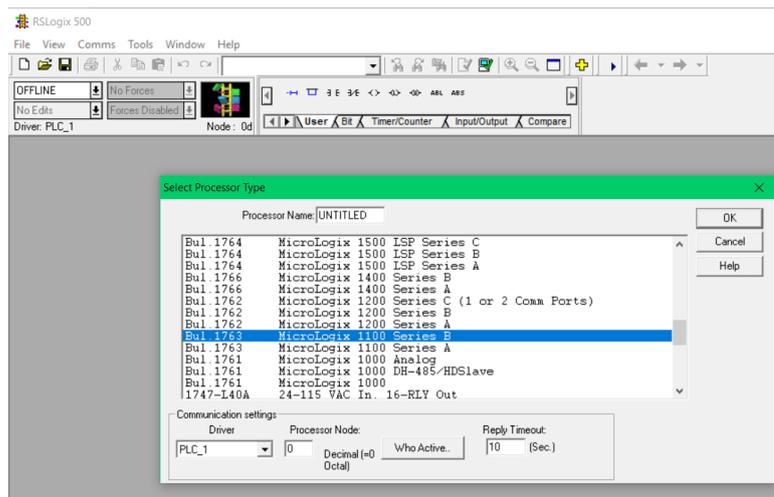


Figura 45 Selección del procesador del PLC

La descripción de nuestro PLC es Bul. 1763 Micrologix 1100 Series B (**Figura 45**), se escogió esa opción en la ventana, clic en OK. Se abrirá la ventana con el área para la programación y diferentes opciones para la realización del programa.

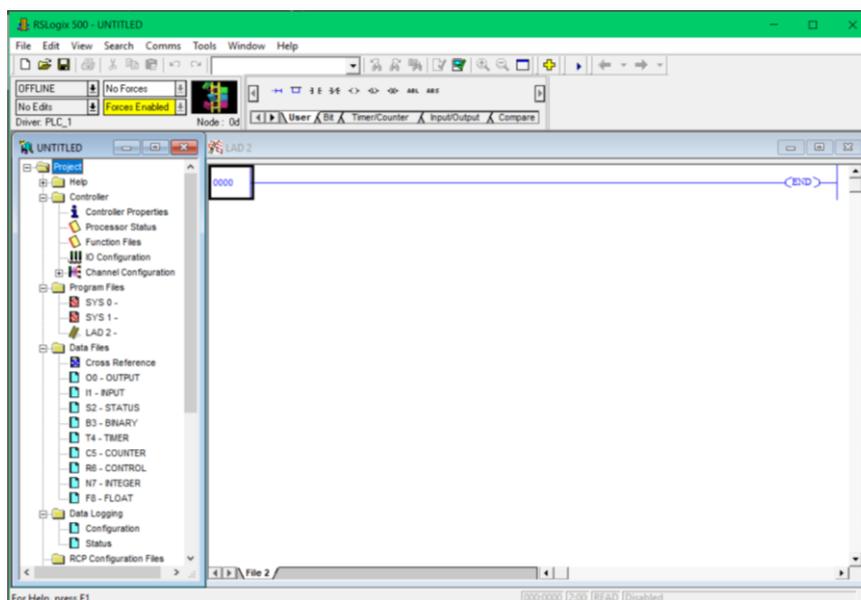


Figura 46 Ventana para la programación.

3.5 Modulo de expansión 1762-IF2OF2

Para agregar el módulo de expansión se debe ir a la opción IO Configuration, ubicado en la parte izquierda en el árbol de proyecto. como se muestra en la **Figura 47**.

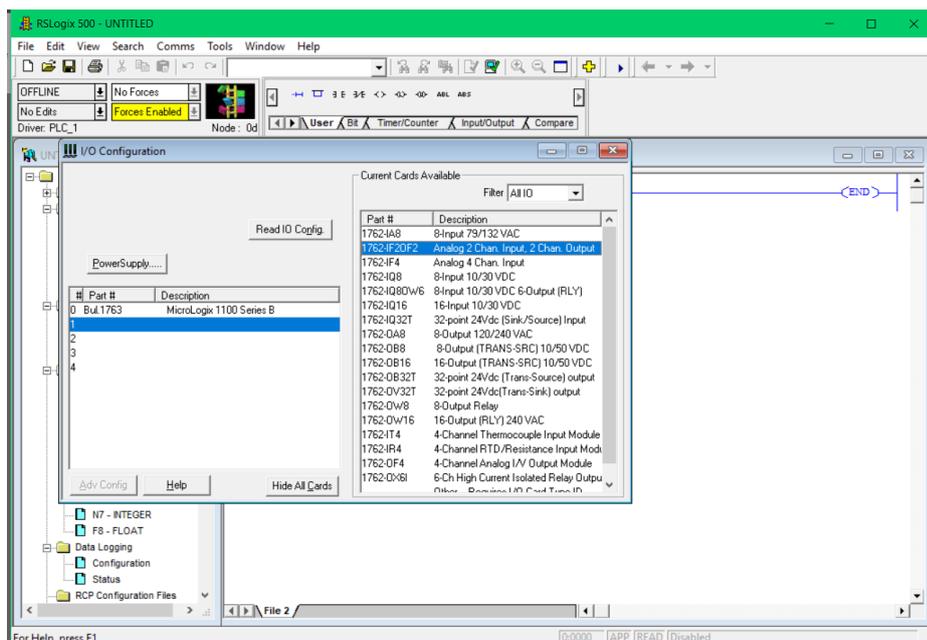


Figura 47 Ventana para agregar el módulo de expansión

En la lista desplegada buscar 1762-IF2OF2, doble clic y se agregara una vez hecho eso se debe configurar el valor de trabajo del canal 1 que es el utilizado en este proyecto, para ello ir a Adv Config, luego a Analog Configuration, y en Channel 1:

Input Range seleccionar 4 to 20 mA, como se muestra en la **Figura 48** ya que el sensor ultrasónico, entrega valores de corriente directamente. Aceptar y quedara listo para programar.

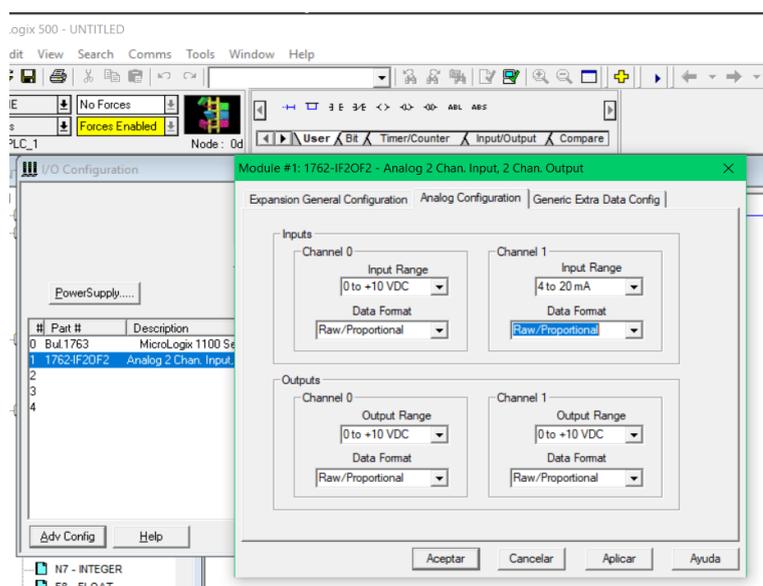
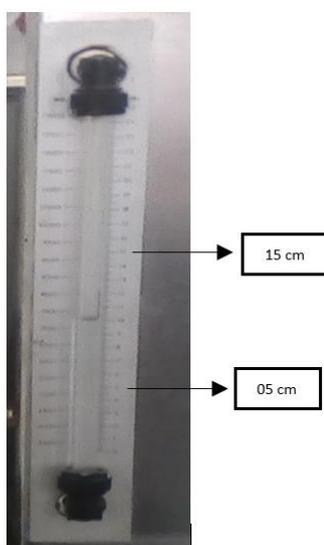


Figura 48 Configuración del tipo de entrada al canal

3.6 Escalamiento

El PLC empleado en el proyecto, trabaja con valores Word (32171), para lo cual se debe transformar a valores familiares de monitorear, que en este proceso serían los cm de agua de la estación de nivel.

Para lo cual se resolvió que los valores sean entre 5cm (mínimo) y 15cm (máximo) de agua, valores tomados con respecto a la mirilla con la cual cuenta la estación de nivel. como se muestra en la **Fotografía 6**.



Fotografía 6 Mirilla de medición de nivel

Para dicho fin se utilizó la siguiente ecuación:

$$y = mx + b \quad \text{ec. 3.1}$$

Teniendo los siguientes valores tomados desde el sensor ultrasónico:

Tabla 3
Valores de Word (palabra) del PLC

Medida	Valor (Word)
5cm	7184
15cm	31320

Desarrollando la ecuación de primer grado quedaría:

Reemplazando el valor mínimo y máximo, con sus respectivos valores tomados:

$$(1) \quad 5 = m7184 + b$$

$$(2) \quad 15 = m31320 + b$$

Reduciendo las ecuaciones:

$$(3) \quad 10 = m25536$$

$$m = 3.916 \times 10^{-4}$$

Con lo cual se tendría el valor a sumar:

$$(4) \quad b = 2.52$$

Con estos valores se procesan los valores leídos del sensor, empleando operaciones matemáticas, para encontrar la medida del agua que se mide en centímetros.

3.7 Proceso de programación

3.7.1 Programación del Micrologix

Como se mencionó antes la medición del nivel de líquido se realiza con un sensor ultrasónico, la salida de este alimenta al módulo de expansión y este a su vez al PLC. Por lo cual se utilizaron una entrada y dos salidas, como se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4**Entrada y salidas utilizadas**

Descripción	Hardware
Salida Electroválvula	O:0/1
Salida Bomba	O:0/0
Entrada señal	I:1:1

También para almacenar, procesar, y remitir los datos obtenidos se usó variables de tipo flotante, memorias internas las cuales se muestran en la **Tabla 5**.

Tabla 5**Variables de programación**

Tipo de Variable	Descripción
F8:0	Variable medida
F8:1	Variable interna PLC
F8:2	Variable de Proceso (Process Variable)
F8:3	Valor deseado (Set Point)
B8:0	Marca Interna
B8:1	Botón Bomba
B8:2	Botón Electroválvula
B8:3	Botón Reseteo

3.7.1.2 Parámetros de la Instrucción MOVE

Para leer el valor obtenido del módulo de expansión se utiliza la instrucción MOVE que se detalló en el apartado 2.12.

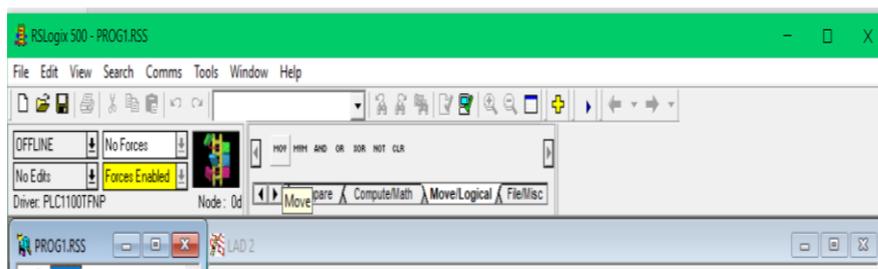


Figura 49 Elección de la instrucción MOVE

Donde se configuro como entrada (Source), el valor del Canal 1 del módulo de expansión, I:1:1 este valor se almacena en la variable F8:0. Como se muestra en la **Figura 50**.

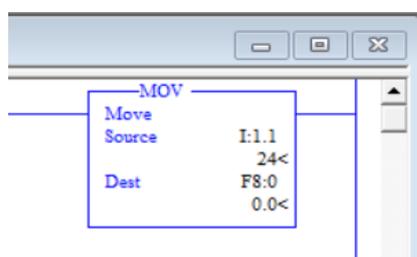


Figura 50 Valores de Source, Dest de la instrucción MOVE

3.7.1.3 Parámetros de la Instrucción MUL y ADD

Siguiendo se usó la instrucción MUL (multiplicar) usando los valores calculados anteriormente y quedaría como se muestra en la **Figura 51**.

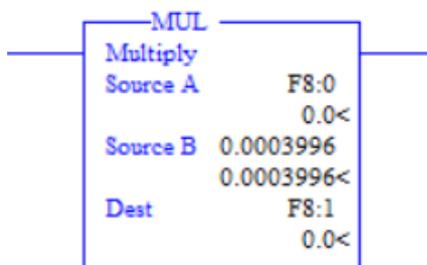


Figura 51 Instrucción MUL la cual permite multiplicar

Concluyendo la conversión de los centímetros de agua sumando el valor calculado ec. (4).

3.7.1.4 Parámetros de la Instrucción GEQ

Una vez leído el valor y convertido a cm de agua, se debe comparar dicho valor con otro que el usuario ingresara llamado Set Point para ello se usó instrucciones de comparación correspondientes a las variables tipo flotante ya descritas anteriormente, que para este caso serían F8:2 y F8:3. Además del uso de una memoria de la salida O:0/0. **Figura 52.**

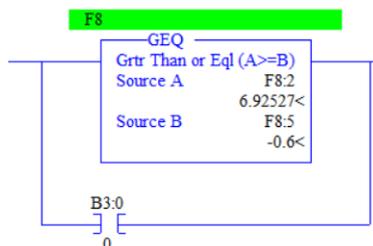


Figura 52 Instrucción GEQ la cual permite comparar dos valores

3.7.1.5 Descripción de las Variables Tipo Byte

En nuestro HMI se tendrá, dos botones los cuales permiten activar y desactivar la bomba y la electroválvula respectivamente. Las variables utilizadas se configuración de tipo Booleano, ya que así tendrían dos valores posibles 0 o 1 lógico. Quedando definidas de la siguiente forma en las líneas de programación, como se muestra en la **Figura 53.**

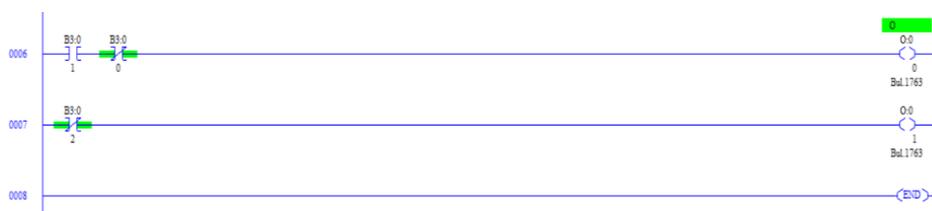


Figura 53 Activación de las salidas 0.0 y 0.1

Una vez finalizada la programación, en la barra de iconos se puede compilar para comprobar errores.

3.8 Descargar de la programación

Comprobado que la programación no contiene errores, se descargó las líneas de programación al PLC, como sigue:

En la barra del procesador se selecciona “Download”. Como se muestra en la **Figura 54**.



Figura 54 Descarga del programa al PLC

El programa abrirá la siguiente ventana, donde simplemente, se da clic en OK.

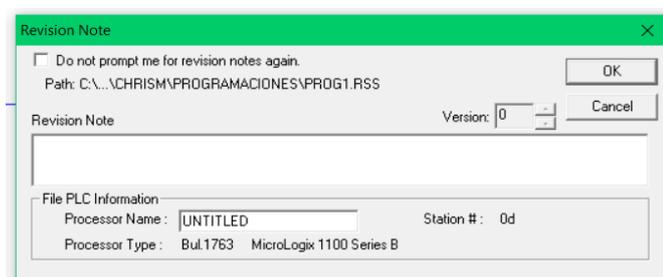


Figura 55 Revisión Note del programa al PLC

Seguidamente en la ventana el programa preguntara si procede con la descarga, se escoge Sí. como se muestra en la **Figura 56**.

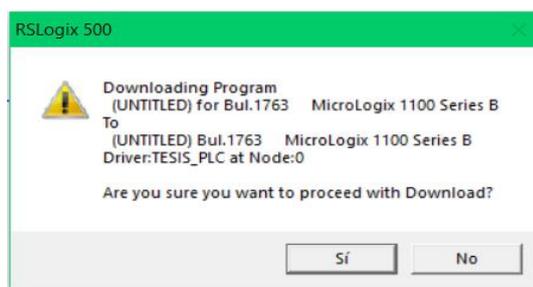


Figura 56 Confirmación de descarga del programa al PLC

A continuación se ejecuta la descarga, de las líneas del programa al PLC.

Figura 57.

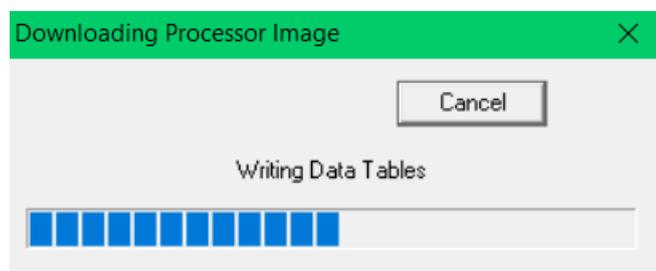


Figura 57 Descarga del programa al PLC

Terminado el comando anterior, el programa pregunta si configura el PLC en modo RUN, para terminar de escribir la programación, Seleccionar en SI. como se muestra en la **Figura 58**.

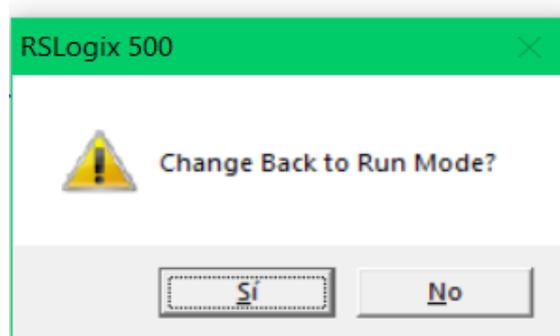


Figura 58 Cambio a modo RUN de PLC

Como último paso el software pregunta si se desea ir a modo Online; el cual, permite ver en tiempo real los datos leídos por el módulo de expansión, y procesados en las líneas de programación en este caso se seleccionó que No.

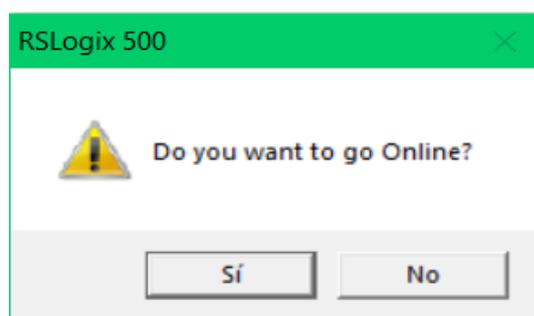


Figura 59 Ventana de confirmación de modo Online

3.9 Lectura y escritura de las etiquetas desde el navegador

La visualización de la Interfaz gráfica entre el proceso y el usuario se realizará con la ayuda del navegador Internet Explorer para la muestra de la interfaz. Se comenzó creando una carpeta en C:\ llamada My Projects como se muestra en la **Figura 60**.

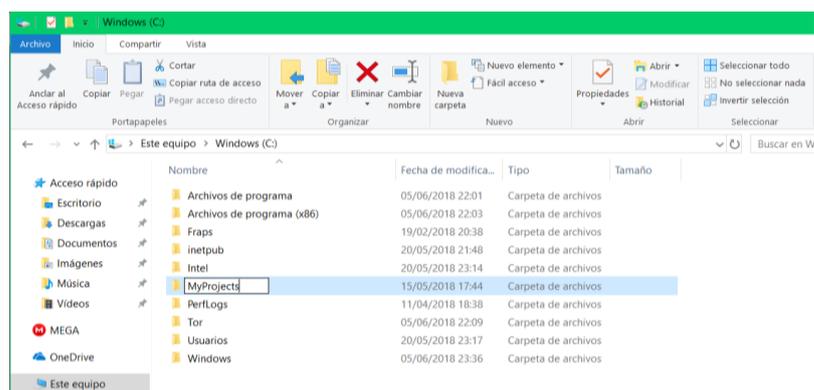


Figura 60 Creación de la carpeta My projects

Esta carpeta contendrá dentro otra carpeta llamada Web, la cual a su vez tendrá el código HTML, el cual se nombró, startup.html, que será interpretado por el navegador Internet Explorer.

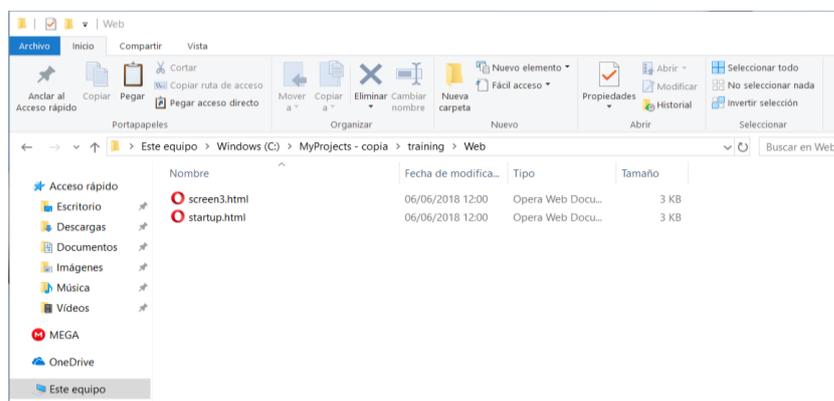


Figura 61 Carpeta contenedora de HTML

Para comenzar la estructura de todo archivo HTML se define de la siguiente manera: como se detalló en el apartado 2.7.2.

```
<!DOCTYPE html>
```

```
<html>
```

```
<head>
<meta charset="utf-8" />
<title> </title>
</head>
<body>

</body>
</html>
```

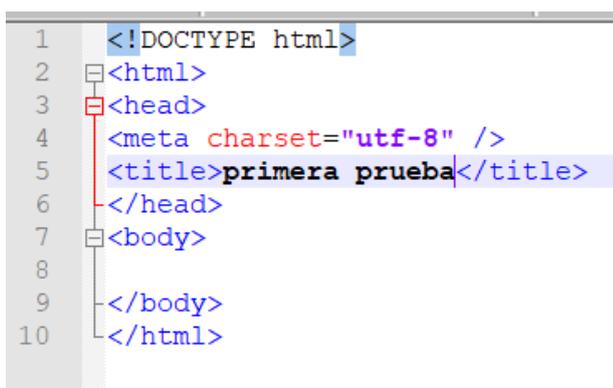
La línea 1 especifica que el documento está escrito en la versión 5 de HTML, mediante `<!DOCTYPE html>`.

Mediante los comandos de las líneas 2 y 10 indica que el código inicia, y se cierra, con `<html>` y `</html>`.

En la línea 3 se inicia la cabecera de la página (`<head>`) y en la línea 5 se cierra la cabecera (`</head>`).

Dentro de la cabecera (línea 4) es necesario especificar el tipo de caracteres a utilizar `<meta charset="utf-8"/>`.

El título de la página web se escribe dentro de los comandos, `<title>` y `</title>`, como se muestra en la **Figura 62**.



```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 <meta charset="utf-8" />
5 <title>primera prueba</title>
6 </head>
7 <body>
8
9 </body>
10 </html>
```

Figura 62 Estructura del código HTML

Para el cuerpo de la página que es donde estará la mayoría de comandos se define con `<body>` y cerrando la etiqueta con `</body>`

Dentro de la etiqueta <body> para definir un botón se utiliza el comando input con su respectivo atributo, el cual se encuentra dentro de otra etiqueta llamada <form>. como se muestra en la **Figura 63**.

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 <meta charset="utf-8" />
5 <title>primera prueba</title>
6 </head>
7 <body>
8 <form>
9 <p>
10 <input type="button" value="BOMBA">
11 </p>
12 </form>
13 </body>
14 </html>

```

Figura 63 Creación de botones

Para crear botones en la página web se utiliza la etiqueta <form>, de la siguiente forma:

```
<form>
```

```
<p>
```

```
<input type="button" value="BOMBA">
```

```
</p>
```

```
</form>
```

Este código crea el botón Bomba, Válvula, Reset, respectivamente además del uso de otra etiqueta <p> y </p> la cual define un párrafo, y la etiqueta <h1> y </h1> que definen un título en la página.



Figura 64 Vista de los botones en IE

La interfaz también contiene un slider para setear el valor de set point este se define con la etiqueta input con su atributo range. Que también se encuentre dentro de la etiqueta form y la etiqueta p. como se muestra en la **Figura 65**.

```
<form>
  <p>
    <label for="valores">Set point</label>
    <input type="range" name="valores" id="valores" min="6"
max="14">
  </p>
</form>
```



Figura 65 Vista de la etiqueta input

Para insertar la imagen se utilizó el tributo siguiente:

Se utiliza la etiqueta `` con sus atributos donde dentro de las comillas de ira el nombre de la imagen con su respectivo formato ya sea esta `.png` `.gif` `.jpg` que son los formatos más utilizados para este proyecto se usó el formato `.jpg`. El comando quedaría `` (**Figura 66**).

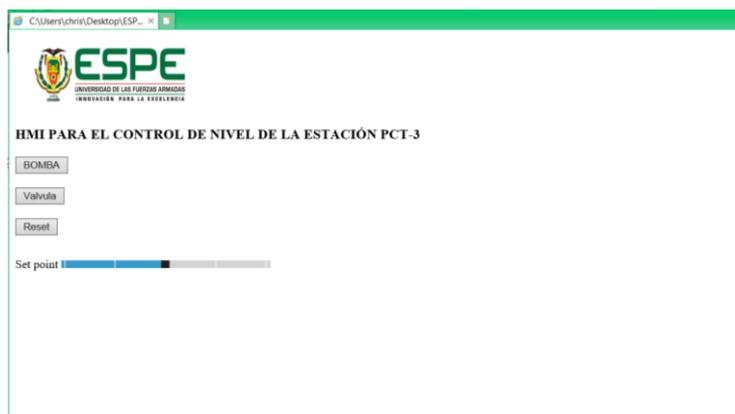


Figura 66 Imagen insertada en el código

Ya terminados los archivos .HTML, se debe configurar el Internet Information Services (IIS), la cual es una característica de Windows. como se muestra en la **Figura 67**.

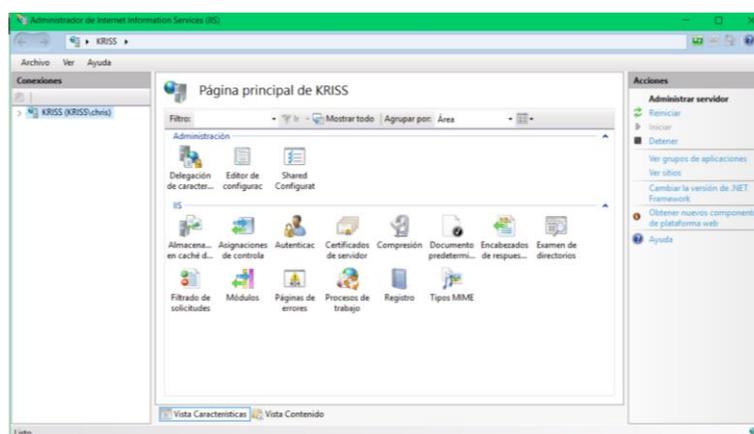


Figura 67 Ventana principal de IIS

Donde se tendrá que llenar unos parámetros. En la opción configuración básica, se cambió la carpeta predeterminada a la que se creó al principio.

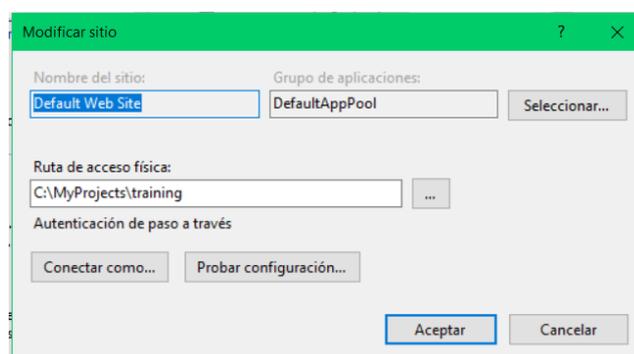


Figura 68 Configuración básica de IIS

Como paso siguiente en la opción Tipos MIME, se agregó las entradas:

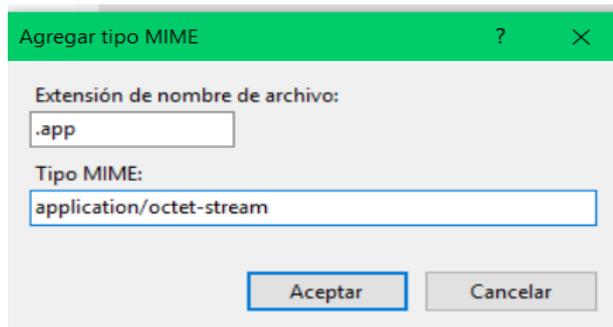


Figura 69 Entrada agregada a Tipos MIME

Por ultimo en lista de conexiones, administrar sitio web, clic en detener seguidamente clic al botón de iniciar. como se muestra en la **Figura 70**.



Figura 70 Reinicio del administrador

3.10 Funcionamiento del HMI

Abrir Internet Explorer para tener nuestro HMI **Figura 71**, en la URL se ingresa: <http://192.168.0.6/web/startup.html>, donde 192.168.0.6 es la dirección IP de nuestra máquina.

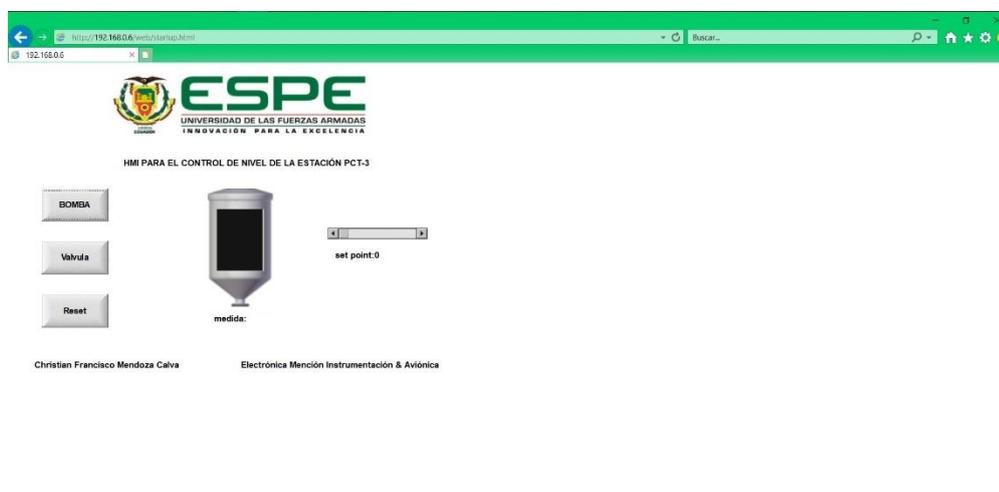


Figura 71 HMI en navegador Internet Explorer

Se tendría listo nuestro HMI, el cual al pulsar el botón bomba o válvula el server del PLC leería las etiquetas enviadas desde el navegador, ejecutando la acción requerida.

3.11 Análisis de resultados

Una vez realizada la implementación del sistema, tanto las conexiones de hardware como software se hizo las pruebas al sistema empezando por presionar el botón el cual activaría la bomba de la estación y efectivamente se comprobó que al pulsar el botón la bomba se energizaba y al pulsar nuevamente la bomba se desactivaba.



Figura 72 Activación y desactivación de la bomba

Así también se comprobó el botón el cual comanda la electroválvula cumpla su función al presionarlo y volverlo a presionar, la electroválvula se encendida y apagaba respectivamente.

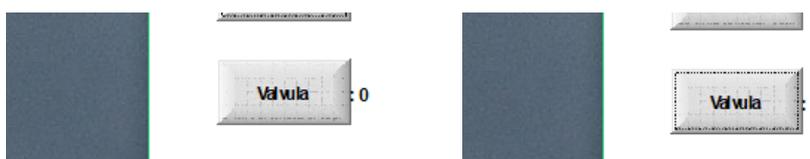


Figura 73 Activación y desactivación de la bomba

Finalmente se comprobó que tanto el valor de llenado como el valor medido concuerden entre sí para ello se colocó valores de set point y se comprobó en el valor medido del HMI, dando como resultado los valores de la **Tabla 6.**



set point:10

Figura 74 Valor requerido (Set Point)

Tabla 6

Comparación de valores HMI - Mirilla

Valor requerido (Set Point)	Valor mirilla de la estación	Valor mostrado HMI
7	7	6.94
9	9	8.85
10	9.9	9.86
11	10.9	10.85
13	12.9	12.81

CAPITULO IV

4.1 Conclusiones

- Se implementó la interfaz HMI, mediante programación HTML, empleando el web server del PLC Micrologix 1100 para controlar las salidas O0.0, O0.1, con lo cual se tiene manipulación, control y visualización del proceso que realiza la estación PCT-3.
- Se investigó la forma de funcionamiento del PLC Micrologix 1100, conexiones, requisitos de programación, también el modo de funcionamiento, del módulo de expansión de entradas y salidas analógicas, recopilando la información de los manuales del fabricante y publicaciones en internet.
- La programación para el control de nivel de la estación PCT-3, a través del software RsLinx, RsLogix500, su web server para lectura de etiquetas, la conexión entre PC – PLC – PCT-3, se realizó de manera exitosa cumpliendo así uno de los objetivos planteados en el presente proyecto.
- Una vez terminada la programación, las conexiones tanto de la estación como del PLC, las pruebas realizadas para la verificación del funcionamiento del proyecto, fueron satisfactorias, con lo que se introdujo nuevos temas de estudio en el laboratorio de Instrumentación Virtual.

4.2 Recomendaciones

- Las conexiones se deben realizar con los dispositivos apagados y se deben verificar, antes de poner en funcionamiento, ya que al conectarse de manera errónea pueden ser afectados, o variar los resultados de las variables leídas.
- Verificar los niveles de corriente mínimo y el máximo correspondientes a 5 y 15 cm suministrados por el sensor mediante un amperímetro, ya que, al no estarlo, no se genera una señal de error, pero los valores no corresponderían a los reales afectando al control.
- Las páginas web creadas, deben estar dentro de una carpeta, establecida en el directorio raíz del sistema operativo.
- Tener en cuenta que al energizar el PLC, el módulo de expansión debe estar conectado ya que, si no lo está, dará error y se debe utilizar el cable RS-232 para arreglar ese error, siempre y cuando se halle definido en módulo en la programación.

GLOSARIO DE TERMINOS

HMI: Interfaz Hombre Maquina

Software: Conjunto de programas, que permiten a una computadora realizar determinadas tareas.

HTML: Lenguaje de Marcado o etiquetado.

MIME: Multipurpose Internet Mail Extensions o (extensiones multipropósito de correo de internet)

RS-232: Estándar Recomendado 232, que designa una norma para el intercambio de datos binarios

Mirilla: indicador de nivel fabricado en vidrio.

IIS: Internet Information Services

BYTE: Conjunto que se compone de ocho bits.

Etiqueta: es una palabra clave almacenada en un repositorio.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- [1] 1761-sg001, R. (10 de mayo de 2018).
<http://literature.rockwellautomation.com>. Obtenido de
http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1761-sg001_-en-p.pdf
- [2] 1763 Guia de productos, R. A. (15 de mayo de 2018). Obtenido de
http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1763-rm001_-en-p.pdf
- [3] Automation, R. (2008). *Como obtener resultados con RSLINKS*. Estados Unidos.
- [4] Automation, R. (10 de mayo de 2018). Obtenido de
http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1763-um001_-en-p.pdf
- [5] Badley, A. (2009). *Instruction Set Reference Manual*.
- [6] Bernis, L. (21 de mayo de 2018). Obtenido de
http://www.lorenabernis.com.ar/apuntes/servidor_web.pdf
- [7] Castiñeira, N. H. (06 de mayo de 2018). *tecnologia-tecnica*. Obtenido de
<http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/sistemadecontrol/index%20sistemasdecontrol.htm>
- [8] Creus, A. S. (2010). *Instrumentación Industrial* (Octava ed.). Mexico: Marcombo S.A.
- [9] E.V.A., U. (s.f.). Modelo Cliente-Servidor. . *Teleinformática II*. Obtenido de E.V.A., UCI. Conferencia#5 Modelo Cliente-Servidor. Teleinformática II
- [10] edu. (08 de julio de 2018). *edu.xunta.gal*. Obtenido de
<http://www.edu.xunta.gal/centros/iesdavidbujan/system/files/INTRODUCCI%C3%93N+AL+LENGUAJE++HTML.pdf>
- [11] Emprendelo. (21 de mayo de 2018). *www.madrid.org*. Obtenido de
http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/GuiaEmprendedor/tema7/F49_7.9_WEB.pdf
- [12] GALLEGOS, C. F. (2008). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON*. QUITO- ECUADOR.
- [13] Guimi. (21 de mayo de 2018). <https://guimi.net>. Obtenido de
https://guimi.net/descargas/Monograficos/G-Lenguajes_de_programacion.pdf
- [14] Kuo, B. C. (s.f.). *SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO* (Vol. 7ma. Edición). Mexico: Prentice-Hall-Inc.

- [15] Leal, O. (23 de mayo de 2018). <https://es.scribd.com>. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/107186058/Conceptos-de-Hmi>
- [16] Lissia Barrios, I. G. (23 de mayo de 2018). <http://jeuazarru.com>. Obtenido de <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/HMI.pdf>
- [17] Miyara, F. (09 de mayo de 2018). fceia.unr.edu.ar. Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/enica3/da-ad.pdf>
- [18] Ogata, K. (s.f.). *Ingeniería de Control Moderna* (Vol. 3a. Edición). México: Prentice Hall.
- [19] Rocatek. (08 de julio de 2018). Obtenido de <http://www.rocatek.com/downloads/Programacion%20Ladder.pdf>
- [20] Rockwell. (09 de mayo de 2018). literature.rockwellautomation.com. Obtenido de http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/document_s/br/1761-br006_-es-p.pdf
- [21] UNLP, F. . (08 de julio de 2018). [educacionurbana](http://www.educacionurbana.com). Obtenido de <http://www.educacionurbana.com/apuntes/ladder.pdf>
- [22] UNT. (09 de mayo de 2018). catedras.facet.unt.edu.ar. Obtenido de https://catedras.facet.unt.edu.ar/senialeselectricas/wp-content/uploads/sites/108/2017/03/Se%C3%B1ales_A.pdf
- [23] UTA. (21 de mayo de 2018). <http://chitita.uta.cl>. Obtenido de <http://chitita.uta.cl/cursos/2012-2/0000435/recursos/r-1.pdf>
- [24] uv.es. (08 de julio de 2018). Obtenido de <https://www.uv.es/jbosch/PDF/Curso%20de%20HTML.pdf>
- [25] Vallejo, H. D. (09 de mayo de 2018). www.editorialquark.com.ar. Obtenido de <https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/349/1259/6572/6620/78618.pdf>
- [26] Vasquez, P. G. (23 de mayo de 2018). Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/15588/1/Redes_practica1_sistemas10-11.pdf
- [27] Wikispaces. (23 de mayo de 2018). Obtenido de <https://definicionycableado.wikispaces.com/file/view/Historia+de+las+redes+Ethernet.pdf>
- [28] Zegarra, H. (09 de mayo de 2018). [scribd](https://es.scribd.com). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/50858347/INTRODUCCION-AL-SOFTWARE-DE-PROGRAMACION-RSLOGIX-500>

HOJA DE VIDA

I. Datos personales

Nombres: Christian Francisco Mendoza Calva

Cedula de identidad: 1105644544

Fecha nacimiento: 16 – Junio – 1993

Lugar de nacimiento: Loja, Loja, Ecuador

Edad: 25 años

Estado civil: Soltero

Lugar de residencia: Latacunga, Cotopaxi

Dirección: Av. Javier Espinosa e Isidro Ayora

Teléfono: 0982720430

Email: christian.mendoza18@outlook.com / cfmendezac18@gmail.com

Enlace directo: <http://hazloaprende.blogspot.com>



II. Objetivo Profesional

Desarrollar mi formación y experiencia en una empresa la cual brinde perspectivas de crecimiento, promoción profesional, así como también compañerismo y trabajo en equipo.

III. Estudios

Institución	Título	Periodo
Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", UGT	Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica	Febrero, 2018 Octubre, 2014
Instituto Tecnológico "Sudamericano"	Electrónica	Febrero, 2013 Octubre, 2011
Colegio "Dr. Baltazar Aguirre"	Bachiller, Ciencias General	Julio, 2011 Septiembre, 2005
Escuela "Gonzalo Abad Grijalva"	Educación Básica	Junio, 2005 Septiembre, 1999

IV. Idiomas

Español, Nativo

Ingles Intermedio, Canadian House Center IV nivel, 2014.

Unidad de Gestión de Tecnologías "ESPE", VI ciclo, 2018

V. Conocimientos Informáticos

Ofimática: Procesadores de texto, Hojas de cálculo, Internet, mail.
Paquetes Integrados: Microsoft Office, Excel, Power Point, Software y actualizaciones.

Diseño: AutoCAD

Lenguajes de programación: Visual Basic, Arduino, LabVIEW, Ladder.

Sistemas Operativos: Windows, Ubuntu, Macintosh, Android.

VI. Experiencia

Dirección Distrital 11D01 Loja, Digitador del Sistema Integrado de Gestión Educativa "SIGEE"
Grupo de Aviación del Ejército "GAE" No. 43, pasantías Laboratorio Electrónica - Aviónica
Industrias y Cultivos El Camarón S.A ICCSA, Mantenimiento Aeronáutico

VII. Cursos y Seminarios

Temas	Fechas
Curso online Diseño y creación de Apps	julio 2018 – agosto 2018
Curso online Introducción al Desarrollo Web: HTML y CSS (II)	junio 2018 – julio 2018
Curso online Introducción al Desarrollo Web: HTML y CSS (I)	abril 2018 – junio 2018
Jornadas Tecnológicas Internacionales en Electromecánica	diciembre 2016
Mantenimiento y Reparación de PC's	octubre 2013 – enero 2014
Permacultura y Agroecología	febrero 2012 – marzo 2012
Manejo y Manipulación de proyectores POWERLITE X12	marzo 2012

VIII. Datos de Interés

Carnet de Conducir: Licencia Tipo "B"

Aficiones y Hobbies: Lectura, Simulación de vuelo, YouTube, Web

Disponibilidad para viajar: Total

Habilidades: Trabajo en equipo, Responsabilidad, Gestión del tiempo

Referencias personales y profesionales:

David Cuenca (vecino): 0982320057

Colegio "Dr. Baltazar Aguirre" 3025451

Lic. Mary Martínez (compañera vinculación): 0984217774

Mauricio Reyes (Jefe Mantenimiento "ICCSA"): 0989323203

ACEPTACIÓN DEL USUARIO

Latacunga, 06 agosto de 2018

Yo, ING PABLO PILATÁSIG en calidad de encargado del Laboratorio de Instrumentación Virtual de la Unidad de Gestión de Tecnologías, me permito informar lo siguiente:

El proyecto técnico elaborado por el Sr. **MENDOZA CALVA CHRISTIAN FRANCISCO**, con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI MEDIANTE EL WEB SERVER DEL PLC MICROLOGIX 1100 PARA EL CONTROL DE NIVEL DE LA ESTACION DE PROCESO PCT-3 DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACION VIRTUAL”**, ha sido efectuado de forma satisfactoria en las dependencias de mi cargo y que la misma cuenta con todas las garantías de funcionamiento, por lo cual extiendo este aval que respalda el trabajo realizado por el mencionado estudiante.

Por tanto, me hago cargo de todas las instalaciones realizadas por el Sr. estudiante.

Atentamente,

ING. PABLO PILATÁSIG

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

Latacunga, 06 agosto de 2018

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

MENDOZA CALVA CHRISTIAN FRANCISCO

ID L00363738

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

Ing. Pablo Xavier Pilatasig Panchi

Director Carrera de Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica