

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &
AVIÓNICA**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA HMI EN LABVIEW DE LAS
VARIABLES FÍSICAS DE LA ESTACIÓN DE NIVEL DEL
LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EMPLEANDO
UN PLC TWIDO Y UN MÓDULO TWIDO ETHERNET”**

POR:

JEYNSON AMILCAR GUANOLUISA TIPANTUÑA

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención
del Título de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
& AVIÓNICA**

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **GUANOLUISA TIPANTUÑA JEYNSON AMILCAR**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

ING. LUCÍA GUERRERO

DIRECTORA DEL PROYECTO

Latacunga, Abril del 2013

DEDICATORIA

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa” (Mahatma Gandhi).

Todas las personas necesitan de una mano amiga que nos brinde su apoyo es por ello que dedico este trabajo de graduación a mis padres por creer en mí, por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento en los momentos más difíciles de mi vida, a mi madre por velar mis noches a lo largo de mi carrera, por educarme con valores y principios, por ser un ejemplo vivo de perseverancia y superación, a mi padre por no dejarme desfallecer nunca, por enseñarme a conseguir mis objetivos con esfuerzo y trabajo.

Gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo llegar hasta el final.

A mis hermanos por estar conmigo y apoyarme siempre, ya que jamás han dejado de demostrarme su amor y confianza para llegar a cumplir una meta más en mi vida. Convirtiéndose así en un pilar fundamental en mi formación personal y profesional.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo no se habría podido realizar sin la colaboración de muchas personas que me brindaron su ayuda; siempre resultará difícil agradecer a todos aquellos que de una u otra manera me acompañaron en el transcurso de la realización de mi trabajo de grado.

Primero mi agradecimiento a Dios por haberme dado sabiduría en el camino y por protegerme ya que en el encontré un refugio en el cual podía meditar y pensar para no desviarme en el camino.

Quiero también agradecerles a todos ellos que formaron parte de mi formación profesional compartiendo experiencias y vivencias que ayudaron a formar mi carácter como persona y como profesional, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

De una manera especial expreso mi sincero agradecimiento al Ing. Pablo Pilatásig y ala Ing. Lucía Guerrero, por haberme brindado sus conocimientos y apoyo incondicional, siendo así el aporte fundamental en el desarrollo de mi proyecto y formación profesional.

A mis padres, Sr. Ángel Guanoluisa y Sra. María Tipantuña por hacer de mí una mejor persona a través de su ejemplo de honestidad y entereza por lo que siempre han sido una guía a lo largo de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS	XVII
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT.....	XIX

CAPÍTULO I

1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. ALCANCE	3

CAPÍTULO II

2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	5
2.1. INTRODUCCIÓN	5
2.1.1. PRINCIPALES COMPONENTES DE UN PLC	5
1. Fuente de alimentación.....	5
2. CPU	5
3. Módulo de entradas	5
4. Módulo de salida.....	6
5. Terminal de programación	6
6. Periféricos.....	6
2.1.2. CONTROLADORES COMPACTOS.....	6

2.1.3. Descripción de los componentes de un controlador compacto.....	8
2.1.4. MÓDULOS DE AMPLIACIÓN.....	9
2.1.5. MÓDULOS DE E/S DIGITALES	9
a) Módulos de entradas TON con alimentación a 24 Vcc	10
b) Módulo de entradas TON con alimentación a 120 Vac.....	10
c) Módulos mixtos de entradas y salidas con alimentación a 24 Vcc.....	10
d) Módulos de salidas con bornero extraíble	10
e) Módulos de salidas con conector TELEFAST	11
2.1.6. MÓDULOS DE E/S ANALÓGICAS.....	11
a) Por el número de entradas/salidas	12
b) Por el tipo de señal analógica	12
2.1.7. TIPOS DE CONEXIÓN	13
2.1.8. ACCESORIOS.....	14
2.1.9. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS COMUNICACIONES.....	15
a) Remote Link (Conexión remota)	15
b) ASCII	16
c) Modbus	16
2.1.10. BUS DE COMUNICACIÓN ETHERNET.....	17
2.1.11. BUS DE COMUNICACIÓN MODBUS	18
a) Pregunta/respuesta.....	18
b) Difusión.....	18
c) Modo maestro de Modbus	19
d) Modo esclavo Modbus	19
2.2. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN.....	19
2.2.1. INTRODUCCIÓN.....	19
2.2.2. TWIDOSUITE	21
1) Modo “Programación”.....	21
2) Modo “Vigilancia”.....	21
3) Actualización de autómatas	21
2.2.3. NAVEGACIÓN POR EL ESPACIO DE TRABAJO DE TWIDOSUITE	22
1) Barra de pasos de la aplicación	23

2) Barra de subpasos del programa.....	23
3) Barra de tareas	23
4) Barra de funciones.....	23
5) Barra de acceso rápido	23
6) Editores y visualizadores	23
7) Barra del cuadro de lista Error	23
2.2.4. CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL HARDWARE TWIDO	23
1) El Panel gráfico.....	24
2) El Panel de catálogos de productos.....	24
3) El Panel de listas de materiales	25
2.2.5. TIPOS DE VARIABLES BÁSICOS	25
2.2.5.1. TIPOS DE OBJETOS DE BIT.....	25
1) Bits de E/S	25
2) Bits internos	26
3) Bits de sistema.....	26
4) Bits extraídos de palabras	26
5) Los Objetos de Palabra	27
2.2.5.2. TIPOS DE OBJETOS DE PALABRA.....	28
1) E/S analógicas	28
2) Memoria interna	28
3) Constantes.....	28
4) Palabras de sistema	28
2.2.6. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	29
a) Lenguaje Ladder	29
b) Instrucciones de Lista	30
c) GRAFCET (Gráfica de control de secuencias de programación).....	30
2.3. RED ETHERNET	31
2.3.1. TOPOLOGÍA DE RED	31
2.3.1.1. BUS	31
2.3.1.2. ANILLO.....	32
2.3.1.3. ESTRELLA	33

2.3.2. PROTOCOLO TCP/IP	33
2.3.2.1. IP	34
2.3.3. LAN.....	34
2.3.5. RED INDUSTRIAL.....	35
2.3.6. SOLUCIONES CON ETHERNET	36
2.4. LABVIEW	36
2.5. HMI	37

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA	38
3.1. PRELIMINARES	38
3.2. Montaje del plc y el módulo de ampliación de entradas analógicas.....	39
3.2.1. CONTROLADOR COMPACTO TWDLCAA24DFR	39
3.2.1.1. Descripción de los componentes de un controlador compacto.....	40
3.2.2. MÓDULO DE E/S ANALOGICAS TM2AMM3HT	41
3.3. PROGRAMACIÓN DEL PLC	42
3.3.1. INSTALACIÓN DEL SOTWARE TIW DOSUITE	42
3.3.1.1. REQUISITOS MÍNIMOS Y RECOMENDADOS	42
3.3.1.2. Instalación del software de programación twidosuite	43
3.3.2. CREAR UN NUEVO PROYECTO	47
3.3.3. TRANSFERENCIA DEL PROGRAMA POR PRIMERA VEZ AL PLC	54
3.3.4. PROGRAMACIÓN DEL PLC PARA EL PROCESO	55
3.3.4.1. PROCESO DE PROGRAMACIÓN.....	55
3.4. TRANSFERENCIA DEL PROGRAMA VÍA ETHERNET	62
3.5. DISEÑO DEL SISTEMA HMI EN LABVIEW	64
3.5.1. DESCRIPCIÓN.....	64
3.5.2. DESARROLLO DEL PROGRAMA	65
3.6. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ETHERNET.....	73
3.7. SUBIR LA HMI A LA RED.....	76
3.8. EJECUCIÓN DE LOS PROGRAMAS.....	78
3.8.1. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA EN TWIDOSUITE.....	78
3.8.2. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA EN LABVIEW	81

3.8.3. EJECUCIÓN DE LA HMI	84
3.9. INSTRUCTIVO PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA HMI.....	93
3.9.1. DESCRIPCIÓN.....	93
3.9.2. ESTACIÓN DE NIVEL	93
3.9.3. PLC TWIDO.....	98
3.9.4. SISTEMA HMI EN LABVIEW.....	107
3.9.5. RED ETHERNET	110
3.9.6. SUBIR LA HMI A LA RED.....	112
3.10. GASTOS REALIZADOS	115
3.10.1. GASTOS PRIMARIOS	115
3.10.2. GASTOS SECUNDARIOS	115
3.10.3. GASTO TOTAL	116
CAPÍTULO IV	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
4.1. CONCLUSIONES	117
4.2. RECOMENDACIONES.....	118
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	120
BIBLIOGRAFÍA	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Sintaxis en Modbus Ethernet.....	65
Tabla 3.2 Voltajes medidos en la bornera del acondicionador de señal.....	96
Tabla 3.3 Voltajes medidos en el sensor de temperatura	97
Tabla 3.4 Gastos primarios	115
Tabla 3.5 Gastos secundarios.....	115
Tabla 3.6 Gasto total	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Gama de controladores Twido compactos	7
Figura 2.2 Módulos de ampliación y accesorios para los controladores	8
Figura 2.3 Partes de un controlador compacto	9
Figura 2.4 Módulos de e/s digitales.....	10
Figura 2.5 Módulos de e/s analógicas.....	11
Figura 2.6 Sistema de conexionado TELEFAST	13
Figura 2.7 Accesorios.....	14
Figura 2.8 Esquema ejemplo de Conexión Remota	15
Figura 2.9 Módulos de comunicación.....	16
Figura 2.10 Ejemplo de arquitectura Ethernet.....	17
Figura 2.11 Esquema ejemplo de comunicación MODBUS	18
Figura 2.12 Plataforma TwidoSuite	20
Figura 2.13 Pantalla inicial de TwidoSuite.....	21
Figura 2.14 Espacio general de trabajo del TwidoSuite	22
Figura 2.15 Ventana de configuración de Hardware “Describir”	24
Figura 2.16 Descripción de Bits de E/S.....	26
Figura 2.17 Descripción de Bits de Sistema o Internos.....	26
Figura 2.18 Descripción de Bits Extraídos de Palabra	27
Figura 2.19 Descripción de objetos de palabra.	27
Figura 2.20 Descripción de palabra E/S analógicas.....	28
Figura 2.21 Descripción de palabras de sistema.	29
Figura 2.22 Ejemplo de programa en Listado de instrucciones.....	30
Figura 2.23 Ejemplo de programa en GRAFCET	30
Figura 2.24 Topología BUS.....	32
Figura 2.25 Topología ANILLO	32
Figura 2.26 Topología ESTRELLA.....	33
Figura 2.27 Red LAN.....	35
Figura 3.1 Montaje del PLC.....	39
Figura 3.2 Controlador Compacto TWDLCAA24DFR.	40

Figura 3.3 Partes De Un Controlador Compacto.....	40
Figura 3.4 Módulo De E/S Analógicas TM2AMM3HT	41
Figura 3.5 Icono del archivo ejecutable.....	43
Figura 3.6 Icono Setup.	44
Figura 3.7 Inicio del proceso de instalación.	44
Figura 3.8 Contrato de licencia	45
Figura 3.9 Nombre del organizador.....	45
Figura 3.10 Ruta de instalación del programa.....	46
Figura 3.11 Tipo de instalación.	46
Figura 3.12 Seleccionar carpeta de programas	47
Figura 3.13 Opciones de apertura de TwidoSuite	47
Figura 3.14 Pantalla inicial de TwidoSuite.....	48
Figura 3.15 Ventana de la pestaña de “Proyecto”	49
Figura 3.16 Icono describir.....	49
Figura 3.17 Ventana de configuración “Describir” Selección de controlador.....	50
Figura 3.18 Selección de módulo de ampliación.....	51
Figura 3.19 Selección la interface Ethernet.....	51
Figura 3.20 Configuración del módulo de ampliación.....	52
Figura 3.21 Configuración de la IP	52
Figura 3.22 Configuración del puerto de comunicación	53
Figura 3.23 Configuración de la Comunicación Modbus Ethernet	53
Figura 3.24 Transferencia de programa	54
Figura 3.25 Pasos para crear el programa.....	55
Figura 3.26 Insertar un bloque de operación.....	58
Figura 3.27 Insertar segundo bloque de operación.....	59
Figura 3.28 Insertar ecuación en los bloques de operación.....	59
Figura 3.29 Escalamiento de señal de temperatura.....	60
Figura 3.30 Variable de nivel.....	61
Figura 3.31 Uso del bloque de comparación.....	61
Figura 3.32 Uso de mascararas	62
Figura 3.33 Icono de preferencia.....	62

Figura 3.34 Gestión de las conexiones.	63
Figura 3.35 Transferencia por Ethernet.....	64
Figura 3.36 Crear nuevo archivo.	65
Figura 3.37 Asignación del nombre del canal.	66
Figura 3.38 Selección de driver.....	66
Figura 3.39 Adaptador de red.	67
Figura 3.40 Nombre del dispositivo.	67
Figura 3.41 Modelo del dispositivo.	68
Figura 3.42 Dirección IP.....	68
Figura 3.43 Crear nuevo tag.	69
Figura 3.44 Lista de tags.....	69
Figura 3.46 Block Diagram.....	70
Figura 3.47 Propiedades del elemento.....	71
Figura 3.48 Data Binding.....	71
Figura 3.49 Búsqueda de variables mediante DSTP Server.	72
Figura 3.50 Búsqueda del servidor.....	72
Figura 3.51 Selección de variables.	73
Figura 3.52 Configuración de direcciones IP.....	74
Figura 3.53 Conexión de las PC's al switch.	74
Figura 3.54 Windows + R.....	75
Figura 3.55 Comunicación en la red.....	75
Figura 3.56 Tool web.....	76
Figura 3.57 Selección de VI para la web.....	77
Figura 3.58 Edición de la VI en la web.	77
Figura 3.59 URL de la web.....	78
Figura 3.60 Consola de control Twido Online.	79
Figura 3.61 Consola de control modo RUN.....	80
Figura 3.62 Funcionamiento de la línea de programación	80
Figura 3.63 Carpeta contenedora de la web page.	81
Figura 3.64 Generando la web page.....	82
Figura 3.65 RUN desde en programa base.....	83

Figura 3.66 RUN desde cualquier cliente.....	83
Figura 3.67 Primer bloque de programación.	85
Figura 3.68 Bloque de programación 2.	86
Figura 3.69 Control de la palabra %MD60 desde LABVIEW.....	86
Figura 3.70 Tercer bloque de programación.	87
Figura 3.71 Cerrado del contacto de paro desde la HMI.....	87
Figura 3.72 Inicio, indicador de llenado en la HMI.....	88
Figura 3.73 %Q0.0 activado.....	88
Figura 3.74 Indicador de calentado de líquido	89
Figura 3.75 Niquelina encendida.....	89
Figura 3.76 Temporizador de mezcla.....	90
Figura 3.77 Indicador de mezcla.	90
Figura 3.78 Electroválvula desactivada.....	91
Figura 3.79 Indicador de vaciado.	91
Figura 3.80 Contador igualado.....	92
Figura 3.81 Indicador de mantenimiento.	92
Figura 3.82 Presionar RESET.	92
Figura 3.83 Conexión de bornes terminales de la estación de nivel.	93
Figura 3.84 Circuito estandarizador de señal.....	95
Figura 3.85 Medición de voltajes en la bornera (Señal de Nivel).	96
Figura 3.86 Medición de voltajes en la bornera (Señal de Temperatura).....	97
Figura 3.87 Partes del PLC TWIDO	98
Figura 3.88 Ranura de expansión.	98
Figura 3.89 Módulo E/S analógicas.....	99
Figura 3.90 Conexión señal de nivel.	99
Figura 3.91 Conexión señal de temperatura.	100
Figura 3.92 Conexión Com 0.	100
Figura 3.93 Conexión Bomba.....	101
Figura 3.94 Conexión niquelina.....	101
Figura 3.95 Conexión Com 1.	102
Figura 3.96 Conexión válvula.	102

Figura 3.97 Alimentación del módulo.	102
Figura 3.98 Conexión L y N.....	103
Figura 3.99 Comunicación serial.....	103
Figura 3.100 Ventana de inicio de TwidoSuite.	104
Figura 3.101 Abrir un programa.	104
Figura 3.102 Depurar un programa.....	105
Figura 3.103 Transferir el programa.....	105
Figura 3.104 Ventana de ejecución.....	106
Figura 3.105 Run en el sistema HMI en LABVIEW.	108
Figura 3.106 Límite máximo de llenado del tanque.....	108
Figura 3.107 Inicio de programa.	109
Figura 3.108 Reset para reinicio automático del proceso	109
Figura 3.109 Configuración de direcciones IP.....	110
Figura 3.110 Conexión de las PC's al switch	111
Figura 3.111 Windows + R.....	111
Figura 3.112 Comunicación en la red.....	112
Figura 3.113 Carpeta contenedora de la web page.	112
Figura 3.114 Generando la web page.....	113
Figura 3.115 RUN desde el programa base.....	114
Figura 3.116 RUN desde cualquier cliente.....	114

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1 PLC en modo RUN.	80
Fotografía 3.2 HMI en red.	82
Fotografía 3.3 Elementos conectados al switch.	82
Fotografía 3.4 Disposición de componentes.	84
Fotografía 3.5 Sensor de nivel.	85
Fotografía 3.6 Tanque llenándose.....	88
Fotografía 3.7 Niquelina encendida.....	89
Fotografía 3.8 Vaciado del tanque.	91
Fotografía 3.9 Selector de activación de la bomba	94
Fotografía 3.10 Selector de activación de la niquelina	94
Fotografía 3.11 Selector de encendido de la estación de nivel	95
Fotografía 3.12 Calibración del sensor de nivel.	96

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE TWIDO.

ANEXO B PROGRAMACIÓN DEL PLC PARA EL PROCESO.

ANEXO C DISEÑO DEL SISTEMA HMI EN LABVIEW.

ANEXO D DIRECCIONAMIENTO OPC.

ANEXO E SUBIR LA HMI A LA RED.

ANEXO F ANTEPROYECTO.

RESUMEN

Se realizó una HMI en LABVIEW de las variables físicas de la estación de nivel en el Laboratorio de Instrumentación Virtual la misma que se realizó mediante la adquisición de un PLC TWIDOTWDLCAA24DRF, este PLC fue analizado y estudiado previamente para mayor comprensión de su funcionamiento, sus aplicaciones y las ventajas que tiene sobre otros autómatas.

En este proyecto se realizó la adquisición de datos de los sensores de nivel y temperatura que posee la estación de nivel mediante el módulo de E/S analógicas del PLC para posteriormente proceder a la programación respectiva para el control y monitoreo de procesos, la programación de la HMI en LABVIEW y el montaje respectivo de la red.

Para la adquisición de la señal de nivel se realizó un acondicionamiento ya que la señal que entregaba el sensor de nivel era una señal de corriente de 4-20mA y para este proyecto se requería una señal de voltaje de 0-5V para el análisis respectivo. La señal de temperatura se encuentra ya estandarizada en un rango de 0-5V. Con las dos señales en un rango estándar se procedió a realizar el escalamiento en TwidoSuite para poder visualizar los parámetros de nivel y temperatura en LABVIEW.

La comunicación entre el PLC y LABVIEW se realizó mediante OPC Server, ésta interface de comunicación permite la creación de los denominados TAGS los cuales direccionan las variables que se está usando para el programa.

Una vez hecho todo el proceso de programación y direccionamiento de las variables y la creación de la HMI en la interface gráfica LABVIEW, se usó una herramienta propia de LABVIEW la cual permitió subir la HMI a una red y usar la HMI desde cualquier estación de control conectada a la red.

ABSTRACT

A HMI was carried out in LABVIEW of the physical variables of the level station in the Laboratory of Virtual Instrumentation the same one that was made by means of the acquisition of a PLC TWIDO TWDLCAA24DRF, this PLC it was analyzed and studied previously for bigger understanding of its operation, its applications and the advantages that has on other robots.

In this project was carried out the acquisition of data of the level sensors and temperature that it possesses the level station by means of the module of analogical E/S of the PLC it stops later on to proceed to the respective programming for the control and monitoring of processes, the programming of the HMI in LABVIEW and the respective assembly of the net.

For the acquisition of the level sign was carried out an conditioning since the sign that he/she gave the level sensor it was a sign of current of 4-20mA and for this project a sign of 0-5V voltage was required for the respective analysis. The sign of temperature is already standardized in a 0-5V range. With the two signs in a standard range you proceeded to carry out the scaling in TwidoSuite to be able to visualize the level parameters and temperature in LABVIEW.

The communication between the PLC and LABVIEW was carried out by means of OPC Server; this communication interface allows the creation of the denominated TAGS which address the variables that it is using for the program.

Once fact the whole programming process and addressing of the variables and the creation of the HMI in the graphic interface LABVIEW, a tool characteristic of LABVIEW the one was used which allowed to go up the HMI to a net and to use the HMI from any connected control station to the net.

CAPÍTULO I

1.1. ANTECEDENTES

La aparición de los autómatas programables y el desarrollo de proyectos didácticos para la enseñanza de sus aplicaciones y el monitoreo mediante los buses de campo, han provocado que distintas instituciones de formación superior en las ramas de automatización capaciten a sus estudiantes para el manejo de estas tecnologías.

La red Ethernet: Red de área local (LAN) de conmutación de paquetes fue creado por Digital Equipment Corporation, Intel y Xerox en 1976. Es basado en el estándar IEEE 802.3.

Una de las aplicaciones que están en auge son las redes Ethernet como un bus de campo para control y monitoreo de procesos, en muchas instituciones educativas existen diversos proyectos referentes a este tema, pero en el ITSA no existe registro de un proyecto con estas características, que use un PLC TWIDO como controlador y una red Ethernet como bus de campo implementados en una HMI.

Al realizarse la investigación respectiva se encontró que en el ITSA existen proyectos que emplean otros autómatas como son el caso de los PLC's SIEMENS Y ALLEN BRADLEY que han sido muy utilizados para propósitos similares de control y monitoreo de procesos, pero no se ha encontrado registro de la utilización de PLC's TWIDO.

Por esta razón es importante la implementación del presente proyecto para la capacitación de sus estudiantes y su familiarización con estas nuevas tecnologías dando así mayor realce a la institución en la formación de técnicos capaces de resolver problemas relacionados a estas aplicaciones.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Con el crecimiento de las industrias, los procesos de producción han venido mejorando día a día con la Automatización de Procesos, que mejoró la eficiencia en la producción, disminuyendo la influencia del factor humano como generador de errores y fallas que se veían reflejadas en la calidad del resultado final.

Poco a poco se ha ido desarrollando y mejorando nuevas tendencias en la automatización de procesos, de esta manera aparecieron nuevos equipos que usaban menores recursos, eran más pequeñas por lo que aumentaba la eficiencia en el uso del espacio útil de una empresa, aunque tenían un elevado precio para su adquisición esto se recompensaba con la velocidad con la que trabajan y la disminución de errores en la producción, esto llamó la atención de muchas empresas en todo el mundo y pasó de ser un lujo a una necesidad para el desarrollo y crecimiento.

En la actualidad existen diversas maneras de realizar monitoreo, pero las que permiten realizar monitoreo de procesos industriales con mayor facilidad desde cualquier punto en el que se encuentre son las redes ETHERNET mediante un protocolo TCP/IP para la configuración de la red que será la base fundamental para la implementación de una HMI en LABVIEW para el monitoreo de variables físicas en un proceso industrial. La herramienta que ofrece esta aplicación es el PLC TWIDO mediante su módulo TWIDO ETHERNET.

Al implementar nuevas aplicaciones al Laboratorio de Instrumentación Virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico los estudiantes podrán conocer y familiarizarse con nuevas tecnologías que actualmente están siendo muy utilizadas en el campo industrial ganando confianza y destrezas para el manejo de equipos y máquinas que serán de mucha ayuda para ellos llegando a ser así excelentes profesionales con conocimientos en el monitoreo de procesos industriales mediante una HMI en red.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar un sistema automatizado para el monitoreo de las variables físicas de la estación de nivel en LABVIEW mediante una HMI en el Laboratorio de Instrumentación Virtual del ITSA.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las características del PLC para su correcta programación e implementación de la red que permita visualizar una HMI en el servidor y sus clientes.
- Implementar una HMI en LABVIEW, mediante una red intranet que permita monitorear procesos de la estación de nivel ubicado en el Laboratorio de Instrumentación Virtual del ITSA.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la interface entre LABVIEW y el autómatas TWIDO en el monitoreo de procesos de una red intranet.

1.4. ALCANCE

Este proyecto se enfoca en la implementación de una HMI en LABVIEW de las variables físicas de la estación de nivel, empleando un PLC TWIDO y un módulo

TWIDO ETHERNET, estudiando y describiendo la forma de programación del PLC, en el Laboratorio de Instrumentación Virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, el mismo que servirá como base fundamental para la enseñanza-aprendizaje de automatización para los estudiantes de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica del ITSA.

CAPÍTULO II

2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

2.1. INTRODUCCIÓN

El controlador lógico programable (PLC) es un sistema electrónico programable empleado en aplicaciones de control industrial, automatización de fábricas, máquinas automatizadas y control de procesos, capaz de guardar instrucciones orientadas al usuario.

2.1.1. PRINCIPALES COMPONENTES DE UN PLC

1. Fuente de alimentación:

Convierte la tensión de la red, 110V o 220V AC a baja tensión de cc (24V por ejemplo) que es la que se utiliza como tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el autómata.

2. CPU:

La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Es el encargado de recibir órdenes del operario a través de la consola de programación y el módulo de entradas. Después las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas.

3. Módulo de entradas:

Aquí se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, etc.). La información que recibe la envía al CPU para ser procesada según la programación. Hay 2 tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

4. **Módulo de salida:**

Es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, motores pequeños, etc.). La información enviada por las entradas a la CPU cuando está procesada, se envía al módulo de salida para que estas sean activadas (también los actuadores que están conectados a ellas). Hay 3 módulos de salidas según el proceso a controlar por el autómata: relés, TRIAC y transistores.

5. **Terminal de programación:**

La terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Sus funciones son la transferencia y modificación de programas, la verificación de la programación y la información del funcionamiento de los procesos.

6. **Periféricos:**

Ellos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata pero sí facilitan la labor del operario.

2.1.2. CONTROLADORES COMPACTOS

Los Controladores Programables TWIDO, han sido optimizados para instalaciones sencillas y máquinas pequeñas (aplicaciones estándar de 10 a 100 E/S, máx. 252 E/S). Ofreciendo una flexibilidad y sencillez a la hora de automatizar este tipo de aplicaciones.

La gama de controladores programables compactos TWIDO ofrece una solución “todo en uno” con unas dimensiones reducidas, lo que permite disminuir el tamaño de las consolas o de los cofres en las aplicaciones donde el espacio ocupado resulta primordial.

Los controladores de tipo compacto tiene integradas en el mismo cuerpo las entradas y salidas, este dependerá del modelo, pudiendo elegir: 10 E/S, 16 E/S, 24 E/S y 40 E/S.

Los controladores de 24 E/S y 40 E/S admiten módulos de ampliación que confieren una mayor flexibilidad a la hora de elegir el tipo de controlador.



Figura 2.1 Gama de controladores Twido compactos
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

En los controladores de 24 E/S es posible colocar hasta 4 módulos de ampliación y en los de 40 E/S hasta 7 módulos, dependiendo siempre de que no se supere los límites de consumo de potencia, este se puede controlar a través del software TwidoSuite.

Dependiendo del tipo de módulo de ampliación se puede llegar hasta 152 E/S con el controlador de 24 E/S y hasta 264 E/S como máximo con el de 40 E/S.

Los controladores Twido compactos ya tienen integrada la fuente de alimentación y utilizan: Una alimentación de corriente alterna comprendida entre 100 y 240 Vca (que garantiza la alimentación 24Vcc de los captadores), o una alimentación de corriente continua comprendida entre 19,2 y 30 Vcc (preveer una alimentación auxiliar externa tipo Phaseo para la alimentación de los captadores).

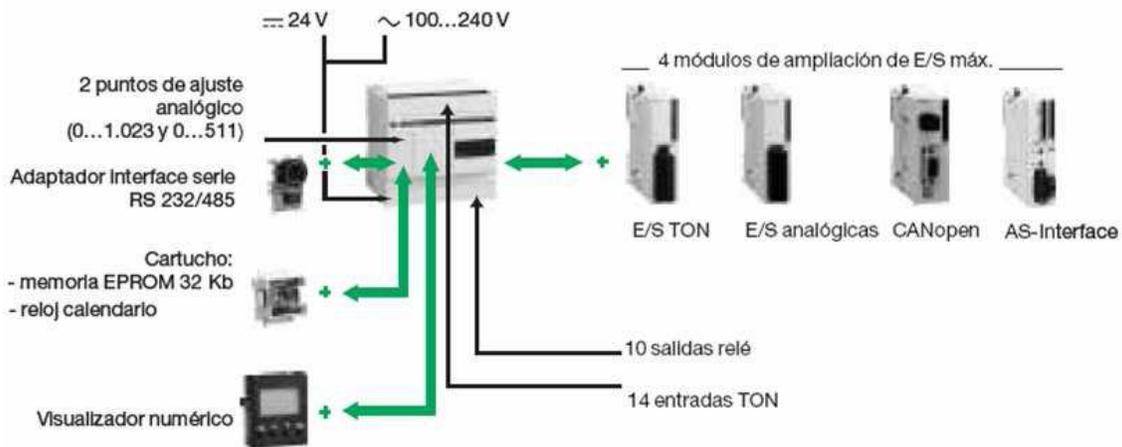


Figura 2.2 Módulos de ampliación y accesorios para los controladores compactos
 Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Además de los módulos de ampliación, los controladores compactos Twido, también disponen de módulos opcionales, como visualizador numérico, cartucho de ampliación de memoria, cartucho de reloj calendario y puerto de comunicación RS 485 o RS 232C suplementario, que permiten ajustarse a las necesidades de la aplicación.

2.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UN CONTROLADOR COMPACTO

Los controladores Twido compactos están formados por los siguientes componentes, teniendo en cuenta que hay pequeñas diferencias entre modelos de controlador, pero los componentes siempre serán los mismos:

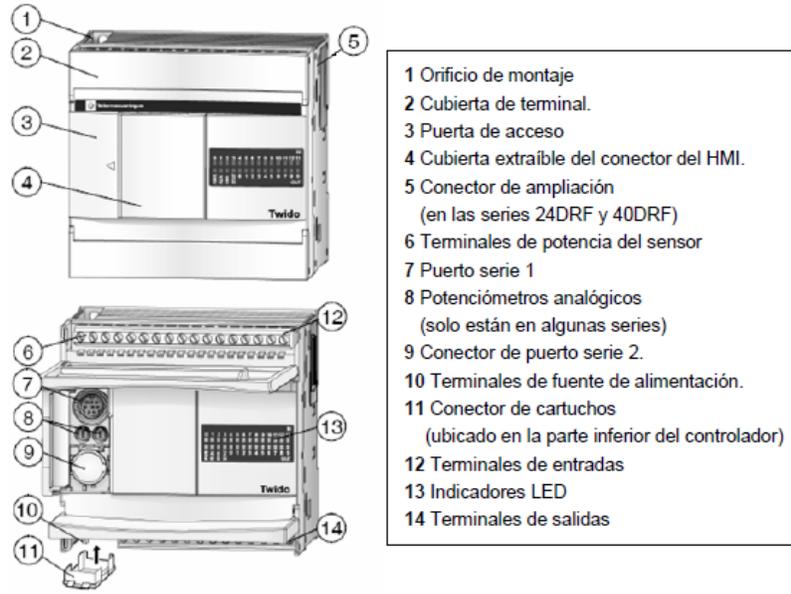


Figura 2.3 Partes de un controlador compacto
 Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

2.1.4. MÓDULOS DE AMPLIACIÓN

Los módulos de ampliación confieren a al controlador TWIDO la mayor adaptabilidad posible a las diferentes aplicaciones dentro de su campo de acción, pudiéndose ajustar el dispositivo lo máximo posible a cada una de las aplicaciones concretas con el ahorro de coste que ello comporta.

2.1.5. MÓDULOS DE E/S DIGITALES

Existen una amplia gama de módulos distintos de entradas/salidas TON Twido que permiten completar las entradas/salidas integradas tanto en las bases compactas ampliables como en las bases modulares, pudiendo cada usuario

adaptar el controlador a las necesidades de su aplicación, optimizando así los costes.



Figura 2.4 Módulos de e/s digitales
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

La descripción de los 15 tipos de tarjetas, se divide en módulos de entradas, módulos de salida y módulos híbridos de entradas y salidas, también diferenciándose por el tipo de conexión:

- a) Módulos de entradas TON con alimentación a 24 Vcc.
 - 8 Entradas de bornero extraíble.
 - 16 Entradas de bornero extraíble.
 - 8 Entradas de conector TELEFAST.
 - 16 Entradas de conector TELEFAST.
- b) Módulo de entradas TON con alimentación a 120 Vac.
 - 8 Entradas de bornero extraíble.
- c) Módulos mixtos de entradas y salidas con alimentación a 24 Vcc.
 - 16 Entradas/8 Salidas Relé 2 A, de conexión por resorte.
 - 4 Entradas/4 Salidas Relé 2 A, de bornero extraíble.
- d) Módulos de salidas con bornero extraíble:
 - 8 Salidas Relé 2 A.
 - 16 Salidas Relé 2 A.

- 8 Salidas Transistor 0,3 A PNP con alimentación a 24Vcc.
 - 8 Salidas Transistor 0,3 A NPN con alimentación a 24 Vcc.
- e) Módulos de salidas con conector TELEFAST:
- 16 Salidas Transistor 0,1 A PNP con alimentación a 24Vcc.
 - 16 Salidas Transistor 0,1 A PNP con alimentación a 24Vcc.
 - 32 Salidas Transistor 0,1 A PNP con alimentación a 24Vcc.
 - 32 Salidas Transistor 0,1 A NPN con alimentación a 24 Vcc.

Los elementos electrónicos internos y las vías de entradas/salidas de todos los módulos de entradas/salidas TON están aislados mediante foto acoplador.

2.1.6. MÓDULOS DE E/S ANALÓGICAS

Los módulos de ampliación de entradas analógicas Twido permiten obtener diferentes valores analógicos presentes en las aplicaciones industriales. Los de salidas analógicas se utilizan para dirigir los pre-accionadores en unidades físicas, como variadores de velocidad, válvulas y aplicaciones que requieran control de procesos.



Figura 2.5 Módulos de e/s analógicas
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Las entradas y salidas analógicas vendrán definidas en función del valor analógico, puede ser la corriente o la tensión, incluso valores de resistencia para los casos de temperatura.

Los módulos de entradas/salidas analógicas, tendrán la conexión del tipo bornero extraíble.

Los módulos de entradas/salidas analógicas se elegirán teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Por el número de entradas/salidas: 2, 4 y 8
- b) Por el tipo de señal analógica:
 - Señal de Tensión de 0...10 V
 - Señal de corriente de 0...20 mA
 - Señal de corriente de 4...20 mA
 - Señal de entrada termopar del tipo K, J y T.
 - Señal de entrada PTC del tipo Pt 100/1000, Ni100/1000 rango de temperatura entre 50...150 °C.

Existe un tipo de módulo mixto que presentan entradas y salidas analógicas en el mismo cuerpo.

Los módulos analógicos Twido ofrecen una resolución de 10 bits, 11 bits + signo y 12 bits, con conexión mediante bornero con tornillo desenchufable.

Es necesario instalar una alimentación externa de 24 Vcc para cada módulo analógico.

Los elementos electrónicos internos y las vías de entradas/salidas de todos los módulos de entradas/salidas analógicas están aislados mediante foto acoplador.

2.1.7. TIPOS DE CONEXIÓN

Se observa que hay diferentes tipos de conexión en los módulos de ampliación para facilitar el cableado de los diferentes elementos de la aplicación a automatizar (sensores, actuadores) al controlador Twido. Estos 3 tipos de conexión son:

- ❖ Borneros con tornillos extraíbles.
- ❖ Conectores de tipo resorte que permiten realizar un cableado sencillo, rápido y seguro.
- ❖ El sistema de pre-cableado Advantys Telefast ABE 7 permite conectar los módulos con conectores de tipo HE 10: a los cables pre-equipados con hilos libres en uno de los extremos o al sistema de cableado Advantys Telefast ABE 7 para controlador Twido (conjunto de cables de conexión y bases ABE 7).

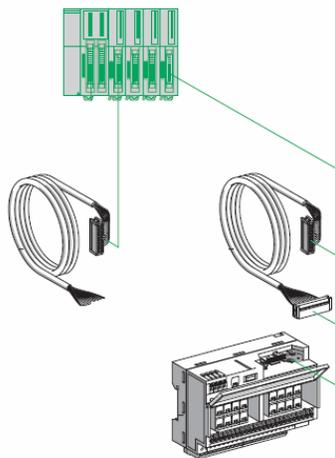


Figura 2.6 Sistema de conexión TELEFAST
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

2.1.8. ACCESORIOS

Existen varias opciones que pueden agregarse a los controladores base, para incrementar las prestaciones en su justa medida, en función de la aplicación.

- ❖ Cartuchos de ampliación de memoria de 32 Kb o 64 Kb, para backup del proyecto o almacenamientos de datos de la aplicación.
- ❖ Cartucho de reloj de tiempo real (RTC), para la utilización dentro del software de programación TwidoSuite de los 16 bloques de función horaria extendida.
- ❖ Adaptadores de comunicaciones es una opción disponible para todas las CPUs (excepto la de 10 E/S) ofrece la posibilidad de comunicación RS-232 o RS-485, varios tipos de conexión (conector Mini DIN o bornero para RS-485), pudiéndose configurar como: Modbus Maestro/Esclavo, ASCII y Remote Link.
- ❖ Display HMI (diferente en función si el Twido es compacto o modular), permite el ajuste de la máquina sin necesidad de utilizar el software de programación y funciones de diagnóstico durante el funcionamiento tales como: acceso a variables internas (temporizadores, contadores, hora, etc.), puesta en RUN, STOP, inicialización de memoria y el bloqueo por programa.



Figura 2.7 Accesorios

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

2.1.9. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS COMUNICACIONES

Los controladores Twido disponen de un puerto serie, o de un segundo puerto opcional, que se utiliza para servicios en tiempo real o de administración de sistemas. Los servicios en tiempo real proporcionan funciones de distribución de datos para intercambiar datos con dispositivos de E/S, así como funciones de administración para comunicarse con dispositivos externos. Los servicios de administración de sistemas controlan y configuran el controlador por medio de TwidoSoft. Cada puerto serie se utiliza para cualquiera de estos servicios, pero sólo el puerto serie 1 es válido para comunicarse con TwidoSoft.

Para poder utilizar estos servicios, existen tres protocolos implícitos disponibles en cada controlador:

- a) Remote Link (Conexión remota): permite realizar una comunicación entre autómatas Twido vía RS-485, utilizado para ver E/S a distancia (sin programa en las CPUs deportadas) o para red de Twidos con programa, con una longitud máxima de 200 m y hasta 8 equipos en una red (maestro + 7 esclavos).

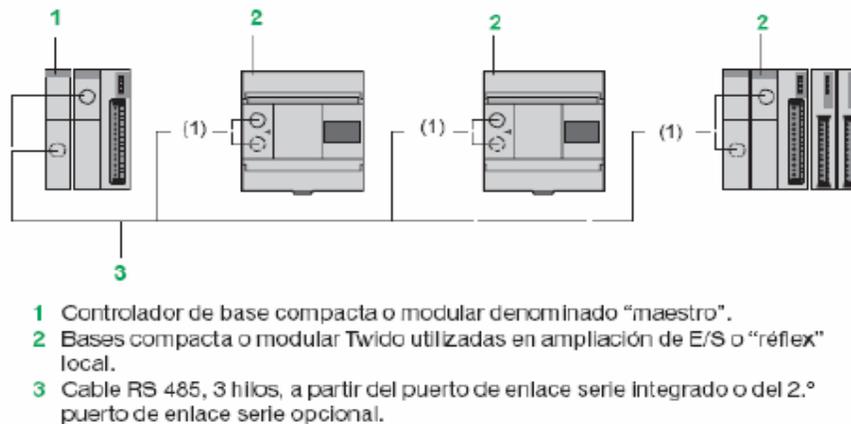


Figura 2.8 Esquema ejemplo de Conexión Remota
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

- b) ASCII: permite comunicar el autómata, vía RS-485 y RS-232, con un gran número de dispositivos: impresoras (para la impresión periódica de raports de producción), lectores de códigos de barras y módems.
- c) Modbus: comunicación Modbus Maestro/Esclavo por ambos puertos (RS485 o 232), permite conectar Twido a un gran número de equipos industriales, basado en mensajería aperiódica entre equipos.

Nota: Las comunicaciones Ethernet implementan el protocolo TCP/IP Modbus.

Además, se pueden implementar más comunicaciones agregando módulos de comunicación, existen varios tipos en función del protocolo que se desee:

- ❖ Módulo de comunicación Maestro ASI.
- ❖ Módulo de comunicación Maestro CANOPEN.
- ❖ Módulo de comunicación Maestro/Esclavo Modbus.



Figura 2.9 Módulos de comunicación
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

2.1.10. BUS DE COMUNICACIÓN ETHERNET

TwidoPort ConneXium aporta conectividad Ethernet a la línea de productos Twido. Es la pasarela entre un único dispositivo Twido Modbus/RTU (RS-485) y la capa física de las redes Modbus/TCP en el modo esclavo. Este módulo de conexión sólo admite el modo esclavo.



Figura 2.10 Ejemplo de arquitectura Ethernet
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Las principales características del módulo TwidoPort son las siguientes:

- ❖ Clase A10 (Sin servidor web, ni I/O scanning).
- ❖ Mensajería Modbus (lectura/escritura de palabras de datos).
- ❖ Función BOOTP.
- ❖ Admite la configuración manual utilizando Telnet.
- ❖ Interface físico 10BASE-T/100BASE-TX, con conector normalizado de tipo RJ45.
- ❖ Caudal binario 10/100 Mbits/s, con reconocimiento automático de par trenzado

2.1.11. BUS DE COMUNICACIÓN MODBUS

El enlace serie Modbus permite responder a las arquitecturas maestro/esclavo (no obstante, es necesario comprobar que los servicios Modbus útiles para la aplicación se implanten en los equipos implicados).

El bus está constituido por una estación maestro y por estaciones esclavo. Sólo la estación maestro puede iniciar el intercambio (la comunicación directa entre estaciones esclavo no es posible). Existen dos mecanismos de intercambio:

- Pregunta/respuesta: las peticiones del maestro se dirigen a un esclavo determinado. El esclavo interrogado espera de vuelta la respuesta.
- Difusión: el maestro difunde un mensaje a todas las estaciones esclavo del bus. Éstas últimas ejecutan la orden sin emitir respuesta.

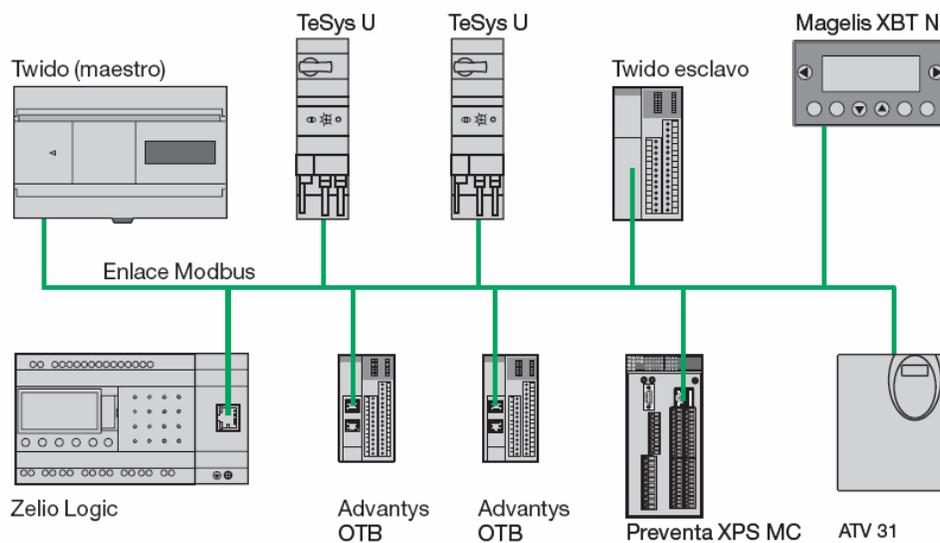


Figura 2.11 Esquema ejemplo de comunicación MODBUS
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

- c) Modo maestro de Modbus: el modo maestro de Modbus permite que el controlador pueda iniciar una transmisión de solicitudes Modbus, esperando una respuesta desde un esclavo Modbus.
- d) Modo esclavo Modbus: el modo esclavo Modbus permite que el controlador pueda responder a las solicitudes de Modbus desde un maestro Modbus. Se trata del modo de comunicación predeterminado si no existe ninguna comunicación configurada.

La comunicación Modbus Maestro/Esclavo se puede realizar por ambos puertos (RS485 o 232).

Este protocolo permite conectar Twido a un gran número de equipos industriales, como variadores de velocidad, arrancadores de motor, sensores, etc.

2.2. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

2.2.1. INTRODUCCIÓN

TwidoSuite es un entorno de desarrollo gráfico, lleno de funciones para crear, configurar y mantener aplicaciones de automatización para los autómatas programables Twido de Telemecanique. TwidoSuite permite crear programas con distintos tipos de lenguaje, después de transferir la aplicación para que se ejecute en un autómata.



Figura 1.12 Plataforma TwidoSuite
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

TwidoSuite es un programa basado en Windows de 32 bits para un ordenador personal (PC) que se ejecuta en los sistemas operativos Microsoft Windows 2000 y XP Professional.

Las principales funciones del software TwidoSuite son:

- ❖ Interface de usuario intuitiva y orientada a proyectos.
- ❖ Diseño de software sin menús: Las tareas y funciones del paso seleccionado de un proyecto siempre se encuentran visibles.
- ❖ Soporte de programación y configuración.
- ❖ Comunicación con el autómata.
- ❖ Ayuda de primera mano acerca del nivel de tareas que ofrece enlaces relevantes a la ayuda en línea.

TwidoSuite es un software fácil de usar que necesita poco o nada de aprendizaje. Este software tiene por objeto reducir de forma significativa el tiempo de desarrollo de los proyectos simplificando todas las intervenciones.

2.2.2. TWIDOSUITE

El TwidoSuite es un software de programación utilizado para la configuración, programación y depuración de la gama de controladores programables Twido.

La pantalla principal de TwidoSuite tiene tres opciones principales:

- 1) Modo "Programación": Modo estándar para la creación de una aplicación.
- 2) Modo "Vigilancia": Este modo permite conectarse a un autómata en modo vigilancia, donde podrá comprobar su funcionamiento sin necesidad de sincronizar su aplicación con la que está cargada en la memoria del autómata.
- 3) Actualización de autómatas: Es un programa que indica todos los pasos necesarios para actualizar el Firmware Executive del controlador programable Twido.



Figura 2.13 Pantalla inicial de TwidoSuite

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

En la pantalla de inicial del TwidoSuite, además de los tres modos principales se puede seleccionar uno de los dos idiomas que se ha seleccionado en la instalación, haciendo clic en los iconos que aparecen en la parte inferior izquierda de la ventana inicial.

2.2.3. NAVEGACIÓN POR EL ESPACIO DE TRABAJO DE TWIDOSUITE

La navegación por el interface del TwidoSuite es muy intuitiva y gráfica ya que sigue los pasos de ciclo de desarrollo natural de una aplicación de automatización, por eso la navegación y la comprensión que se realiza en esa ventana es tan sencilla.

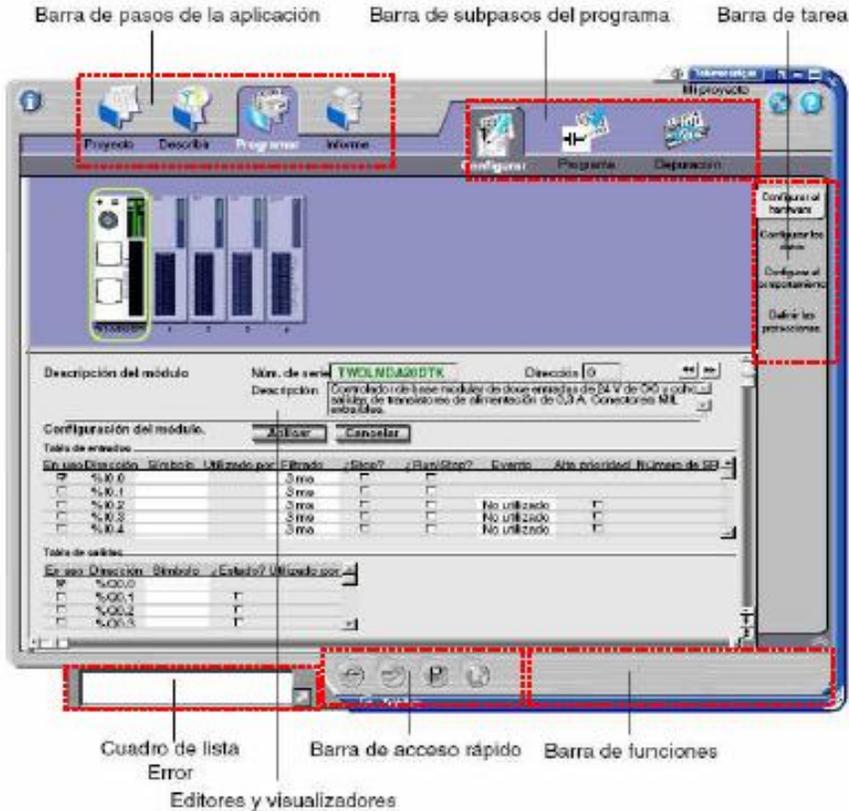


Figura 2.14 Espacio general de trabajo del TwidoSuite
 Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

En el espacio de trabajo general siempre tendrá una serie de barras, pestañas y menús con las siguientes funciones:

- 1) Barra de pasos de la aplicación: Muestra los cuatro pasos de la aplicación TwidoSuite (Proyecto, Describir, Programar, Documentar).
- 2) Barra de subpasos del programa: Muestra los tres subpasos del programa (Configurar, Programar, Depuración). Aparece únicamente cuando el paso Programar está seleccionado.
- 3) Barra de tareas: Proporciona acceso a todas las tareas que puede realizar en el paso o subpaso seleccionado de la aplicación.
- 4) Barra de funciones: Proporciona acceso a funciones especiales asociadas a la tarea seleccionada.
- 5) Barra de acceso rápido: Muestra los comandos Anterior/Siguiente y los accesos directos a Guardar y a Analizar programa en todo momento.
- 6) Editores y visualizadores: Se trata de ventanas de TwidoSuite que organizan los controles de programación y configuración de manera que las aplicaciones puedan desarrollarse correctamente.
- 7) Barra del cuadro de lista Error: Muestra información acerca de los posibles errores o advertencias de la aplicación.

2.2.4. CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL HARDWARE TWIDO

Lo primero que hay que hacer cuando se inicia la tarea: realizar un proyecto de automatización, es la configuración o descripción del hardware que se necesitará para dicho propósito, por lo tanto en requerimiento de ciertas premisas como son: El número de entradas y salidas (así como el tipo), la necesidad de memoria y velocidad en la CPU, necesidad de buses de comunicación, etc.

Todo este proceso de descripción de la aplicación desemboca en la elección de un hardware determinado que se ajuste a las necesidades de la aplicación. Siendo distinto de una aplicación a otra.

Por esta razón se tendrá que configurar el hardware en el software antes de empezar a programar.

Iniciar la configuración haciendo clic sobre el icono “Describir” de la barra de pasos del TwidoSuite. Se abrirá la ventana de configuración, donde se observa lo siguiente:

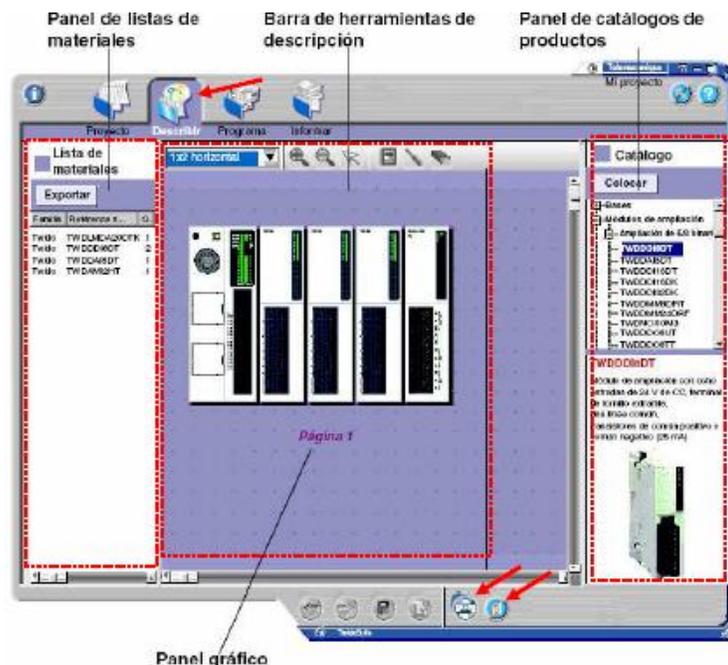


Figura 2.15 Ventana de configuración de Hardware “Describir”
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

- 1) El Panel gráfico: es el área donde se construye la representación gráfica de la configuración agregando elementos de hardware.
- 2) El Panel de catálogos de productos: muestra el catálogo de elementos de hardware Twido, incluidos la base compacta y los autómatas modulares, módulos de expansión, opciones, elementos de red en estructura con forma

de árbol. La parte inferior del panel proporciona una breve descripción del elemento de hardware seleccionado.

- 3) El Panel de listas de materiales: es un área adicional que enumera los elementos de hardware que actualmente forman el proyecto abierto. Puede hacer clic en Exportar para guardar la lista de materiales en un archivo con formato .CSV.

2.2.5. TIPOS DE VARIABLES BÁSICOS

Una variable es una entidad de memoria de los tipos BOOL, WORD, INT, REAL...etc. Según la información que muestran se pueden definir diferentes tipos de objetos:

Los Objetos bit: son variables binarias y como tal pueden ser consultadas por instrucciones booleanas. La información que suministran al autómata puede ser 0 o 1 (falso o verdadero).

2.2.5.1. TIPOS DE OBJETOS DE BIT:

- 1) Bits de E/S: Estos bits son las “imágenes lógicas” de los estados eléctricos de las E/S. Las entradas estarán direccionadas con la letra “%I” y las salidas “%Q”.

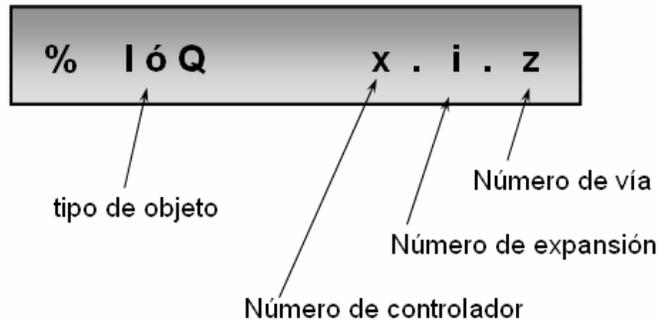


Figura 2.16 Descripción de Bits de E/S
 Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

- 2) Bits internos: Los bits internos son áreas de memoria interna utilizadas para almacenar valores intermedios durante la ejecución de un programa. Los bits internos estarán direccionados con la letra “%M”.
- 3) Bits de sistema: Los bits de sistema de %S0 a %S127 supervisan el funcionamiento correcto del autómatas y la correcta ejecución del programa de aplicación. La letra para direccionar los bits de sistema será la “%S”.

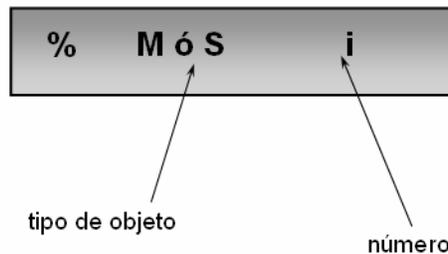


Figura 2.17 Descripción de Bits de Sistema o Internos
 Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

- 4) Bits extraídos de palabras: Uno de los 16 bits de algunas palabras puede extraerse como bit de operando.

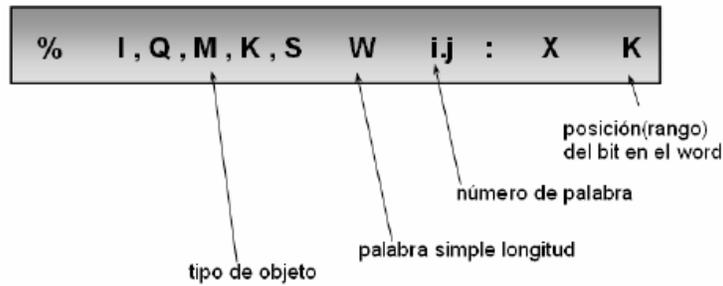


Figura 2.18 Descripción de Bits Extraídos de Palabra.
 Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

5) Los Objetos de Palabra: Los objetos de palabra están direccionados en forma de palabras de 16 bits, almacenados en la memoria de datos y que pueden contener un valor entero comprendido entre -32.768 y 32.767.

El contenido de las palabras o los valores se almacena en la memoria de usuario en código binario de 16 bits mediante la convención que aparece a continuación.

	F E D C				B A 9 8				7 6 5 4				3 2 1 0				Posición del bit
	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	Estado del bit
+	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	Valor del bit	

Figura 2.19 Descripción de objetos de palabra.
 Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

En la notación binaria con señal, el bit 15 se asigna por convención a la señal valor codificado: Si el bit 15 se establece en 0, el contenido de la palabra es un valor positivo, si en cambio es 1, el contenido de la palabra es un valor negativo.

El valor de la palabra puede estar codificado en diferentes formatos: Formato Decimal (Mín.: -32.768, máx.: 32.767, por ejemplo, 1.579), Formato Hexadecimal (Mín.: 16#0000, máx.: 16#FFFF, por ejemplo, 16#A536), formato de caracteres ASCII (por ejemplo "OK").

Binario	Decimal	Hexadecimal	ASCII
0000010101001100	= 1356	= 16#54C	=

2.2.5.2. TIPOS DE OBJETOS DE PALABRA:

- 1) E/S analógicas: Es el valor eléctrico reflejado en las E/S analógicas. Las entradas estarán direccionadas con la letra “%IW” y las salidas “%QW”.

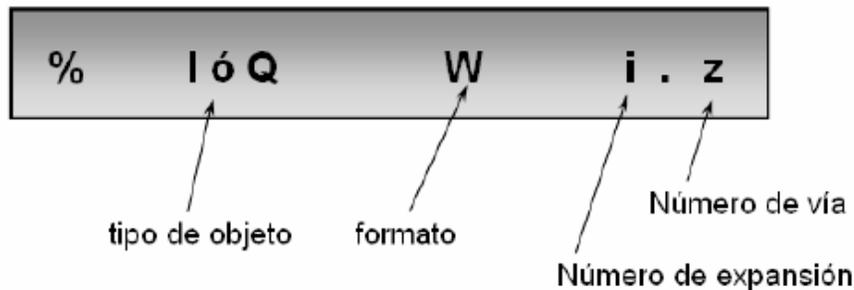


Figura 2.20 Descripción de palabra E/S analógicas.
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

- 2) Memoria interna: Palabras empleadas para almacenar valores durante la operación en la memoria de datos, se direcciona “%MW”.
- 3) Constantes: Almacenan constantes o mensajes alfanuméricos. Su contenido solo se puede escribir o modificar mediante el TwidoSuite durante la configuración. Se acceden a la zona de constantes a través de “%KW”.
- 4) Palabras de sistema: Palabras del sistema que ofrecen diferentes funciones, como proporcionar acceso directo a los estados internos del autómatas. La letra para direccionar los bits de sistema será la “%SW”.

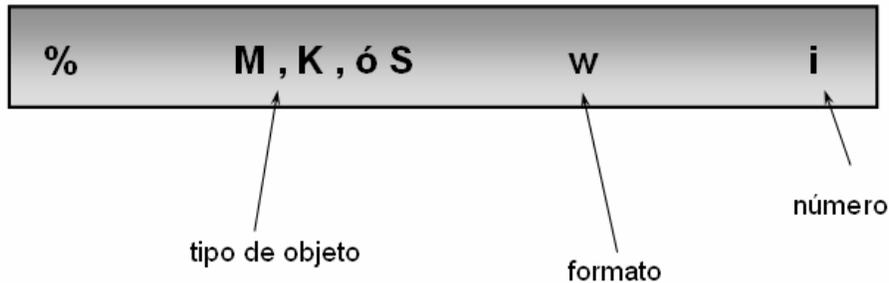


Figura 2.21 Descripción de palabras de sistema.
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

2.2.6. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

El TwidoSuite proporciona instrucciones para utilizar los lenguajes de programación Ladder (diagrama de contactos) y Lista (Instrucciones de lista) y GRAFCET.

a) Lenguaje Ladder:

Los diagramas Ladder o de contacto son similares a los diagramas lógicos de relé que representan circuitos de control de relé. Las principales diferencias entre los dos son las funciones de programación Ladder que no aparecen en los diagramas de lógica de relé.

- Todas las entradas están representadas por símbolos de contactos ($\begin{array}{|c|} \hline \text{---} \\ \hline \end{array}$).
- Todas las salida están representadas por símbolos de bobinas ($\text{---} \text{---} \text{---}$).
- Las operaciones numéricas están incluidas en el conjunto de instrucciones de Ladder gráficas.

b) Instrucciones de Lista:

Un programa escrito en lenguaje de lista está formado por una serie de instrucciones que el autómata ejecuta de forma secuencial. Cada instrucción de lista está representada por una línea de programa y tiene tres componentes: Número de línea, Código de instrucción y Operandos.

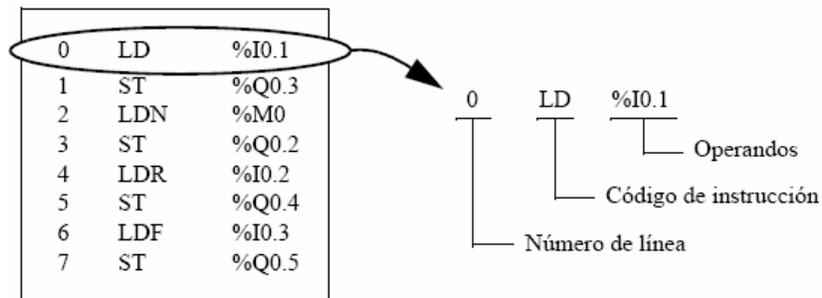


Figura 2.22 Ejemplo de programa en Listado de instrucciones.
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

c) GRAFCET (Gráfica de control de secuencias de programación):

Las instrucciones Grafcet de TwidoSuite ofrecen un método sencillo para traducir una secuencia de ajuste (diagrama Grafcet).

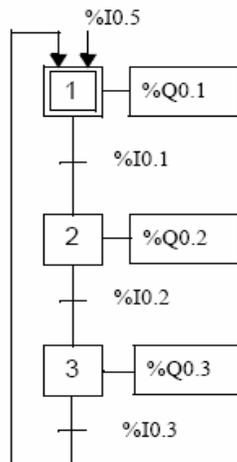


Figura 2.23 Ejemplo de programa en GRAFCET
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

La cantidad máxima de pasos Grafset depende del tipo de autómata Twido. La cantidad de pasos activados en cualquier momento están limitados sólo por la cantidad total de pasos.¹

2.3. RED ETHERNET

2.3.1. TOPOLOGÍA DE RED

La topología de red se define como una familia de comunicación usada por los computadores que conforman una red para intercambiar datos. El concepto de red puede definirse como “conjunto de nodos interconectados”. Un nodo es el punto en el que una curva se intercepta a sí misma. Lo que un nodo es concretamente, depende del tipo de redes a la que se refiera.²

2.3.1.1. BUS

Una red en bus es una topología de red en la que todas las estaciones están conectadas a un único canal de comunicaciones por medio de unidades interfaz y derivadores. Las estaciones utilizan este canal para comunicarse con el resto. La topología de bus tiene todos sus nodos conectados directamente a un enlace y no tiene ninguna otra conexión entre nodos.³

¹ http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

² http://es.wikipedia.org/wiki/Topolog%C3%ADa_de_red

³ <http://inginformatica-unprg.blogspot.com/2008/10/red-en-bus.html>

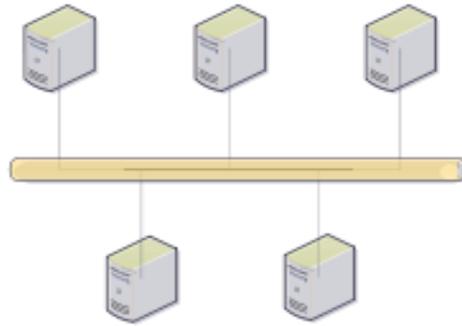


Figura 2.24 Topología BUS.
Fuente: <http://inginformatica-unprg.blogspot.com/2008/10/red-en-bus.html>

2.3.1.2. ANILLO

Una red en anillo es una topología de red en la que cada estación tiene una única conexión de entrada y otra de salida. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de traductor, pasando la señal a la siguiente estación.⁴

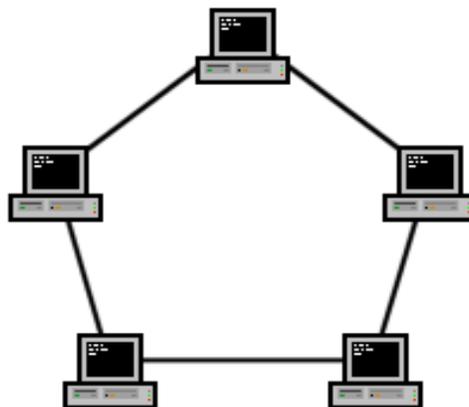


Figura 2.25 Topología ANILLO.
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Red_en_anillo

⁴http://es.wikipedia.org/wiki/Red_en_anillo

2.3.1.3. ESTRELLA

Una red en estrella es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de este. Los dispositivos no están directamente conectados entre sí, además de que no se permite tanto tráfico de información.⁵

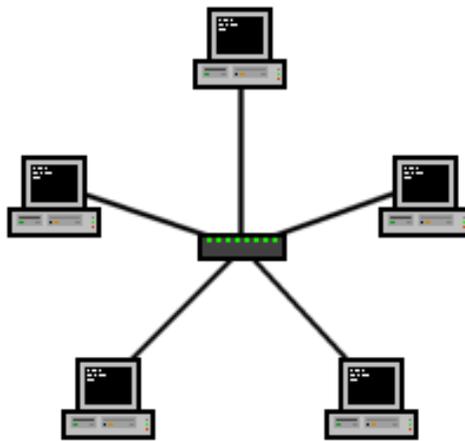


Figura 2.26 Topología ESTRELLA.
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Red_en_estrella

2.3.2. PROTOCOLO TCP/IP

TCP/IP es un conjunto de protocolos. La sigla TCP/IP significa “Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet” y se pronuncia “T-C-P-I-P”. Proviene de los nombres de dos protocolos importantes del conjunto de protocolos, es decir, del protocolo TCP y del protocolo IP.

⁵http://es.wikipedia.org/wiki/Red_en_estrella

En algunos aspectos, TCP/IP representa todas las reglas de comunicación para Internet y se basa en la noción de dirección IP, es decir, en la idea de brindar una dirección IP a cada equipo de la red para poder enrutar paquetes de datos.⁶

2.3.2.1. IP

IP (Protocolo de Internet). Este protocolo utiliza direcciones numéricas denominadas direcciones IP compuestas por cuatro números enteros (4 bytes) entre 0 y 255, y escritos en el formato xxx.xxx.xxx.xxx. Por ejemplo, 194.153.205.26 es una dirección IP en formato técnico.

Una dirección IP es una dirección de 32 bits, escrita generalmente con el formato de 4 números enteros separados por puntos.⁷

2.3.3. LAN

Una red de área local, red local o LAN (del inglés local 34ikinetwork) es la interconexión de una o varias computadoras y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros, con repetidores podría llegar a la distancia de un campo de 1 kilómetro. Su aplicación más extendida es la interconexión de computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas, fábricas, etc.⁸

⁶<http://es.kioskea.net/contents/internet/tcpip.php3>

⁷<http://es.kioskea.net/contents/internet/ip.php3>

⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_%C3%A1rea_local

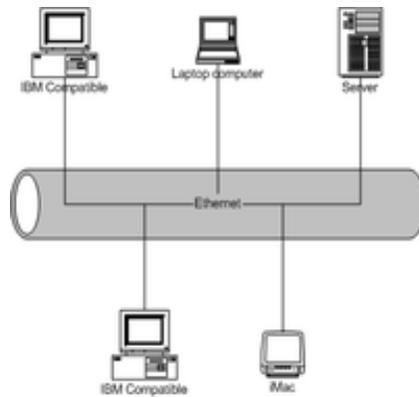


Figura 3.27 Red LAN.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_%C3%A1rea_local

2.3.4. SWITCHES

Es un dispositivo digital lógico de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.⁹

2.3.5. RED INDUSTRIAL

Las redes de comunicaciones industriales deben su origen a la fundación FieldBus (Redes de campo). La fundación FieldBus desarrolló un nuevo protocolo de comunicación para la medición y el control de procesos donde todos los instrumentos puedan comunicarse en una misma plataforma.

⁹ [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_\(dispositivo_de_red\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_(dispositivo_de_red))

La tecnología Fieldbus (bus de campo) es un protocolo de comunicaciones digital de alta velocidad creada para reemplazar la clásica señal de 4-20 mA que aún se utiliza en muchos de los sistemas DCS (Sistema de Control Distribuido) y PLC (Controladores Lógicos Programables), instrumentos de medida y transmisión y válvulas de control. La arquitectura Fieldbus conecta estos instrumentos con computadores que se usan en diferentes niveles de coordinación y dirección de la planta.

2.3.6. SOLUCIONES CON ETHERNET.

Aunque los buses de campo continuarán dominando las redes industriales, las soluciones basadas en Ethernet se están utilizando cada vez más en el sector de las tecnologías de automatización, donde las secuencias de procesos y producción son controladas por un modelo cliente/servidor con controladores, PLC y sistemas ERP (Planificación de los recursos de la empresa), teniendo acceso a cada sensor que se conecta a la red.

La implementación de una red efectiva y segura también requiere el uso de conectores apropiados, disponibles en una amplia variedad y para soluciones muy flexibles.¹⁰

2.4. LABVIEW

Es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real, pues acelera la productividad. El

¹⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Red_industrial#Soluciones_con_Ethernet

lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

Los programas desarrollados con LABVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VI's, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación, comunicación, matemática, etc.

2.5. HMI

Las Interfaces de Operador HMI (Interfaces Humano Máquina) son el eslabón entre el Operador y el control de la maquinaria y Proceso. Esto se lleva a cabo de manera muy favorable mediante Estaciones Graficas (computadoras) programadas específicamente para el control de la maquinaria o proceso.¹¹

Las características son:

- Diseño a la medida de sus necesidades.
- Cobertura de máquinas individuales y/o procesos completos.
- Detallado de Alarmas y Diagnósticos, etc.

¹¹ <http://www.aisapuebla.com/serv03.htm>

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES

En este capítulo se detalla paso a paso el proceso de montaje y programación del PLC TWIDO, la utilización del módulo de E/S analógicas, la utilización del módulo Ethernet, la interface con OPC Server y la creación de la red.

Para programar el PLC y las características con las que este trabaja se utilizó el software TWIDOSUITE, la comunicación para cargar por primera vez las características y la programación del PLC se las hizo mediante el cable serial TSX PCX 1031.

La adquisición de datos se realizó mediante un módulo de ampliación de E/S analógicas propio del PLC TWIDO con el que se obtuvieron las señales de nivel y temperatura en un rango de 0-5V.

Una vez realizada toda la programación y cargada por primera vez en el PLC con sus respectivas características se usará el módulo Ethernet para la puesta en RUN del programa y sus respectivas pruebas.

3.2. MONTAJE DEL PLC Y EL MÓDULO DE AMPLIACIÓN DE ENTRADAS ANALÓGICAS.

Se realizó la implementación tanto del módulo de ampliación y el PLC posteriormente se acopló el módulo Ethernet, a continuación se detallan las características de cada uno de los elementos anteriormente mencionados.



Figura 3.1 Montaje del PLC.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

3.2.1. CONTROLADOR COMPACTO TWDLCAA24DFR.

El controlador compacto TWDLCAA24DFR es el procesador principal del programa, el mismo que ejecutará las distintas fases de la HMI. Este controlador es fabricado por SCHNEIDER ELECTRIC.

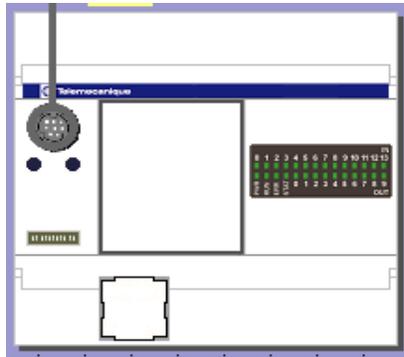


Figura 3.2 Controlador Compacto TWDLCAA24DRF.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Los componentes de controlador compacto de detallan en la Figura 3.3 tomando como referencia las especificaciones del manual del PLC Twido.

3.2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UN CONTROLADOR COMPACTO.

Los controladores Twido compactos están formados por los siguientes componentes, teniendo en cuenta que hay pequeñas diferencias entre modelos de controlador, pero que los elementos siempre serán los mismos:

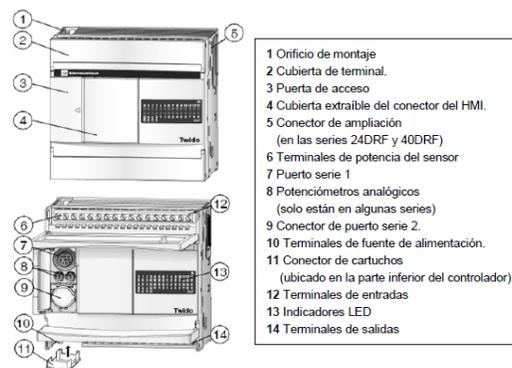


Figura 3.3 Partes De Un Controlador Compacto.
Fuente: Manual Twido.

3.2.2. MÓDULO DE E/S ANALÓGICAS TM2AMM3HT.

El módulo de E/S analógicas es el que permite adquirir las señales de nivel y temperatura, este módulo va conectado al controlador compacto y se alimenta con una fuente externa de 24V. Sus componentes se detallan en la figura 3.4.

Los módulos de ampliación de E/S analógicas Twido permiten obtener diferentes valores analógicos presentes en las aplicaciones industriales.

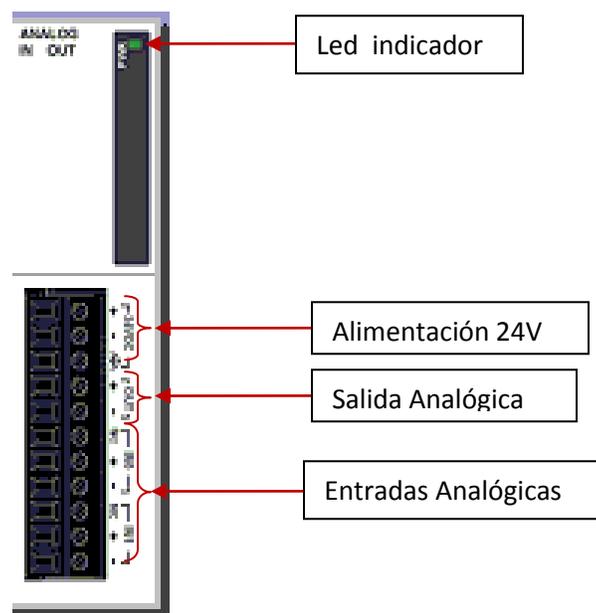


Figura 3.4 Módulo De E/S Analógicas TM2AMM3HT.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Las entradas analógicas vendrán definidas en función del valor analógico, puede ser la corriente o la tensión, incluso valores de resistencia para los casos de temperatura.

3.3. PROGRAMACIÓN DEL PLC.

3.3.1. INSTALACIÓN DEL SOTWARETIWIDOSUITE.

3.3.1.1. REQUISITOS MÍNIMOS Y RECOMENDADOS.

La configuración mínima necesaria para utilizar TWIDOSUITE es la siguiente:

Se recomienda un equipo compatible con PC y procesador:

- Pentium a 466 MHz o superior.
- 128 MB de RAM o más,
- 100 MB de espacio libre en el disco duro.
- Sistema operativo: Windows 2000 o Windows XP.
- Evite el uso de los parches 834707-SP1 (corregido por el parche 890175) y 896358 que producen problemas de visualización en la ayuda en línea.
- Se recomienda Service Pack 2 o superior. Disponible para su descarga en el sitio web: www.microsoft.com.

NOTA: La conexión Autómata-PC hace uso del protocolo TCP/IP. Este protocolo debe estar instalado en el PC.

3.3.1.2. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN TWIDOSUITE.

El TwidoSuite es un software de programación utilizado para la configuración, programación y depuración de la gama de controladores programables Twido.

El TwidoSuite es un software gratuito que se puede descargar desde la página del ISEFONLINE, a través de la siguiente dirección.

www.isefonline.com

Para comenzar la instalación, abrir el archivo ejecutable que previamente se ha descargado.



Figura 3.5 Icono del archivo ejecutable.

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Aparecerá una ventana flotante con la información de los derechos de usuario de la licencia del software TwidoSuite, pulsamos el botón “Accept”.

Una vez aceptada la licencia, se abre una ventana nueva donde se puede colocar la ruta que se quiere descomprimir “El instalador”. (Si no se cambia la ruta, el programa creará por defecto “C:\Burndisk”). Cuando se haya especificado la ruta, se deberá pulsar el botón “Install” para comenzar a descomprimir el archivo. Abriendo la ruta especificada donde se ha creado la carpeta de instalación y pulsando sobre el icono “Setup” mostrará la ventana inicial de instalación.



Figura 3.6 Icono Setup.

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

NOTA: Si se dispone de otra versión de TwidoSuite instalada en el PC, desinstalarla previamente a la instalación de la nueva versión.

Durante el proceso de instalación, se debe aceptar el contrato de licencia, colocar el nombre de la organización, especificar la ruta donde se desea instalar el programa, si se quiere colocar un icono en el escritorio o en la barra de inicio rápido.

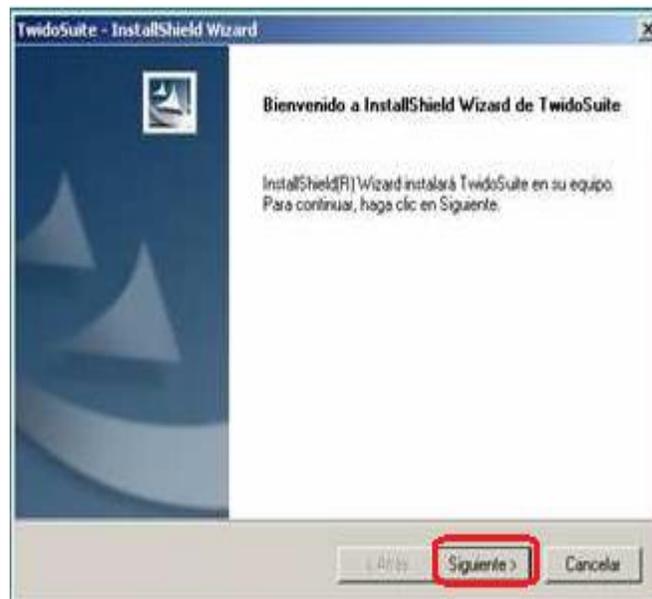


Figura 3.7 Inicio del proceso de instalación.

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Leer y aceptar la licencia provista en la ventana, para aceptar los derechos de autor.

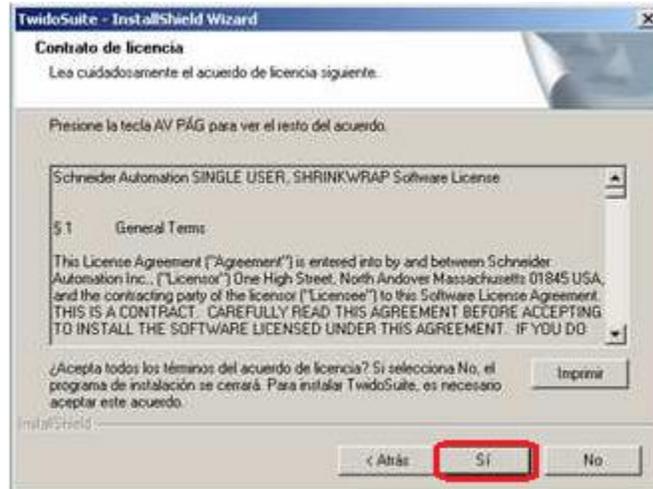


Figura 3.8 Contrato de licencia.

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

El nombre del organizador en el cual se instalará el software Twido Suite se define por default.

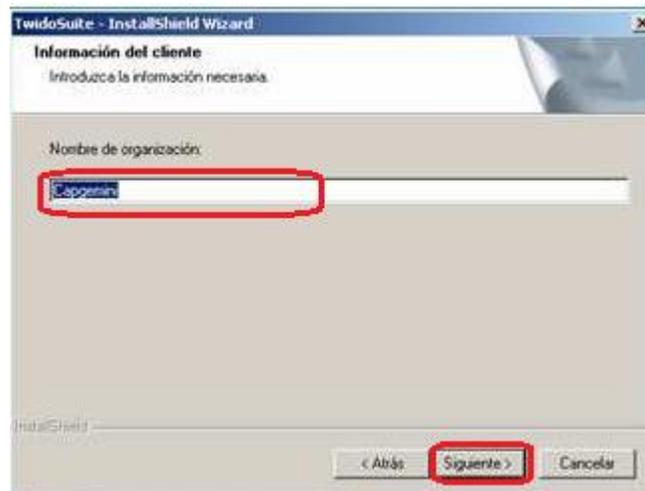


Figura 3.9 Nombre del organizador.

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Dirección en la cual se desea guardar los archivos del software Twido Suite. Se guardarán en el disco C.



Figura 3.10 Ruta de instalación del programa.
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

Seleccionar si se desea que se cree un icono de acceso rápido en el escritorio y en el menú inicio.

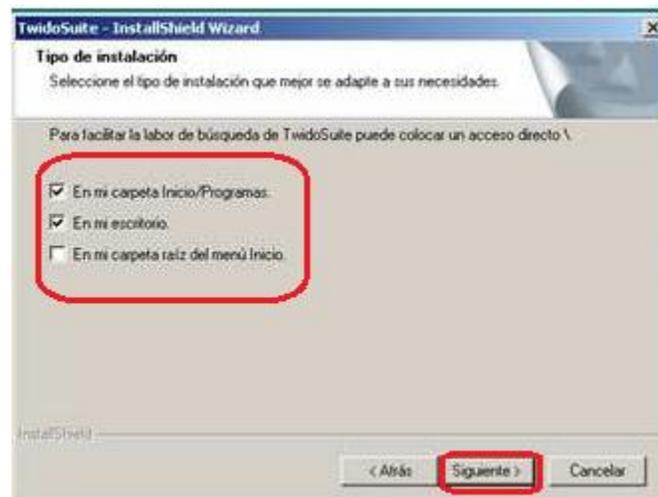


Figura 3.11 Tipo de instalación.
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

De la lista de programas seleccionar el nombre Twido Suite para determinar el tipo de software que se está instalando.

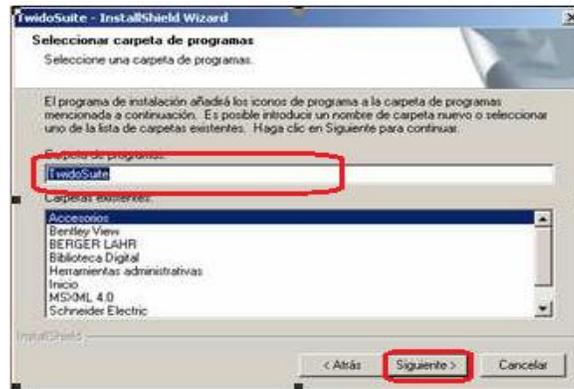


Figura 3.12 Seleccionar carpeta de programas.
Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

3.3.2. CREAR UN NUEVO PROYECTO.

1. Una vez finalizada la instalación del proyecto, para abrir por primera vez el TwidoSuite debe ir al icono que se ha generado en el escritorio (si se ha seleccionado en la instalación) o se busca dentro de la barra de programas de la PC.

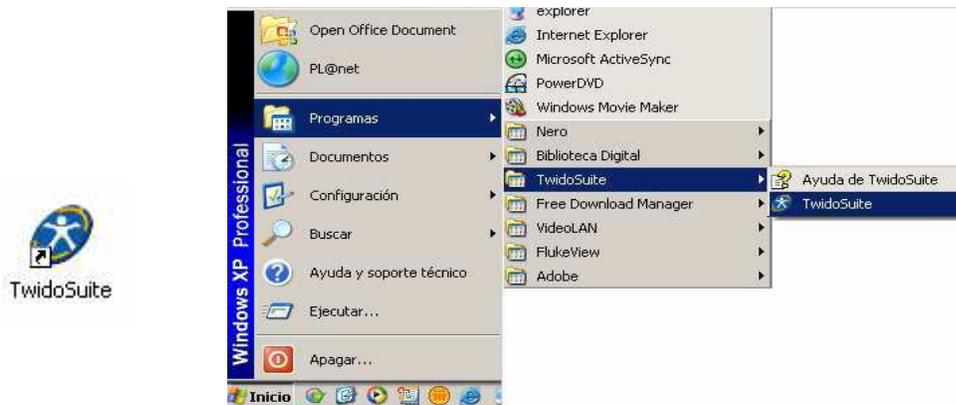


Figura 3.13 Opciones de apertura de TwidoSuite.
Fuente: Manual Twido.

2. Una vez abierto el programa TwidoSuite se despliega la ventana principal del programa. Esta ventana permite seleccionar el idioma y la opción de trabajo, en este caso se selecciona español para idioma y “Modo Programación” en las opciones de trabajo como se muestra a continuación.

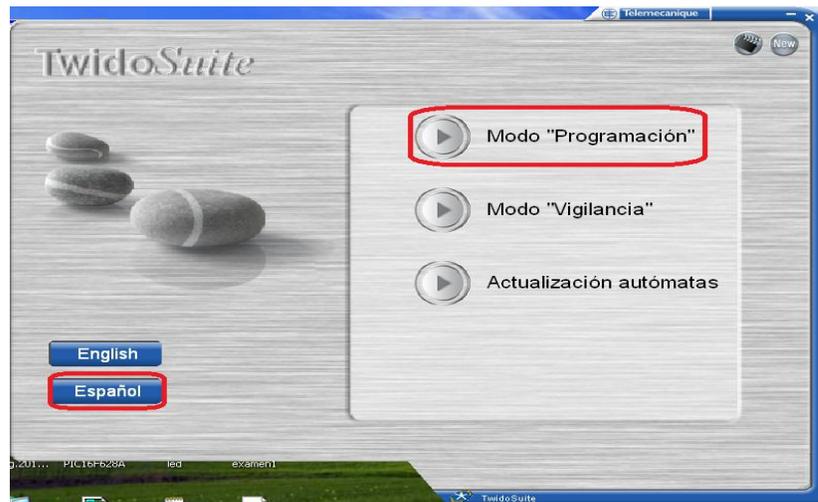
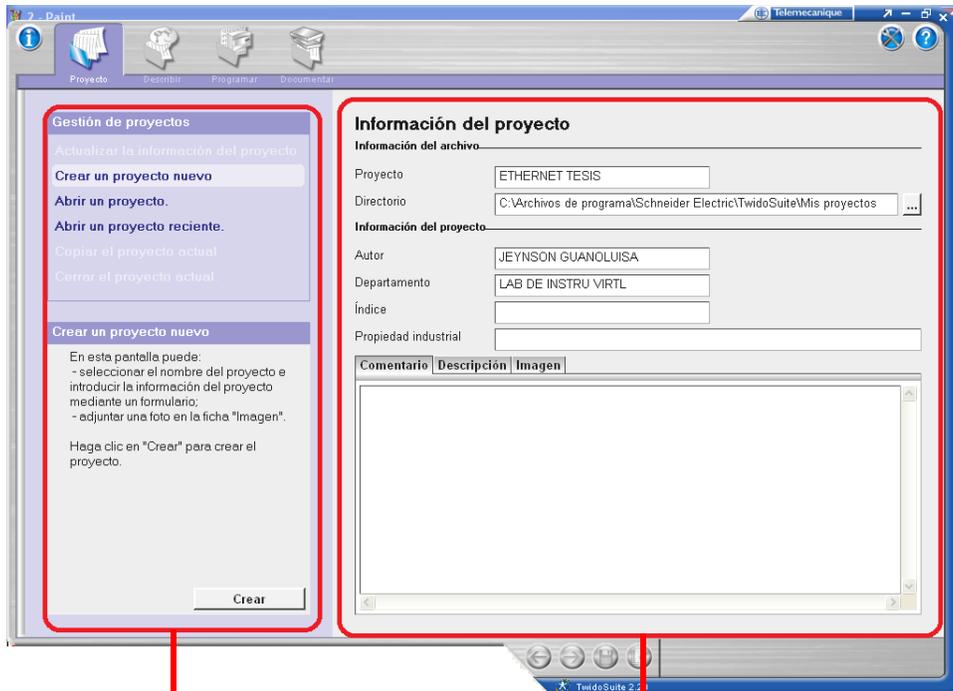


Figura 3.14 Pantalla inicial de TwidoSuite.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

3. Para crear el primer proyecto, dé clic en “**Modo Programación**”. Al ingresar a este modo aparecerá la ventana de proyecto, donde podrá realizar las gestiones de los proyectos (Crear, abrir, guardar y cerrar un proyecto).

Pulsar en “**Crear un proyecto nuevo**” dentro del marco de acciones de la ventana, acto seguido rellenar los campos de información general del proyecto, como puede ser: el nombre del proyecto, la ruta donde se guardará, el autor, la compañía, etc.



Marco de acciones.

Panel principal con la información del proyecto.

Figura 3.15 Ventana de la pestaña de "Proyecto".
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Una vez que se haya introducido la información del proyecto pulsando el botón "Crear" que aparece en la parte de abajo del marco de acciones el nuevo proyecto se generará.

4. Para configurar el hardware Twido hacer clic sobre el icono "Describir".



Figura 3.16 Icono describir.

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

En el panel de catálogo de productos seleccionar bases, compactos y pulsando sobre el Controlador Compacto TWDLCAA24DFR arrastrar hacia la región del panel gráfico agregando el elemento al hardware.

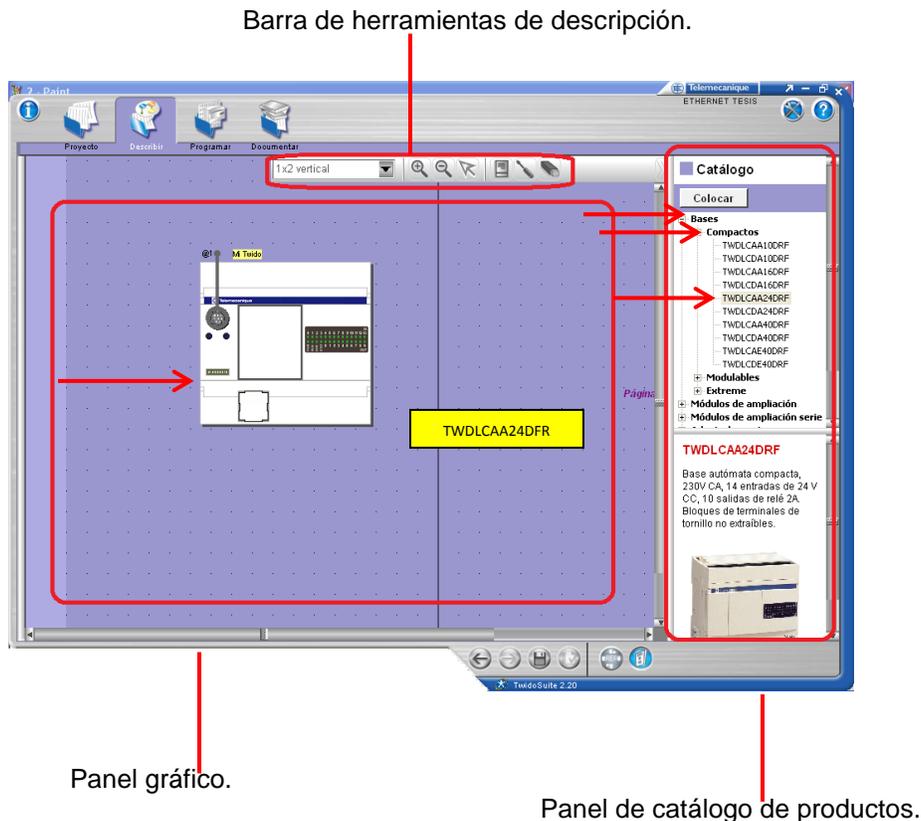


Figura 3.17 Ventana de configuración de Hardware "Describir" Selección de controlador compacto.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

5. Una vez seleccionado el Controlador Compacto TWDLCAA24DFR se insertará el módulo de ampliación TM2AMM3HT y la interface Ethernet con sus respectivas configuraciones como se muestra a continuación.

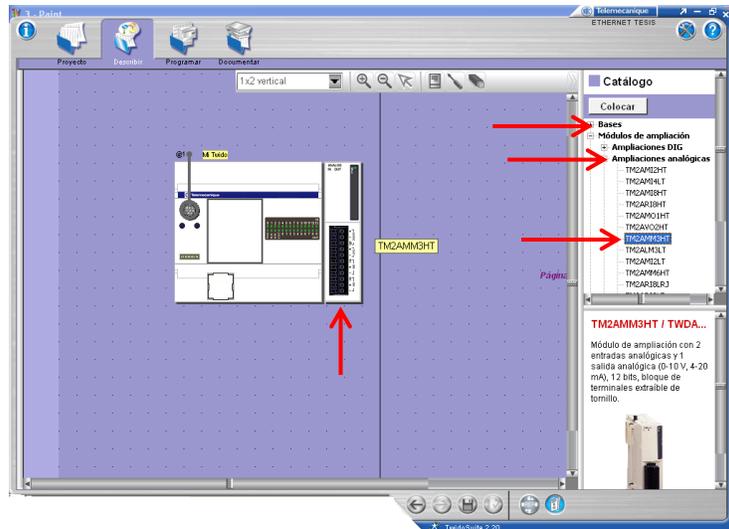


Figura 3.18 Selección de módulo de ampliación.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

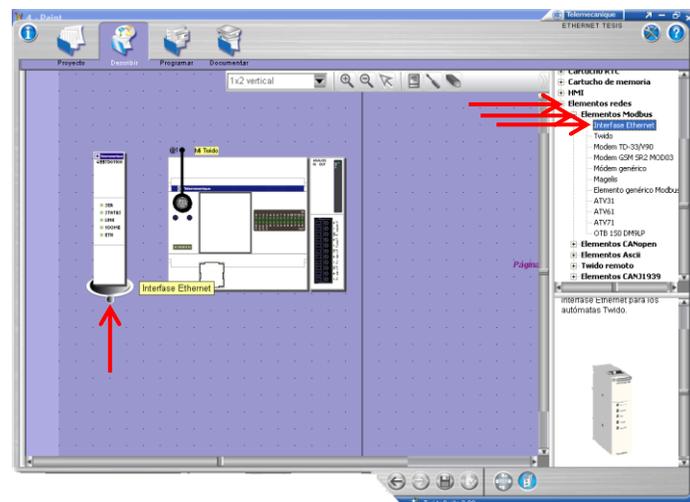


Figura 3.19 Selección la interface Ethernet.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Para configurar los elementos anteriormente seleccionados se da doble clic sobre los mismos, y se procede a introducir las siguientes características.

1. En el módulo de ampliación habilitar las entradas analógicas con un rango de 0-10V.

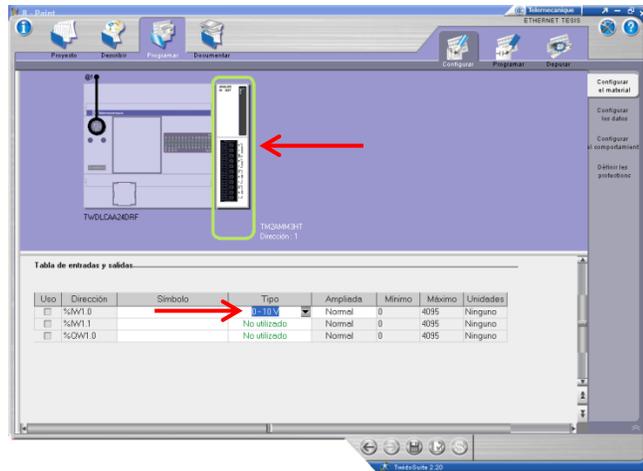


Figura 3.20 Configuración del módulo de ampliación.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

2. Configurar y crear la interface Ethernet como se muestra a continuación en los gráficos.

Se configuró la dirección IP para la comunicación del autómeta y la PC.

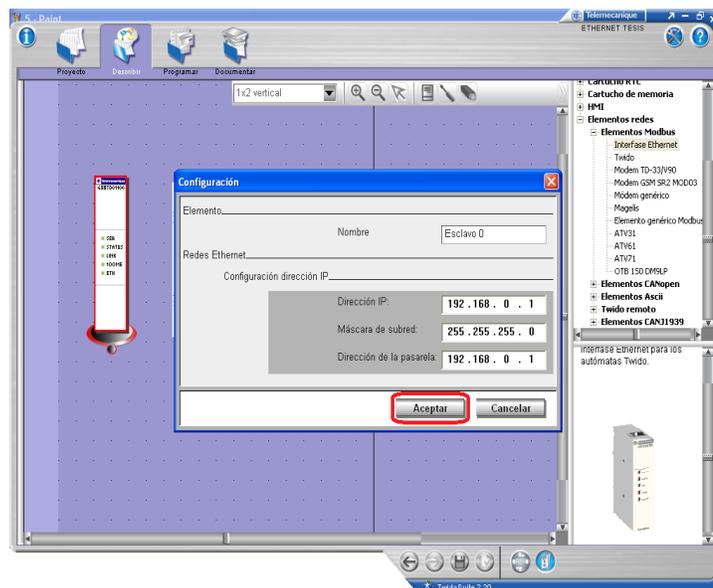


Figura 3.21 Configuración de la IP.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Se configuró el Puerto de comunicación del autómatas como Modbus.

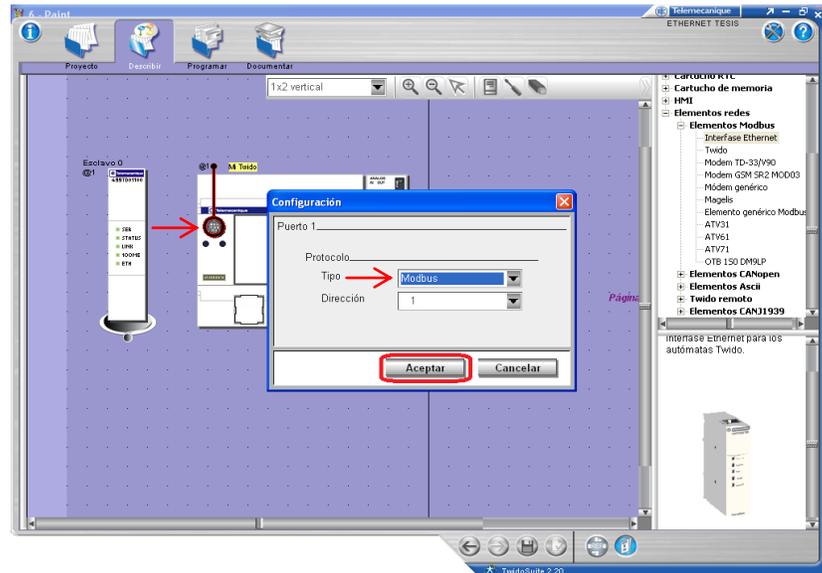


Figura 3.22 Configuración del puerto de comunicación.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Se configuró los parámetros de comunicación como se muestra en la figura 3.23.

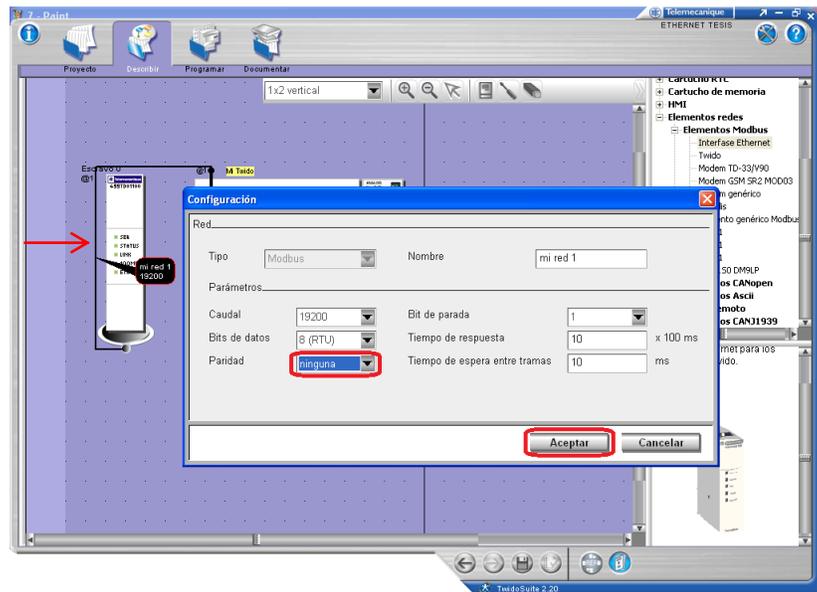


Figura 3.23 Configuración de los parámetros de Comunicación Modbus Ethernet.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3.3.3. TRANSFERENCIA DEL PROGRAMA POR PRIMERA VEZ AL PLC.

Para la transferencia del programa fue necesario contar con el cable de transmisión de datos serial TSX PCX 1031, el puerto de transferencia “COM” se lo determinó en la PC.

Para iniciar la transferencia primero se dio clic en depurar para verificar posibles errores, seleccionando el puerto de comunicación en este caso COM6 se hizo clic en aceptar.

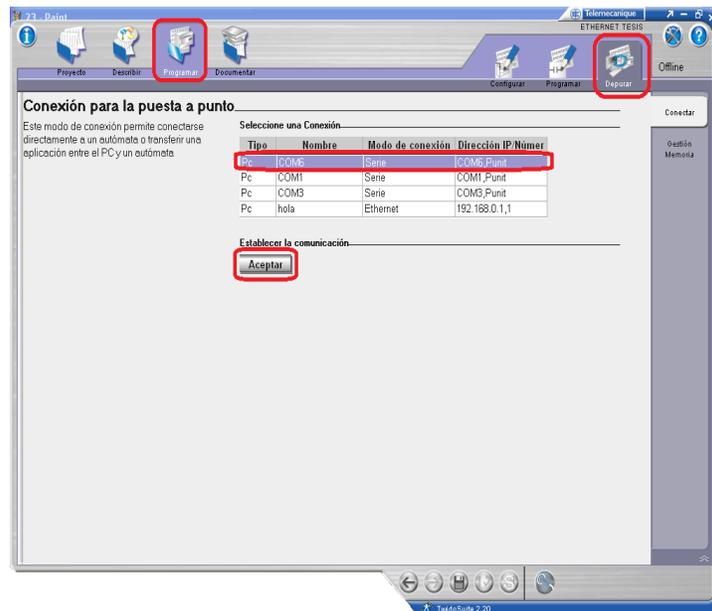


Figura 3.24 Transferencia de programa.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Una vez cargado el programa que contiene la información básica de comunicación Ethernet se desconectó el PLC y conectando el módulo de interface Ethernet se comunicó el PLC mediante el cable Ethernet.

3.3.4. PROGRAMACIÓN DEL PLC PARA EL PROCESO.

Antes de empezar a programar, es necesario conocer que el Twido TWDLCAA24DRF permite trabajar con memorias de palabra internas %MW que van desde %MW0 a %MW9999, con espacios de memorias digitales %M en un rango de %M0 a %M999; estos van hacer de gran ayuda para realizar la programación del controlador, además es necesario saber que TwidoSuite trabaja por secciones, el programa puede soportar hasta 128 secciones, y cada sección se compone de redes, cada red solo admite 7 líneas de programación.

3.3.4.1. PROCESO DE PROGRAMACIÓN

Para la edición del programa se ingresó en la pestaña de programa y luego la pestaña programar.

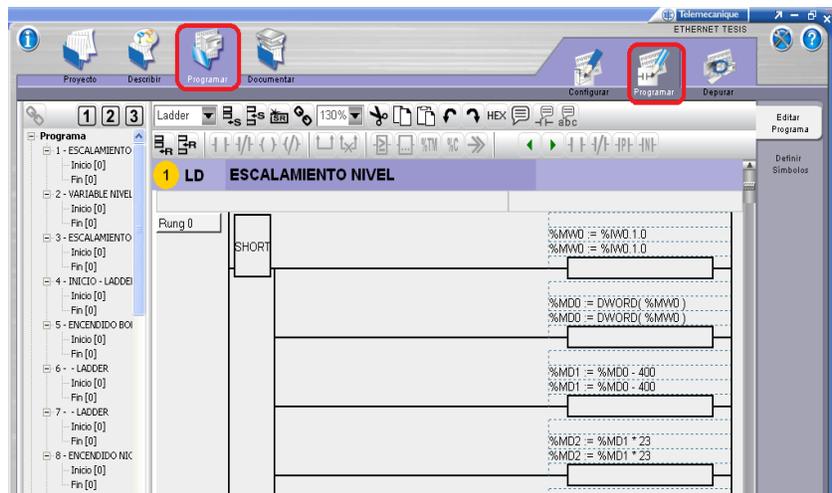


Figura 3.25 Pasos para crear el programa.
Realizado por: Jeynson Guanoluia

Ahora empieza a programar; a continuación se enumera paso a paso cómo se realizó el programa.

1. El primer paso es acondicionar la señal de los sensores los mismos que están representadas por las direcciones %IW1.0 Y %IW1.1. Para acondicionar estas señales se utilizó un escalamiento el cual permitió visualizar los datos a conveniencia del valor que se necesita.

El valor de cada señal que se adquirió, se representó con una resolución de 12 bits, o sea:

0 voltios = 0 bits o 0

10 voltios = 12 bits o 4095

El rango que se usó en el tanque es:

400 es a 1cm

2011 es a 24cm

Este rango se tomó de los bits que el PLC muestra en el software de programación dependiendo del nivel del tanque.

Por lo tanto la ecuación para el escalamiento queda así:

$$x = m(\# - INmin) + 1$$

Dónde:

m= pendiente

Inmin= valor mínimo de la entrada

= entrada analógica

X = resultado equivalente en centímetros

$$m = \frac{24 - 1}{2011 - 400}$$

$$x = \frac{23}{1611}(\# - 400) + 1$$

El rango que se usó para la temperatura es:

0 es a 20°C

2033 es a 70°C

Por lo tanto la ecuación para el escalamiento queda así:

$$x = m(\# - INmin) + 20$$

Dónde:

m= pendiente

Inmin= valor mínimo de la entrada

= entrada analógica

X = resultado equivalente en grados centígrados

$$m = \frac{70 - 20}{2033 - 0}$$

$$x = \frac{50}{2033}(\# - 0) + 20$$

Para realizar la programación de la ecuación en el PLC fue necesario usar lo siguiente.

- a) Palabras de Memoria (%MWn): Las palabras de memoria sirven para guardar operaciones aritméticas o algún valor de cierta variable con un formato de 16 bits.
- b) Palabra de Memoria Doble (%MDn): Las palabras de memoria doble sirven para guardar operaciones aritméticas o algún valor de ciertas variables con un formato de 32 bits.
- c) Bloques de operación: Sirven para realizar operaciones aritméticas. Las palabras de memoria sólo pueden ser utilizadas dentro de un bloque de operación para lo cual se debe insertar una línea de conexión y seleccionarla para insertar un bloque de operación.

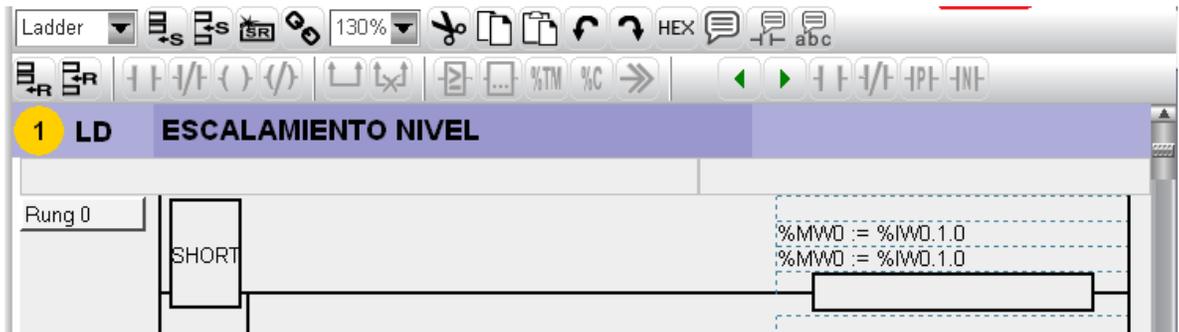


Figura 3.26 Insertar un bloque de operación.

Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

En el primer bloque de operación se ingresó la señal de nivel representada por la entrada analógica %IW1.0, esta es guarda en la memoria %MW0, como se muestra en la figura 3.26.

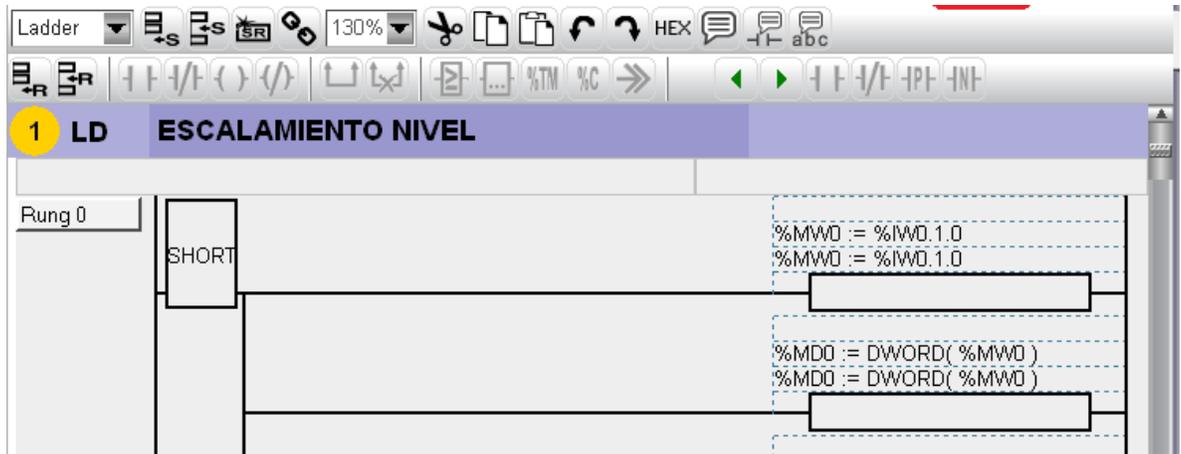


Figura 3.27 Insertar segundo bloque de operación.

Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

En el segundo bloque de operación se procede a transformar una memoria Word en un Dword la misma que se guarda en la dirección %MDO, ver figura 3.27.

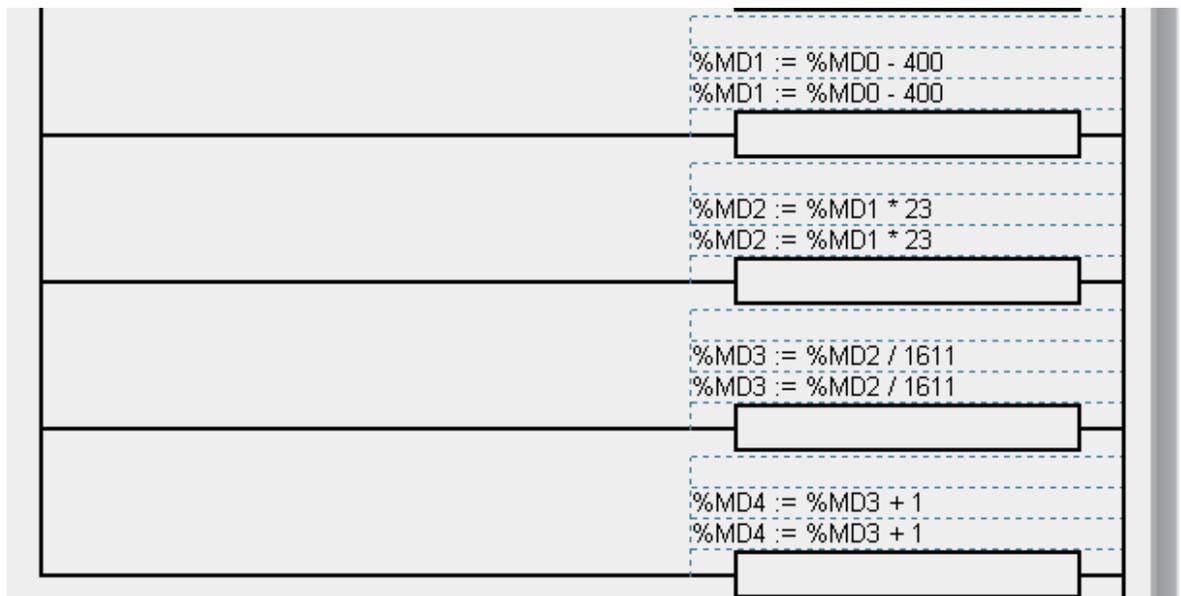


Figura 3.28 Insertar ecuación en los bloques de operación.

Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

En la figura 3.28 se muestran los bloques de operación que contienen la ecuación de escalamiento, en el tercer bloque de operación se resta 400 a la memoria %MD0 y se guarda en la memoria %MD1, en el cuarto bloque de operación se procede a multiplicar $\%MD1 * 23$ y guardar en la memoria %MD2, en el quinto bloque de operación se divide la memoria %MD2 para 1611 y se guarda en la memoria %MD3, en el sexto bloque de operación se suma $\%MD3 + 1$ y se guarda en la memoria %MD4 siendo %MD4 el resultado y el valor de x.

Se sigue el mismo procedimiento para la señal del sensor de temperatura (%IW1.1) y el resultado final será guardado en la memoria %MD13, ver figura 3.29.

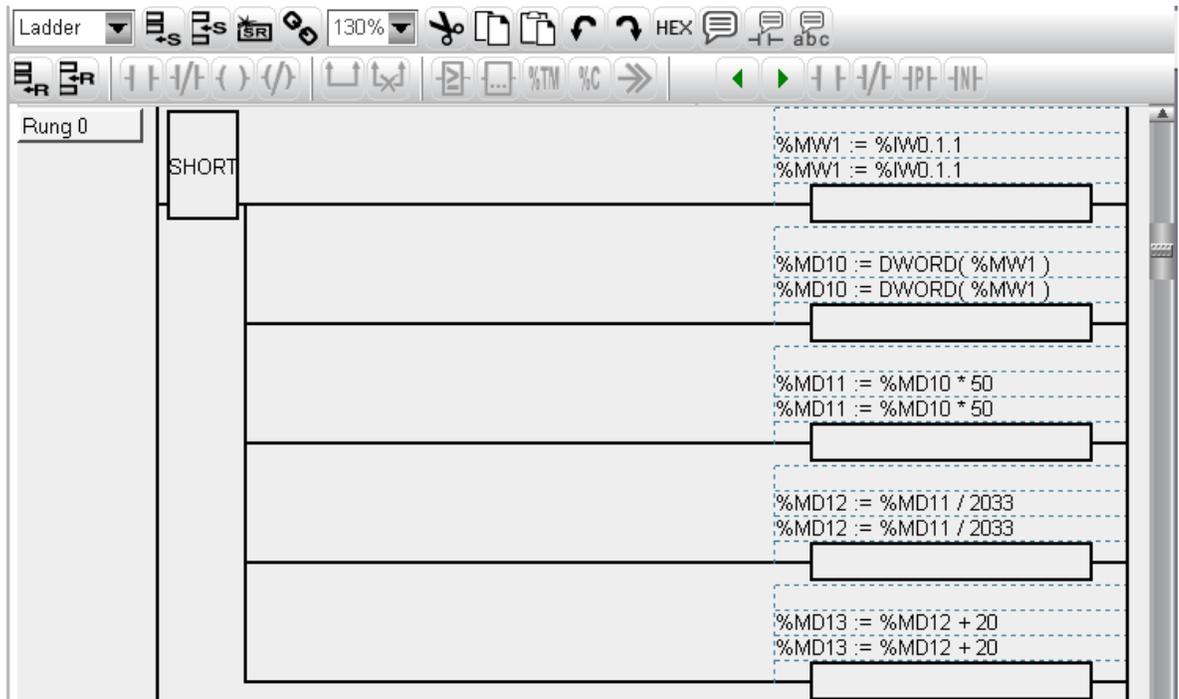


Figura 3.29 Escalamiento de señal de temperatura.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

2. Se introduce una variable que ayuda en el control del nivel del tanque, este parámetro se modificará mediante la HMI, ver figura 3.30.

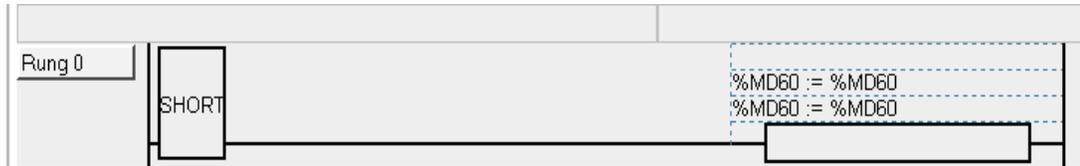


Figura 3.30 Variable de nivel.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

3. El siguiente paso es realizar la programación del ciclo de llenado, calentamiento del líquido, mezclado del líquido, vaciado y repetición del proceso hasta que se señale el mantenimiento.

En esta fase de la programación se usarán bloques de comparación, estos bloques de comparación ayudarán a comparar los valores de nivel y temperatura para encender indicadores en la HMI y salidas digitales.

Los bloques de comparación se cierran o se colocan en 1 lógico cuando, la comparación de valores es cierta y pasa lo contrario si la comparación de valores es falsa.

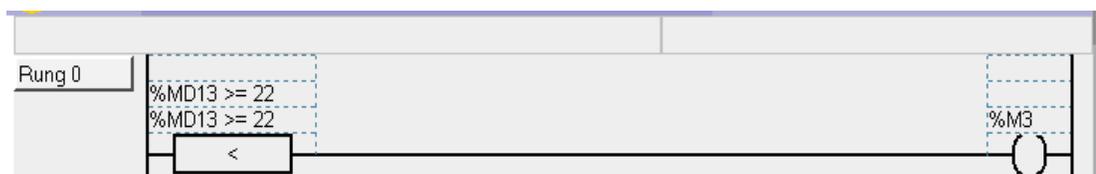


Figura 3.31 Uso del bloque de comparación.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Las salidas digitales (%Qn.n) sólo se pueden usar una sola vez; ya que si se usara más de una vez existiría un error por lo que es recomendable usar bits de memorias o máscaras.

Cuando se trabaja con máscaras el PLC internamente pone un bit en 1 o 0 lógico en lugar de encender una salida digital.

Estas máscaras se pueden usar también como contactos de entrada ya que las entradas digitales son activadas por medios físicos y desde una HMI no es posible escribir en ellas, estas máscaras son de mucha ayuda para escribir un 0 o un 1 lógico simulando un contacto abierto o cerrado.

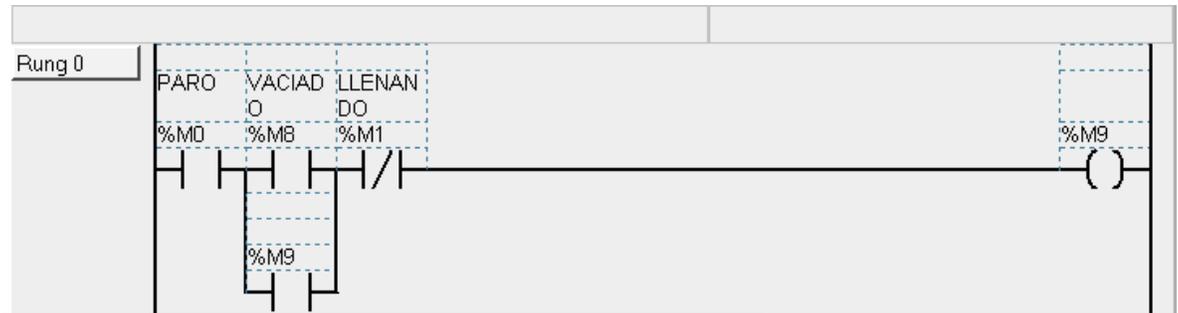


Figura 3.32 Uso de máscaras para iniciar procesos y remplazar salidas digitales.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Para visualizar la programación detallada de cada ciclo del proceso revisar el ANEXO B.

3.4. TRANSFERENCIA DEL PROGRAMA VÍA ETHERNET

Para la transferencia del programa vía Ethernet es necesario crear una nueva conexión. A continuación se detalla este procedimiento.

- a) Ir a la ventana de preferencias a través del icono general de “Preferencias” que se encuentra en la esquina superior derecha.



Figura 3.33 Icono de preferencia.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

- b) Hacer clic en el botón Agregar en el cuadro de diálogo Gestión de conexiones. Se añade una línea de conexión nueva. La línea nueva muestra ajustes de conexión predeterminados y sugeridos. Se debe cambiar estos ajustes.

Gestión de las conexiones

Nombre	Tipo de conexión	IP / Teléfono	Punit / Dirección	Caudal	Paridad	Bits de parada	Tiempo espera	Tiempo espera pausa
COM6	Serie	COM6	Punit				5000	5
COM1	Serie	COM1	Punit				5000	5
COM3	Serie	COM3	Punit				5000	5
hola	Serie	192.168.0.1	1				5000	5

Agregar Modificar Eliminar

Figura 3.34 Gestión de las conexiones.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Para definir un valor nuevo en un campo, seleccionar el campo que desea y, a continuación, pulsar el botón Modificar.

En el campo Nombre, introducir el nombre descriptivo de la nueva conexión. Un nombre válido puede contener hasta 32 caracteres alfanuméricos.

En el campo Tipo de conexión, hacer clic para abrir la lista desplegable que incluye: Serie, Ethernet y USB (si lo hubiera). Seleccionar Ethernet.

- c) En el campo IP/Phone, introducir una dirección IP válida que es la información de IP del controlador Twido al que desea conectarse. Dirección IP: Introducir la dirección IP estática especificada anteriormente para el autómeta Twido.
- d) Hacer clic en el botón Aceptar para guardar los ajustes de la conexión nueva y cerrar el cuadro de diálogo Gestión de conexiones.

Una vez creada la red Ethernet para la comunicación del PLC y la PC transferir los datos de la misma manera que se hizo con el cable serial a diferencia que esta vez se selecciona la red Ethernet como se muestra a continuación.

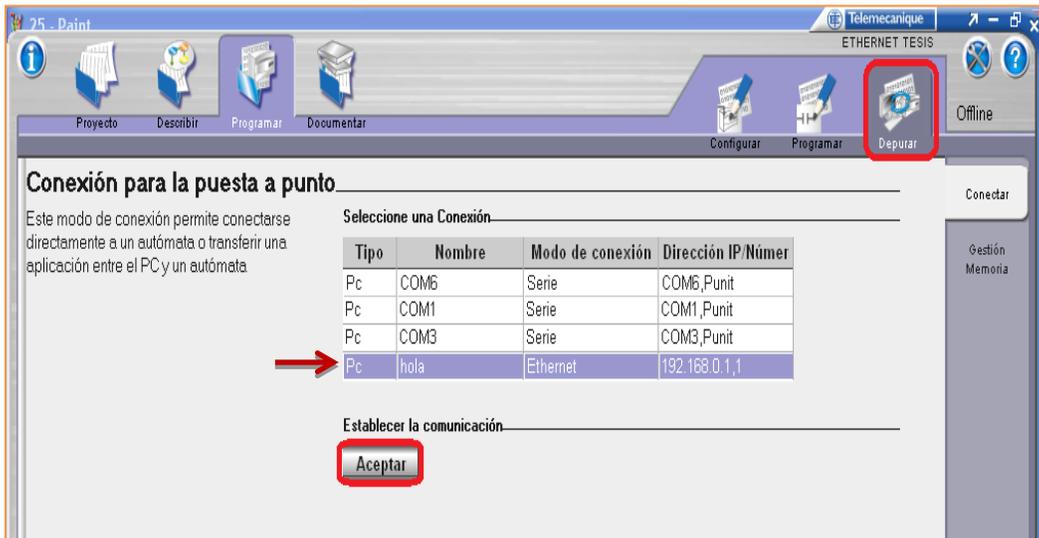


Figura 3.35 Transferencia por Ethernet.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

3.5. DISEÑO DEL SISTEMA HMI EN LABVIEW

3.5.1. DESCRIPCIÓN

Para realizar la HMI se usó LABVIEW como software para la creación de este sistema, para realizar el programa es necesario contar con OPC Server el cual servirá como medio para comunicar los datos que se desean controlar y visualizar entre el PLC y LABVIEW.

Este programa permite crear variables más conocidas como tags cuya función es cargar las direcciones del PLC como tags en la HMI, es primordial mencionar que la sintaxis de direcciones para Modbus Ethernet es diferente a la que usa el PLC.

Tabla 3.1 Sintaxis en Modbus Ethernet.

DESCRIPCIÓN	PLC	MODBUS ETHERNET
PALABRA DE MEMORIA	%MWn	40000 (n+1)
BIT DE MEMORIA	%Mn	00000 (n+1)
MEMORIA DOBLE	%MDn	40000 (n+1)

Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3.5.2. DESARROLLO DEL PROGRAMA

Para configurar las variables en OPC Server:

1. Abrir OPC Server, borrar todos los OPC creados por default y doble clic en add a Channel.

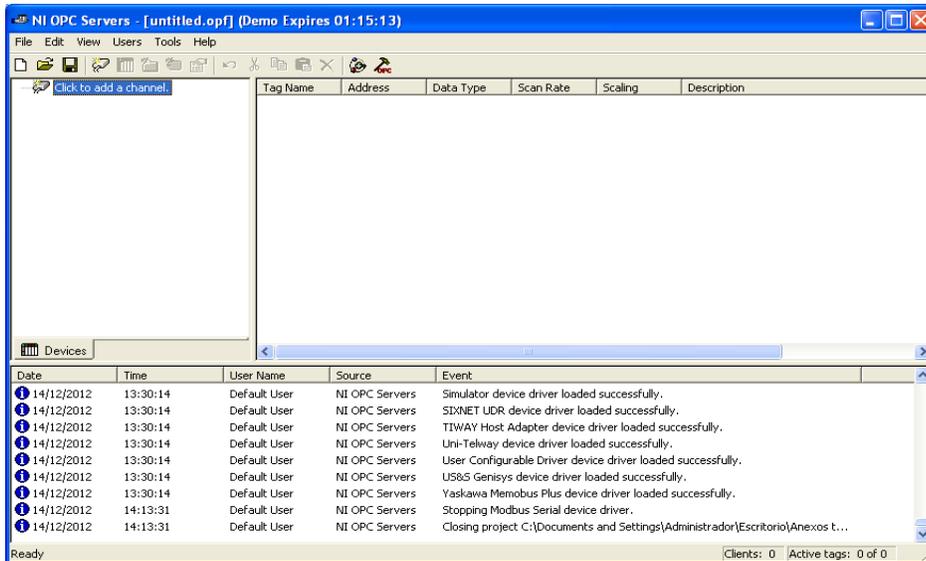


Figura 3.36 Crear nuevo archivo.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

2. Asigne un nombre al nuevo canal, clic en siguiente.

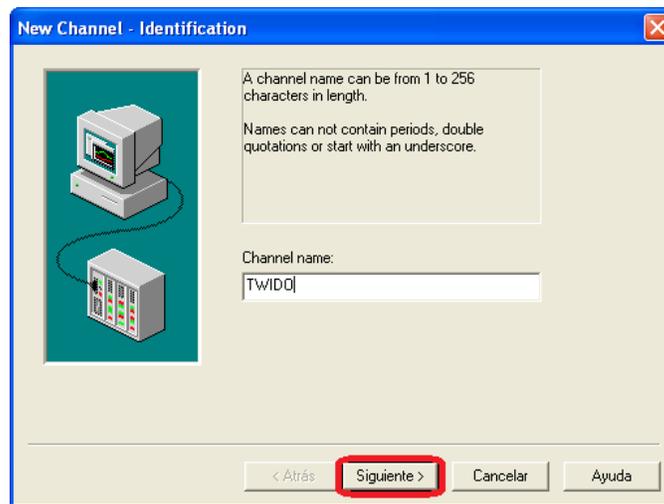


Figura 3.37 Asignación del nombre del canal.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

3. Seleccione el tipo de driver que va a usar para este caso Modbus Ethernet, clic en siguiente.

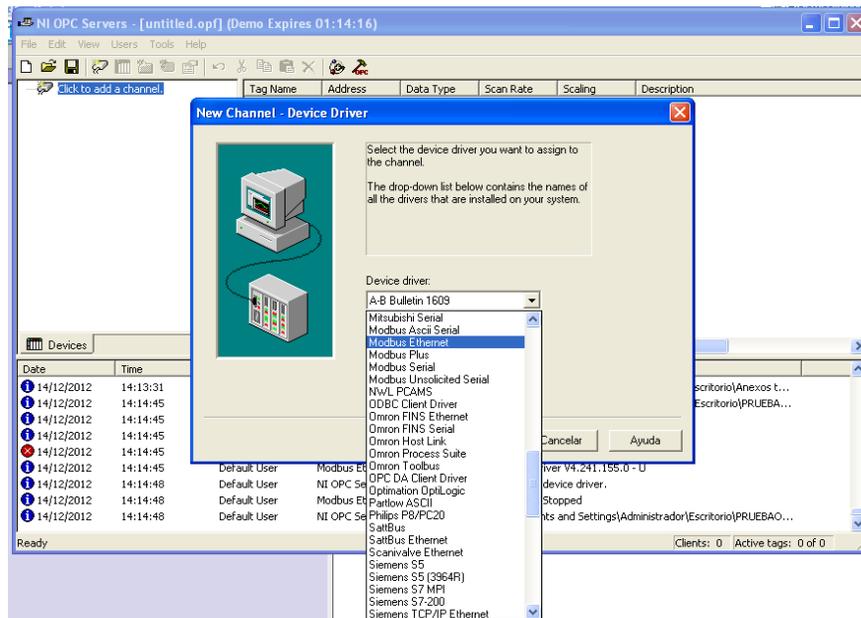


Figura 3.38 Selección de driver.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

4. Seleccione el adaptador de red que en este caso sería por default, clic en siguiente hasta finalizar.

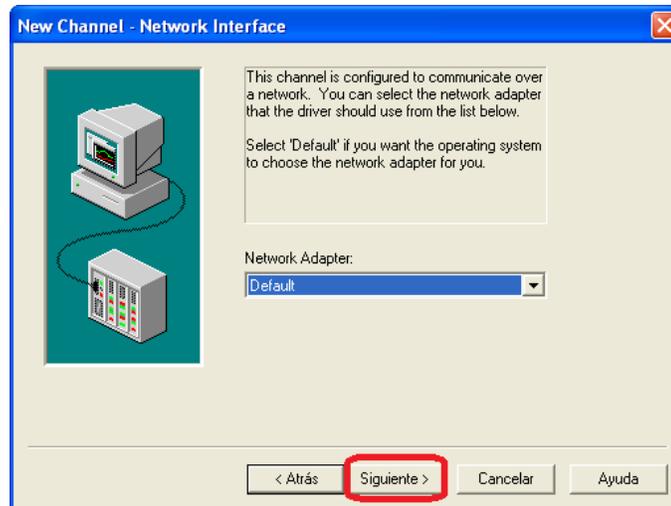


Figura 3.39 Adaptador de red.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

5. A continuación configure el dispositivo para ello de clic en añadir device y asigne un nombre al dispositivo.

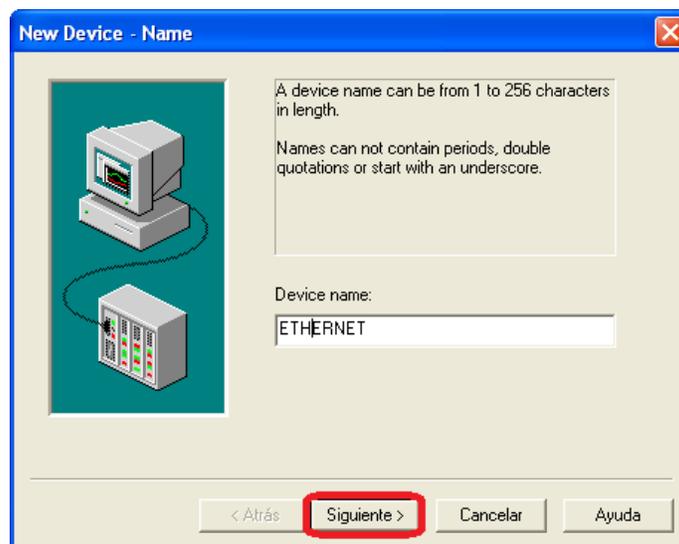


Figura 3.40 Nombre del dispositivo.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Clic en siguiente.

6. Asigne un modelo al dispositivo.

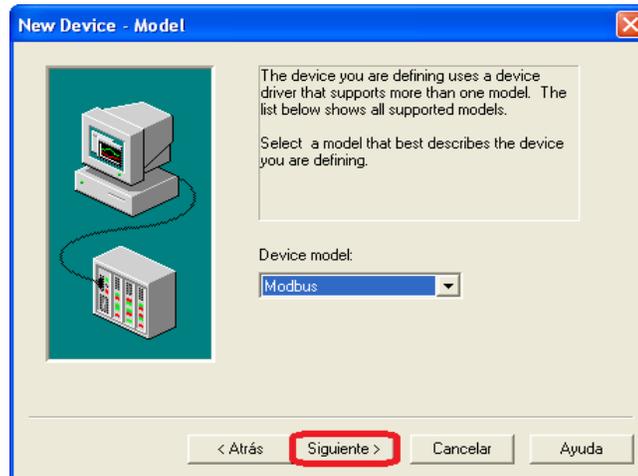


Figura 3.41 Modelo del dispositivo.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Clic en siguiente.

7. A continuación asigne la dirección IP que se usó en el PLC para este caso <192.168.0.1>.

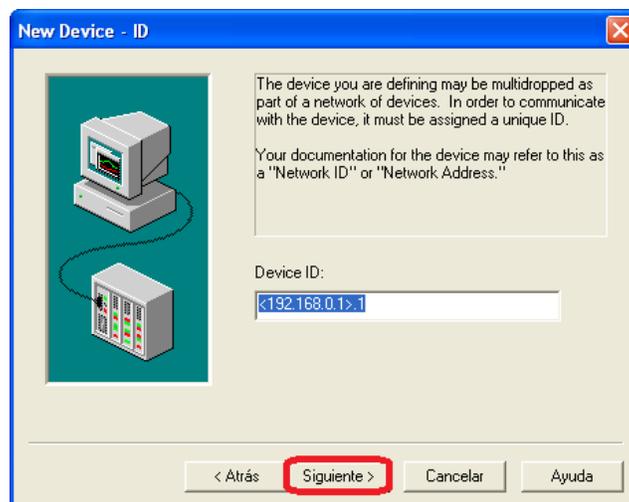


Figura 3.42 Dirección IP.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Clic en siguiente hasta finalizar.

- Creación de nuevos tags donde se configura el nombre, la dirección y el tipo de dato.



Figura 3.43 Crear nuevo tag.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

- Una vez creado todos los tags se procede a crear el programa en LABVIEW.

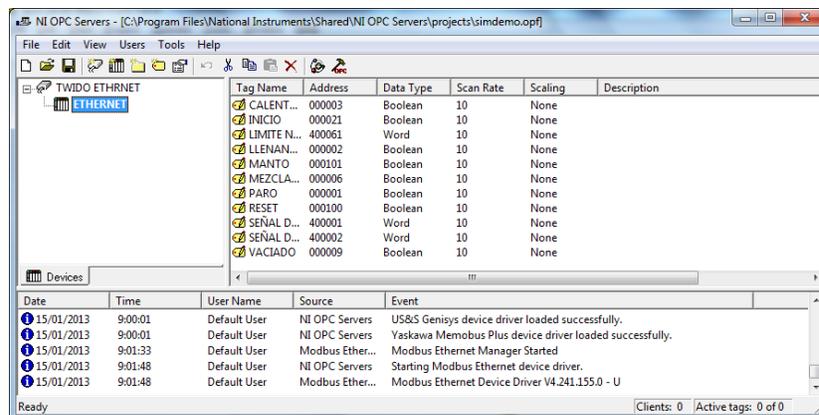


Figura 3.44 Lista de tags.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

A continuación se describen los pasos para programar la HMI en LABVIEW.

1. Lo primero que se realizó es la edición de los gráficos que se involucran en el proceso.

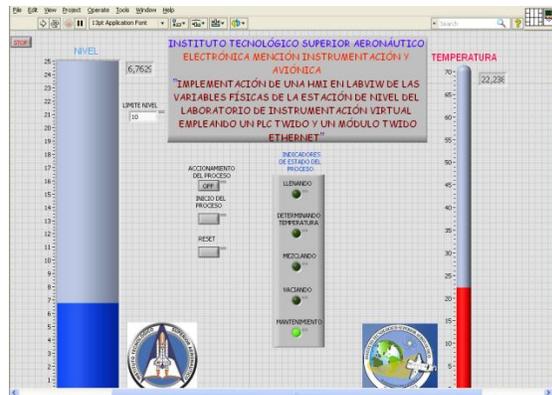


Figura 3.45 Edición de gráficos en LABVIEW.
Realizado por: Jeynson Guanaluisa.

Como se puede observar en la figura 3.45 se visualiza un tanque, el indicador de temperatura, los pulsadores de paro, inicio, Reset y los distintos indicadores del proceso en el panel frontal. En el bloque de diagramas se puede observar el escalamiento de las señales de nivel y temperatura.

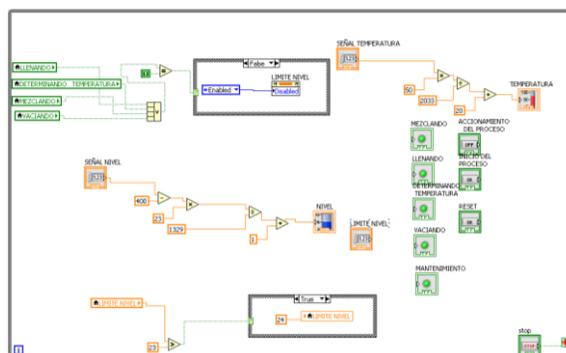


Figura 3.46 Block Diagram.
Realizado por: Jeynson Guanaluisa.

2. Una vez editado los gráficos es necesario asignar las variables a cada elemento, esto se realizó siguiendo los siguientes pasos:

a) Primero se ingresó a las propiedades del elemento dando clic derecho sobre el elemento para configurarlo.

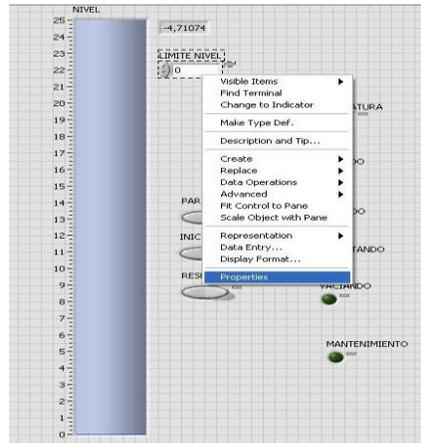


Figura 3.47 Propiedades del elemento.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

b) Después se eligió la pestaña Data Binding.

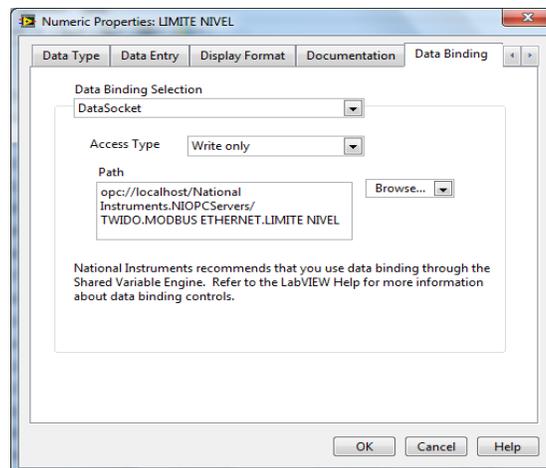


Figura 3.48 Data Binding.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

- c) Una vez elegida la pestaña en la lista desplegable “Data Binding Selection” se selecciona DataSocket, luego se elige el tipo de acceso.
- d) Una vez cumplidos los pasos anteriores, se busca la variable a ser asignada, para ello clic en Buscar, DSTP Server, luego aparece una ventana del URL donde se selecciona el OPC donde se configuró las variables.

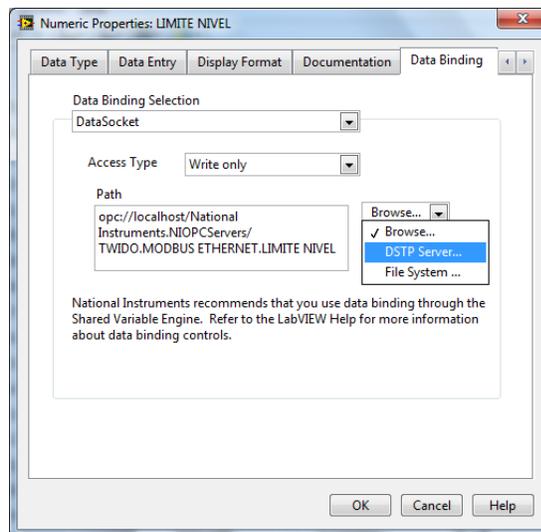


Figura 3.49 Búsqueda de variables mediante DSTP Server.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

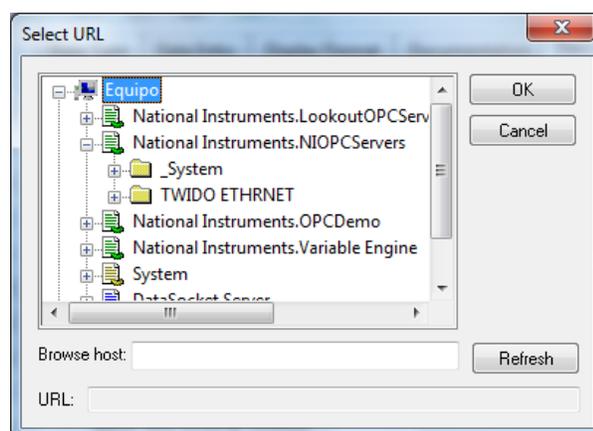


Figura 3.50 Búsqueda del servidor.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

- e) Cuando se seleccionó el servidor OPC, se desplegó una lista de canales, seleccionando el que creó: “TWIDOETHERNET”, luego el dispositivo “ETHERNET”; en ese instante se desplegó una lista de todas las variables creadas anteriormente, por último se eligió la variable deseada y se dio clic en aceptar.

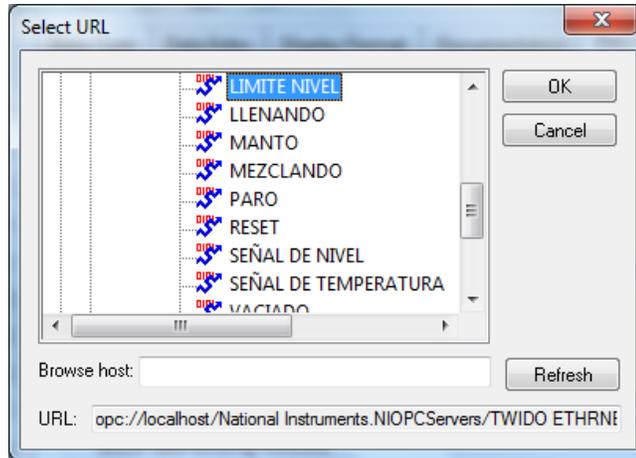


Figura 3.51 Selección de variables.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

Realizar el mismo procedimiento para asignar las demás variables. Una vez finalizado esto se procede directamente a poner en RUN el programa y se controla el proceso desde la PC por medio de LABVIEW.

3.6. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ETHERNET

Una vez programado el PLC y diseñada la HMI se procedió a implementar la red para el control y monitoreo de la estación de nivel, a continuación se explica paso a paso cómo diseñar la red.

1. Configure las IP's de las PC's que formarán parte de la red de control y monitoreo, para esto ubique el panel de control; redes e internet; conexiones de red; propiedades de conexión de red de área local y protocolo de internet TCP/IP.

En la ventana de propiedades de protocolo internet TCP/IP introduzca las direcciones de cada máquina que formarían parte de la red como se muestra a continuación:

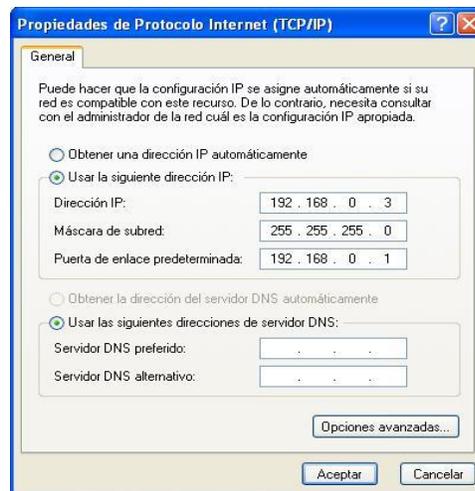


Figura 3.52 Configuración de direcciones IP.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Ya configuradas las IP para cada PC se procede a montar la red conectando todas las PC's a un switch.



Figura 3.53 Conexión de las PC's al switch.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Para comprobar que existe comunicación en la red oprima las teclas Windows + R, introduzca CMD en la ventana y escriba PING con la dirección IP de cualquier PC que haya configurado antes y que pertenezca a la red; pulse Enter y compruebe que exista comunicación, como se muestra a continuación.

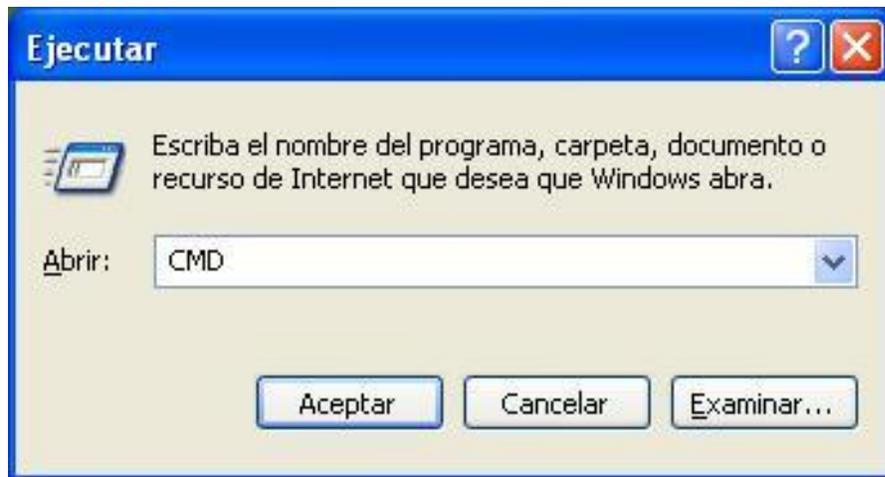


Figura 3.54 Windows + R.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

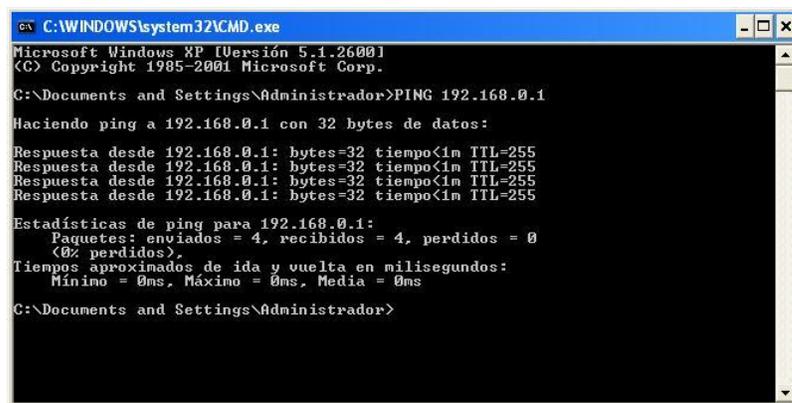


Figura 3.55 Comunicación en la red.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

3.7. SUBIR LA HMI A LA RED.

Este proceso se realiza sólo desde la PC que contenga el programa principal en LABVIEW y se visualiza en los clientes mediante la red, a continuación se indica cómo realizar este procedimiento.

1. En el panel frontal de LABVIEW clic en Tools, Web publishing tool.

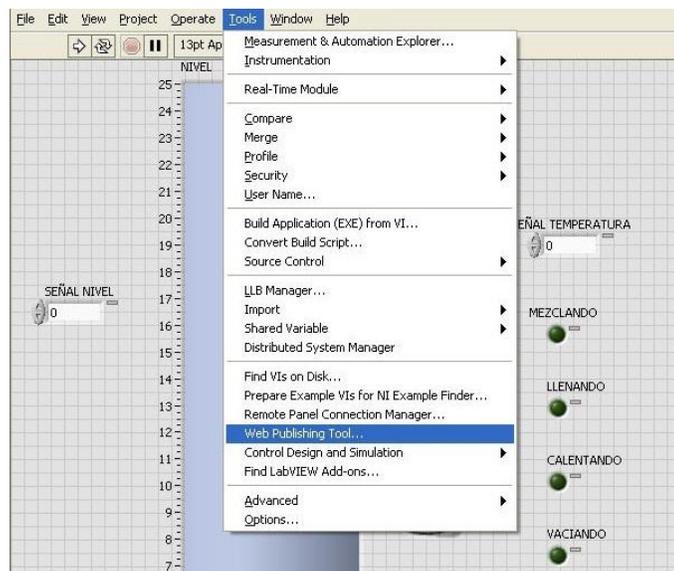


Figura 3.56 Tool web.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

En la ventana Web publishing tool seleccione el archivo antes programado para la HMI en LABVIEW, clic en Star Web Server y Next.

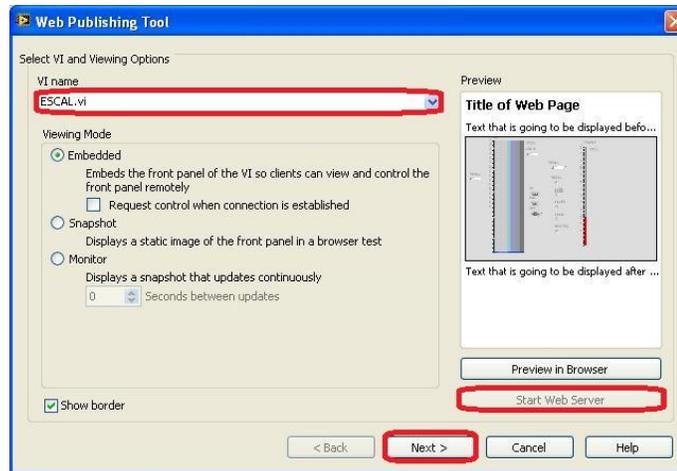


Figura 3.57 Selección de VI para la web.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

En la siguiente ventana puede personalizar algunos parámetros del VI que se observará en la red, como el título del documento el encabezado y un pie de página, etc.

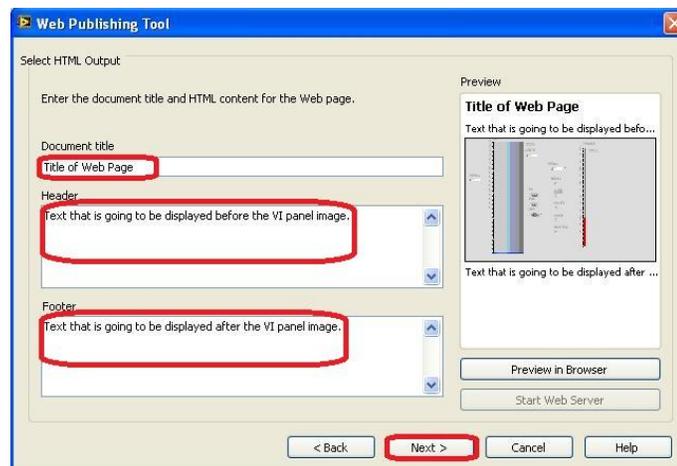


Figura 3.58 Edición de la VI en la web.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

En la figura 3.59 se muestra la ubicación del archivo, el nombre del VI y la dirección con la que puede visualizar la red, clic en Save to Disk.

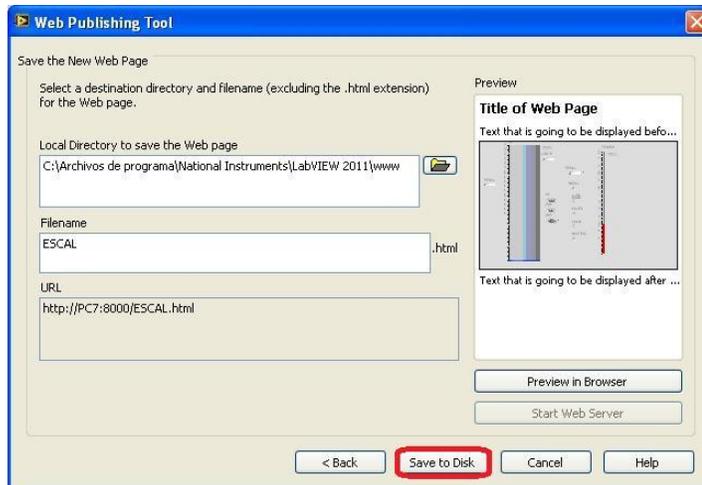


Figura 3.59 URL de la web.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Clic en Ok y el archivo se guarda automáticamente en la dirección que haya seleccionado y el proceso está listo para su puesta en RUN.

3.8. EJECUCIÓN DE LOS PROGRAMAS.

Ya realizada la programación del PLC, la programación en LABVIEW y creada la red, se procede a poner en RUN los programas que forman parte de la HMI esto se explicará paso a paso a continuación.

3.8.1. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA EN TWIDOSUITE

Cabe mencionar que los parámetros del programa del PLC se definirán por el VI programado en LABVIEW por lo tanto los dos programas se pondrán en RUN conjuntamente comenzando con el TwidoSuite y seguido por LABVIEW.

Cuando se terminó de transferir el programa se visualizó una consola de control, que indica el estado del Twido Online.



Figura 3.60 Consola de control Twido Online.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Esta estará formada por tres botones para activar los estados del PLC en modo Online:



Ejecutar: Cuando se está ejecutando el autómata, también lo estará haciendo el programa de aplicación. Las entradas del autómata se actualizan y los valores de datos se establecen con arreglo a las instrucciones de la aplicación. Éste es el único estado en el que se actualizan las salidas reales.



Detener: Cuando se detiene el autómata, la aplicación no se estará ejecutando. Las entradas del autómata se actualizan y los datos internos se mantienen con los últimos valores. Las salidas no se actualizan en este estado.



Inicializar: Cuando se inicializa el autómata, la aplicación no se ejecutará. Las entradas del autómata se actualizan y los valores de datos se establecen con su estado inicial. Las salidas no se actualizan en este estado.¹²

1. En la consola de control seleccionar ejecutar para que el PLC pase a modo RUN.

¹²http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf



Figura 3.61 Consola de control modo RUN.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

2. Cuando el programa está en modo RUN se procedió al monitoreo del mismo, aquí se puede apreciar una barra de color verde en la parte izquierda de cada sección del programa esto indica que está funcionando correctamente. El color verde también se puede observar en los contactos de las líneas de programación esto indica que estos están activados.

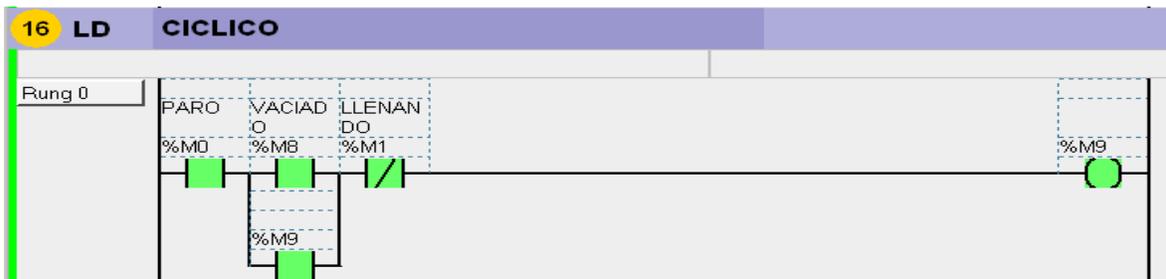
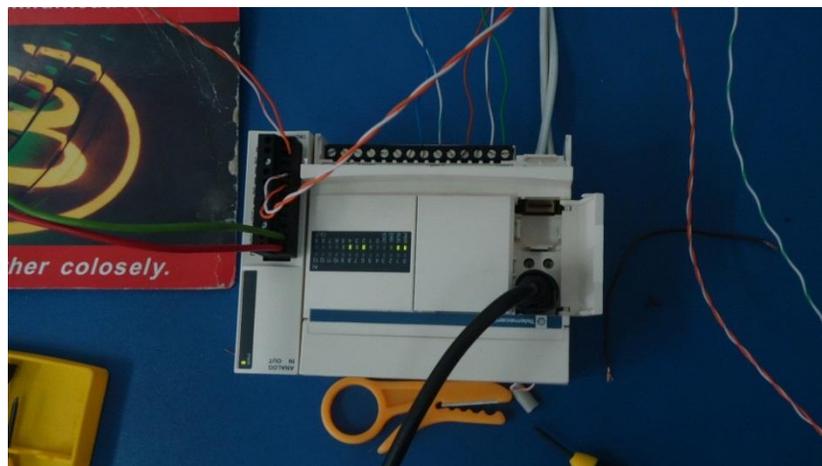


Figura 3.62 Color verde indicando el funcionamiento de la línea de programación.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa



Fotografía 3.1 PLC en modo RUN.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3.8.2. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA EN LABVIEW

Una vez creado el web server y montada la red se procede al control y monitoreo de la estación de nivel. Se siguieron los siguientes pasos:

1. Buscando la dirección donde se guardó la página web se procede a dar doble clic en la que contiene el programa de la HMI para la red.

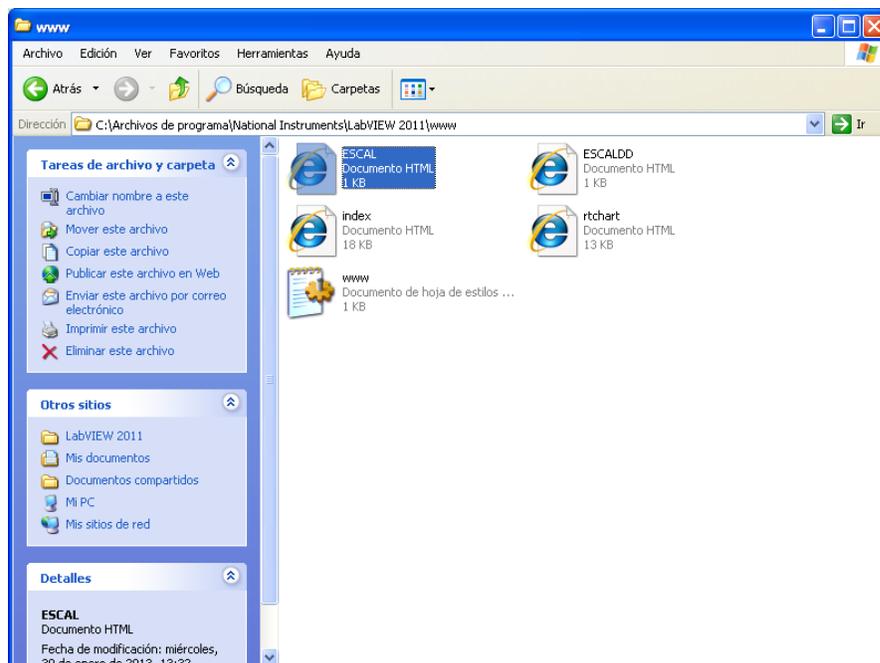


Figura 3.63 Carpeta contenedora de la web page.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

El programa base de LABVIEW debe estar abierto.

2. Ya abierta la página web, en la barra de dirección del explorador de internet Explorer se introduce la siguiente dirección: `http://pc7:8000//escal.html` la misma que anteriormente fue creada gracias a la herramienta de LABVIEW web server.

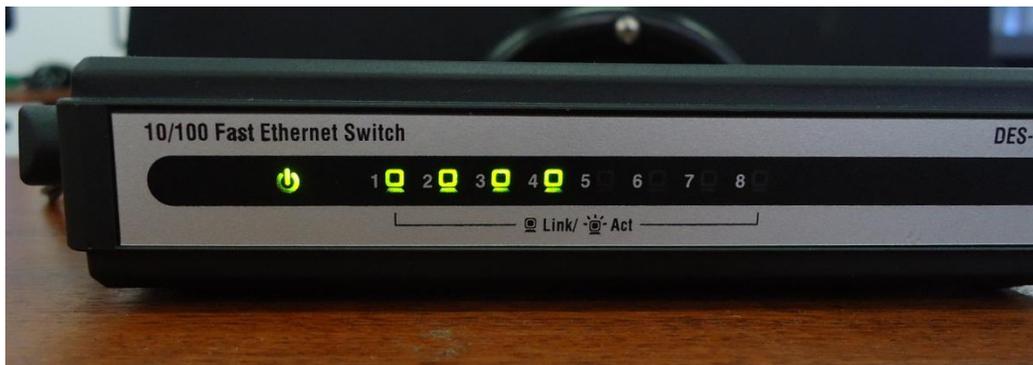


Figura 3.64 Generando la web page.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Para abrir la página en todas las PC que forman parte de la red se debe abrir el explorador e introducir la dirección anteriormente mencionada.



Fotografía 3.2 HMI en red.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa



Fotografía 3.3 Elementos conectados al switch.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

- Para poner en RUN el programa se puede hacer desde el programa base o desde cualquiera de los clientes en la red pidiendo primero permiso al servidor así se controla el proceso desde cualquier parte de la red.

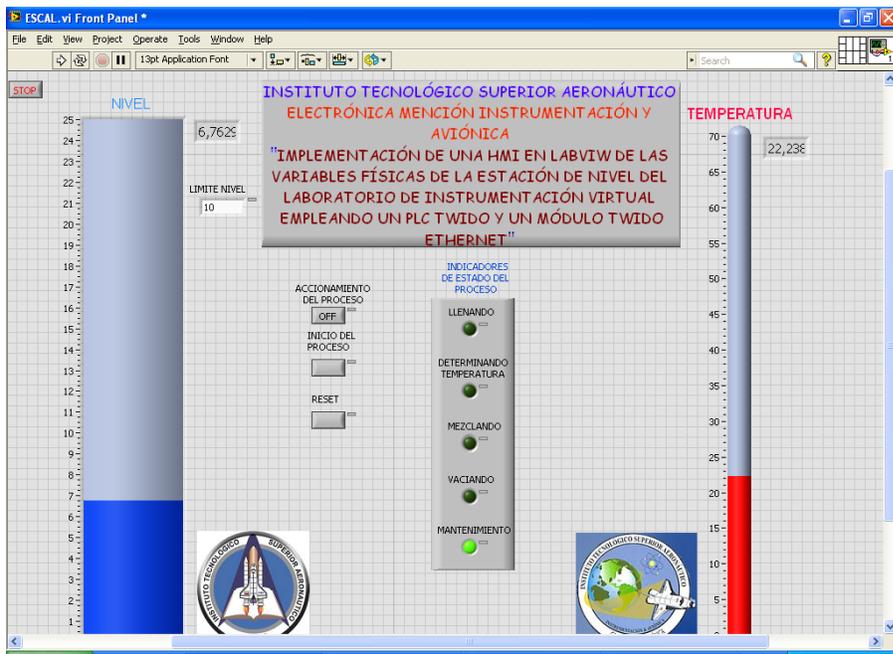


Figura 3.65 RUN desde el programa base.
Realizado por: Jeynson Guanoluia

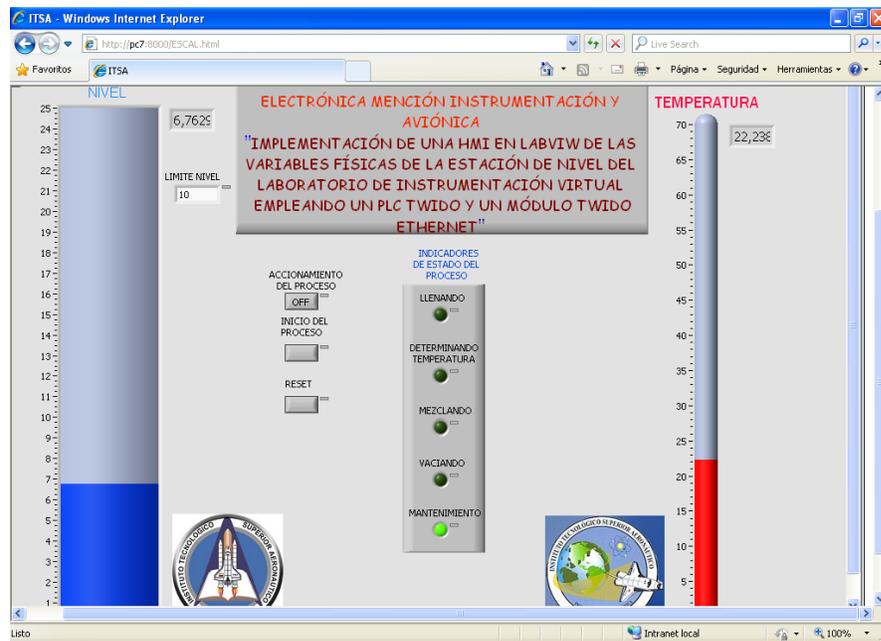
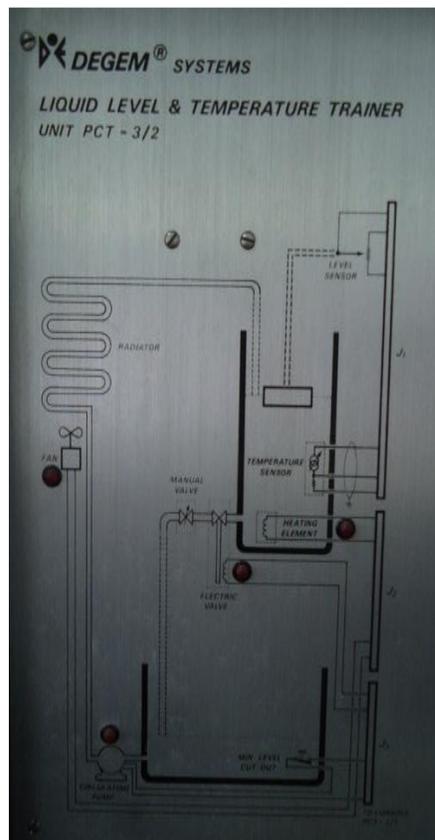


Figura 3.66 RUN desde cualquier cliente.
Realizado por: Jeynson Guanoluia

3.8.3. EJECUCIÓN DE LA HMI

En esta parte se detalla cómo funciona el programa controlando y monitoreando la estación de nivel mediante la HMI.

A continuación se muestra la disposición de los componentes de la estación de nivel con su respectivos LEDs que indican cuando estos están en funcionamiento.



Fotografía 3.4 Disposición de componentes.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

En el primer bloque de programación se muestra la señal de nivel que ingresa por la entrada analógica %IW1.0, el resultado del escalamiento se visualiza en la palabra de memoria %MD4.

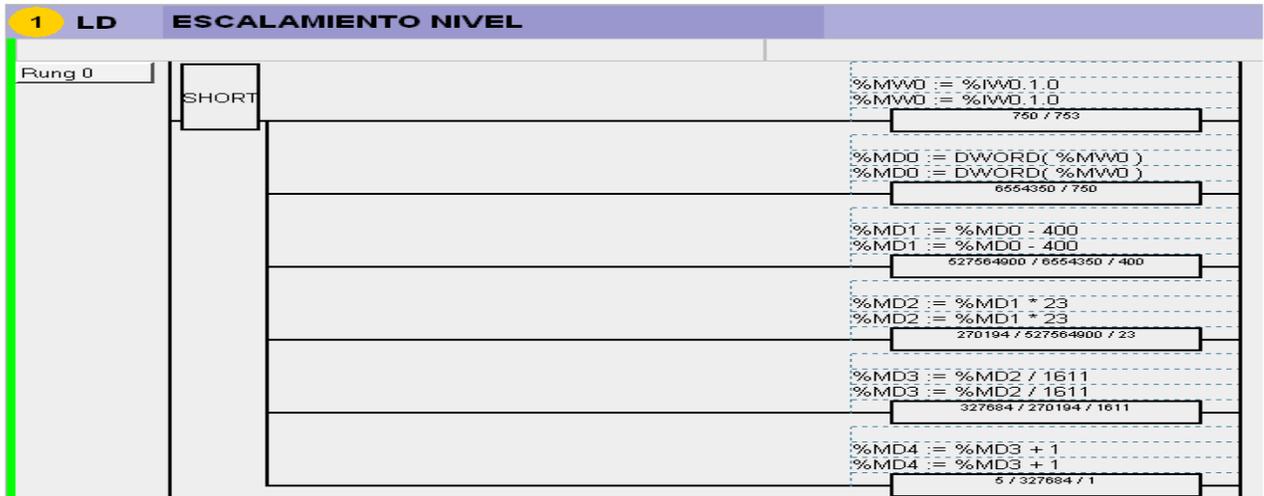


Figura 3.67 Primer bloque de programación.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza



Fotografía 3.5 Sensor de nivel.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

El segundo bloque de programación contiene la palabra de memoria %MD60 la cual dará el límite máximo al que el tanque se puede llenar dependiendo del requerimiento del proceso.

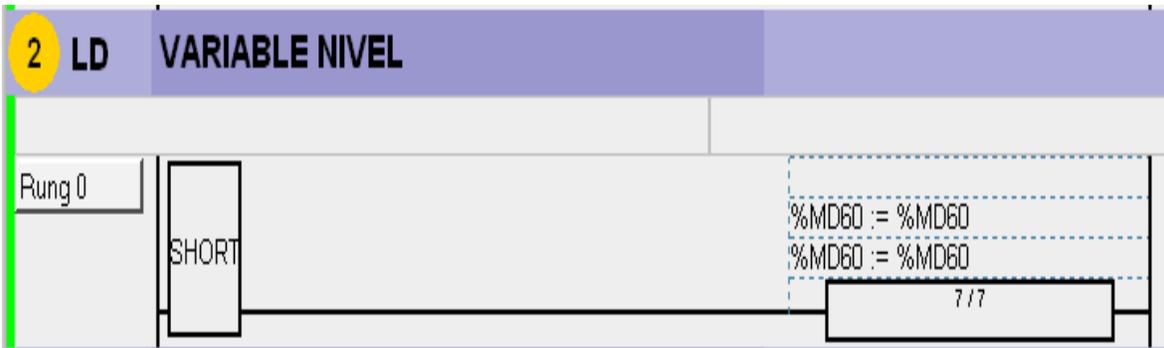


Figura 3.68 Bloque de programación 2.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

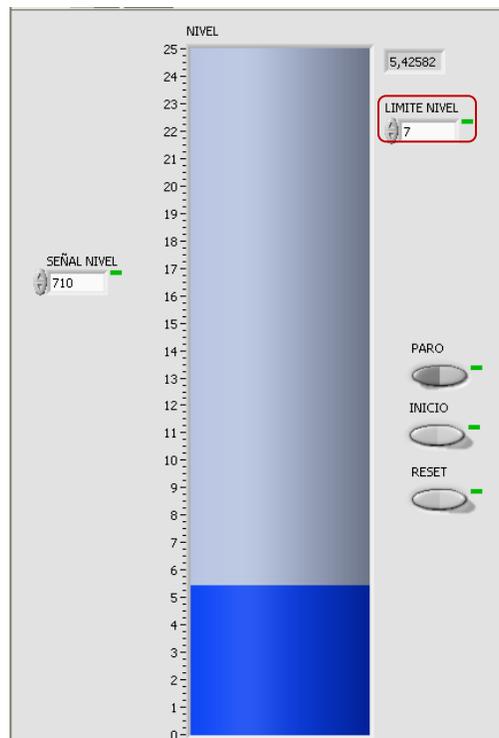


Figura 3.69 Control de la palabra %MD60 desde LABVIEW.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

En el tercer bloque de programación se encuentra la señal de temperatura y su respectivo escalamiento.

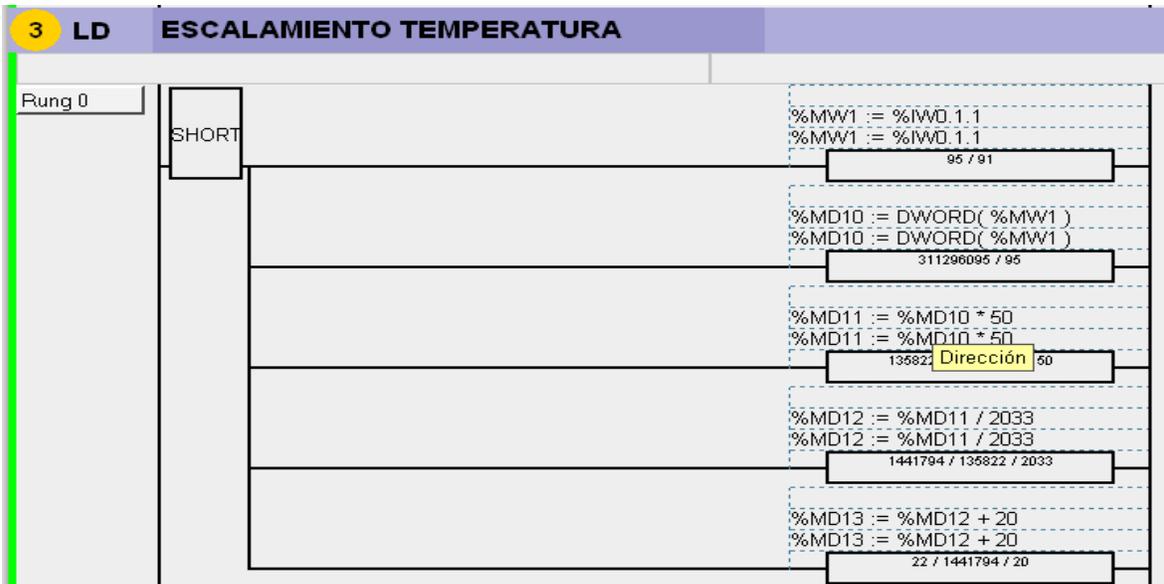


Figura 3.70 Tercer bloque de programación.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

En las siguientes figuras se describen las distintas fases del proceso de llenado del tanque, calentado del líquido, mezclado del líquido y despacho del mismo.

1. Inicio del programa: para inicializar el proceso primero cerrar el contacto de parada de emergencia desde la HMI ya que en TwidoSuite está como contacto abierto.

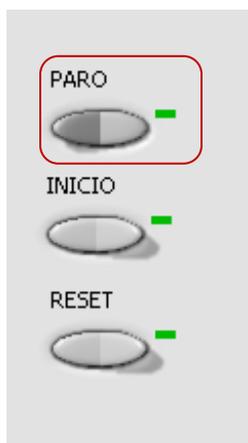


Figura 3.71 Cerrado del contacto de paro desde la HMI.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

2. Oprimiendo inicio, la bomba se enciende y %Q0.0 se activa llenando el tanque hasta en nivel predeterminado por %MD60.

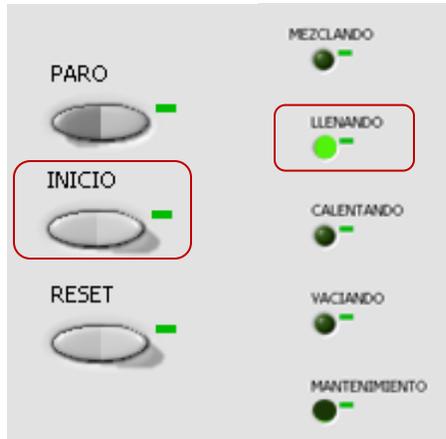


Figura 3.72 Inicio, indicador de llenado en la HMI.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa



Fotografía3.6 Tanque llenándose.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

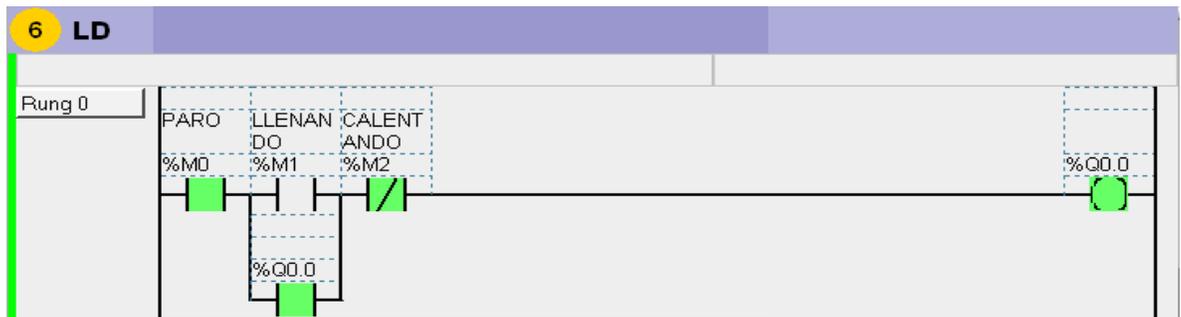
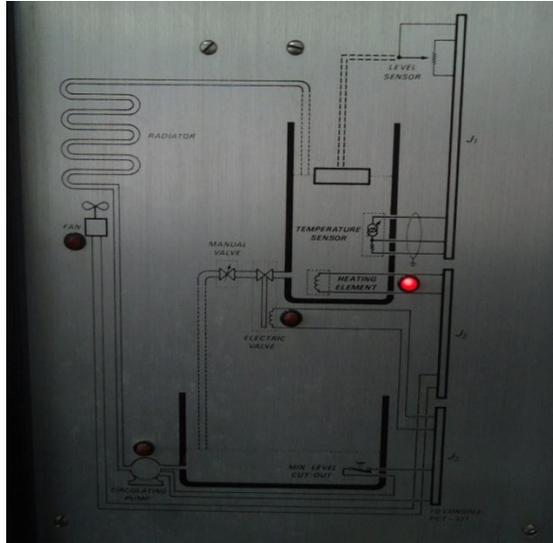


Figura 3.73 %Q0.0 activado.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3. Cuando el nivel es igual a %MD60 %Q0.0 se desenchava y %Q0.2 se activa; comenzando a calentar el líquido a la temperatura establecida en TwidoSuite.



Fotografía3.7 Niquelina encendida.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa



Figura 3.74Indicador de calentado de líquido.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

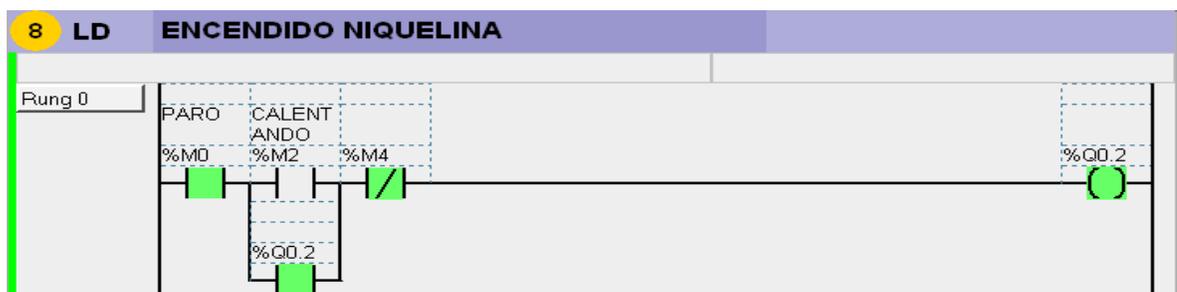


Figura 3.75 Niquelina encendida.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

4. Al obtener la temperatura deseada %Q0.2 se desactiva y %M5 se activa para que el tiempo de mezclado comience a correr.

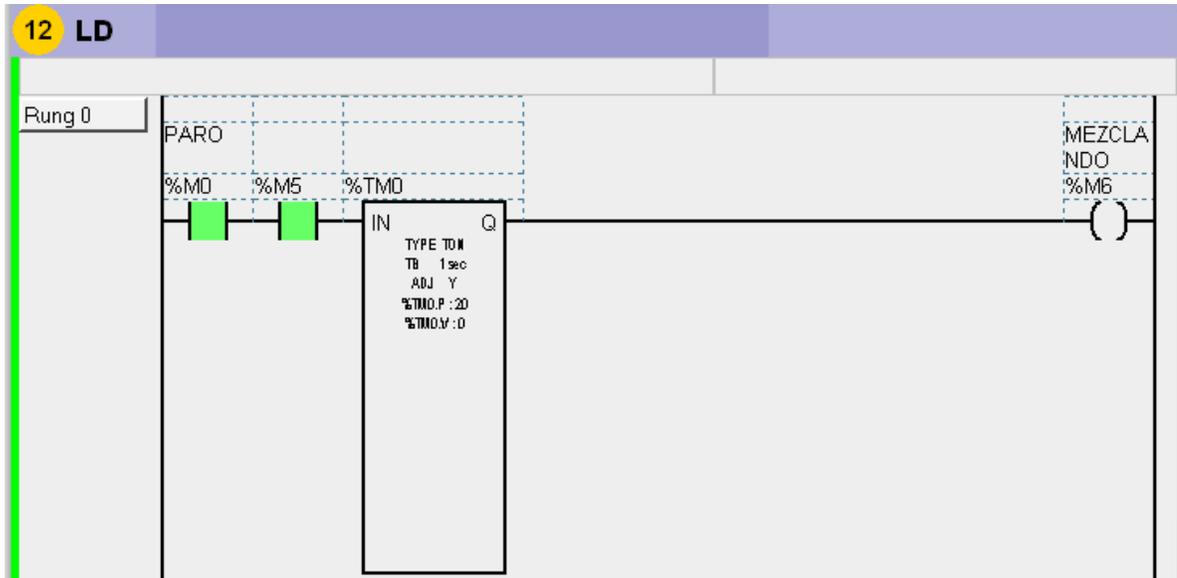


Figura 3.76 Temporizador de mezcla.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa



Figura 3.77 Indicador de mezcla.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

5. Cuando el tiempo de mezcla haya transcurrido %Q0.4 se desactiva ya que ésta tiene que permanecer activa durante todo el programa debido a que la electroválvula se activa con GND.



Fotografía 3.8 Vaciado del tanque.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

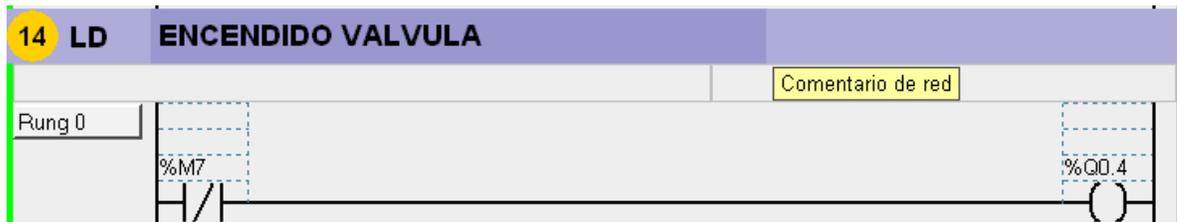


Figura 3.78 Electroválvula desactivada.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa



Figura 3.79 Indicador de vaciado.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

6. Cuando la fase de vaciado termina el programa se vuelve a repetir una y otra vez hasta que el contador se iguale y active el indicador de mantenimiento parando el proceso hasta presionar “RESET” en la HMI.

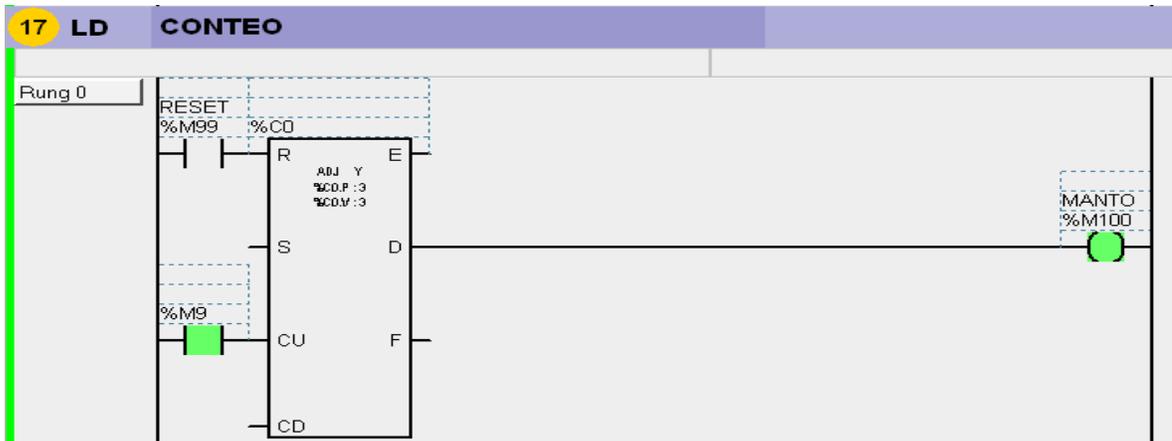


Figura 3.80 Contador igualado.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Quando el indicador de mantenimiento se active se deberá dar mantenimiento preventivo al tanque.



Figura 3.81 Indicador de mantenimiento.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Una vez finalizado el mantenimiento dar clic sobre Reset para que el proceso inicie nuevamente.



Figura 3.82 Presionar RESET.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3.9. INSTRUCTIVO PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA HMI

3.9.1. DESCRIPCIÓN

Para el desarrollo de este apartado se tomó en cuenta el funcionamiento de todos los elementos usados en la elaboración de la red, como son PLC (Twido), módulo de expansión de entradas/salidas analógicas, módulo Twido Ethernet, Switch Ethernet y la estación de nivel, con sus respectivas conexiones.

Este instructivo contiene todos los pasos necesarios para configurar correctamente el funcionamiento de la HMI.

3.9.2. ESTACIÓN DE NIVEL

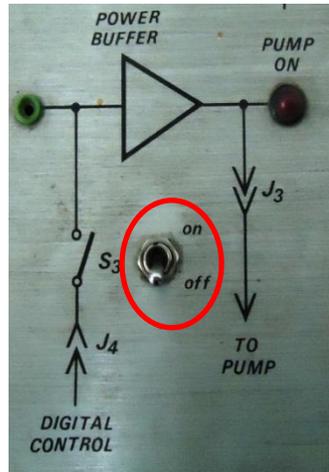
En este ítem se detalla cómo poner operativa la estación de nivel antes de ingresar sus señales al PLC.

1. Conecte los bornes terminales de la estación de nivel mediante cables como se indica en la figura 3.83.

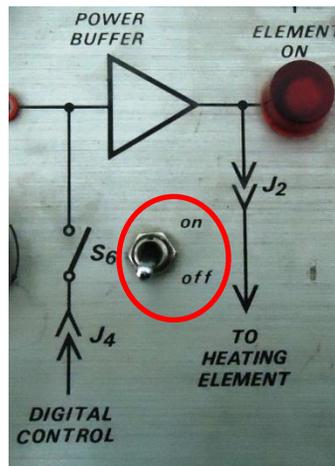


Figura 3.83 Conexión de bornes terminales de la estación de nivel.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

2. Asegúrese que los selectores de activación de la bomba S3 y la niquelina S6 se encuentren en la posición OFF como se indica en las fotografías 3.9 y 3.10.

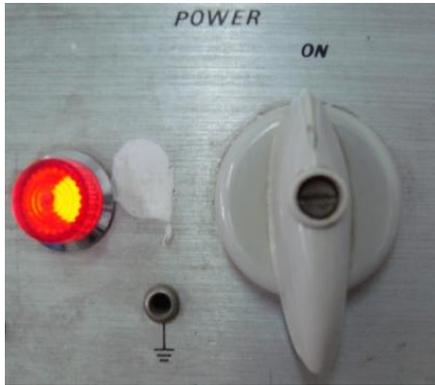


Fotografía 3.9 Selector de activación de la bomba
Realizado por: Jeynson Guanoluisa



Fotografía 3.10 Selector de activación de la niquelina
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3. Alimente el módulo de la estación de nivel con 220V y colocar el selector de encendido en la posición ON.



Fotografía 3.11 Selector de encendido de la estación de nivel
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

4. Conecte la señal de salida del sensor de nivel al acondicionador de señal para transformar una señal de corriente de 20-40mA a una señal de voltaje de 0-5V como se muestra en la figura 3.84.



Figura 3.84 Circuito estandarizador de señal
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

5. Fije el selector S3 de activación de la bomba en la posición ON en el bloque TANK FILLING CONTROL, llene el tanque desde un nivel de 0cm hasta 24cm comprobando cada uno de los valores indicados en la tabla 4.1, mida los voltajes en la bornera de salida del acondicionador de señal (figura 4.3) para poder verificar que el sensor esté correctamente calibrado. Apague el selector de activación S3 de la bomba poniendo el selector en la posición OFF. Para vaciar el tanque hay que desactivar la electroválvula. Cabe recalcar que la electroválvula se activa con GND.

Tabla 3.2 Voltajes medidos en la bornera del acondicionador de señal.

Nivel de la estación en cm	Voltaje en el sensor
1cm	1.02V
5cm	1.60V
10cm	2.29V
15cm	3.01V
20cm	3.76V
24cm	4.33V

Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

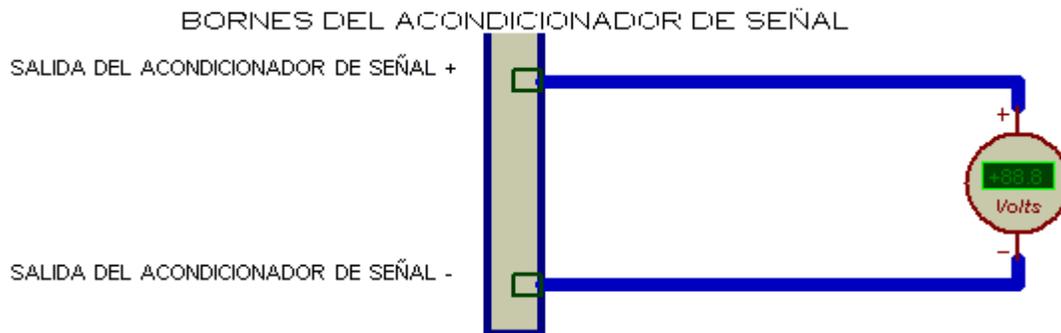


Figura 3.85 Medición de voltajes en la bornera (Señal de Nivel).

Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Nota: en caso de descalibración del sensor con el tanque de la estación vacío oprimir el botón TEACH y repita el procedimiento con el tanque lleno de tal manera que 0cm sea 0V y 24cm sea 5V aproximadamente.



Fotografía 3.12 Calibración del sensor de nivel.

Realizado por: Jeynson Guanoluisa

6. Con el tanque de la estación de nivel lleno fijar el selector S6 de activación de la niquelina en la posición ON en el bloque HEATING ELEMENT CONTROL y verifique que el voltaje suba a medida que la temperatura sube. Conecte el multímetro entre los bornes GND y señal analógica de temperatura de la estación de nivel como se muestra en la figura 3.86 o a su vez puede visualizar este parámetro junto con la temperatura en el instrumento indicador M3 del módulo.

Tabla 3.3 Voltajes medidos en el sensor de temperatura.

TEMPERATURA °C	VOLTAJE DE SALIDA DEL SENSOR
20	0V
30	1V
40	2V
50	3V
60	4V
70	5V

Realizado por: Jeynson Guanoluisa

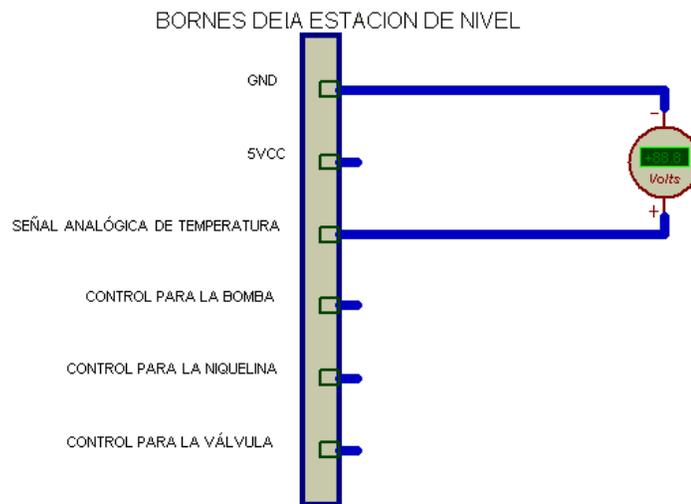


Figura 3.86 Medición de voltajes en la bornera (Señal de Temperatura).
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

7. Apague la estación de nivel para continuar con las conexiones respectivas, poner el selector en la posición OFF.

3.9.3. PLC TWIDO

En este ítem se indica cómo conectar cada uno de los elementos del PLC, la conexión de las señales de la estación en el PLC y su respectiva programación.

1. Identifique cada una las partes del PLC.

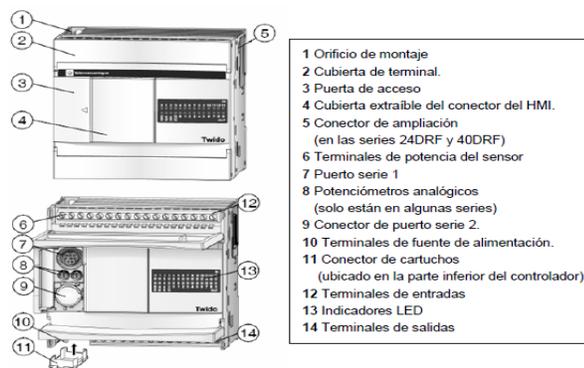


Figura 3.87 Partes del PLC TWIDO
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

2. Destape la ranura para el montaje del módulo de E/S analógicas.

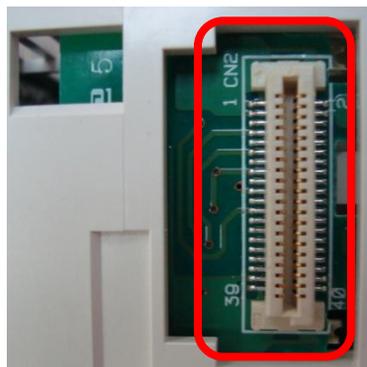


Figura 3.88 Ranura de expansión.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3. Conecte el módulo de E/S analógicas en su ranura correspondiente.



Figura 3.89 Módulo E/S analógicas.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

4. Conecte la señal del sensor de nivel el mismo que se encuentra en el acondicionador de señal al terminal \pm IN0 del módulo de E/S analógicas.

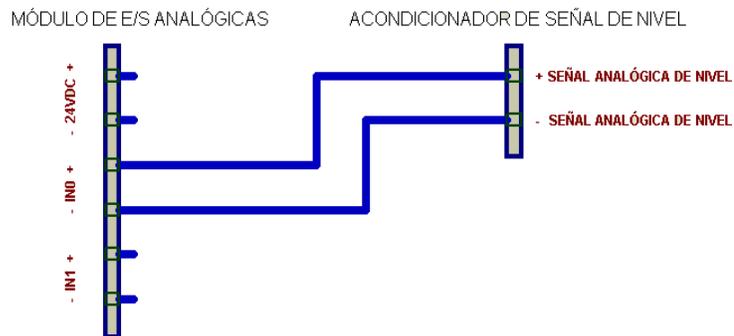


Figura 3.90 Conexión señal de nivel.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

5. Conecte el terminal \pm IN1 del módulo de E/S analógicas a la bornera de la estación de nivel (Señal analógica de temperatura).

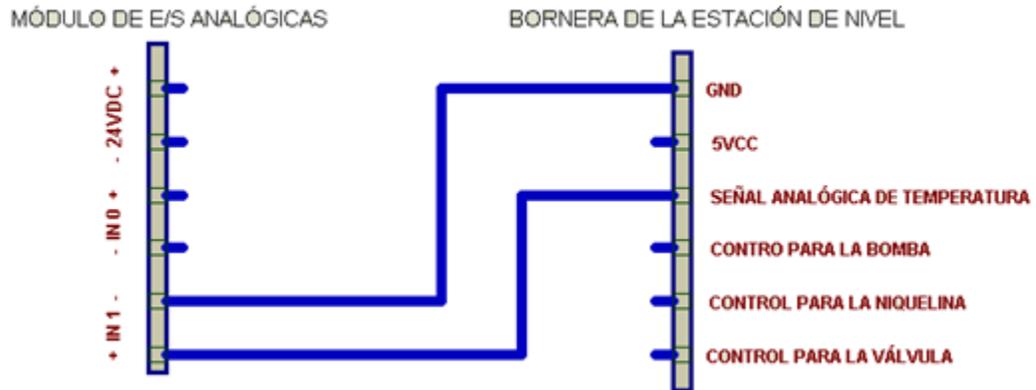


Figura 3.91 Conexión señal de temperatura.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

6. Conecte el Terminal COM 0 del PLC a 5Vcc de la bornera de la estación de nivel para activar las salidas 0, 1, 2 y 3 con 5Vcc.

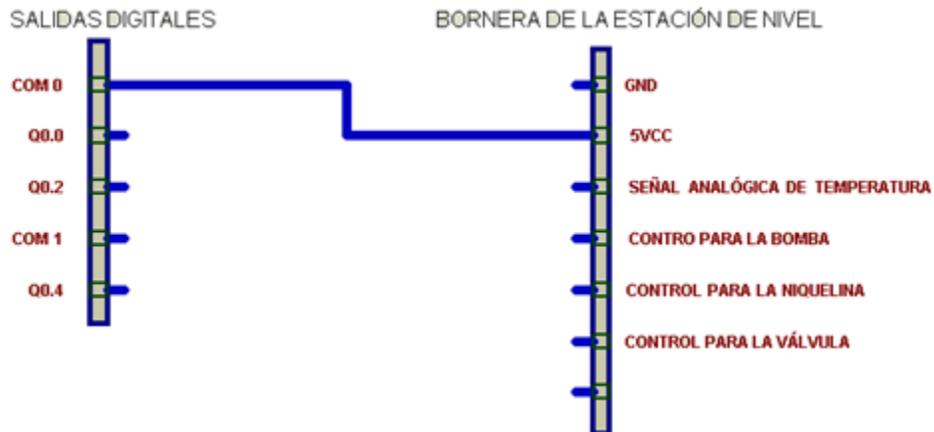


Figura 3.92 Conexión Com 0.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

7. Conecte en la salida Q0.0 el terminal control para la bomba de la bornera de la estación de nivel.

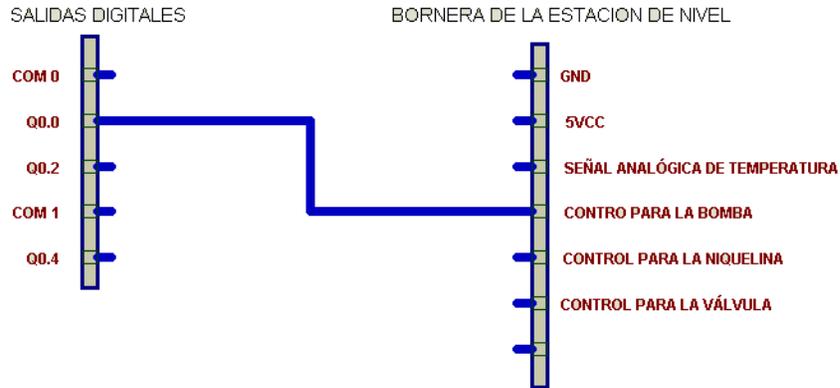


Figura 3.93 Conexión Bomba.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

- De la bornera de la estación de nivel conecte el terminal control para la niquelina a la salida Q0.2.

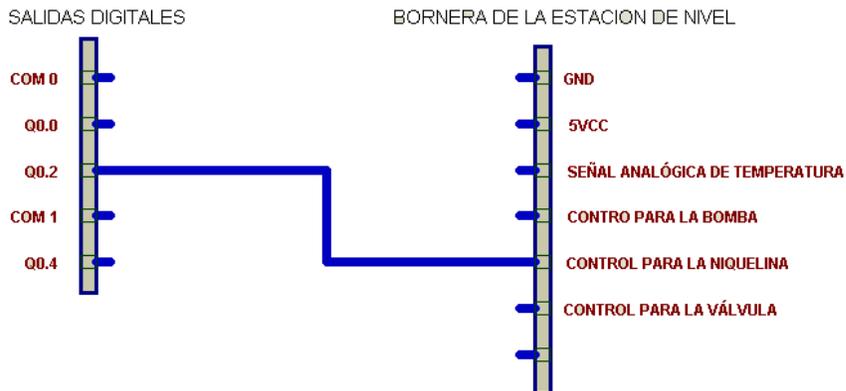


Figura 3.94 Conexión niquelina.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

- Conecte el terminal COM 1 del PLC a GND para que al activarse las salidas 4, 5, 6 y 7 estén conectados a GND.



Figura 3.95 Conexión Com 1.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

10. Conecte a la salida Q0.4 al terminal control para la válvula. Cabe recalcar que la válvula se activa con GND.

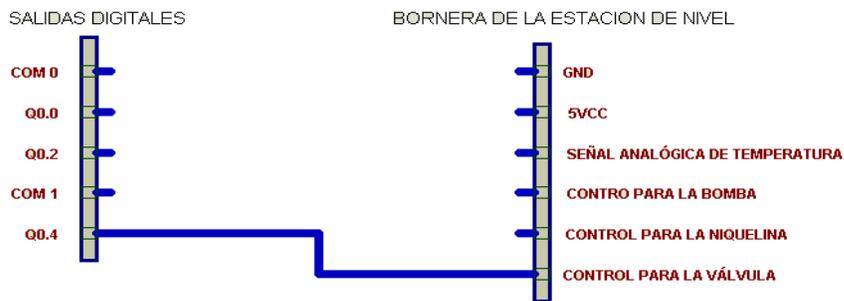


Figura 3.96 Conexión válvula.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

11. Conecte la fuente de alimentación de 24Vcc a los terminales de alimentación del módulo de E/S analógicas del PLC.

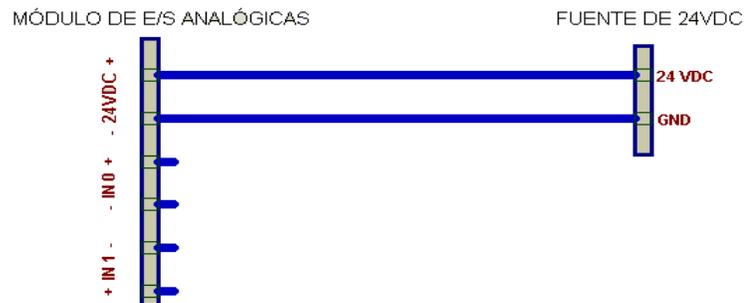


Figura 3.97 Alimentación del módulo.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

12. Identifique la línea y neutro del PLC para alimentarla con 120V una vez que haya concluido con el montaje.

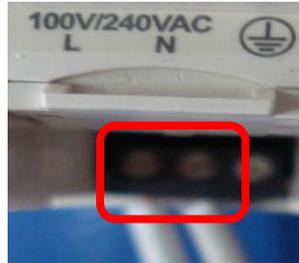


Figura 3.98 Conexión L y N.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

13. Conecte el PLC con el computador usando el cable de transmisión serial para programar las configuraciones respectivas y transferirlas por primera vez.

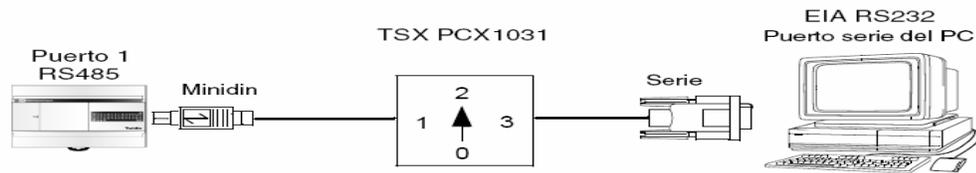


Figura 3.99 Comunicación serial.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

14. Una vez realizadas las conexiones correctamente, proceder a energizar todos los elementos.

15. Abrir el software Twido Suite y dar clic en el icono programación para ingresar al programa.

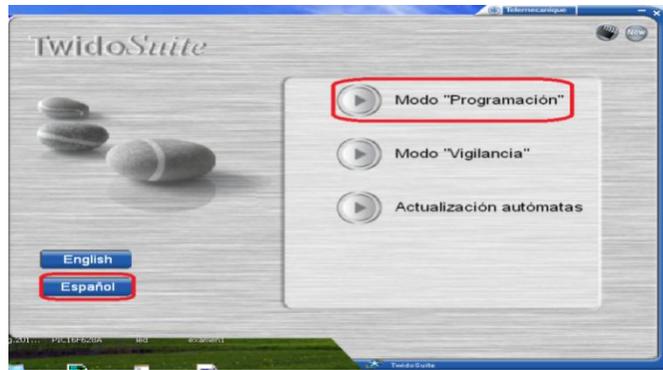


Figura 3.100 Ventana de inicio de TwidoSuite.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

16. Selección: Abrir un proyecto, Clic sobre disco.

Seleccione ETHERNET TESIS y clic sobre abrir.

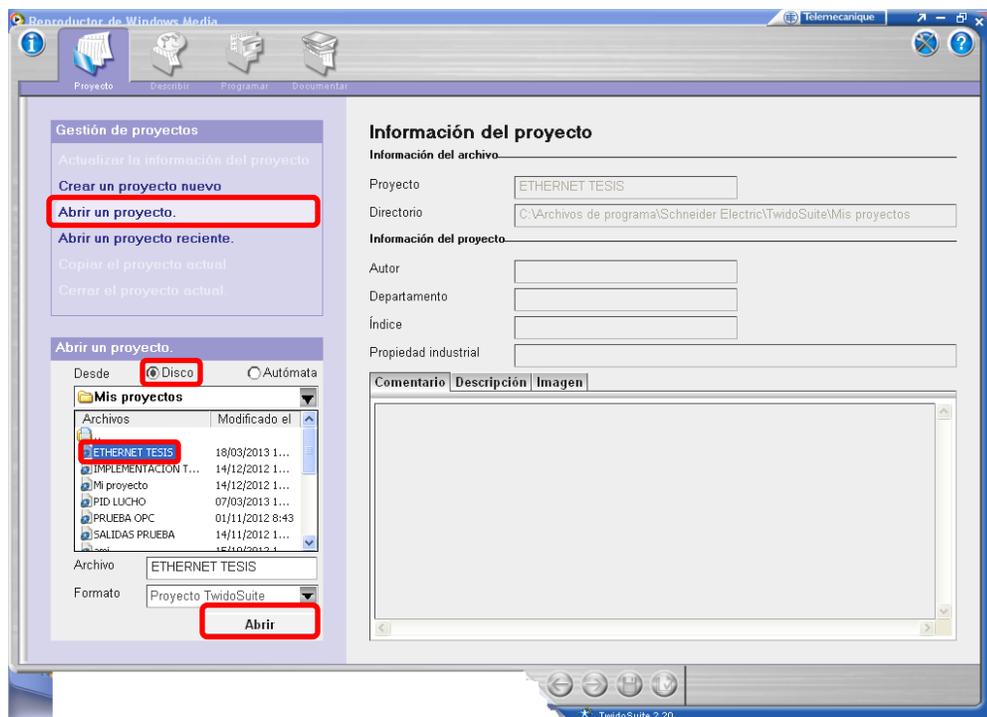


Figura 3.101 Abrir un programa.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

17. De clic sobre el icono programar ubicado en la parte superior de la ventana del programa, dando clic sobre depurar para transferir el programa por

primera vez, siga los pasos que se muestran a continuación en la figura 3.101 y 3.102.

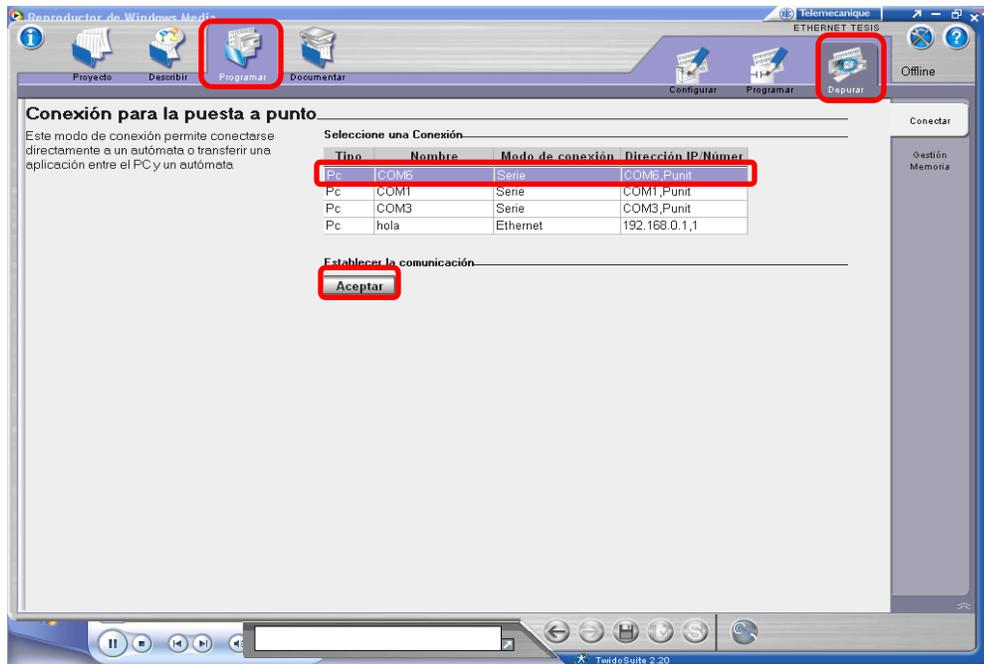


Figura 3.102 Depurar un programa.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

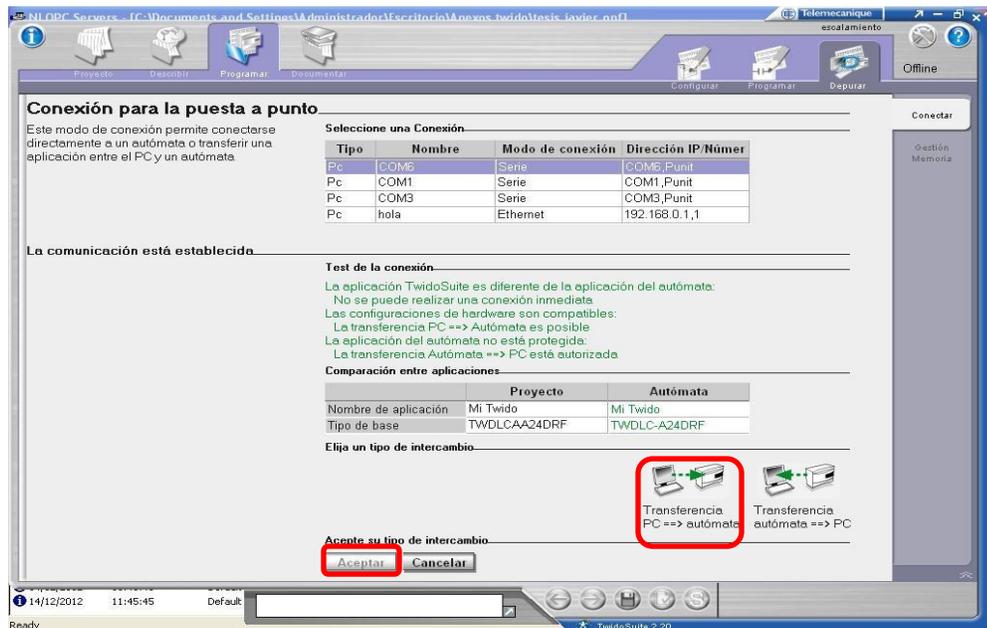


Figura 3.103 Transferir el programa.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

NOTA: En el caso de que el programa no se encuentre guardado en el computador refiérase al ANEXO A y ANEXO B del proyecto de grado.

18. Desconecte el cable de transmisión serial del PLC, para mayor seguridad desenergice el PLC y apague la estación de nivel, realice la comunicación mediante el módulo de comunicación Ethernet con el PLC energizado.

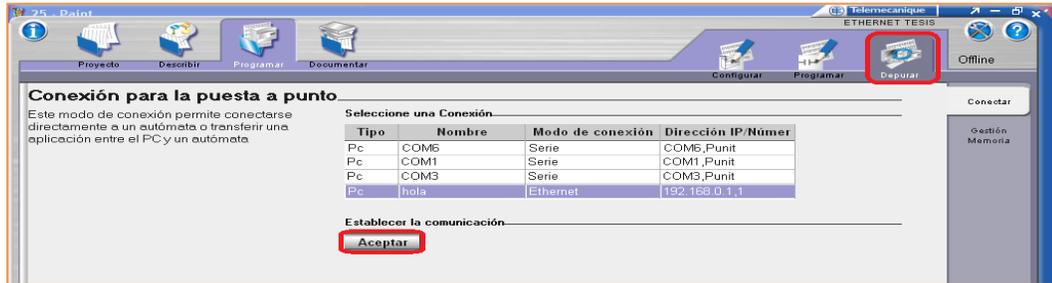


Figura 3.104 Transferencia por Ethernet.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

19. Ponga en RUN el PLC para poder verificar los datos adquiridos y en caso de haber alguna descalibración en la señal de los sensores, realice las respectivas acciones correctivas en el programa para solucionar este problema.



Figura 3.105 Ventana de ejecución.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

20. Una vez que se analizaron los datos de entrada, proceda a verificar la lógica de programación, que todos los valores se almacenen en las memorias correspondientes y que las marcas se activen con normalidad.

21. Ponga el PLC en modo STOP desconecte la comunicación y programe la HMI en LABVIEW.

3.9.4. SISTEMA HMI EN LABVIEW

1. Verifique que el demo del programa OPC Server no haya expirado, en caso de que el demo ha expirado simplemente vaya al programa ubicado en el menú inicio ábralo, ciérrelo y vuélvalo a abrir y automáticamente el demo de OPC se activará.
2. Vaya al menú inicio y abra LABVIEW de clic en file, open, ubíquese en el disco C seleccione documents and seting, administrador, escritorio, tesis jey y abra Nivel Jeyson.

Nota: en caso de que el programa no se encuentre guardado en la computadora refiérase al ANEXO C del proyecto de grado.

3. Antes de poner el programa de LABVIEW en RUN vaya al menú de inicio e ingrese a OPC Server, cierre el OPC que se encuentre abierto y de clic en file, open, ubique se en el disco C y seleccione documents and setting, administrador, escritorio y abra PRUEBA OPC.

Nota: en caso de que el programa no se encuentre guardado en el computador refiérase al ANEXO D del proyecto de grado.

4. Ponga en RUN el programa en LABVIEW y verifique que los datos adquiridos por el PLC se visualicen correctamente en los indicadores numéricos previamente direccionados con los tags de OPC SERVER.
5. De clic sobre PLAY para cerrar la marca %M0 y permitir que se ejecute el programa, este pulsador también puede ser usado como un pulsador de paro de emergencia.

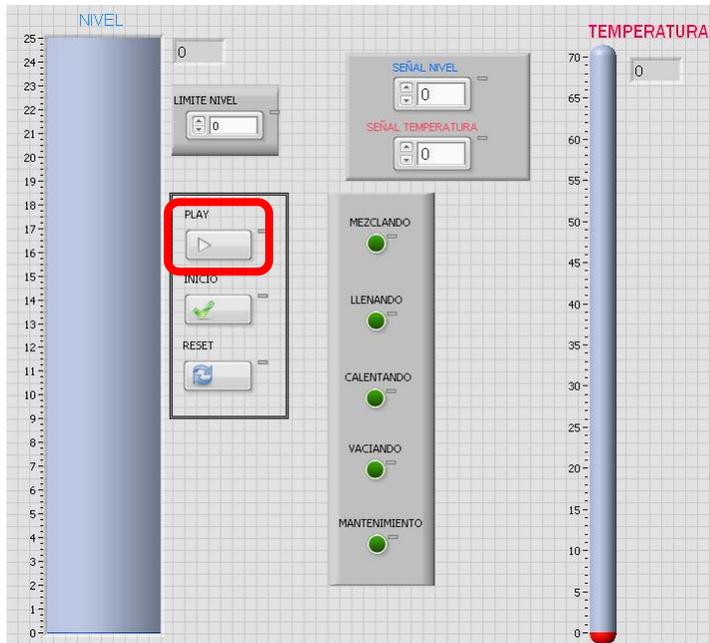


Figura 3.106 Run en el sistema HMI en LABVIEW.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

- Determine el límite máximo de líquido al que se debe llenar el tanque no mayor a 24.

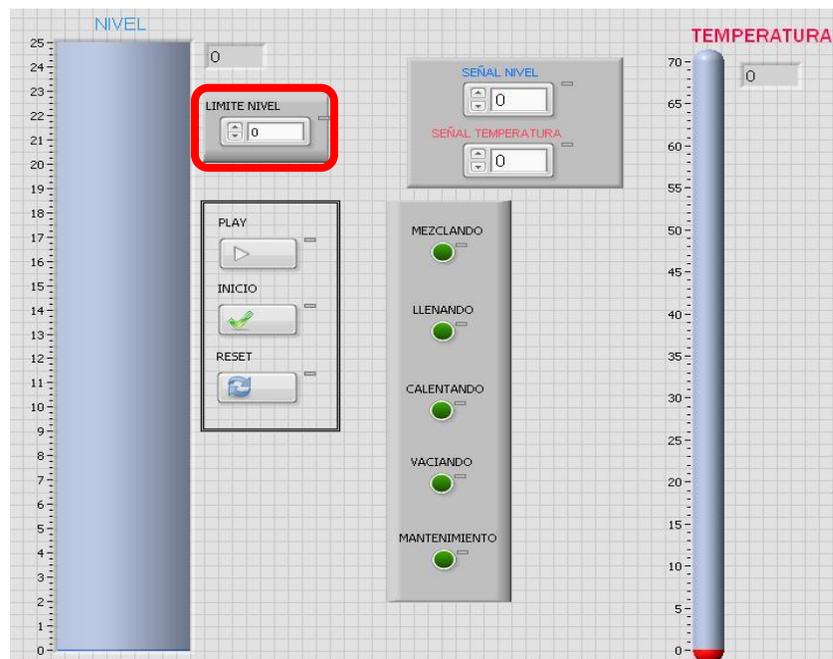


Figura 3.107 Límite máximo de llenado del tanque.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

- De clic sobre el pulsador INICIO para que el programa entre en funcionamiento y el proceso empiece a trabajar.

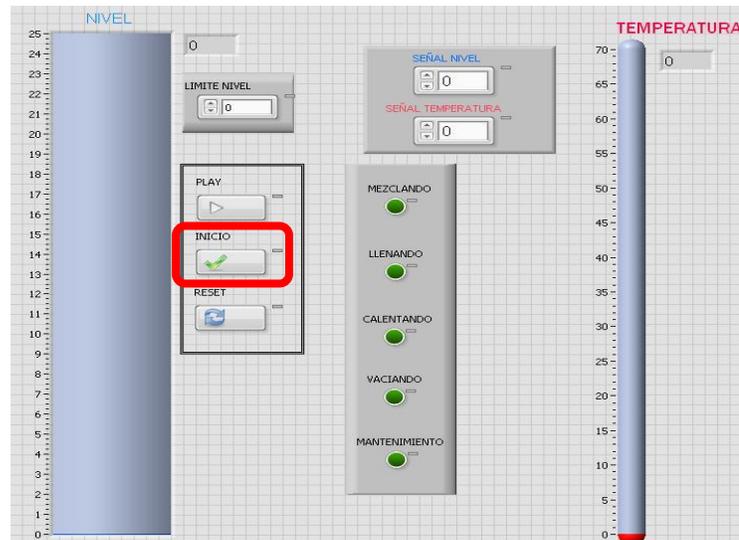


Figura 3.108 Inicio de programa.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

- Una vez que se realice todos los ciclos de trabajo, el proceso necesitará de mantenimiento preventivo cuando el indicador se encienda de clic en RESET.
- Luego de que se haya dado el mantenimiento preventivo se debe resetear el programa para que empiece a trabajar nuevamente.

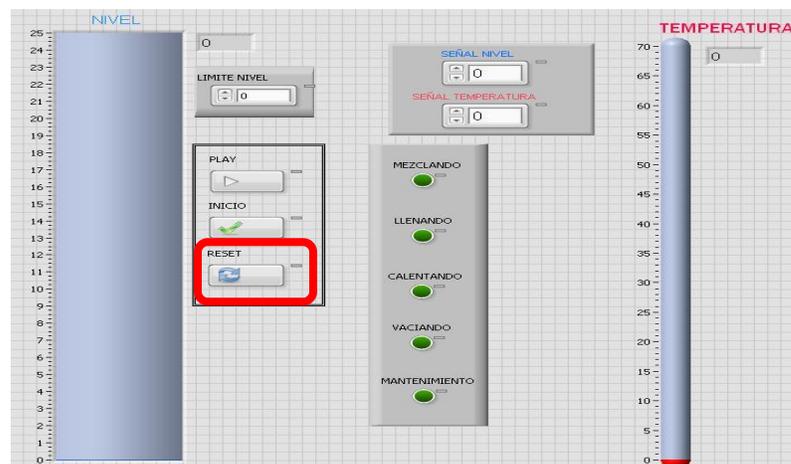


Figura 3.109 Reset para reinicio automático del proceso.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

10. De darse el caso que el sistema se detenga por haberse suscitado una emergencia, es necesario pulsar el botón Reset para que los datos de los controles vuelvan a su estado inicial “cero” y de esta manera el sistema entienda que vuelve a trabajar desde el inicio esto se debe a que el programa entiende un paro de emergencia como mantenimiento del proceso para mayor seguridad.

3.9.5. RED ETHERNET

Una vez programado el PLC y diseñada la HMI se procede a implementar la red para el control y monitoreo de la estación de nivel.

1. Configure las IP's de las PC's que formarán parte de la red de control y monitoreo, para esto ubique el panel de control; redes e internet; conexiones de red; propiedades de conexión de red de área local y protocolo de internet TCP/IP.
2. En la ventana de propiedades de protocolo internet TCP/IP introduzca las direcciones de cada máquina que formarían parte de la red como se muestra a continuación:

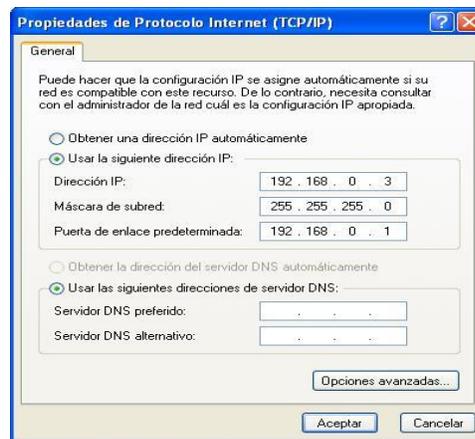


Figura 3.110 Configuración de direcciones IP.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3. Ya configuradas las IP para cada PC se procede a montar la red conectando todas las PC's a un switch.



Figura 3.111 Conexión de las PC's al switch.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

4. Para comprobar que existe comunicación en la red oprima las teclas Windows + R, introduzca CMD en la ventana y escriba PING con la dirección IP de cualquier PC que haya configurado antes y que pertenezca a la red; pulsé Enter y compruebe que exista comunicación, como se muestra a continuación.

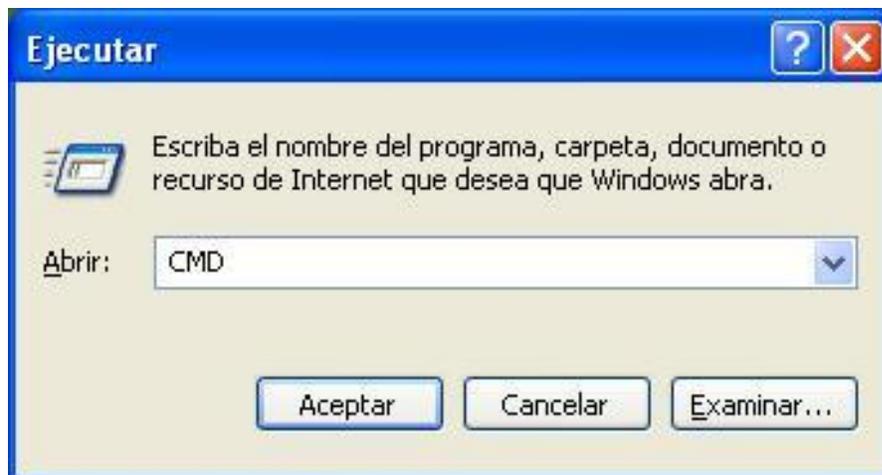


Figura 3.112 Windows + R.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

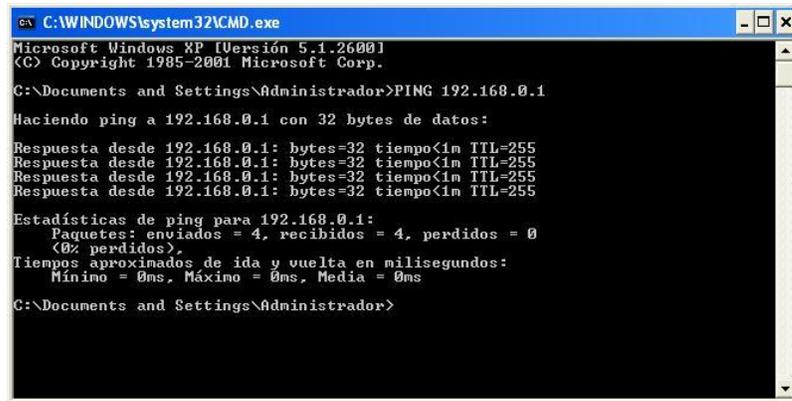


Figura 3.113 Comunicación en la red.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3.9.6. SUBIR LA HMI A LA RED.

Este proceso se realizará sólo desde la PC que contenga el programa principal en LABVIEW y se visualizará en los clientes mediante la red, a continuación se indica cómo realizar este procedimiento.

1. Buscando la dirección donde se guardó la página web se procede a dar doble clic en la que contiene el programa de la HMI para la red.

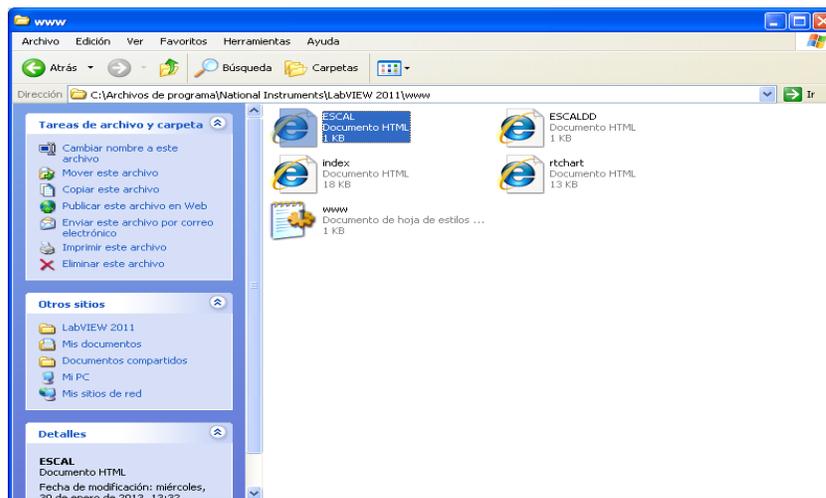


Figura 3.114 Carpeta contenedora de la web page.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

El programa base de LABVIEW debe estar abierto.

2. Ya abierta la página web, en la barra de dirección del explorador de internet Explorer se introduce la siguiente dirección: `http://pc7:8000//escal.html` la misma que anteriormente fue creada gracias a la herramienta de LABVIEW web server.



Figura 3.115 Generando la web page.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Nota: en caso de que el programa no se encuentre guardado en la computadora referirse al ANEXO E del proyecto de grado.

Para abrir la página en todas las PC que forman parte de la red se debe abrir el explorador e introducir la dirección anteriormente mencionada.

3. Para poner en RUN el programa se lo puede hacer desde el programa base o desde cualquiera de los clientes en la red pidiendo primero permiso al servidor así controla el proceso desde cualquier parte de la red.

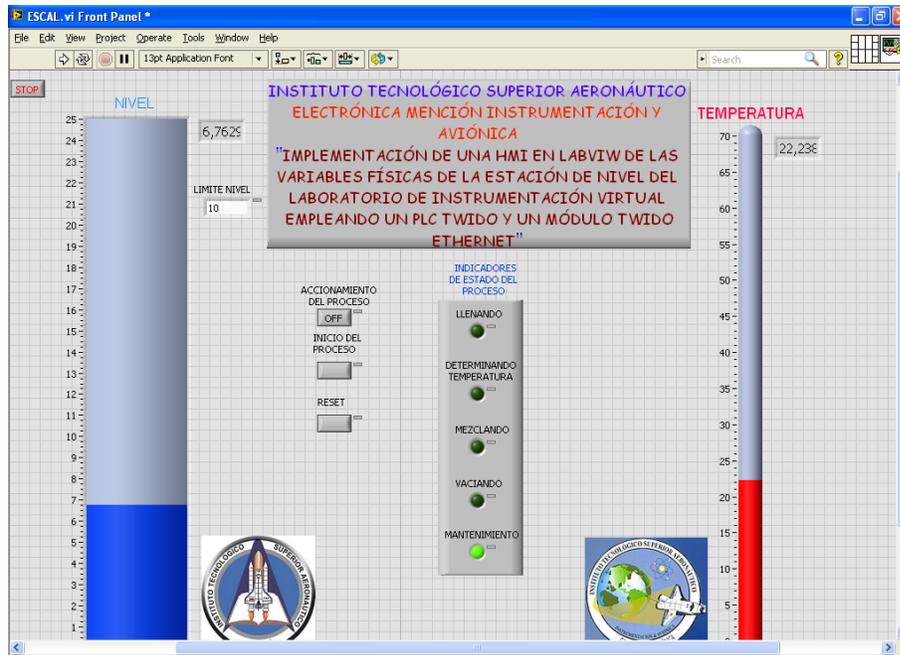


Figura 3.116 RUN desde el programa base.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

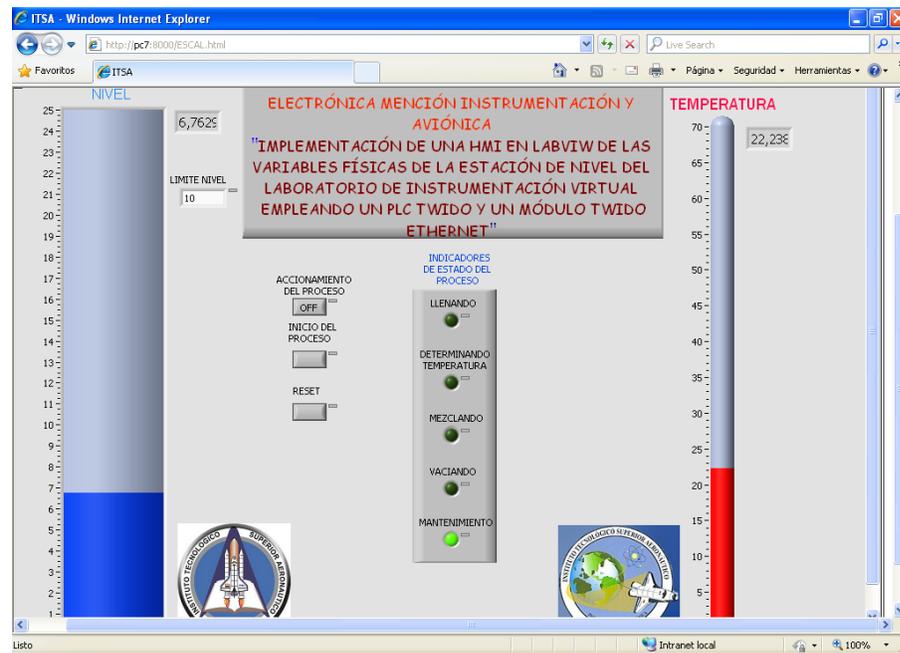


Figura 3.117 RUN desde cualquier cliente.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

3.10. GASTOS REALIZADOS

3.10.1. GASTOS PRIMARIOS

Los costos primarios para el desarrollo del trabajo de grado se detallan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 3.4 Gastos primarios

ELEMENTOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PlcTwidoTWDLCAA24DRF	1	603.75	603.75
Analog I/O TM2AMM3HT	1	260	260
Módulo ETHERNET	1	350	350
Swich Ethernet de 8 puertos	1	80	80
Cable TSX PCX 1031	1	195.69	195.69
Fuente externa de 24Vcc	1	40	40
Cables de red	8	5	40
Total			1569.44

Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3.10.2. GASTOS SECUNDARIOS

Tabla 3.5 Gastos secundarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR
Derecho de asesor	1	120
Obtención de información de Internet (horas)	25	45
Tinta de impresiones	6	42
Gastos varios	varios	40
TOTAL		247

Realiza por: Jeynson Guanoluisa

3.10.3. GASTO TOTAL

El valor total del presupuesto es igual a la suma de los costos primarios más los costos secundarios.

Tabla 3.6 Gasto total

COSTOS	VALOR
Costo primario	1569.44
Costo secundario	247
TOTAL	1816.44

Realizado por: Jeynson Guanoluisa

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se desarrolló una red que permite monitorear y controlar las variables físicas de una estación de nivel mediante una HMI con mayor velocidad gracias a las prestaciones de las redes Ethernet.
- Las aplicaciones de Ethernet brindan mayor flexibilidad a la hora de adquirir señales con mayor velocidad y sin entrar en conflicto con otros programas que estén en uso y en contacto con el programa mismo.
- Con la comunicación Ethernet se puede trabajar con todos los programas que intervienen en el control y monitoreo de procesos sin que exista ningún conflicto cuando estos trabajen a la vez.
- El programa TwidoSuite permite al programador trabajar con mucha facilidad gracias a que este es un programa muy amigable y no necesita conocimientos avanzados.
- El software LABVIEW es una interface gráfica que permite el monitoreo y control de procesos gracias a que este software trabaja con instrumentos virtuales.
- Una interface HMI es un eslabón entre el operador y el control de máquinas y procesos mediante estaciones gráficas (computadoras).
- OPCSERVER es un software que permite una interface de comunicación entre dos programas distintos indispensable para la creación de una HMI, este software permite direccionar contactos, máscaras y memorias desde TwidoSuite (programador del PLC TWIDO) y usarlas en LABVIEW.

- Una red intranet permite controlar y monitorear un proceso desde cualquier estación que está asociada a esta red permitiendo así al usuario del proceso conocer el estado en el que se encuentra el mismo.
- LABVIEW consta con una herramienta fundamental a la hora de trabajar con una red que permita controlar y monitorear procesos a esta herramienta se la conoce como Web Server.

4.2. RECOMENDACIONES.

- Seguir cada una de las instrucciones de los manuales de instalación del usuario cuando se adquiere un equipo nuevo para evitar posibles daños tanto al equipo como al personal que los instala.
- Trabajar siempre con los equipos sin energizarlos y asegurarse que toda conexión este bien hecha antes de proceder a encenderlos así alargamos la vida útil del equipo.
- Alimentar los equipos con los voltajes requeridos en los datos de placa que proporciona el fabricante y vienen inhibidos en el mismo equipo.
- Si se trabaja con equipos que requieran activarse con GND debemos mantenerlos siempre conectados ya que los equipos se pueden dañar debido a que se mantendrá en funcionamiento si estos no están debidamente conectados a GND.
- Asegurarse de que los datos tomados de los sensores mediante el PLC sean reales ya que de esto depende un buen funcionamiento del programa.
- Si se requiere de un escalamiento es necesario realizar un buen cálculo con los valores y contar con una ecuación la cual permita acercarse más al valor real.
- El control y monitoreo de procesos mediante comunicación serial crea muchos conflictos con los programas que estén asociados a este por lo que esta comunicación solo permite trabajar con un solo programa a la vez.

- Debido al tamaño de los bits es necesario transformar memorias de tipo Word en memorias de tipo DobleWord, gracias a estas se pueden adquirir datos mayores a 16 bits.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ASCII: Código estándar americano para el intercambio de información (del inglés “American Standard Code for Information Interchange”). Protocolo de comunicación que representa caracteres alfanuméricos, incluidos números, letras y algunos caracteres gráficos y de control.

Autómata compacto: Tipo de autómata Twido que proporciona una configuración simple e integrada con ampliación limitada. Modular es el otro tipo de autómata Twido.

BIT: Es el acrónimo Binary digit (dígito binario). Un bit es un dígito del sistema de numeración binario. Mientras que en el sistema de numeración decimal se usan diez dígitos, en el binario se usan sólo dos dígitos, el 0 y el 1. Un bit o dígito binario puede representar uno de esos dos valores, 0 ó 1.

BYTE: Es una unidad de información utilizada como un múltiplo del bit. Equivale a 8 bits.

CANOPEN: Es un protocolo de nivel superior que se emplea en redes de automatización. Está basado en la capa de aplicación CAN (CAL) de conformidad con la norma CiA DS 301 (EN 50325-4).

Cartucho de memoria: Cartuchos de memoria de copia de seguridad opcionales que pueden utilizarse para realizar una copia de seguridad y restaurar una aplicación (datos de configuración y programa). Hay dos tamaños disponibles: 32 y 64 KB.

CODIFICACION: Es una forma de hacer abstracción a partir de los datos existentes en sus recursos para construir un mayor entendimiento de las fuerzas que intervienen.

CÓDIGO BINARIO: Es el sistema de representación de textos, o procesadores de instrucciones de computadora utilizando el sistema binario (sistema numérico de dos dígitos, o bit: el “0” (cerrado) y el “1” (abierto)).

ETHERNET: Ethernet es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por contienda CSMA/CD. CSMA/CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones. El nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

GRAFSET: Es un grafo o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. Inicialmente fue propuesto para documentar la etapa secuencial de los sistemas de control de procesos a eventos discretos. No fue concebido como un lenguaje de programación de autómatas, sino un tipo de Grafo para elaborar el modelo pensando en la ejecución directa del automatismo o programa de autómatas.

HMI: Interface Humano Maquina.

IP: El modelo TCP/IP, describe un conjunto de guías generales de diseño e implementación de protocolos de red específicos para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red. TCP/IP provee conectividad de extremo a extremo especificando como los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario. Existen protocolos para los diferentes tipos de servicios de comunicación entre equipos

Intranet: es una red de ordenadores privados que utiliza tecnología Internet para compartir dentro de una organización parte de sus sistemas de información y sistemas operacionales. El término intranet se utiliza en oposición a Internet, una red entre organizaciones, haciendo referencia por el contrario a una red comprendida en el ámbito de una organización.

LENGUAJE LADDER: También denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

Módulos de E/S de ampliación: Módulos de E/S de ampliación opcionales disponibles para agregar puntos de E/S a un autómata Twido. (No todos los modelos del autómata permiten la ampliación.)

MAGNITUD: es una propiedad o cualidad medible de un sistema físico, es decir, a la que se le pueden asignar distintos valores como resultado de una medición.

PLC: Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

SENSOR: es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Switch: Un conmutador o switch es un dispositivo digital lógico de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red

Twido: Línea de autómatas de Schneider Electric compuesta por dos tipos de autómatas (compacto y modular), módulos de ampliación para agregar puntos de E/S y opciones como reloj de tiempo real, comunicaciones, monitor de operación y cartuchos de memoria de copia de seguridad.

TwidoSuite: Software de desarrollo gráfico de Windows de 32 bits para configurar y programar autómatas Twido.

Variable: Entidad de memoria del tipo BOOL, WORD, DWORD, etc., cuyos contenidos se pueden modificar desde el programa durante su ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

PÁGINAS WEB

- http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf
- <http://www.elmatik.ee/info/kasutusjuhendid/TWIDO%20Hardware%20Reference%20Guide%20V2.5.pdf>
- <http://www.sincro-sur.com.ar/descargas/SCHNEIDER/Automata%20Programable%20Twido.pdf>
- <http://ebookbrowse.com/infoplc-net-manual-twido-bloques-predef-pdf-d328236425>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/PLC>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/123ikipedi>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/ip>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/swich>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/intranet>
- <http://es.answer.yahoo.com/question/index?qid=20090612190926AA3BCZ5>
- <http://www.estoesmarketing.com/internet/como%20crear%20una%20intranet.pdf>
- <http://Intranet-Wikipedia.laenciclopedia.libre.htm>
- http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf
- <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABeEkAl/manual-twido>
- <http://static.schneiderelectric.us/docs/Machine%20Control/Automation%20Components%20Links/Twido/DIA3ED2041102EN.pdf>
- <http://www.slideshare.net/MagdaDiaz/twido-basico1>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>
- http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf
- <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>
- <http://www.matrikonopc.es/opc-servidor/index.aspx>
- [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/8589f307e0be08b2c125723300392640/\\$file/2cdc125023m0201.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/8589f307e0be08b2c125723300392640/$file/2cdc125023m0201.pdf)

ANEXOS

ANEXO A

1. Para configurar el hardware twido hacer clic sobre el icono “Describir”.



Figura 3.16 Icono describir.

Fuente: http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Twido.pdf

En el panel de catálogo de productos seleccionar bases, compactos y pulsando sobre el Controlador Compacto TWDLCAA24DRF arrastrar hacia la región del panel gráfico agregando el elemento al hardware.

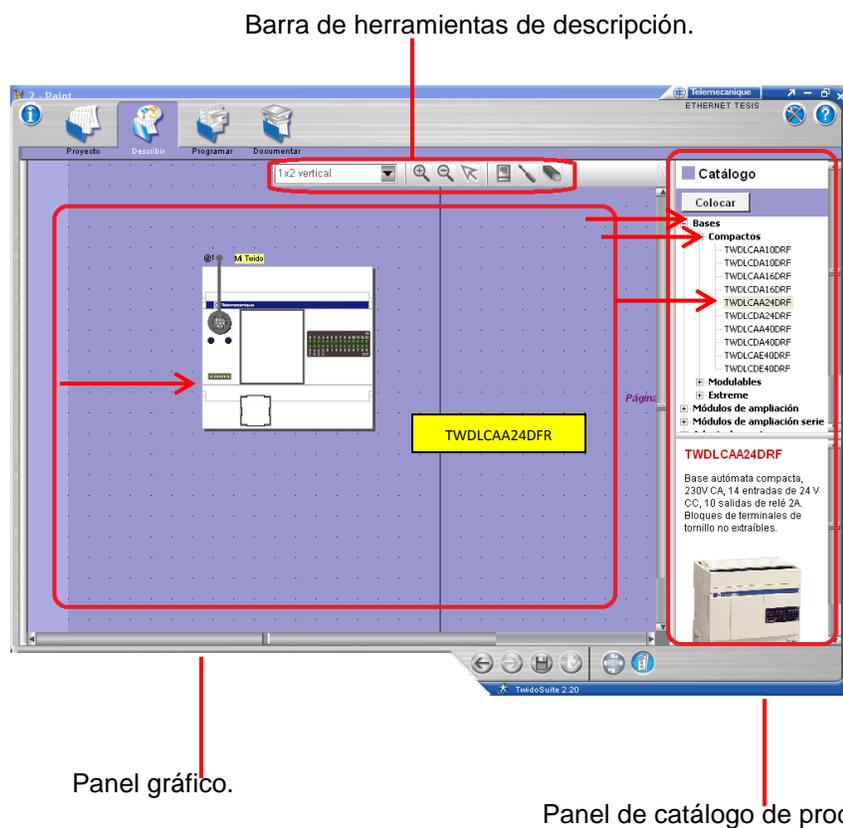


Figura 3.17 Ventana de configuración de Hardware “Describir” Selección de controlador compacto.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

2. Una vez seleccionado el Controlador Compacto TWDLCAA24DFR se insertará el módulo de ampliación TM2AMM3HT y la interface Ethernet con sus respectivas configuraciones como se muestra a continuación.

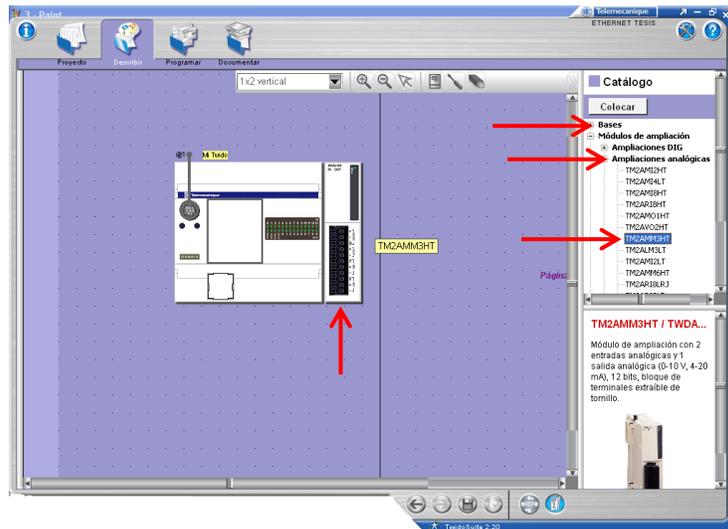


Figura 3.18 Selección de módulo de ampliación.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

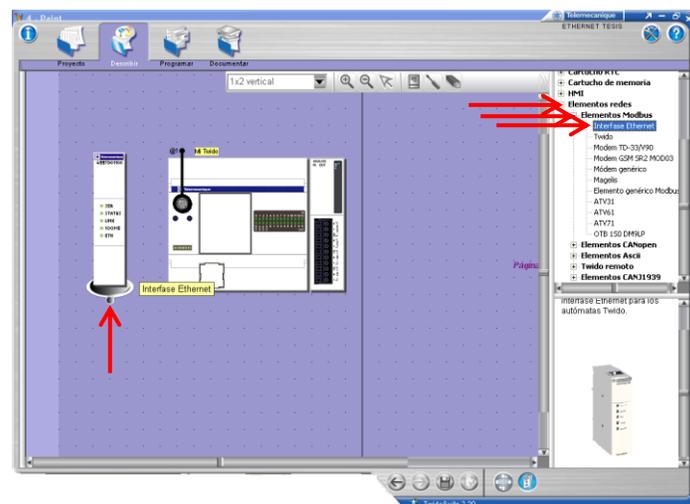


Figura 3.19 Selección la interface Ethernet.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Para configurar los elementos anteriormente seleccionados se da doble clic sobre los mismos, y se procede a introducir las siguientes características.

3. En el módulo de ampliación habilitar las entradas analógicas con un rango de 0-10V.

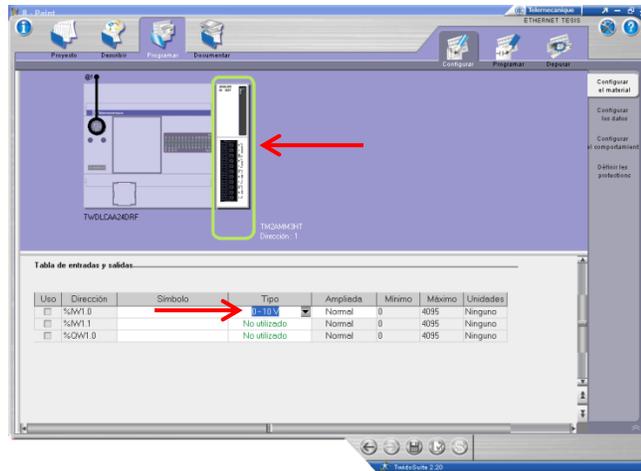


Figura 3.20 Configuración del módulo de ampliación.
Realizado por: Jeyson Guanoluiza.

4. Configurar y crear la interface Ethernet como se muestra a continuación en los gráficos.
Configure la dirección IP para la comunicación del automático y la PC.

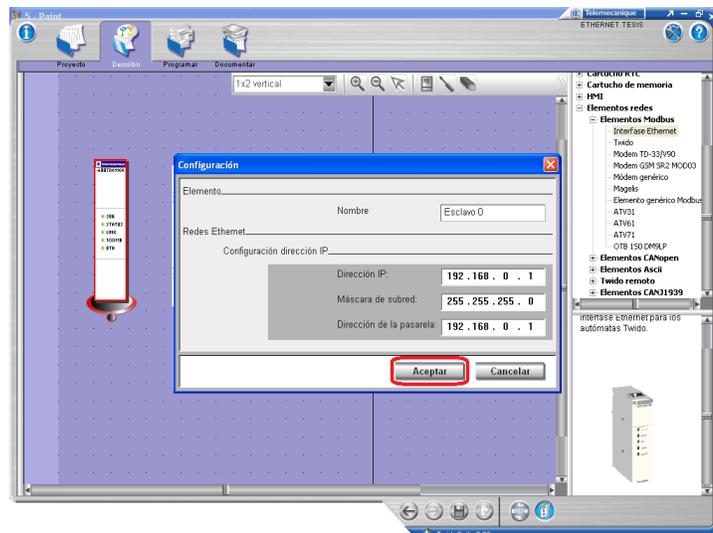


Figura 3.21 Configuración de la IP.
Realizado por: Jeyson Guanoluiza

Configure el Puerto de comunicación del autómatas como Modbus.

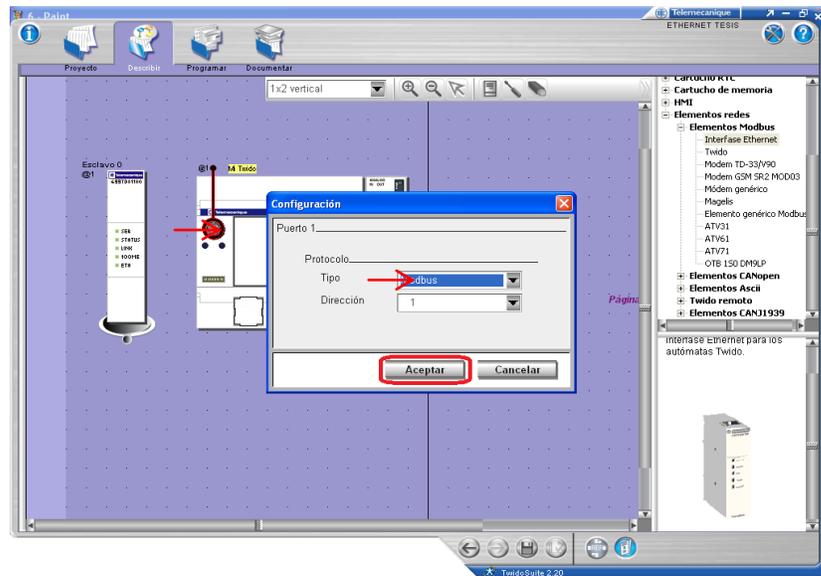


Figura 3.22 Configuración del puerto de comunicación.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

Configure los parámetros de comunicación como se muestra en la figura 3.23.

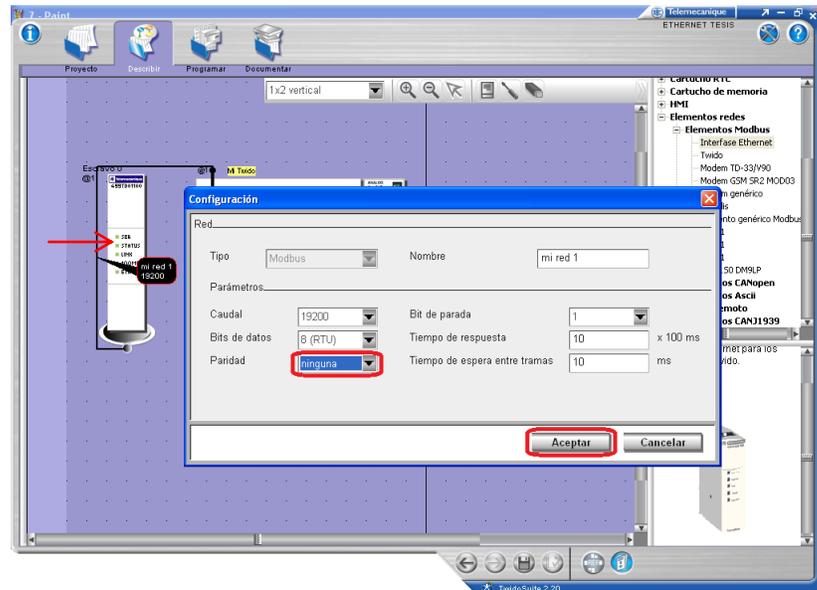
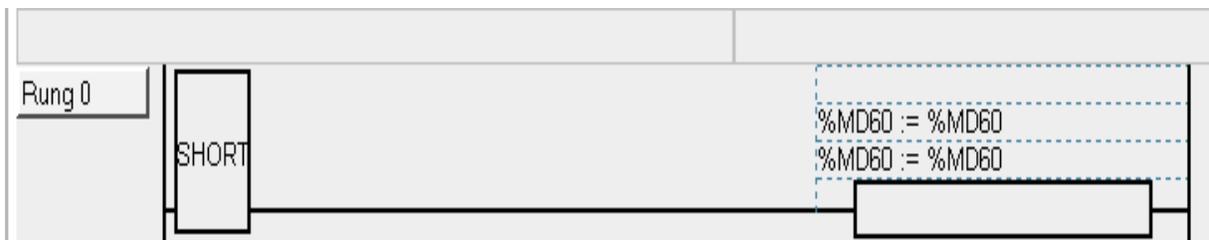
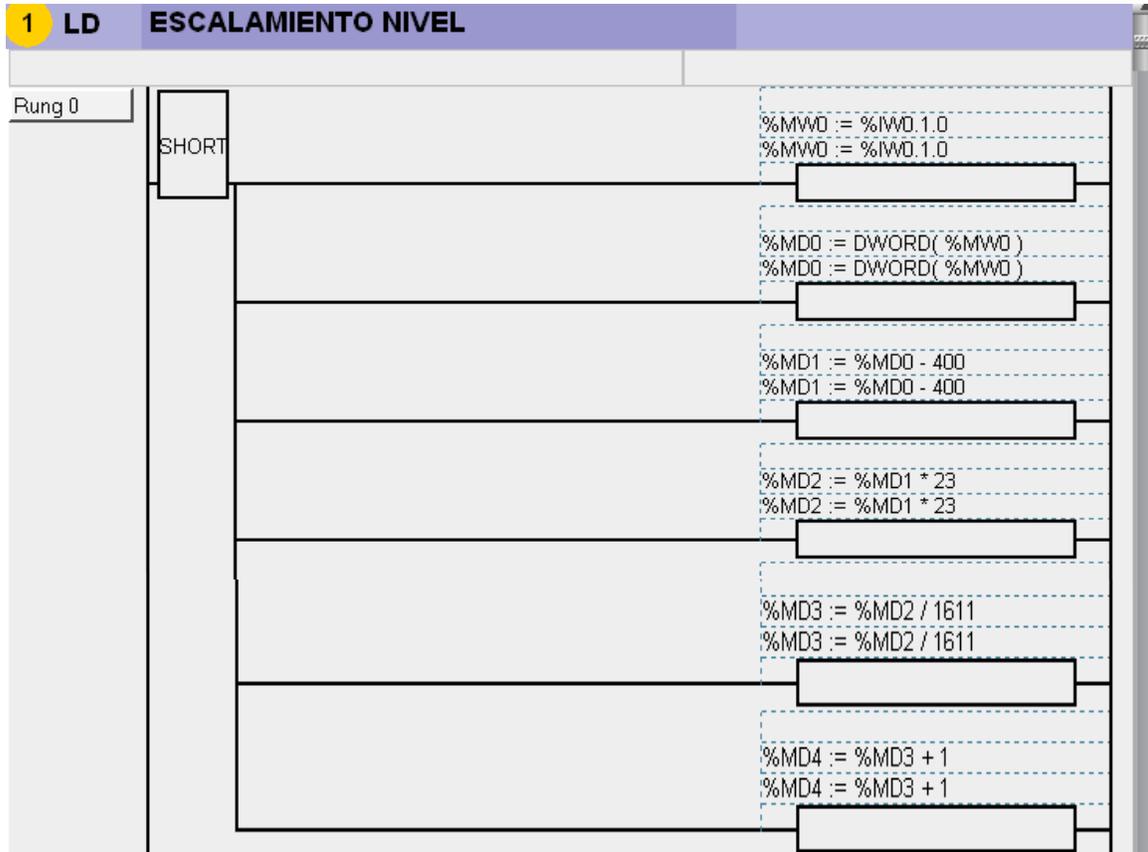
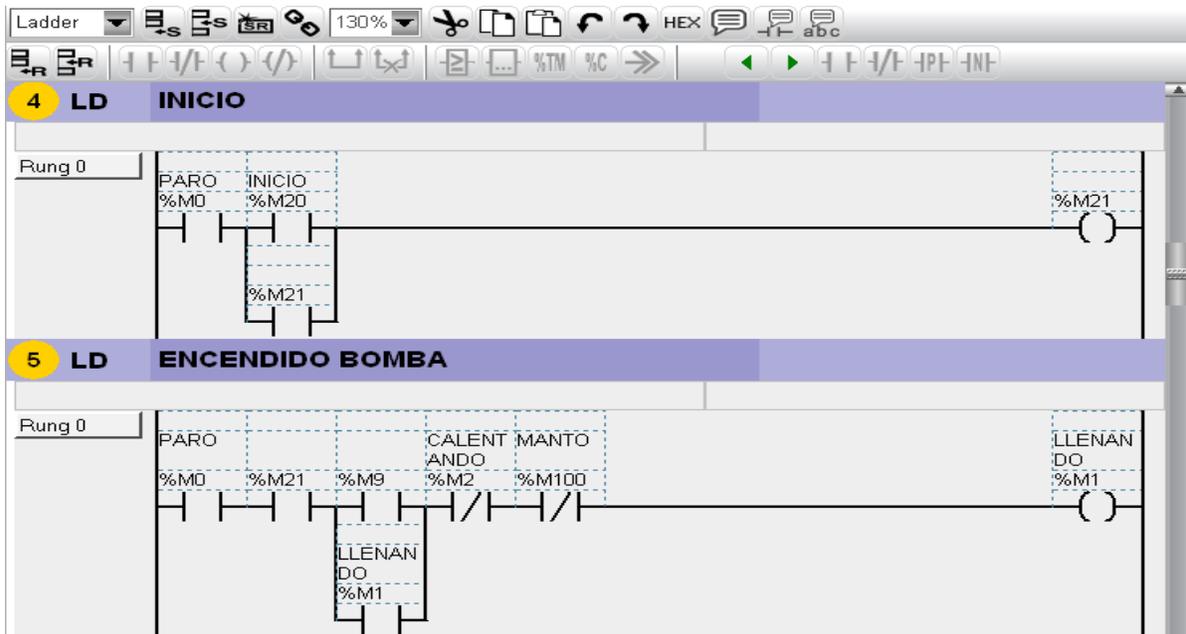
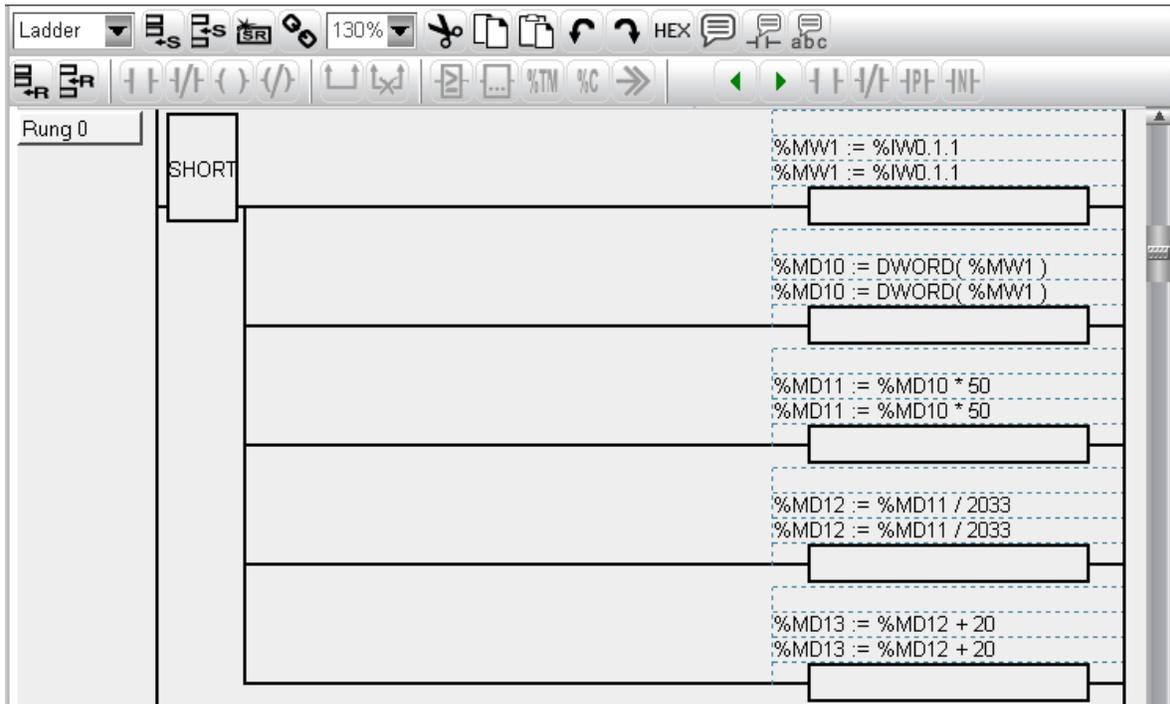
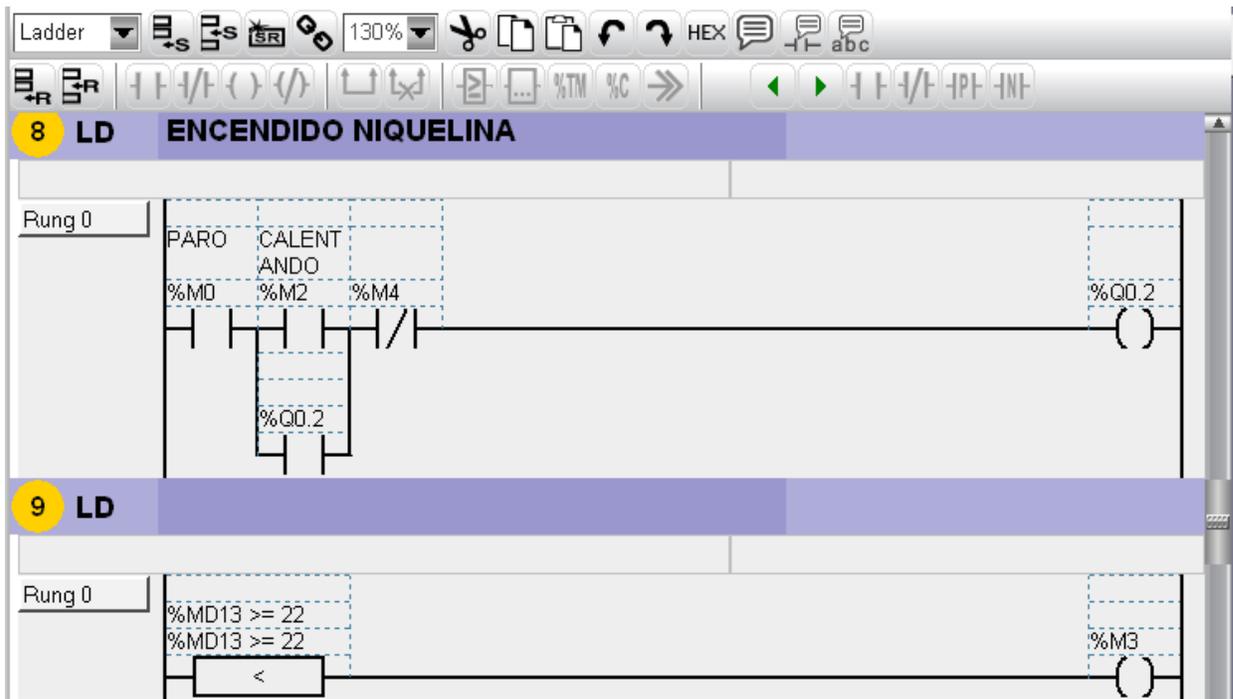
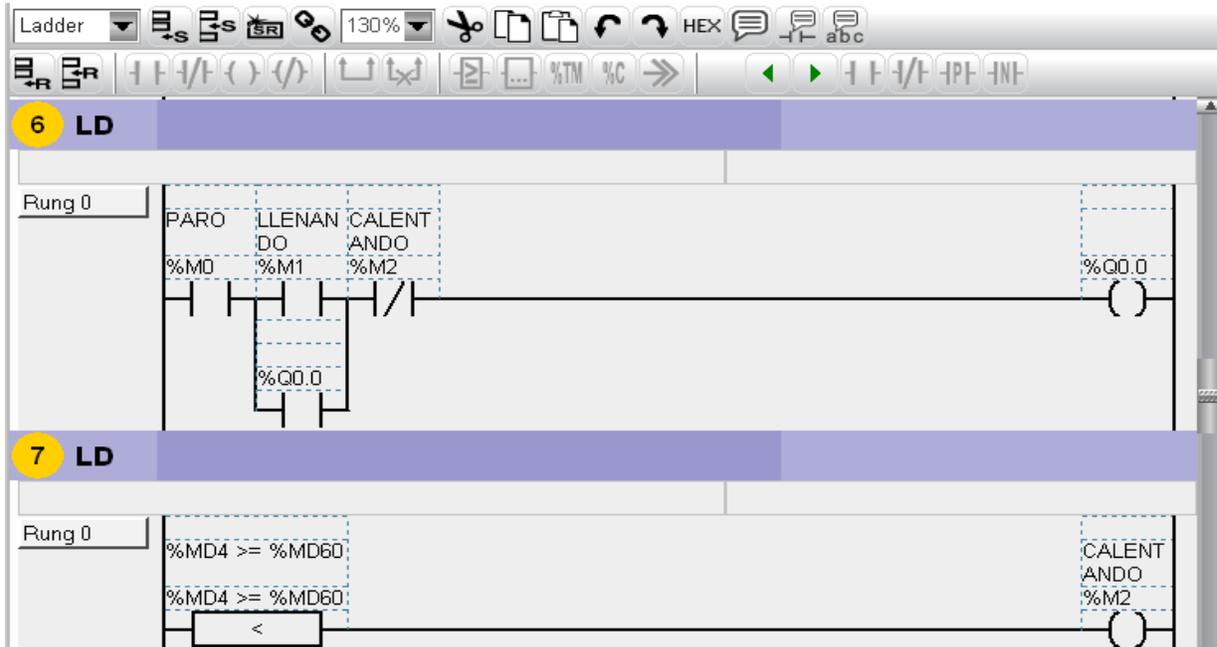


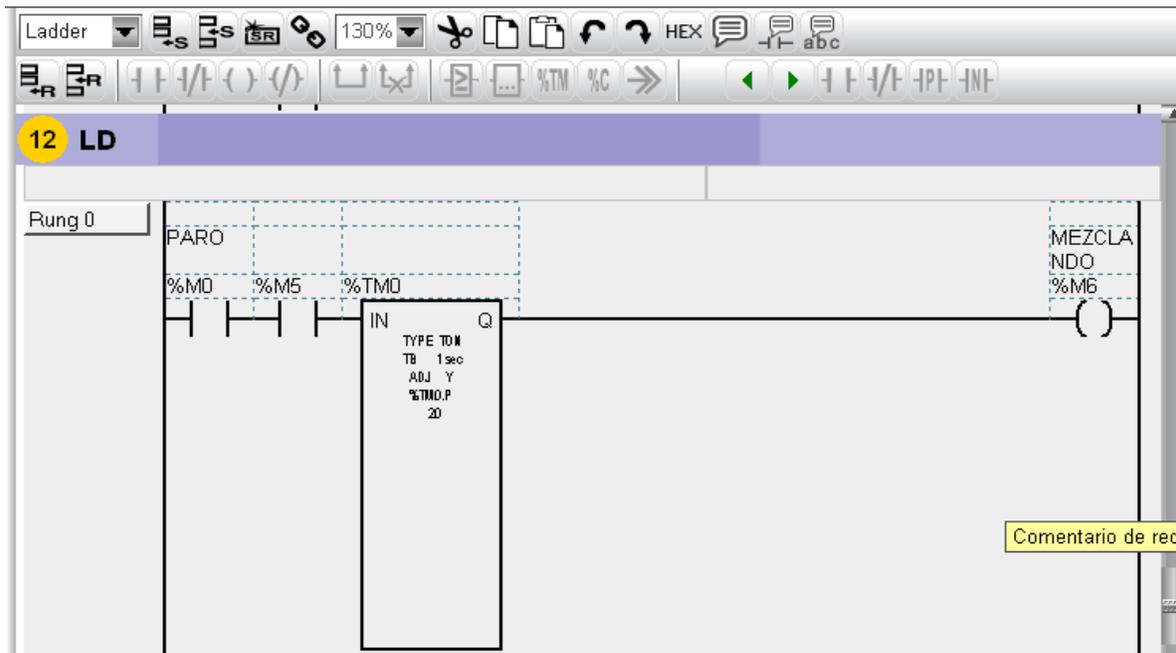
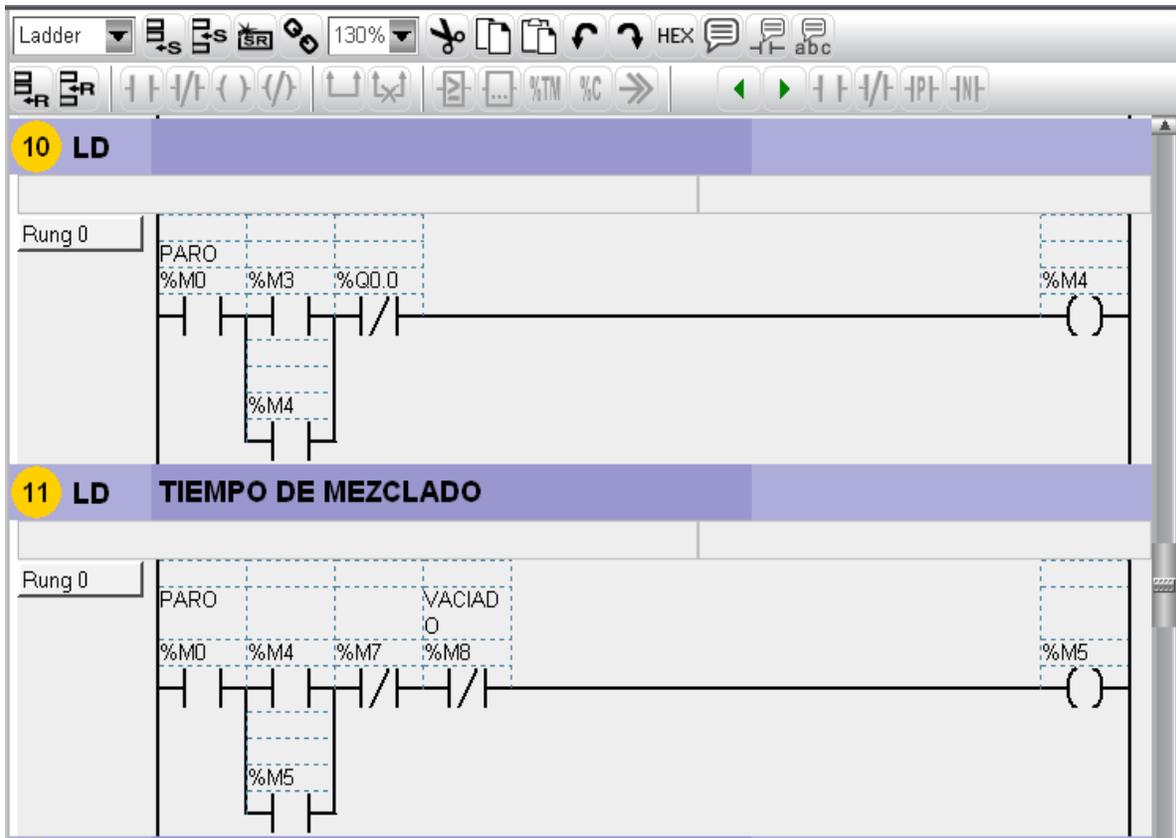
Figura 3.23 Configuración de los parámetros de Comunicación Modbus Ethernet.
Realizado por: Jeynson Guanoluiza

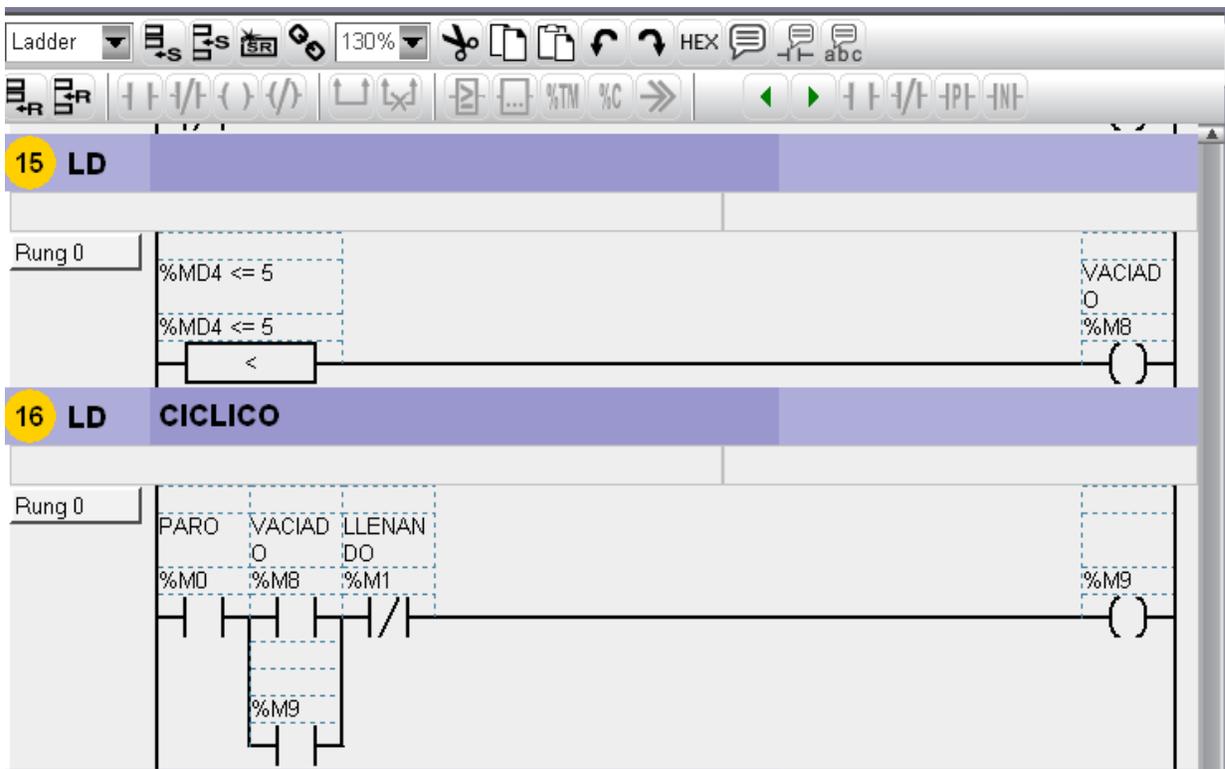
ANEXO B.

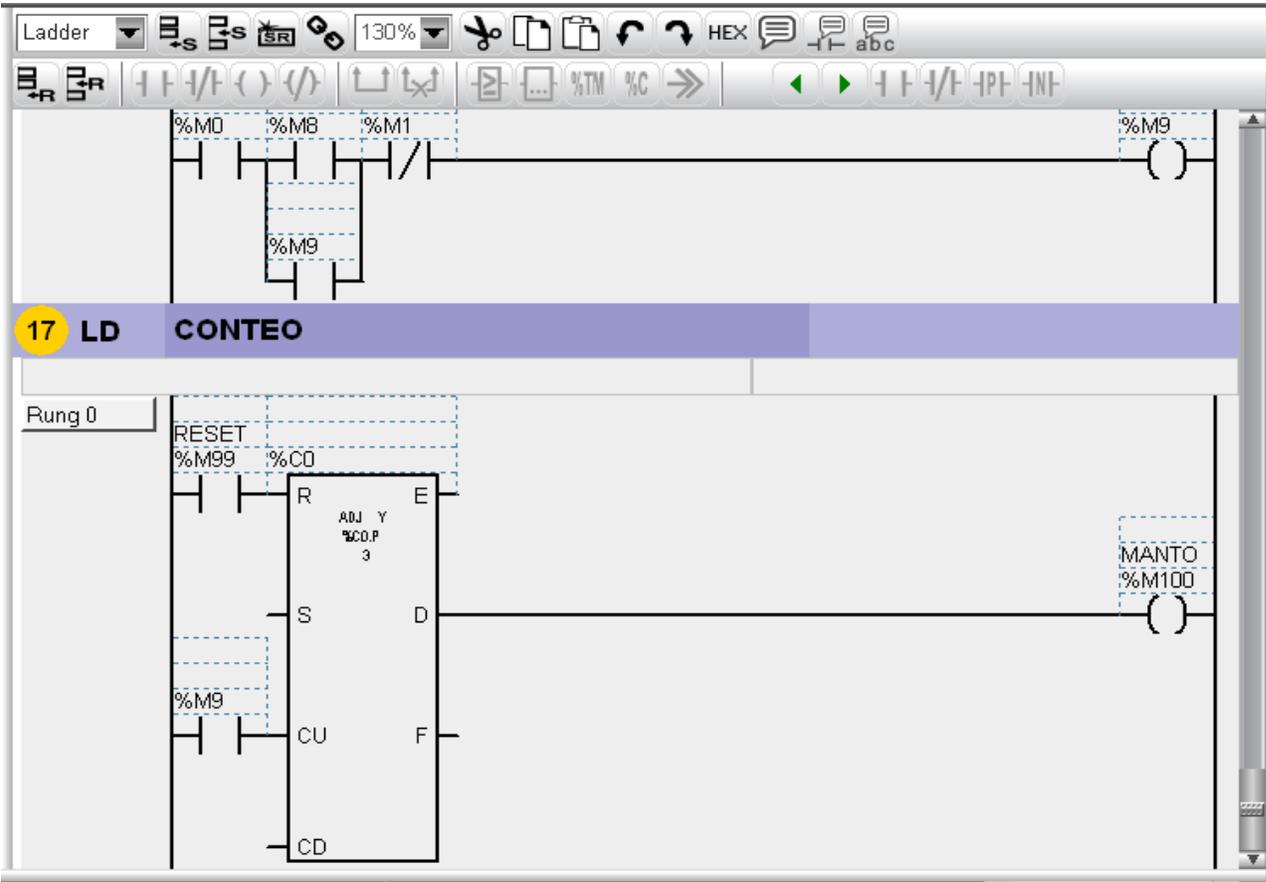




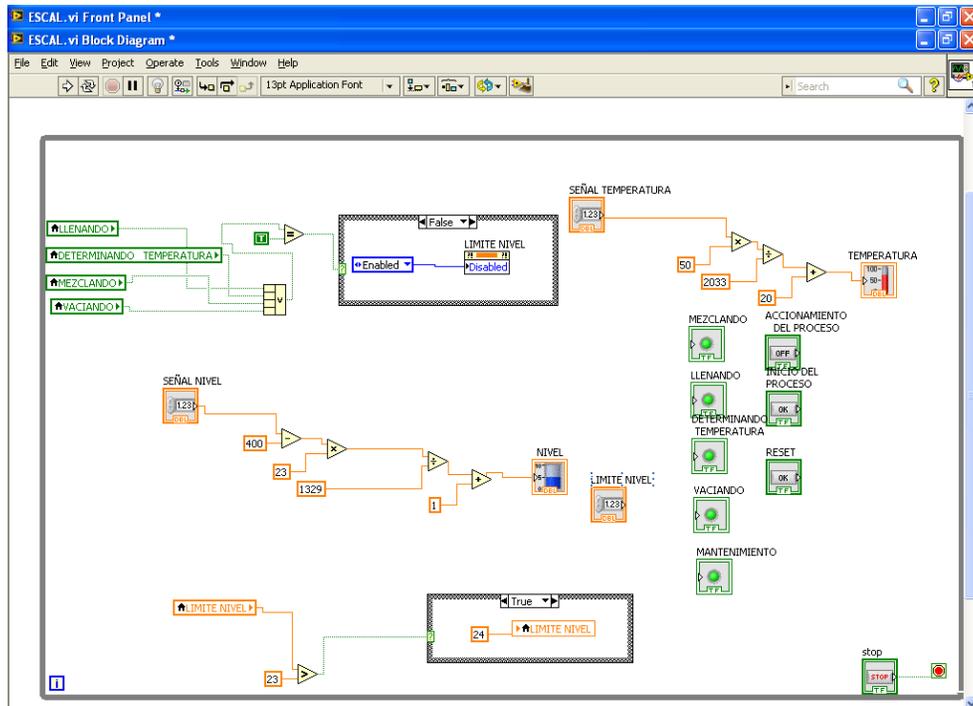
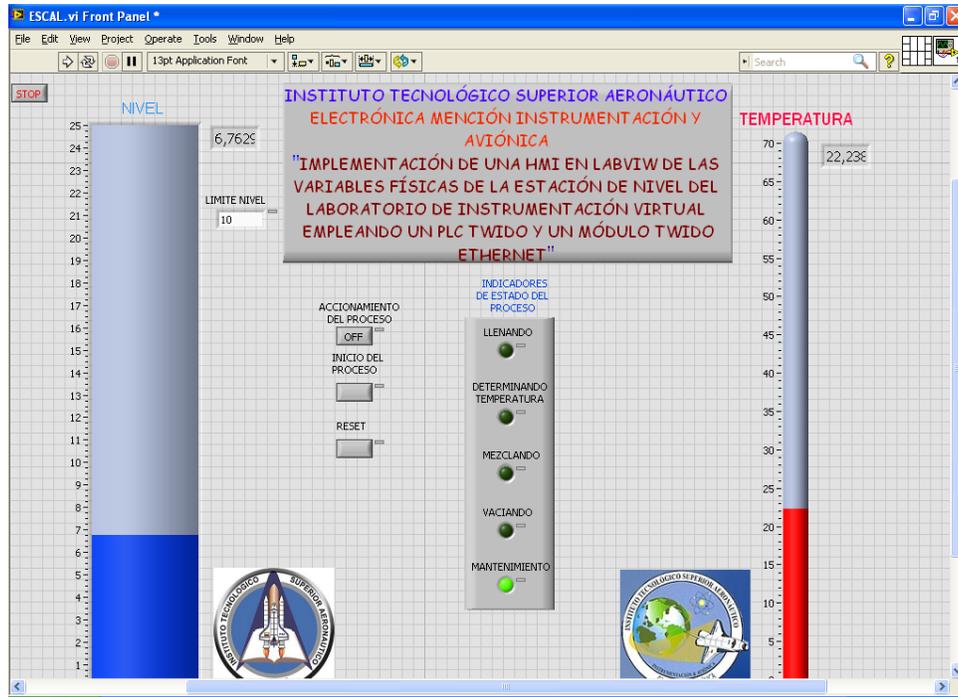








ANEXO C



ANEXO D

Tabla 3.1 Sintaxis en Modbus Ethernet.

DESCRIPCIÓN	PLC	MODBUS ETHERNET
PALABRA DE MEMORIA	%MWn	40000 (n+1)
BIT DE MEMORIA	%Mn	00000 (n+1)
MEMORIA DOBLE	%MDn	40000 (n+1)

Realizado por: Jeynson Guanoluisa

3.8.3. DESARROLLO DEL PROGRAMA

Para configurar las variables en OPC Server:

1. Abrir OPC Server, borrar todos los OPC creados por default y doble clic en add a Channel.

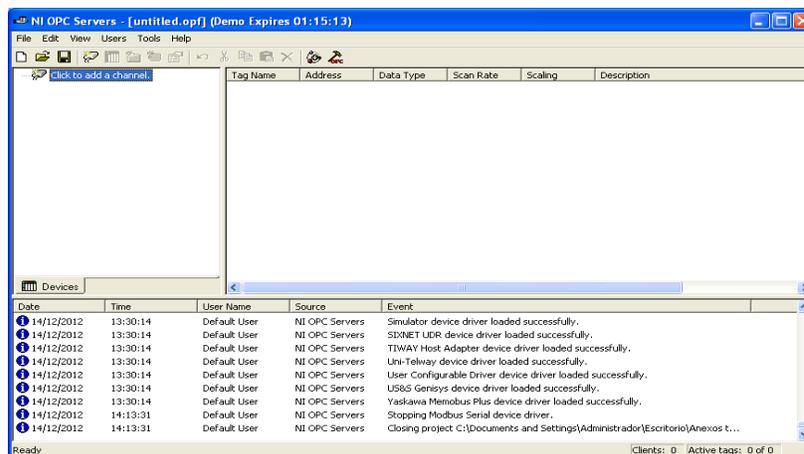


Figura 3.36 Crear nuevo archivo.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

2. Asigne un nombre al nuevo canal, clic en siguiente.

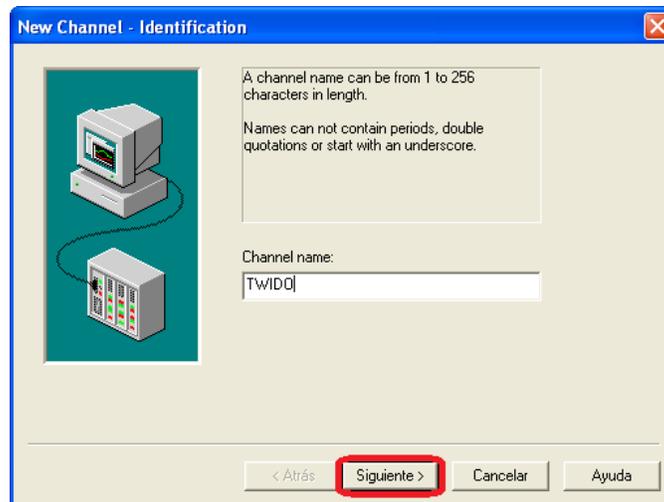


Figura 3.37 Asignación del nombre del canal.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

3. Seleccione el tipo de driver que va a usar para este caso Modbus Ethernet, clic en siguiente.

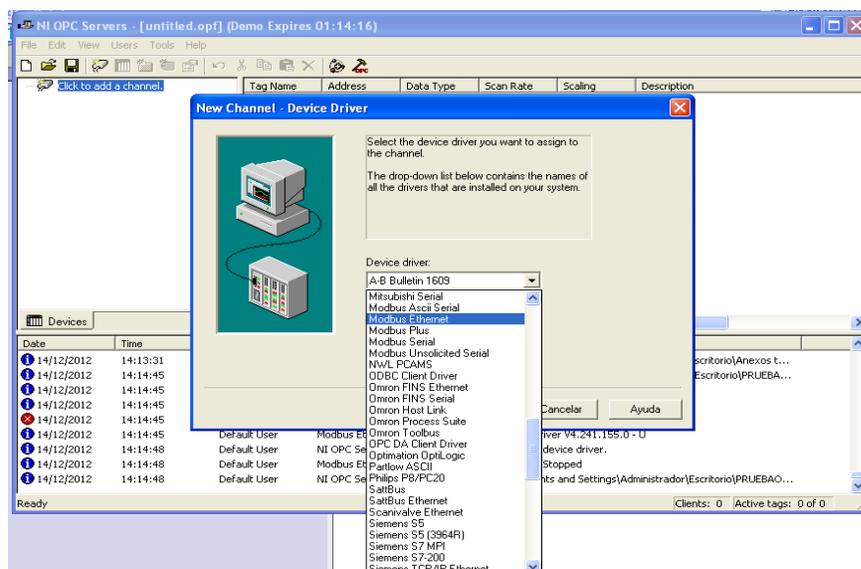


Figura 3.38 Selección de driver.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

4. Seleccione el adaptador de red que en este caso sería por default, clic en siguiente hasta finalizar.

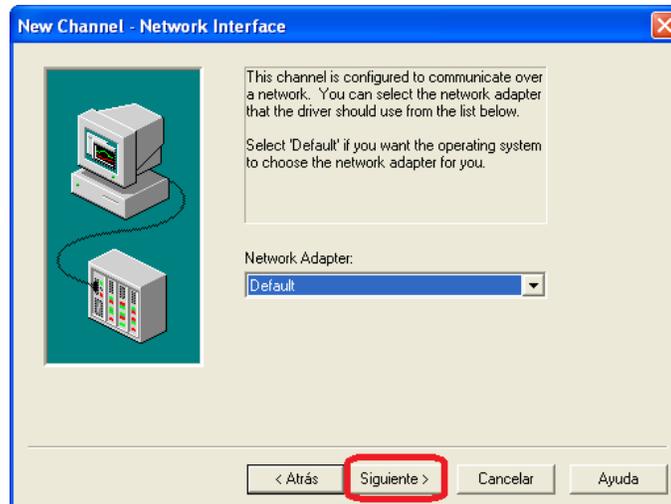


Figura 3.39 Adaptador de red.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

5. A continuación configure el dispositivo para ello de clic en añadir device y asigne un nombre al dispositivo.

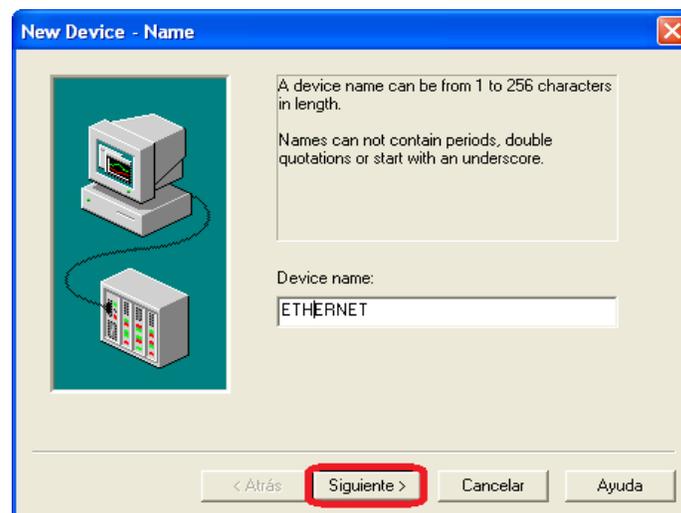


Figura 3.40 Nombre del dispositivo.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Clic en siguiente.

6. Asigne un modelo al dispositivo.

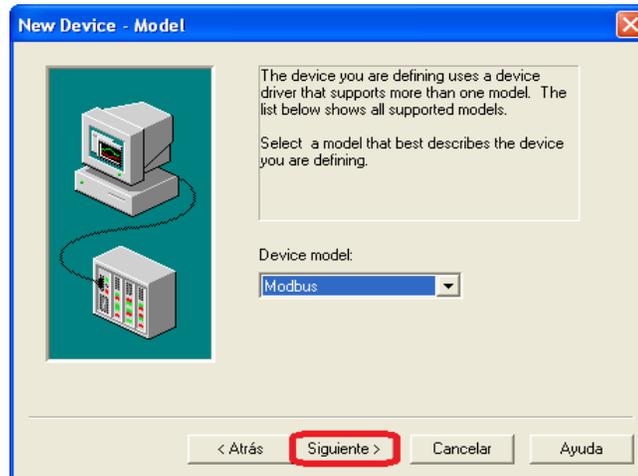


Figura 3.41 Modelo del dispositivo.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Clic en siguiente.

7. A continuación asigne la dirección IP que se usó en el PLC para este caso <192.168.0.1>.

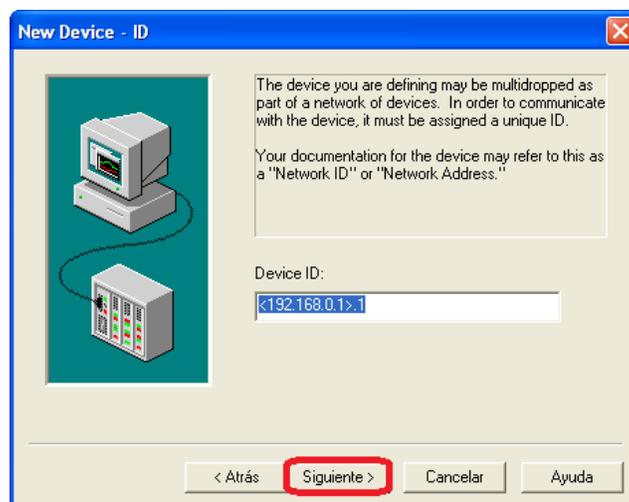


Figura 3.42 Dirección IP.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

Clic en siguiente hasta finalizar.

8. Creación de nuevos tags donde se configura el nombre, la dirección y el tipo de dato.

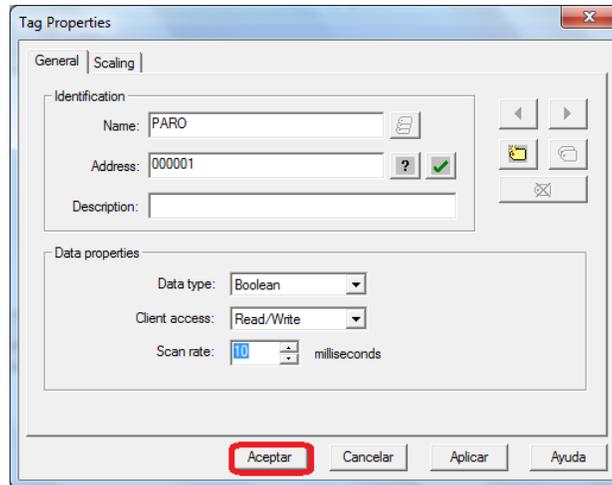


Figura 3.43 Crear nuevo tag.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

9. Una vez creado todos los tags se procede a crear el programa en LABVIEW.

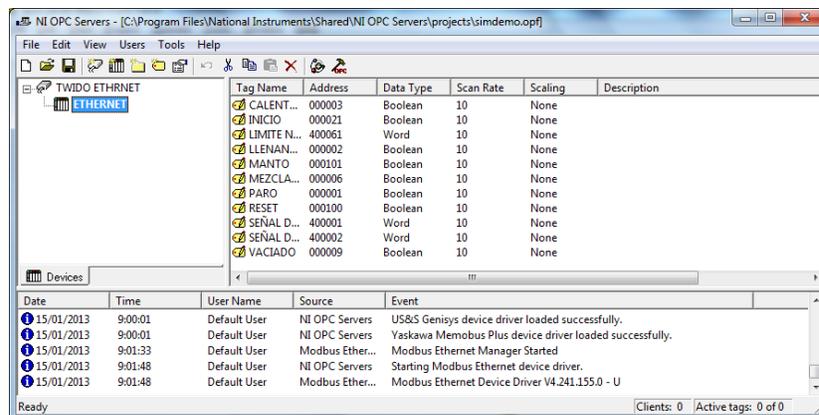


Figura 3.44 Lista de tags.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

A continuación se describen los pasos para programar la HMI en LABVIEW.

1. Lo primero que se realiza es la edición de los gráficos que se involucran en el proceso.

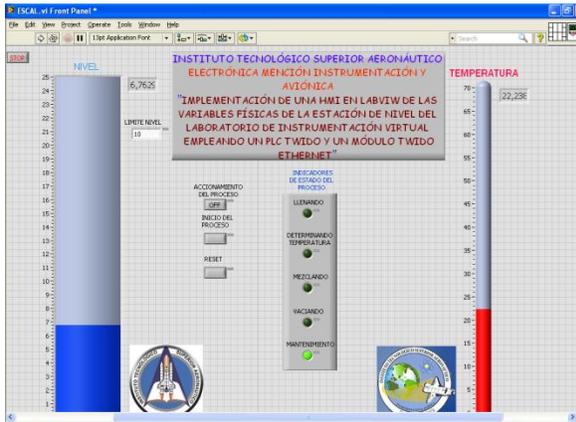


Figura 3.45 Edición de gráficos en LABVIEW.
Realizado por: Jeyson Guanoluisa.

Como se puede observar en la figura 3.45 se visualiza un tanque, el indicador de temperatura, los pulsadores de paro, inicio, Reset y los distintos indicadores del proceso en el panel frontal. En el bloque de diagramas se puede observar el escalamiento de las señales de nivel y temperatura.

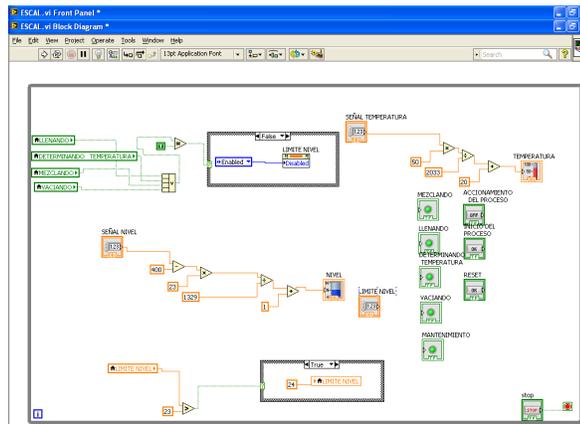


Figura 3.46 Block Diagram.
Realizado por: Jeyson Guanoluisa.

3. Una vez editado los gráficos es necesario asignar las variables a cada elemento, esto se realiza siguiendo los siguientes pasos:

a) Primero se ingresa a las propiedades del elemento dando clic derecho sobre el elemento para configurar.

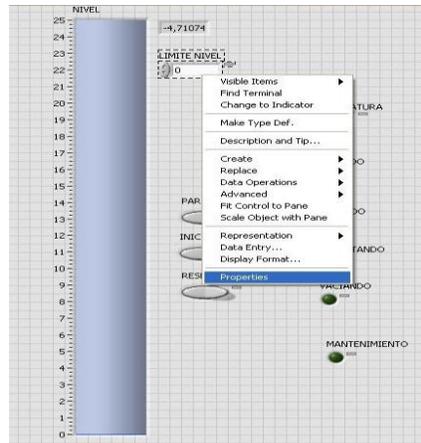


Figura 3.47 Propiedades del elemento.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

b) Después se elige la pestaña Data Binding.

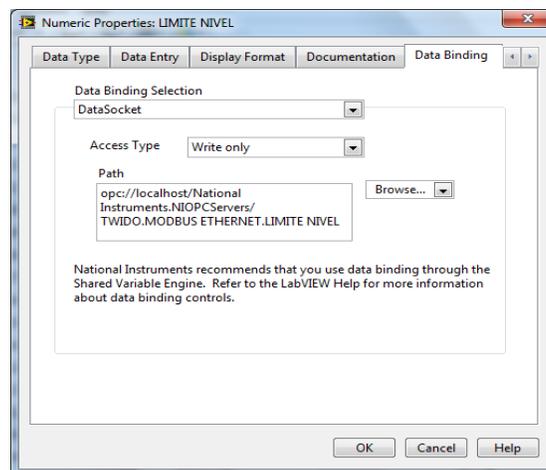


Figura 3.48 Data Binding.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa.

- c) Una vez elegida la pestaña en la lista desplegable “Data Binding Selection” se selecciona Data Socket, luego se elige el tipo de acceso.
- d) Una vez cumplidos los pasos anteriores, se busca la variable a ser asignada, para ello clic en Buscar, DSTP Server, luego aparece una ventana del URL donde se selecciona el OPC donde se configuró las variables.

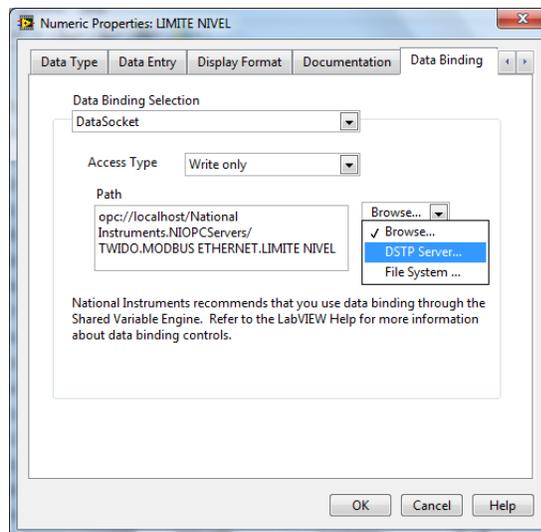


Figura 3.49 Búsqueda de variables mediante DSTP Server.
Realizado por: Jeynson Guanoluia.

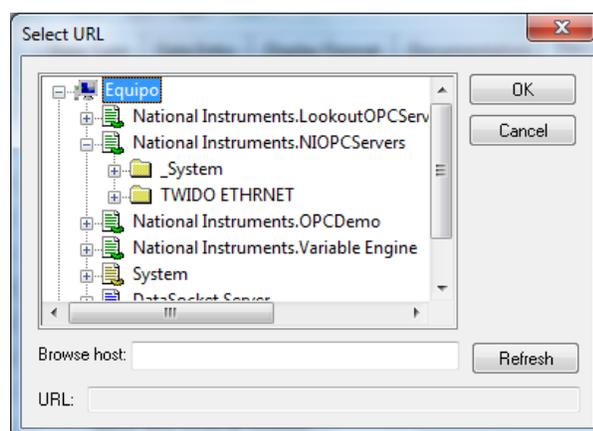


Figura 3.50 Búsqueda del servidor.
Realizado por: Jeynson Guanoluia.

- e) Cuando se selecciona el servidor OPC, se despliega una lista de canales, seleccione el que creó: "TWIDOETHERNET", luego seleccione el dispositivo "ETHERNET", en ese instante se despliega una lista de todas las variables creadas anteriormente, por último se elige la variable deseada y aceptar.

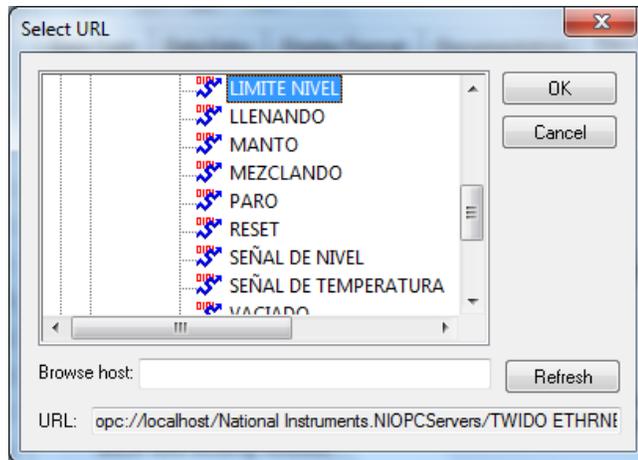


Figura 3.51 Selección de variables.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Realizar el mismo procedimiento para asignar las demás variables. Una vez finalizado esto se procede directamente a poner en RUN el programa y se controla el proceso desde la PC por medio de LABVIEW.

ANEXO E

SUBIR LA HMI A LA RED.

Este proceso se realiza sólo desde la PC que contenga el programa principal en LABVIEW y se visualiza en los clientes mediante la red, a continuación se indica cómo realizar este procedimiento.

2. En el panel frontal de LABVIEW clic en Tools, Web publishing tool.

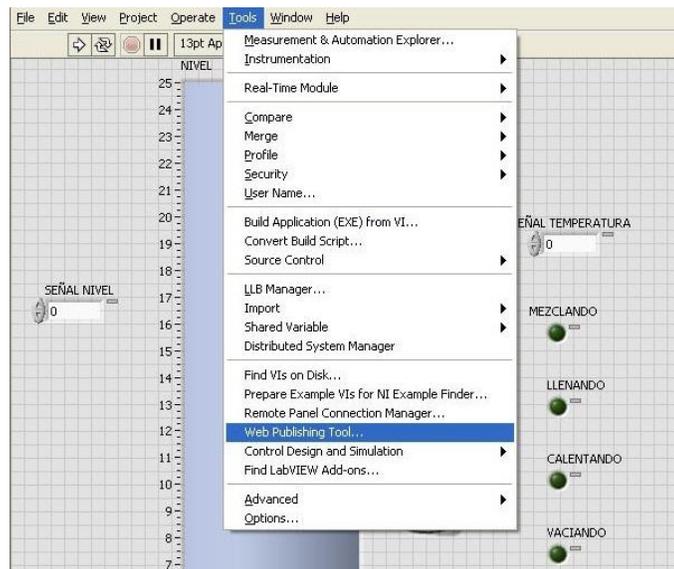


Figura 3.56Tool web.

Realizado por: Jeynson Guanoluiza

En la ventana Web publishing tool seleccione el archivo antes programado para la HMI en LABVIEW, clic en Star Web Server y Next.

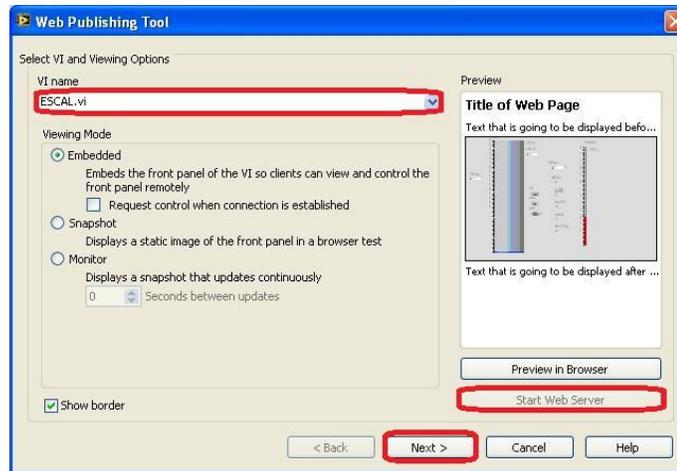


Figura 3.57 Selección de VI para la web.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

En la siguiente ventana puede personalizar algunos parámetros del VI que se observará en la red, como el título del documento el encabezado y un pie de página, etc.

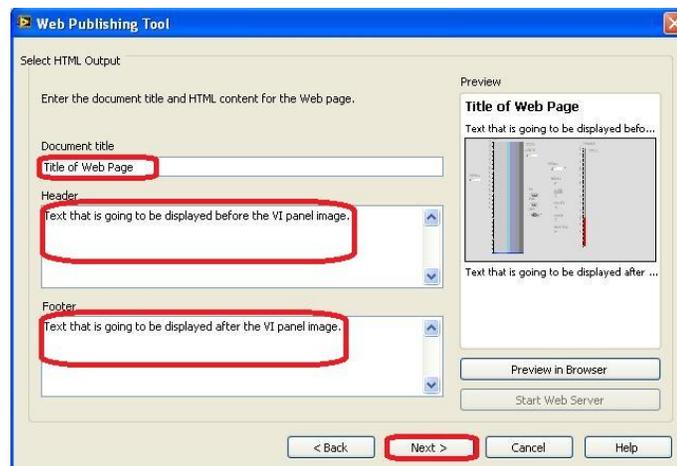


Figura 3.58 Edición de la VI en la web.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

En la figura 3.59 se muestra la ubicación del archivo, el nombre del VI y la dirección con la que puede visualizar la red, clic en Save to Disk.

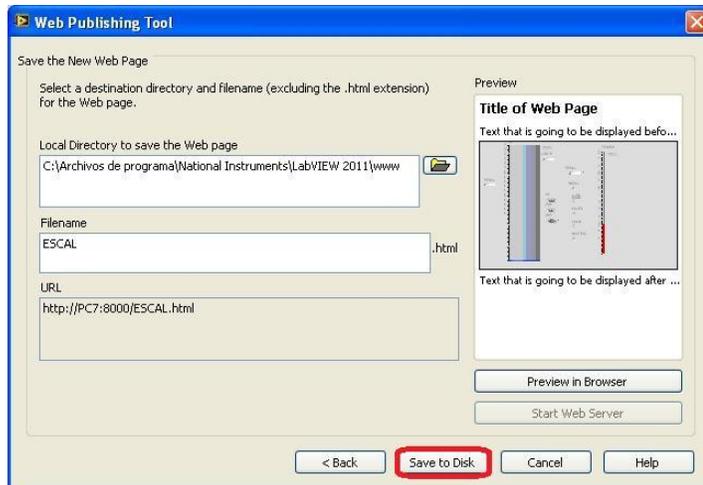


Figura 3.59 URL de la web.
Realizado por: Jeynson Guanoluisa

Clic en Ok y el archivo se guarda automáticamente en la dirección que haya seleccionado y el proceso está listo para su puesta en RUN.

ANEXO F

HOJA DE VIDA



DATOS PERSONALES

NOMBRES: GUANOLUISA TIPANTUÑA JEYNSON
AMILCAR

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 11 DE FEBRERO DE 1992

CEDULA DE CIUDADANÍA: 050378916-6

TELÉFONO: 0999719995/ 0983931752

CORREO ELECTRÓNICO: jeysongj@hotmail.es

DIRECCIÓN: PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO

ESTUDIOS REALIZADOS:

Primaria:

- ESCUELA Dr. LUIS FELIPE CHÁVEZ

Secundaria:

- INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RAMÓN BARBA NARANJO

Superior:

- INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

TÍTULOS OBTENIDOS:

- BACHILLER TÉCNICO INDUSTRIAL EN “ELECTRÓNICA DE CONSUMO”
- TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA
- SUFICIENCIA EN INGLÉS

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES:

- “Base Aérea de Manta” área de Aviónica mantenimiento A-29 Súper Tucano.
- AYMESA

CURSOS REALIZADOS:

- SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLES

EXPERIENCIA LABORAL

- “Base Aérea de Manta” área de Aviónica mantenimiento A-29 Súper Tucano.
- AYMESA
- ELECTRIC HELP

ACEPTACIÓN DEL USUARIO

Latacunga, 05 de Abril del 2013

Yo, ING PABLO PILATASIG en calidad de encargado del Laboratorio de Instrumentación Virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, me permito informar lo siguiente:

El proyecto de graduación elaborado por la Sr. GUANOLUISA TIPANTÑA JEYNSON AMILCAR, con el tema: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA HMI EN LABVIEW DE LAS VARIABLES FÍSICAS DE LA ESTACIÓN DE NIVEL DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EMPLEANDO UN PLC TWIDO Y UN MODULO TWIDO ETHERNET”, 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 Señor estudiante.

Atentamente

ING. PABLO PILATASIG

ENCARGADO DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR

Guanoluisa Tipantuña Jeynson Amilcar

DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

Ing. Pablo Pilatásig

Latacunga, 05 de Abril del 2013

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Guanoluisa Tipantuña Jeynson Amilcar, Egresado de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica, en el año 2013 con Cédula de Ciudadanía N° 050378916-6, autor del Trabajo de Graduación Implementación de una HMI en LABVIEW de las variables físicas de la estación de nivel del Laboratorio de Instrumentación Virtual empleando un PLC TWIDO y un módulo Twido Ethernet, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Guanoluisa Tipantuña Jeynson Amilcar

CI. 050378916-6

Latacunga, 05 de Abril del 2013