

**PRACTICAS DE LABORATORIO. HUMAN MACHINE
INTERFACE (HMI) CON INTOUCH.**

**EDWARD ANDRES GALINDO MORENO
VICTOR ALFONSO ROMERO MARTINEZ**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMAS DE INGENIERÍA ELECTRONICA Y ELÉCTRICA

CARTAGENA DE INDIAS, D. T. H. Y C.

2010

**PRACTICAS DE LABORATORIO. HUMAN MACHINE
INTERFACE (HMI) CON INTOUCH.**

**EDWARD ANDRES GALINDO MORENO
VICTOR ALFONSO ROMERO MARTINEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Electrónico É Ingeniero Electricista**

**Director
MIE JOSE LUIS VILLA
Ingeniero Electrónico**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA

CARTAGENA DE INDIAS, D. T. H. Y C.

2010

Cartagena de Indias, D. T. H. Y C.

Señores:

**Comité de Proyectos de Grado
Universidad Tecnológica De Bolívar.**

Cartagena D. T. H. y C.

Respetados Señores:

Presentamos para su consideración el Proyecto de Grado titulado:
**“PRACTICAS DE LABORATORIO. HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)
CON INTOUCH”**. Como requisito para optar el título de Ingeniero Electrónico é
Ingeniero electricista.

Atentamente,

Edward Andrés Galindo Moreno
C.C. 1.047.388.983 de C/gena

Víctor Alfonso Romero Martínez
C.C. 1.088.258.800 de Pereira

Cartagena de Indias, D. T. H. Y C.

Señores

**Comité de Proyectos de Grado
Universidad Tecnológica de Bolívar
Cartagena D. T. y C.**

Respetados Señores:

Presentamos para su consideración el Proyecto de Grado titulado:
**“PRACTICAS DE LABORATORIO. HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)
CON INTOUCH”**. Como requisito para optar el título de Ingeniero Electrónico e
Ingeniero Electricista.

Espero que el contenido y las normas aplicadas cumplan con los requisitos
exigidos por esta dirección.

Atentamente,

**MIE JOSE LUIS VILLA
Director de Proyecto
Ingeniero Electrónico**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias D. T. y C. Mayo de 2010

ARTICULO 105

La Universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D. T. y C. Mayo de 2010

Yo **EDWARD ANDRES GALINDO MORENO** identificado con la cédula de ciudadanía número 1.047.388.983 de Cartagena.

Autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo ON LINE de la Biblioteca.

EDWARD ANDRES GALINDO MORENO

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D. T. y C. Mayo de 2010

Yo **VICTOR ALFONSO ROMERO MARTINEZ** identificado con la cédula de ciudadanía número 1.088.258.800 de Pereira.

Autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar a hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo ON LINE de la Biblioteca.

VICTOR ALFONSO ROMERO MARTINEZ

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	10
INTRODUCCION	11
1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS SCADA Y A LAS HMI	13
1.1. INTRODUCCION	13
1.2. ¿Qué es un sistema SCADA?.....	13
1.3. Interfaz Hombre Maquina (HMI)	14
2. ASPECTOS DE DISEÑO Y METODOLOGIA PARA LA CREACIÓN DE UN HMI	16
2.1. INTRODUCCION	16
2.2. Aspectos a tener en cuenta en el diseño de HMIs	16
2.3. Metodología para el diseño de HMIs	17
2.4. Procedimientos de implementación de los sistemas supervisorios	22
3. INTOUCH Y SUS HERRAMIENTAS PARA LA CREACIÓN DE APLICACIONES	25
3.1. INTRODUCCION	25
3.2. ¿Qué es el Intouch?.....	25
3.3. Herramientas de Wonderware Intouch	26
3.4. Herramientas necesarias para las prácticas de laboratorio	28
3.5. Familiarización con el entorno de creación de un HMI por medio de la barra de herramientas de dibujo de Intouch.....	29
3.6. Preliminares	29
3.7. Desarrollo de un HMI de un sistema de llenado y vaciado de tres tanques con la barra de herramientas de dibujo de objetos de Intouch.	34
3.8. Desarrollo de la programación para la simulación del proceso	57
3.9. Actividades complementarias.....	66
3.10. Conclusiones.....	67

4. CREACIÓN DE UNA HMI CON INTOUCH APLICADA A UN PROCESO SECUENCIAL DE MEZCLA DE LÍQUIDOS UTILIZANDO UN PLC S7-200 Y UN SERVIDOR OPC	68
4.1. INTRODUCCION	68
4.2. Preliminares	68
4.3. Descripción del proceso secuencial de mezcla de líquidos	70
4.4. Especificaciones del proceso secuencial de mezcla de líquidos	72
4.5. Variables del sistema.....	72
4.6. Solución de la práctica de laboratorio.....	74
4.6.1. Programación del PLC Para El Proceso Secuencial de Mezcla de Líquidos.	74
4.6.2. Configuración del servidor OPC	82
4.6.3. Creación de un HMI para el proceso secuencial de mezcla de líquidos .	93
4.6.4. Desarrollo de la programación para la simulación del proceso secuencial de mezcla de líquidos	104
4.7. Actividades Complementarias.....	107
4.8. Conclusiones.....	108
5. CREACIÓN DE UNA HMI CON INTOUCH APLICADA A UN PROCESO SECUENCIAL Y ANALÓGICO DE CONTROL DE TEMPERATURA UTILIZANDO UN PLC S7-200 Y UN SERVIDOR OPC	109
5.1. INTRODUCCION	109
5.2. Preliminares	109
5.3. Descripción del proceso secuencial y analógico de control de temperatura	111
5.4. Especificaciones del Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura.....	112
5.5. Variables del sistema.....	113
5.6. Solución de la práctica de laboratorio.....	114
5.6.1. Programación del PLC para el proceso secuencial y analógico de control de temperatura	115
5.6.2. Configuración del servidor OPC	121
5.6.3. Creación del HMI para el proceso secuencial y analógico de control de temperatura.....	124
5.6.4. Desarrollo de la programación para la simulación del proceso secuencial y analógico de control de temperatura.	126
5.7. Actividades complementarias.....	128
5.8. Conclusiones.....	129

6. CREACIÓN DE UNA HMI EN INTOUCH DE UNA PLANTA PILOTO DE NIVEL DE DOS TANQUES EN PARALELO.....	130
6.1. INTRODUCCION	130
6.2. Preliminares	130
6.3. Descripción de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo	134
6.4. Especificaciones de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.	135
6.5. Variables del sistema.....	136
6.6. Solución de la práctica de laboratorio.....	136
6.6.1. Programación Del PLC Para La Planta Piloto De Nivel De Dos Tanques en Paralelo	136
6.6.2. Configuración del servidor OPC	138
6.6.3. Creación De Un HMI Para La Planta Piloto De Nivel De Dos Tanques En Paralelo.....	141
6.7. Actividades complementarias.....	144
6.8. Conclusiones.....	145
7. CREACIÓN DE UNA HMI EN INTOUCH DE UNA PLANTA INTERCAMBIADOR DE CALOR	146
7.1. INTRODUCCION	146
7.2. Preliminares	146
7.3. Descripción de la planta intercambiador de calor	149
7.4. Especificaciones de la planta piloto intercambiador de calor.....	151
7.5. Variables del sistema.....	151
7.6. Solución de la práctica de Laboratorio.....	152
7.6.1. Programación del PLC para la planta intercambiador de calor	152
7.6.2. Configuración del servidor OPC	153
7.6.3. Creación de un HMI para la planta intercambiador de calor	157
7.7. Actividades Complementarias.....	160
7.8. Conclusiones.....	161
8. CREACIÓN DE UNA HMI EN INTOUCH DE UNA PLANTA PILOTO DE PRESION DE TANQUES EN SERIE	162
8.1. INTRODUCCION	162
8.2. Preliminares	162
8.3. Descripción de la planta piloto de presión de tanques en serie	166
8.4. Especificaciones de la planta piloto de presión de tanques en serie.	167

8.5. Variables del sistema.....	168
8.6. Solución de la Práctica de Laboratorio	168
8.6.1. Programación Del PLC Para La Planta Piloto De Presión De Tanques En Serie.	168
8.6.2. Configuración del servidor OPC	170
8.6.3. Creación De Un HMI Para La Planta Piloto De Presión De Tanques En Serie	173
8.7. Actividades complementarias.....	175
8.8. Conclusiones.....	176
CONCLUSIONES.....	177
BIBLIOGRAFIA.....	178
ANEXOS.....	181

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ventana Inicial de Intouch.....	30
Figura 2. Ventana Inicial para la creación de una nueva aplicación	31
Figura 3. Ventana que muestra la dirección o el directorio donde va a ser creada la nueva aplicación.....	32
Figura 4. Proceso final en la creación de una nueva aplicación en Intouch	33
Figura 5. Ilustración de la aplicación creada llamada Monografía	34
Figura 6. Selección del menú File para la creación de una nueva ventana	35
Figura 7. Cuadro de Dialogo De Window Properties	35
Figura 8. Nueva ventana creada para empezar a editar el proyecto	36
Figura 9. Creación de un rectángulo con el botón Rectangle, el cual en este diseño representa un tanque.....	37
Figura 10. Creación de Tuberías por medio del botón Polygon.....	38
Figura 11. Creación de un botón mediante la herramienta Button.....	39
Figura 12. Edición del Botón Creado.....	40
Figura 13. Cambio de etiqueta al botón creado.....	40
Figura 14. Creación de texto mediante la herramienta Text	41
Figura 15. Barra de herramienta Format Toolbar	42
Figura 16. Creación de las barras de llenado en cada uno de los tanques	42
Figura 17. Sistema completo de llenado de tanques realizado con la barra de herramientas DRAW OBJECT	43
Figura 18. Inicio de creación de Tagname a una válvula.....	44
Figura 19. Selección del botón “Discrete” para asignar el tagname a la válvula 1	44
Figura 20. Definición del tagname y el color de los estados de la válvula 1	45
Figura 21. Confirmación de la definición del Tagname de la válvula 1	46
Figura 22. Ventana Tagname Dictionary de la válvula 1	46

Figure 23. Elección de la opción “Discrete Value” en el menú Touch Pushbuttons	47
Figura 24. Ventana Pushbutton -> Discrete Value de la válvula 1	48
Figura 25. Confirmación de todas las configuraciones realizadas a la válvula 1	48
Figura 26. Inicio de configuración y asignación del tagname para el botón de bombeo	49
Figura 27. Elección de la opción Discrete Value para la configuración del botón de bombeo	50
Figura 28. Ventana Pushbutton -> Discrete Value del botón de bombeo	50
Figura 29. Confirmación de la definición del Tagname del botón bombeo	51
Figura 30. Ventana Tagname Dictionary del botón bombeo.....	51
Figura 31. Inicio de configuración y asignación del Tagname para la bomba.....	52
Figura 32. Selección del botón “Discrete” para asignar el Tagname a la bomba	53
Figura 33. Asignación del tagname de la bomba para relacionarla con el botón de bombeo	53
Figura 34. Inicio de configuración y asignación del tagname para las barras de llenado de los tanques	54
Figura 35. Elección de la opción vertical para el llenado de los tanques en el menú Percent Fill.....	55
Figura 36. Ventana Vertical Fill ->Analog Value para la configuración de la barra de llenado del tanque 1	56
Figura 37. Confirmación de la definición del Tagname de la barra de llenado para el nivel del tanque 1.....	56
Figura 38. Ventana Tagname Dictionary de la barra de llenado del tanque 1	57
Figura 39. Selección de la opción Application para iniciar la programación del sistema	58
Figura 40. Ventana Application Script	59
Figura 41. Selección del botón Runtime! en la esquina superior derecha.	61
Figura 42. Ventana WindowViewer de Intouch.....	62
Figura 43. Activación y funcionamiento de la válvula correspondiente al tanque 1.....	63
Figura 44. Activación y funcionamiento de la válvula correspondiente al tanque 3.....	64

Figura 45. Desactivación de las válvulas al momento en que se vacían los tanques 1 y 3	65
Figura 46. Activación de la bomba mediante el botón bombeo	66
Figura 47. Banco de PLC S7-200 con su conector PPI.....	69
Figura 48. Esquema del Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos.....	71
Figura 49. Programa Ladder del Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos	75
Figura 50. Ajuste de Interfaz PG/PC.....	78
Figura 51. Elección del botón “Comunicación” para acceder a la configuración y ejercer la comunicación entre MicroWin 4.0 y el PLC.....	79
Figura 52. Ventana de configuración para la comunicación del PLC con el computador.....	80
Figura 53. Carga del programa del PLC realizado en MicroWin a la CPU 224 del PLC.....	81
Figura 54. Procedimiento para correr el programa de MicroWin al PLC.....	82
Figura 55. Creación de un nuevo proyecto en el PC Access.....	83
Figura 56. Creación de un Nuevo Dispositivo	83
Figura 57. Cuadro de Propiedades del PLC.....	84
Figura 58. Creación de la carpeta donde se asignaran los Tags.....	84
Figura 59. Cuadro de las Propiedades del Item o Tag que va a ser creado	85
Figura 60. Ventana que muestra todos los Tags creados	86
Figura 61. Selección del Icono Agregar ítems actuales al cliente de prueba	86
Figura 62. Iniciación del cliente de Prueba.....	87
Figura 63. Funcionamiento del cliente de Prueba para poder observar el estado de las variables	88
Figura 64. Inicio de la configuración del OPCLink.....	89
Figura 65. Ventana de definición de tópico del OPCLink.....	89
Figura 66. Ventana de configuración de los parámetros del tópico	90
Figura 67. Ventana OPC Browser	91
Figura 68. Confirmación de la configuración de los parámetros del tópico.....	92
Figura 69. Ventana donde se observa el tópico creado.....	92

Figura 70. Barra de herramientas de Wizards/ActiveX	93
Figura 71. Ventana Wizard Selection	94
Figura 72. Selección de la opción Symbol Factory	95
Figura 73. Selección del tanque en el menú de Symbol Factory	95
Figura 74. Tanque creado en la ventana principal del HMI	96
Figura 75. HMI Creado del Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos.....	97
Figura 76. Selección del Menú Special para la Configuración del Access Name	98
Figura 77. Creación de un nuevo Access Name	98
Figura 78. Ventana Modify Access Name	99
Figura 79. Selección de la opción Tagname Dictionary para la creación de los tags..	100
Figura 80. Ventana Tagname Dictionary	100
Figura 81. Creación de un Tag tipo discreto en la ventana Tagname Dictionary	102
Figura 82. Lista de Selección de Tags	103
Figura 83. Activación y funcionamiento del HMI del Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos	107
Figura 84. Esquema del Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura	112
Figura 85. Programa Ladder del Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura	115
Figura 86. Programa Ladder de escalamiento para el cambio de entero a real en el Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura	119
Figura 87. Funcionamiento del cliente de Prueba Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura.....	122
Figura 88. Configuración del OPCLINK.....	123
Figura 89. HMI Creado del Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura	124
Figura 90. Lista de Tags creados en Intouch para el Proceso Secuencial y Analógico de control de temperatura.....	126
Figura 91. Activación y funcionamiento del HMI del Proceso Secuencial y Analógico de control de temperatura.....	128

Figura 92. Conectores Centronics a) Macho-Hembra b) Hembra-Hembra.....	131
Figura 93. Planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.....	132
Figura 94. Conexión de los conectores Centronics al banco del PLC.....	133
Figura 95. Esquema de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo	135
Figura 96. Funcionamiento del cliente de Prueba en la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo	139
Figura 97. Configuración del OPCLINK para la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.....	140
Figura 98. HMI creado para la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo	141
Figura 99. Lista de Tags creados en Intouch para la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo	143
Figura 100. Activación y funcionamiento del HMI de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo	144
Figura 101. Planta piloto intercambiador de calor.....	147
Figura 102. Panel físico de la planta.....	148
Figura 103. Esquema de la planta intercambiador de calor.....	150
Figura 104. Funcionamiento del cliente de Prueba de la planta intercambiador de calor	155
Figura 105. Configuración del OPCLINK para la planta intercambiador de calor.....	156
Figura 106. HMI creado para la planta intercambiador de calor	157
Figura 107. Lista de Tags creados en Intouch para la planta intercambiador de calor	159
Figura 108. Activación y funcionamiento del HMI de la planta intercambiador de calor	160
Figura 109. Planta piloto de presión de tanques en serie.....	164
Figura 110. Esquema de la planta de presión de tanques en serie	166
Figura 111. Funcionamiento del cliente de Prueba de la planta piloto de presión de tanques en serie	171
Figura 112. Configuración del OPCLINK para la planta piloto de presión de tanques en serie	172

Figura 113. HMI creado para la planta piloto de presión de tanques en serie	173
Figura 114. Lista de Tags creados en Intouch para la planta piloto de presión de tanques en serie	174
Figura 115. Activación y funcionamiento del HMI de la planta intercambiadora de calor.....	175

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Plan de colores para tener en cuenta en el diseño de un HMI.....	18
Tabla 2. Figuras recomendadas para el diseño de un HMI.....	19
Tabla 3. Requerimientos para el buen funcionamiento de Wonderware Intouch	27
Tabla 4. Variables empleadas en el Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos	73
Tabla 5. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI del Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos	102
Tabla 6. Variables empleadas en el Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura	113
Tabla 7. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI del Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura.....	125
Tabla 8. Variables empleadas en la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.....	136
Tabla 9. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.....	142
Tabla 10. Variables empleadas en la planta intercambiadora de calor	151
Tabla 11. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI de la planta intercambiadora de calor.....	158
Tabla 12. Valores de sintonización para los PID de la planta intercambiador de calor.....	160
Tabla 13. Variables empleadas en la planta piloto de presión de tanques en serie ..	168
Tabla 14. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI de la planta piloto de presión de tanques en serie	174

INTRODUCCION

Hoy en día existen conocimientos que son básicos para cualquier persona interesada en el área del control y la automatización industrial, como es el caso del diseño, desarrollo y aplicación de una interfaz HMI para la solución a problemas de supervisión en ambientes industriales.

En este sentido la UTB ha venido desarrollando guías y material educativo donde se puedan adquirir y aplicar conocimientos tanto básicos como complejos acerca de los sistemas SCADA, donde por medio de algunas plantas piloto, como las existentes en el laboratorio de control de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Se desea que diferentes tipos de usuarios puedan entender a fondo cómo es la relación de las distintas partes de la pirámide de automatización, para ello es necesario ver un sistema de control manejado por PLC y llevarlo a una interfaz gráfica que sea como una ventana al proceso, esto con el fin de facilitar a los operarios, ingenieros y gerentes de las plantas industriales mantener el control de los procesos. Los entornos gráficos hacen más fácil el monitoreo y la supervisión de lo que pasa a cada instante con los procesos, ya que permiten que se tomen decisiones dependiendo de los registros históricos, estado de las variables controladas y manipuladas, y el comportamiento de las alarmas del sistema, todo esto para poder crear tendencias que lleven a la optimización de las plantas.

El proyecto a realizar consiste en aplicar una metodología que permitan mediante la implementación de prácticas de laboratorio, la elaboración de las Interfaces Hombre Maquina (HMI) de las diferentes plantas piloto funcionales de el Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar con el

software Intouch y así adquirir competencias que ayuden a solucionar problemas en un futuro ámbito laboral en sistemas de automatización y control.

El documento está organizado en 8 capítulos en los cuales su contenido es el siguiente: el capítulo 1 presenta una introducción a los sistemas SCADA y a los sistemas HMI.

El capítulo 2 contiene aspectos generales de diseño, y la metodología a seguir en la creación de un HMI y los procedimientos para la implementación de cada una de las prácticas de laboratorio.

El capítulo 3 contiene la primera guía de laboratorio, la cual consiste en la creación de aplicaciones con la barra de herramienta de dibujo de objetos en Intouch. En este capítulo se detalla cómo se realiza un HMI de un sistema de llenado y vaciado de tres tanques por medio del software Intouch.

El capítulo 4 muestra la creación de un HMI con Intouch aplicado a un proceso secuencial de mezcla de líquidos, donde se emplea un PLC S7- 200 para el control del proceso y se realiza la comunicación mediante un servidor OPC.

El capítulo 5 ilustra la creación de un HMI con Intouch aplicado a un proceso secuencial y analógico de Control de Temperatura, en el cual por medio las entradas analógicas de los bancos de PLC del laboratorio de control de la UTB se puede controlar la temperatura del proceso.

En los capítulos 6, 7 y 8 se realizan los HMI con Intouch de las plantas funcionales del laboratorio de Control de la UTB, que en este caso son: La planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo, la planta intercambiador de calor y la planta piloto de presión de tanques en serie.

Y por último se muestra las conclusiones de los HMI realizados con el software Intouch, la bibliografía y anexos.

1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS SCADA Y A LAS HMI

1.1. INTRODUCCION

En este capítulo se hace una introducción hacia los sistemas SCADA, su evolución, sus funciones, sus beneficios y su utilización en el ámbito industrial. También se realiza una introducción hacia los HMI y la importancia que estos cumplen dentro de los sistemas SCADA. Este capítulo se basa principalmente en las referencias [1] y [12].

1.2. ¿Qué es un sistema SCADA?

Con el paso de los años los sistemas SCADA han estado teniendo una gran acogida y evolución en el sector industrial ya que estos brindan muchos beneficios económicos, ambientales y sociales. La palabra SCADA viene de las siglas en ingles “Supervisory Control and Data Acquisition” y significa que son sistemas que se encargan de supervisar, controlar y almacenar datos de un determinado proceso industrial a través de computadoras y tecnologías de comunicación. Los sistemas SCADA buscan optimizar y obtener mayor eficiencia en los procesos industriales porque esto representa mayores ingresos para lograr de esta manera ser mucho más competitivos en el mercado.

Los beneficios económicos que traen los sistemas SCADA permiten que la materia prima de cualquier proceso industrial se vea aprovechada lo más eficientemente posible y de esta manera reducir costos. También son fundamentales en el aseguramiento de la calidad en la manufactura y con esto se logra que los clientes se sientan satisfechos con el producto permitiendo así consolidarse en el mercado. Además se puede supervisar cómo es el

comportamiento del proceso evitando posibles daños y así planificar mantenimientos cuando el proceso lo requiera y no tener grandes pérdidas económicas para la compañía.

En el ámbito ambiental los sistemas SCADA pueden evitar la contaminación que causan las industrias en sus procesos manufactureros y como los costos medio ambientales están siendo cargados a las compañías, esto representa también una reducción en costos, permitiendo de esta manera tener mayores ganancias.

En el ámbito social también los sistemas SCADA juegan un rol importante ya que con estos se puede tener mayor seguridad para el personal que trabaja en las plantas, evitando accidentes que afecten la integridad física del personal.

Del mismo modo por medio de los sistemas SCADA se pueden realizar la migración de sistemas pequeños a sistemas más grandes y complejos, permitiendo una operación independiente del tamaño, presentando soluciones escalables.

1.3. Interfaz Hombre Maquina (HMI)

Dentro de los sistemas SCADA es necesario visualizar como se está comportando el proceso y es aquí donde juega un papel muy importante las HMI. HMI es el acrónimo de "Human Machine Interface" que significa Interfaz Hombre Maquina y por medio de estas se pueden crear objetos gráficos que muestren el comportamiento del proceso y a partir de estos poder monitorear todo el sistema. Los HMI brindan muchas ventajas ya que además de controlar el proceso, estas pueden mostrar tendencias históricas del comportamiento de este, permiten la visualización de alarmas cuando el proceso presente alguna falla, también muestra datos en tiempo real del funcionamiento de las variables de proceso y estos pueden ser enviados a aplicaciones como Excel para tener un mayor control de la información del proceso.

La industria de las HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorear y de controlar múltiples sistemas remotos, PLCs y otros mecanismos de control. Aunque un PLC realiza automáticamente un control pre-programado sobre un proceso, normalmente se distribuyen a lo largo de toda la planta, haciendo difícil recoger los datos de manera manual, los sistemas HMI lo hacen de manera automática. Históricamente los PLC no tienen una manera estándar de presentar la información al operador. La obtención de los datos por los sistemas HMI parte desde el PLC o desde otros controladores y se realiza por medio de algún tipo de red, posteriormente esta información es combinada y formateada. Un HMI puede tener también vínculos con una base de datos para proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de la información así como un cronograma de procedimientos de mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina en particular, incluso sistemas expertos con guía de resolución de problemas. Desde cerca de 1998, virtualmente todos los productores principales de PLC ofrecen integración con sistemas HMI, muchos de ellos usan protocolos de comunicaciones abiertos y no propietarios. Numerosos paquetes de HMI de terceros ofrecen compatibilidad incorporada con la mayoría de PLCs, incluyendo la entrada al mercado de ingenieros mecánicos, eléctricos y técnicos para configurar estas interfaces por sí mismos, sin la necesidad de un programa hecho a medida escrito por un desarrollador de software.

Los sistemas HMI son populares debido a esta compatibilidad y seguridad. Ésta se usa desde aplicaciones pequeñas, como controladores de temperatura en un espacio, hasta aplicaciones muy grandes como el control de plantas nucleares, ver [2] otros ejemplos adicionales.

En el siguiente capítulo se profundiza respecto a la metodología de diseño y construcción de Interfaces Hombre Maquina.

2. ASPECTOS DE DISEÑO Y METODOLOGIA PARA LA CREACIÓN DE UN HMI

2.1. INTRODUCCION

A la hora de diseñar una HMI se debe seguir ciertas estandarizaciones de calidad y de diseño, por eso en este capítulo se describen algunas recomendaciones y normas que se recomienda seguir para el diseño de una HMI. También se presenta una metodología para el diseño de una HMI y los procedimientos que se utilizan para la realización de las prácticas que conforman esta monografía.

2.2. Aspectos a tener en cuenta en el diseño de HMIs

Al hablar de sistemas HMI, lo primero que se nos viene a la cabeza es la imagen de una interfaz amigable, de colores agradables y buena resolución. Sin embargo, el diseño de estos sistemas también debe considerar aspectos funcionales como: la posibilidad de trabajar con distintos protocolos de comunicación, el uso de una base de datos común entre el sistema de control y la supervisión y la posibilidad de desarrollo de lógicas y de integrar video en tiempo real.

En la actualidad nos encontramos con sistemas industriales en los cuales coexisten simultáneamente distintos protocolos de comunicación, lo que significa que hay que hacer un diseño correcto de HMI, que debe considerar todos los drivers necesarios para enlazar nuestro sistema con los restantes componentes de la automatización.

En un buen diseño de un HMI se tiene la necesidad de coordinar la información asociada al sistema de control con los datos presentes en nuestro sistema. De esta forma, es prioritario contar con la capacidad de extraer la base de símbolos de un sistema de control para evitar la duplicación de Tags y facilitar el desarrollo y de esta forma asegurar una completa funcionalidad y el control de los cambios.

Actualmente, existe la posibilidad de desarrollar lógicas de control locales en los dispositivos, en conjunto con la disponibilidad de sistemas de E/S basados en comunicación, esto ha presentado un nuevo tipo de solución a aplicaciones de baja complejidad. Lo anterior resalta la necesidad de contar con un entorno de programación abierto y con un amplio abanico de funciones dentro del desarrollo del sistema HMI, la cuales van desde visualizar y registrar imágenes del proceso hasta la posibilidad de contar con pantallas de operación local que integran un enlace para video y permiten incluso almacenar secuencias de video, ver [3] para una excelente introducción en los diferentes aspectos a tener en cuenta para el diseño de un HMI.

2.3. Metodología para el diseño de HMIs

Para iniciar con el diseño de una HMI primero se tiene que tener en cuenta las recomendaciones y normas que llevarán a la realización de una HMI eficiente. Después de familiarizarse con las normas y recomendaciones es importante observar y analizar las necesidades, ideas, deseos del usuario y las herramientas con que cuenta el software para el diseño. El HMI diseñado al final debe contar con objetos que tengan una buena presentación que capten la atención del usuario, una buena interacción a través de diversos dispositivos que utiliza el usuario y una visible relación entre los objetos.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, los colores son uno de los aspectos más importantes a la hora de diseñar un HMI ya que estos poseen un significado, el cual indica al operador cómo se está comportando el proceso y

en muchas ocasiones sirve como aviso para evitar cualquier emergencia, por lo que en la Tabla 1, se muestra un plan de colores que es recomendable a seguir para lograr tal objetivo.

Plan de Colores		
Color	Significado General	Acción
Gris	Fondo	
Rojo	Emergencia	A) Parada B) Alarma de mayor prioridad C) Cerrado D) Apagado
Amarillo	Precaución	A) Condición Anormal B) Segunda alarma de mayor prioridad
Verde	Seguridad	A) Operación Normal B) Inicio C) Abierto D) Encendido
Azul Claro	Estático y Significativo	A)Proceso de equipos en servicio B)Etiquetas principales
Azul	No esenciales	A) Proceso de equipos en modo de espera B) Etiquetas
Morado	Radiación	A) Alarmas de radiación B)Valores cuestionables
Negro	Datos Dinámicos	A)Medidas y Estado de la información B) Mensajes del sistema C) Tendencias D) Paso activos secuenciales

Tabla 1. Plan de colores para tener en cuenta en el diseño de un HMI [15].

Además de los colores, las figuras o formas que se empleen en el HMI deben ir muy relacionadas con el Process & Instrumentation Diagram - P&ID del proceso. Por lo que el diseñador del HMI debe tener un conocimiento básico acerca de la instrumentación industrial del sistema. En la Tabla 2, se muestran algunas figuras las cuales son recomendables tenerlas en cuenta al momento

de diseñar el HMI con el fin de que el usuario final tenga un conocimiento del proceso e identifique los elementos pertenecientes a este.

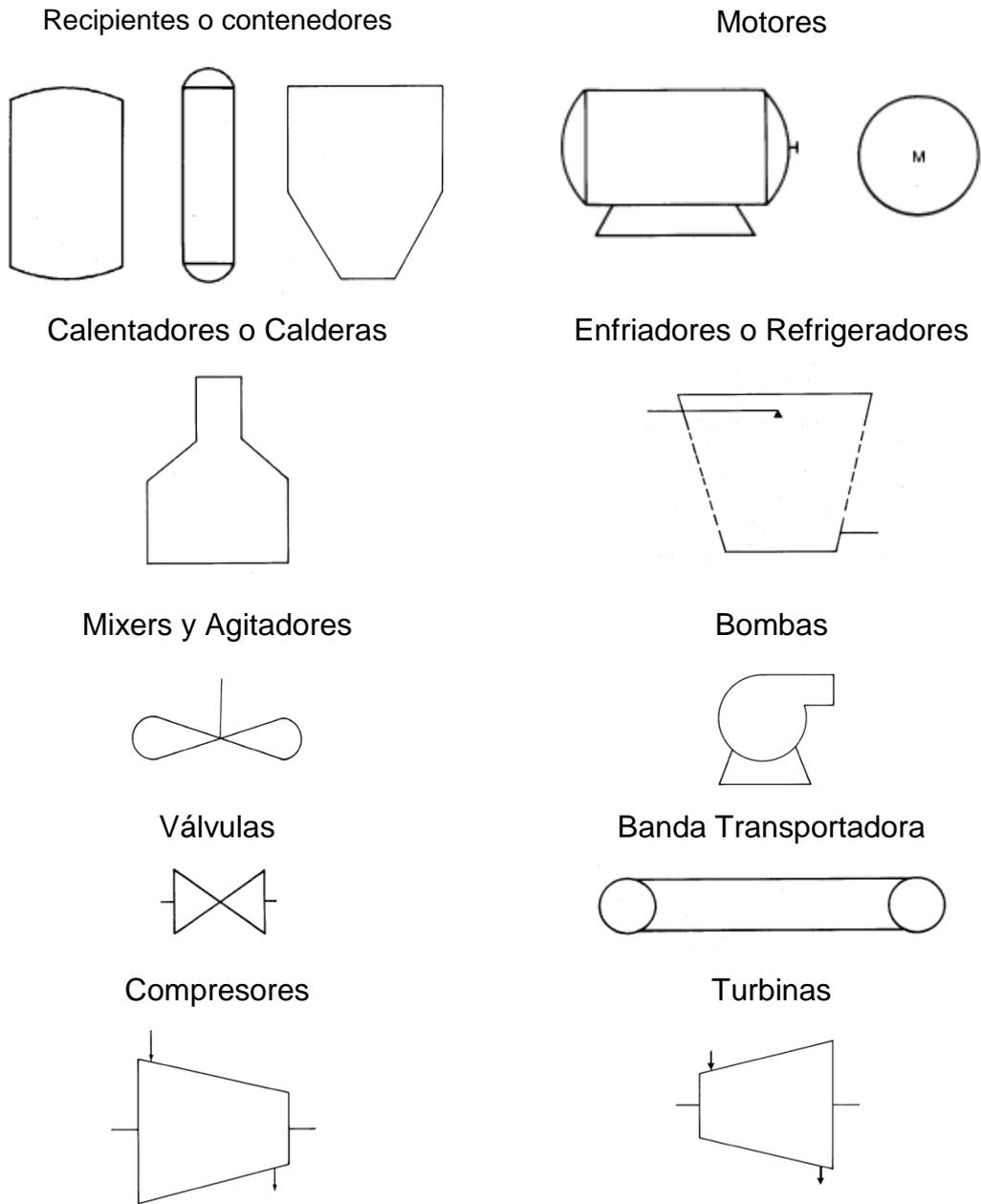


Tabla 2. Figuras recomendadas para el diseño de un HMI [15].

Es muy posible que en el software de diseño no aparezcan estas figuras pero se recomienda elegir figuras muy similares a las mostradas anteriormente para que el usuario final o el operador identifiquen con facilidad los elementos del sistema. Si se desea mayor información acerca de los colores o símbolos gráficos que son recomendados para el diseño de un HMI se puede remitir a la norma ISA-5.5. [15]

Si la HMI se encuentra bien diseñada, el usuario final debe poder familiarizarse con ella rápidamente y facilitar su operación y controlar el proceso. Siguiendo la propuesta presentada en [4], para llegar a este resultado se recomienda seguir las siguientes guías:

- La interfaz debe ser suficientemente flexible para adaptarse a las exigencias de los distintos usuarios del programa.
- Utilizar mensajes y textos descriptivos.
- Hacer transparente la interfaz al usuario, que debe tener la impresión de manipular directamente los objetos con los que está trabajando.
- Permitir al usuario manipular directamente los objetos de la interfaz
- La interfaz debe evitar que el usuario tenga que almacenar y recordar información.
- Basarse en el reconocimiento antes que en el recuerdo
- Asociar acciones a los objetos
- Presentar al usuario sólo la información que necesita.
- Hacer clara la presentación visual, es decir colocación y agrupación de objetos y evitar la presentación de excesiva información.
- Mostrar siempre el mismo mensaje ante un mismo tipo de situación, aunque se produzca en distintos lugares.
- Proporcionar al usuario indicaciones sobre el proceso que está siguiendo
- Misma respuesta ante la misma acción. Los elementos estándar de la interfaz deben comportarse siempre de la misma forma.
- Consistencia de la apariencia estética (iconos, fuentes, colores, distribución de pantallas).

- Fomentar la libre exploración de la interfaz, sin miedo a consecuencias negativas.
- El diseñador de interfaces debe conocer y comprender las tareas que realizan los humanos en el entorno a considerar, para luego poder transformarlas en un conjunto parecido de tareas que se implementan en la HMI.
- Un enfoque alternativo para el análisis de tareas es el orientado a los objetos, donde el diseñador observa los objetos físicos utilizados por el futuro usuario y las acciones que se aplican a cada objeto.
- Indicar el estado del sistema, es decir, qué aspecto tiene la interfaz en el momento antes y después de que se ejecuta una acción de la secuencia, por ejemplo cambios de color y tamaño de los objetos.
- No se deben colocar demasiados objetos en la pantalla, y los que existen deben estar bien distribuidos.
- Cada elemento visual influye en el usuario no sólo por sí mismo, sino también por su combinación con el resto de elementos presentes en la pantalla.
- Elementos de tamaño y color similares se perciben como pertenecientes a un grupo.
- Asumir errores en la entrada del usuario.
- Diseñar para el usuario, no para demostrar los propios conocimientos tecnológicos.
- No cambiar la imagen que representa un objeto dentro de la interfaz es decir un motor se debe presentar de igual forma sin importar su tipo.
- Antes de la asignación de los Tagnames se debe tener conocimiento total sobre la base de datos de los elementos que componen el proceso.
- Los Tagnames deben estar relacionados con la base de datos de los elementos que componen el proceso.
- No deben existir Tagnames con nombres repetidos o en dicho caso diferenciarlos con números.

Aunque a la hora de diseñar un HMI cada diseñador tiene sus propios métodos y sigue sus propios lineamientos, es importante tener en cuenta las recomendaciones anteriormente citadas para que se puedan asegurar de que el HMI realmente cumpla las expectativas. Como complemento a estas normas se puede remitir a la norma ISA RP60.1 [13] y a la norma ISA 5.06.01 [14].

2.4. Procedimientos de implementación de los sistemas supervisorios

Los procedimientos a seguir para la implementación de los sistemas supervisorios de esta monografía dependen del propio diseñador, ya que este puede elegir la manera más conveniente para el desarrollo de las interfaces. Es de vital importancia tener una serie de pasos que debe seguir para que las prácticas se realicen eficientemente y puedan llevar un orden adecuado. Los procedimientos que se emplean en esta monografía en cada uno de los capítulos es la siguiente:

1. Primero se analiza y se realiza una descripción del proceso al cual se va a controlar y se le va a diseñar el HMI, esto con el fin de que el diseñador tenga total conocimiento del proceso y así tener idea de lo que desea el usuario y de lo que necesita para controlar dicho proceso.
2. Luego se analizan las especificaciones que tiene cada uno de los procesos, es decir se analizan los elementos y las variables que se van a controlar, y como se relacionan los elementos que componen el proceso. De este modo se identifican y se crean los tags con los cuales se van a trabajar en el proceso. En el capítulo 3 como solo es una práctica introductoria al software Intouch, inmediatamente se salta hacia el paso numero 6.
3. Posteriormente se realiza el programa del PLC, teniendo en cuenta los tags que se habían identificado anteriormente, y se carga mediante el

software V4.0 STEP 7 MicroWIN SP2, en este momento se definen y se direccionan las variables del proceso, logrando que el programa del PLC realice las acciones que el usuario desea. En los capítulos 6, 7 y 8 debido a que se poseen los programas y la configuración del servidor OPC de cada una de las plantas funcionales del laboratorio de control de la UTB, inmediatamente se salta hacia el paso numero 5.

4. Después sin cerrar el programa realizado en Step 7-Micro/WIN, se configura el servidor OPC, creando y guardando los tags que se emplean en el proceso, en este caso se utiliza el PC Access, el cual será el encargado de enlazar los datos del PLC con el OPCLink (I/O Server) de Intouch.
5. A continuación se procede a configurar una conexión mediante OPCLink, con el fin de detectar los servidores OPC, y extraer sus valores para ser leídos por Intouch.
6. Luego se inicia la creación del HMI con el software Intouch, introduciendo la ventana principal y en ella los objetos que hacen parte del proceso, hay que tener cuidado en saber representar la relación que existe entre los objetos, y como cada uno influye en el otro.
7. El diseño del HMI se debe ir realizando teniendo en cuenta las recomendaciones y normas sugeridas con anterioridad, para poder garantizar al final que el HMI creado cumpla con unos requisitos mínimos de seguridad, una comunicación con el usuario fiable y lo menos confusa posible, y que se pueda adaptar a todo tipo de usuarios.
8. En seguida se procede con la creación de los Tags en Intouch, para luego asignarlos a los objetos creados en la pantalla principal donde se realizó el HMI del Proceso, esto con el fin de que los objetos creados se comporten de acuerdo a las variables del proceso. Estos Tags tienen

que tener relación con los nombres que ya se asignaron en el programa del PLC y la configuración del OPC Server, a excepción del capítulo 3, el cual es una simulación y no se emplea un PLC ni un servidor OPC.

9. Después, si la planta del proceso es una simulación como se muestra en los capítulos 3, 4 y 5, se procede a la programación del Script, para que de esta manera, se pueda observar cómo se comportan las variables si no se cuenta con una planta real.
10. Finalmente después de realizar los procedimientos anteriores se procede a correr la aplicación del HMI creado y con esto se puede observar el completo funcionamiento del HMI.
11. Después de probar el HMI funcionando con el proceso se debe hacer una retroalimentación con los usuarios finales acerca de la comodidad del HMI, la eficiencia del HMI, el funcionamiento y la facilidad de operación del mismo, esto con el fin de llevar a cabo mejoras que permitan garantizar un total control del proceso.

Al seguir estos procedimientos correctamente se podrá diseñar y crear el HMI de las prácticas que se presentan en esta monografía.

3. INTOUCH Y SUS HERRAMIENTAS PARA LA CREACIÓN DE APLICACIONES

3.1. INTRODUCCION

Existen muchos software para la creación de las HMI dentro de los sistemas SCADA, uno de los principales es Wonderware Intouch, el cual se emplea en las prácticas aplicativas de esta monografía. Por esto en este capítulo se hará una breve introducción al software Wonderware Intouch y las herramientas con las que cuenta para la realización de las HMI. También se realiza la práctica de laboratorio introductoria al software Intouch con la barra de herramientas de dibujo.

3.2. ¿Qué es el Intouch?

Wonderware Intouch; es un generador de aplicaciones HMI destinadas a la automatización industrial, control de procesos y supervisión. Wonderware, compañía pionera en el uso del entorno Windows; ha evolucionado y actualizado su producto paralelamente a las nuevas tendencias y necesidades de los usuarios y del mercado, consiguiendo el liderazgo dentro de este sector. Wonderware ofrece, mediante Intouch, la posibilidad de generar aplicaciones SCADA al más alto nivel, utilizando las herramientas de programación orientadas a objetos, para usuarios no informáticos.

Millares de aplicaciones creadas con Intouch se encuentran en estos momentos en pleno uso y produciendo unos resultados inmejorables. Sus usuarios informan de una mejora muy significativa en su calidad y cantidad de producción y en una reducción de costes de proyecto y mantenimiento. En otro aspecto, los usuarios de Intouch sienten una gran seguridad en el producto

debido a la compatibilidad total entre sus diferentes versiones y módulos, asegurando plenamente sus inversiones de energía, tiempo y dinero. Las aplicaciones creadas con Intouch se encuentran en cualquier parte del mundo, abarcando una gran cantidad de mercados verticales: procesos de alimentación, semiconductores, refinerías, automotor, químicas, farmacéuticas, papel, transporte y muchas más. Intouch fue seleccionado para complementar el proceso de producción del túnel bajo el Canal de la Mancha y ahora supervisa y controla el tráfico a través de él. Intouch fue ampliamente utilizado en la monitorización de experimentos de la lanzadera espacial de la NASA. En Venezuela se encuentra en la mayor fábrica de cristal del mundo. Eastman Kodak lo usa en el empaquetado de cámaras de rayos-x en su departamento de acabados de productos dentales. Intouch se usa en las minas de metal en Sudáfrica, en la producción de vitamina-C en China o en la producción de camiones y automóviles en EEUU, Suecia y Alemania. [5]

3.3. Herramientas de Wonderware Intouch

Esta herramienta permite a ingenieros, supervisores, gerentes y operadores, visualizar e interactuar con el desarrollo de toda una operación a través de representaciones gráficas de sus procesos de producción.

Intouch posee una gran cantidad de características ya que permite crear aplicaciones fáciles de configurar que significan menores tiempos de desarrollo, es posible mover, animar y modificar el tamaño de objetos o grupos de objetos de manera fácil y rápida, posee poderosas herramientas de diseño orientadas a objetos y hacen que el dibujar, localizar, alinear, colocar objetos unos sobre otro, espaciar, rotar, invertir, duplicar, cortar, copiar, pegar y borrar objetos resulte sumamente fácil, soporta cualquier resolución de video soportado por Windows, y también soporta las configuraciones de multimonitor, además, puede conectar aplicaciones existentes a la planta de la fábrica vía Internet, envía alarmas directamente a una base de datos, del mismo modo permite la impresión de alarmas centralizadas en cualquier impresora que se escoja, ya

sea en la fábrica o sobre Internet y puede especificar de manera dinámica diferentes fuentes de datos de archivos históricos y realizar graficas de tendencias.

Wonderware Intouch consta de tres programas principales que son: el Intouch Application Manager, WindowMaker y WindowViewer. El Intouch Application Manager es el que se encarga de organizar las aplicaciones que van a ser creadas. WindowMaker es la ventana en la cual se va a desarrollar la HMI, aquí es donde se crean los gráficos de los objetos para realizar las animaciones que van a conectarse a los sistemas industriales I/O y a otras aplicaciones de Microsoft Windows. Y por ultimo esta el WindowViewer que es el ambiente en tiempo real que se usa para el desplegar las ventanas gráficas creadas en WindowMaker. Aquí se puede observar cómo se está comportando el proceso. También se encarga de realizar registros e informes de datos históricos, registra e informa las alarmas de procesos, y puede funcionar como un cliente y un servidor para DDE y protocolos de comunicación SuiteLink. [6]

Para que la versión 7.1 del software Wonderware Intouch funcione correctamente se tienen que tener en cuenta los requerimientos técnicos mostrados en la Tabla 3:

Requerimientos	Requerimientos Minimos	Requerimientos Recomendados
Procesador	Pentium II 233 MHz	AMD-K6 550 MHz Pentium III
Memoria RAM	64 MB	128 MB
Espacio Disco Duro	13 MB	40 MB
Tarjeta de Video	8 MB	16 MB
Tarjeta de Sonido	16 bits	16 bits
Monitor	VGA	SVGA
Sistema Operativo	Windows 98	Windows98, Me, 2000
Software Adicional	Acrobat 3.0, Flash	Acrobat 5.5, Flash
Browser	Internet Explorer 4.0	Internet Explorer 5.5

Tabla 3. Requerimientos para el buen funcionamiento de Wonderware Intouch V7.1.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se procede a realizar unas prácticas de laboratorio para adquirir conocimientos y competencias en la creación y desarrollo de diferentes HMI con el software Intouch. [7]

3.4. Herramientas necesarias para las prácticas de laboratorio

Para la realización de cada una de las prácticas de laboratorio, se utilizan los bancos de PLC Siemens S7- 200 que se encuentran en el laboratorio de automatización y control de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Los bancos de los PLC S7-200 poseen una CPU 224 la cual tiene integradas 14 entradas digitales y 10 salidas digitales, además en el banco del PLC, se encuentran un modulo de expansión EM223 que posee 8 entradas digitales y 8 salidas digitales, un modulo EM235 que tiene cuatro entradas analógicas y una salida analógica de tensión o corriente y el modulo PROFIBUS DP EM 277 cuya velocidad de transmisión es de 12 Mbit/s y soporta en un bus hasta 99 equipos. Conjuntamente en el banco se encuentran 22 interruptores los cuales simulan las entradas digitales y un potenciómetro el cual se emplea para simular una entrada análoga de 0 a 10 V. La CPU 224 se comunica con el computador por medio del cable PPI que transforma el formato RS232 a USB para así proceder a la programación del PLC.

La programación del PLC se realiza mediante el software MicroWIN 4.0, este se comunica al computador por medio del software OPC SIMATIC S7-200 PC Access y el OPCLINK y se ejerce la acción desde el software Wonderware Intouch para realizar la supervisión de cada una de las plantas.

En el proceso secuencial de mezcla de líquidos y en el proceso secuencial y analógico de control de temperatura se simulan los procesos con el banco del PLC S7-200, en el cual se emplean los interruptores de las entradas digitales y el potenciómetro del banco del PLC.

El laboratorio de control y automatización de la Universidad Tecnológica de Bolívar cuenta con plantas piloto funcionales. Las plantas que se utilizaron para la realización de esta monografía son la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo, la planta intercambiador de calor y la planta piloto de presión de tanques. Para establecer comunicación entre las plantas y el banco del PLC S7-200 se emplean conectores tipo Centronics los cuales poseen 36 pines y se encuentran en el panel de control de cada planta y en el banco del PLC.

3.5. Familiarización con el entorno de creación de un HMI por medio de la barra de herramientas de dibujo de Intouch.

Intouch posee una barra de herramientas llamada DRAW OBJECT, la cual sirve para dibujar objetos gráficos sencillos, como es el caso de figuras geométricas y cuadros de texto. Con esta herramienta podemos hacer la representación de cualquier HMI en una forma fácil y sencilla. Para poder realizar esta práctica de laboratorio se requiere tener conocimientos previos acerca de que es un HMI y sus principios básicos de diseño, también se debe tener conocimientos básicos en automatización industrial y un manejo avanzado de computadores. Los objetivos principales de esta práctica son:

- Introducir al usuario al software Intouch
- Adquirir competencias en el uso de las herramientas básicas que ofrece Intouch
- Realizar un HMI y la programación de un sistema de llenado y vaciado de tres tanques

3.6. Preliminares

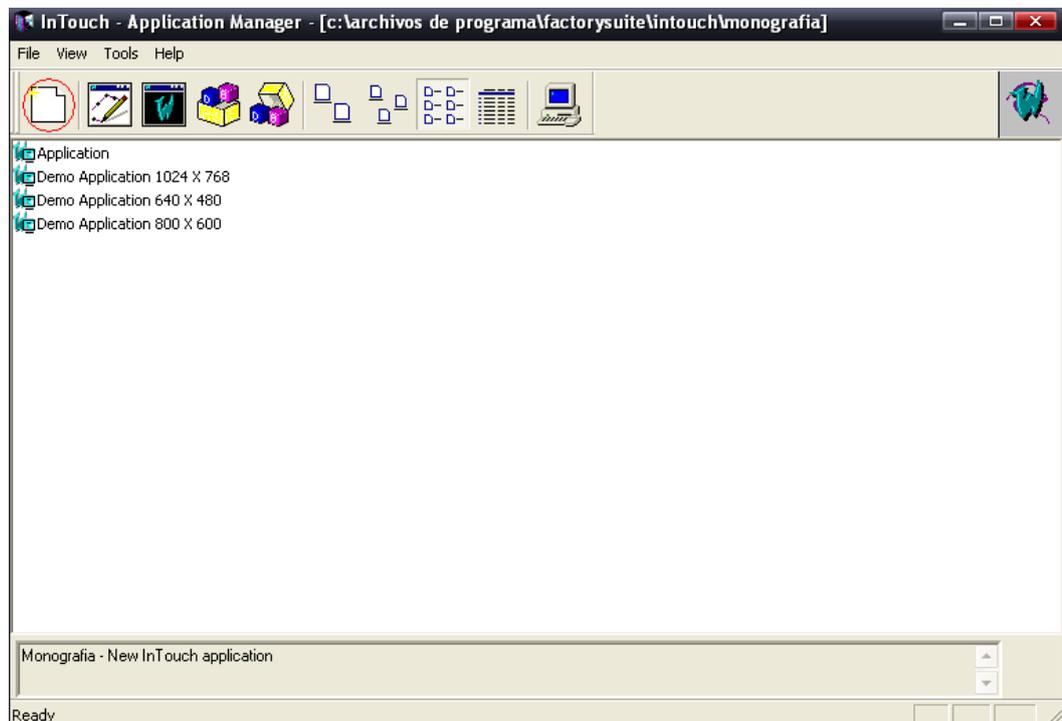
Para poder realizar esta práctica de laboratorio se tiene que contar con:

- Un computador que tenga instalado el programa Wonderware Intouch.

A continuación se muestra cómo se puede realizar una HMI por medio de sencillos pasos con la barra de herramientas. Inicialmente se comienza por la creación una nueva aplicación con el software Intouch. Cerciórese primero que tenga instalado el software Intouch en el equipo en el que se va a trabajar y que este cumpla con todos los requerimientos necesarios para el buen funcionamiento del software.

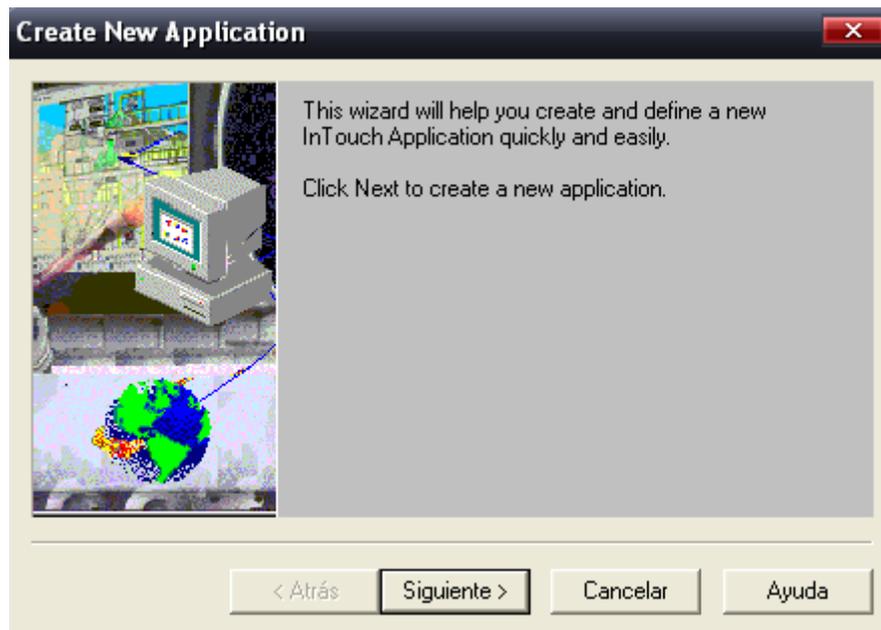
Para crear una nueva aplicación, inicie el software Intouch seleccionando en Windows: Inicio, programas, Wonderware FactorySuite, Intouch. Luego en la ventana inicial de Intouch llamada Application Manager, haga clic sobre el botón nuevo o New el cual es representado por una hoja en blanco en la esquina superior izquierda como se muestra en el círculo rojo en la Figura 1.

Figura 1. Ventana Inicial de Intouch.



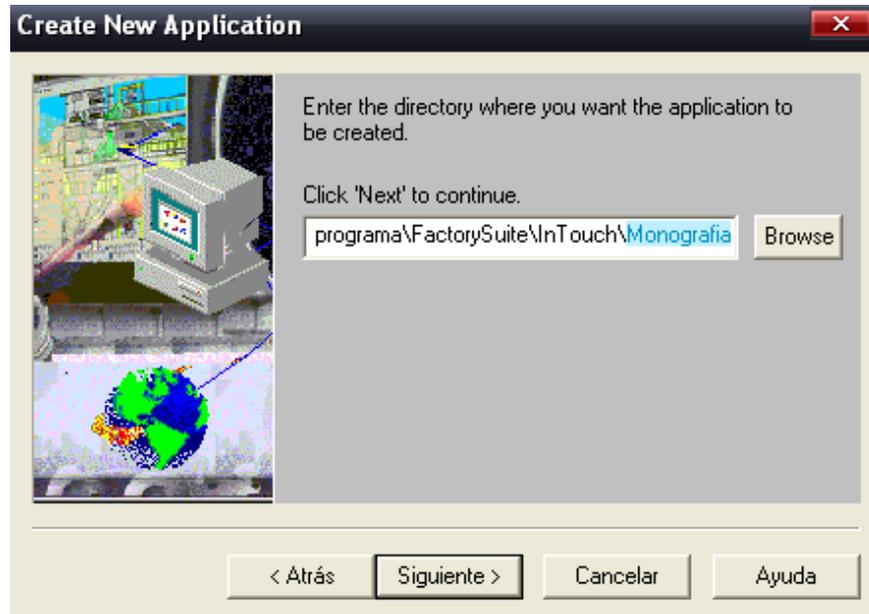
Luego aparece una ventana para iniciar la creación de una aplicación en Intouch y se hace clic en siguiente para continuar, como se ilustra en la Figura 2.

Figura 2. Ventana Inicial para la creación de una nueva aplicación.



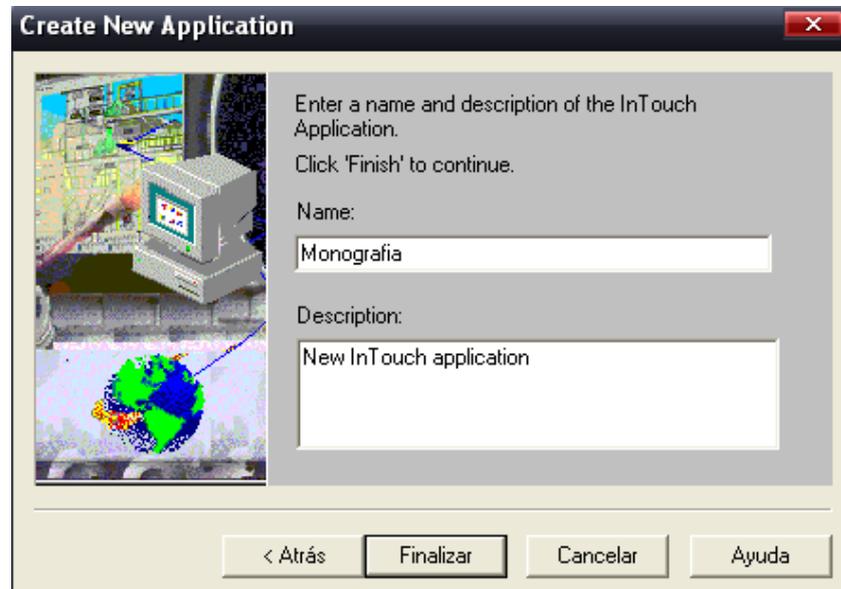
Posteriormente en la siguiente ventana se escribe la dirección o el directorio en el cual su aplicación va a ser creada y se da clic en el botón siguiente para continuar. En este caso la dirección es la siguiente: C:\Archivos de programa FactorySuite\ InTouch\ Monografía, esto se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Ventana que muestra la dirección o el directorio donde va a ser creada la nueva aplicación.



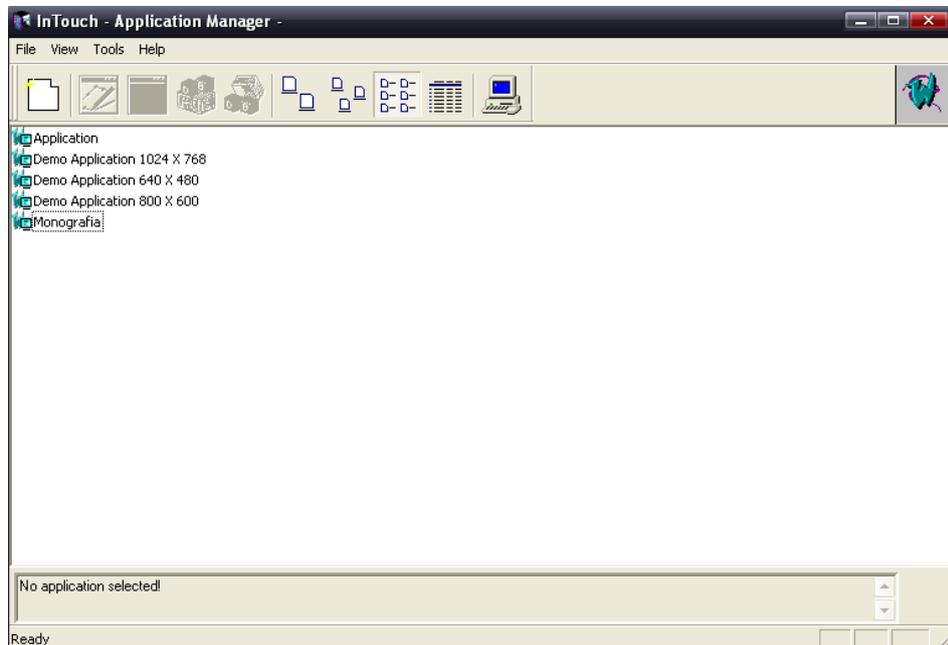
Para finalizar con la creación de la nueva aplicación, se escribe el nombre deseado para la aplicación, junto con una breve descripción de esta, en este ejemplo se puede observar que la aplicación va a ser llamada Monografía y la descripción nos indica que es una nueva aplicación de Intouch. Esto se puede observar a continuación en la Figura 4.

Figura 4. Proceso final en la creación de una nueva aplicación en Intouch.



Luego de realizar los pasos anteriores aparecerá en la ventana Application Manager la aplicación creada con el nombre que se le había asignado anteriormente, que en este caso es Monografía como se ilustra en la Figura 5. Luego se hace doble clic en la aplicación recientemente creada para iniciar la creación de cualquier HMI abriendo la ventana del WindowMaker de Intouch.

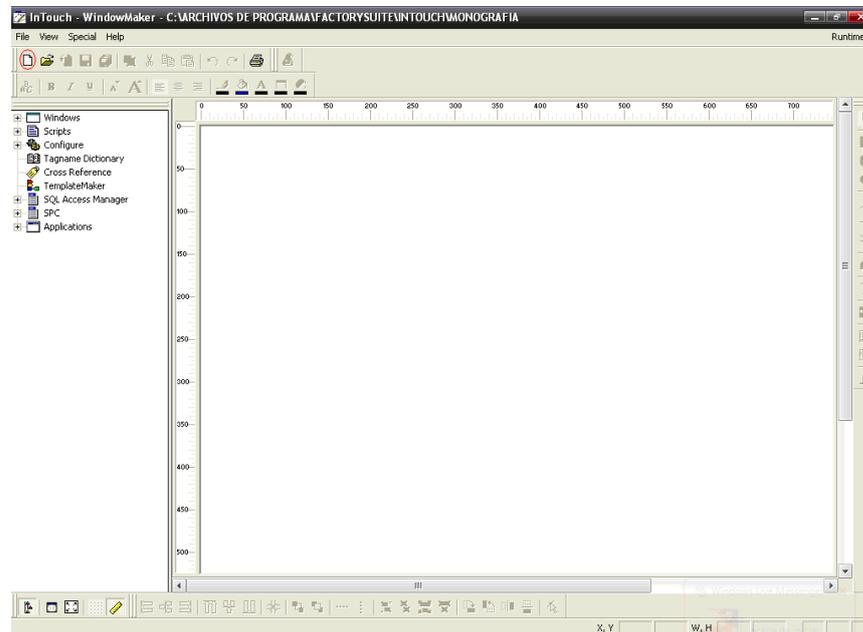
Figura 5. Ilustración de la aplicación creada llamada Monografía.



3.7. Desarrollo de un HMI de un sistema de llenado y vaciado de tres tanques con la barra de herramientas de dibujo de objetos de Intouch.

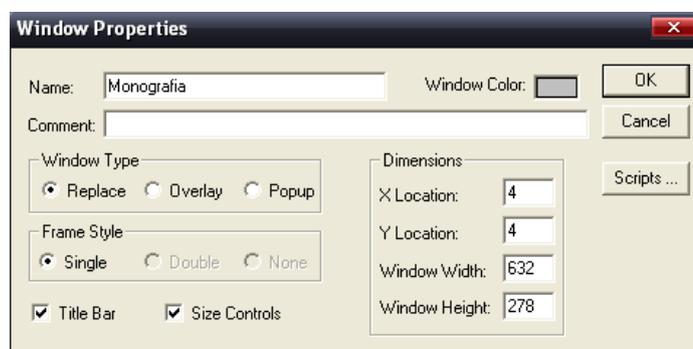
En esta práctica se realiza una HMI que está basada en la simulación del llenado y vaciado de tres tanques. Para iniciar el proceso se le asignará un valor de llenado al indicador de nivel, de esta forma se podrá simular el bombeo para empezar el llenado del Tanque 1 y del Tanque 3. El vaciado de los Tanques 1 y 3 se llevará a cabo por la abertura de las válvulas 1 y 2. Todo esto se realiza por medio de objetos gráficos de la barra de herramientas DRAW OBJECT. Para crear una nueva ventana o editar el nuevo proyecto, haga clic en el menú File o pulse la opción New Window en la esquina superior izquierda de la ventana WindowMaker de Intouch como se ilustra a continuación en la Figura 6.

Figura 6. Selección del menú File para la creación de una nueva ventana.



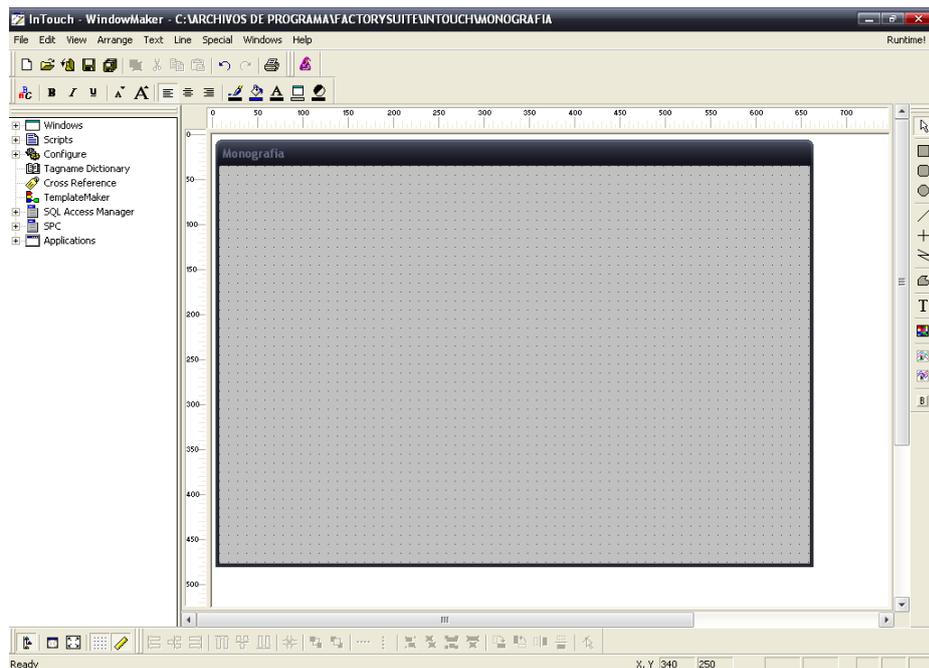
Luego de esto aparecerá el cuadro de dialogo de Window Properties que se muestra a continuación en la Figura 7. En esta ventana se puede colocar el nombre, comentarios, estilo, tamaño, ubicación y el color de la ventana en donde se realizara el HMI.

Figura 7. Cuadro de Dialogo De Window Properties.



Luego de hacer clic en el botón OK del cuadro de dialogo de Window Properties, aparecerá la nueva ventana en el recuadro principal de WindowMaker de Intouch como se observa el Figura 8.

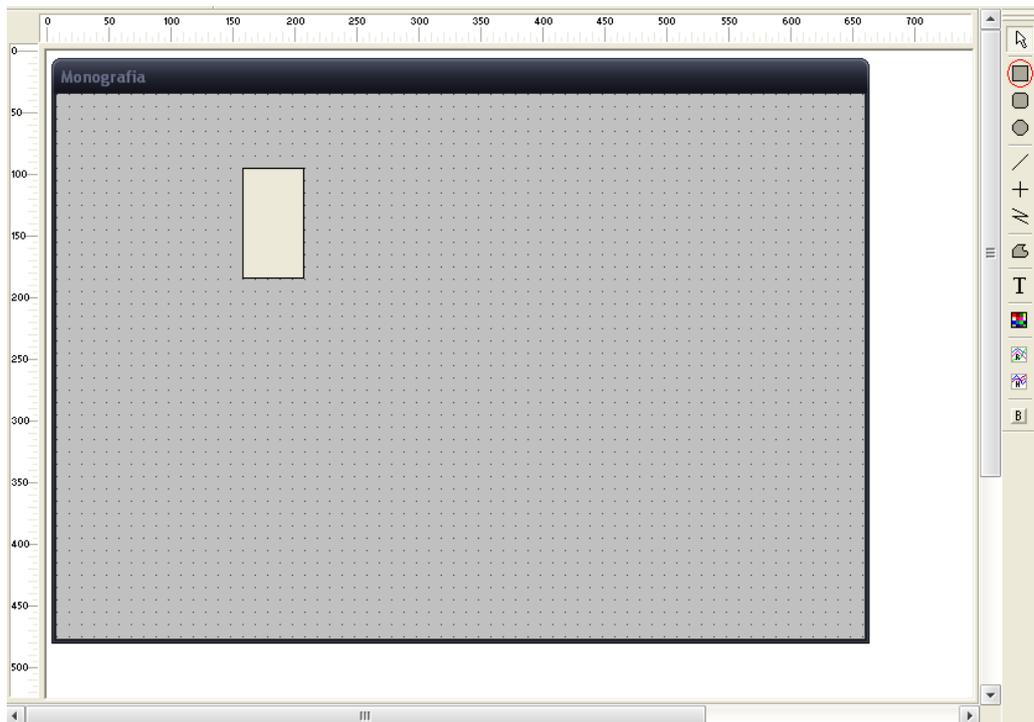
Figura 8. Nueva ventana creada para empezar a editar el proyecto.



Inicialmente se va a crear y representar los tanques por medio de figuras geométricas, en este caso van a ser rectángulos, los tanques 1 y 3 que estarán paralelos entre sí, se realiza con el botón “Rectangle”, el cual se encuentra localizado en la parte derecha de la pantalla y tiene una forma de rectángulo, como se detalla en la Figura 9. Al hacer clic en el botón Rectangle, se pasa a la pantalla creada, se ubica y crea el rectángulo con el ancho y alto que se desee. El tanque 2 que está en la parte inferior del sistema, se realiza con el botón “Rounded Rectangle”, el cual se encuentra justo debajo del botón Rectangle. Y la bomba se representa por medio de un círculo que será realizado con el botón “Ellipse” ubicado debajo del botón Rounded Rectangle.

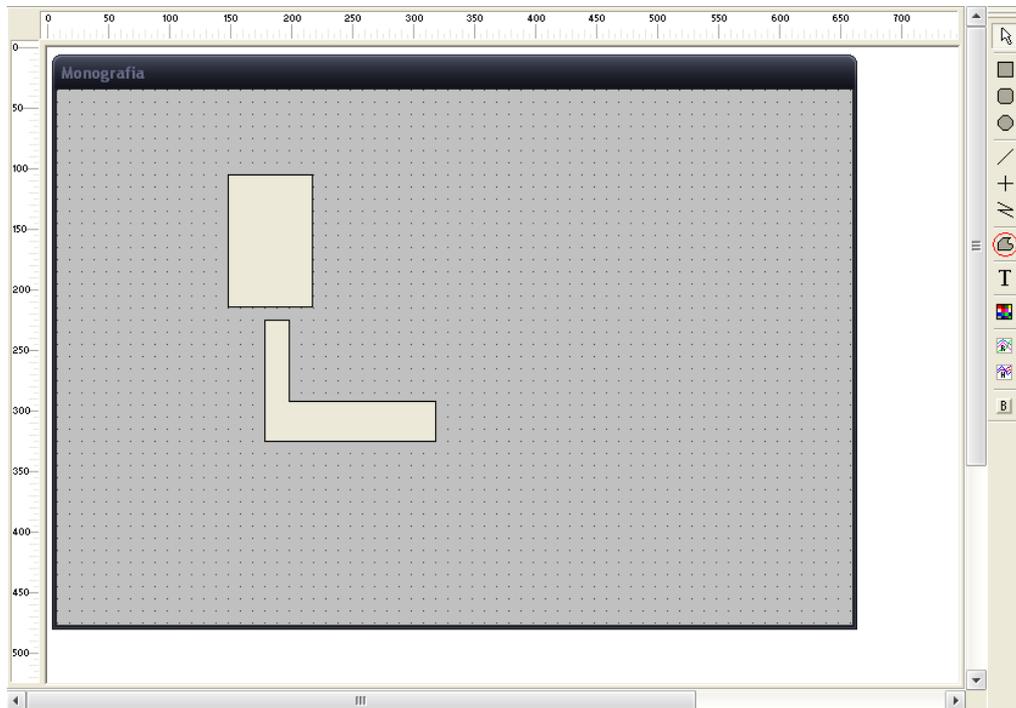
Nota: La creación de los tanques o de cualquier otro elemento del sistema queda a la creatividad del diseñador, ya que necesariamente los tanques no tienen que ser rectangulares.

Figura 9. Creación de un rectángulo con el botón Rectangle, el cual en este diseño representa un tanque.



Luego de la creación del primer tanque, se procede a la creación de la tubería el cual va a ser representada por medio de polígonos irregulares. Para la creación de dicha tubería se emplea la herramienta "Polygon", la cual se encuentra también en la barra de herramientas en la izquierda de la pantalla, como está señalada con un círculo rojo en la Figura 10.

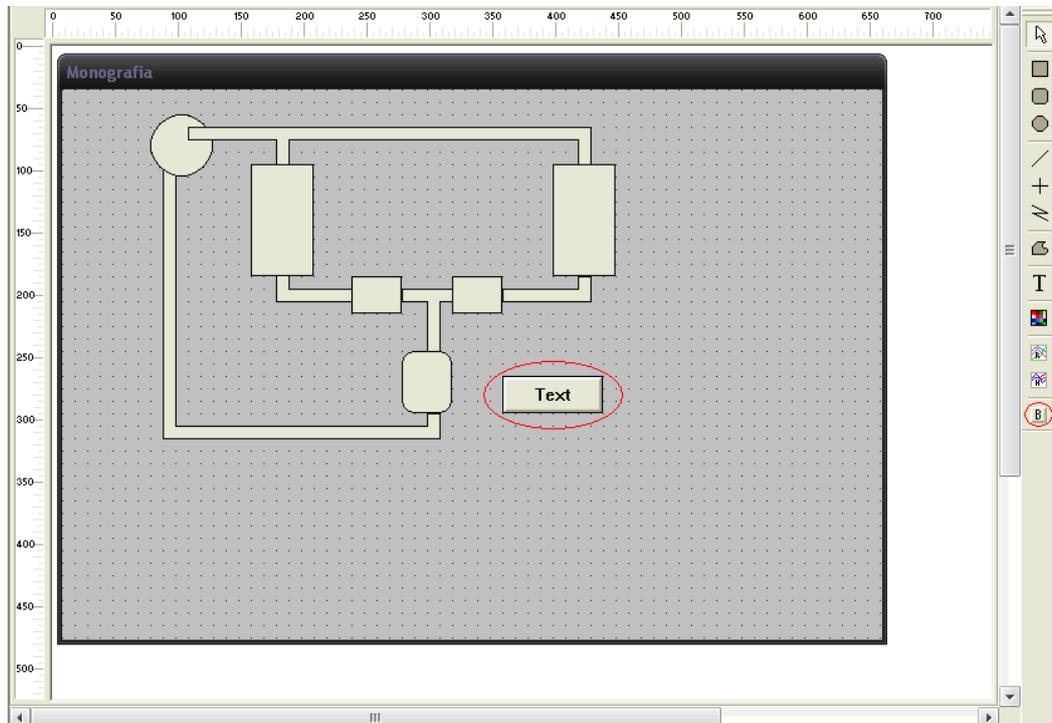
Figura 10. Creación de Tuberías por medio del botón Polygon.



Por último para las válvulas 1 y 2 van a ser representadas por pequeños rectángulos, realizados con el botón “Rectangle” como se mostró anteriormente.

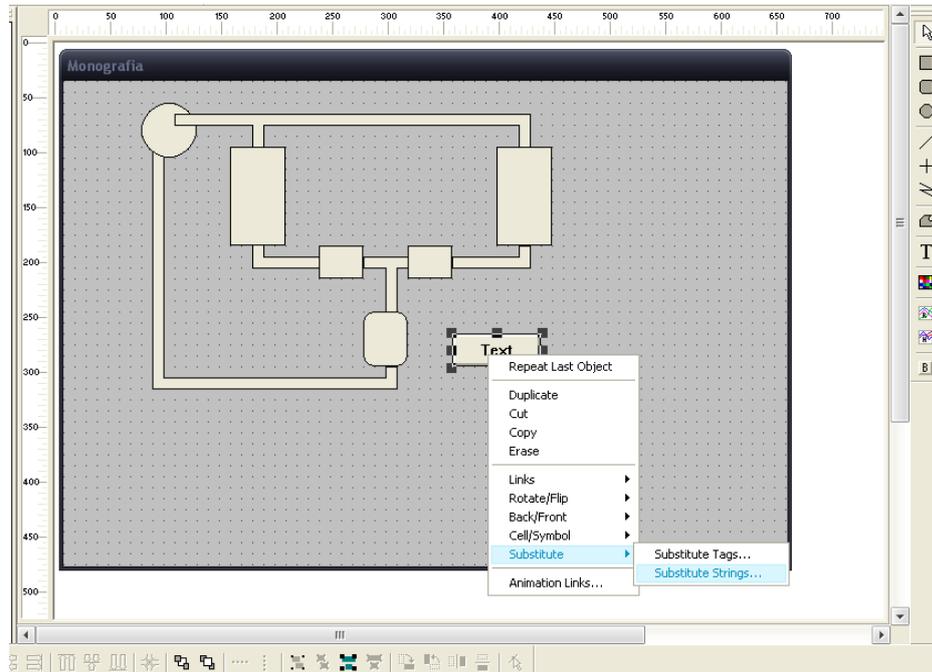
Luego de la creación de todos los elementos del sistema se procede a crear el botón con el cual se va a manipular la bomba para que esta lleve el líquido a los tanques superiores. Para la creación de este botón, se hace clic en el último botón de la barra de herramientas DRAW OBJECT que se llama “Button”, como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Creación de un botón mediante la herramienta Button.



Inicialmente al crear el botón, aparece con el nombre "Text". Esto puede ser editado haciendo clic derecho en el botón creado, con esto se despliega un menú, en el cual se va a elegir la opción "Substitute" y luego "Substitute String", como se puede ver en la Figura 12.

Figura 12. Edición del Botón Creado



Inmediatamente se abre una pequeña ventana en el cual se le introduce el nombre con el cual desea llamar al botón. Como se puede ver en la Figura 13, en este caso, al botón se le dio el nombre “bombeo”, para indicar que al presionarlo, se bombeará líquido a los tanques superiores por parte de la bomba, que como se mencionó anteriormente, fue representada por un círculo. Seguidamente para confirmar el nombre, se hace clic en OK y se observa que ahora el botón tiene como nombre “bombeo”.

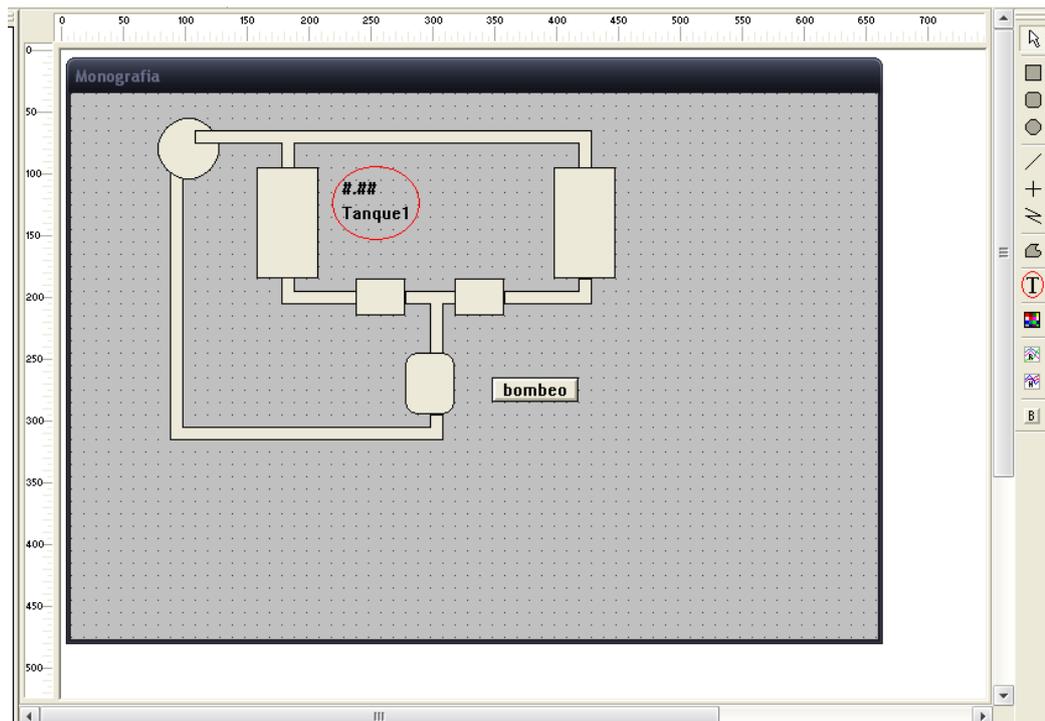
Figura 13. Cambio de etiqueta al botón creado.



Para nombrar cada tanque se emplea la herramienta llamada Text ubicada en la barra de herramientas DRAW OBJECT. Esta herramienta está representada por una letra T como se ve en la Figura 14 en el círculo rojo y sirve para realizar cualquier tipo de texto. Se hace clic en él y en la pantalla del proyecto se ubica en donde se desee escribir el texto.

Cuando se desea visualizar valores numéricos se debe escribir **###**, los cuales se van a utilizar para visualizar el valor de llenado en los tanques.

Figura 14. Creación de texto mediante la herramienta Text.



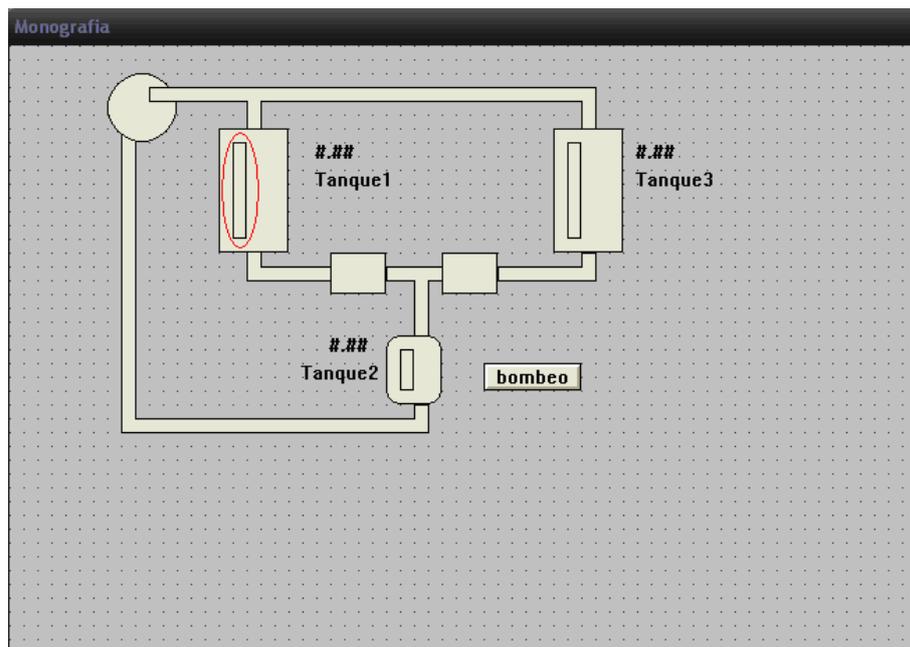
Para cambiar la forma del texto que ya se creó, utilice la barra de herramientas Format Toolbar. Con esta barra usted puede utilizar negrillas, cursiva, subrayar, darle color a las letras, cambiar el tipo de letra y el tamaño. La barra de herramientas Format Toolbar se ilustra en la Figura 15.

Figura 15. Barra de herramienta Format Toolbar.



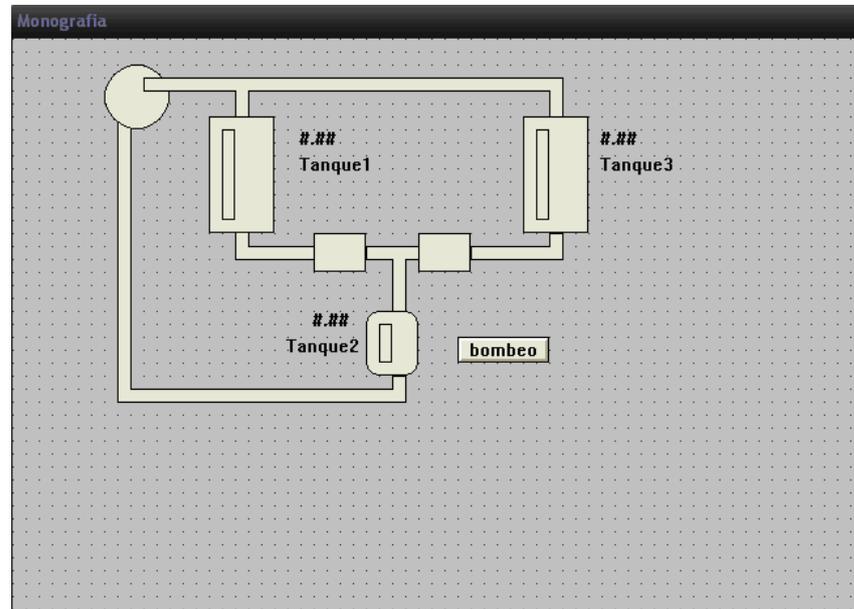
Por último se crean las barras de llenado de cada uno de los tanques para poder visualizar como se van llenando los tanques con el líquido. Estas barras serán representadas por medio de rectángulos como se detalla en la Figura 16, creados con la herramienta Rectangle, como se explicó anteriormente.

Figura 16. Creación de las barras de llenado en cada uno de los tanques.



Finalmente el diagrama completo del sistema de llenado de los tanques queda como se muestra a continuación en la Figura 17.

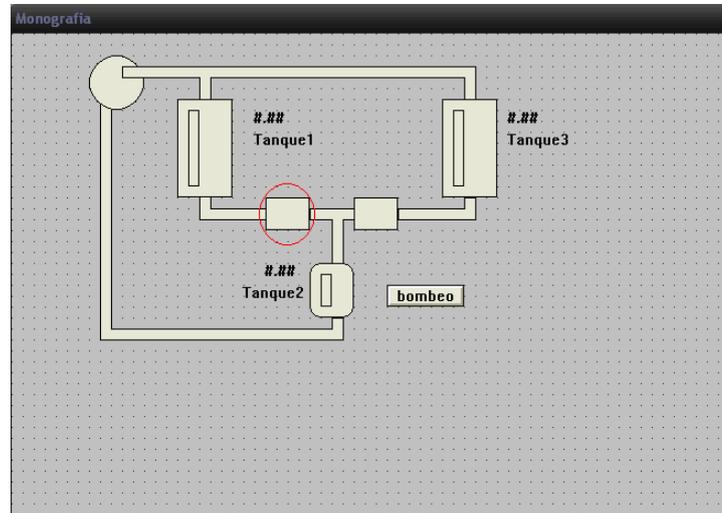
Figura 17. Sistema completo de llenado de tanques realizado con la barra de herramientas DRAW OBJECT.



Después de la creación de los objetos que representan el sistema de llenado de tanques, se procede a la asignación de “Tagnames” a los objetos creados los cuales les permiten que sean reconocidos para llevar a cabo su ejecución. Estos Tagnames serán agregados a la lista de Tagnames Dictionary. Los Tagnames se dividen en dos tipos que son los Memory Type Tagname que son los que existen dentro de la aplicación de Intouch y se usan para crear sistemas constantes y simulaciones y los I/O Type Tagname que son los valores que se pueden leer y escribir de otros programas de Windows, incluyendo todas las entradas y salidas de controladores programables, procesos de computador y datos de una red de nodos.

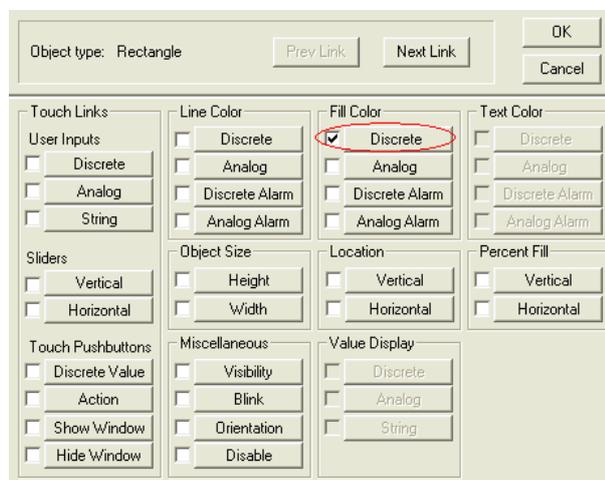
Para iniciar con la asignación de los Tagnames, se empieza con las válvulas. Para asignarle un Tagname se hace doble clic en la válvula, la cual está representada por pequeños rectángulos como se especifica en la Figura 18.

Figura 18. Inicio de creación de Tagname a una válvula.



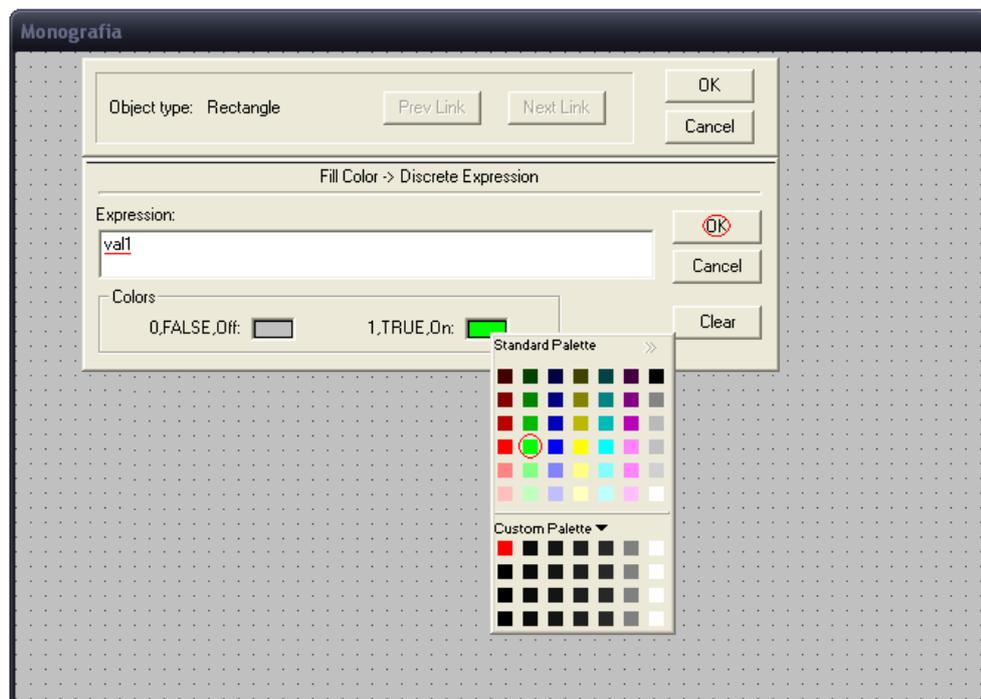
Luego de esto aparece una ventana la cual tiene una serie de opciones para hacer la configuración del objeto. Como es una válvula, esta tendrá solo dos valores que son abierto y cerrado, por lo tanto son valores discretos. Entonces se procede a marcar en el menú "Fill Color", la opción "Discrete" y se hace clic en este botón como se ilustra en la Figura 19.

Figura 19. Selección del botón "Discrete" para asignar el Tagname a la válvula 1.



Luego de esto aparecerá la ventana “Fill Color -> Discrete Expression”, en el cual se va a escribir en el recuadro llamado “Expression”, el nombre del Tagname que se le va a dar a la válvula 1, en este caso se asigna el Tagname con el nombre val1. También en esta ventana se puede elegir el color con el cual se va a mostrar la válvula 1 cuando se encuentre abierta o cerrada. Después de escribir el nombre del Tagname y de elegir los colores del estado de la válvula 1, se hace clic en el botón “OK” para definir el Tagname como se muestra en la Figura 20.

Figura 20. Definición del Tagname y el color de los estados de la válvula 1.



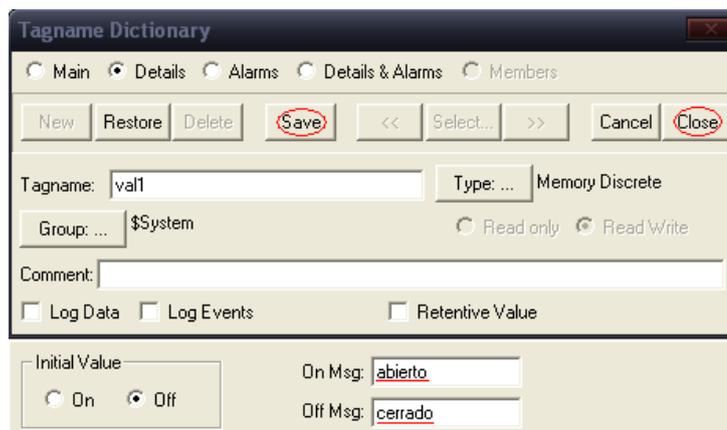
Luego aparece una pequeña ventana en donde pregunta si se desea definir el Tagname y se le hace clic en el botón “Aceptar” para confirmar la asignación del Tagname a la válvula 1 como se muestra a continuación.

Figura 21. Confirmación de la definición del Tagname de la válvula 1.



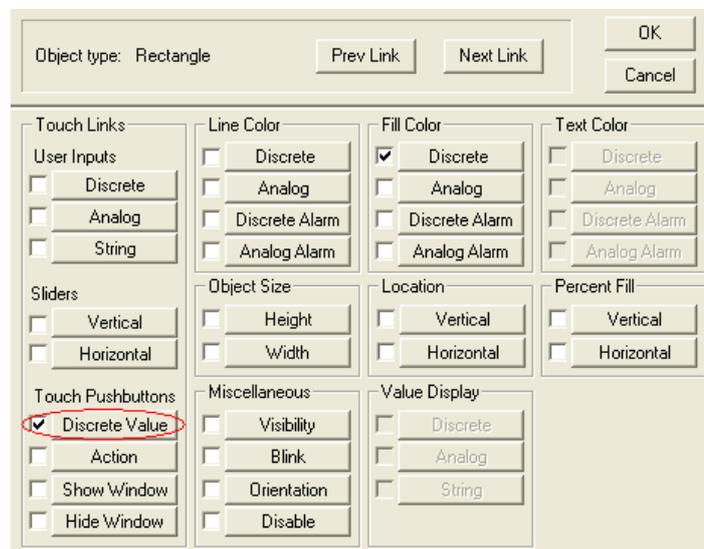
En seguida aparecerá la ventana “Tagname Dictionary”, en el cual se puede confirmar el nombre del Tagname, elegir el tipo de Tagname, el valor inicial, detalles, comentarios y mensajes de encendido y apagado. En este caso los mensajes de encendido y apagado son abierto y cerrado, el tipo de Tagname es Memory Discrete y el estado inicial de la válvula 1 será apagada, es decir cerrada. Se hace clic en el botón “Save” para guardar el Tagname y luego clic en el botón “Close” para cerrar la ventana como se puede observar en los círculos rojos de la Figura 22.

Figura 22. Ventana Tagname Dictionary de la válvula 1.



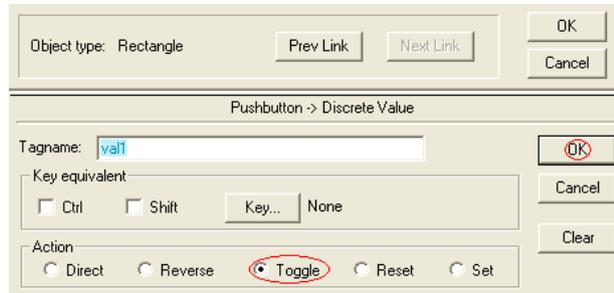
Luego se hace clic en “OK” nuevamente en la ventana “Fill Color -> Discrete Expression” y se regresara a la ventana en el cual aparecen las opciones de configuración del objeto y marcamos la opción “Discrete Value” en el menú llamado “Touch Pushbuttons” para configurar como va a funcionar la válvula 1 al ser presionada en la HMI.

Figure 23. Elección de la opción “Discrete Value” en el menú Touch Pushbuttons.



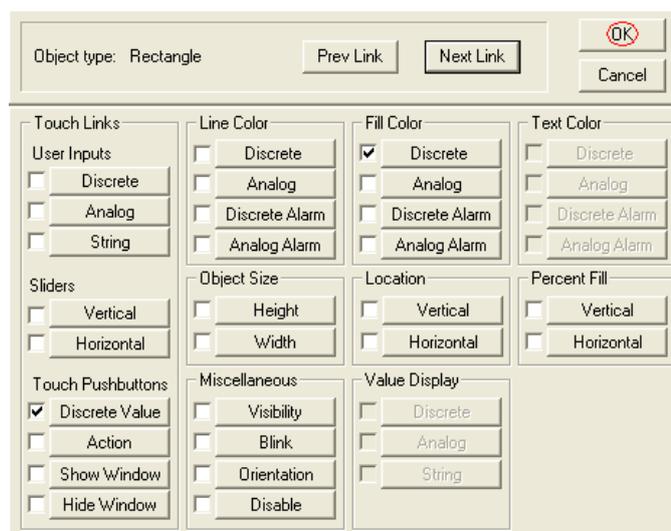
Al hacer clic en el botón “Discrete Value” en el menú “Touch Pushbuttons” aparecerá la ventana “Pushbutton -> Discrete Value” el cual relacionara el Tagname cuando la válvula sea oprimida en el HMI, también se marca la opción “Toggle” el cual permite que la válvula quede activada al ser oprimida y desactivada al oprimirla nuevamente. Finalmente se presiona el botón OK para activar la configuración.

Figura 24. Ventana Pushbutton -> Discrete Value de la válvula 1



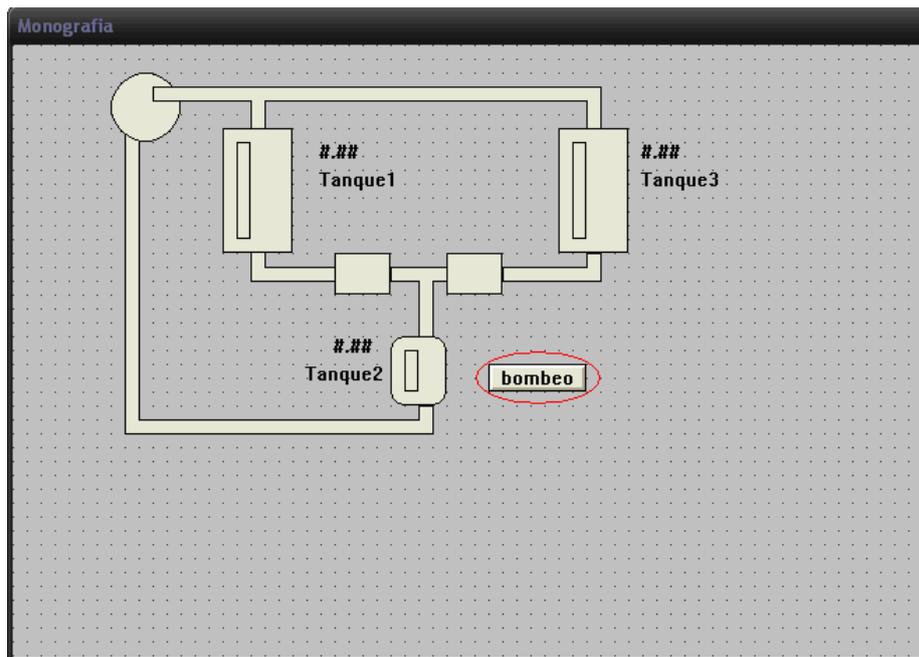
Finalmente se regresa nuevamente a la ventana de las opciones de configuración del objeto y se hace clic en el botón OK para confirmar todas las configuraciones realizadas como se puede observar en la Figura 25. De esta manera la válvula 1 queda funcionando de acuerdo a las configuraciones realizadas. Estos mismos pasos se realizaran para la válvula 2 solo que en esta ocasión se definirá esta válvula con el Tagname val2.

Figura 25. Confirmación de todas las configuraciones realizadas a la válvula 1.



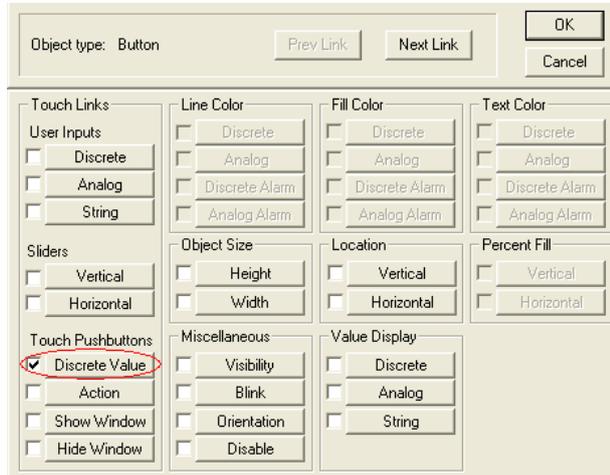
Ahora se procederá con la asignación del Tagname al botón de bombeo. Inicialmente se hará doble clic en el botón de bombeo para abrir la ventana de configuración del objeto.

Figura 26. Inicio de configuración y asignación del Tagname para el botón de bombeo.



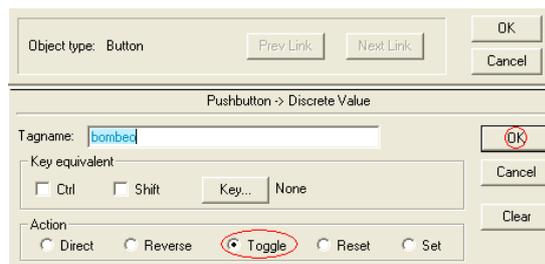
En el momento en que aparezca la ventana de las opciones de configuración para el botón de bombeo, se marcará el cuadro "Discrete Value" en la opción de "Touch Pushbuttons" como se muestra a en la Figura 27.

Figura 27. Elección de la opción Discrete Value para la configuración del botón de bombeo.



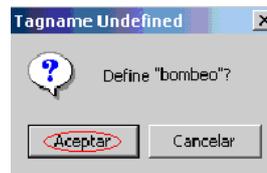
Al hacer clic en el botón “Discrete Value” en el menú “Touch Pushbuttons” aparecerá la ventana “Pushbutton -> Discrete Value” en el cual se definirá el Tagname, que en este caso es “bombeo” y relacionara el Tagname cuando el botón sea oprimido en el HMI, también se marca la opción “Toggle” el cual permitirá que la bomba quede activada al ser oprimido el botón de bombeo y desactivada al oprimir nuevamente dicho botón. Finalmente se presiona el botón OK para definir el Tagname y activar la configuración como se detalla en la Figura 28.

Figura 28. Ventana Pushbutton -> Discrete Value del botón de bombeo.



Inmediatamente al presionar el botón OK en la ventana “Pushbutton -> Discrete Value”, aparecerá el recuadro de confirmación del Tagname bombeo, se hace clic en el botón aceptar y el Tagname quedara definido en el Tagname Dictionary.

Figura 29. Confirmación de la definición del Tagname del botón bombeo.



Después de esto, aparecerá la ventana del Tagname Dictionary. En este caso el tipo de Tagname es Memory Discrete y el estado inicial del botón de bombeo será apagado es decir no está bombeando liquido hacia los tanques superiores. Se hace clic en el botón “Save” para guardar el Tagname y luego clic en el botón “Close” para cerrar la ventana como se puede observar en los círculos rojos de la Figura 30.

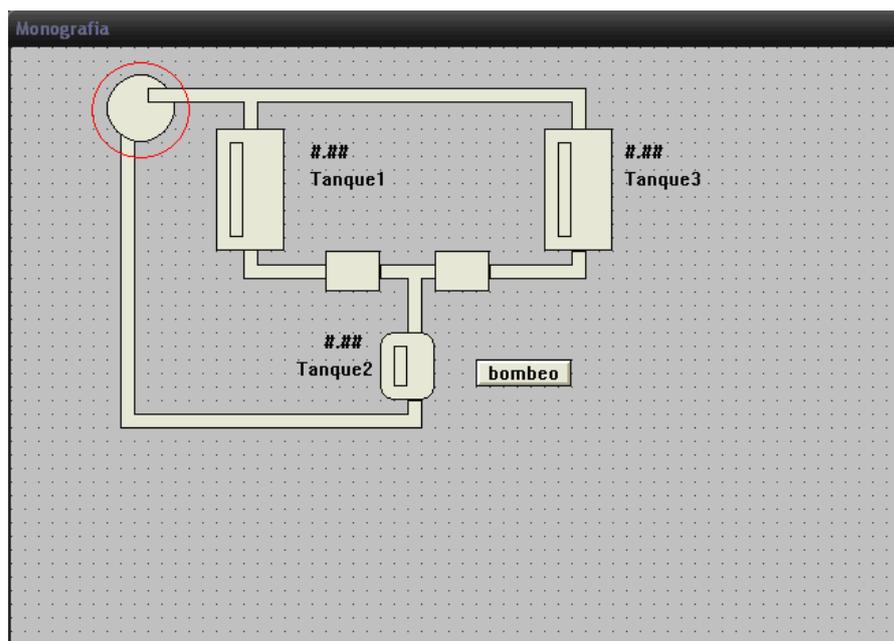
Figura 30. Ventana Tagname Dictionary del botón bombeo.



Posteriormente se hace clic en OK en la ventana “Pushbutton -> Discrete Value” y en la ventana de opciones de configuración y quedara guardada la configuración realizada al botón de bombeo.

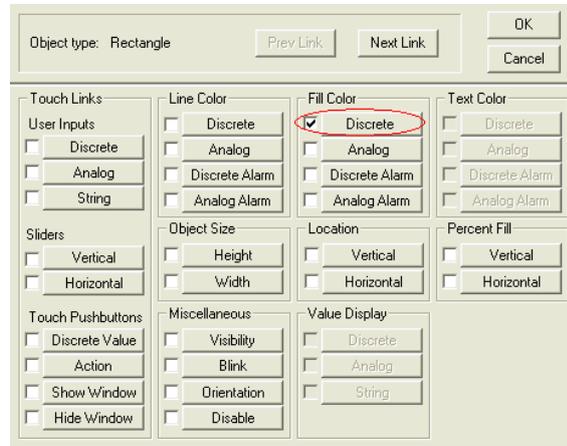
Después de configurar las válvulas y el botón de bombeo se procede a configurar la bomba que va directamente relacionada con el botón de bombeo. Como hicimos en la configuración de los anteriores objetos, se hace doble clic en la bomba para que aparezca la ventana de configuración del objeto que en este caso es la bomba en forma de círculo.

Figura 31. Inicio de configuración y asignación del Tagname para la bomba.



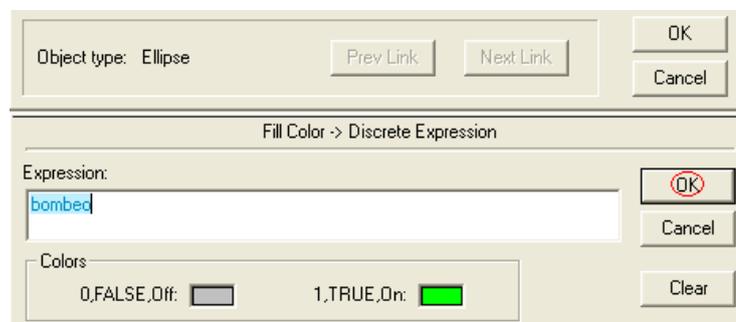
Como la bomba también tiene solo dos estados, es decir bombea o deja de bombear, seleccionamos en el menú Fill Color de la ventana de configuración la opción Discrete y hacemos clic en ese botón, como se ilustra a continuación.

Figura 32. Selección del botón “Discrete” para asignar el Tagname a la bomba.



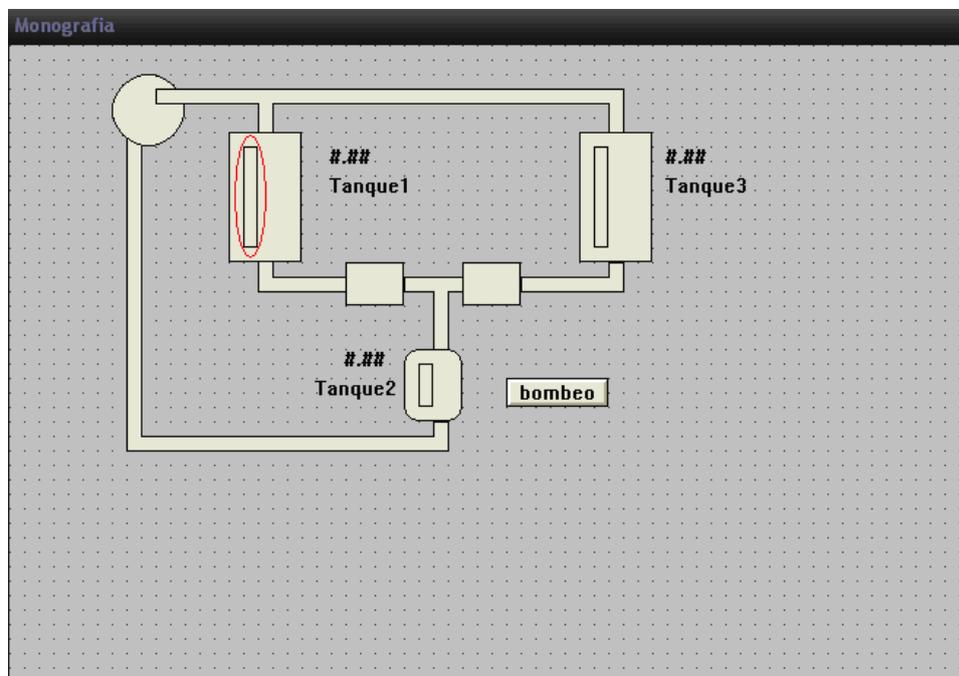
Después de esto aparecerá la ventana “Fill Color -> Discrete Expression”, en el cual se escribirá en el cuadro “Expression” la palabra bombeo que es el Tagname que se le dio al botón bombeo, de este modo se relacionan la bomba y el botón de bombeo, de manera que al activar dicho botón también activara la bomba.

Figura 33. Asignación del Tagname de la bomba para relacionarla con el botón de bombeo.



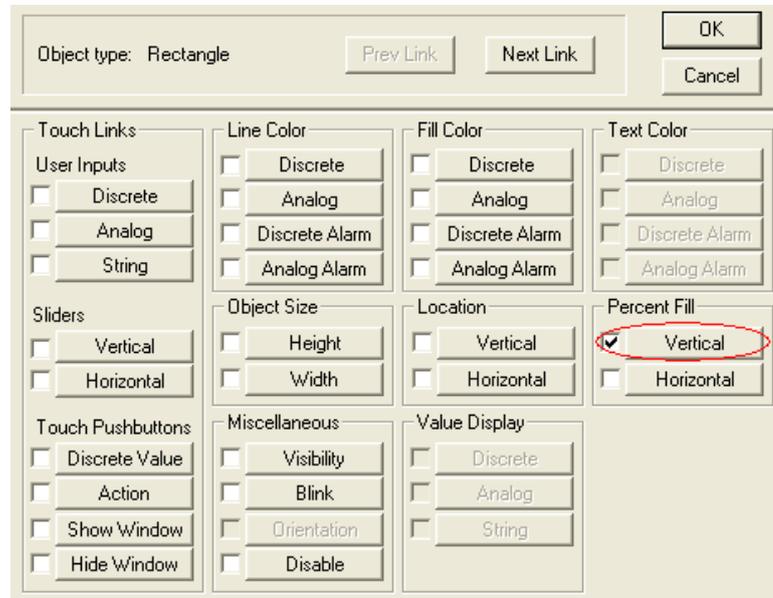
Para finalizar con la asignación de los Tags, se le asignara los Tagnames a las barras de llenado de los tanques. Se hace doble clic en la barra de llenado de cualquiera de los tanques para que aparezca la ventana de configuración, en este caso se configurara y se le asignara el Tagname a la barra de llenado del tanque 1.

Figura 34. Inicio de configuración y asignación del Tagname para las barras de llenado de los tanques.



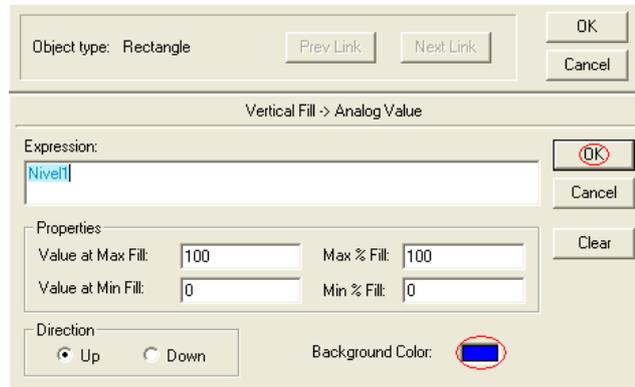
Como son barras de llenados para los tanques, debemos saber cómo es que van a ser llenados estos, por lo tanto en la opción "Percent Fill" de la ventana de configuración, se puede seleccionar si desea un llenado vertical u horizontal. En este caso se desea ver cómo se van llenando los tanques verticalmente por lo que seleccionamos la opción "Vertical" y se hace clic en ese botón como se puede observar en la Figura 35.

Figura 35. Elección de la opción vertical para el llenado de los tanques en el menú Percent Fill.



Posteriormente aparecerá la ventana de “Vertical Fill -> Analog Value” y en el cuadro “Expression” se definirá el Tagname de la barra de llenado del tanque 1. En este caso como se está manejando el nivel del tanque el Tagname que se le dará será Nivel1. En esta ventana también se puede definir el color del llenado, la dirección a la cual se va a llenar el tanque y los valores máximos y mínimos de llenado en cantidad y porcentaje. Luego de realizar todas estas configuraciones se hace clic en el botón OK para definirle el Tagname a la barra de llenado como se ilustra en la Figura 36.

Figura 36. Ventana Vertical Fill ->Analog Value para la configuración de la barra de llenado del tanque 1.



Inmediatamente al presionar el botón OK en la ventana “Vertical Fill -> Analog Value”, aparecerá el recuadro de confirmación del Tagname Nivel1, se hace clic en el botón “Aceptar” y el Tagname quedara definido en el Tagname Dictionary.

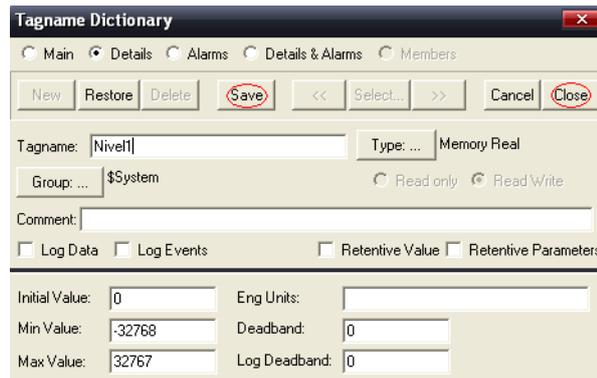
Figura 37. Confirmación de la definición del Tagname de la barra de llenado para el nivel del tanque 1.



Después de esto, aparecerá la ventana del Tagname Dictionary. En este caso el tipo de Tagname es Memory Real ya que esta es la variable real y observable que se va a manipular. Se hace clic en el botón “Save” para guardar

el Tagname y luego clic en el botón “Close” para cerrar la ventana como se puede observar en los círculos rojos de la Figura 38.

Figura 38. Ventana Tagname Dictionary de la barra de llenado del tanque 1.



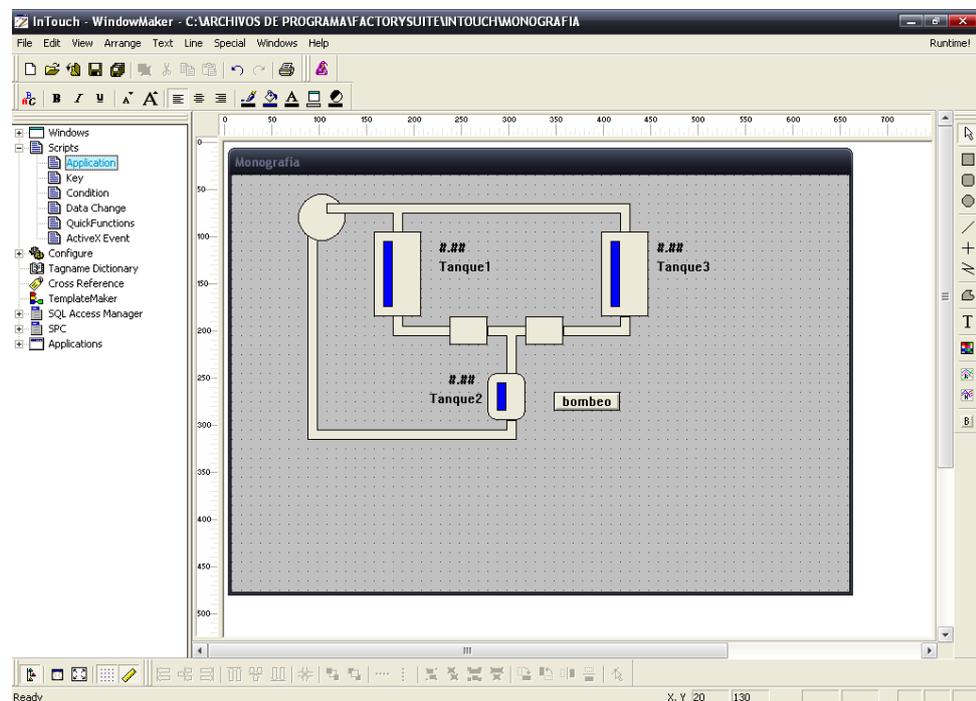
Posteriormente se hace clic en OK en la ventana “Vertical Fill -> Analog Value” y en la ventana de opciones de configuración, quedara guardada la configuración realizada a la barra de llenado del tanque 1. Para las barras de llenado del tanque 2 y el tanque 3, se realizan los mismos pasos solo que para el tanque 2, hay que tener en cuenta que debe tener un valor máximo de llenado en cantidad igual a la suma del valor máximo de llenado de los tanques 1 y 3, el valor inicial para el Nivel3 debe ser de 200 y el Tagname para esta barra será Nivel2 y el Tagname para el tanque 3 será Nivel3.

3.8. Desarrollo de la programación para la simulación del proceso

Luego de tener definidos todos los Tagnames de los componentes del sistema se procede a la programación de este, para que el sistema sea controlado mediante dicha programación, debido a que en esta práctica no se emplea un PLC, ya que solo tiene como objetivo adquirir las principales bases para el uso del Intouch. Para realizar la programación del sistema, en el menú que se

encuentra ubicado a la izquierda de la ventana WindowMaker, se hace clic en la opción “Scripts” para desplegar un submenú. Después de esto se hará doble clic en la opción “Application” para iniciar la programación del sistema, esto se ilustra en la Figura 39.

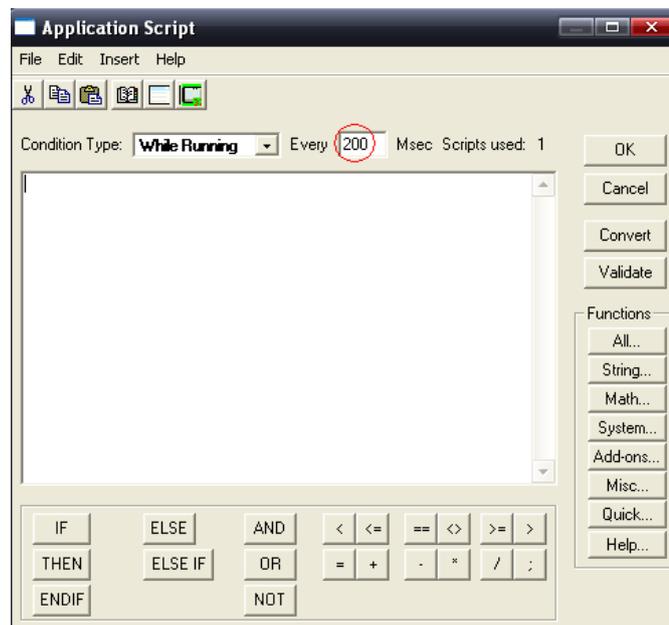
Figura 39. Selección de la opción Application para iniciar la programación del sistema.



Posteriormente se abrirá la ventana llamada “Application Script”, ilustrada en la figura 40. En esta ventana se escriben los comandos para la programación del sistema. También se especifica cómo se correrá el programa y el tiempo de periodicidad de este. La estructura de programación que se emplea en Intouch es la misma que se emplea en programación con C++, en la cual se emplean preposiciones lógicas, funciones y expresiones matemáticas. En esta etapa se debe escribir el programa en el recuadro blanco principal con mucha precaución ya que si el programa posee errores de sintaxis este no correrá y

aparecerán cuadros de advertencia el cual indican cual es el error en la programación. Para compilar el programa se hace doble clic en OK y si el programa no posee errores, el sistema se comportara de acuerdo a la programación realizada.

Figura 40. Ventana Application Script.



La programación que se empleo para que el sistema de llenado de los tanques funcionara correctamente fue el siguiente:

```
IF bombeo == 1 THEN
  IF ((Nivel1 < 100)) THEN
    IF (Nivel2 >= 1) THEN
      Nivel1 = Nivel1 + 1;
      Nivel2 = Nivel2 - 1;
    ENDIF;
  ENDIF;
  IF ((Nivel3 < 100)) THEN
```

```
    IF (Nivel2 >= 1) THEN
        Nivel3 = Nivel3 + 1;
        Nivel2 = Nivel2 - 1;
    ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Nivel2==0 THEN
    bombeo=0;
ENDIF;
```

```
IF val1 == 1 THEN
    IF Nivel1 > 0 THEN
        Nivel1 = Nivel1 - 1;
        Nivel2 = Nivel2 + 1;
    ENDIF;
ENDIF;
```

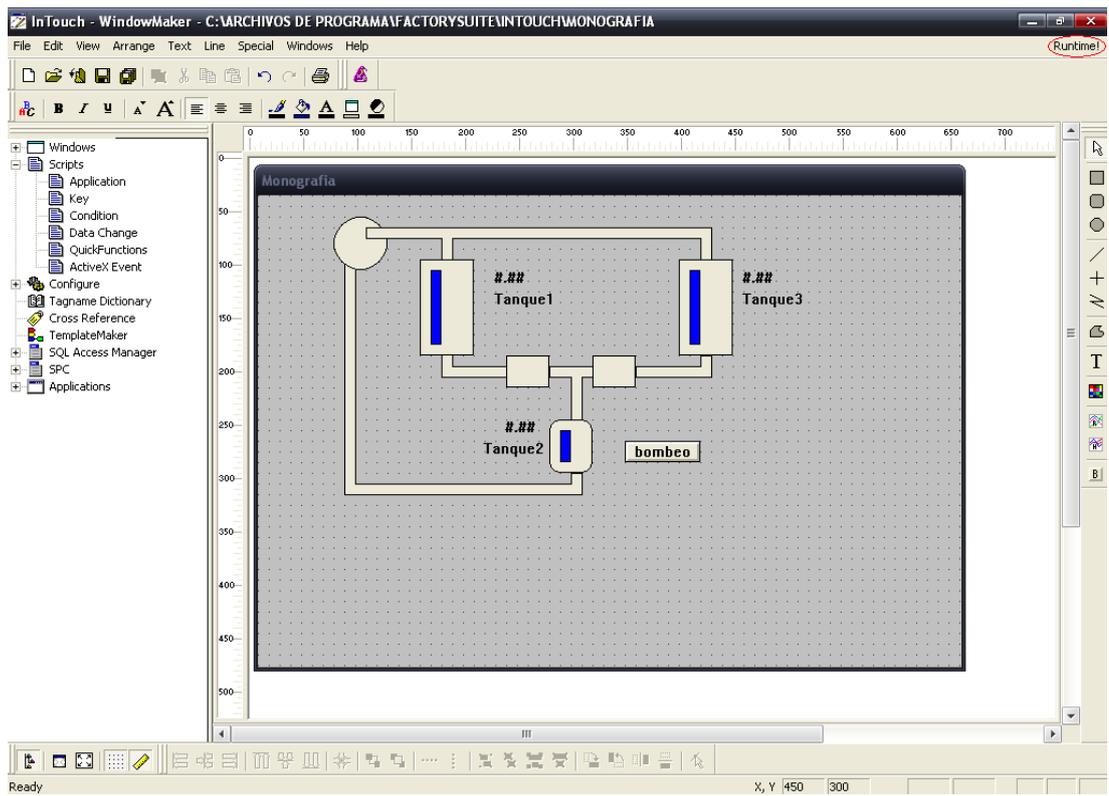
```
IF Nivel1==0 THEN
    val1=0;
ENDIF;
```

```
IF val2 == 1 THEN
    IF Nivel3 > 0 THEN
        Nivel3 = Nivel3 - 1;
        Nivel2 = Nivel2 + 1;
    ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Nivel3==0 THEN
    val2=0;
ENDIF;
```

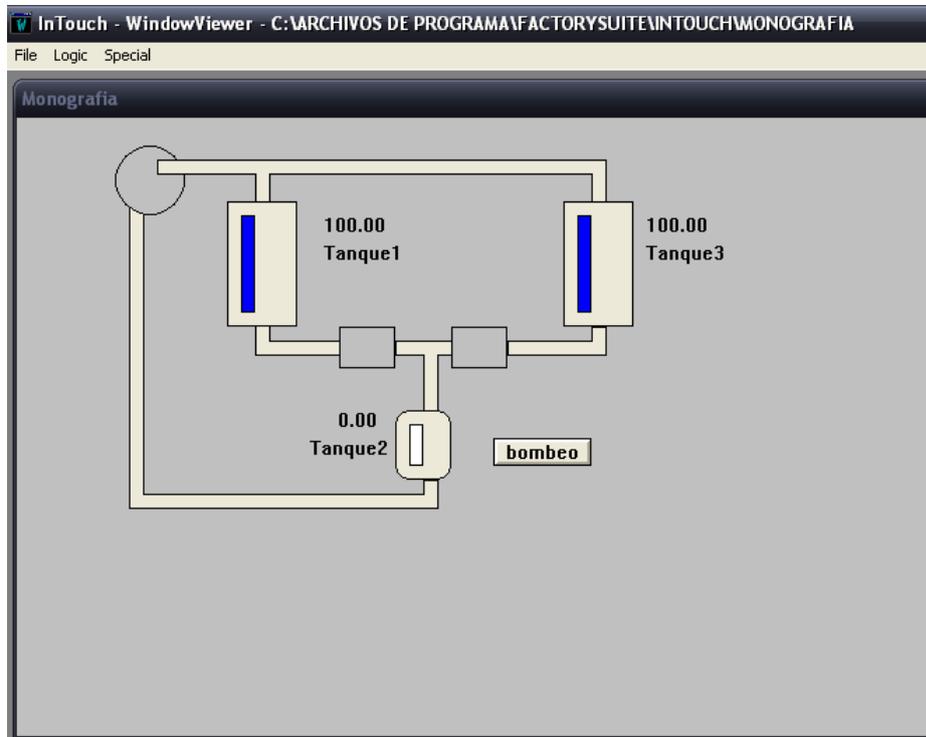
Luego de haber compilado el programa y que este no haya marcado errores, en la esquina superior derecha aparece un botón llamado "Runtime!", este botón los podemos observar la Figura 41.

Figura 41. Selección del botón Runtime! en la esquina superior derecha.



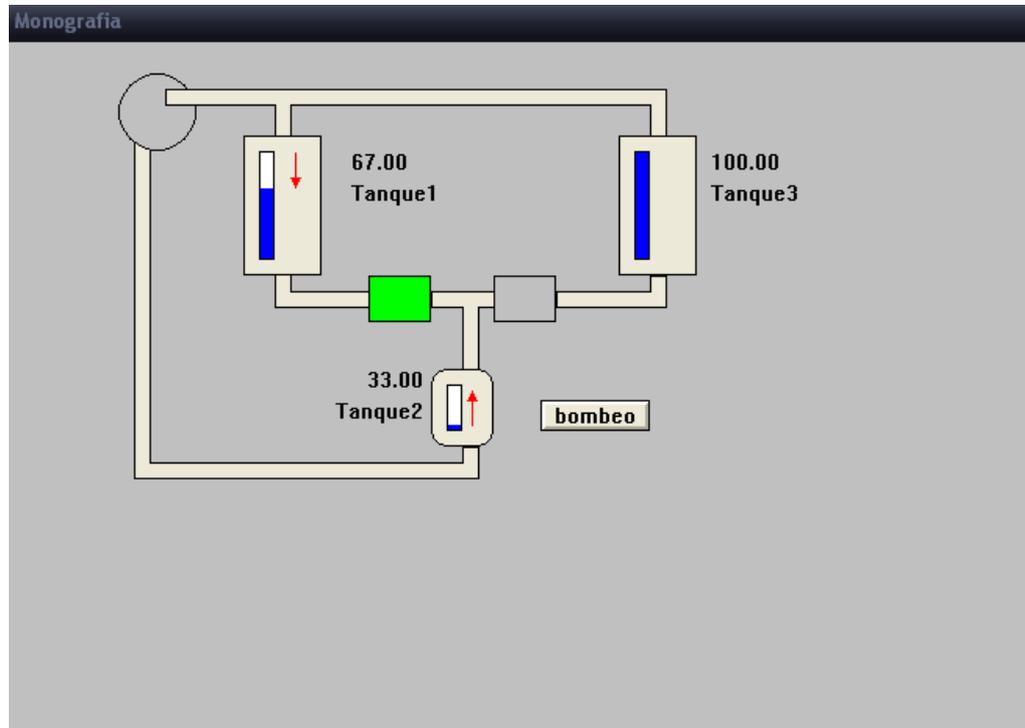
Dicho botón abrirá la ventana WindowViewer y mostrara cómo funciona el sistema después haber sido programado. Como ilustra en la Figura 42.

Figura 42. Ventana WindowViewer de Intouch.



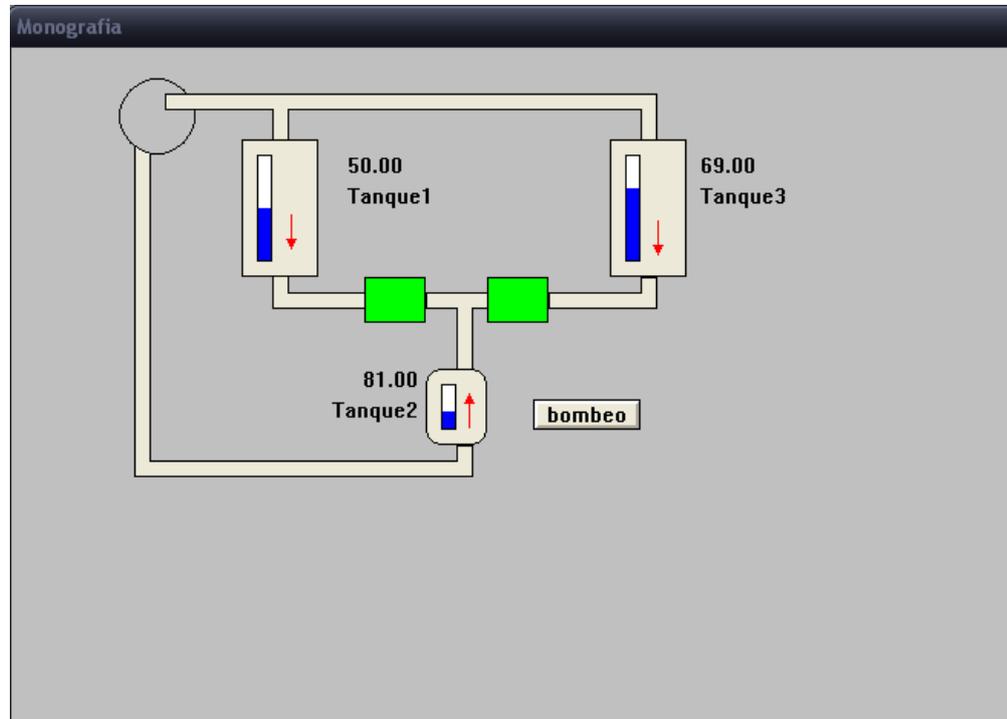
Para ilustrar cómo funciona el sistema en el WindowViewer inicialmente los tanques 1 y 3 estarán completamente llenos y el tanque 2 estará vacío. Al presionar o activar la válvula correspondiente al tanque 1, se puede observar que el nivel en el tanque 1 empieza a disminuir y el nivel del tanque 2 empieza a aumentar en igual proporción en que se vacía el tanque 1. Esto se puede observar a continuación en la Figura 43.

Figura 43. Activación y funcionamiento de la válvula correspondiente al tanque 1.



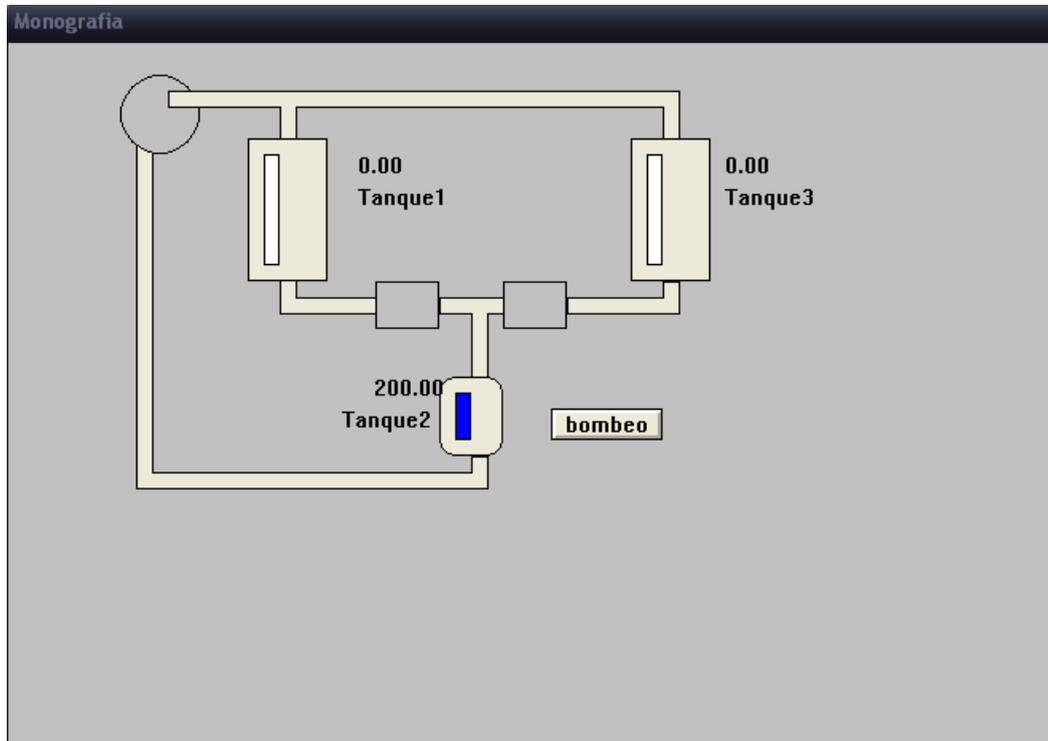
Posteriormente se activara la válvula correspondiente al tanque 3. Cuando esto sucede se observa que el nivel del tanque 3 empieza a decrecer y el nivel del tanque 2 se empieza a aumentar en igual proporción al vaciado de los tanques 3 y 1. Esto se muestra en la Figura 44.

Figura 44. Activación y funcionamiento de la válvula correspondiente al tanque 3.



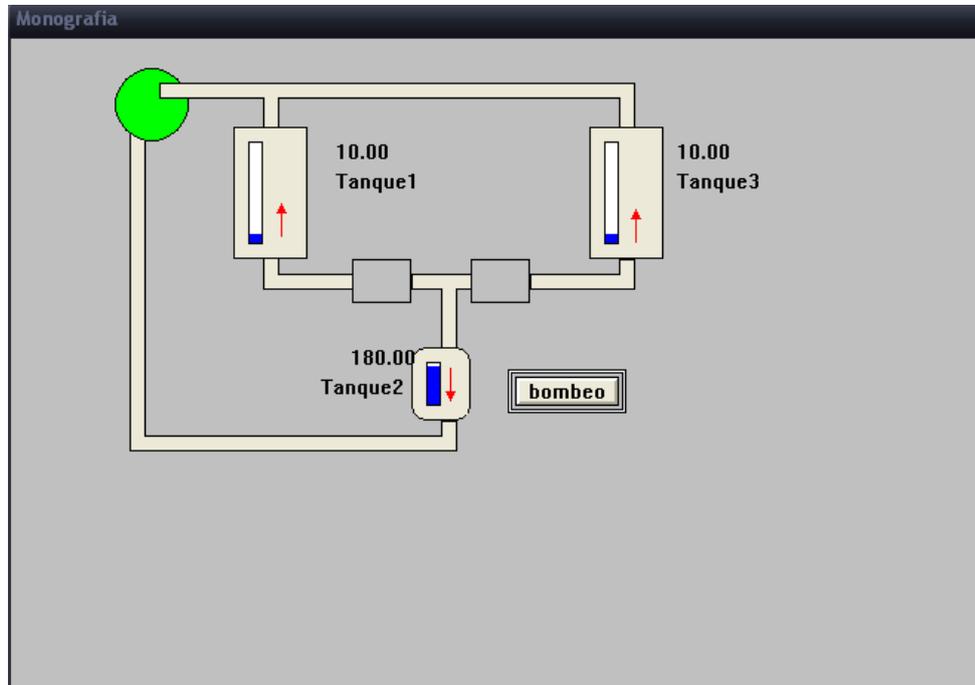
Finalmente cuando se vacía determinado tanque se puede observar que se desactiva o se cierra la válvula correspondiente al tanque vaciado, es decir que si se vacía el tanque 1 se desactiva inmediatamente la válvula que controla el vaciado de este tanque. De igual manera funcionara con el tanque 3, si el tanque 3 queda completamente vacío, inmediatamente se desactiva la válvula controladora del vaciado de este tanque. Esto se ilustra en la figura 45.

Figura 45. Desactivación de las válvulas al momento en que se vacían los tanques 1 y 3.



Ahora se puede apreciar que el tanque 2 está completamente lleno y que su volumen es igual a la suma del volumen de los tanques 1 y 3. Después de esto, se procede a activar la bomba mediante el botón “bombeo”. Al presionarlo se puede ver que se activa la bomba en forma de círculo y que esta empieza a bombear líquido a los tanques 1 y 3 y que estos se van llenando en igual proporción al que se va vaciando el tanque 2. Esto se ilustra en la Figura 46.

Figura 46. Activación de la bomba mediante el botón bombeo.



Después de realizar todas estas pruebas se puede observar que el sistema funciona tal cual como se esperaba de acuerdo a la programación realizada y que mediante este HMI se puede controlar el sistema de llenado y vaciado de tres tanques.

3.9. Actividades complementarias

Con el fin de poner en práctica lo aprendido en el capítulo se realiza a continuación una serie de preguntas y se proponen actividades complementarias para comprobar el aprendizaje a afianzar el conocimiento adquirido.

- ¿Cómo programaría y realizaría el HMI del sistema si existiera otro tanque conectado en paralelo?
- ¿El sistema funcionaría de igual manera si se usaran otros elementos gráficos además de los mencionados en este capítulo?
- ¿Qué sucedería si los tanques superiores del proceso tuviesen más capacidad de llenado que el tanque inferior y cómo configuraría el sistema para que funcione correctamente?
- ¿Es posible activar las válvulas con botones independientes, así como se realizó con el botón de bombeo? ¿Como lo haría?

3.10. Conclusiones

Finalmente se puede concluir que al realizar esta primera práctica el usuario habrá realizado y programado su primer HMI en el cual habrá adquirido ciertos conocimientos acerca del software Intouch y que le servirán de ahora en adelante para la realización de las siguientes prácticas de laboratorio.

4. CREACIÓN DE UNA HMI CON INTOUCH APLICADA A UN PROCESO SECUENCIAL DE MEZCLA DE LÍQUIDOS UTILIZANDO UN PLC S7-200 Y UN SERVIDOR OPC

4.1. INTRODUCCION

En este capítulo se realiza una práctica de laboratorio donde se crea un HMI de un proceso secuencial que solo utiliza entradas y salidas digitales. En esta práctica se utiliza además del software Intouch un banco de PLC S7-200 con el cual se simulan las entradas y salidas digitales. Los objetivos de esta práctica son:

- Creación de un HMI que supervise entradas y salidas digitales por medio de un PLC.
- Introducir al usuario en la configuración de los servidores OPC.
- Aprender a configurar la comunicación entre el PLC y el HMI.

4.2. Preliminares

Para poder realizar esta práctica de laboratorio se tiene que contar con:

- Un banco de PLC S7-200 de los disponibles en el laboratorio de control de la Universidad Tecnológica de Bolívar como el que se muestra en la Figura 47.

Figura 47. Banco de PLC S7-200 con su conector PPI



- Un computador que tenga instalados los programas MicroWin 4.0, PC Access, OPC Link y Wonderware Intouch.
- Un cable PPI el cual transforma (RS485/USB) para comunicar el banco de PLC con el computador, con velocidad de transferencia de 9,6 kbit/s hasta 187,5 kbit/s.
- Un cable de poder para energizar el banco de PLC a un toma de 110V-AC

Luego de contar con estos elementos se deben realizar los siguientes pasos para poder comenzar a desarrollar la práctica de laboratorio:

- Conectar el PLC con el cable de poder a un toma de 110. Verifique que el PLC debe encontrarse en el modo “TERM” en la CPU 224 y el LED de alimentación del este debe estar encendido.
- Conectar el cable PPI (RS485/USB) del banco de PLC al computador.

- Se verifica que en el computador se encuentren instalados todos los programas con los que se va a trabajar, los cuales son MicroWin 4.0, OPC S7-200 PC Access, OPClink y Wonderware Intouch. Los instaladores de estos software se pueden obtener en los laboratorios de Automatización y Control de la UTB.
- Copiar la carpeta “Monografía HMI con Intouch” del CD: “Monografía HMI con Intouch” en el escritorio del computador. Este CD se puede obtener en los laboratorios de Control y Automatización Industrial de la UTB o preguntado a los docentes del área de automatización y Control de la UTB.
- Luego se procede al desarrollo y solución de la práctica.

Para realizar esta práctica se debe haber realizado la práctica del capítulo 3, ya que se necesitan conocimientos básicos de Intouch y se debe tener un conocimiento básico de programación de PLC y de servidores OPC.

4.3. Descripción del proceso secuencial de mezcla de líquidos

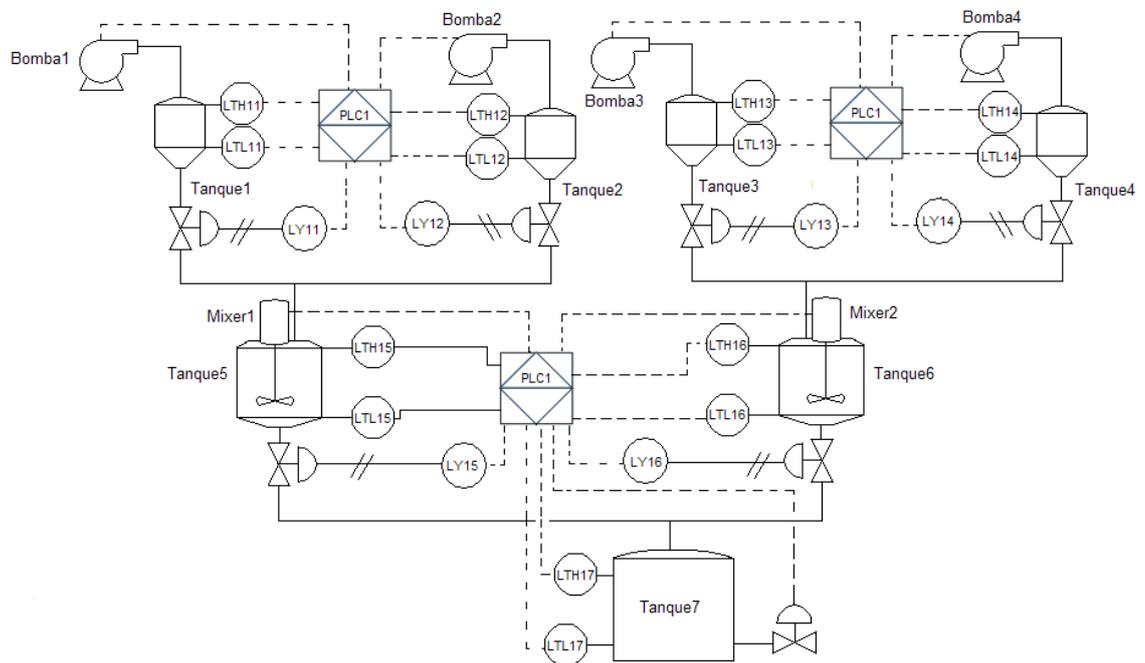
En esta práctica se requiere diseñar un sistema de mezcla de líquidos que consta de tres etapas que son: la etapa de llenado, la etapa de mezclado y la etapa de suministro.

La etapa de llenado consta de cuatro bombas que suministran cuatro líquidos con características diferentes a cuatro tanques de 100 litros que están organizados en pares y están conectados en paralelo. Estos tanques a su vez están conectados en serie a dos tanques de la etapa de mezclado y por medio de un sistema de válvulas se vaciaron cuando el usuario lo desee.

La etapa de mezclado consta de dos tanques de 200 litros conectados en paralelo, donde cada uno cuenta con un Mixer que mezclan los líquidos provenientes de los tanques de la etapa de llenado. Estos Mixer se activaran cuando el usuario lo requiera. Los tanques de la etapa de mezclado a su vez están conectados en serie al tanque de la etapa de suministro y por medio de otras válvulas se vaciaran cuando el usuario lo desee.

La etapa de suministro consta de un solo tanque de 400 litros que recibirá la mezcla de los líquidos de los tanques de la etapa de mezclado y su función es guardar y suministrar el producto final de las mezclas, para luego finalmente por medio de una válvula de vaciado, ser distribuido al usuario final.

Figura 48. Esquema del proceso secuencial de mezcla de líquidos.



4.4. Especificaciones del proceso secuencial de mezcla de líquidos

Todos los tanques del proceso tendrán dos sensores de nivel, uno en la parte superior y otro en la parte inferior, para determinar si los tanques se encuentran llenos o vacíos. Cuando los tanques de la etapa de llenado se encuentren llenos, se apagarán automáticamente las bombas que suministran los líquidos y cuando los tanques de la etapa de llenado se encuentren vacíos, se cerrarán las válvulas correspondientes a cada uno de los tanques que llevan el líquido a los tanques de mezclado.

Cuando los tanques de mezclado se encuentren llenos se cerrarán automáticamente las válvulas que les suministran líquido, y si los tanques de mezclado se encuentran vacíos se cerrará la válvula correspondiente a cada tanque que lleva el líquido al tanque de suministro.

Y por último cuando el tanque de suministro se encuentre lleno se cerrarán automáticamente las válvulas que le suministra la mezcla de los líquidos provenientes de los tanques de mezclado, y si el tanque de suministro se encuentra vacío se cerrará la válvula de vaciado.

El usuario tendrá total control de las bombas, válvulas y Mixers que conforman el Proceso Secuencial de Mezcla de Líquidos por medio de botones situados en el panel de control del HMI, y los sensores de nivel de los tanques serán activados por medio de las entradas digitales disponibles en el banco del PLC S7-200 que se encuentran en el Laboratorio de Automatización y Control Industrial de La Tecnológica de Bolívar.

4.5. Variables del sistema

Las variables que se usaron para controlar El Proceso Secuencial de Mezcla de Líquidos con sus respectivas direcciones son las que se muestran en la Tabla 4.

TAGNAME	DIRECCIÓN	COMENTARIO
LTH11	I0.0	Sensor de nivel superior del Tanque 1.
LTH12	I0.1	Sensor de nivel superior del Tanque 2.
LTH13	I0.2	Sensor de nivel superior del Tanque 3.
LTH14	I0.3	Sensor de nivel superior del Tanque 4.
LTH15	I0.4	Sensor de nivel superior del Tanque 5.
LTH16	I0.5	Sensor de nivel superior del Tanque 6.
LTH17	I0.6	Sensor de nivel superior del Tanque 7.
LTL11	I0.7	Sensor de nivel inferior del Tanque 1.
LTL12	I1.0	Sensor de nivel inferior del Tanque 2.
LTL13	I1.1	Sensor de nivel inferior del Tanque 3.
LTL14	I1.2	Sensor de nivel inferior del Tanque 4.
LTL15	I1.3	Sensor de nivel inferior del Tanque 5.
LTL16	I1.4	Sensor de nivel inferior del Tanque 6.
LTL17	I1.5	Sensor de nivel inferior del Tanque 7.
BotonB1	M0.0	Botón en el Panel del HMI que activa la Bomba 1.
BotonB2	M0.1	Botón en el Panel del HMI que activa la Bomba 2.
BotonB3	M0.2	Botón en el Panel del HMI que activa la Bomba 3.
BotonB4	M0.3	Botón en el Panel del HMI que activa la Bomba 4.
BotonV7	M0.4	Botón en el Panel del HMI que activa la válvula de Vaciado.
BotonM1	M0.5	Botón en el Panel del HMI que activa el Mixer 1 de la etapa de mezclado
BotonM2	M0.6	Botón en el Panel del HMI que activa el Mixer 2 de la etapa de mezclado
BotonV1	M0.7	Botón en el Panel del HMI que activa la válvula 1.
BotonV2	M1.0	Botón en el Panel del HMI que activa la válvula 2.
BotonV3	M1.1	Botón en el Panel del HMI que activa la válvula 3.
BotonV4	M1.2	Botón en el Panel del HMI que activa la válvula 4.
BotonV5	M1.3	Botón en el Panel del HMI que activa la válvula 5.
BotonV6	M1.4	Botón en el Panel del HMI que activa la válvula 6.
Bomba1	Q0.0	Salida que indica la activación de las bomba 1.
Bomba2	Q0.1	Salida que indica la activación de las bomba 2.
Bomba3	Q0.2	Salida que indica la activación de las bomba 3.
Bomba4	Q0.3	Salida que indica la activación de las bomba 4.
Mixer1	Q0.4	Salidas que indican la activación del Mixer 1.
Mixer2	Q0.5	Salidas que indican la activación del Mixer 2.
Valvula1	Q0.6	Salidas que indican la activación de la válvula 1.
Valvula2	Q0.7	Salidas que indican la activación de la válvula 2.
Valvula3	Q1.0	Salidas que indican la activación de la válvula 3.
Valvula4	Q1.1	Salidas que indican la activación de la válvula 4.
Valvula5	Q2.0	Salidas que indican la activación de la válvula 5.

Valvula6	Q2.1	Salidas que indican la activación de la válvula 6.
Valvula7	Q2.2	Salidas que indican la activación de la válvula de vaciado.

Tabla 4. Variables empleadas en el Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos.

Los sensores se direccionaron como entradas digitales del banco del PLC. Los botones de los mixers, las válvulas y las bombas se direccionaron como marcas (estas se pueden forzar por medio del Intouch). Las salidas se direccionaron como salidas digitales del banco del PLC.

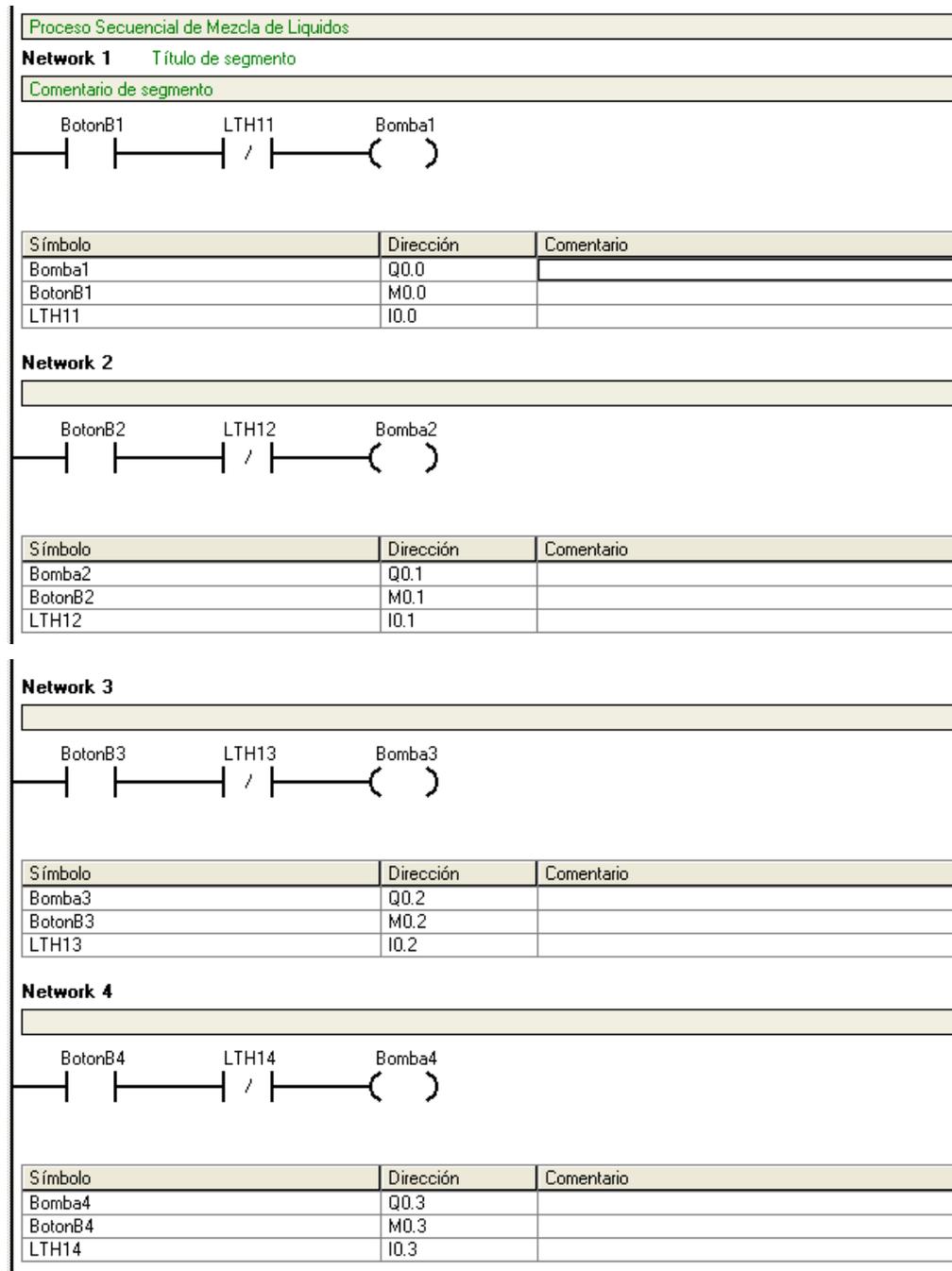
4.6. Solución de la práctica de laboratorio

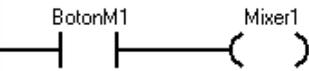
A continuación se presenta una posible solución al problema planteado que incluye la programación del PLC, la configuración de los OPC y el diseño del HMI en Intouch.

4.6.1. Programación del PLC Para El Proceso Secuencial de Mezcla de Líquidos.

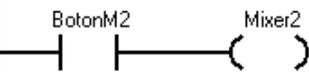
El primer paso es programar el PLC S7-200, para esto se inicia MicroWIN 4.0. Se crea un proyecto con el programa KOP o Ladder que se muestra en la Figura 49 o se abre el archivo "Proyecto1.2.mwp" de MicroWin 4.0 de la subcarpeta llamada "Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos.mwp" de la carpeta que se copio anteriormente en el escritorio llamada "Monografía HMI con Intouch" del CD "Monografía HMI con Intouch".

Figura 49. Programa ladder del proceso secuencial de mezcla de líquidos.

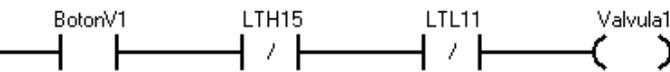


Network 5

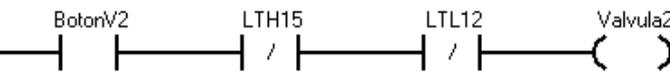
Símbolo	Dirección	Comentario
BotonM1	M0.5	
Mixer1	Q0.4	

Network 6

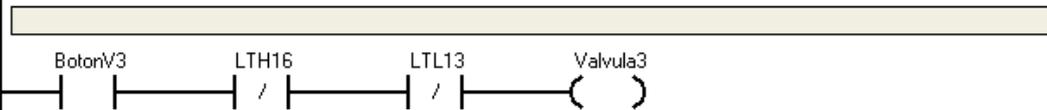
Símbolo	Dirección	Comentario
BotonM2	M0.6	
Mixer2	Q0.5	

Network 7

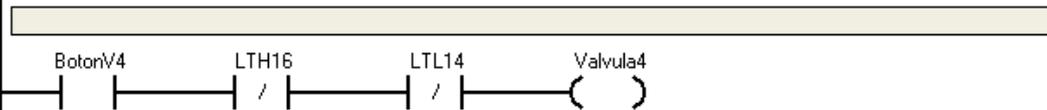
Símbolo	Dirección	Comentario
BotonV1	M0.7	
LTH15	I0.4	
LTL11	I0.7	
Valvula1	Q0.6	

Network 8

Símbolo	Dirección	Comentario
BotonV2	M1.0	
LTH15	I0.4	
LTL12	I1.0	
Valvula2	Q0.7	

Network 9

Símbolo	Dirección	Comentario
BotonV3	M1.1	
LTH16	I0.5	
LTL13	I1.1	
Valvula3	Q1.0	

Network 10

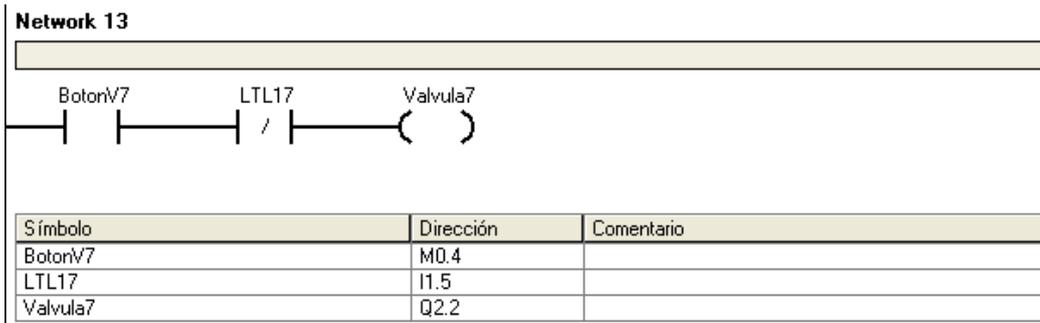
Símbolo	Dirección	Comentario
BotonV4	M1.2	
LTH16	I0.5	
LTL14	I1.2	
Valvula4	Q1.1	

Network 11

Símbolo	Dirección	Comentario
BotonV5	M1.3	
LTH17	I0.6	
LTL15	I1.3	
Valvula5	Q2.0	

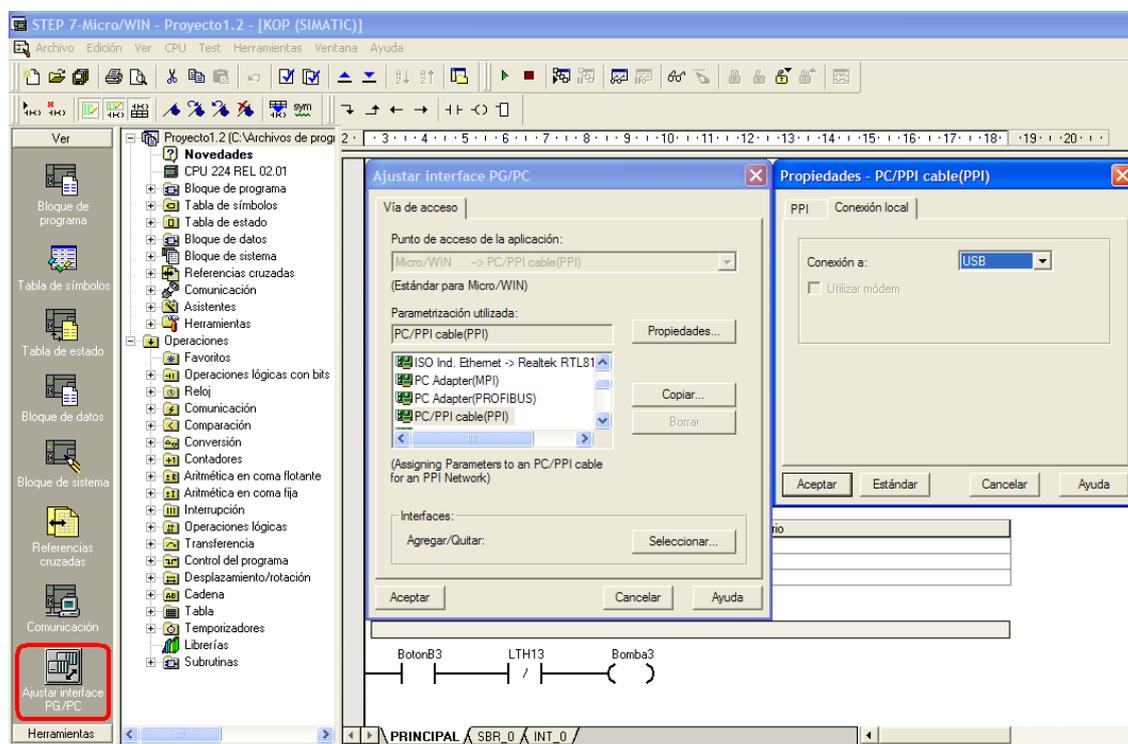
Network 12

Símbolo	Dirección	Comentario
BotonV6	M1.4	
LTH17	I0.6	
LTL16	I1.4	
Valvula6	Q2.1	



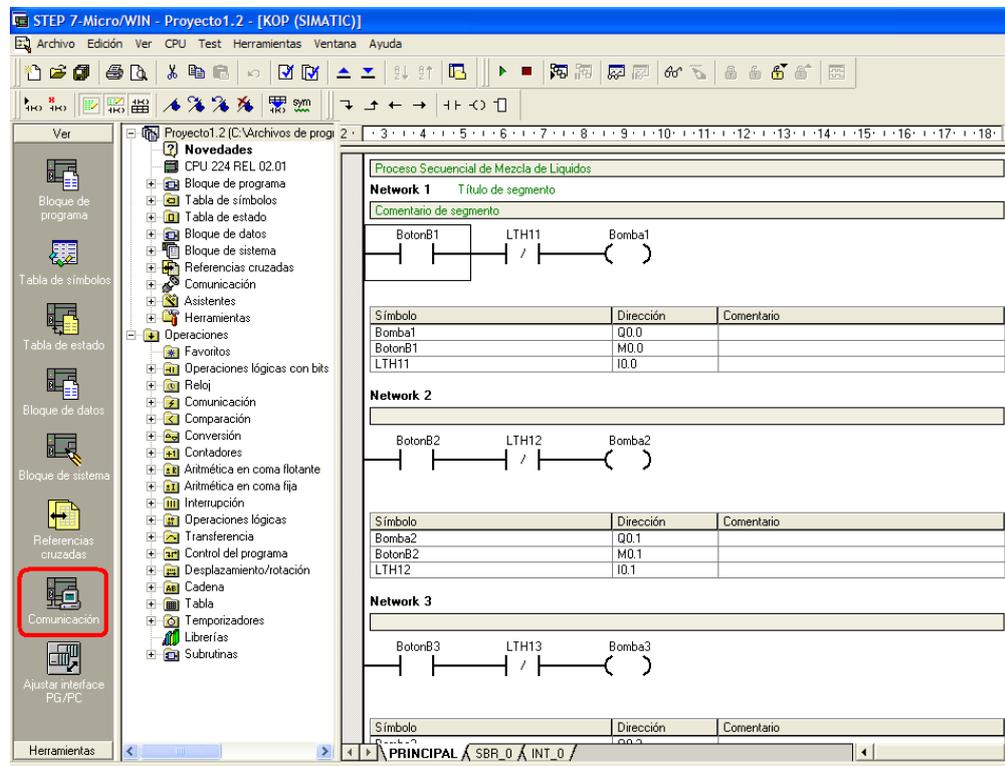
Después de creado el programa se verifican y se ajusta la interfaz PG/PC para establecer comunicación de Step 7-Micro/WIN 4.0, con el PLC, presionando el botón “Ajustar interface PG/PC” como se ilustra en el recuadro rojo de la Figura 50. Se configura con la opción cable PC/PPI con velocidad de transferencia de 96Kbit/s y conexión local USB.

Figura 50. Ajuste de Interfaz PG/PC



Para realizar la comunicación con el PLC después de haber creado el programa del PLC en MicroWin 4.0 y ajustado la interfaz PG/PC, se pulsa en el botón comunicación de la ventana principal de MicroWin 4.0, para ejercer la comunicación entre PLC y MicroWin 4.0, como se muestra en la Figura 51.

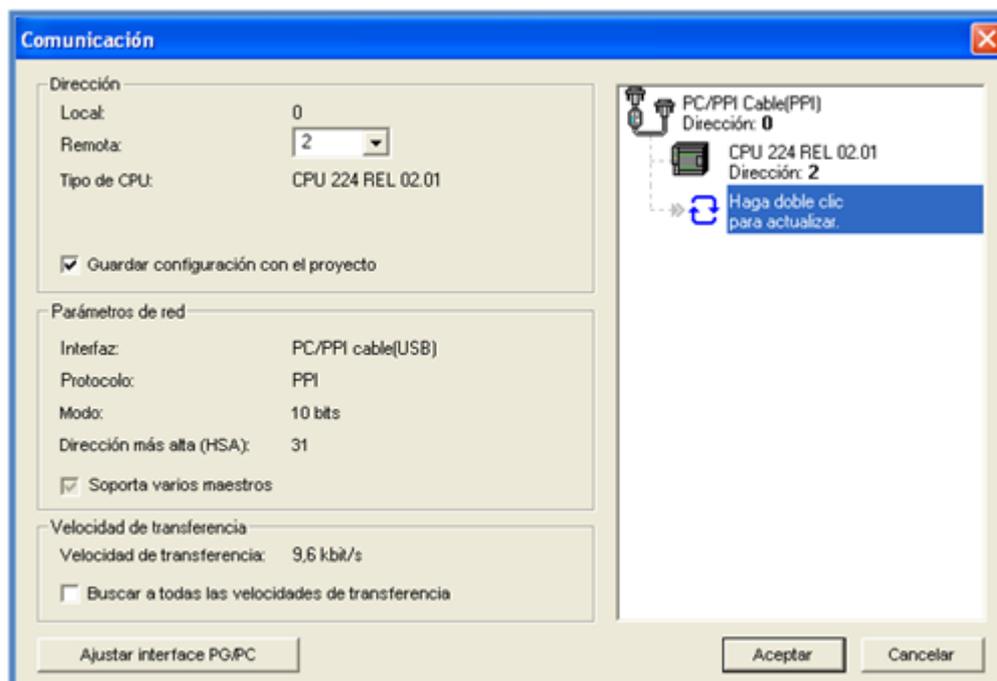
Figura 51. Elección del botón “Comunicación” para acceder a la configuración y ejercer la comunicación entre MicroWin 4.0 y el PLC.



Luego aparecerá la siguiente ventana mostrada en la Figura 52, la cual ilustra las opciones de configuración de la comunicación como es el caso de la dirección del PLC, la velocidad de transferencia y los parámetros de la red y si es necesario el ajuste de la interface PG/PC. Para detectar el PLC se hace

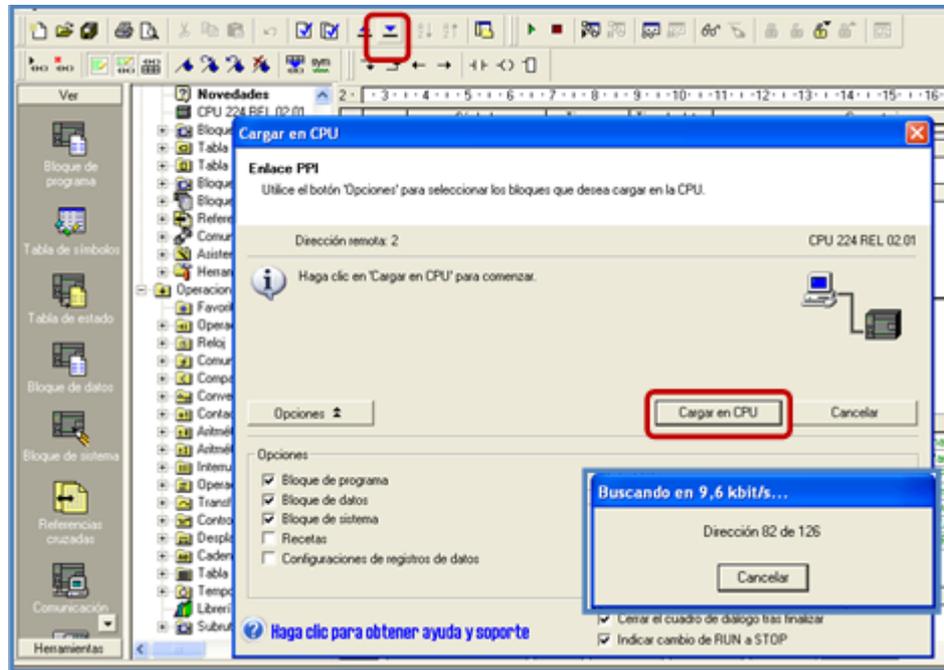
presiona la opción “Haga doble clic para actualizar” y luego seleccione el PLC identificado.

Figura 52. Ventana de configuración para la comunicación del PLC con el computador.



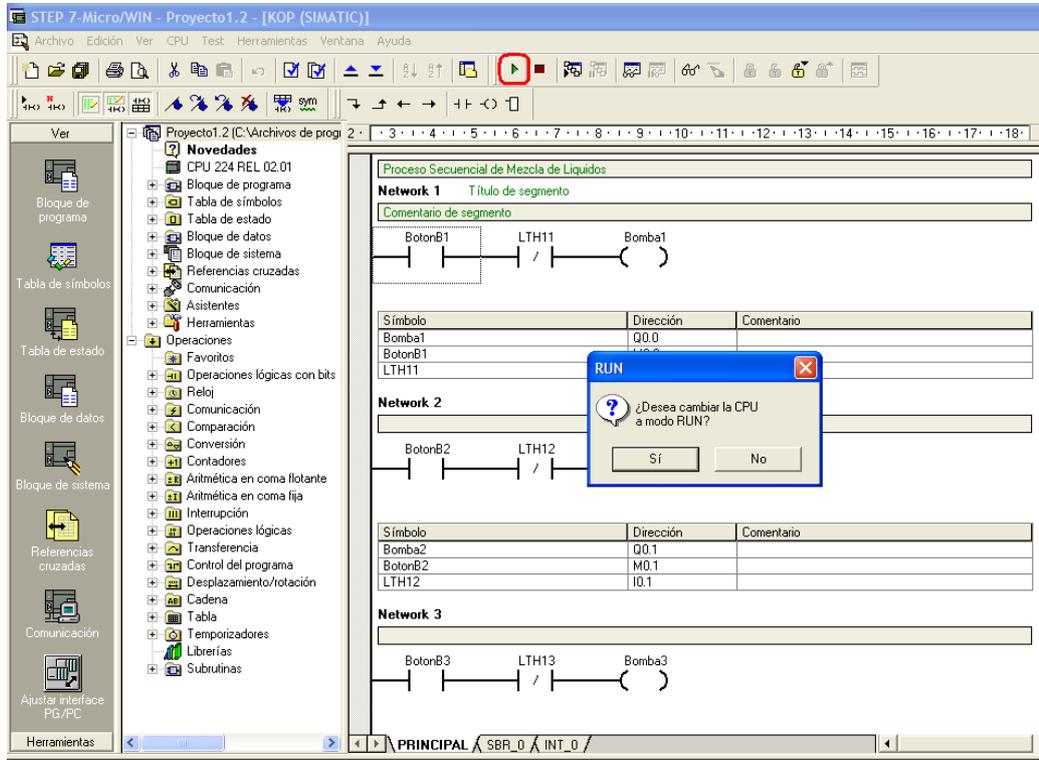
Para cargar el programa se presiona el botón “cargar en CPU” que se muestra a continuación en la Figura 53 y el programa inmediatamente quedara guardado en la memoria del PLC.

Figura 53. Carga del Programa del PLC realizado en MicroWin a la CPU 224 del PLC.



Luego haga clic en el botón Run para correr el programa realizado en MicroWin en el PLC. Esto se puede observar en la Figura 54.

Figura 54. Procedimiento para correr el programa de MicroWin al PLC.



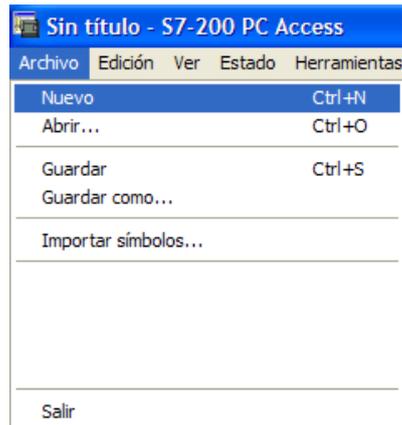
Después de realizado los pasos anteriores se procede a la configuración del servidor OPC.

4.6.2. Configuración del servidor OPC

Luego sin cerrar el programa realizado en Step 7-Micro/WIN, configuramos el OPC Server, en este caso se utiliza el PC Access, el cual será el encargado de enlazar los datos del PLC con el OPCLink (I/O Server) de Intouch. Para esto se abre el PC Access y se crea un nuevo proyecto como se muestra en la Figura 55 o se abre el archivo "Proyecto1.pca" que se encuentra en la carpeta "Proceso secuencial de mezcla de líquidos" del CD "Monografía HMI con

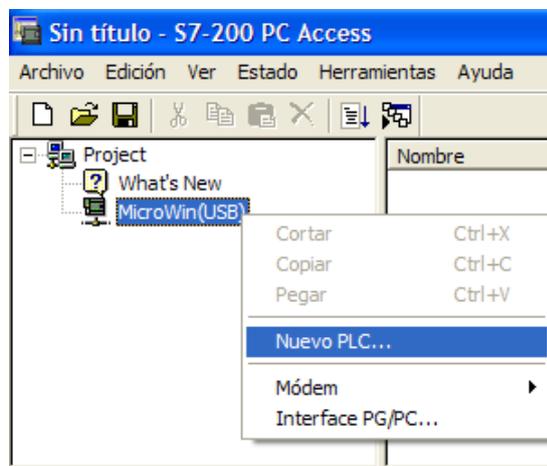
Intouch”, en el cual ya se encuentran creados los Tags que se utilizaran simplificando el proceso de creación de los tags en el servidor OPC.

Figura 55. Creación de un nuevo proyecto en el PC Access.



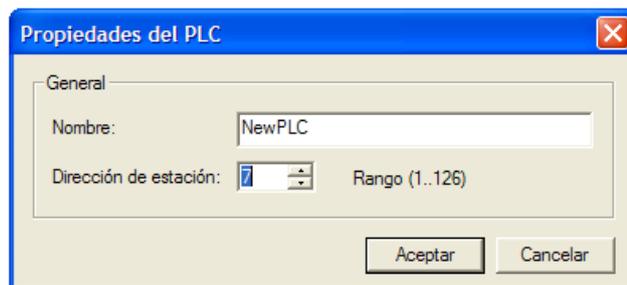
Ahora se hace clic derecho sobre el icono MicroWin (USB) como se muestra en la Figura 56, para agregar el dispositivo con el cual nos vamos a comunicar, en este caso un PLC.

Figura 56. Creación de un Nuevo Dispositivo.



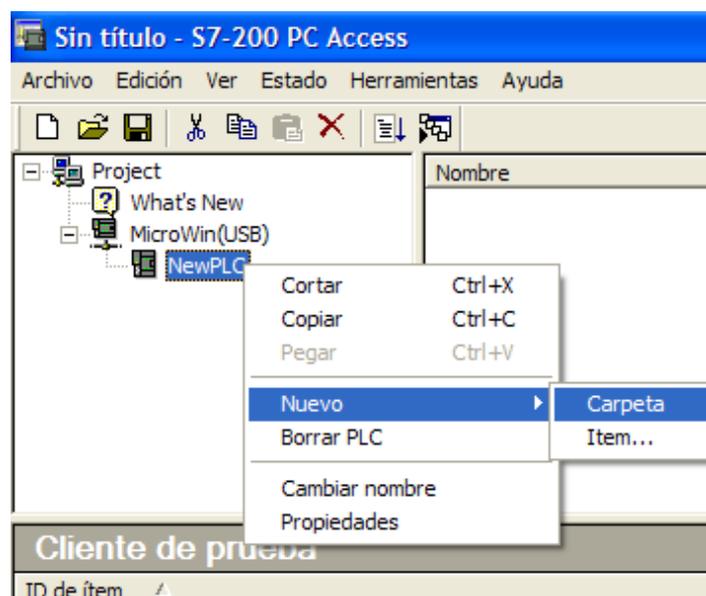
Luego aparecerá un cuadro como el de la Figura 57 en donde se coloca la dirección en la cual el MicroWin identificó el PLC que se está empleando y el nombre con el que se quiere identificar el PLC.

Figura 57. Cuadro de Propiedades del PLC.



Posteriormente se crea la carpeta en la cual se asignaran los Tags que coinciden con las variables designadas en el programa realizado en MicroWin, como se ilustra en la Figura 58.

Figura 58. Creación de la carpeta donde se asignaran los Tags.



Ahora en la carpeta que se acaba de crear se hace clic derecho y se crea un Item, que son los Tags que se van a usar. En el cuadro de diálogo que aparece a continuación se configura el Tag que se va a crear como lo muestra la Figura 59.

Figura 59. Cuadro de las Propiedades del Item o Tag que va a ser creado.

Propiedades del ítem

Nombre simbólico:
Nombre: BotonB1
ID: MicroWin.NewPLC.Proyecto1.BotonB1

Dirección en la memoria
Dirección: M0.0 Read/Write
Tipo de datos: BOOL

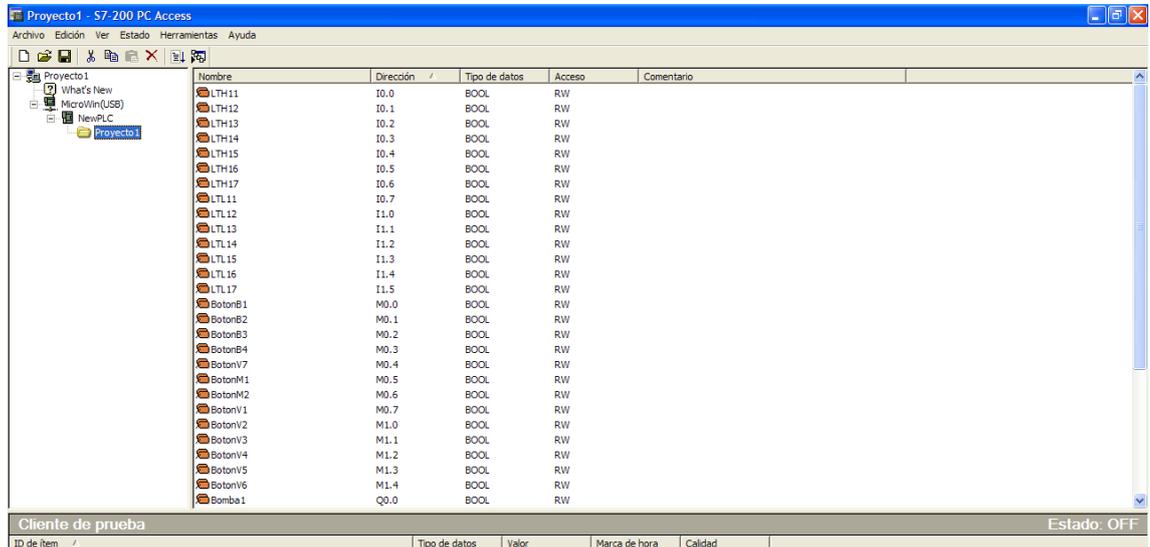
Unidades de ingeniería
Máxima: 0.0000000
Mínima: 0.0000000

Descripción
Comentario:

Aceptar Cancelar

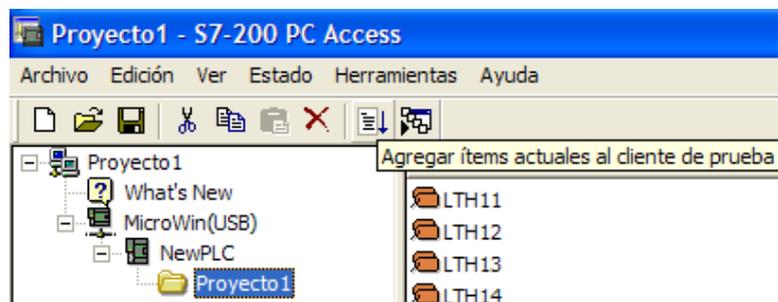
De esta manera se crean los Tags que corresponden a cada una de las variables usadas en el programa de MicroWin, como lo muestra la Figura 60.

Figura 60. Ventana que muestra todos los Tags creados.



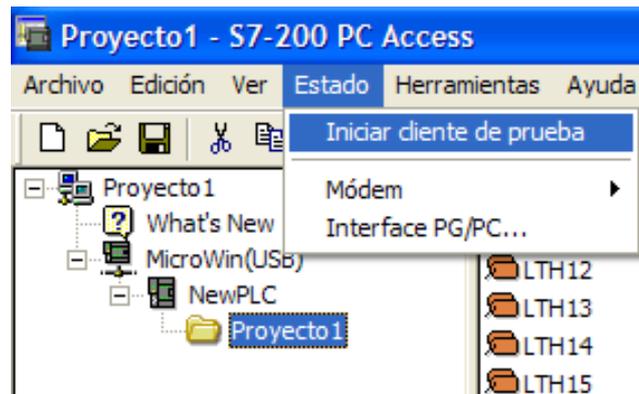
Ahora se debe pasar todos los Tags creados al Cliente de prueba para que puedan ser detectados por el OPC Link, y a su vez muestra que existe comunicación con el PLC y cómo se comportan las variables. Para esto se selecciona la carpeta contenedora de los Tags y se hace clic en el icono de “Agregar ítems actuales al cliente de prueba” como lo muestra la Figura 61.

Figura 61. Selección del Icono Agregar ítems actuales al cliente de prueba.



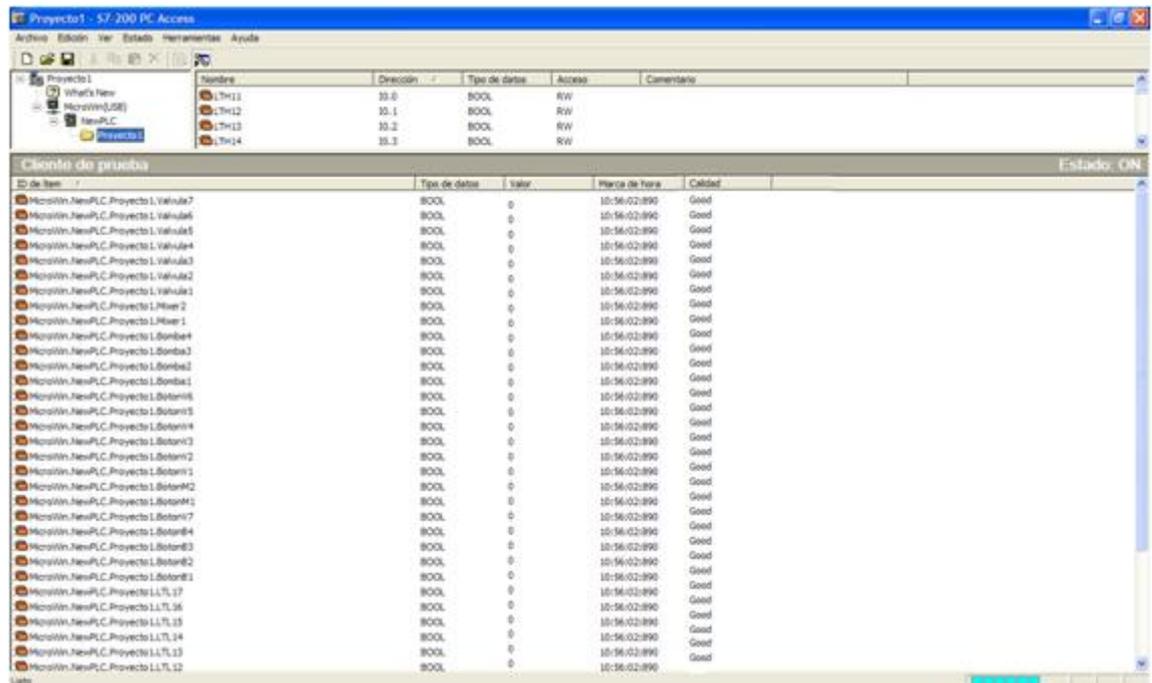
Para comenzar la comunicación se hace clic en el ítem “Iniciar cliente de prueba” como lo muestra la Figura 62.

Figura 62. Iniciación del cliente de Prueba.



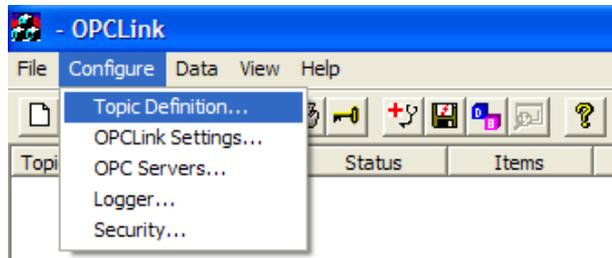
Ahora ya se debe poder observar que hay comunicación con el PLC ya que se debe poder observar el estado de las variables y en la columna de calidad del cliente de prueba todas la variables deben mostrar el mensaje “Good” que indica que no hay errores y que existe comunicación entre el PLC y el servidor OPC, como lo muestra la Figura 63.

Figura 63. Funcionamiento del cliente de Prueba para poder observar el estado de las variables.



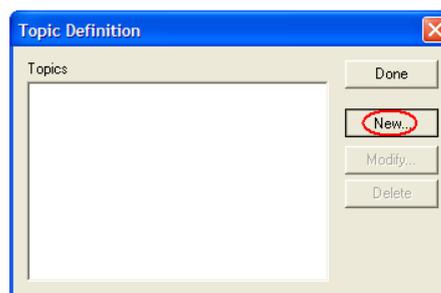
Después de esto, se guarda el proyecto creado en el PC Access y se procede a configurar una conexión mediante OPCLink, que es un programa que permite detectar los servidores OPC, y extraer sus valores para ser leídos por Intouch. Para esto se abre el programa OPCLink y en la ventana principal del programa, se hace clic en la pestaña llamada Configure y se selecciona la opción “Topic Definition” como se ilustra en la Figura 64.

Figura 64. Inicio de la configuración del OPCLink.



Posteriormente aparecerá la ventana de definición de tópico del OPCLink en el cual se va a crear un nuevo tópico para hacer la comunicación del Servidor OPC a través de una aplicación de OPCLink. Para crear el nuevo tópico se hace clic en el botón llamado “New” de la ventana de definición de tópico como lo muestra la Figura 65.

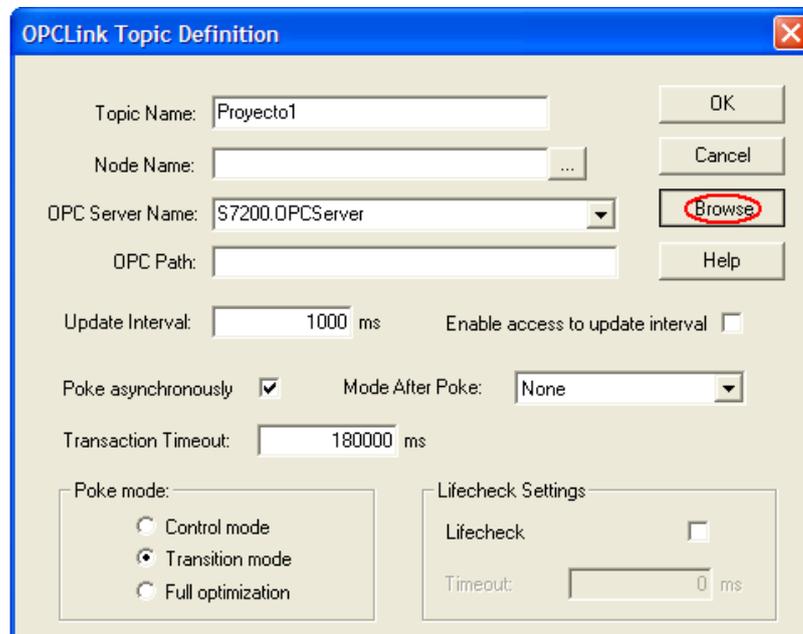
Figura 65. Ventana de definición de tópico del OPCLink.



Este nuevo topic que va a ser creado será con el que Intouch realizara la comunicación con el servidor OPC a través de una aplicación de OPCLink. Después de presionar el botón “New” en la ventana de definición de tópico aparecerá inmediatamente la ventana de los parámetros del nuevo Topic que va a ser creado. En esta ventana se le asignara el nombre del tópico, el nombre de servidor OPC con el cual se comunicara para obtener los datos del

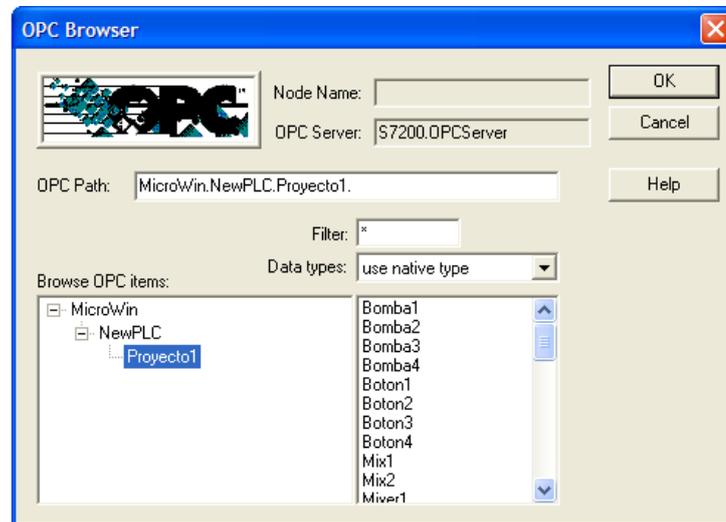
PLC, la velocidad de muestreo de los datos y la dirección o la ruta donde están los Tags que utilizaremos. En este caso se le coloca el nombre del tópico Proyecto1 y se elige en el nombre del servidor OPC la opción S7200.OPCServer. A continuación se hará clic en el botón llamado “Browse” para buscar la dirección o donde están los Tags que utilizaremos, como ilustra la Figura 66.

Figura 66. Ventana de configuración de los parámetros del tópico.



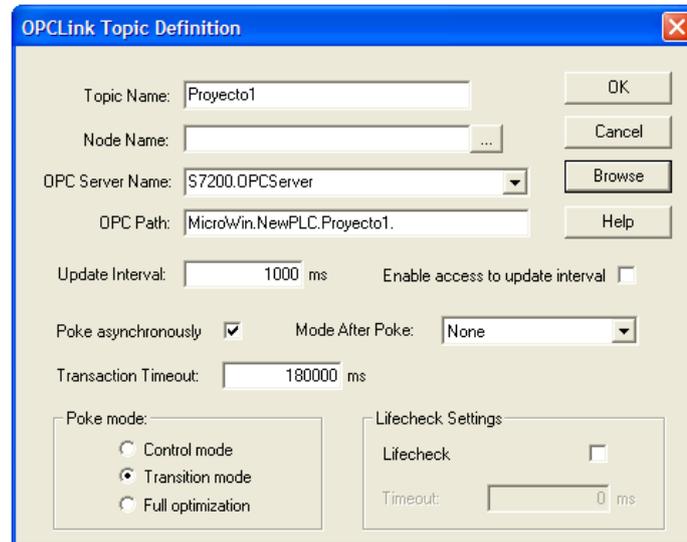
Luego se busca y se selecciona la carpeta en donde se crearon los Tags en el PC Access e inmediatamente aparecerán los Tags que fueron registrados en el servidor OPC, como se muestra en la Figura 67. La dirección OPC está especificada en el cuadro OPC Path como MicroWin.NewPLC.Proyecto1.

Figura 67. Ventana OPC Browser.



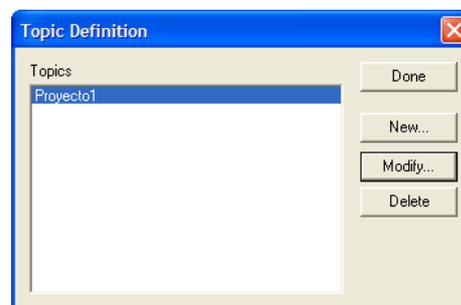
Posteriormente después de verificar que se encuentren todos los Tags, se procede a confirmar presionando el Botón “OK” y se regresara a la ventana de configuración de los parámetros del tópic, donde aparecerá el cuadro OPC Path con la dirección de la carpeta seleccionada. Luego, para confirmar todas las configuraciones realizadas al tópic presionamos nuevamente el botón “OK”, como se detalla en la Figura 68.

Figura 68. Confirmación de la configuración de los parámetros del tópico.



Después de la confirmación de la configuración de los parámetros del tópico se podrá observar el tópico ya creado en la ventana de definición de tópico. Se pulsa el botón "Done" y quedara configurado el tópico. Esto se puede observar en la Figura 69.

Figura 69. Ventana donde se observa el tópico creado.



4.6.3. Creación de un HMI para el proceso secuencial de mezcla de líquidos

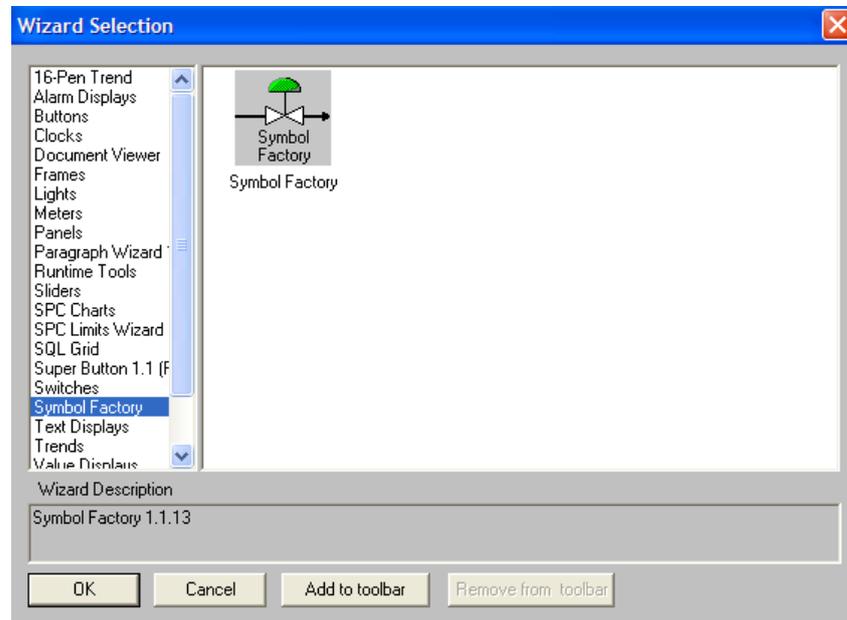
Finalmente se procede a la creación del HMI en Intouch. Inicialmente ejecute Intouch, se crea una nueva aplicación y luego se crea la ventana en la cual se crea el HMI como se explicó anteriormente en el Capítulo 3. Para adicionar los tanques, tuberías, válvulas, bombas, mixers, paneles y botones se acude a la opción Wizards que se encuentra en la barra de herramientas de Wizards/ActiveX como se detalla en la Figura 70.

Figura 70. Barra de herramientas de Wizards/ActiveX.



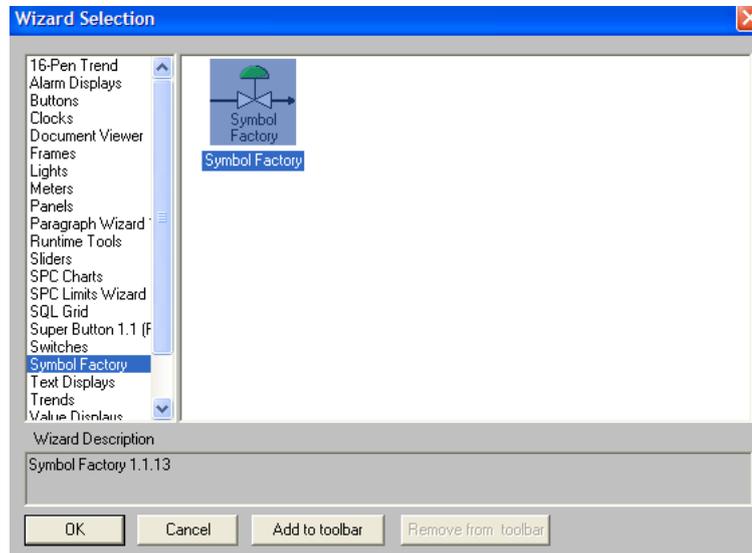
Una vez seleccionado el botón Wizards aparecerá la ventana para la selección de objetos llamada “Wizard Selection”, que se muestra en la Figura 71. En esta ventana aparecerán todos los iconos que se pueden agregar a la ventana creada para realizar el HMI, como es el caso de paneles, luces, botones y otros símbolos industriales como son los tanques válvulas, medidores, etc.

Figura 71. Ventana Wizard Selection.



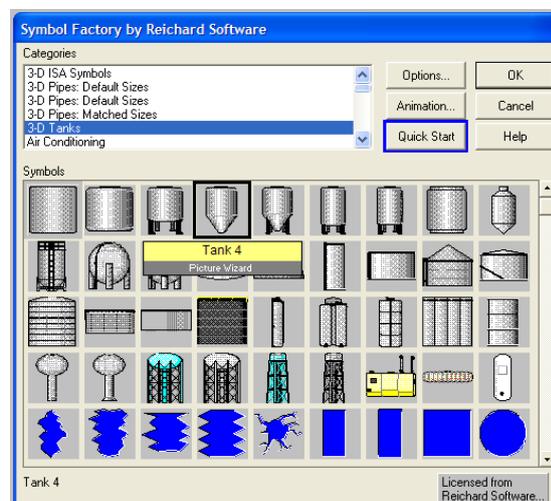
Los tanques, las válvulas, las tuberías, las bombas y los mixers se encuentran en la opción Symbol Factory de la ventana Wizard Selection, los botones en la opción Buttons y los paneles en la opción Panels de esa misma ventana. Para agregar un tanque se elige la opción Symbol Factory y se hace clic en el icono que aparece como se ilustra a continuación en la Figura 72.

Figura 72. Selección de la opción Symbol Factory.



Después se hace clic en el lugar donde se desea colocar el objeto en la ventana creada y aparecerá el siguiente menú para elegir el objeto que se va a agregar que en este caso es un tanque como se muestra en la Figura 73.

Figura 73. Selección del tanque en el menú de Symbol Factory.



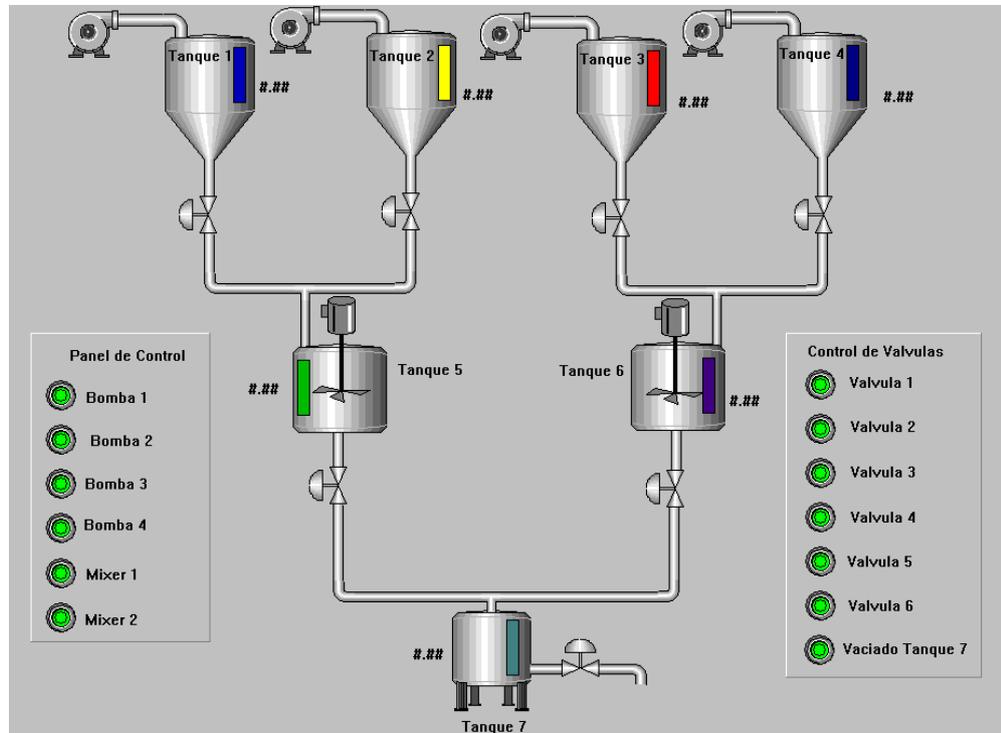
Se confirma la selección del tanque presionando el botón “Ok” y aparecerá inmediatamente el tanque seleccionado en la ventana creada para realizar el HMI como se detalla a continuación en la Figura 74.

Figura 74. Tanque creado en la ventana principal del HMI.



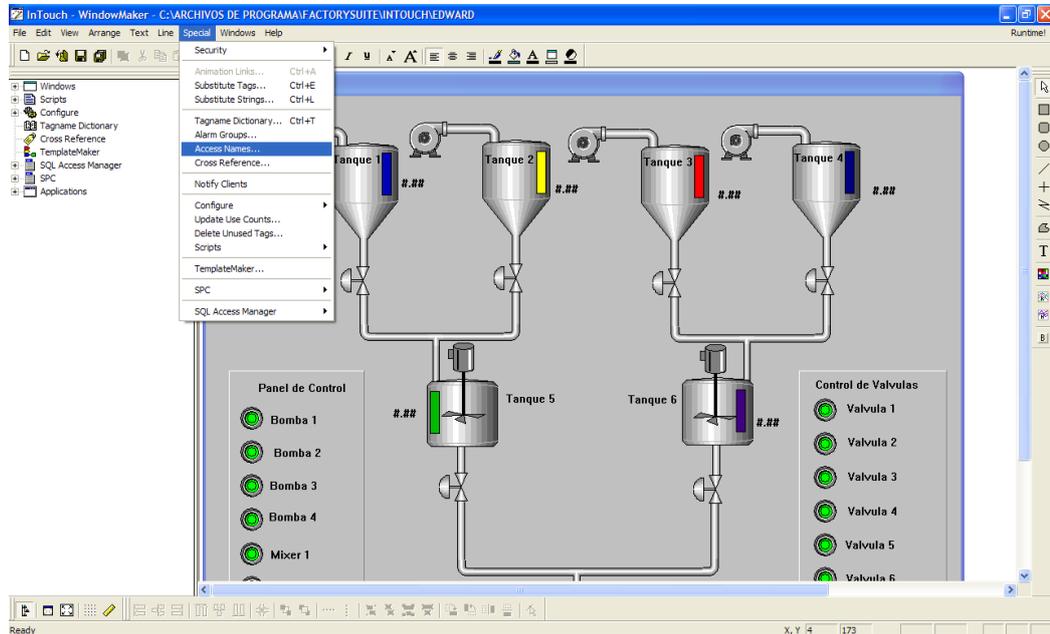
De esta misma manera se crean todos los objetos del HMI, como es el caso de las bombas, tuberías, mixers, válvulas, botones y paneles. Las barras de llenado y los textos se crean de la misma manera como se crearon en el Capítulo 3. De este modo se obtiene como resultado el HMI mostrado en la Figura 75.

Figura 75. HMI Creado del Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos.



Después de realizar el HMI se procede a la configuración del Access Name con el cual se referencian los Tags configurados en OPCLINK. Para esto se hace clic en la pestaña llamada Special y se elige la opción Access Name, como se muestra en la Figura 76.

Figura 76. Selección del Menú Special para la Configuración del Access Name.



Posteriormente aparecerá la ventana de Access Name y se presiona “Add” para crear un nuevo Access Name, esto se detalla en la Figura 77.

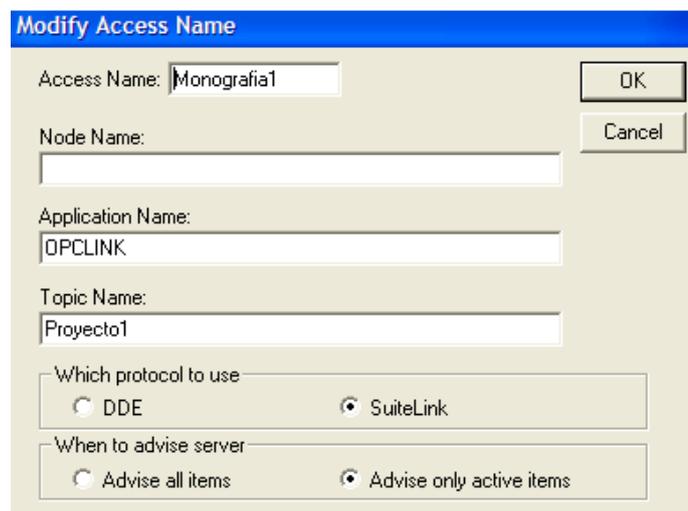
Figura 77. Creación de un nuevo Access Name.



Luego aparecerá la ventana “Modify Access Name” en el cual se ingresara el nombre que se le desea dar al Access Name, el nombre de la aplicación donde

se van a extraer los datos que en este caso es OPCLINK, el nombre exacto con el cual se configuro el t3pico en OPCLINK que fue Proyecto1 y se elige la opci3n SuiteLink que es el protocolo de OPCLINK, esto se ilustra en la Figura 78. A continuaci3n se presiona el bot3n "OK" y luego "Close" para terminar con la configuraci3n del Access Name.

Figura 78. Ventana Modify Access Name.

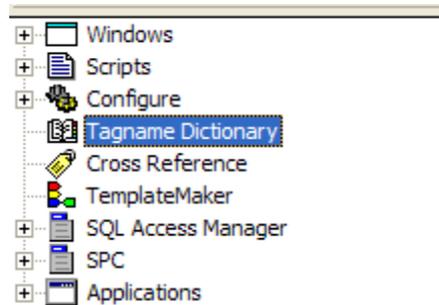


The screenshot shows a dialog box titled "Modify Access Name". It contains the following fields and options:

- Access Name: Monografia1
- Node Name: (empty)
- Application Name: OPCLINK
- Topic Name: Proyecto1
- Which protocol to use: DDE, SuiteLink
- When to advise server: Advise all items, Advise only active items
- Buttons: OK, Cancel

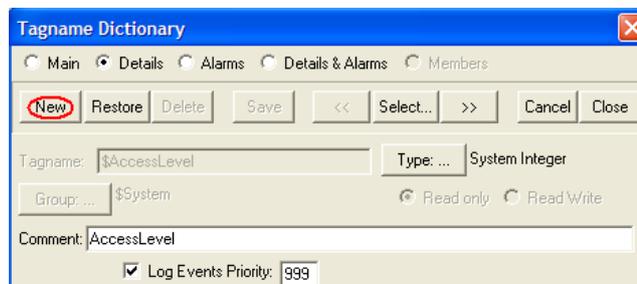
Ahora se proceder3 con la creaci3n de los Tags para luego referenciarlos a los objetos creados en la pantalla principal donde se realizo el HMI del Proceso. Para esto se hace clic en el icono llamado "Tagname Dictionary" en el men3 que se encuentra a la izquierda de la ventana principal de Intouch, como se muestra en la Figura 79.

Figura 79. Selección de la opción Tagname Dictionary para la creación de los Tags.



Inmediatamente aparecerá la ventana Tagname Dictionary en la cual se presionara el botón “New” para la creación de un nuevo Tag, como muestra la Figura 80.

Figura 80. Ventana Tagname Dictionary.



Inicialmente se creara el Tag que hace referencia a la Boton1, posteriormente se crearan los demás Tags de la misma forma. Para empezar se le asigna el nombre que se le quiere dar al Tagname que en este caso es Boton1.

En el botón llamado “Type” se escoge la característica del Tag. Cuando se creó este Tag en el PC Access se pudo observar que este es una marca y maneja tipo de datos boléanos o discretos y como los Tags que se van a crear deben

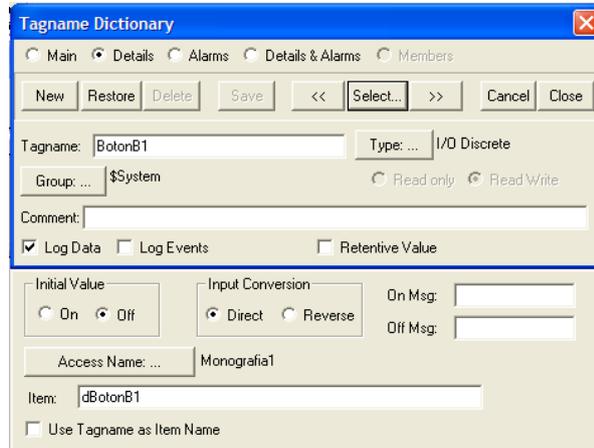
capturar información del servidor OPC, se debe elegir de igual manera como se referencio en el PC Access, si es discreto, entero, real o mensaje. Por lo que se elige en este caso la opción I/O Discrete.

Como este Tag es una marca como se pudo observar en el programa del PLC creado en MicroWIN se debe elegir la casilla Read Write. Con esto Intouch podrá modificar los valores de los Tags forzando el estado de este en el PLC.

En la casilla Access Name escogemos aquel que creamos que fue llamado en este caso Monografia1. De este modo podemos comunicar el Tag con el OPCLINK, el PC Access y el MicroWIN a partir de Intouch.

En la casilla ítem se coloca exactamente el nombre que se le asigno en el servidor OPC es decir Boton1, este debe ir acompañado con un prefijo para que funcione correctamente en la aplicación. Acorde al tipo de Tag se coloca este prefijo, si es discreto el prefijo es un “d”, si es entero el prefijo es una “i” y si es real el prefijo será “r”. Por lo que en este caso en la casilla de ítem aparecerá dBoton1. Para terminar con la creación del Tag presionamos el botón “Save”, para guardar el Tagname. Todas estas configuraciones se ilustran en la Figura 81. Para crear los demás Tags se procede de la misma forma.

Figura 81. Creación de un Tag tipo discreto en la ventana Tagname Dictionary.



La creación de los Tags de las barras de llenado se realiza como se explico en el Capitulo 3.

Luego de crear todos los Tags se procede a la asignación de estos a los objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI. La asignación de los Tags a los objetos se realizo de la siguiente manera, como lo muestra la Tabla 5:

Tagname	Objeto
BotonB1	Botón Bomba 1
BotonB2	Botón Bomba 2
BotonB3	Botón Bomba 3
BotonB4	Botón Bomba 4
Bomba1	Bomba 1
Bomba2	Bomba 2
Bomba3	Bomba 3
Bomba4	Bomba 4
BotonM1	Botón Mixer 1
BotonM2	Botón Mixer 2
Mixer1	Mixer 1

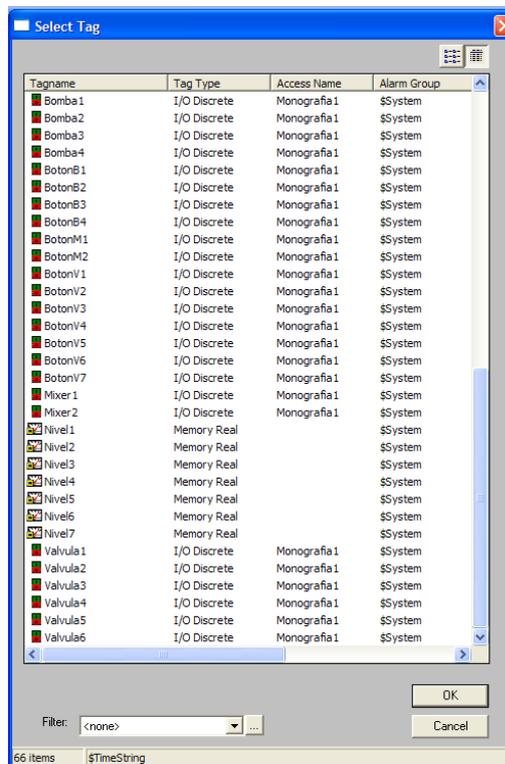
Tagname	Objeto
Nivel5	Barra de Llenado 5
Nivel6	Barra de Llenado 6
Nivel7	Barra de Llenado 7
BotonV1	Botón Válvula 1
BotonV2	Botón Válvula 2
BotonV3	Botón Válvula 3
BotonV4	Botón Válvula 4
BotonV5	Botón Válvula 5
BotonV6	Botón Válvula 6
BotonV7	Botón Vaciado Tanque 7 y Válvula 7
Valvula1	Válvula 1

Mixer2	Mixer 2	Valvula2	Válvula 2
Nivel1	Barra de Llenado 1	Valvula3	Válvula 3
Nivel2	Barra de Llenado 2	Valvula4	Válvula 4
Nivel3	Barra de Llenado 3	Valvula5	Válvula 5
Nivel4	Barra de Llenado 4	Valvula6	Válvula 6

Tabla 5. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI del Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos.

Para asignar los Tags se hace clic en el objeto correspondiente a cada Tag y se selecciona el Tag adecuado de la lista que aparece en la Figura 82. Luego se confirma la elección del Tag adecuado al objeto y se presiona el botón “OK” y de esta forma quedara el objeto asignado al Tag seleccionado.

Figura 82. Lista de Selección de Tags.



4.6.4. Desarrollo de la programación para la simulación del proceso secuencial de mezcla de líquidos

Una vez asignados todos los Tags a los objetos del HMI, se procede a la programación del Script, para lograr que las barras de llenado se llenen o se vacíen de acuerdo al comportamiento de las válvulas y las bombas, esto debido a que el PLC que se usa solo nos servirá como apoyo para el uso de entradas y salidas digitales, y se necesita de esta programación ya que en este caso la planta es simulada y no se cuenta con los elementos reales para el control de la misma. Esto se realiza como se programo el Script en el Capitulo 3. El programa realizado fue el siguiente:

```
IF Bomba1 == 1 THEN
  IF (Nivel1 <100) THEN
    Nivel1 = Nivel1 + 1;
  ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Bomba2 == 1 THEN
  IF (Nivel2 <100) THEN
    Nivel2 = Nivel2 + 1;
  ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Valvula1 == 1 THEN
  IF Nivel1 > 0 THEN
    IF Nivel5 < 200 THEN
      Nivel1 = Nivel1 - 1;
      Nivel5 = Nivel5 + 1;
    ENDIF;
  ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Valvula2 == 1 THEN
  IF Nivel2 > 0 THEN
    IF Nivel5 < 200 THEN
      Nivel2 = Nivel2 - 1;
      Nivel5 = Nivel5 + 1;
    ENDIF;
  ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Bomba3 == 1 THEN
  IF (Nivel3 <100) THEN
    Nivel3 = Nivel3 + 1;
  ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Bomba4 == 1 THEN
  IF (Nivel4 <100) THEN
    Nivel4 = Nivel4 + 1;
  ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Valvula3 == 1 THEN
  IF Nivel3 > 0 THEN
    IF Nivel6 < 200 THEN
      Nivel3 = Nivel3 - 1;
      Nivel6 = Nivel6 + 1;
    ENDIF;
  ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Valvula4 == 1 THEN
```

```
IF Nivel4 > 0 THEN
IF Nivel6 < 200 THEN
Nivel4 = Nivel4 - 1;
Nivel6 = Nivel6 + 1;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
```

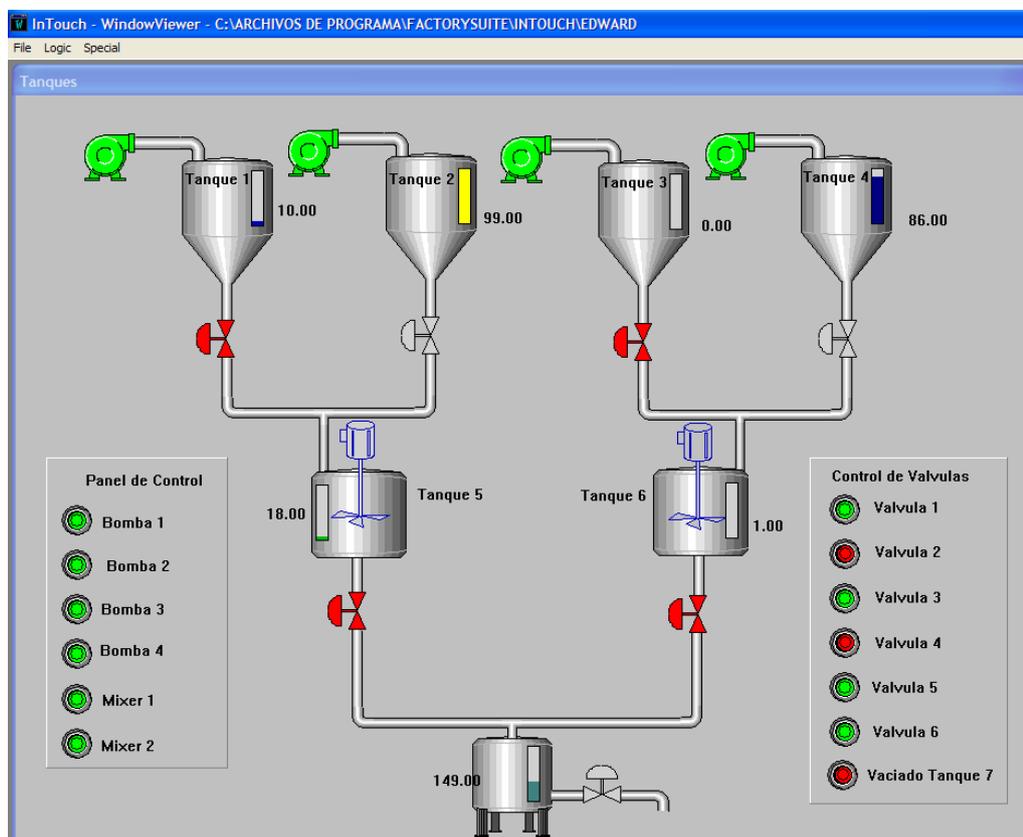
```
IF Valvula5 == 1 THEN
IF Nivel5 > 0 THEN
IF Nivel7 < 400 THEN
Nivel5 = Nivel5 - 1;
Nivel7 = Nivel7 + 1;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Valvula6 == 1 THEN
IF Nivel6 > 0 THEN
IF Nivel7 < 400 THEN
Nivel6 = Nivel6 - 1;
Nivel7 = Nivel7 + 1;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF BotonV7 == 1 THEN
IF Nivel7 > 0 THEN
Nivel7 = Nivel7 - 1;
ENDIF;
ENDIF;
```

Finalmente después de realizar los procedimientos anteriores se procede a correr la aplicación por medio del botón “Runtime!” ubicado en la esquina superior derecha de la ventana principal de Intouch. Una vez seleccionado este botón se abrirá la ventana WindowViewer y para que funcione el proceso correctamente se debe tener conectado el cable PPI, el PLC en modo RUN, Cargar el servidor OPC (PC Access) y abrir OPCLINK.

Figura 83. Activación y funcionamiento del HMI del Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos.



4.7. Actividades Complementarias

Con el fin de poner en práctica lo aprendido en el capítulo se realiza a continuación una serie de preguntas y se proponen actividades

complementarias para comprobar el aprendizaje a afianzar el conocimiento adquirido.

- ¿Qué sucedería si los tagnames del servidor OPC no concuerdan con los tagnames creados en Intouch?
- ¿Es posible activar las válvulas y los Mixer por medio del banco del PLC? ¿Cómo realizaría la nueva configuración?
- ¿Es posible activar varias válvulas por medio de un solo botón? Realice el procedimiento.
- ¿Qué sucedería se repitiera el nombre de un Tagname?

4.8. Conclusiones

Al finalizar esta práctica se habrá aprendido a comunicar el PLC con un HMI creado en Intouch por medio de la configuración de un servidor OPC, también se habrá podido supervisar las entradas y salidas digitales del PLC por medio del HMI.

5. CREACIÓN DE UNA HMI CON INTOUCH APLICADA A UN PROCESO SECUENCIAL Y ANALÓGICO DE CONTROL DE TEMPERATURA UTILIZANDO UN PLC S7-200 Y UN SERVIDOR OPC

5.1. INTRODUCCION

En este capítulo se realiza una práctica de laboratorio donde se crea un HMI de un proceso secuencial y analógico que utiliza entradas y salidas digitales y análogas. En esta práctica se utiliza además del software Intouch un banco de PLC S7-200 con el cual simularemos las entradas y salidas.

Los objetivos de esta práctica son:

- Creación de un HMI que supervise entradas y salidas digitales y análogas por medio de un PLC.
- Afianzar los conocimientos del usuario en la configuración de los servidores OPC.

5.2. Preliminares

Para poder realizar esta práctica de laboratorio se tiene que contar con:

- Un banco de PLC S7-200 de los disponibles en el laboratorio de control de la Universidad Tecnológica de Bolívar como el que se muestra en la Figura 47.

- Un computador que tenga instalados los programas MicroWin 4.0, PC Access, OPC Link y Wonderware Intouch.
- Un cable PPI el cual transforma (RS485/USB) para comunicar el banco de PLC con el computador, con velocidad de transferencia de 9,6 kbit/s hasta 187,5 kbit/s.
- Un cable de poder para energizar el banco de PLC a un toma de 110V-AC

Luego de contar con estos elementos se deben realizar los siguientes pasos para poder comenzar a desarrollar la práctica de laboratorio:

- Conectar el PLC con el cable de poder a un toma de 110. Verifique que el PLC debe encontrarse en el modo “TERM” en la CPU 224 y el LED de alimentación del este debe estar encendido
- Conectar a las dos primeras entradas analógicas del banco del PLC S7-200, los terminales de una fuente de 0-10V. (Una fuente por cada entrada analógica debido a que cada fuente simulara una temperatura diferente en las etapas del proceso), Luego Encienda las fuentes y compruebe se funcionamiento observando el cambio de las entradas analógicas en el programa del PLC que se realizara más adelante.
- Conectar el cable PPI (RS485/USB) del banco de PLC al computador.
- Se verifica que en el computador se encuentren instalados todos los programas con los que se va a trabajar, los cuales son MicroWin 4.0, OPC S7-200 PC Access, OPClink y Wonderware Intouch. Los instaladores de estos software se pueden obtener en los laboratorios de Automatización y Control de la UTB.

- Copiar la carpeta “Monografía HMI con Intouch” del CD: “Monografía HMI con Intouch” en el escritorio del computador. Este CD se puede obtener en los laboratorios de Control y Automatización Industrial de la UTB o preguntado a los docentes del área de automatización y Control de la UTB.

Luego se procede al desarrollo y solución de la práctica.

Para realizar esta práctica se debe haber realizado la práctica del capítulo 3 y 4, ya que se necesitan conocimientos básicos de Intouch, y se requiere de las mismas herramientas con las que se conto en esos capítulos. Se debe tener un conocimiento básico de programación de PLC y de los software Microwin, PC Access y OPC Link, además de tener previamente instalados estos programas.

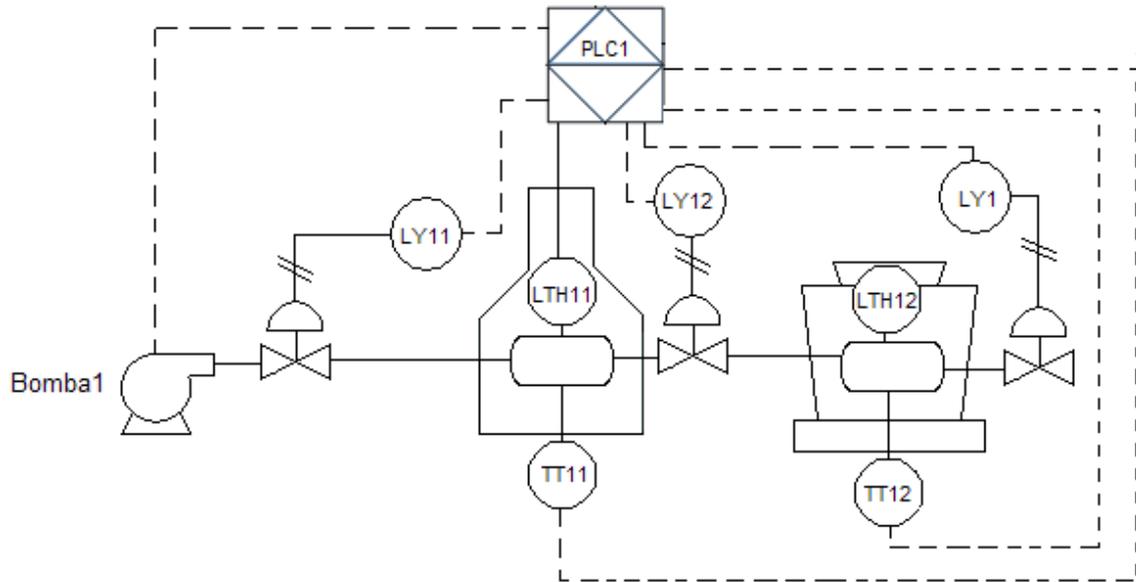
5.3. Descripción del proceso secuencial y analógico de control de temperatura

En esta práctica se requiere diseñar un sistema de control de temperatura aplicada a procesos donde se requiera adecuar sustancias a diferentes temperaturas, el cual consta de dos etapas que son: la etapa de calentamiento y la etapa de enfriamiento.

En la etapa de calentamiento se tiene un tanque de almacenamiento encerrado en una caldera industrial donde se lleva la sustancia almacenada a una temperatura de hasta 1500°C.

Luego en la etapa de enfriamiento dicha sustancia es almacenada en un segundo tanque que se encuentra sumergido en un enfriador, donde dicha sustancia se lleva a temperaturas de hasta 150°C, para luego finalmente por medio de una válvula de vaciado, ser distribuido al usuario final.

Figura 84. Esquema del proceso secuencial y analógico de control de Temperatura.



5.4. Especificaciones del Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura

Inicialmente se tiene una bomba que es la encargada de suministrar la sustancia a procesar al tanque de la etapa de calentamiento, aunque para que el líquido pueda ser almacenado se debe tener en cuenta la posición de la válvula de entrada al tanque.

Los tanques del proceso tendrán un sensor de nivel en la parte superior, para determinar si los tanques se encuentran llenos. Cuando los tanques de la etapa de calentamiento y de la etapa de enfriamiento se encuentren llenos, se apagarán automáticamente las válvulas que suministran las sustancias a cada uno de los tanques.

Existe un sensor de temperatura en cada tanque, que será el encargado de determinar la temperatura a la que se desea llevar la sustancia en cada una de las etapas. Una vez se llega a la temperatura deseada en cada tanque, automáticamente se abrirán las válvulas de salida de estos. La temperatura será controlada por medio del potenciómetro del banco del PLC ya que por medio de este será manipulada la entrada analógica.

El usuario tendrá control de la bomba que lleva la sustancia a la etapa de calentamiento por medio de un botón situado en el panel de control del HMI, y los sensores de nivel, de temperatura y el control de la válvula de entrada de sustancia a la etapa de calentamiento por medio de las entradas digitales y análogas disponibles en el banco del PLC S7-200 que se encuentran en el Laboratorio de Automatización y Control Industrial de La Tecnológica de Bolívar.

5.5. Variables del sistema

Las variables que se usaron para controlar El Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura con sus respectivas direcciones son las que se muestran en la Tabla 6.

TAGNAME	DIRECCIÓN	COMENTARIO
TT11	AIW0	Potenciómetro analógico en el banco del PLC que representa el cambio de temperatura de la etapa de calentamiento.
TT12	AIW2	Potenciómetro analógico en el banco del PLC que representa el cambio de temperatura de la etapa de enfriamiento.
Val1	I0.0	Válvula de entrada del tanque de la etapa de calentamiento.
LTH1	I0.1	Sensor de nivel superior del tanque de la etapa de calentamiento.
LTH2	I0.2	Sensor de nivel superior del tanque de la etapa de enfriamiento.
BotonB1	M0.0	Botón en el Panel del HMI que activa la Bomba
Bomba1	Q0.0	Salida que indica la activación de las bomba

Valvula1	Q0.1	Salida que indica la activación de la válvula de entrada a la etapa de calentamiento.
LED1	Q0.2	Representa la señal luminosa que indica que el tanque de la etapa de calentamiento llego a su nivel máximo.
LED2	Q0.3	Representa la señal luminosa que indica que la temperatura llego al valor deseado en el tanque de calentamiento.
LED3	Q0.4	Representa la señal luminosa que indica que el tanque de la etapa de enfriamiento llego a su nivel máximo.
LED4	Q0.5	Representa la señal luminosa que indica que la temperatura llego al valor deseado en el tanque de enfriamiento
Valvula2	Q0.6	Salida que indica la activación de la válvula de salida de la etapa de calentamiento.
Valvula3	Q0.7	Salida que indica la activación de la válvula de salida de la etapa de enfriamiento.

Tabla 6. Variables empleadas en el Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura.

Los sensores y la válvula de entrada al tanque de la etapa de calentamiento se direccionaron como entradas digitales del banco del PLC. El botón que activa la bomba se direccionó como marca (esta se puede forzar por medio del Intouch). Las salidas se direccionaron como salidas digitales del banco del PLC. Las temperaturas se direccionaron como entradas analógicas del banco del PLC.

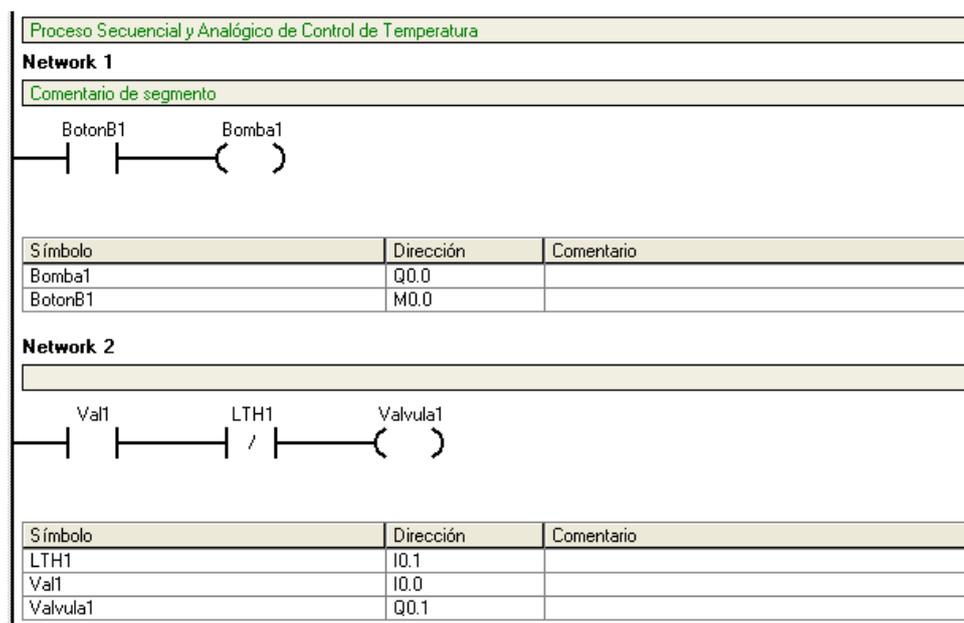
5.6. Solución de la práctica de laboratorio

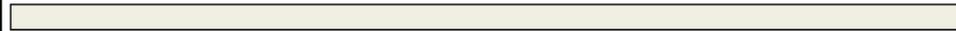
A continuación se dará una posible solución al problema planteado que incluye la programación del PLC, la configuración de los OPC y el diseño del HMI en Intouch.

5.6.1. Programación del PLC para el proceso secuencial y analógico de control de temperatura

El primer paso es programar el PLC S7-200, para esto se inicia MicroWIN 4.0. Se crea un proyecto con el programa KOP o Ladder que se muestra en la Figura 85 o se abre el archivo “Proyecto2.mwp” de MicroWin 4.0 de la subcarpeta llamada “Proceso secuencial y analógico de control de temperatura” de la carpeta que se copio anteriormente en el escritorio llamada “Monografía HMI con Intouch” del CD “Monografía HMI con Intouch”.

Figura 85. Programa Ladder del Proceso Secuencial y analógico de control de temperatura.



Network 3

Símbolo	Dirección	Comentario
LED1	Q0.2	
LTH1	I0.1	

Network 4

Símbolo	Dirección	Comentario
LED2	Q0.3	
TT11	AIW0	

Network 5

Símbolo	Dirección	Comentario
LED2	Q0.3	
LTH2	I0.2	
Valvula2	Q0.6	

Network 6

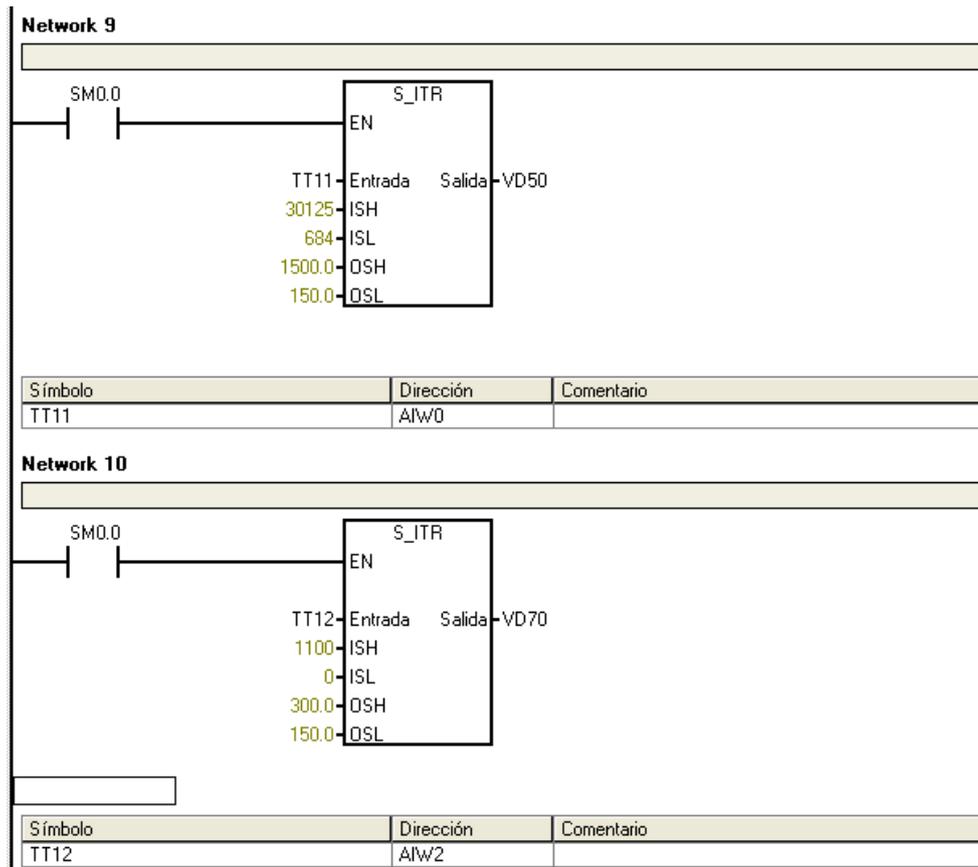
Símbolo	Dirección	Comentario
LED3	Q0.4	
LTH2	I0.2	

Network 7

Símbolo	Dirección	Comentario
LED4	Q0.5	
TT12	AIW2	

Network 8

Símbolo	Dirección	Comentario
LED4	Q0.5	
Valvula3	Q0.7	



Para hacer el cambio de entero a real se tuvo que hacer un escalamiento.

El primer paso de este escalado se efectúa leyendo los valores transferidos del programa principal: la entrada en sí, el límite superior de la escala para el valor de entrada (ISH), el límite inferior de la escala para el valor de entrada (ISL), el límite superior de la escala para el valor de salida (OSH) y el límite inferior de la escala para el valor de salida (OSL).

El siguiente paso consiste en determinar el rango de escalado de la salida, estando para ello OSL de OSH. La entrada se desescala restando ISL de ella y convirtiéndola luego a un entero doble, para convertirla por último a un valor real. El valor real de la entrada se multiplica luego por el rango de salida.

En el siguiente paso, ISL se resta de ISH para determinar el rango de escalado de la entrada. Éste se convierte a un entero doble y, finalmente, a un valor real.

A continuación, el rango de salida se divide por la entrada desescalada para determinar el valor de salida final. Para que este último se pueda transmitir de nuevo al programa principal, el valor de salida final se transfiere a la variable local de salida, desde donde se retorna. [8]

La fórmula es la siguiente:

$$Ov = [(Osh - Osl) * (Iv - Isl) / (Ish - Isl)] + Osl$$

Ov = valor de salida escalado

Iv = valor de entrada analógico

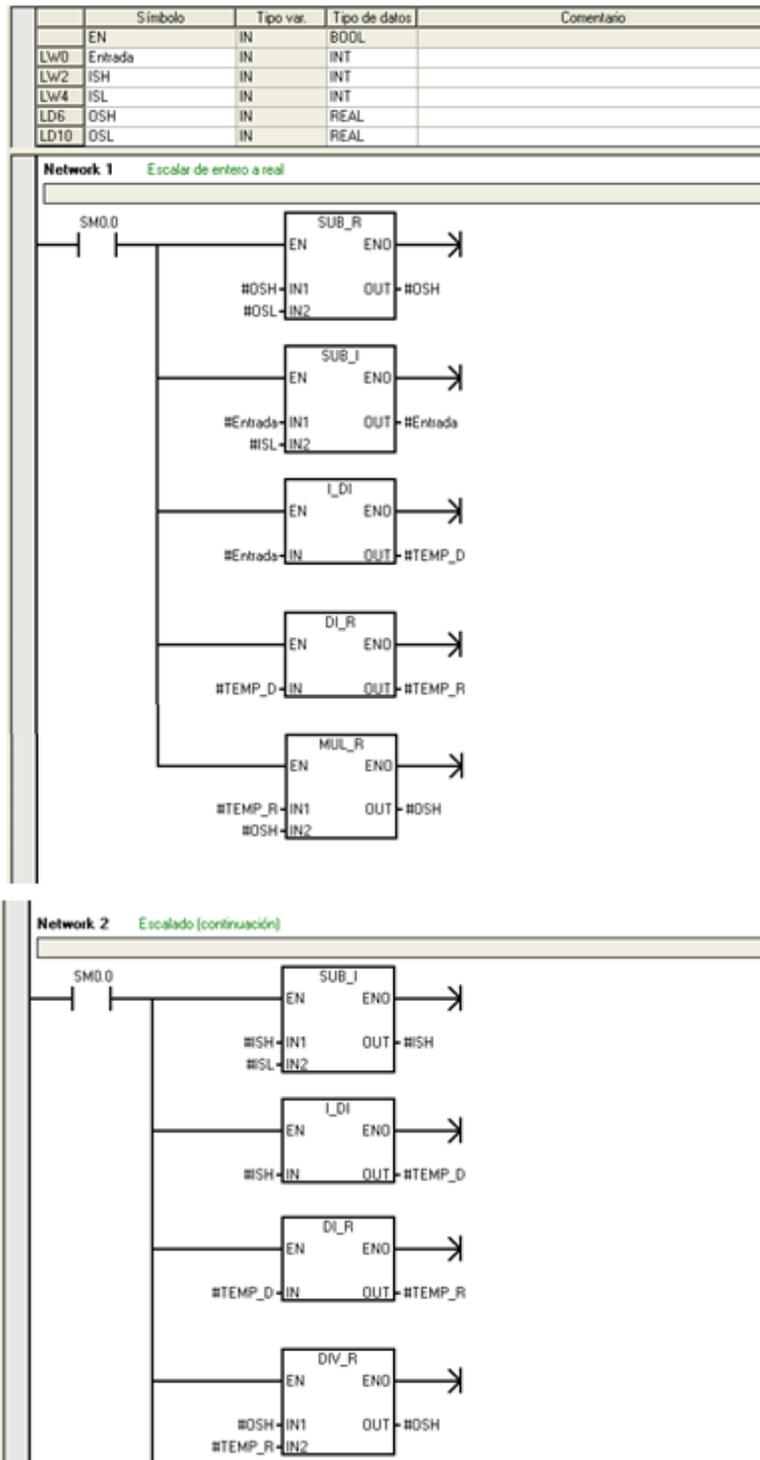
Osh = límite superior de la escala para el valor de salida escalado

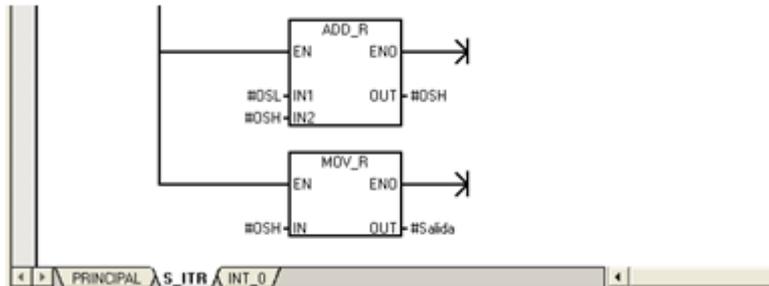
Osl = límite inferior de la escala para el valor de salida escalado

Ish = límite superior de la escala para el valor de entrada analógico

Isl = límite inferior de la escala para el valor de entrada analógico

Figura 86. Programa ladder de escalamiento para el cambio de entero a real en el proceso secuencial y analógico de control de temperatura.





Después de creado el programa se verifican y se ajusta la interfaz PG/PC para establecer comunicación de Step 7-Micro/WIN 4.0, con el PLC, presionando el botón “Ajustar interface PG/PC” como se ilustra en el recuadro rojo de la Figura 50. Se configura con la opción cable PC/PPI con velocidad de transferencia de 96Kbit/s y conexión local USB.

Para realizar la comunicación con el PLC después de haber creado el programa del PLC en MicroWin 4.0 y ajustado la interfaz PG/PC, se pulsa en el botón comunicación de la ventana principal de MicroWin 4.0, para ejercer la comunicación entre PLC y MicroWin 4.0, como se muestra en la Figura 51.

Luego aparecerá la ventana mostrada en la Figura 52, la cual ilustra las opciones de configuración de la comunicación como es el caso de la dirección del PLC, la velocidad de transferencia y los parámetros de la red y si es necesario el ajuste de la interface PG/PC. Para detectar el PLC se hace presiona la opción “Haga doble clic para actualizar” y luego seleccione el PLC identificado.

Para cargar el programa se presiona el botón “cargar en CPU” que se muestra en la Figura 53 y el programa inmediatamente quedara guardado en la memoria del PLC.

Luego haga clic en el botón Run para correr el programa realizado en MicroWin en el PLC. Esto se puede observar en la Figura 54.

El funcionamiento de las fuentes conectadas a las entradas analógicas del banco del PLC S7-200, puede comprobarse observando el cambio de las entradas analógicas en el programa del PLC corrido, variando el voltaje de 0-10V de las fuentes DC.

Después de realizado los pasos anteriores se procede a la configuración del servidor OPC.

5.6.2. Configuración del servidor OPC

Luego sin cerrar el programa realizado en Step 7-Micro/WIN, configuramos el OPC Server, en este caso se utiliza el PC Access, el cual será el encargado de enlazar los datos del PLC con el OPCLink (I/O Server) de Intouch. Para esto se abre el PC Access y se crea un nuevo proyecto y se crean los respectivos Tags como se muestra en la capítulo 4 desde de la Figura 55 hasta la Figura 63, o se abre el archivo "Proyecto2.pca" que se encuentra en la carpeta "Proceso secuencial y analógico de control de temperatura" del CD "Monografía HMI con Intouch", en el cual ya se encuentran creados los Tags que se utilizaran, solo tocaría agregar los ítems al cliente de prueba e iniciar el mismo. En la Figura 87 se muestra la lista de los Tags en el PC Access y el estado de las variables que muestra el Cliente de prueba, en esta figura también se puede detallar que en la columna de calidad, todas las variables se encuentran en "Good" por lo que PLC se está comunicando correctamente con el servidor OPC.

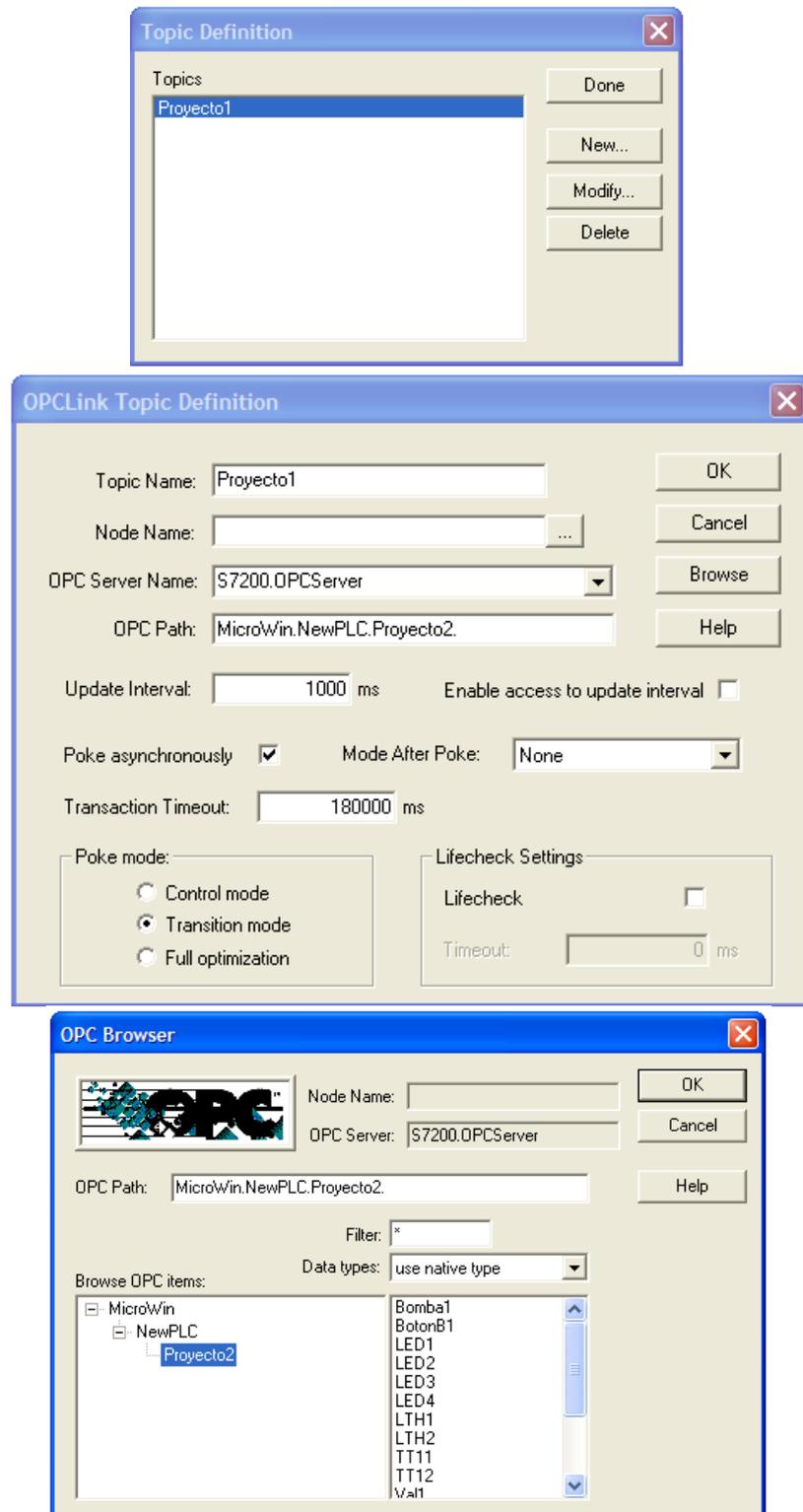
Figura 87. Funcionamiento del cliente de Prueba Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura.

Nombre	Dirección	Tipo de datos	Acceso	Comentarios
TT11	A2W0	INT	RW	
TT12	A2W2	INT	RW	
Val1	IO.0	BOOL	RW	
LTH1	IO.1	BOOL	RW	
LTH2	IO.2	BOOL	RW	
Bomba1	M0.0	BOOL	RW	
Bomba1	Q0.0	BOOL	RW	
LED1	Q0.1	BOOL	RW	
LED2	Q0.2	BOOL	RW	
LED3	Q0.3	BOOL	RW	
LED4	Q0.4	BOOL	RW	
LED4	Q0.5	BOOL	RW	
Valvula2	Q0.6	BOOL	RW	
Valvula3	Q0.7	BOOL	RW	
IO50	IO50	REAL	RW	
IO70	IO70	REAL	RW	

ID de Item	Tipo de datos	Valor	Marca de hora	Calidad	Estado
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.IO70	REAL	196.6364	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.IO50	REAL	726.5207	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.Valvula3	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.Valvula2	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.LED4	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.LED3	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.LED2	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.LED1	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.Valvula1	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.Bomba1	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.LTH2	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.LTH1	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.Val1	BOOL	0	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.TT12	INT	+342	12:03:08:359	Good	ON
MicroWin.NewPLC.Proyecto2.TT11	INT	+13126	12:03:08:359	Good	ON

Después de esto, se guarda el proyecto creado en el PC Access y se procede a configurar una conexión mediante OPCLINK, como se explico en el Capitulo 4 a partir de la Figura 64. Se define el tópic, el servidor OPC y se busca en la ventana del OPC Browser los Tags que fueron registrados en dicho servidor, como se muestra en la Figura 88.

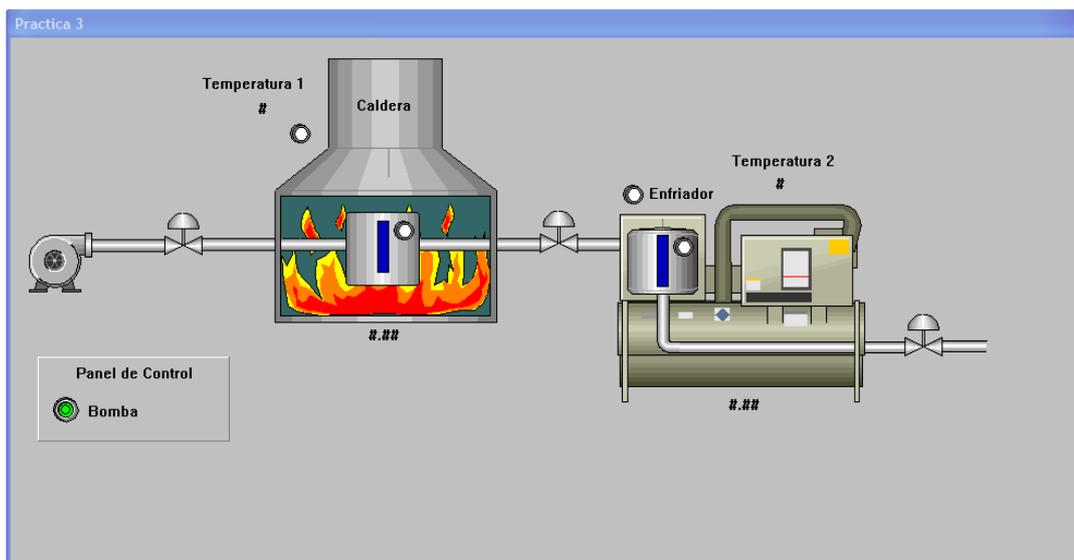
Figura 88. Configuración del OPCLINK.



5.6.3. Creación del HMI para el proceso secuencial y analógico de control de temperatura.

Luego se procede a la creación del HMI en Intouch. Como se explico en el Capitulo 4, se emplea la herramienta Wizards y la opción Symbol Factory para agregar lo objetos que harán parte del sistema. Una vez agregados los objetos que en este caso son la caldera, la bomba, el enfriador, las tuberías, las válvulas y los Leds se tiene como resultado el siguiente HMI que se muestra en la Figura 89.

Figura 89. HMI creado del proceso secuencial y analógico de control de temperatura.



Posteriormente se crean todos los Tags y se procede a la asignación de estos a los objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI. La asignación de los Tags a los objetos se realizo de la siguiente manera, como lo muestra la Tabla 7.

Tagname	Objeto
BotonB1	Botón Bomba
Bomba1	Bomba
Valvula1	Válvula de entrada a la etapa de Calentamiento
Valvula2	Válvula de salida de la etapa de Calentamiento
Valvula3	Válvula de salida de la etapa de enfriamiento
Nivel1	Barra de Llenado 1
Nivel2	Barra de Llenado 2
LED1	LED indicador de nivel máximo en el tanque de calentamiento.
LED2	LED indicador de temperatura deseada en el tanque de calentamiento.
LED3	LED indicador de nivel máximo en el tanque de enfriamiento.
LED4	LED indicador de temperatura deseada en el tanque de enfriamiento.
TT11	Valor de la temperatura del tanque de calentamiento.
TT12	Valor de la temperatura del tanque de enfriamiento.

Tabla 7. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI del Proceso Secuencial y Analógico de Control de Temperatura.

Para asignar los Tags se hace clic en el objeto correspondiente a cada Tag y se selecciona el Tag adecuado de la lista que aparece en la Figura 90. Luego se confirma la elección del Tag adecuado al objeto y se presiona el botón “OK” y de esta forma quedara el objeto asignado al Tag seleccionado.

Figura 90. Lista de tags creados en Intouch para el proceso secuencial y analógico de control de temperatura.

Tagname	Tag Type	Access Name	Alarm Group
Bomba1	I/O Discrete	Prueba	\$System
Boton1	I/O Discrete	Prueba	\$System
LED1	I/O Discrete	Prueba	\$System
LED2	I/O Discrete	Prueba	\$System
LED3	I/O Discrete	Prueba	\$System
LED4	I/O Discrete	Prueba	\$System
Nivel1	Memory Real		\$System
Nivel2	Memory Real		\$System
Temperatura1	I/O Real	Prueba	\$System
Temperatura2	I/O Real	Prueba	\$System
Val1	I/O Discrete	Prueba	\$System
Val2	I/O Discrete	Prueba	\$System
Val3	I/O Discrete	Prueba	\$System
Valvula1	I/O Discrete	Prueba	\$System
Valvula2	I/O Discrete	Prueba	\$System
Valvula3	I/O Discrete	Prueba	\$System
VD50	I/O Real	Prueba	\$System
VD70	I/O Real	Prueba	\$System

5.6.4. Desarrollo de la programación para la simulación del proceso secuencial y analógico de control de temperatura.

Una vez asignados todos los Tags a los objetos del HMI, se procede a la programación del Script, para lograr que las barras de llenado se llenen o se vacíen de acuerdo al comportamiento de las válvulas, esto debido a que el PLC que se usa solo nos servirá como apoyo para el uso de entradas y salidas tanto digitales como análogas, y se necesita de esta programación ya que en este caso la planta es simulada y no se cuenta con los elementos reales para el control de la misma. El programa realizado fue el siguiente:

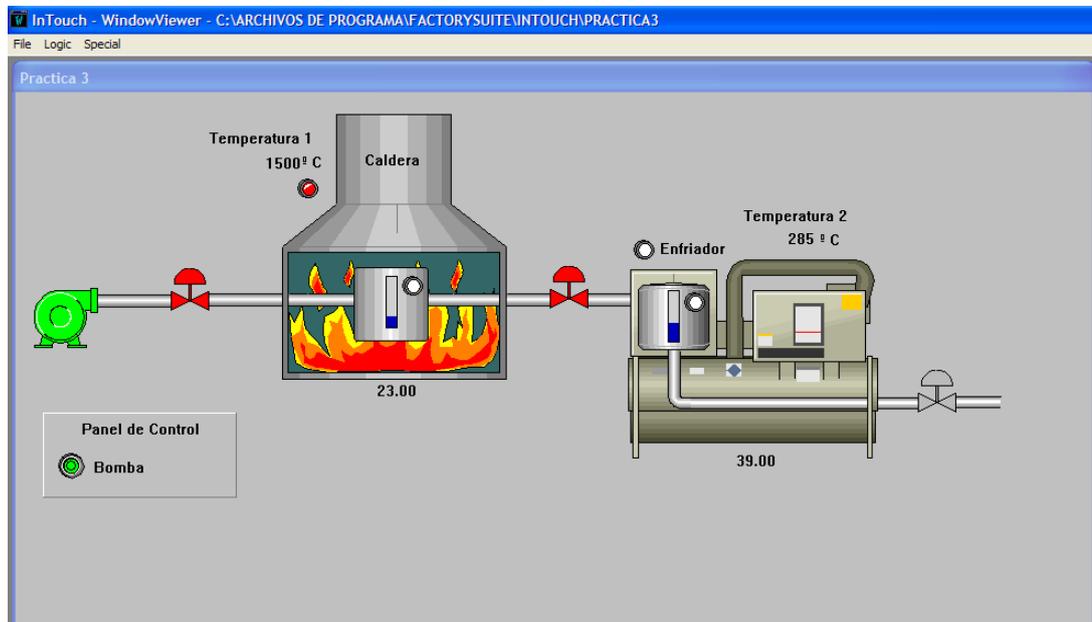
```
IF Valvula1 == 1 THEN
IF Nivel1 < 100 THEN
    Nivel1 = Nivel1 + 1;
ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Valvula2 == 1 THEN
IF Nivel3 < 100 THEN
IF Nivel1 > 0 THEN
Nivel1 = Nivel1 - 1;
Nivel3 = Nivel3 + 1;
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;
```

```
IF Valvula3 == 1 THEN
IF Nivel3 > 0 THEN
Nivel3 = Nivel3 - 1;
ENDIF;
ENDIF;
```

Finalmente después de realizar los procedimientos anteriores se procede a correr la aplicación por medio del botón “Runtime!” ubicado en la esquina superior derecha de la ventana principal de Intouch. Una vez seleccionado este botón se abrirá la ventana WindowViewer y para que funcione el proceso correctamente se debe tener conectado el cable PPI, el PLC en modo RUN, Cargar el servidor OPC (PC Access) y abrir OPCLINK.

Figura 91. Activación y funcionamiento del HMI del Proceso Secuencial y Analógico de control de temperatura.



5.7. Actividades complementarias

Con el fin de poner en práctica lo aprendido en el capítulo se realiza a continuación una serie de preguntas y se proponen actividades complementarias para comprobar el aprendizaje a afianzar el conocimiento adquirido.

- Realice el cambio de temperatura en la caldera y en el enfriador por medio del escalamiento. Ahora en la caldera desea manejar una temperatura máxima de 2500 °C y una temperatura mínima de 1500 ° C. Y en el enfriador se requiere de una temperatura máxima de 500°C y una temperatura mínima de 100°C.

- Agregue un nuevo calentador con las mismas características del calentador inicial en la salida del sistema. ¿Cómo realizaría el HMI, el programa del PLC y como configuraría el servidor OPC para manejar otra entrada analógica?
- ¿Qué diferencias encuentra al emplear entradas y salidas analógicas con respecto a las digitales?

5.8. Conclusiones

Al finalizar esta práctica se habrá aprendido a supervisar las entradas y salidas digitales y analógicas del PLC por medio del HMI creado en Intouch con la ayuda de un servidor OPC, también se habrá visto las diferencias que hay que tener en cuenta a la hora de tratar entradas y salidas digitales y análogas.

6. CREACIÓN DE UNA HMI EN INTOUCH DE UNA PLANTA PILOTO DE NIVEL DE DOS TANQUES EN PARALELO

6.1. INTRODUCCION

En este capítulo se realiza una práctica de laboratorio donde se crea un HMI de una planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo que se encuentra en los laboratorios de control y automatización industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar. En esta práctica se utiliza además del software Intouch un banco de PLC S7-200, la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo y los conectores Centronics para establecer la comunicación entre el PLC y la planta.

Los objetivos de esta práctica son:

- Creación de un HMI que supervise la planta piloto de nivel de dos tanques.
- Controlar por medio de un PLC y el HMI diseñado la planta piloto de nivel de dos tanques.

6.2. Preliminares

Para poder realizar esta práctica de laboratorio se tiene que contar con:

- Un banco de PLC S7-200 de los disponibles en el laboratorio de control de la Universidad Tecnológica de Bolívar como el que se muestra en la Figura 47.

- Dos cables Centronics con conectores macho-hembra para comunicar el banco del PLC con la planta piloto de nivel de dos tanque en paralelo, estos cables son como los de la figura 87.

Figura 92. Conectores Centronics a) Macho-Hembra b) Hembra-Hembra



a)

b)

- Un computador que tenga instalados los programas MicroWin 4.0, PC Access, OPC Link y Wonderware Intouch.
- Un cable PPI el cual transforma (RS485/USB) para comunicar el banco de PLC con el computador, con velocidad de transferencia de 9,6 kbit/s hasta 187,5 kbit/s.
- Un cable de poder para energizar el banco de PLC a un toma de 110V-AC.
- La planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo

Luego de contar con estos elementos se deben realizar los siguientes pasos para poder comenzar a desarrollar la práctica de laboratorio:

- Identificar la planta de en la cual se va a realizar la práctica, esta planta se muestra en la figura 93.

Figura 93. Planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo



- Conectar el PLC con el cable de poder a un toma de 110. Verifique que el PLC debe encontrarse en el modo “TERM” en la CPU 224 y el LED de alimentación del este debe estar encendido
- Conectar los conectores Centronics del banco del PLC a la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo como se muestra en la Figura 94.

Figura 94. Conexión de los conectores Centronics al banco del PLC



- Encender la fuente externa de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo y debe estar encendido el Piloto Rojo de Parado o Apagado, el selector del panel de control debe estar en automático para que el PLC ejerza la acción de control sobre las bombas sumergibles.
- Los tanques deben estar desacoplados, es decir, la válvula V3 (Ver Figura 95) debe estar cerrada al igual que las dos (V4 y V5) válvulas superiores.
- Conectar el cable PPI (RS485/USB) del banco de PLC al computador.
- Se verifica que en el computador se encuentren instalados todos los programas con los que se va a trabajar, los cuales son MicroWin 4.0, OPC S7-200 PC Access, OPClink y Wonderware Intouch. Los instaladores de estos software se pueden obtener en los laboratorios de Automatización y Control de la UTB.

- Copiar la carpeta “Monografía HMI con Intouch” del CD: “Monografía HMI con Intouch” en el escritorio del computador. Este CD se puede obtener en los laboratorios de Control y Automatización Industrial de la UTB o preguntado a los docentes del área de automatización y Control de la UTB.

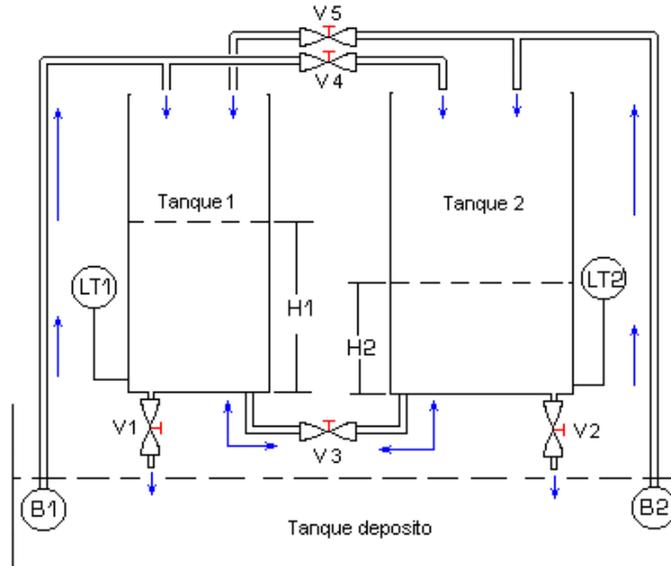
Luego se procede al desarrollo y solución de la práctica.

Para realizar esta práctica se debe haber realizado la prácticas anteriores de esta monografía, ya que se necesitan conocimientos básicos de Intouch, y se requiere de las mismas herramientas con las que se conto en esos capítulos. Si desea obtener más información acerca de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo puede remitirse a la monografía Automatización de una planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo [9], que se encuentra en la biblioteca de la UTB. Se debe tener un conocimiento básico de programación de PLC y de los software Microwin, PC Access y OPC Link, además de tener previamente instalados estos programas.

6.3. Descripción de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo

La planta piloto consta de dos tanques conectados en paralelo en el cual a partir de un tanque de depósito ubicado en la parte inferior del sistema, se succiona agua hacia estos, por medio de dos bombas independientes, como se ilustra en la Figura 95.

Figura 95. Esquema de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.



6.4. Especificaciones de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.

Esta planta consta de dos bombas de 1100 GPH, que son las que llevan el líquido a los dos tanques (uno de 44 litros y otro de 26 litros), dos transmisores de presión diferencial que son los encargados de sensar el nivel de cada tanque y enviar la información al PLC para controlar el nivel deseado en cada uno de ellos.

Para mayor información acerca de esta planta remítase a la monografía Automatización de una planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo. [9]

Para el control de esta planta se hace uso del programa creado en la monografía Automatización de una planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo, realizado en MicroWin, y del archivo creado en el programa PC Access para enlazar los datos entre Intouch, el servidor OPC y MicroWin.

6.5. Variables del sistema

Las variables que se usaron para controlar la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo con sus respectivas direcciones son las que se muestran en la tabla 8.

TAGNAME	DIRECCIÓN	COMENTARIO
P_I	I0.1	Pulsador de Inicio Físico del Panel de Control
P_P	I0.2	Pulsador de Parada Físico del Panel de Control
S_Aut	I0.3	Selector Automático Físico del Panel de Control
V_proceso_1	AIW4	Sensor de Nivel 1
V_proceso_2	AIW6	Sensor de Nivel 2
I_Scada	M0.0	Pulsador de Inicio del Programa de Intouch
P_Scada	M0.1	Pulsador de Parada del Programa de Intouch
Relé	Q0.2	Relé Elec. 24 V/ Conmutación Manual-Automático.
PR_Scada	V20.7	Piloto Rojo Para Programa de Intouch
Set_Point_1	VD60	Nivel Deseado Tanque 1
Set_Point_2	VD64	Nivel Deseado Tanque 2

Tabla 8. Variables empleadas en la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.

6.6. Solución de la práctica de laboratorio

A continuación se dará una posible solución al problema planteado que incluye la programación del PLC, la configuración de los OPC y el diseño del HMI en Intouch.

6.6.1. Programación Del PLC Para La Planta Piloto De Nivel De Dos Tanques en Paralelo

El primer paso es programar el PLC S7-200, para esto se inicia MicroWIN 4.0. Debido a que el programa del PLC ya se encuentra realizado, se abre el

archivo “TK en paralelo2.mwp” de MicroWin 4.0 de la subcarpeta llamada “TK en paralelo” de la carpeta que se copio anteriormente en el escritorio llamada “Monografía HMI con Intouch” del CD “Monografía HMI con Intouch”.

Después de abierto el archivo se verifican y se ajusta la interfaz PG/PC para establecer comunicación de Step 7-Micro/WIN 4.0, con el PLC, presionando el botón “Ajustar interface PG/PC” como se ilustra en el recuadro rojo de la Figura 50. Se configura con la opción cable PC/PPI con velocidad de transferencia de 96Kbit/s y conexión local USB.

Para realizar la comunicación con el PLC después de haber creado el programa del PLC en MicroWin 4.0 y ajustado la interfaz PG/PC, se pulsa en el botón comunicación de la ventana principal de MicroWin 4.0, para ejercer la comunicación entre PLC y MicroWin 4.0, como se muestra en la Figura 51.

Luego aparecerá la siguiente ventana mostrada en la Figura 52, la cual ilustra las opciones de configuración de la comunicación como es el caso de la dirección del PLC, la velocidad de transferencia y los parámetros de la red y si es necesario el ajuste de la interface PG/PC. Para detectar el PLC se hace presiona la opción “Haga doble clic para actualizar” y luego seleccione el PLC identificado.

Para cargar el programa se presiona el botón “cargar en CPU” que se muestra en la Figura 53 y el programa inmediatamente quedara guardado en la memoria del PLC.

Luego haga clic en el botón Run para correr el programa realizado en MicroWin en el PLC. Esto se puede observar en la Figura 54.

Después de realizado los pasos anteriores se procede a la configuración del servidor OPC.

6.6.2. Configuración del servidor OPC

Como ya se tiene el proyecto creado en PC Access se abre el archivo "Project_tk.pca" de la subcarpeta llamada "TK en paralelo" de la carpeta que se copio anteriormente en el escritorio llamada "Monografía HMI con Intouch" del CD "Monografía HMI con Intouch", para ejercer la comunicación entre MicroWin 4.0 y Wonderware Intouch.

Luego se agregan los ítems que ya están creados al cliente de prueba como se explico anteriormente en el capítulo 4 en la Figura 61, presionando el botón "Agregar ítems actuales al cliente de prueba".

Posteriormente se inicia el cliente presionando el botón "Iniciar cliente prueba", como se ilustro en el capítulo 4 en la Figura 62.

En la Figura 96 se puede observar el estado de las variables y se detalla que en la columna de calidad todas las variables se encuentran "Good" es decir en buen funcionamiento.

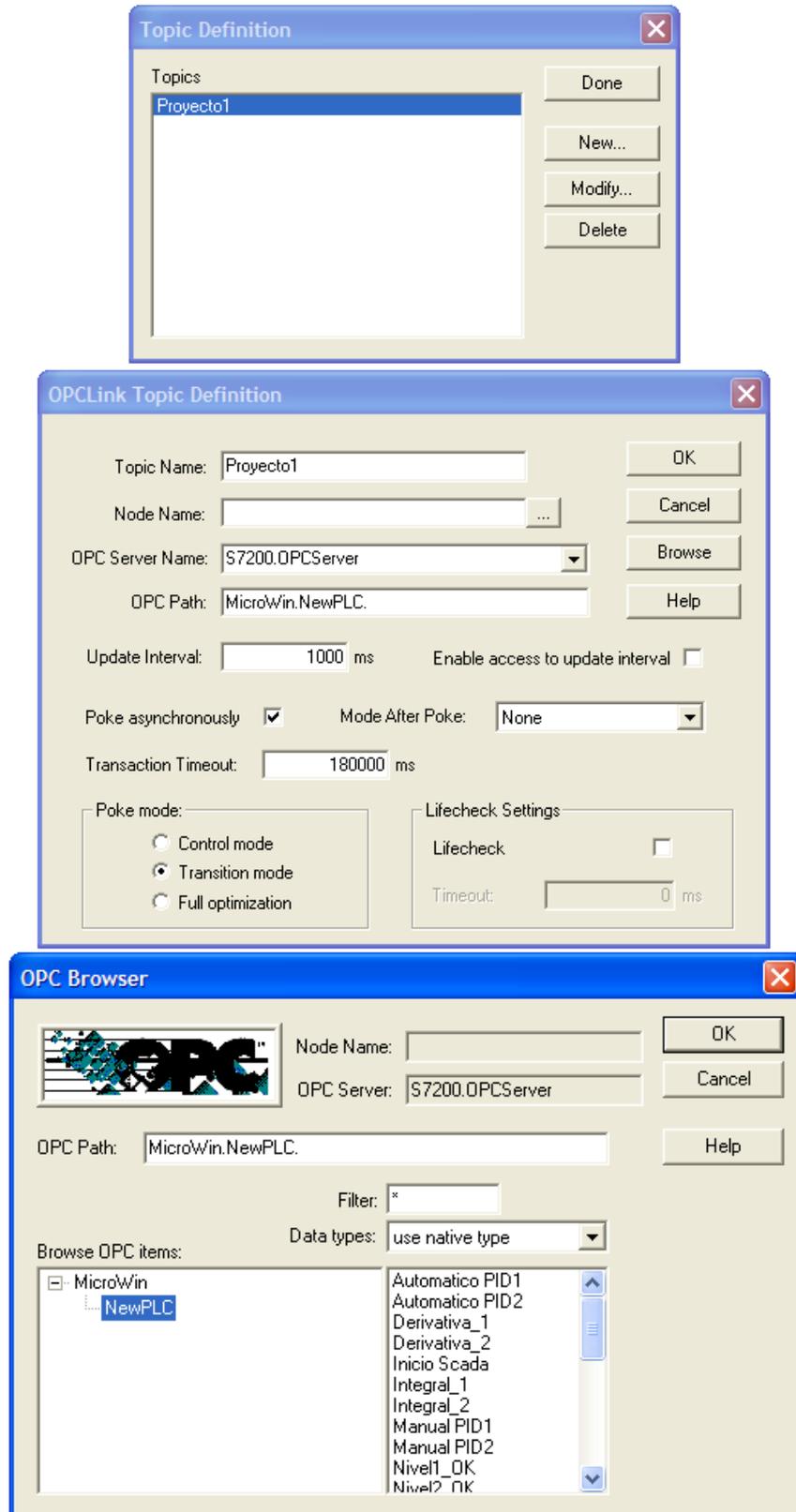
Figura 96. Funcionamiento del cliente de Prueba en la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.

The screenshot shows the 'PROJEC-1 - S7-200 PC Access' software interface. The main window is titled 'Cliente de prueba' (Test Client) and shows a list of variables and their current values. The status is 'Estado: ON'.

ID de ítem	Tipo de datos	Valor	Marca de hora	Calidad
MicroWin.NewPLC.Salida PWM2	INT	+00	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Salida PWM1	INT	+00	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.VD70	REAL	0.03538190	13:29:02:374	Good
MicroWin.NewPLC.Set point_2	REAL	0.0000000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Set Point_1	REAL	0.0000000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Derivativa_2	REAL	0.03000000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Integral_2	REAL	0.1000000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Proporcional_2	REAL	10.80000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.VD50	REAL	-0.01240993	13:29:01:812	Good
MicroWin.NewPLC.Derivativa_1	REAL	0.03000000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Integral_1	REAL	0.1000000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Proporcional_1	REAL	7.800000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.NivelTK3	DINT	-12443	13:29:02:374	Good
MicroWin.NewPLC.Manual PID2	REAL	0.0000000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Manual PID1	REAL	0.0000000	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.pilotorjo	BOOL	1	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Nivel2_OK	BOOL	0	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Nivel1_OK	BOOL	0	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.pilotorverde	BOOL	0	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Automatico PID2	BOOL	0	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Automatico PID1	BOOL	0	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Parada Scada	BOOL	0	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.Inicio Scada	BOOL	0	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.S_Aut	BOOL	0	13:27:36:343	Good
MicroWin.NewPLC.V_Proceso_2	INT	+6256	13:29:02:374	Good
MicroWin.NewPLC.V_Proceso_1	INT	+6185	13:29:01:812	Good

Ahora se tiene que configurar una conexión mediante el OPCLINK como se explico en capítulos anteriores. En la Figura 97, se muestra la configuración realizada para la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.

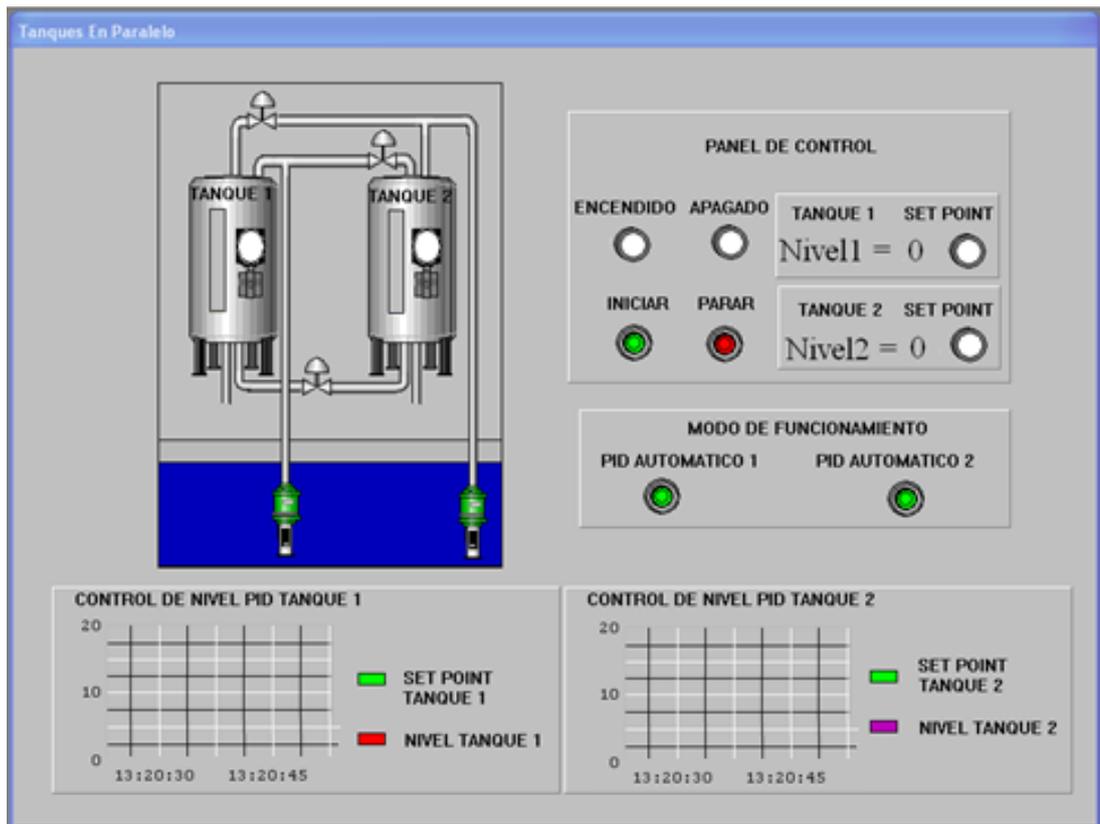
Figura 97. Configuración del OPCLINK para la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.



6.6.3. Creación De Un HMI Para La Planta Piloto De Nivel De Dos Tanques En Paralelo

Luego se procede a la creación del HMI en Intouch. Como se explico en el Capitulo 4, se emplea la herramienta Wizards y la opción Symbol Factory para agregar lo objetos que harán parte del sistema. Una vez agregados los objetos que en este caso son los tanques, las bombas, los transmisores, los botones, los LEDS y la tubería se tiene como resultado el siguiente HMI que se muestra en la Figura 98.

Figura 98. HMI creado para la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.



Posteriormente se crean todos los Tags y se procede a la asignación de estos, a los objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI. La asignación de los Tags a los objetos se realizo de la siguiente manera, como lo muestra la Tabla 9.

Tagname	Objeto
AutomáticoPID1	Botón PID Automático 1
AutomáticoPID2	Botón PID Automático 2
InicioScada	Botón INICIAR
ParadaScada	Botón PARAR
Pilotorojo	Led rojo
Pilotoverde	Led verde
Nivel1_Ok	Led azul
Nivel2_Ok	Led amarillo
VD50	Valor nivel tanque 1 Barra de llenado tanque 1
VD70	Valor nivel tanque 2 Barra de llenado tanque 1
Nivel1	Set Point nivel 1
Nivel2	Set Point nivel 2

Tabla 9. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.

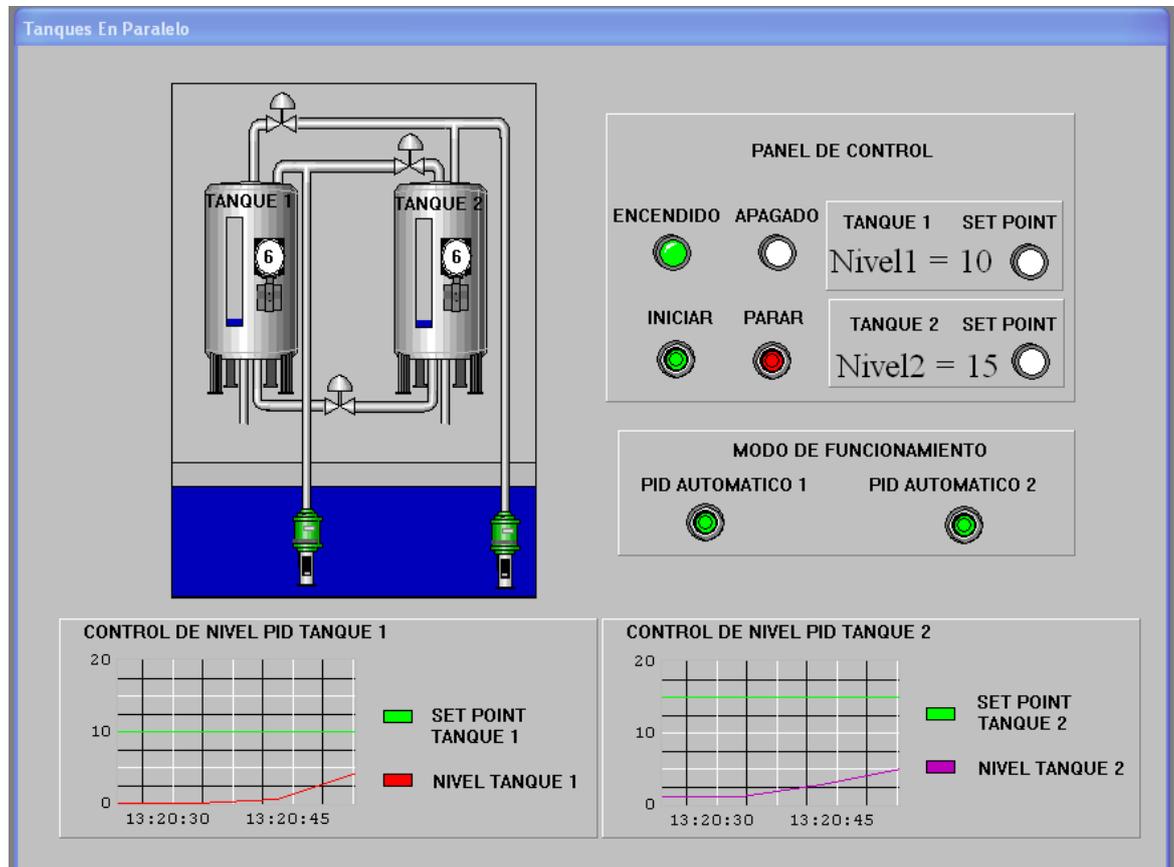
Para asignar los Tags se hace clic en el objeto correspondiente a cada Tag y se selecciona el Tag adecuado de la lista que aparece en la Figura 99. Luego se confirma la elección del Tag adecuado al objeto y se presiona el botón “OK” y de esta forma quedara el objeto asignado al Tag seleccionado.

Figura 99. Lista de Tags creados en Intouch para la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.

Tagname	Tag Type	Access Name	Alarm Group
AutomaticoPID1	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
AutomaticoPID2	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
InicioScada	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
Nivel1	I/O Real	Proyecto1	\$\$System
Nivel1_Ok	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
Nivel2	I/O Real	Proyecto1	\$\$System
Nivel2_Ok	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
ParadaScada	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
pilotorojo	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
pilotoverde	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
SalidaPWM1	I/O Discrete	Proyecto1	\$\$System
V_Proceso_1	I/O Integer	Proyecto1	\$\$System
V_Proceso_2	I/O Integer	Proyecto1	\$\$System
VD50	I/O Real	Proyecto1	\$\$System
VD70	I/O Real	Proyecto1	\$\$System

Finalmente después de realizar los procedimientos anteriores se procede a correr la aplicación por medio del botón “Runtime!” ubicado en la esquina superior derecha de la ventana principal de Intouch. Una vez seleccionado este botón se abrirá la ventana WindowViewer y para que funcione el proceso correctamente se debe tener conectado el cable PPI, el PLC en modo RUN, Cargar el servidor OPC (PC Access) y abrir OPCLINK. En la Figura 100, se muestra el HMI funcionando.

Figura 100. Activación y funcionamiento del HMI de la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo.



6.7. Actividades complementarias

Con el fin de poner en práctica lo aprendido en el capítulo se realiza a continuación una serie de preguntas y se proponen actividades complementarias para comprobar el aprendizaje a afianzar el conocimiento adquirido.

- ¿Cómo se comporta el HMI del sistema si la planta se controla de forma manual?

- ¿Es posible por medio del HMI variar los valores del PID? ¿Cómo lo realizaría?

6.8. Conclusiones

Al realizar esta práctica se puede concluir que se cumplen los objetivos anteriormente planteados que eran controlar y supervisar mediante el PLC SIMATIC S7 200 y HMI realizado en Intouch la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo. También se puede evidenciar el buen funcionamiento de la planta y que la comunicación entre el PLC, el HMI y la planta funcione eficientemente y además por medio de esta práctica se logra introducir al usuario en una planta real para que aprendiera conceptos básicos acerca del funcionamiento de la planta.

7. CREACIÓN DE UNA HMI EN INTOUCH DE UNA PLANTA INTERCAMBIADOR DE CALOR

7.1. INTRODUCCION

En este capítulo se realiza una práctica de laboratorio donde se crea un HMI de la planta intercambiador de calor que se encuentra en los laboratorios de control y automatización industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar. En esta práctica se utiliza además del software Intouch un banco de PLC S7-200, la planta intercambiador de calor y los conectores Centronics para establecer la comunicación entre el PLC y la planta. Los objetivos de esta práctica son:

- Creación de un HMI que supervise la planta intercambiador de calor
- Controlar por medio de un PLC y el HMI diseñado la planta intercambiador de calor.

7.2. Preliminares

Para poder realizar esta práctica de laboratorio se tiene que contar con:

- Un banco de PLC S7-200 de los disponibles en el laboratorio de control de la Universidad Tecnológica de Bolívar como el que se muestra en la Figura 47.
- Dos cables Centronics, uno con conectores macho-hembra y otro con conectores hembra-hembra, como se muestran la Figura 92 a) y b), para comunicar el banco de PLC con la planta.

- Un computador que tenga instalados los programas MicroWin 4.0, PC Access, OPC Link y Wonderware Intouch.
- Un cable PPI el cual transforma (RS485/USB) para comunicar el banco de PLC con el computador, con velocidad de transferencia de 9,6 kbit/s hasta 187,5 kbit/s.
- Un cable de poder para energizar el banco de PLC a un toma de 110V-AC
- La planta intercambiador de calor

Luego de contar con estos elementos se deben realizar los siguientes pasos para poder comenzar a desarrollar la práctica de laboratorio:

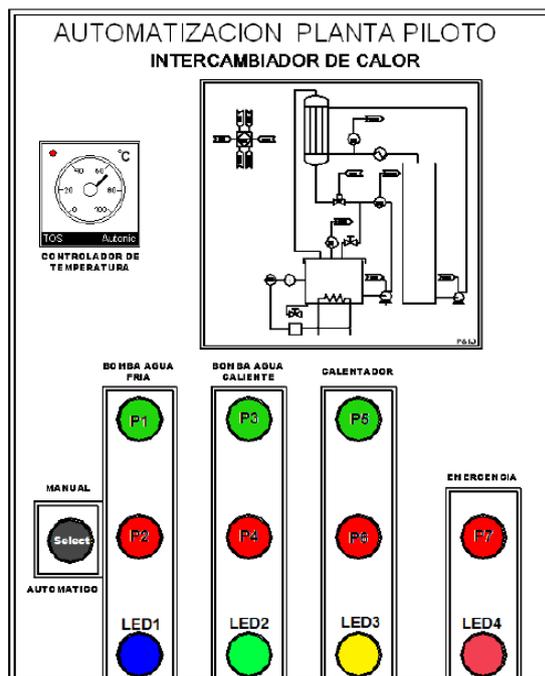
- Identificar la planta de en la cual se va a realizar la práctica, esta planta se muestra en la Figura 101.

Figura 101. Planta piloto intercambiador de calor



- Conectar el PLC con el cable de poder a un toma de 110. Verifique que el PLC debe encontrarse en el modo “TERM” en la CPU 224 y el LED de alimentación del este debe estar encendido
- Conectar los conectores Centronics del banco del PLC a la planta intercambiador de calor como se muestra en la Figura 94.
- Energizar la planta intercambiador de calor y encienda su fuente. Deben estar apagadas todas las bombas y el calentador, es decir ningún Led del panel físico de la planta debe estar encendido, el selector del panel de control debe estar en automático.
- Encienda el calentador presionando el botón de encendido para este, en el panel físico de la planta intercambiador de calor y ajuste la temperatura a la cual desea calentar el agua por medio del controlador de temperatura que se encuentra en el panel físico de la planta (Ver Figura 102).

Figura 102. Panel físico de la planta



- Conectar el cable PPI (RS485/USB) del banco de PLC al computador.

- Se verifica que en el computador se encuentren instalados todos los programas con los que se va a trabajar, los cuales son MicroWin 4.0, OPC S7-200 PC Access, OPClink y Wonderware Intouch. Los instaladores de estos software se pueden obtener en los laboratorios de Automatización y Control de la UTB.

- Copiar la carpeta “Monografía HMI con Intouch” del CD: “Monografía HMI con Intouch” en el escritorio del computador. Este CD se puede obtener en los laboratorios de Control y Automatización Industrial de la UTB o preguntado a los docentes del área de automatización y Control de la UTB.

Luego se procede al desarrollo y solución de la práctica.

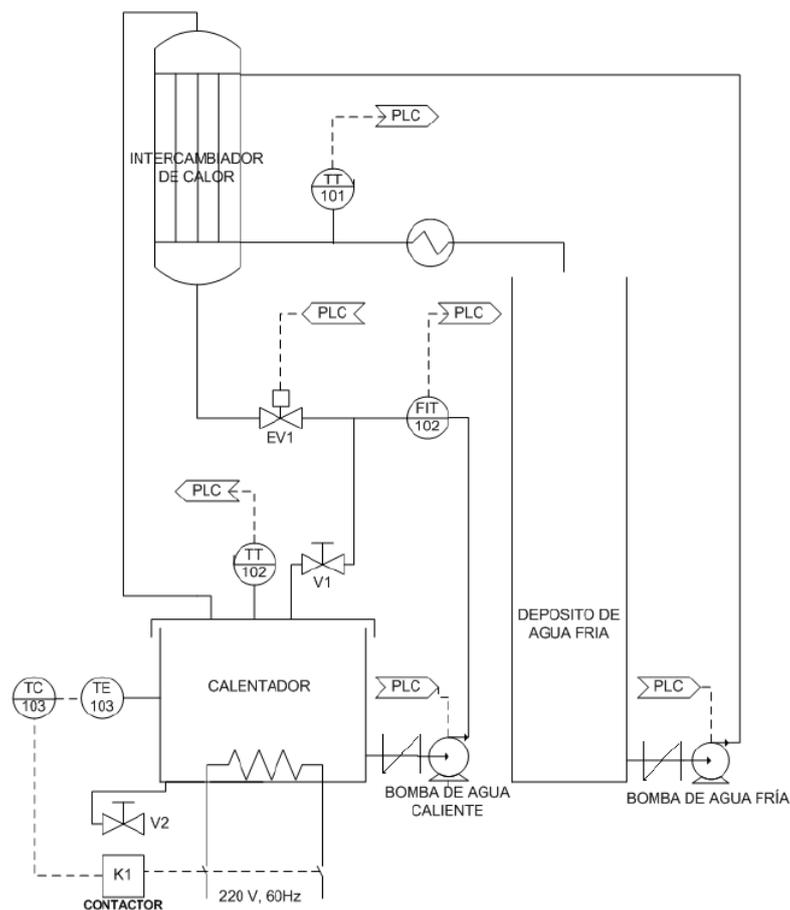
Para realizar esta práctica se debe haber realizado las prácticas anteriores de esta monografía, ya que se necesitan conocimientos básicos de Intouch, y se requiere de las mismas herramientas con las que se contó en las anteriores prácticas. Si desea más información acerca de la planta intercambiador de calor se puede remitir a la monografía Automatización planta piloto intercambiador de calor [10], que se encuentra en la biblioteca de la UTB. Se debe tener un conocimiento básico de programación de PLC y de los software Microwin, PC Access y OPC Link, además de tener previamente instalados estos programas.

7.3. Descripción de la planta intercambiador de calor

La planta intercambiador de calor se basa en un calentador el cual calienta agua y por medio de una termocupla se mide la temperatura de esta. Luego una bomba hace circular el agua caliente por un trasmisor de flujo el cual

permite controlar por medio de una electroválvula el flujo de agua caliente que ingresa al intercambiador de calor regresando al calentador nuevamente. Además, la planta posee un depósito de agua fría que también por medio de otra bomba se hace circular el agua fría a través de la armadura del intercambiador de calor. El flujo de agua que sale del intercambiador de calor pasa por una termocupla el cual sensa la temperatura del agua y por medio de un transmisor de temperatura se puede supervisar y controlar la misma. Después de esto el agua pasa por el radiador cuya función es disminuir o mantener la temperatura para que regrese nuevamente al depósito de agua fría. Lo que se busca con esta planta intercambiador de calor es regular y controlar la temperatura de salida de agua fría manipulando el caudal del agua caliente.

Figura 103. Esquema de la planta intercambiador de calor.



7.4. Especificaciones de la planta piloto intercambiador de calor.

La planta consta de un intercambiador de calor cuya tubería interna es de ½” de diámetro, la tubería externa es de ¾” diámetro y 60 cms de largo, un calentador con 15 galones de capacidad, un controlador de temperatura, dos transmisores de temperatura, un transmisor de caudal y tres termocuplas.

Para mayor información acerca de esta planta remítase a la monografía Automatización planta piloto intercambiador de calor. [10]

Para el control de esta planta se hace uso del programa creado en la monografía Automatización planta piloto intercambiador de calor, realizado en MicroWin, y del archivo creado en el programa PC Access para enlazar los datos entre Intouch, el servidor OPC y MicroWin.

7.5. Variables del sistema

Las variables que se usaron para controlar la planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo con sus respectivas direcciones son las que se muestran en la tabla 10.

TAGNAME	DIRECCIÓN	COMENTARIO
Encendido bomba agua fría	M8.1	Botón que activa la bomba de agua fría
Apagado bomba agua fría	M8.2	Botón que apaga la bomba de agua fría
Emergencia	M8.3	Botón que apaga todo el sistema
Encendido bomba agua caliente	M8.4	Botón que activa la bomba de agua caliente
Apagado bomba agua caliente	M8.5	Botón que apaga la bomba de agua caliente
Modo automático PID 0	M8.6	Botón que activa automáticamente el PID 1
Modo automático PID 1	M8.7	Botón que activa automáticamente el PID 2
Set point	MW28	Valor a la cual se desea llevar la temperatura del agua fría
Bomba agua caliente	Q0.0	Salida que indica la activación de la bomba de agua caliente
Bomba agua fría	Q0.2	Salida que indica la activación de la bomba de agua fría

Ganancia de lazo PID 0	VD12	Valor con el cual se ajusta la ganancia de lazo del PID 1
Ganancia de lazo PID 1	VD132	Valor con el cual se ajusta la ganancia de lazo del PID 2
Tiempo de acción integral PID 0	VD20	Valor con el cual se ajusta el tiempo integral del PID 1
Tiempo de acción integral PID 1	VD140	Valor con el cual se ajusta el tiempo integral del PID 2
Tiempo de acción derivativa PID 0	VD24	Valor con el cual se ajusta el tiempo derivativo del PID 1
Tiempo de acción derivativa PID 1	VD144	Valor con el cual se ajusta el tiempo derivativo del PID 2
Electroválvula	VD208	Valor del voltaje de la electroválvula
Transmisor de caudal	VD254	Transmisor que envía el valor del caudal que está circulando
Transmisor de agua caliente	VW102	Transmisor que envía el valor de la temperatura del agua caliente
Transmisor de agua fría	VW106	Transmisor que envía el valor de la temperatura del agua fría

Tabla 10. Variables empleadas en la planta intercambiador de calor.

7.6. Solución de la práctica de Laboratorio

A continuación se dará una posible solución al problema planteado que incluye la configuración de los OPC y el diseño del HMI en Intouch.

7.6.1. Programación del PLC para la planta intercambiador de calor

El primer paso es programar el PLC S7-200, para esto se inicia MicroWIN 4.0. Debido a que el programa del PLC ya se encuentra realizado, se abre el archivo “Intercambiador de calor Ronald Final.mwp” de MicroWin 4.0 de la subcarpeta llamada “Monografía Automatización planta piloto intercambiador de calor” de la carpeta que se copio anteriormente en el escritorio llamada “Monografía HMI con Intouch” del CD “Monografía HMI con Intouch”.

Después de abierto el archivo se verifican y se ajusta la interfaz PG/PC para establecer comunicación de Step 7-Micro/WIN 4.0, con el PLC, presionando el

botón “Ajustar interface PG/PC” como se ilustra en el recuadro rojo de la Figura 50. Se configura con la opción cable PC/PPI con velocidad de transferencia de 96Kbit/s y conexión local USB.

Para realizar la comunicación con el PLC después de haber creado el programa del PLC en MicroWin 4.0 y ajustado la interfaz PG/PC, se pulsa en el botón comunicación de la ventana principal de MicroWin 4.0, para ejercer la comunicación entre PLC y MicroWin 4.0, como se muestra en la Figura 51.

Luego aparecerá la siguiente ventana mostrada en la Figura 52, la cual ilustra las opciones de configuración de la comunicación como es el caso de la dirección del PLC, la velocidad de transferencia y los parámetros de la red y si es necesario el ajuste de la interface PG/PC. Para detectar el PLC se hace presiona la opción “Haga doble clic para actualizar” y luego seleccione el PLC identificado.

Para cargar el programa se presiona el botón “cargar en CPU” que se muestra en la Figura 53 y el programa inmediatamente quedara guardado en la memoria del PLC.

Luego haga clic en el botón Run para correr el programa realizado en MicroWin en el PLC. Esto se puede observar en la Figura 54.

Después de realizado los pasos anteriores se procede a la configuración del servidor OPC.

7.6.2. Configuración del servidor OPC

Como ya se tiene el proyecto creado en PC Access se abre el archivo “OPC Intercambiador de calor ronald final.pca” de la subcarpeta llamada “Monografía Automatización planta piloto intercambiador de calor” de la carpeta que se copio anteriormente en el escritorio llamada “Monografía HMI con Intouch” del

CD “Monografía HMI con Intouch”, para ejercer la comunicación entre MicroWin 4.0 y Wonderware Intouch.

Luego se agregan los ítems que ya están creados al cliente de prueba como se explico anteriormente en el capítulo 4 en la Figura 61, presionando el botón “Agregar ítems actuales al cliente de prueba”.

Posteriormente se inicia el cliente presionando el botón “Iniciar cliente prueba”, como se ilustro en el capítulo 4 en la Figura 62.

En la Figura 104 se puede observar el estado de las variables y se detalla que en la columna de calidad todas las variables se encuentran “Good” es decir en buen funcionamiento.

Figura 104. Funcionamiento del cliente de Prueba de la planta intercambiador de calor.

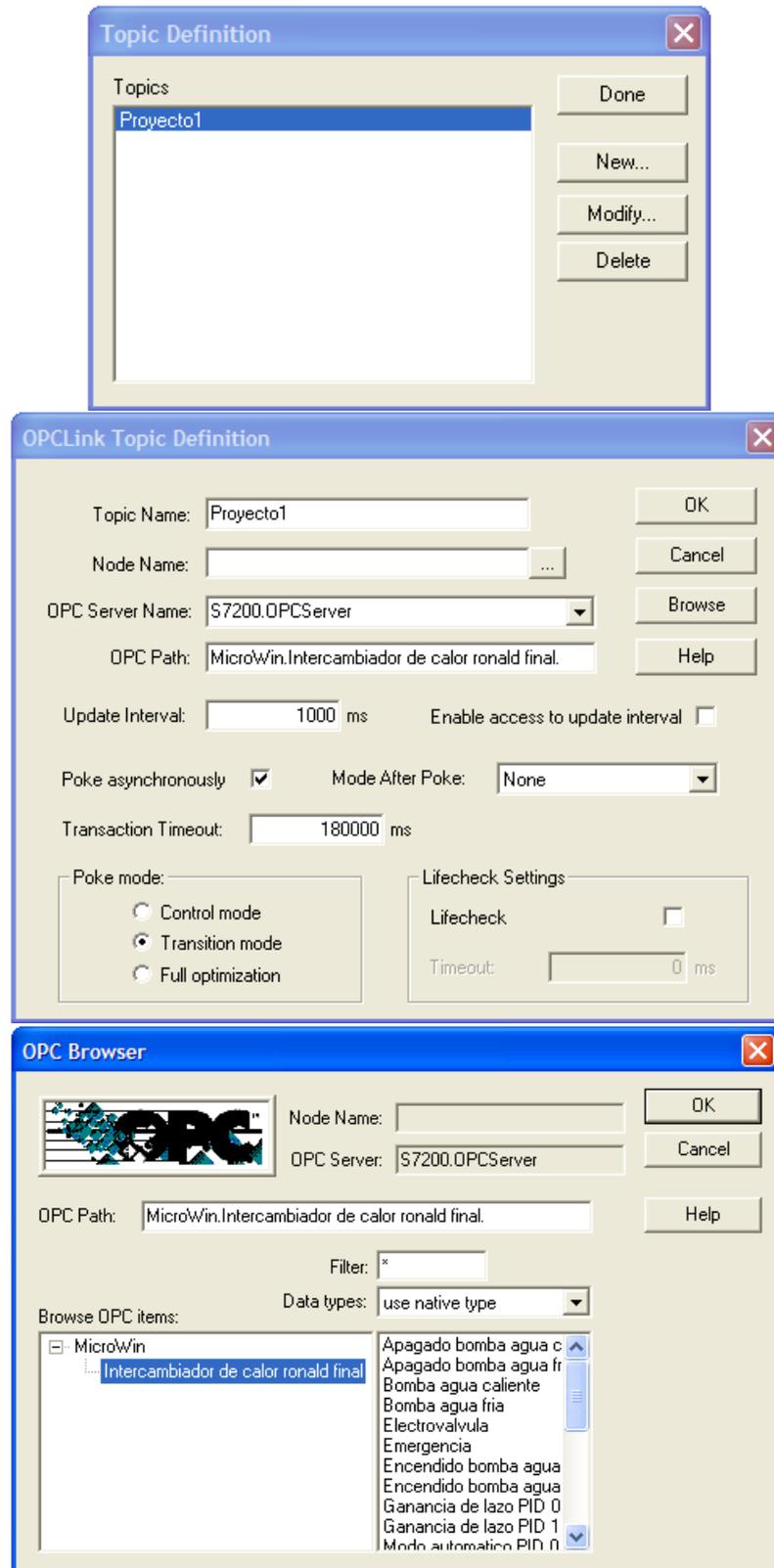
The screenshot shows the OPCINT-1 - S7-200 PC Access interface. The top part displays a tree view of the project structure, including 'OPCINT~1', 'What's New', 'MicroWin(USB)', and 'Intercambiador de calor'. Below this is a table listing variables with columns for 'Nombre', 'Dirección', 'Tipo de datos', 'Acceso', and 'Comentario'. The bottom part of the window shows a 'Cliente de prueba' table with columns for 'ID de ítem', 'Tipo de datos', 'Valor', 'Marca de hora', and 'Calidad'. The status bar at the bottom indicates 'Estado: ON' and 'Listo'.

Nombre	Dirección	Tipo de datos	Acceso	Comentario
Encendido bomba agua fria	MS.1	BOOL	RW	
Apagado bomba agua fria	MS.2	BOOL	RW	
Emergencia	MS.3	BOOL	RW	
Encendido bomba agua caliente	MS.4	BOOL	RW	
Apagado bomba agua caliente	MS.5	BOOL	RW	
Modo automatico PID 0	MS.6	BOOL	RW	
Modo automatico PID 1	MS.7	BOOL	RW	
Set point	MW28	INT	RW	
Bomba agua caliente	Q0.0	BOOL	R	

ID de ítem	Tipo de datos	Valor	Marca de hora	Calidad
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Transmisor de agua fria	INT	+40	16:10:02:203	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Transmisor de agua caliente	INT	+53	16:08:19:077	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Salida PID 0	REAL	7.044963	16:10:03:703	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Transmisor de caudal	DWORD	00000008	16:10:02:203	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Tiempo de accion derivativa PID 0	REAL	3.100000	15:39:36:264	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Modos manual PID 1	REAL	0.0000000	15:39:37:875	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Modos manual PID 0	REAL	0.0000000	15:39:37:875	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Electrovalvula	REAL	10.00000	16:09:04:811	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Tiempo de accion integral PID 0	REAL	0.3000000	15:39:36:264	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Tiempo de accion derivativa PID 1	REAL	0.0000000	15:39:36:264	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Tiempo de accion integral PID 1	REAL	0.01000000	15:39:36:264	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Ganancia de lazo PID 1	REAL	0.004000000	15:39:36:264	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Ganancia de lazo PID 0	REAL	0.3230000	15:39:36:264	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Bomba agua fria	BOOL	1	15:54:04:781	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Bomba agua caliente	BOOL	1	15:54:02:327	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Set point	INT	+50	15:39:36:264	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Modos automatico PID 1	BOOL	1	16:02:00:890	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Modos automatico PID 0	BOOL	1	16:02:03:203	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Apagado bomba agua caliente	BOOL	0	15:43:25:343	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Encendido bomba agua caliente	BOOL	0	15:54:05:577	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Emergencia	BOOL	0	15:45:17:171	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Apagado bomba agua fria	BOOL	0	15:43:20:921	Good
MicroWin.Intercambiador de calor ronald final.Encendido bomba agua fria	BOOL	0	15:54:03:312	Good

Ahora se tiene que configurar una conexión mediante el OPCLINK como se explico en capítulos anteriores. En la Figura 105, se muestra la configuración realizada para la planta intercambiador de calor.

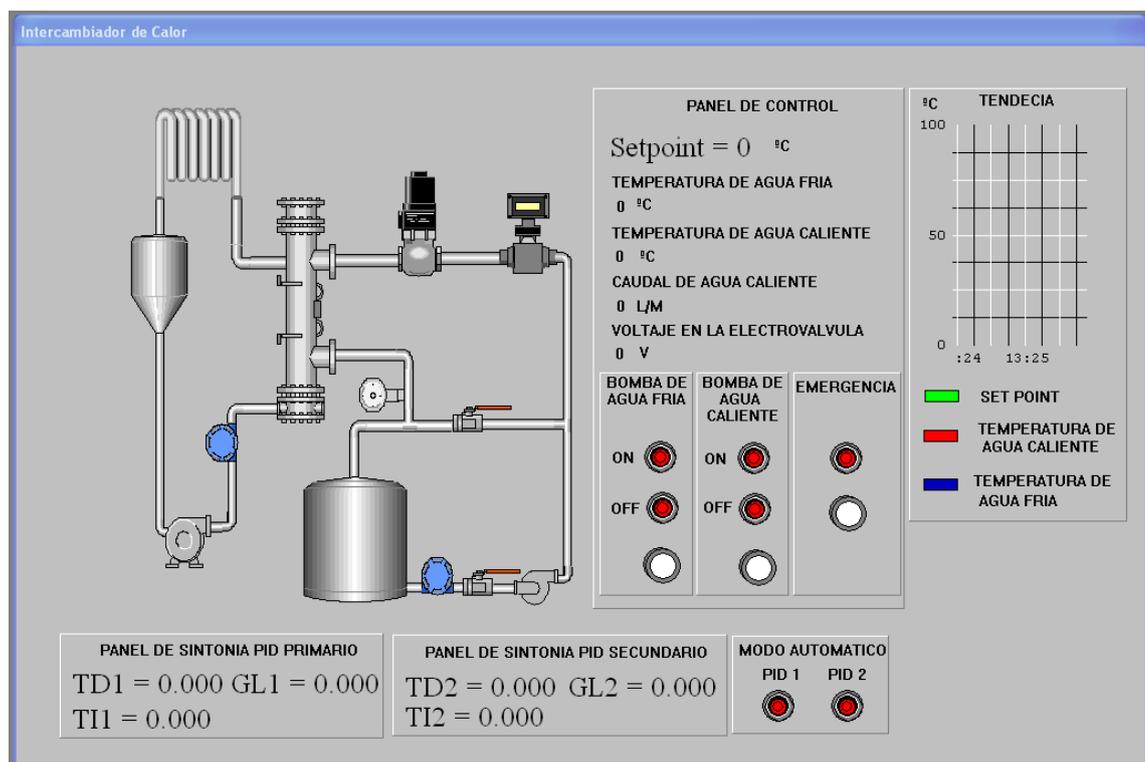
Figura 105. Configuración del OPCLINK para la planta intercambiador de calor.



7.6.3. Creación de un HMI para la planta intercambiador de calor

Luego se procede a la creación del HMI en Intouch. Como se explico en el Capitulo 4, se emplea la herramienta Wizards y la opción Symbol Factory para agregar lo objetos que harán parte del sistema. Una vez agregados los objetos que en este caso son los tanques, las bombas, los paneles, los transmisores, los botones, los LEDS y la tubería se tiene como resultado el siguiente HMI que se muestra en la Figura 106.

Figura 106. HMI creado para la planta intercambiador de calor.



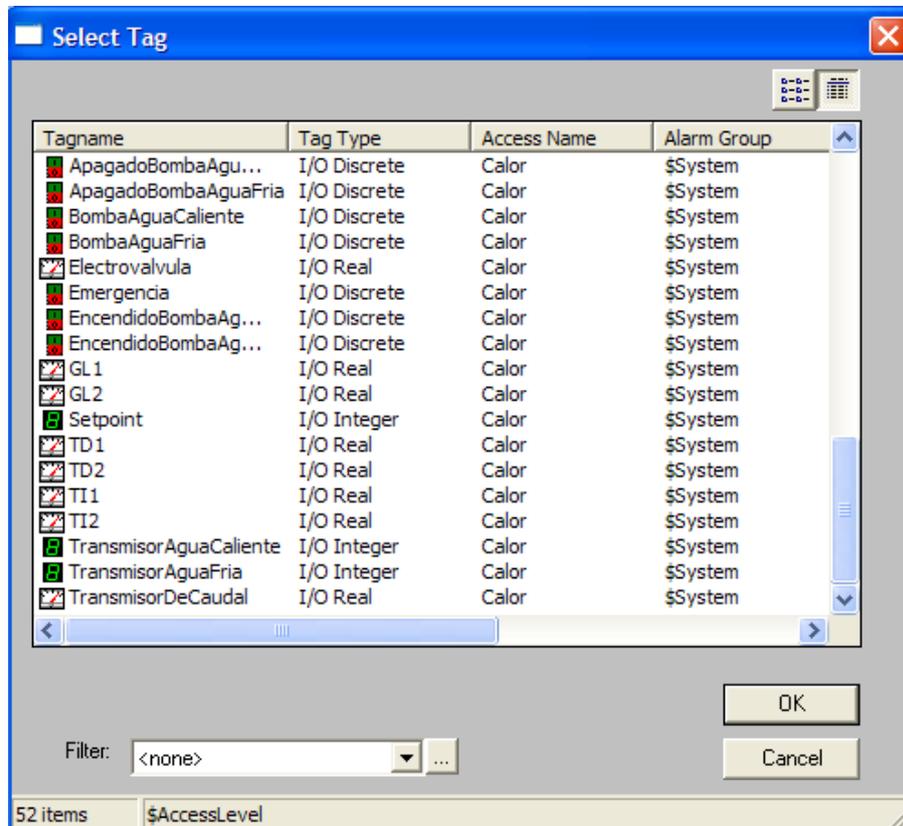
Posteriormente se crean todos los Tags y se procede a la asignación de estos, a los objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI. La asignación de los Tags a los objetos se realizo de la siguiente manera, como lo muestra la Tabla 11.

Tagname	Objeto
Set point	Cuadro de texto del Setpoint
TransmisorAguaFria	Valor de la temperatura del agua fría
TransmisorAguaCaliente	Valor de la temperatura del agua caliente
TransmisorDeCaudal	Valor del caudal de agua caliente
Electrovalvula	Voltaje de la electroválvula
EncendidoBombaAguaFria	Botón ON para prender la bomba de agua fría
ApagadoBombaAguaFria	Botón ON para apagar la bomba de agua fría
BombaAguaFria	LED azul que indica el funcionamiento de la bomba de agua fría
EncendidoBombaAguaCaliente	Botón ON para prender la bomba de agua caliente
ApagadoBombaAguaCaliente	Botón ON para apagar la bomba de agua caliente
BombaAguaCaliente	LED verde que indica el funcionamiento de la bomba de agua caliente
Emergencia	Botón de emergencia y Led rojo de emergencia
TD1	Cuadro de texto del tiempo diferencial del PID 1
TI1	Cuadro de texto del tiempo integral del PID 1
GL1	Cuadro de texto de la ganancia de lazo del PID 1
TD2	Cuadro de texto del tiempo diferencial del PID 2
TI2	Cuadro de texto del tiempo integral del PID 2
GL2	Cuadro de texto de la ganancia de lazo del PID 2

Tabla 11. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizó el HMI de la planta intercambiador de calor.

Para asignar los Tags se hace clic en el objeto correspondiente a cada Tag y se selecciona el Tag adecuado de la lista que aparece en la Figura 107. Luego se confirma la elección del Tag adecuado al objeto y se presiona el botón “OK” y de esta forma quedara el objeto asignado al Tag seleccionado.

Figura 107. Lista de Tags creados en Intouch para la planta intercambiador de calor.



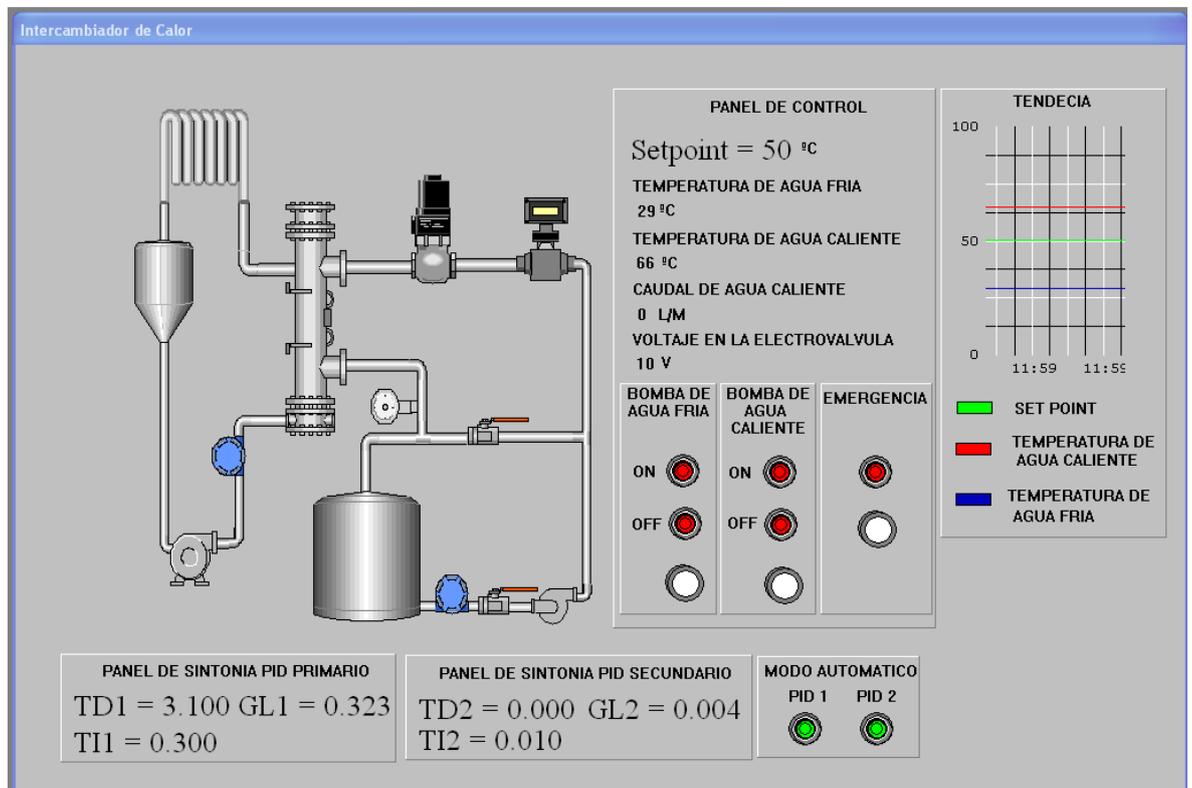
Finalmente después de realizar los procedimientos anteriores se procede a correr la aplicación por medio del botón “Runtime!” ubicado en la esquina superior derecha de la ventana principal de Intouch. Una vez seleccionado este botón se abrirá la ventana WindowViewer y para que funcione el proceso correctamente se debe tener conectado el cable PPI, el PLC en modo RUN, Cargar el servidor OPC (PC Access) y abrir OPCLINK. En la Figura 108, se muestra el HMI funcionando.

La sintonización de los PID se realiza de acuerdo a la Tabla 12:

CONSTANTES	PID PRIMARIO	PID SECUNDARIO
TIEMPO DIFERENCIAL (TD)	3.100	0
TIEMPO INTEGRAL (TI)	0.323	0.010
GANANCIA DE LAZO (GL)	0.300	0.004

Tabla 12. Valores de sintonización para los PID de la planta intercambiador de calor.

Figura 108. Activación y funcionamiento del HMI de la planta intercambiador de calor.



7.7. Actividades Complementarias

Con el fin de poner en práctica lo aprendido en el capítulo se realiza a continuación una serie de preguntas y se proponen actividades complementarias para comprobar el aprendizaje a afianzar el conocimiento adquirido.

- ¿Es posible apagar y encender las bombas con un solo botón? ¿Como lo haría?
- ¿Qué sucede cuando la temperatura del agua fría llega al set point?

7.8. Conclusiones

Al realizar esta práctica se puede concluir que se cumplen los objetivos anteriormente planteados que eran controlar y supervisar mediante el PLC SIMATIC S7 200 y HMI realizado en Intouch la planta intercambiador de calor. También se puede evidenciar el buen funcionamiento de la planta y que la comunicación entre el PLC, el HMI y la planta funcione eficientemente y además por medio de esta práctica se logro introducir al usuario en la planta para que aprendiera conceptos básicos acerca del funcionamiento de la esta.

8. CREACIÓN DE UNA HMI EN INTOUCH DE UNA PLANTA PILOTO DE PRESION DE TANQUES EN SERIE

8.1. INTRODUCCION

En este capítulo se realiza una práctica de laboratorio donde se crea un HMI de la planta piloto de presión de tanques en serie que se encuentra en los laboratorios de control y automatización industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar. En esta práctica se utiliza además del software Intouch un banco de PLC S7-200, la planta piloto de presión de tanques en serie y los conectores Centronics para establecer la comunicación entre el PLC y la planta.

Los objetivos de esta práctica son:

- Creación de un HMI que supervise la planta piloto de presión de tanques en serie
- Controlar por medio de un PLC y el HMI diseñado la planta piloto de presión de tanques en serie.

8.2. Preliminares

Para poder realizar esta práctica de laboratorio se tiene que contar con:

- Un banco de PLC S7-200 de los disponibles en el laboratorio de control de la Universidad Tecnológica de Bolívar como el que se muestra en la Figura 47.

- Dos cables Centronics con conectores macho-hembra para comunicar el banco del PLC con la planta piloto de presión de tanques en serie, estos cables son como los de la figura 92.
- Un computador que tenga instalados los programas MicroWin 4.0, PC Access, OPC Link y Wonderware Intouch.
- Un cable PPI el cual transforma (RS485/USB) para comunicar el banco de PLC con el computador, con velocidad de transferencia de 9,6 kbit/s hasta 187,5 kbit/s.
- Un cable de poder para energizar el banco de PLC a un toma de 110V-AC
- La planta piloto de presión de tanques en serie

Luego de contar con estos elementos se deben realizar los siguientes pasos para poder comenzar a desarrollar la práctica de laboratorio:

- Identificar la planta de en la cual se va a realizar la práctica, esta planta se muestra en la Figura 109.

Figura 109. Planta piloto de presión de tanques en serie.



- Conectar el PLC con el cable de poder a un toma de 110. Verifique que el PLC debe encontrarse en el modo “TERM” en la CPU 224 y el LED de alimentación del este debe estar encendido
- Conectar los conectores Centronics del banco del PLC a la planta intercambiador de calor como se muestra en la Figura 94. Coloque el selector de la planta en modo PLC.
- Verifique antes de cada práctica que los tanques de almacenamiento de aire no contengan agua abriendo las válvulas de purga (V-2).Nota: Verifique que no haya presión en los tanques.
- Conecte la planta piloto a un toma externo y accione el breaker.

- Conecte la manguera del compresor (de conexión rápida) en la planta piloto.
- Verifique que la válvula Bypass (V-3), la válvula V-2 y la válvula V-5 se encuentre cerrada, además, verifique que la válvula V-1, V-4 y V-6 se encuentren abiertas.
- Accione el pulsador de emergencia, se encenderá el piloto azul indicando que el panel de control y los instrumentos se encuentran energizados.
Nota: el pulsador de emergencia, encaso de una emergencia puede desenergizar la planta piloto.
- Conectar el cable PPI (RS485/USB) del banco de PLC al computador.
- Se verifica que en el computador se encuentren instalados todos los programas con los que se va a trabajar, los cuales son MicroWin 4.0, OPC S7-200 PC Access, OPClink y Wonderware Intouch. Los instaladores de estos software se pueden obtener en los laboratorios de Automatización y Control de la UTB.
- Copiar la carpeta “Monografía HMI con Intouch” del CD: “Monografía HMI con Intouch” en el escritorio del computador. Este CD se puede obtener en los laboratorios de Control y Automatización Industrial de la UTB o preguntado a los docentes del área de automatización y Control de la UTB.

Luego se procede al desarrollo y solución de la práctica.

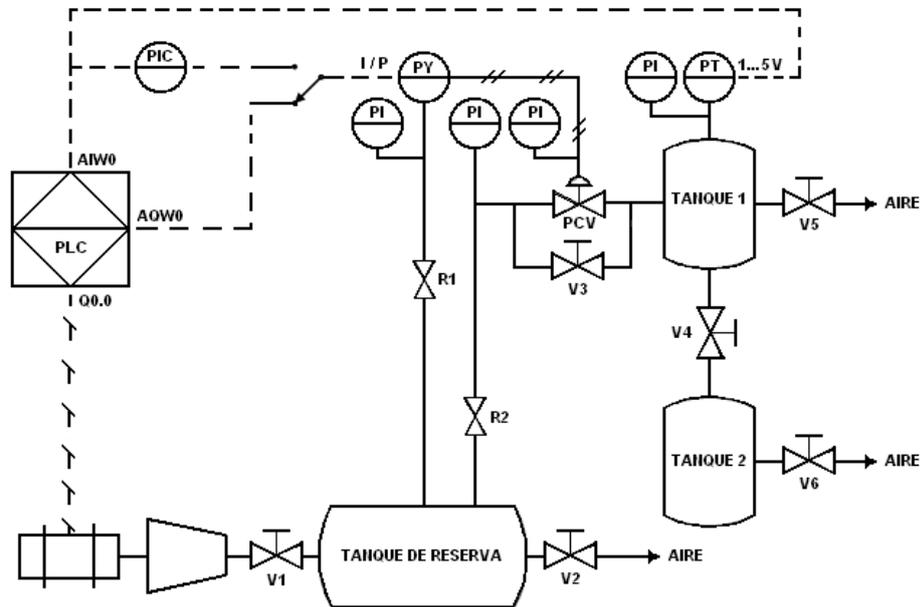
Para realizar esta práctica se debe haber realizado la prácticas anteriores de esta monografía, ya que se necesitan conocimientos básicos de Intouch, y se

requiere de las mismas herramientas con las que se conto en esos capítulos. Si desea mayor información acerca de la planta piloto de presión de tanques en serie puede remitirse a la monografía Automatización de una planta piloto de presión de tanques en serie que se encuentra en la UTB. Se debe tener un conocimiento básico de programación de PLC y de los software Microwin, PC Access y OPC Link, además de tener previamente instalados estos programas.

8.3. Descripción de la planta piloto de presión de tanques en serie

La planta piloto de presión de dos tanques en serie consta dos tanques en donde se le controlara la presión al tanque superior. El tanque superior está conectado a un trasmisor de presión que manda la señal de presión a un controlador y este envía una respuesta al actuador para controlar la presión en los tanques. Este sistema también tiene un compresor que posee un presóstato que desconecta el motor al llegar a un valor de 80 PSI y el cual es el encargado de suministrar aire al tanque de reserva que se encuentra en la parte inferior. Este compresor a su vez está conectado con los tanques donde se va controlar la presión. Además existe una válvula neumática la cual es accionada por la señal de presión que proviene de un convertidor de corriente a presión para controlar el paso de aire a los tanques que están conectados en serie.

Figura 110. Esquema de la planta de presión de tanques en serie



8.4. Especificaciones de la planta piloto de presión de tanques en serie.

El controlador de la planta es el encargado de realizar las acciones para controlar la presión, este posee entradas digitales y análogas. Fue configurado para que recibiera una entrada análoga de 1 a 5 V y en su salida realizara un control PID. La válvula neumática es de tipo aguja y tiene un diámetro $\frac{3}{4}$ de pulgada. La válvula proporcional neumática posee una regla donde se puede presenciar el movimiento del brazo de la aguja en el momento que se hace un cambio en la presión por parte del convertidor I/P. Y a lo largo de toda la planta se encuentra ubicados cuatro manómetros para la supervisión de la presión. Para mayor información acerca de esta planta remítase a la monografía Automatización planta piloto de presión de tanques en serie. [11]

Para el control de esta planta se hace uso del programa creado en la monografía Automatización planta piloto de presión de tanques en serie, realizado en MicroWin, y del archivo creado en el programa PC Access para enlazar los datos entre Intouch, el servidor OPC y MicroWin.

8.5. Variables del sistema

Las variables que se usaron para controlar la planta piloto de presión de tanques en serie con sus respectivas direcciones son las que se muestran en la tabla 13.

SIMBOLO	DIRECCIÓN	COMENTARIO
bit_apagado	M8.0	Botón que apaga la planta
bit_encendido	M8.1	Botón que enciende la planta
apagadoemergencia	M8.5	Botón que apaga todo el sistema
sep_point	MD0	Set point que ingresa el usuario
Sensor	MD14	Presión del tanque superior

Tabla 13. Variables empleadas en la planta piloto de presión de tanques en serie.

8.6. Solución de la Práctica de Laboratorio

A continuación se dará una posible solución al problema planteado que incluye la configuración de los OPC y el diseño del HMI en Intouch.

8.6.1. Programación Del PLC Para La Planta Piloto De Presión De Tanques En Serie.

El primer paso es programar el PLC S7-200, para esto se inicia MicroWIN 4.0. Debido a que el programa del PLC ya se encuentra realizado, se abre el archivo "Presion.mwp" de MicroWin 4.0 de la subcarpeta llamada "Control de

Presion” de la carpeta que se copio anteriormente en el escritorio llamada “Monografía HMI con Intouch” del CD “Monografía HMI con Intouch”.

Después de abierto el archivo se verifican y se ajusta la interfaz PG/PC para establecer comunicación de Step 7-Micro/WIN 4.0, con el PLC, presionando el botón “Ajustar interface PG/PC” como se ilustra en el recuadro rojo de la Figura 50. Se configura con la opción cable PC/PPI con velocidad de transferencia de 96Kbit/s y conexión local USB.

Para realizar la comunicación con el PLC después de haber creado el programa del PLC en MicroWin 4.0 y ajustado la interfaz PG/PC, se pulsa en el botón comunicación de la ventana principal de MicroWin 4.0, para ejercer la comunicación entre PLC y MicroWin 4.0, como se muestra en la Figura 51.

Luego aparecerá la siguiente ventana mostrada en la Figura 52, la cual ilustra las opciones de configuración de la comunicación como es el caso de la dirección del PLC, la velocidad de transferencia y los parámetros de la red y si es necesario el ajuste de la interface PG/PC. Para detectar el PLC se hace presiona la opción “Haga doble clic para actualizar” y luego seleccione el PLC identificado.

Para cargar el programa se presiona el botón “cargar en CPU” que se muestra en la Figura 53 y el programa inmediatamente quedara guardado en la memoria del PLC.

Luego haga clic en el botón Run para correr el programa realizado en MicroWin en el PLC. Esto se puede observar en la Figura 54.

Después de realizado los pasos anteriores se procede a la configuración del servidor OPC.

8.6.2. Configuración del servidor OPC

Como ya se tiene el proyecto creado en PC Access se abre el archivo "CONEXION PRESION.pca" de la subcarpeta llamada "Control de Presión" de la carpeta que se copio anteriormente en el escritorio llamada "Monografía HMI con Intouch" del CD "Monografía HMI con Intouch", para ejercer la comunicación entre MicroWin 4.0 y Wonderware Intouch.

Luego se agregan los ítems que ya están creados al cliente de prueba como se explico anteriormente en el capítulo 4 en la Figura 61, presionando el botón "Agregar ítems actuales al cliente de prueba".

Posteriormente se inicia el cliente presionando el botón "Iniciar cliente prueba", como se ilustro en el capítulo 4 en la Figura 62.

En la Figura 111 se puede observar el estado de las variables y se detalla que en la columna de calidad todas las variables se encuentran "Good" es decir en buen funcionamiento.

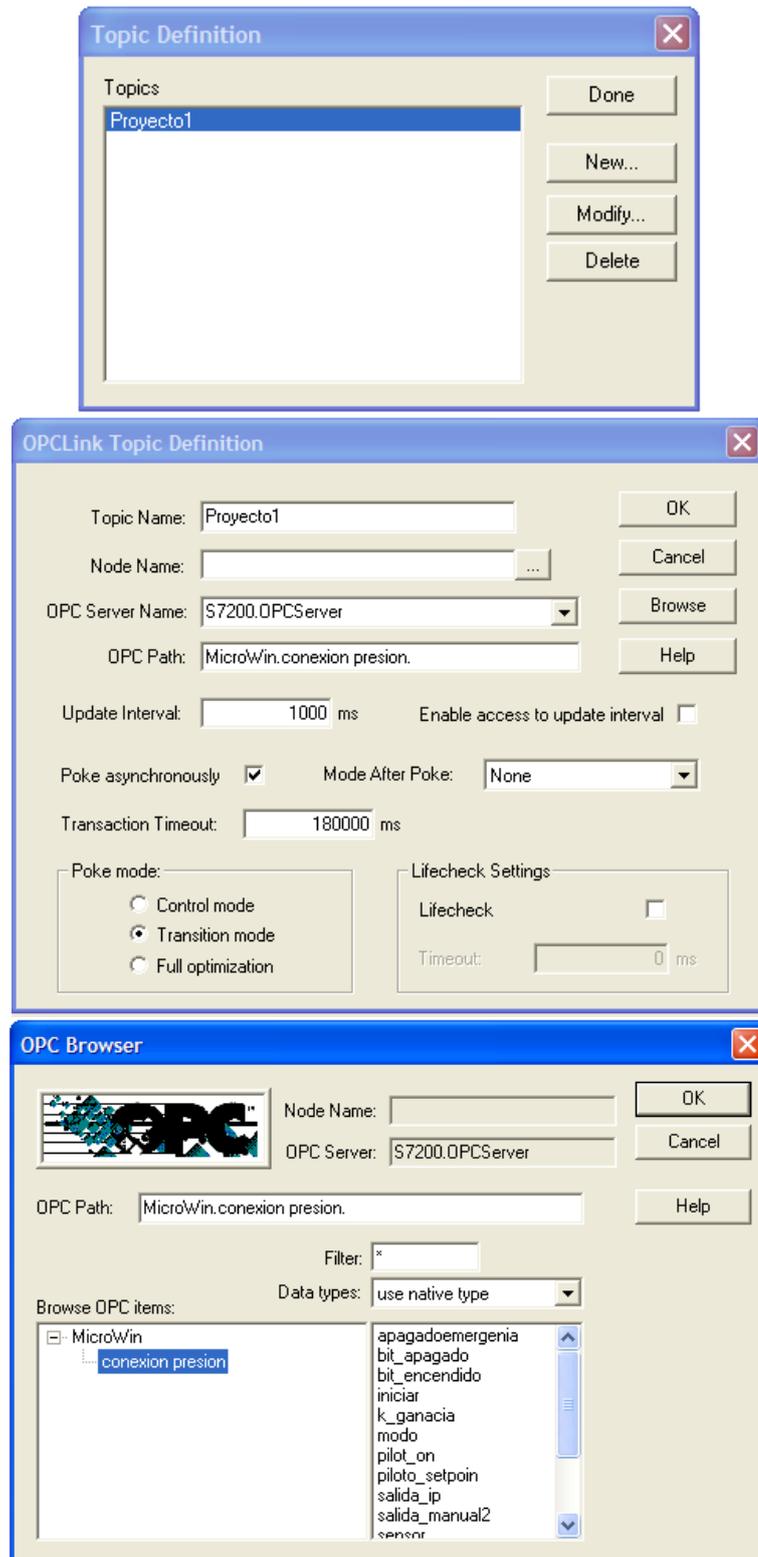
Figura 111. Funcionamiento del cliente de Prueba de la planta piloto de presión de tanques en serie.

Nombre	Dirección	Tipo de datos	Acceso	Comentario
bit_apagado	M8.0	BOOL	RW	
bit_encendido	M8.1	BOOL	RW	
iniciar	M8.3	BOOL	RW	
modo	M8.4	BOOL	RW	
apagademergencia	M8.5	BOOL	R	sistema apagado
sep_point	MD0	REAL	RW	entrada al PLC... revisada. ok
sensor	MD14	REAL	R	salida de datos del PLC... revisada. ok
pilot_on	Q0.0	BOOL	RW	
pilot_setpoint	Q0.1	BOOL	R	
setpoint_out	VD308	REAL	R	salida del PLC... revisada. ok
salida_ip	VD66	REAL	R	salida de datos del PLC...revisada. ok
k_ganacia	VD670	REAL	RW	variable de posicion de ganacia en PID
Ti_constante	VD678	REAL	RW	variable para tiempo integral
Td_constante	VD682	REAL	RW	variable de tiempo derivativo.
salida_manual2	VW78	INT	RW	entrada de datos al PLC...revisada. ok

ID de item	Tipo de datos	Valor	Marca de hora	Calidad
MicroWin.conexion presion.salida_manual2	INT	0	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.Td_constante	REAL	0	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.Ti_constante	REAL	0	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.k_ganacia	REAL	0	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.salida_ip	REAL	0	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.setpoint_out	REAL	10	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.pilot_setpoint	BOOL	1	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.pilot_on	BOOL	1	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.sensor	REAL	7,044063	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.sep_point	REAL	10	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.apagademergencia	BOOL	0	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.modo	BOOL	0	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.iniciar	BOOL	1	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.bit_encendido	BOOL	1	00:36:29-999	Good
MicroWin.conexion presion.bit_apagado	BOOL	0	00:36:29-999	Good

Ahora se tiene que configurar una conexión mediante el OPCLINK como se explico en capítulos anteriores. En la Figura 112, se muestra la configuración realizada para la planta piloto de presión de tanques en serie.

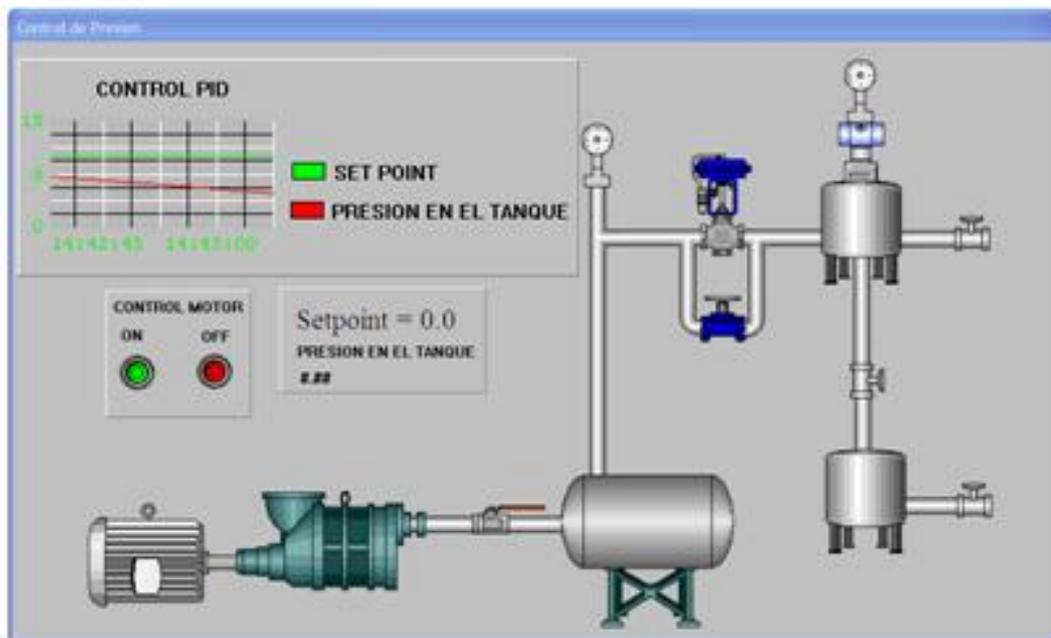
Figura 112. Configuración del OPCLINK para la planta piloto de presión de tanques en serie.



8.6.3. Creación De Un HMI Para La Planta Piloto De Presión De Tanques En Serie

Luego se procede a la creación del HMI en Intouch. Como se explicó en el Capítulo 4, se emplea la herramienta Wizards y la opción Symbol Factory para agregar lo objetos que harán parte del sistema. Una vez agregados los objetos que en este caso son los tanques, el compresor, los paneles, el compresor, los botones y la tubería se tiene como resultado el siguiente HMI que se muestra en la Figura 113.

Figura 113. HMI creado para la planta piloto de presión de tanques en serie.



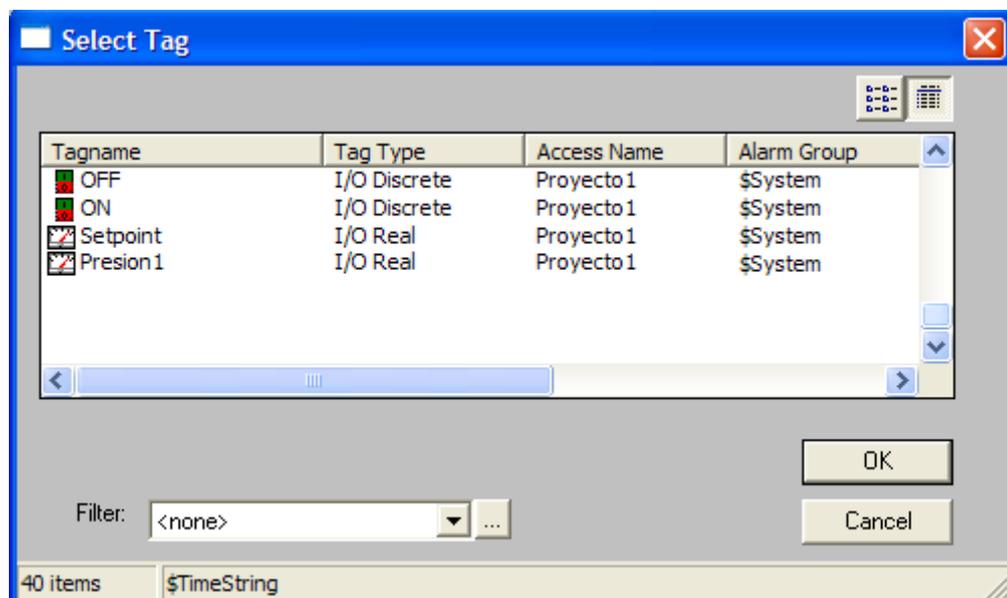
Posteriormente se crean todos los Tags y se procede a la asignación de estos, a los objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI. La asignación de los Tags a los objetos se realizo de la siguiente manera, como lo muestra la Tabla 14.

Tagname	Objeto
bit_apagado	Botón ON
bit_encendido	Botón OFF
sep_point	Cuadro de texto del Setpoint
Sensor	Valor numérico de la presión del tanque

Tabla 14. Asignación de los Tags a los Objetos creados en la ventana donde se realizo el HMI de la planta piloto de presión de tanques en serie.

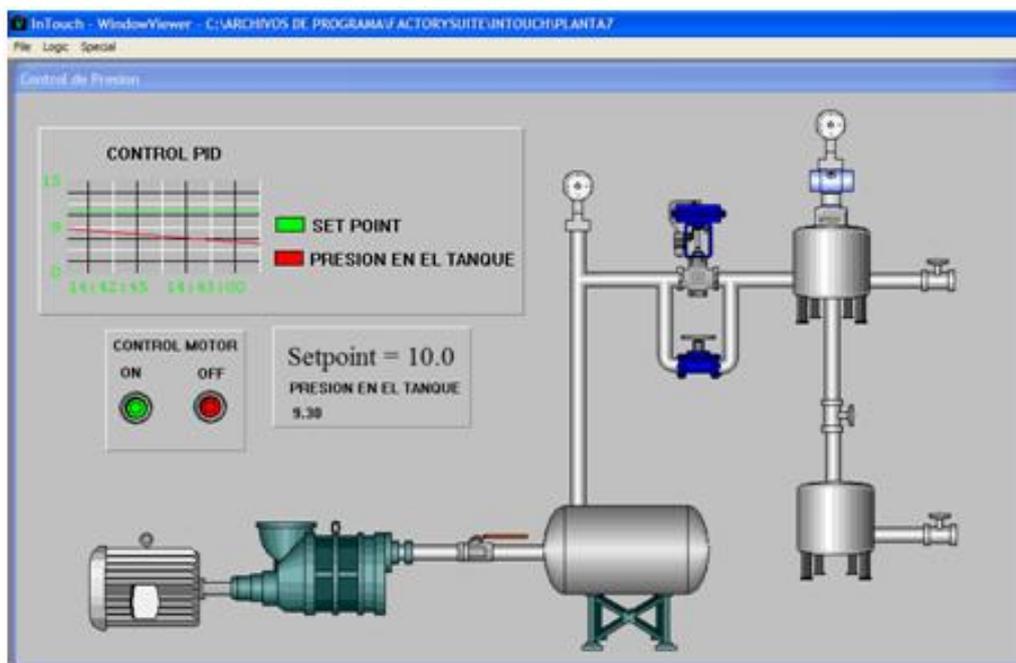
Para asignar los Tags se hace clic en el objeto correspondiente a cada Tag y se selecciona el Tag adecuado de la lista que aparece en la Figura 114. Luego se confirma la elección del Tag adecuado al objeto y se presiona el botón “OK” y de esta forma quedara el objeto asignado al Tag seleccionado.

Figura 114. Lista de Tags creados en Intouch para la planta piloto de presión de tanques en serie.



Finalmente después de realizar los procedimientos anteriores se procede a correr la aplicación por medio del botón “Runtime!” ubicado en la esquina superior derecha de la ventana principal de Intouch. Una vez seleccionado este botón se abrirá la ventana WindowViewer y para que funcione el proceso correctamente se debe tener conectado el cable PPI, el PLC en modo RUN, Cargar el servidor OPC (PC Access) y abrir OPCLINK. En la Figura 115, se muestra el HMI funcionando.

Figura 115. Activación y funcionamiento del HMI de la planta intercambiadora de calor.



8.7. Actividades complementarias

Con el fin de poner en práctica lo aprendido en el capítulo se realiza a continuación una serie de preguntas y se proponen actividades complementarias para comprobar el aprendizaje a afianzar el conocimiento adquirido.

- Realice el HMI en el cual el valor de la presión en el tanque se muestre por medio de uno de los medidores analógicos de Intouch

8.8. Conclusiones

Al realizar esta práctica se puede concluir que se cumplen los objetivos anteriormente planteados que eran controlar y supervisar mediante el PLC SIMATIC S7 200 y HMI realizado en Intouch la planta piloto de presión de tanques en serie. También se puede evidenciar el buen funcionamiento de la planta y que la comunicación entre el PLC, el HMI y la planta funcione eficientemente y además por medio de esta práctica se logró introducir al usuario en la planta para que aprendiera conceptos básicos acerca del funcionamiento de la esta.

CONCLUSIONES

Al terminar las guías de laboratorio se puede concluir que por medio de estas se pudo observar el comportamiento eficiente en cada una de las plantas trabajadas y se obtuvo total control sobre estas. Además por medio de estas guías se pueden adquirir conocimientos y competencias básicas acerca de los sistemas SCADA y la creación de HMI con Intouch, para así aplicarlos a la solución a problemas de automatización industrial en un futuro ámbito laboral.

También se corrobora la importancia que tienen hoy en día los sistemas SCADA y el uso de las HMI en la industria ya que estas influyen en la eficiencia, seguridad y la calidad del proceso generando a su vez ganancias económicas y evitando paradas inesperadas en el proceso que afecten negativamente los ingresos de las compañías. Igualmente también la creación de las HMI y permite al operador o al usuario tener un mayor control del proceso por medio de una entorno grafico sencillo y fácil de utilizar sin necesidad de estar en contacto físico con el proceso.

Asimismo se pudo realizar la comunicación de las 6 HMI creadas con un servidor OPC y un PLC S7-200, donde se pueden observar como es el comportamiento de las variables manejadas analógicas o digitales en cada una de las plantas. También por medio de esta guía se aprenden a usar cada uno de los software que conllevan a la automatización de cualquier planta industrial.

Y por ultimo esta guía permite afianzar y recordar otros conocimientos necesarios para la automatización como es el caso de la programación de programadores lógicos programables y la programación en C++.

BIBLIOGRAFIA

DUQUE PARDO, JORGE ELIECER. Minor Automatización Industrial: Modulo PLC EN Universidad Tecnológica de Bolívar (Septiembre: Bolívar, Cartagena). Memorias. CARTAGENA D. T. C.: 2009.

VILLA, JOSÉ LUIS. Minor Automatización Industrial: Modulo SCADA EN Universidad Tecnológica de Bolívar (Octubre: Bolívar, Cartagena). Memorias. CARTAGENA D. T. C.: 2009.

[1] Boyer Stuart A. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. 3ra edición. [Washington]: The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 2004.

[2] Wikipedia, La Enciclopedia Libre. SCADA - Acrónimos | Electrónica de control | Automatización. <URL:<http://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>>. Febrero 2010.

[3] REVISTA ELECTROINDUSTRIA – Buenas Prácticas en el diseño de sistemas HMI - Por Rodrigo Elgueta, Jefe de Producto Automatización de Schneider Electric Chile.

<URL: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=683&edi=1>> Abril 2007.

[4] PATRICIO RODRÍGUEZ V. Instituto de Electricidad y Electrónica – Universidad Austral de Chile - Diseño de Interfaces Hombre - Máquina (HMI). <URL:<http://www.ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Telecomunicaciones/Articulos%20de%20telecomunicaciones/ID026%20Dise%C3%B1o%20de%20interfase%20Hombre%20maquina.pdf>>. Marzo 2010.

[5] LOGITEK, Wonderware: InTouch. InTouch®. Productos LOGITEK. <URL:<http://www.logiteksa.com/wonderware/Intouch.htm>>. Marzo 2010.

[6] WONDERWARE CORPORATION. Wonderware FactorySuite InTouch - Guía de Usuario. Revisión C, Julio, 1999.

[7] VARELA AVENDAÑO MIRIAM ELENA y ALARCON SERRANO SANDRA MILENA. TUTORIAL DE INTOUCH. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar.

[8] SIMATIC. Ejemplos S7-200 (Tips & Tricks) - <URL:http://www.automation.siemens.com/microset/html_76/support/tips/index.htm>. Febrero 2010.

[9] CHAVEZ CORCHO, VÍCTOR MANUEL y MONTENEGRO GOMEZ, NICOLÁS MAURICIO. AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DE NIVEL DE DOS TANQUES EN PARALELO. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2009.

[10] LAURA MARCELA IBARRA GÓMEZ y RONALD ENRIQUE LUCERO GUZMÁN. AUTOMATIZACIÓN PLANTA PILOTO INTERCAMBIADOR DE CALOR. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2009.

[11] DEIVI ALEXANDER CADENA SILVA, JESÚS ALFREDO VÁSQUEZ CASTILLO y FREDDY JOSÉ GUZMÁN PÉREZ. AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DE PRESIÓN DE TANQUES EN SERIE. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2009.

[12] David Bailey, Edwin Wright. Practical SCADA for Industry. Amsterdam; London: Elsevier, 2003.

[13] INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA. ISA RP60.1- 1990. Control Center Facilities. Estados Unidos de América: 5 de octubre 1990.

[14] INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA. ISA 5.06.01 - 2007. Functional Requirements Documentation For Control Software Applications. Estados Unidos de América: 2007.

[15] INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA. ISA-5.5-1985. Graphic Symbols for Process Displays. Estados Unidos de América: 1985.

[16] Frank Torres Taron y Erwin Corrales de la Roza. Desarrollo de una Práctica de Laboratorio para Sistemas SCADA utilizando OPC. UTB. 2006.

ANEXOS

ANEXO A

Como correr los HMI creados en Intouch en otro computador

Con esta monografía, lo que se busca es que el lector realice cada uno de los procedimientos para la creación de las HMI de cada una de las plantas mostradas anteriormente con el software Intouch. Por lo tanto es importante que el practicante creé sus proyectos y programas para que afiance sus conocimientos.

Sin embargo en el CD de la “Monografía HMI con Intouch” se pueden obtener en las carpetas de cada una de las plantas, los archivos de los programas del PLC realizados en MicroWin 4.0, así como los archivos de la configuración del servidor OPC realizados con el PC Access y los archivos de las HMI realizadas con Intouch. Esto con el fin de que el practicante tenga otro soporte y pueda observar los programas funcionando en caso de que se le presente alguna dificultad en el desarrollo de las practicas y puede resolverla por medio de este apoyo.

Inicialmente para abrir estos archivos se debe haber instalado Microwin 4.0, S7-200 PC Access y la versión 7.1 de Intouch. Estos instaladores para estos programas los puede solicitar en el laboratorio de control y automatización industrial de la UTB.

Los programas del PLC creados en MicroWin 4.0 se pueden abrir haciendo doble clic en los archivos con formato “.mwp” de cada una de las carpetas de las plantas del CD “Monografía HMI con Intouch”.

Las configuraciones de los servidores OPC creados en S7-200 PC Access se pueden abrir haciendo doble clic en los archivos con formato “.pca” de cada una de las carpetas de las plantas del CD “Monografía HMI con Intouch”.

Pero para abrir las HMI creadas en Intouch se requiere de realizar los siguientes pasos.

1. Copie la carpeta "Monografía HMI con Intouch" del CD de "Monografía HMI con Intouch" en el escritorio del computador donde vaya a trabajar. El CD con los programas los puede obtener preguntando a los docentes del área de control y automatización industrial o en el laboratorio de control y automatización industrial de la UTB. En la carpeta "Monografía HMI con Intouch" se encuentran los programas del PLC de MicroWin 4.0, las configuraciones de los servidores OPC del S7-200 PC Access y el HMI realizado con Intouch organizados por carpetas de cada una de las plantas.
2. Después abra el software Wonderware Intouch y cree una aplicación como se explica en el capítulo 3. Este ejemplo, se realizara para los archivos de Intouch del proceso secuencial de mezcla de líquidos que se encuentran en la dirección: Escritorio\Monografía HMI con Intouch\Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos\HMI Intouch. Por lo que el nombre de la aplicación será Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos y se guardara la aplicación en el directorio: C:\Archivos de programa\FactorySuite\InTouch\Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos. Luego de realizar este paso se observara la aplicación creada en la ventana Application Manager, posteriormente cierre Wonderware Intouch.
3. Después copie todos los archivos que se encuentran en la dirección Escritorio\Monografía HMI con Intouch\Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos\HMI Intouch y péguelos en la carpeta recién creada con la dirección C:\Archivos de programa\FactorySuite\InTouch\Proceso Secuencial de Mezcla de líquidos.
4. Vuelva y abra el software Wonderware Intouch y haga doble clic en la aplicación que creo anteriormente. Inmediatamente podrá observar el HMI realizado anteriormente para el desarrollo de esta monografía.

Se realiza este mismo procedimiento para cada uno de los HMI de las demás plantas. Solo varié el nombre de la aplicación y el directorio en el cual se va a guardar la misma dependiendo de la planta con la que va a trabajar.