

**SISTEMA SCADA BASADO EN WEB PARA  
CONTROL DE NIVEL EN TANQUES**

<b>EDGAR DAVID VILLA PÉREZ</b>	<b>T00012839</b>
<b>RONALD ENRIQUE HERRERA PUELLO</b>	<b>T00012880</b>

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
CARTAGENA DE INDIAS, D. T. y C.**

**2011**

**SISTEMA SCADA BASADO EN WEB PARA  
CONTROL DE NIVEL EN TANQUES**

**EDGAR DAVID VILLA PÉREZ                      T00012839**  
**RONALD ENRIQUE HERRERA PUELLO        T00012880**

**Monografía presentada como requisito exigido en el  
Minor de Automatización Industrial y como requisito para optar al título de  
Ingeniero Electrónico**

**Director**  
**JORGE ELIÉCER DUQUE PARDO**  
**Magíster en Ingeniería Electrónica**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**  
**CARTAGENA DE INDIAS, D. T. y C.**

**2011**

Cartagena de Indias, D. T. y C.  
17 de Noviembre de 2011

Señores  
**COMITÉ CURRICULAR**  
Programa de Ingeniería Electrónica  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**  
Ciudad

Respetados señores:

Con todo respeto nos dirigimos a ustedes, con el fin de presentarles a su consideración, estudio y aprobación el trabajo titulado **SISTEMA SCADA BASADO EN WEB PARA CONTROL DE NIVEL EN TANQUES**, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Atentamente,

---

EDGAR DAVID VILLA PÉREZ

---

RONALD ENRIQUE HERRERA PUELLO

Cartagena de Indias, D. T. y C.  
17 de Noviembre de 2011

Señores  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**  
La ciudad

Señores  
**COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS**  
Programa de Ingeniería Electrónica  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**  
Ciudad

Respetados señores:

De manera especial, me permito presentar a ustedes el trabajo titulado **SISTEMA SCADA BASADO EN WEB PARA CONTROL DE NIVEL EN TANQUES**, realizado por EDGAR DAVID VILLA PÉREZ (T00012839) y RONALD ENRIQUE HERRERA PUELLO (T00012880), como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Atentamente,

---

**MIE JORGE ELIECER DUQUE PARDO**  
Director de Proyecto

**Nota de aceptación**

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Cartagena de Indias, D. T. y Cultural, 17 de noviembre de 2011

## **ARTÍCULO 105**

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

## **AUTORIZACIÓN**

Cartagena de indias D.T. y C.  
17 de Noviembre de 2011

Nosotros EDGAR DAVID VILLA PÉREZ, con Cédula de Ciudadanía 73.211.028 de Cartagena y RONALD ENRIQUE HERRERA PUELLO con Cédula de Ciudadanía 73.206.344 de Cartagena, autorizamos a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de nuestro trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la biblioteca.

Cordialmente,

---

EDGAR DAVID VILLA PÉREZ

---

RONALD ENRIQUE HERRERA PUELLO

## **AGRADECIMIENTOS**

Dios, gracias por guiarnos en el desarrollo este trabajo y permitirnos la oportunidad de optar al título de Ingeniero Electrónico.

Gracias al Ing. Jorge Eliécer Duque Pardo, por apoyarnos en la realización de este trabajo, el cual es el resultado de la perseverancia y de la investigación.

De igual forma, agradecemos a nuestros padres, amigos y familiares por su apoyo.

EDGAR DAVID VILLA PÉREZ

RONALD ENRIQUE HERRERA PUELLO



## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a los que pacientemente me apoyaron para la finalización de mis estudios de pregrado, especialmente a mi mamá, Cecilia Pérez Cueto y Sandra Mayorca, mi novia; por confiar en mis capacidades y en la sabiduría que Dios me ha regalado.

A mi tía Norma Villa y a mi tío Orlando Villa, por confiar en mí y respaldarme incondicionalmente.

A mi abuelo Armando Pérez Cueto, por estar pendiente de mis logros y por ser buen ejemplo en mi vida.

Dios los bendiga.

Edgar David Villa Pérez

## CONTENIDO

	Pág.
NOTA ACLARATORIA	13
INTRODUCCIÓN	14
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE NIVEL	16
2. ESTRUCTURA DE LA AUTOMATIZACIÓN	20
3. APLICACIÓN SCADA EN LA WEB UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA OPC	24
3.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA SCADA EN LA WEB	27
3.1.1 Comunicación entre dispositivos físicos y el Servidor OPC	29
3.1.2 Comunicación entre Servidor OPC y Cliente OPC	29
3.1.3 Comunicación entre Cliente OPC y el Navegador Web.	30
4. CONFIGURACIÓN DE LA APLICACIÓN OPC PARA LA WEB	32
4.1 CONFIGURACION DE LA PLANTA	33
4.2 CONFIGURACION SERVIDOR OPC	35
4.3 CONFIGURACION CLIENTE OPC	38
4.4 CONFIGURACION DEL SERVIDOR WEB	40
4.5 CONFIGURACION DE LA APLICACIÓN OPC WEB	43
4.6 DESCRIPCIÓN DEL HMI	48
4.6.1 La ventana principal	48
4.6.2 Ventana de Control PID Tanque 1 y 2	49
4.6.3 Ventana de conexiones.	50
4.6.4 Ventana acerca de	53
5. CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista frontal de la planta piloto	16
Figura 2. Vista Frontal del panel de control	17
Figura 3. Esquema de proceso	18
Figura 4. Sistema retroalimentado para el primer y segundo lazo de control	19
Figura 5. Planta de control de nivel de dos tanques en paralelo del Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar	20
Figura 6. Ventana principal, automatización tanques interconectados en paralelo	22
Figura 7. Ventanas Control PID Tanque 1 y 2	23
Figura 8. Ejemplo de arquitectura Cliente-Servidor OPC	24
Figura 9. Esquema de SCADA en la Web en la planta de control de nivel de dos tanques en paralelo en la UTB	25
Figura 10. Esquema de arquitectura OPC WEB. Servidor OPC, cliente OPC y servidor Web en el mismo PC.	28
Figura 11. Programa TK en paralelo.mwp, STEP 7 Micro/WIN	33
Figura 12. Ventana emergente de comunicación	34
Figura 13. Carga del el programa en la CPU 224 del SIMATIC.	34
Figura 14. Establecimiento en modo RUN	35
Figura 15. Establecimiento en modo RUN	36
Figura 16. Nuevo tags	36
Figura 17. Variables configuradas para el software OPC SIMATIC S7-200 PC Access.	37
Figura 18. OPC Systems, configuración de Tags	38
Figura 19. Tags Configurados en el Software OPCSystemns.net	39
Figura 20. Ventana de Autoarranque	41
Figura 21. Panel de control	41

Figura 22. Asistente para componentes de Windows	42
Figura 23. Comprobando la configuración de IIS	43
Figura 24. Nuevo Proyecto	44
Figura 25. Elementos en la barra de herramienta	45
Figura 26. Editor Visual Estudio 2010	46
Figura 27. Link para ver descargar tutoriales de OPC Systems .Net	46
Figura 28. Tags configurados en el Cliente OPC	47
Figura 29. Ventana principal, automatización tanques interconectados en paralelo	49
Figura 30. Ventana de Control de nivel PID tanque 1	51
Figura 31. Ventana de control de nivel PID tanque 2	52
Figura 32. Link conexiones OPC	52
Figura 33. Ventana Acerca de	54

## **NOTA ACLARATORIA**

Los autores del presente trabajo hacen la salvedad que la monografía presentada se basó en el trabajo de grado AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DE NIVEL DE DOS TANQUES EN PARALELO presentada por Víctor Manuel Chávez Corcho y Nicolás Mauricio Montenegro Gómez en el año 2009 a la Universidad Tecnológica de Bolívar, dirigido por el profesor Jorge Eliécer Duque Pardo, Magíster en Ingeniería Electrónica. Los puntos que se tomaron como referencia para el presente proyecto fueron:

El diseño grafico y funciones del HMI

La programación del PLC

De igual forma, se aclara que los software OPCSystems.net y Visual Estudios 2010 fueron utilizados en sus versiones demos con fines educativos.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de control basados en paneles de indicadores luminosos, instrumentos de medida y pulsadores están siendo complementados no sólo con software de monitoreo a nivel local sino con sistemas SCADAS en la Web, para que las funciones de control y supervisión puedan realizarse remotamente desde cualquier lugar donde se tenga acceso a Internet. Sin embargo, el sistema SCADA desarrollado con WinCC Flexible en el Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar funciona solo a nivel local; motivo por el cual con el presente proyecto se pretende implementar un sistema SCADA en la Web para el control de nivel de dos tanques en paralelo, teniendo en cuenta que para el logro de este objetivo se requiere de la tecnología OPC. Fue así como surgió la pregunta: ¿Cómo implementar un sistema SCADA en la Web para el control de nivel tanques en paralelo en el Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB)?

El documento está organizado en 5 capítulos, que muestran el proceso que se siguió para dar respuesta al interrogante planteado; su contenido a grandes rasgos es el siguiente: el capítulo 1 presenta una descripción general de la planta de nivel dos tanques en paralelo del Laboratorio de Control de la UTB

En el capítulo 2 se describe la estructura de la automatización de la planta de nivel dos tanques en paralelo, en el que se observa de forma general, la forma como está implementado el sistema SCADA a nivel local.

El capítulo 3 contempla la descripción de la aplicación SCADA en la Web utilizando la tecnología OPC implementada por los gestores del presente proyecto en el Laboratorio de Control de la UTB; descripción que hace referencia especialmente a la arquitectura de la aplicación OPC Web y se explican los enlaces de comunicación presentes.

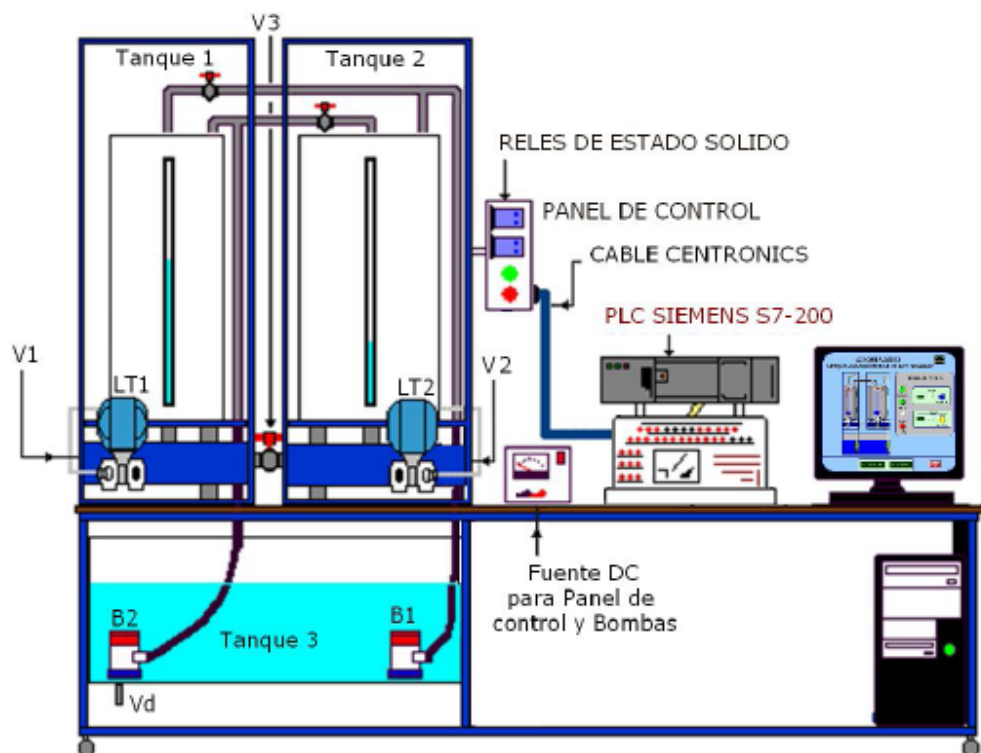
En el capítulo 4, se describe la configuración de la aplicación OPC para la Web abarcando la planta, el servidor OPC, el cliente OPC, el servidor Web y el HMI con sus respectivas ventanas.

Por último, en el capítulo 5, se concluye que la implementación de un sistema SCADA en la Web para el control de nivel de dos tanques en paralelo del Laboratorio de Control de la UTB, permite su supervisión y monitoreo eficaz desde cualquier lugar donde se tenga acceso a Internet, si se utiliza la tecnología OPC.

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE NIVEL DOS TANQUES EN PARALELO DEL LABORATORIO DE CONTROL DE LA UTB

La planta piloto para el control de nivel de dos tanques en paralelo en el Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar, está controlada y monitorizada principalmente por un panel de control y un PLC S7-200. Los tanques identificados como 1 y 2 con capacidad de 26 y 44 litros respectivamente, se encuentran interconectados a través de válvulas de paso por el fondo y por la parte superior de cada uno de ellos, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Vista frontal de la planta piloto





El llenado de los tanques se realiza mediante dos bombas sumergibles o bombas de achique de velocidad variable, con caudal máximo de 1100 GPH (4200 litros por hora), ubicadas en un tanque depósito de 75 litros. El nivel es sensado por los transmisores de presión diferencial LT1 y LT2 (Transmisor de presión diferencial ROSEMOUNT 1151 y Transmisor de presión diferencial ROSEMOUNT 3051), ubicados en la parte inferior de cada uno de los tanques.

El panel de control se localiza en la parte derecha de los tanques, el cual tiene a su vez los pulsadores de inicio y de parada (Ver Figura 2); posee además un selector para escoger el modo de operación, ya sea manual o automático.

En el modo manual, se habilitan dos controles (potenciómetros) que en modo automático se encuentran desactivados; operación que se realiza con el objetivo de activar las bombas de achique.

Para el modo de operación automático se utiliza el PLC Siemens S7 200, programado mediante el software MicroWIN 4.0, quedando disponible para ser manipulado desde un computador por el sistema SCADA, desarrollado con WinCC Flexible 2008 de Siemens para realizar la supervisión del sistema de control.

**Figura 2.** Vista Frontal del panel de control

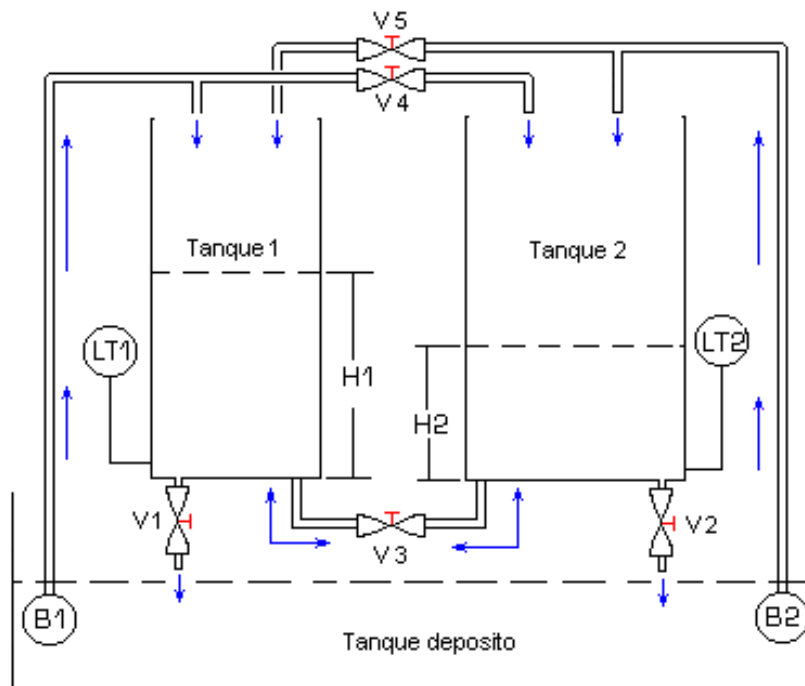


Según el esquema de proceso (Figura 3), el sistema en conjunto puede configurarse como multivariable o novariable.

En el sistema multivariable, los flujos de alimentación  $Q_1$  y  $Q_2$  aparecen como variables de entradas y los niveles de agua  $H_1$  y  $H_2$  como variables de salidas, por lo que se deben abrir las válvulas  $V_3$ ,  $V_4$ , y  $V_5$  para que exista interacción entre los dos tanques.

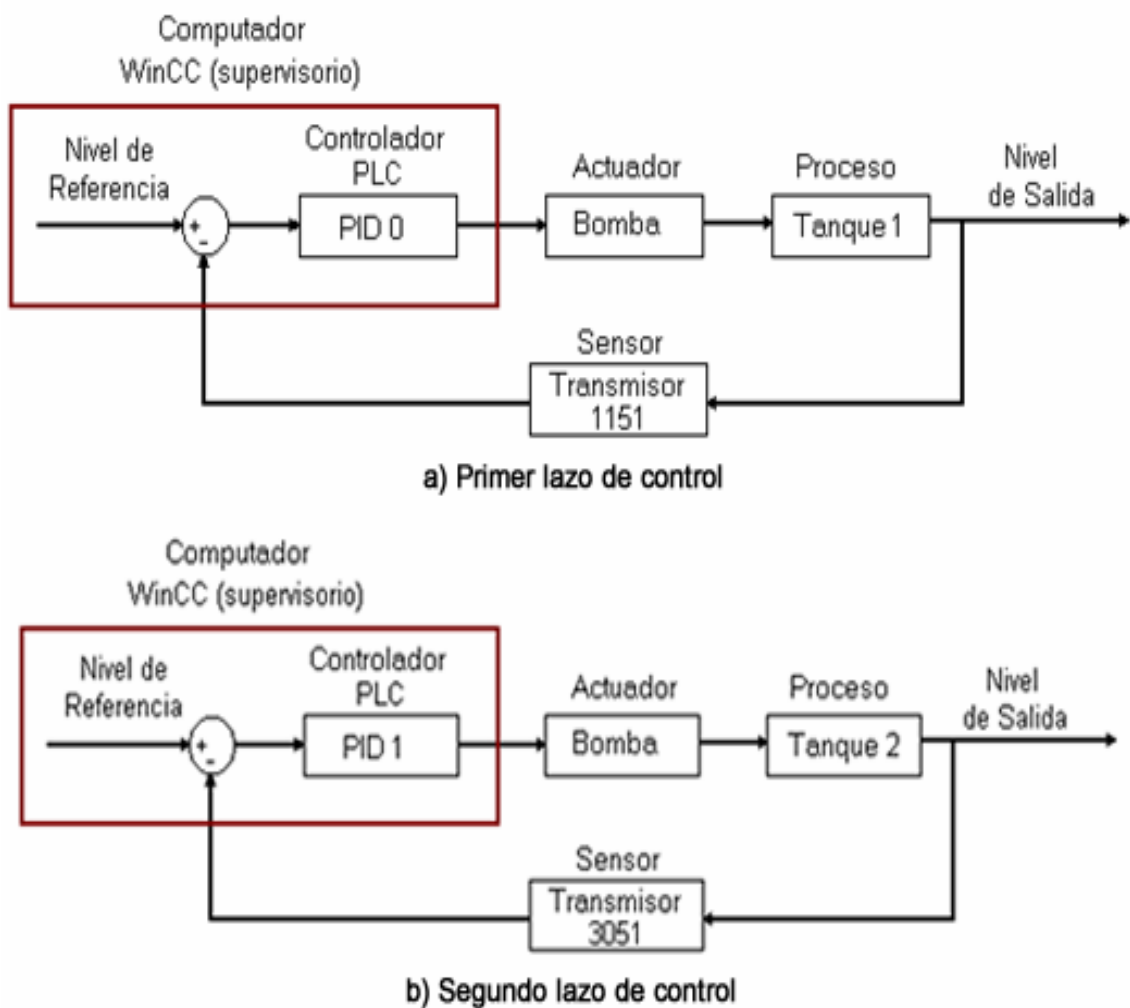
En el sistema monovariable, sólo interactúan las variables  $Q_1$  como de entrada y  $H_1$  de salida en el proceso de control del Tanque 1. De igual forma, en el proceso de control del Tanque 2 se presenta otro sistema con variables de entrada  $Q_2$  y de salida  $H_2$ , sin interacción entre los tanques, por lo que se deben cerrar las válvulas  $V_3$ ,  $V_4$  y  $V_5$ .

**Figura 3. Esquema de proceso**



La planta se automatizó como dos sistemas monovariables, utilizando el PLC Siemens S7-200, basado en un asistente de operaciones PID. Los sistemas de control retroalimentados para cada tanque se exponen en la Figura 4.

**Figura 4. Sistema retroalimentado para el primer y segundo lazo de control**

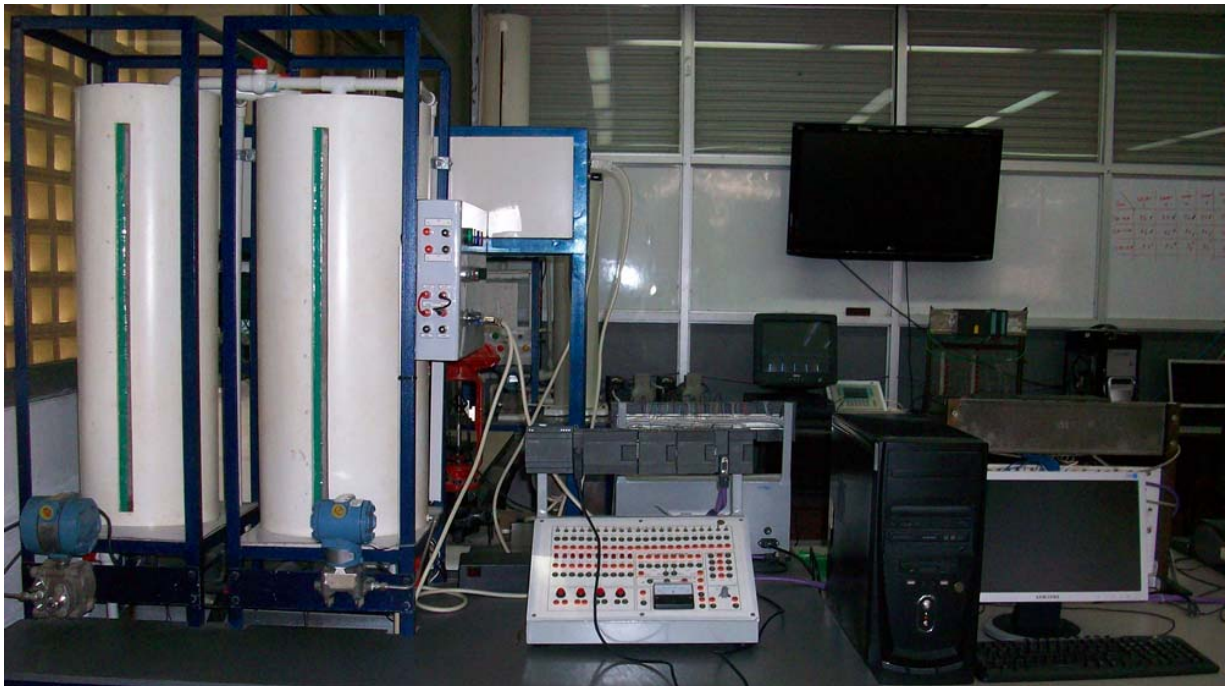


En cada lazo de control se puede identificar que la salida es comparada con la entrada al sistema, de tal manera que se puede establecer una acción de control apropiada como función de la diferencia entre la entrada y la salida, interviniendo en este proceso los actuadores (bomba), sensores (transmisores) y el controlador (PLC).

## 2. ESTRUCTURA DE LA AUTOMATIZACIÓN

La automatización en la industria, se basa en el uso de sistemas o elementos computarizados y electrónicos para controlar máquinas y/o procesos industriales. Uno de estos sistemas basados en computadores que permite supervisar y controlar variables de proceso a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo, es el sistema SCADA, el cual se ha implementado a nivel local en la planta de nivel dos tanques en paralelo en el Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar (Figura 5), desarrollado con el software WinCC Flexible 2008.

**Figura 5.** Planta de control de nivel de dos tanques en paralelo del Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar



El sistema SCADA de la planta piloto del Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar está conformada por:

- Panel de control
- PLC (S7-200)
- Servidor OPC(OPC SIMATIC S7-200 PC Access)
- HMI en la red local (WinCC Flexible 2008)

El PLC S7-200 está programado con el lenguaje LADDER o lenguaje de contactos con el software El STEP 7-Micro/WIN. Para la programación se definieron las variables que se encuentran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tabla de variables de programación PLC S7-200<sup>1</sup>

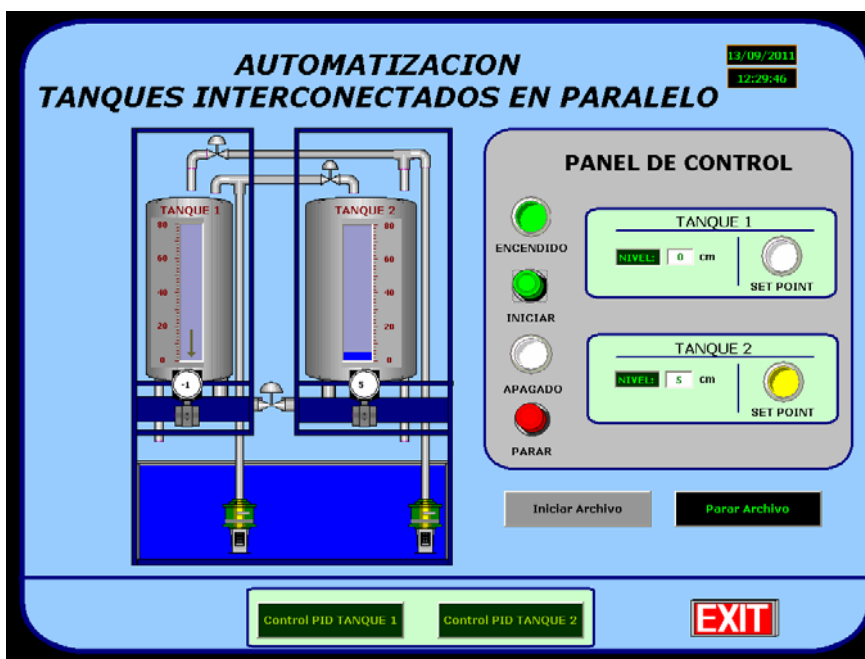
VARIABLES	DIRECCIÓN	COMENTARIO
V_Proceso_1	AIW4	Sensor de nivel 1
V_Proceso_2	AIW6	Sensor de nivel 2
S_Aut	I0.3	Selector automático del panel de control
Inicio Scada	M0.0	Pulsador de inicio del HMI
Parada Scada	M0.1	Pulsador de parada del HMI
pilotoverde	Q0.2	Indicador de inicio
Nivel1_OK	Q0.3	Indicador de Set Point de nivel tanque 1
Nivel2_OK	Q0.4	Indicador de Set Point de nivel tanque 2
pilotorojo	V20.7	Indicador de parada
Proporcional_1	VD436	Constante proporcional 1
Integral_1	VD444	Constante integral 1
Derivativa_1	VD448	Constante derivativa 1
Proporcional_2	VD556	Constante proporcional 2
Integral_2	VD564	Constante integral 2
Derivativa_2	VD568	Constante derivativa 2
Set Ponit_1	VD60	Valor de Set Point de nivel tanque 1
Set point_2	VD64	Valor de Set Point de nivel tanque 2
Salida PWM1	VW110	Valor del PWM1
Salida PWM2	VW120	Valor del PWM2
Automático PID1	M0.2	Botón automático HMI1
Automático PID2	M0.3	Botón automático HMI2
Manual PID1	VD1000	Valor manual 1
Manual PID2	VD1500	Valor manual 2

<sup>1</sup> Fuente: CHAVEZ CORCHO, Víctor Manuel y MONTENEGRO GOMEZ, Nicolás Mauricio. Automatización de una planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo. UTB, 2009.

Las variables programadas en el PLC son accedidas por el servidor OPC SIMATIC S7-200 PC Access a través del cable PPI (USB/RS485) y dejadas a disposición al software WinCC Flexible 2008, sobre el cual se desarrolló el sistema SCADA local, compuesto por tres ventanas que constituyen el HMI; mostrándose en la ventana principal las siguientes opciones: (Figura 6).

- Supervisión y monitoreo del nivel de los tanques
- Inicialización de cada uno de los procesos con botones de inicio y parada
- Establecimiento de los niveles de Set Point
- Guardar en archivo las variables manejadas en el proceso.
- Desplazamiento hacia las otras ventanas que monitorean los procesos PID
- Visualización de la hora y fecha actual del sistema.

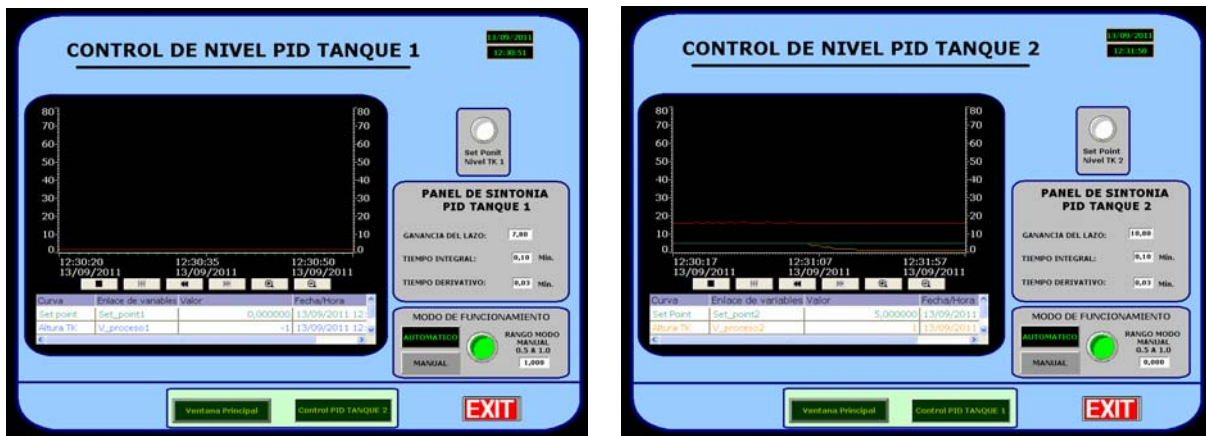
**Figura 6. Ventana principal, automatización tanques interconectados en paralelo**



Las otras dos ventanas son las de supervisión y control de los procesos PID (Figura 7), en las que se observa una gráfica en tiempo real las variables de set Point, altura de los tanques y el PWM de las bombas de achique. Desde estas ventanas se pueden realizar las siguientes funciones:

- Monitoreo de las variables de set Point, altura de los tanques y el PWM de las bombas centrífugas.
- Establecer las contaste PID.
- Colocar en modo de opresión manual o automático el proceso de control de cada tanque.
- En modo manual establecer el valor de operación entre 0.5 a 1.0, valores que operan sobre el módulo PWM y ponen en funcionamiento las bombas cuando existe más del 50% del ciclo útil.

**Figura 7. Ventanas Control PID Tanque 1 y 2**



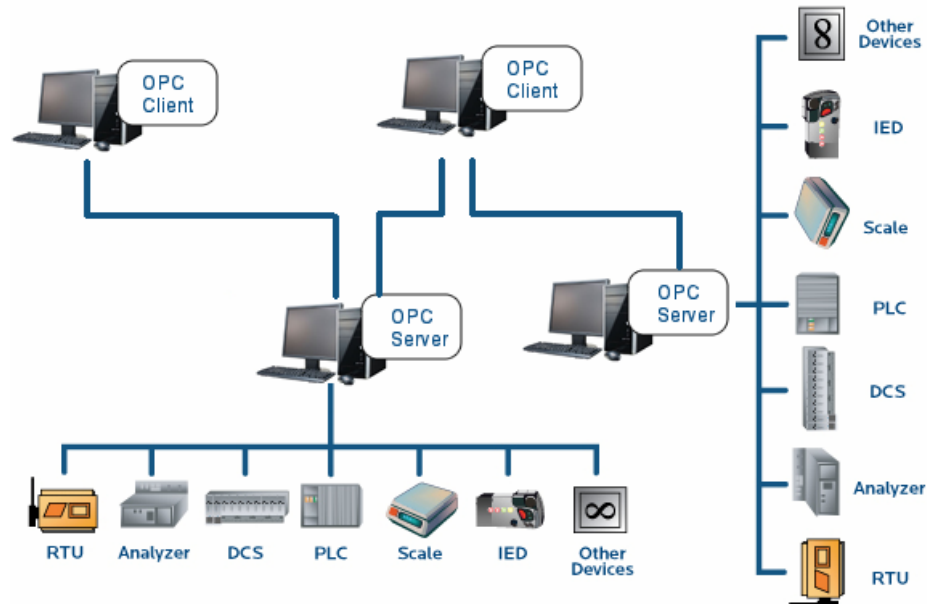
Teniendo en cuenta que el sistema SCADA desarrollado con WinCC Flexible funciona solo a nivel local en el Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar, y que en la actualidad existen sistemas que permiten la supervisión y control en la industria a través de Internet, se propone la implementación de un sistema SCADA en la Web para el control de nivel de dos tanques en paralelo.

### 3. APLICACIÓN SCADA EN LA WEB UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA OPC

El funcionamiento de la aplicación SCADA en la Web que se propone para el control de nivel de dos tanques en paralelo del Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar, está basado en la tecnología OPC porque permite hacer un enlace de comunicación entre dispositivos físicos (PLC, Variadores de velocidad, etc.) y la aplicación Web.

OPC es un estándar de comunicación en el campo de control y supervisión de procesos industriales, basado en una tecnología Microsoft, que ofrece una interfase común para comunicación y permite que componentes software individual interactúen y compartan datos<sup>2</sup>.

**Figura 8. Ejemplo de arquitectura Cliente-Servidor OPC**



La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura Cliente-servidor como se ilustra en la Figura 8, donde varios dispositivos físicos se conectan a un servidor OPC y

<sup>2</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>



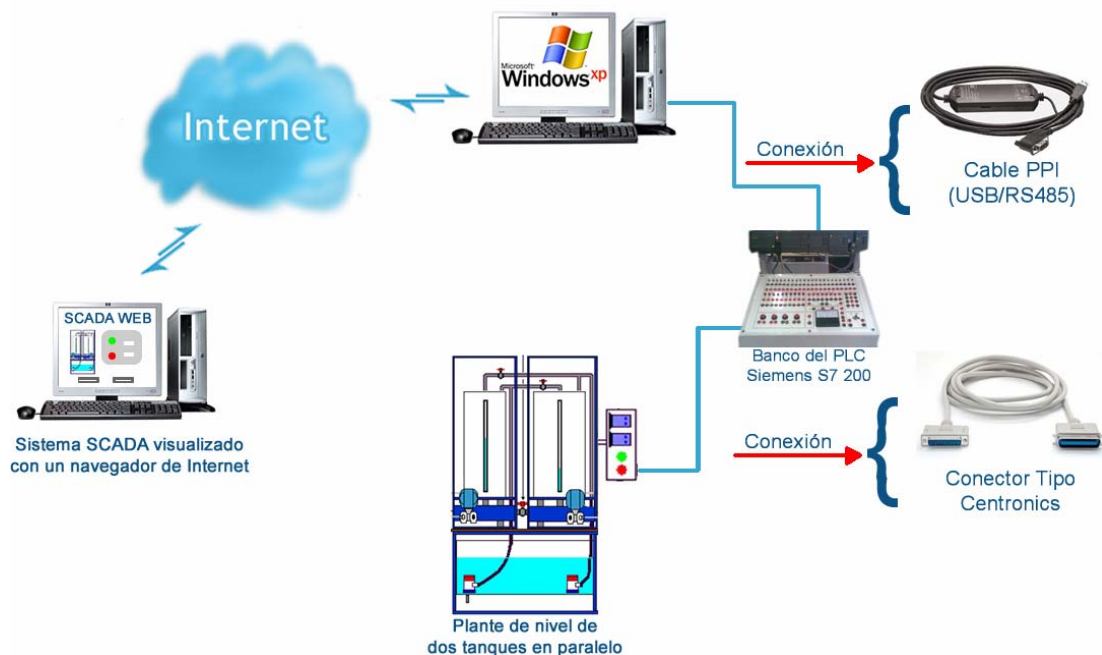
a él se conectan uno o varios clientes OPC, igualmente el cliente puede conectarse a uno o varios Servidores OPC, si esta dentro de sus funciones.

La Figura 8 es un ejemplo de arquitectura cliente – servidor OPC, dado que existen varias formas de configurar los sistemas OPC.

En el caso del presente proyecto, la arquitectura que se tiene para el SCADA en la Web (Figura 9), señala que el cliente y servidor OPC se encuentran en el mismo computador y consta de:

- Sistema operativo, Windows
- Servidor OPC
- Cliente OPC
- Servidor Web

**Figura 9.** Esquema de SCADA en la Web en la planta de control de nivel de dos tanques en paralelo en la UTB



El término servidor puede llevar a confusión por la dualidad de significados que presenta; la definición en informática, indica que es un tipo de software que realiza ciertas tareas en nombre de los usuarios, y el término servidor se utiliza para referirse al ordenador físico en el cual funciona ese software, una máquina cuyo propósito es proveer datos de modo que otras máquinas puedan utilizar esos datos.

A continuación se define los que es un servidor OPC, cliente OPC y un servidor Web, como términos de uso común en el presente proyecto:

**Servidor y Cliente OPC** es una aplicación de software que cumple con una o más especificaciones definidas por la Fundación OPC. El Servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolos nativos (típicamente PLCs, DCSs, básculas, módulos I/O, controladores, etc.) y por el otro lado con Clientes OPC (típicamente SCADAs, HMIs, generadores de informes, generadores de gráficos, aplicaciones de cálculos, etc.)<sup>3</sup>. En una arquitectura Cliente OPC/ Servidor OPC, el Servidor OPC es el esclavo, mientras que el Cliente OPC es el maestro. Las comunicaciones entre el Cliente OPC y el Servidor OPC son bidireccionales, lo que significa que los clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del Servidor OPC.

**Servidor Web** o servidor HTTP es un programa que procesa cualquier aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales y/o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente, generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado del cliente. El código recibido por el cliente suele ser interpretado y ejecutado por un navegador Web<sup>4</sup>. Para la transmisión de todos estos datos suele utilizarse algún protocolo, generalmente se utiliza el HTTP, perteneciente a la capa de aplicación del modelo OSI. El término también se emplea para referirse al ordenador que ejecuta el programa.

---

<sup>3</sup> <http://www.matrikonopc.es/opc-servidor/>

<sup>4</sup> Op ctp. [http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor\\_web](http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_web)

### 3.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA SCADA EN LA WEB

Para la arquitectura del sistema SCADA se tiene como requisito principal el sistema operativo XP, ya que la tecnología OPC se basa en la tecnología OLE, COM y DCOM; tecnologías desarrolladas por Microsoft para la familia del sistema operativo Microsoft Windows. La tabla 2 muestra los requisitos de software necesarios para aplicar el sistema SCADA en la Web.

**Tabla 2.** Requisitos de software para SCADA en la Web

<b>Requisitos</b>	<b>Software</b>	<b>Proveedor</b>
Sistema operativo:	Windows XP	Microsoft
Servidor OPC:	Simatic S7- 200 PC Access	Siemens
Cliente OPC:	OPCSystem.net	OPCSystem
Servidor Web:	IIS (Internet Information Services)	Microsoft

El servidor OPC que se utiliza es el software Simatic S7- 200 PC Access, el cual proporciona conectividad OPC a los PLC S7-200 de Siemens sobre cualquiera de los protocolos (PPI, MPI, DP, Ethernet, módem).

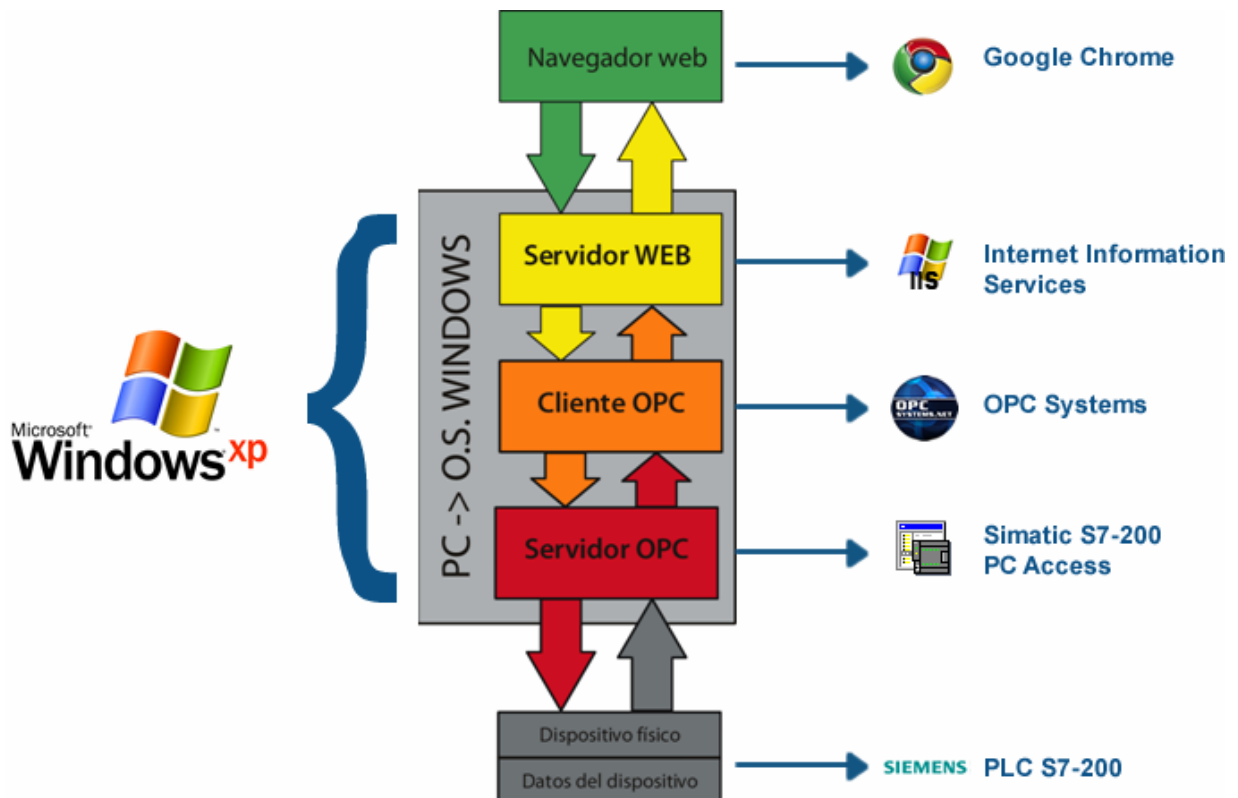
El cliente OPC es el punto clave para que se pueda tener el sistema SCAD en la Web. En este proyecto se utilizó OPCSystems.NET como cliente. Desde luego, hay otras alternativas disponibles de software en el mercado que apoyan esta solución, e incluso, se puede desarrollar el software a medida con base a las normativas suministradas por la Fundación OPC, pero OPCSystems.NET es la alternativa que más se acomodó para presentar este trabajo, por su facilidad de uso e instalación y por ser una suite completa de desarrollo .NET para SCADA, HMI, y soluciones industriales.

Para la aplicación de interés fue oportuno descargar la versión demo de OPCSystems.NET; software que se puede encontrar en la Web <http://www.opcsystems.net/>

La Figura 10 complementa la idea de la arquitectura del sistema SCADA en la Web que se propone, donde se pueden observar varios enlaces de comunicación presentes en la misma:

- 1) Comunicación entre dispositivos físicos y servidor OPC
- 2) Comunicación entre servidor OPC y Cliente OPC
- 3) Comunicación entre Cliente OPC y Navegador Web

**Figura 10.** Esquema de arquitectura OPC WEB. Servidor OPC, cliente OPC y servidor Web en el mismo PC.



**3.1.1 Comunicación entre dispositivos físicos y el Servidor OPC.** Los servidores OPC se comunican nativamente con las fuentes de datos, por ejemplo: dispositivos, controladores y aplicaciones. Dos ejemplos comunes de comunicación entre los Servidores OPC con la fuente de datos son:

- A través de una interfaz de programación de aplicaciones (API) para un driver personalizado escrito específicamente para la fuente de datos.
- A través de un protocolo que puede o no ser propietario, o basado en un estándar abierto (por ejemplo utilizando el protocolo Modbus.)<sup>5</sup>

La Fundación OPC **no especifica** cómo el Servidor OPC debe comunicarse con las fuentes de datos porque hay una gran variedad disponibles en el mercado. Cada PLC, DCS, controlador, etc. tiene su propio protocolo de comunicación o API, dado que permiten la utilización de cualquier cantidad de conexiones físicas (serial RS485 o RS232, Ethernet, wireless, redes propietarias, etc.).

**3.1.2 Comunicación entre Servidor OPC y Cliente OPC.** La principal función de un Servidor OPC es traducir datos nativos de la fuente de datos en un formato OPC que sea compatible con una o más especificaciones establecidas por la Fundación OPC, como se muestra a continuación:

- OPC Data Access.
- OPC alarmas y eventos.
- OPC Batch.
- Intercambio de datos OPC (OPC DX).
- Servidor de acceso a datos históricos OPC (OPC HDA).
- OPC Security.
- Acceso de Datos XML (OPC XML DA).

---

<sup>5</sup> <http://www.matrikonopc.es/opc-servidor/index.aspx?print=Y>

- OPC Complex Data.
- OPC Commands.
- Arquitectura unificada OPC (OPC UA).

La especificación que se utiliza al ejecutar OPC SIMATIC S7-200 PC Access de Siemens es OPC Data Access, que define la forma de comunicación y transferencia de datos entre una fuente de datos y una aplicación cliente (por ejemplo, entre un PLC y un SCADA) sin necesidad que cada uno conozca el protocolo nativo del otro.

Una de las características fundamentales de la tecnología OPC es que se basa en COM/DCOM para soportar comunicación entre objetos en ordenadores distintos, en una LAN, WAN, o incluso en Internet. DCOM puede utilizar cualquier protocolo de transporte, como TCP/IP, UDP, IPX/SPX y NetBIOS. DCOM, los cuales proporcionan un marco de seguridad a todos estos protocolos.

DCOM en las arquitecturas OPC cobra importancia cuando se tiene un servidor OPC y cliente OPC en computadores diferentes, ya que se tiene que ajustar y/o habilitar la seguridad de Windows para permitir esta comunicación.

**3.1.3 Comunicación entre Cliente OPC y el Navegador Web.** Para que se dé esta comunicación existen varias posibilidades de conexión, como:

1) COM /DCOM conectándose directamente con el servidor OPC o con el cliente, notando que el lenguaje de programación utilizado en el servidor Web soporte tenga permisos en la máquina para utilizar esta tecnología.

2) Utilizando el estándar OPC XML-DA, permite a las aplicaciones cliente ser escritas en Java, Perl, Python y otros idiomas que soporta SOAP. SOAP y XML Web Services; utiliza protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) y los mecanismos de transporte; además, proporciona una plataforma neutral adecuada para el tráfico con base en

Internet, en comparación con tecnologías como DCOM. Sin embargo, debido a las limitaciones de rendimiento posible, OPC XML-DA es poco probable que se utilice para aplicaciones en tiempo real, a pesar que normalmente se usa de puente entre la empresa y la red de control. Pero en este caso, se tendría que disponer de un servidor OPC que ofrezca este estándar o añadir a la arquitectura de un servidor OPC XML-DA entre el servidor OPC y la aplicación cliente OPC.

3) Utilizando bases de datos, el funcionamiento sería el siguiente: el servidor OPC o el cliente OPC tienen que tener la opción para guardar datos en la base de datos (BD), esta característica se encuentra en el estándar OPC HDA. Con los datos en la BD el lenguaje de programación utilizado en el servidor Web, tiene que soportar el tipo de base de datos utilizada.

4) Si la persona es un desarrollador de software encontrará muchas posibilidades para lograr este enlace.

Para la comunicación entre el cliente OPC y el servidor Web que se maneja en este proyecto se seleccionó la tecnología **COM**, debido a que la herramienta OPCSystem.net se encuentra desarrollada en la tecnología .NET, lo cual permite que sea posible esta comunicación.

## 4. CONFIGURACIÓN DE LA APLICACIÓN OPC PARA LA WEB

La implementación de un sistema SCADA en la Web para el control de nivel de dos tanques en paralelo fue realizada en el Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar, específicamente en el computador identificado como equipo "CPU06", el cual tenía instalado previamente el sistema operativo XP, el software MicroWin 4.0 y OPC S7-200 PC Access. A continuación se describe el proceso como se configuró cada uno de los componentes de software y de hardware que intervienen en esta solución.

### 4.1 CONFIGURACION DE LA PLANTA

Para configurar la planta piloto, en la búsqueda de la implementación del sistema SCADA en la Web, fue necesario el siguiente proceso con sus respectivas precauciones:

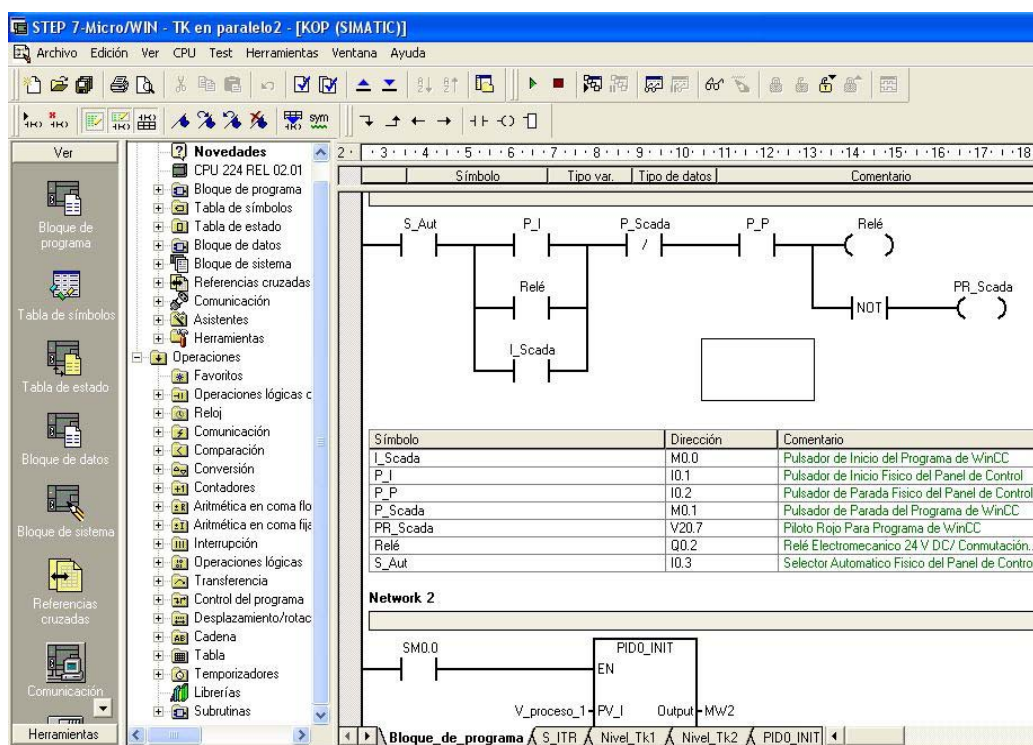
1. Conectar los conectores Centronics del banco al PLC, conectar el PLC y encender la fuente externa (debe estar encendido el piloto rojo de parado o apagado). El selector del panel de control debe estar en automático para que el PLC ejerza la acción de control sobre las bombas sumergibles.
2. Los tanques deben estar desacoplados, es decir, la válvula V3 (Figura 3) debe estar cerrada al igual que las dos válvulas superiores (V4 y V5).
3. Conectar el cable PPI (USB/RS485) entre el PLC y el computador.
4. La carpeta del CD: "TK en Paralelo" copiarla en el escritorio, pues en ella se encuentran los archivos para el software *MicroWin 4.0*, *OPC S7-200 PC Access* y la aplicación Web.



5. Abrir el archivo CD: “TK en Paralelo\TK en paralelo.mwp”

6. Pulsar el botón comunicación de la ventana anterior, para ejercer la comunicación entre PLC y MicroWin 4.0, como se muestra en la Figura 11.

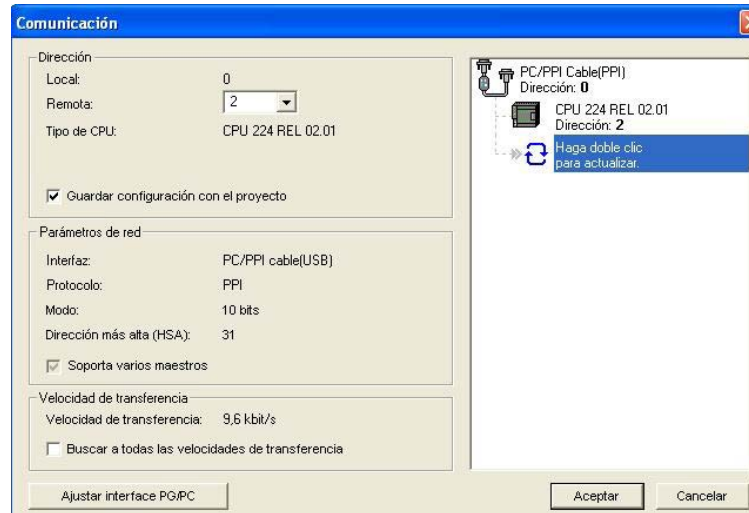
**Figura 11.** Programa TK en paralelo.mwp, STEP 7 Micro/WIN<sup>6</sup>



7. En la ventana emergente de comunicación hacer doble click donde indica el programa, para actualizar la conexión con el PLC, y luego se presiona aceptar. (Figura 12).

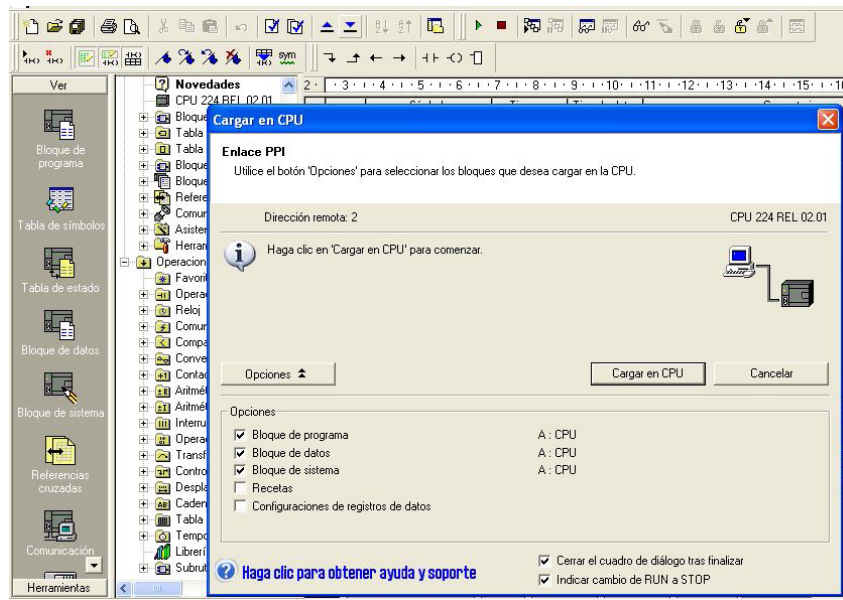
<sup>6</sup> Fuente: CHAVEZ CORCHO, Víctor Manuel y MONTENEGRO GOMEZ, Nicolás Mauricio. Automatización de una planta piloto de nivel de dos tanques en paralelo. UTB, 2009.

**Figura 12.** Ventana emergente de comunicación



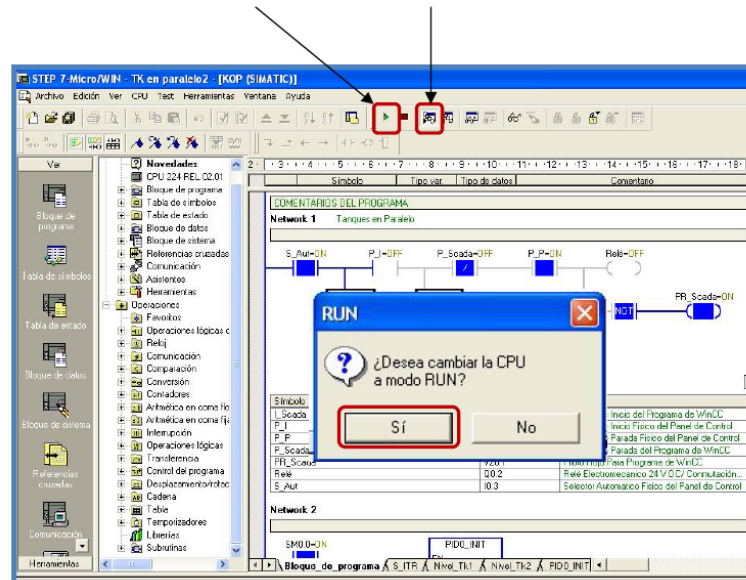
8. Cargar el programa en la CPU 224 del SIMATIC. (Figura 13)

**Figura 13.** Carga del el programa en la CPU 224 del SIMATIC.



9. Hacer click en RUN y en Estado del Programa, para analizar si cargó perfectamente; luego se cierra el programa. (Figura 14).

Figura 14. Establecimiento en modo RUN

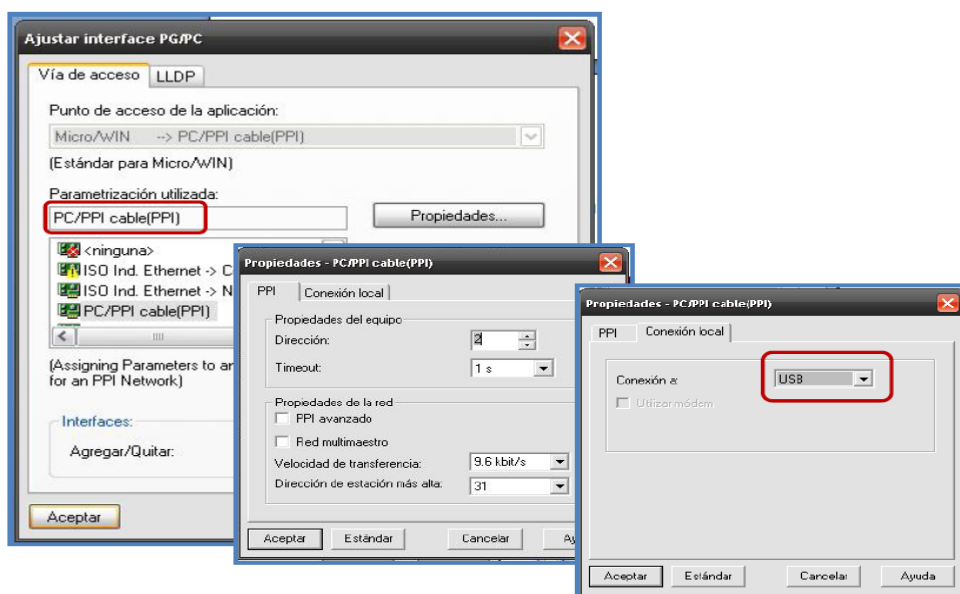


## 4.2 CONFIGURACION SERVIDOR OPC

Considerando que el software servidor OPC SIMATIC S7-200 PC Access de Siemens es quien interactúa con el flujo de datos del PLC S7-200, para configurar el software S7-200 PC Access fue necesario el siguiente proceso con sus respectivas precauciones:

1. Se abre el archivo CD: "TK en Paralelo\variablesopc.pca" donde se encuentra la configuración para el software el OPC SIMATIC S7-200 PC Access, finalizada para este proyecto.
2. En el menú Estado, se elige la opción 'Ajustar interfase PG/PC. (Figura 15).

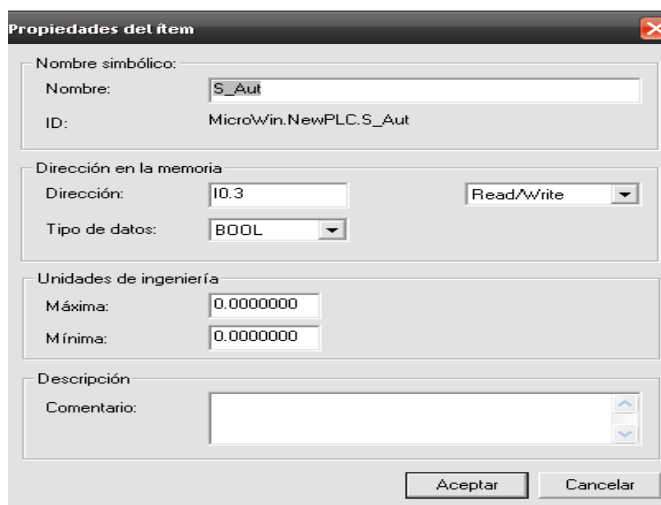
Figura 15. Establecimiento en modo RUN



Se debe tener en cuenta el cable a utilizar para la conexión física del PLC, en este caso es el cable PPI el cual convierte **Rs232 / USB a RS485** con velocidad de transferencia de 9,6 kbit/s hasta 187,5 kbit/s.

3. Si se desea añadir un nuevo tag provenientes del PLC, en el menú Edición se elige “Nuevo” y a su vez “Ítem”. (Figura 16).

Figura 16. Nuevo tags



Por ejemplo: a la variable booleana I0.3 se le asignó el nombre de S\_Aut (selector automático).

Por último, si se desea realizar una lectura o modificarla desde un cliente OPC; en esta configuración todas las variables están en modo de lectura y escritura (Read/Write).

En la Figura 17 se observan todas las variables creadas en el proyecto.

**Figura 17.** Variables configuradas para el software OPC SIMATIC S7-200 PC Access.

Nombre	Dirección	Tipo de datos	Acceso
V_Proceso_1	AIW4	INT	RW
V_Proceso_2	AIW6	INT	RW
S_Aut	I0.3	BOOL	RW
Inicio Scada	M0.0	BOOL	RW
Parada Scada	M0.1	BOOL	RW
pilotoverde	Q0.2	BOOL	RW
Nivel1_OK	Q0.3	BOOL	RW
Nivel2_OK	Q0.4	BOOL	RW
pilotorojo	V20.7	BOOL	RW
Proporcional_1	VD436	REAL	RW
Integral_1	VD444	REAL	RW
Derivativa_1	VD448	REAL	RW
Proporciona_2	VD556	REAL	RW
Integral_2	VD564	REAL	RW
Derivativa_2	VD568	REAL	RW
Set Point_1	VD60	REAL	RW
Set point_2	VD64	REAL	RW
Salida PWM1	VW110	INT	RW
Salida PWM2	VW120	INT	RW
Automatico PID1	M0.2	BOOL	RW
Automatico PID2	M0.3	BOOL	RW
Manual PID1	VD1000	REAL	RW
Manual PID2	VD1500	REAL	RW

**Nota:** si se desea ver el estado de operación de las variables se deben cargar al cliente de prueba.

#### 4.3 CONFIGURACION CLIENTE OPC

Dentro del proyecto, este es el punto más importante, ya que a través del cliente OPC se realiza el enlace OPC-Web. En el caso de interés, se utilizó la herramienta OPCsystem.net Versión demo, observando el siguiente proceso:

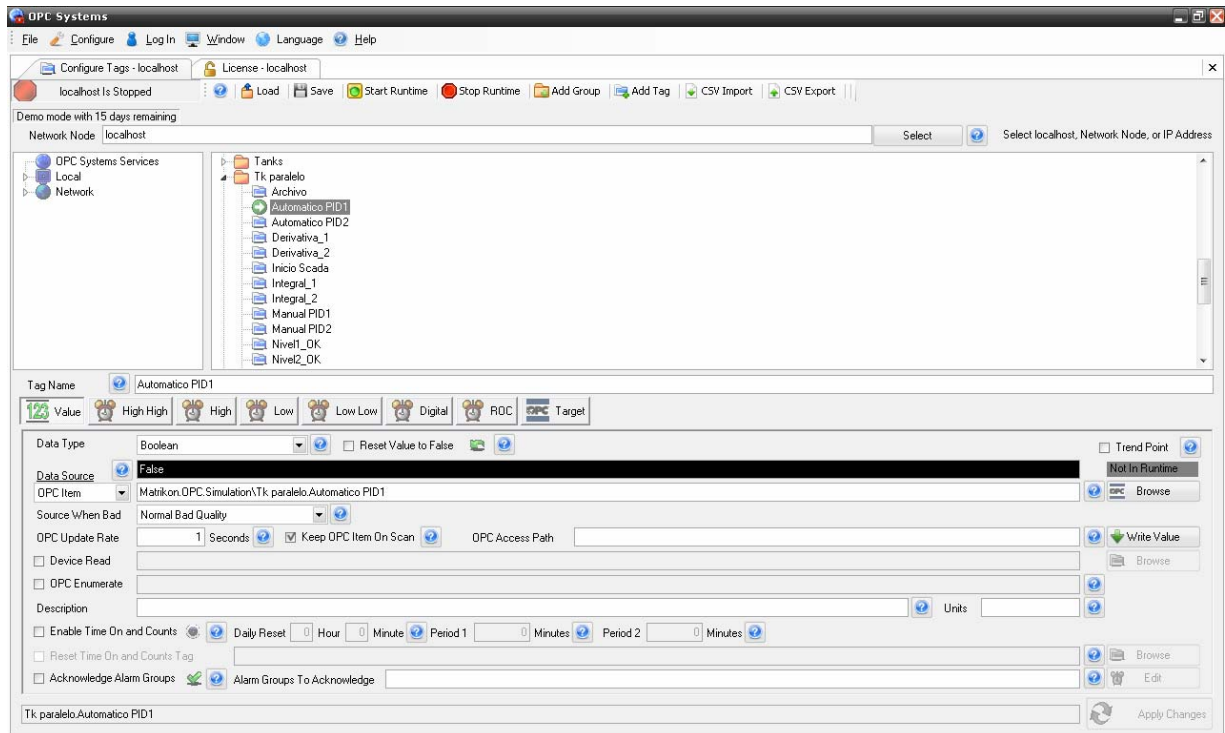
1. Se descargó e instaló el programa directamente desde la Web del autor <http://www.opcsystems.com/>
2. Instalada la aplicación se configuran los Tags que se utilizan para la aplicación Web. Para esta configuración se ubica el link donde se instaló el programa, se entra a inicio, todos los programas, OPC System.net y seleccionamos, "Configure OPC Systems". Luego, como muestra la Figura 18 se selecciona la opción Tags

**Figura 18.** OPC Systems, configuración de Tags



3. Cargar los Tags configurados para el proyecto en el CD: "TK en Paralelo\monografia.tags". Antes de cargar hay que colocar en stop el sistema; cargar el archivo y luego colocarlo en Run. (Figura 19).

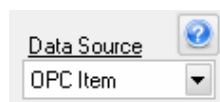
Figura 19. Tags Configurados en el Software OPCSystemns.net



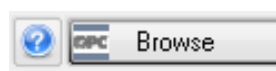
4. Si se quiere configurar nuevos tags, es necesario situarse en la carpeta donde se desean añadirlos y se presiona click en el botón



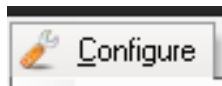
En el cuadro de diálogo se coloca el nombre y se presiona Ok. Luego se selecciona el nuevo tags, escogiendo OPC Ítem en la opción “Data Source”.



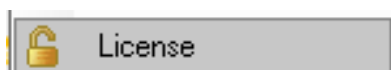
5. Por ultimo, en la opción Browse, se busca la variable del servidor OPC S7 – 200 previamente configurado en la ventana emergente.



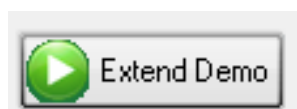
Nota: Si el programa presenta mensajes informando que la licencia ha expirado dirijase al menú "Configure"



y presione sobre el ítem "License"



Luego de escoger el sistema local presione el botón



Observando en este caso, que la aplicación en el Laboratorio de Control de la Universidad Tecnológica de Bolívar, es de carácter didáctico.

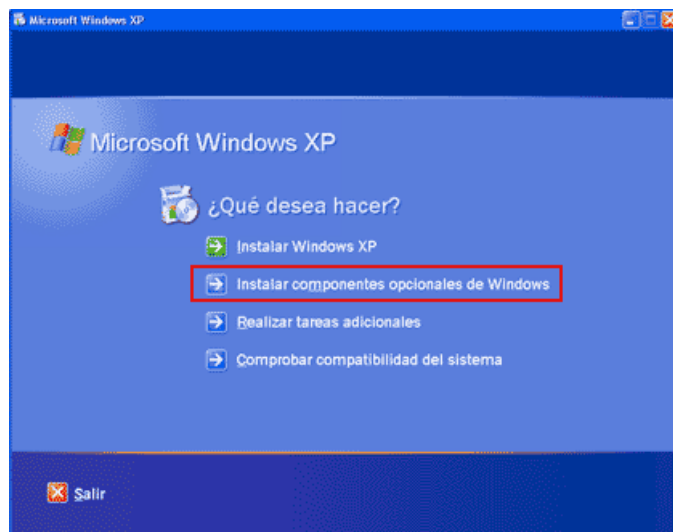
#### **4.4 CONFIGURACION DEL SERVIDOR WEB**

El servidor Web utilizado es Internet Information Services, el cual se puede encontrar en el propio CD de instalación de Windows XP Profesional. Hay que acceder a la opción de "Instalar componentes opcionales de Windows" para poder cargarlo en el sistema que interesa. Para ello se presentan dos opciones:

1. Insertar el CD de instalación de Windows y en la ventana de autoarranque que se muestra, seleccionar la opción "Instalar componentes opcionales de Windows". (Figura 20).

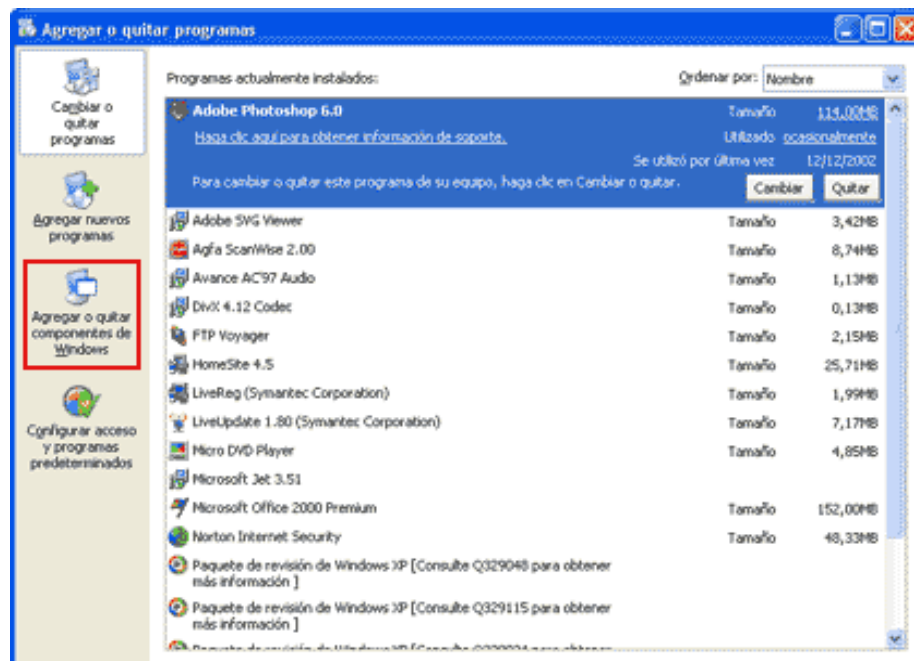


**Figura 20.** Ventana de Autoarranque.



2. En el Panel de control, seleccionar la opción de "Agregar o quitar programas" y en la ventana que aparece, pulsar sobre el icono de la izquierda marcado como "Seleccionar o quitar componentes de Windows". (Figura 21).

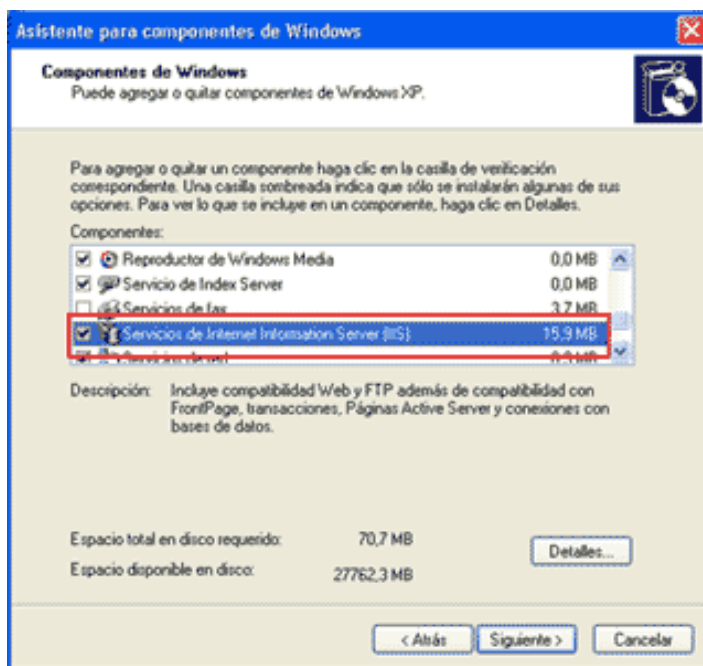
**Figura 21.** Panel de control



Se visualiza la ventana para seleccionar los componentes adicionales de Windows que hay disponibles. En la lista, se marca la opción "Servicios de Internet Information Server (IIS)". Por defecto, se seleccionan unos cuantos componentes, dentro de los que ofrece la instalación de IIS. Se pueden elegir los componentes que se desean instalar apretando el botón marcado como "Detalles". (Figura 22).

Si no se sabe qué componentes instalar, se pueden dejar las opciones como aparecen en un principio, pues para la mayoría de los casos serán válidas.

**Figura 22.** Asistente para componentes de Windows.



Una vez hemos instalado los componentes deseados, se da click en el botón de "Siguiente" para comenzar la instalación, que se alargará unos minutos.

3. Al acceder al servidor Web, se puede comprobar si se ha instalado correctamente IIS. Para ello, simplemente se debe escribir `http://localhost` en Internet Explorer y deberá aparecer una página Web informando que IIS está correctamente instalado.

Además, aparecerá la documentación de IIS en una ventana emergente, si es que fue instalada. (Figura 23).

**Figura 23.** Comprobando la configuración de IIS



#### 4.5 CONFIGURACION DE LA APLICACIÓN OPC WEB

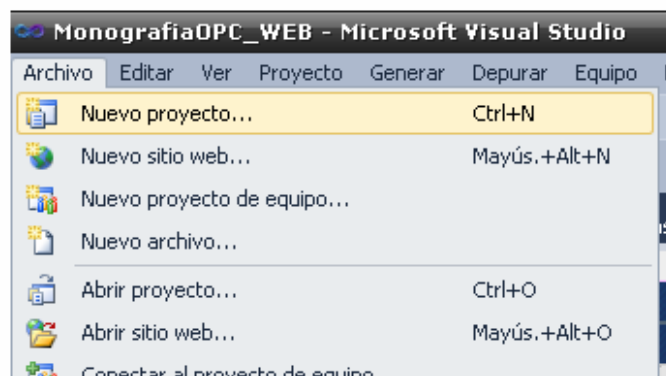
La aplicación OPC WEB para el control de nivel de dos tanques en paralelo se encuentra en la ruta del servidor `C:\inetpub\wwwroot`. Si se desean crear nuevos proyectos, y colocarlos en marcha, es esta la ruta donde tienen que ser alojados los archivos.

El editor que se utilizó para desarrollar la aplicación es Microsoft Visual Studio, el cual proporciona desarrollo integrado para sistemas operativos Windows; soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET, aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros.

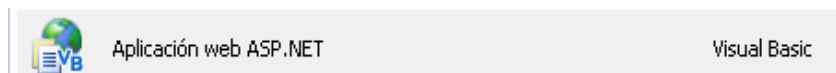
Para configurar de la aplicación Web se siguió el siguiente proceso con sus respectivas observaciones:

1. La creación de la aplicación del sistema SCADA se desarrolló utilizando el lenguaje de programación Visual Basic .NET, el cual se encuentra en la carpeta CD: "TK en Paralelo\aplicacion\_SCADA", donde de deben guardar los archivos en la ruta C:\inetpub\wwwroot
2. Si se desea crear otra aplicación, en el editor Visual estudio 2010 desplazar la barra de menú Archivo y escoger Nuevo proyecto. (Figura 24).

**Figura 24.** Nuevo Proyecto



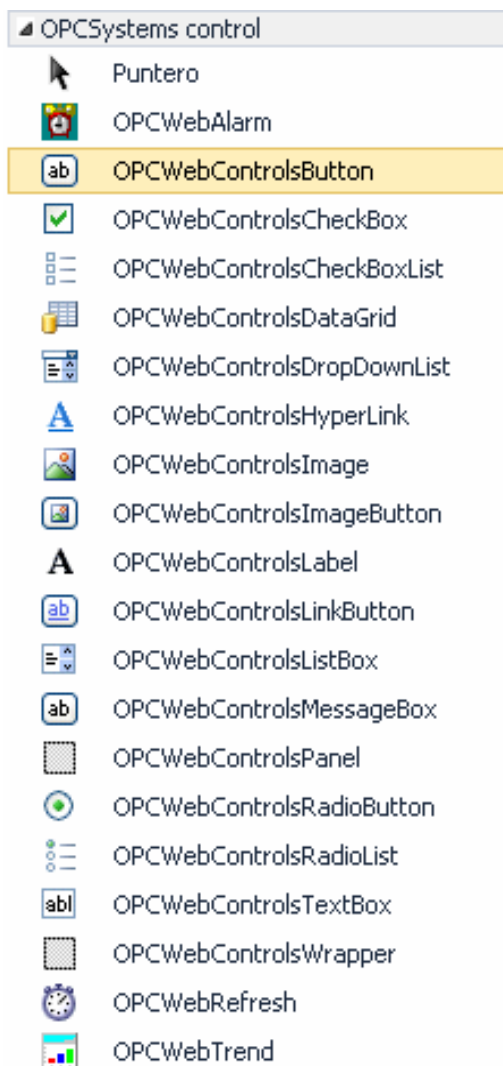
Se escoge a continuación la versión del .NET framework 2.0, ya que la herramienta de OPC Systemens.net solo es compatible con versiones superiores, hasta la fecha. Luego se escoge la "Aplicación Web .NET "



3. Añadir los controles de OPCsystem.net en la barra de herramientas; primero, agregando una ficha (click derecho en la barra de herramientas colocándole el nombre

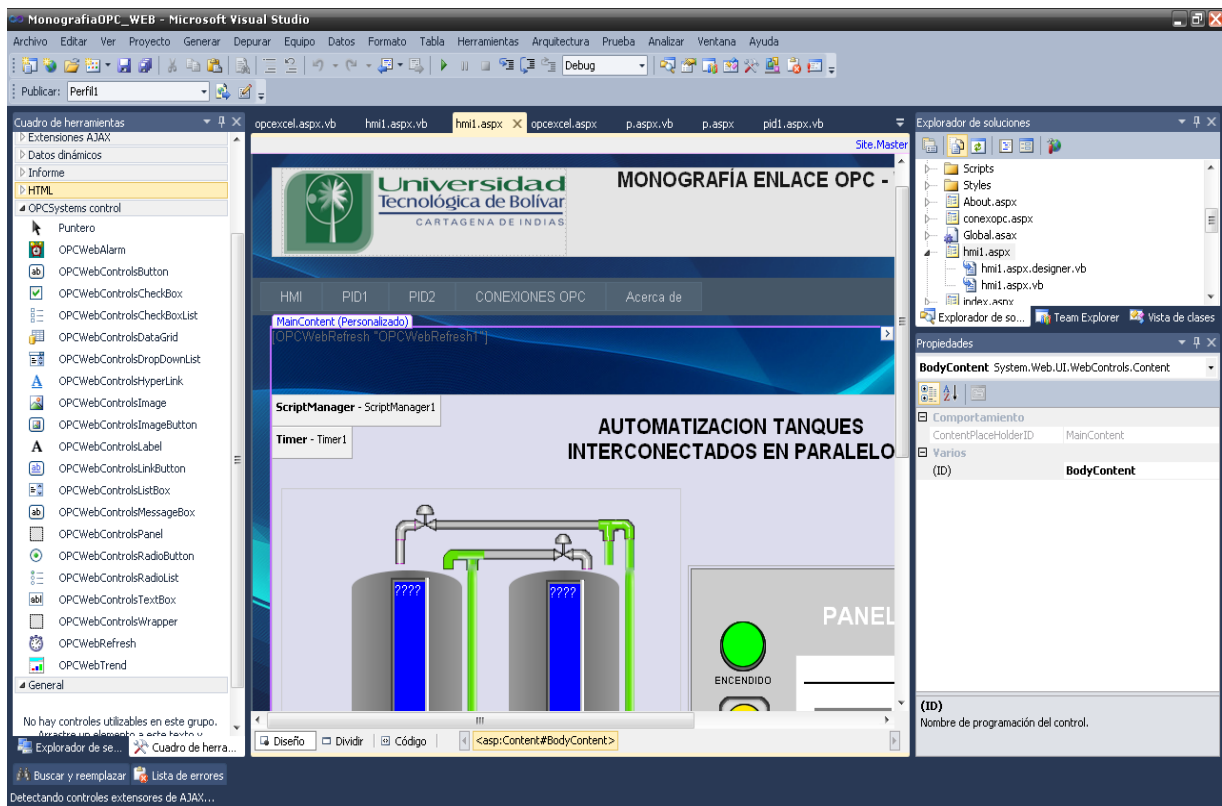
OPCsystemns control), y luego se agregan los elementos de OPCsystemns.net (click derecho en la nueva ficha y elegir elementos). (Figura 25).

**Figura 25.** Elementos en la barra de herramienta



Después que se tiene el editor listo, ver figura 26, se utilizan las herramientas que facilita OPCsystem.net, arrastrando los componentes a “nuestra” aplicación. Para ello es necesario tener conocimientos en programación en el lenguaje Visual Basic .NET y AJAX.

Figura 26. Editor Visual Estudio 2010



Para la utilización de las herramientas existen videos tutoriales que ofrece la empresa OPC Systems.net desde su pagina Web <http://opcsystems.net/trainingvideos.htm> en el ítem OPC WEB HMI.NET TRAINING VIDEOS. (Figura 27).

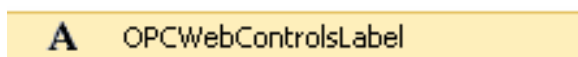
Figura 27. Link para ver descargar tutoriales de OPC Systems .Net

**OPC WEB HMI.NET TRAINING VIDEOS**

	<b>Create ASP.NET Web HMI</b> applications for smart phones.  QUICK START Length: 2:39		<b>Create ASP.NET Web HMI</b> applications for smart phones.  DETAILED Length: 21:53

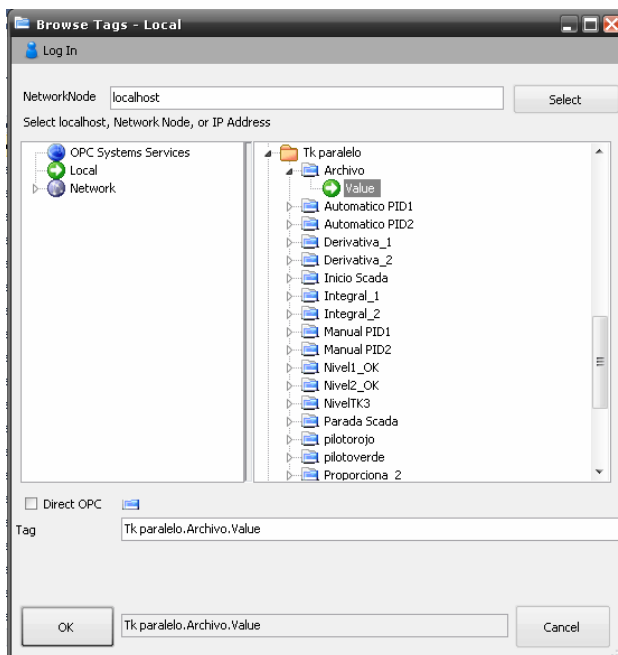
A continuación se muestra como adherir el componente OPC Controles Label, teniendo en cuenta que las propiedades de los componentes OPC es la forma cómo se puede acceder a cualquier servicio OPC local o remoto presentado en el sistema.

- En las herramientas ubicar el componente OPCWebControlsLabel



Se arrastra hasta la aplicación, colocándolo en el WebForm. Asegurándose de incluir también un componente OPCWebRefresh con la ID de OPCWebRefresh1 en el WebForm, para que todos los OPCWebControls se actualicen en tiempo real. Luego, en la ventana de propiedades seleccionar y cambiar el parámetro “TextOPCSysystems\_Tag” presionando click se muestra una ventana emergente. Aparece la ventana como se muestra en la Figura 28 y se busca la variable a monitorear. (Ver Anexo A, controles utilizados para la construcción del HMI).

**Figura 28.** Tags configurados en el Cliente OPC



## 4.6 DESCRIPCIÓN DEL HMI

A continuación se describen el HMI con el que interactúan los operadores de la planta a través de un explorador de Internet, preferiblemente Google Chrome, escogiendo esta opción porque los diferentes exploradores interpretan el código de las hojas de estilo de forma diferente y en algunos casos puede parecer que las paginas Web están desconfiguradas.

Si se utiliza el sistema en el mismo equipo donde está instalado el servidor web IIS se coloca en la URL **localhost**, y en caso que se realice desde otro computador se coloca la dirección **IP**.

**4.6.1 La ventana principal.** Muestra la automatización de dos tanques interconectados en paralelo (Figura 29), en la que se pueden realizar las siguientes:

- Inicio y parada de cada proceso.
- Ingresar los niveles de cada tanque.
- Desplazarse a las ventanas de los controles PID respectivos.
- Generar un archivo .CSV con las variables de proceso para cada tanque respectivamente.
- Observar el comportamiento de los niveles de cada tanque.
- Se observa cuando el nivel alcanza el Set Point del tanque 1 y 2.
- Visualiza la fecha y hora del Servidor Web.
- El botón Exit para salir de la aplicación, conllevando a la página de la Universidad Tecnológica de Bolívar.



**Figura 29.** Ventana principal, automatización tanques interconectados en paralelo



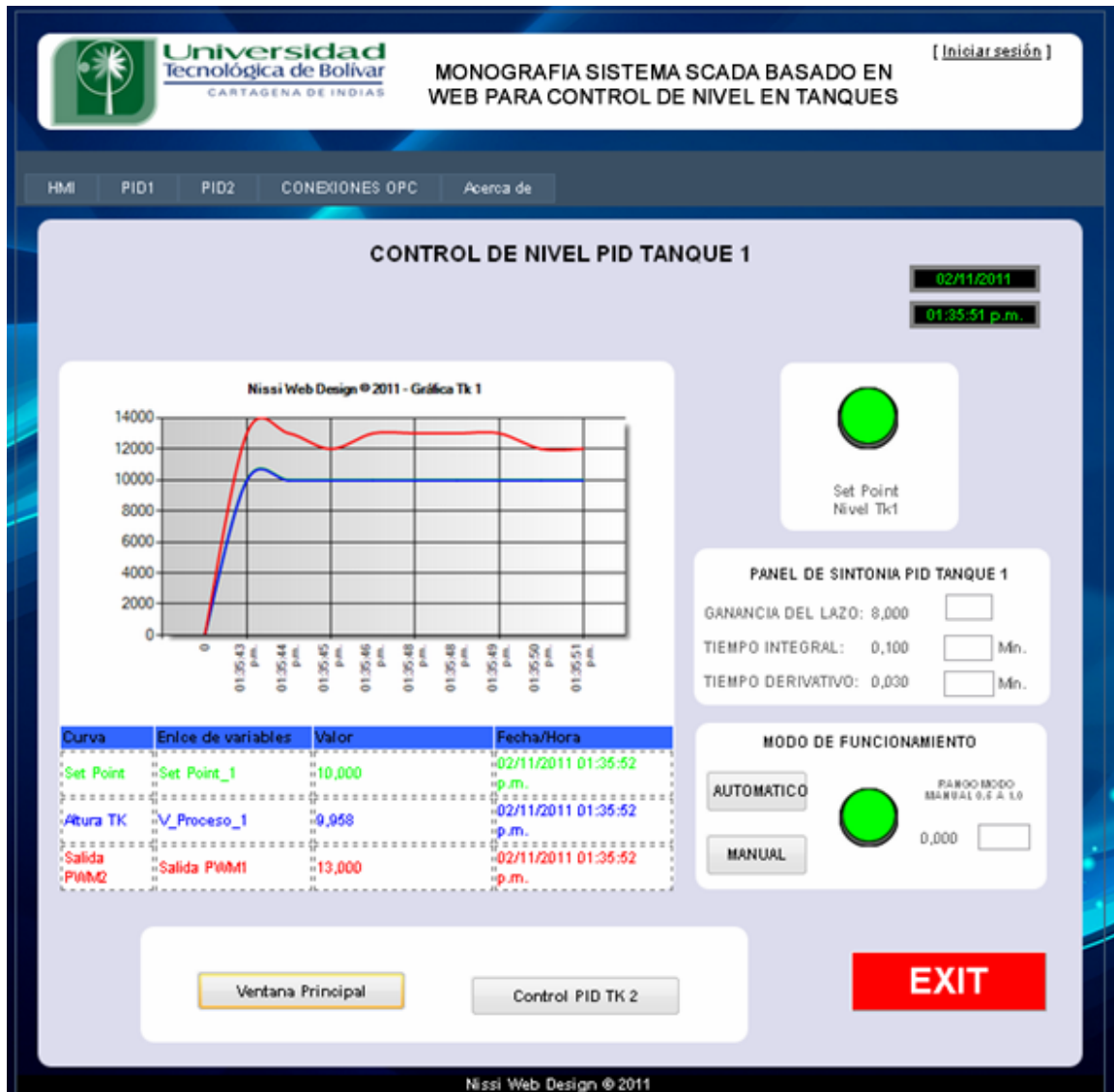
La aplicación se actualiza cada segundo, y se puede aumentar el nivel de frecuencia; esta actualización es casi imperfectible ya que ésta se da porque las herramientas utilizan la técnica de desarrollo Web para crear aplicaciones interactivas AJAX (JavaScript asíncrono y XML).

**4.6.2 Ventana de Control PID Tanque 1 y 2.** La función principal de esta ventana es permitir el monitoreo de las variables de Set Point, nivel del tanque y salida PWM, a través de una gráfica donde se registran los últimos 10 valores leídos por la aplicación Web. (Gráficas 30 y 31).

El botón “**Control PID Tanque 1**” de la ventana principal al pulsarlo muestra el **control de nivel PID Tanque 1**, donde se tienen las funciones de ambas ventanas, tal como se exponen a continuación:

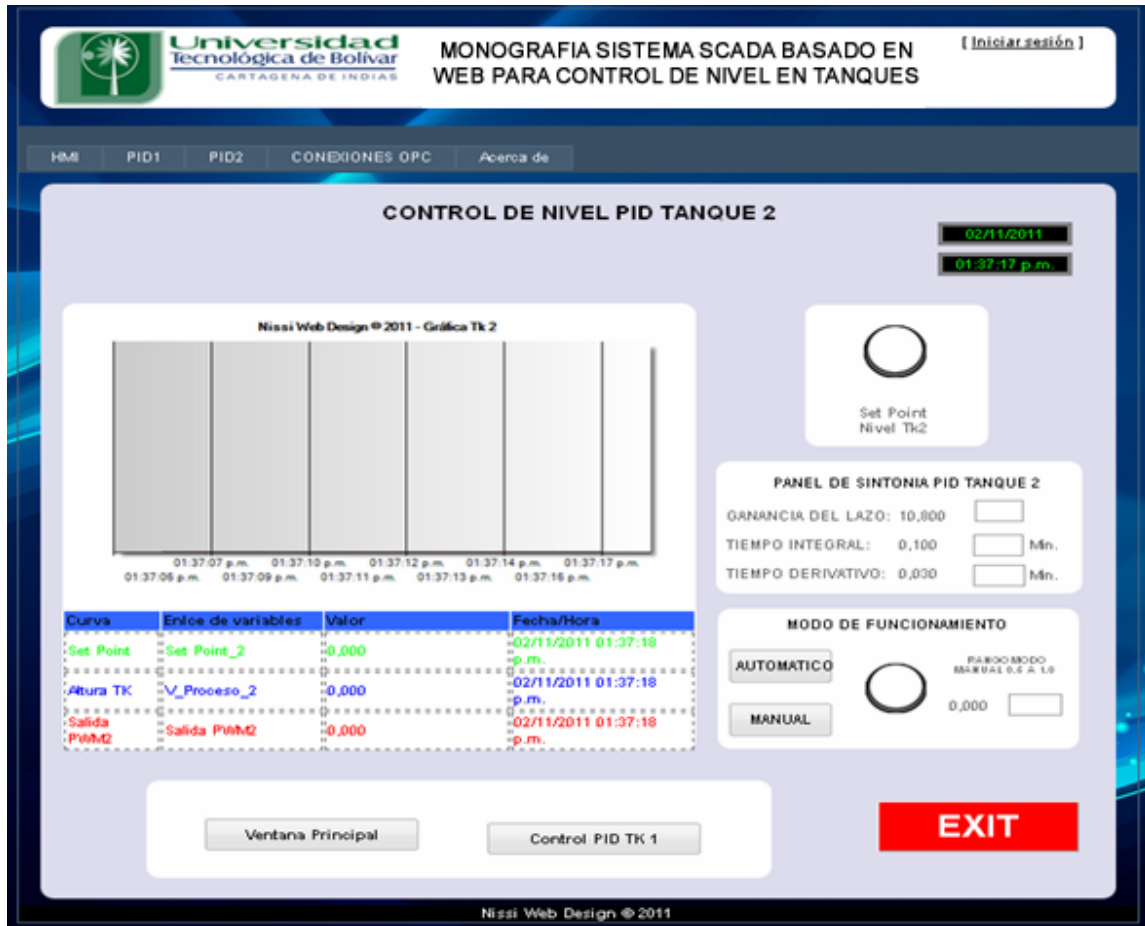
- Establecer la ganancia del lazo.
- Establecer el tiempo integral.
- Establecer el tiempo derivativo.
- Activar modo de funcionamiento (automático y manual).
- Establecer rango modo manual (0.5 a 1.0 salida PID de 17600 a 32000).
- En la gráfica se observa el comportamiento de las curvas Set Point, Altura Tk y salida PWM, en tiempo real.
- Se observa cuando el nivel alcanza del Set Point del tanque.
- Botones que redirigen a la ventana principal y al otro Control PID, si se está en la ventana 2 el botón PID conlleva a la ventana 1 y viceversa.
- Al igual que la ventana principal, se visualiza la fecha y hora del servidor Web.
- El botón Exit permite salir de la aplicación conllevando a la página de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Figura 30. Ventana de Control de nivel PID tanque 1



Las funciones de ambas ventanas son iguales, lo cual se identifica al observar y comparando las Figuras 30 y 31; cada una controla el proceso de control PID de cada tanque.

Figura 31. Ventana de control de nivel PID tanque 2



**4.6.3 Ventana de conexiones.** En ella se observa el valor de cada uno de los Tags configurados para mostrar su valor, ya sea Bolean, real, int u otro. Esta ventana se configuró con el fin de ir asegurando que todas las variables leídas están representando el valor correcto que lee el servidor OPC. Cuando hay problemas de lectura con una variable se muestra varios signos de interrogación “????”. (Figura 32).

Figura 32. Ventana de conexiones



**4.6.4 Ventana acerca de.** Se muestra una breve descripción de la monografía y los autores que participaron en la misma. La gráfica que en ella se observa es de muestra, no tiene relación con las variables OPC. (Figura 33).

Figura 33. Ventana Acerca de

Universidad Tecnológica de Bolívar  
CARTAGENA DE INDIAS

MONOGRAFIA SISTEMA SCADA BASADO EN WEB PARA CONTROL DE NIVEL EN TANQUES [\[Iniciar sesión\]](#)

HMI PID1 PID2 CONEXIONES OPC Acerca de

X-axis	Bar Value	Line Value
1	50	80
2	35	65
3	60	95
4	80	35
5	40	75
6	25	55
7	35	75
8	90	55
9	45	65
10	75	95

MONOGRAFÍA ENLACE OPC - WEB

La implementación HMI en la Web, fue desarrollada para la monografía presentada por los ingenieros electrónicos Edgar David Villa Pérez y Ronal Enrique Herrera. La implementación fue basada en el kit de desarrollo de OPCsystem.net, la cual coloca disposición componentes programables en Visual Estudio. Recordamos que OPC es una especificación técnica basada en una tecnología de Microsoft(OLE/ COM) y es un estándar industrial que ofrece un interfase común para comunicación que permite que componentes de software individuales interactúen y compartan datos. Tradicionalmente, cada desarrollador de software o de aplicaciones requiere desarrollar una interfaz personalizada del servidor o del driver, para intercambiar datos con los dispositivos de campo o de hardware. OPC elimina este requisito mediante la definición de una interfaz común de alto rendimiento que permite, que este trabajo sea hecho una vez, y luego sea reutilizable fácilmente por el HMI, SCADA, control y aplicaciones personalizadas.

## 5. CONCLUSIONES

La implementación del sistema SCADA en la Web fue posible, gracias a la tecnología OPC, por facilitar una interfase común que ayuda a la comunicación entre los componentes de software utilizados (el servidor OPC S7-200 PC Access y OPC Systems.net como cliente), lo que sugiere que la utilización del software OPC Systems.net requiere que los implementos se soporten en bases de programación visual Basic .NET.

Para que pueda darse las funciones de control y supervisión de sistema SCADA, desde cualquier lugar donde se tenga acceso a Internet, hay que en cuenta las restricciones de seguridad en la red donde se encuentra el servidor Web.

Si comparamos la implementación utilizando WINCC flexible y la aplicación utilizando OPC Systems.NET, en cuanto a opciones de privilegios de seguridad para acceder remotamente, notamos que es más fácil proporcionar permisos HTTP para el sistema SCADA en la Web apoyándonos con OPC Systemns.NET, que proporcionar permisos DCOM para el sistema SCADA desarrollado con Wincc Flexible.

El uso de la tecnología OPC, en lo que respecta al software de supervisión, garantiza una comunicación transparente con los dispositivos en le protocolo establecido, permitiendo construir aplicaciones de supervisión y control de manera fácil y rápida.

Exitosamente se puede ver el sistema SCADA en la Web, teniendo acceso a ella utilizando un explorador de Internet, por lo que se recomienda su aplicación en otras plantas si se quiere monitorear y supervisar remotamente sus procesos.

## BIBLIOGRAFÍA

BAILEY, David y WRIGHT, Edwin. Practical SCADA for industry. Edited: Vivek Mehra, Mundial, India.

CHÁVEZ CORCHO Víctor Manuel, MONTENEGRO GÓMEZ Nicolás Mauricio. Automatización de una planta piloto de nivel de dos Tanques en paralelo. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2009. 104 p.

JIMÉNEZ C, FRANCISCO. MERCADO M, ROBERTO. Banco para el Control de Nivel en Tanques Interconectados en Paralelo. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2002. p. 1, 5, 40, 57.

DUQUE PARDO, Jorge Eliécer. Minor Automatización Industrial: Modulo PLC EN Universidad Tecnológica de Bolívar (Octubre: Bolívar, Cartagena). Memorias. Cartagena: 2008, Programación Básica PLC p. 11-16, 40-42.



# **ANEXOS**

## Controles utilizados para la construcción del HMI

El HMI fue desarrollado utilizando los controles o componentes suministrados por Visual Studio 2010 y por OPC Systems.net.

Para desarrollar con estas herramientas es necesario tener conocimientos en Visual Basic .NET, consultar los video tutoriales y la ayuda sobre los componentes OPCWebControls. (Todas las propiedades se pueden asignar en el código; sin embargo, no se requiere programación para utilizar las propiedades).

El componente OPC Web Controls Label que se utilizó en la ventana principal aparece resaltado en el Set Point que se muestra en la figura 1, al igual que el nivel de los tanques. Para lograr el efecto de la barra de nivel hay que configurar muy bien las propiedades, tanto de estilo como de posición. A continuación se identifica el código para las barras de nivel de los tanques.

### Código de barra de nivel tanque 1

```
<cc1:OPCWebControlsLabel ID="OPCWebControlsLabelTank7" runat="server"
    BackColor="Blue" BorderStyle="Inset" Font-Size="Small" ForeColor="White"
    Height_OPCTagsystems_Tag="Tk paralelo.V_Proceso_2.Value"
    Height_OPCTagsystemsBadQualityHeight="1"
    Height_OPCTagsystemsGain="1.36" Location_Y_OPCTagsystems_Tag="Tk paralelo.V_Proceso_2.Value"
    Location_Y_OPCTagsystemsBadQualityPosition="270" Location_Y_OPCTagsystemsGain="-1.36"
    Location_Y_OPCTagsystemsOffset="270"
    style="Z-INDEX: 117; LEFT: 278px; POSITION: absolute; TOP: 88px; height: 173px; width: 32px;"
    TextOPCTagsystems_Tag="Tk paralelo.V_Proceso_2.Value" AutogenScripts="False"
    DynamicValidation="False" ErrorBehavior="Eat" UpdateAll="False">???
```

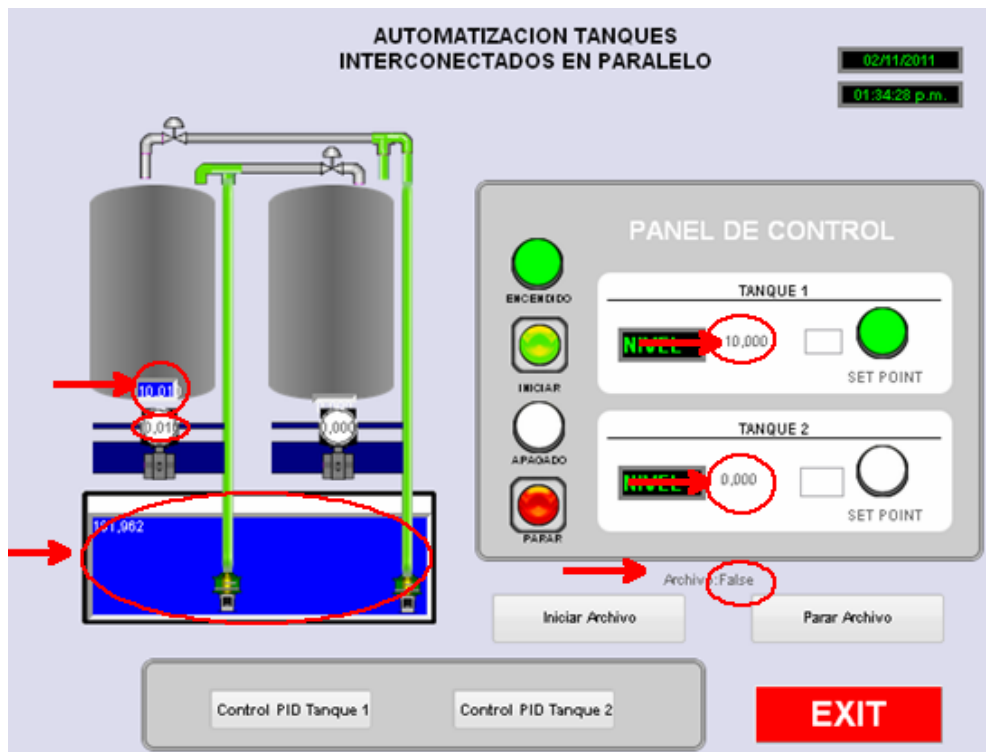
### Código Imagen cilíndrica tanque 1

```
<asp:Image ID="Image1" runat="server" Height="198px"
    ImageUrl="~/Imagen/tanque.png"
    style="Z-INDEX: 113; LEFT: 74px; POSITION: absolute; TOP: 79px" Width="116px" />
```

La imagen cilíndrica del tanque es una imagen situada debajo la barra de nivel, es decir, se modifica la propiedad Z-INDEX de estilo, superponiendo los componentes, así: la

barra de nivel **Z-INDEX: 117**; y la imagen cilíndrica tendrá un valor menor **Z-INDEX: 113**;

**Figura 1.** OPC Web Controls Label utilizados en la ventana principal



El siguiente componente OPC Web Controls Image se resalta en la figura 2, y se utilizó para los indicadores luminosos. La configuración es de mucho cuidado, ya que se utilizan tres componentes superpuestos para crear el efecto de prender cuando la variable es TRUE, apagado cuando la variable es FALSE y de alerta cuando la variable no se está leyendo.

### Código indicador luminoso Set Point Tanque 1

```
<cc1:OPCWebControlsImage ID="OPCWebControlsImage5" runat="server"
  style="z-index: 118; left: 51px; top: 22px; position: absolute; height: 55px; width: 54px;"
  ImageUrl="~/Imagen/f1.png"
  AlternateText="Value"
  AlternateTextOPCSysFormatBooleanFalse="Value Closed"
  AlternateTextOPCSysFormatBooleanTrue="Value Open"
  AlternateTextOPCSysTag="Tk paralelo.Nivel1_OK.Value"
  VisibleOPCSysTag="Tk paralelo.Nivel1_OK.Value"
```

```

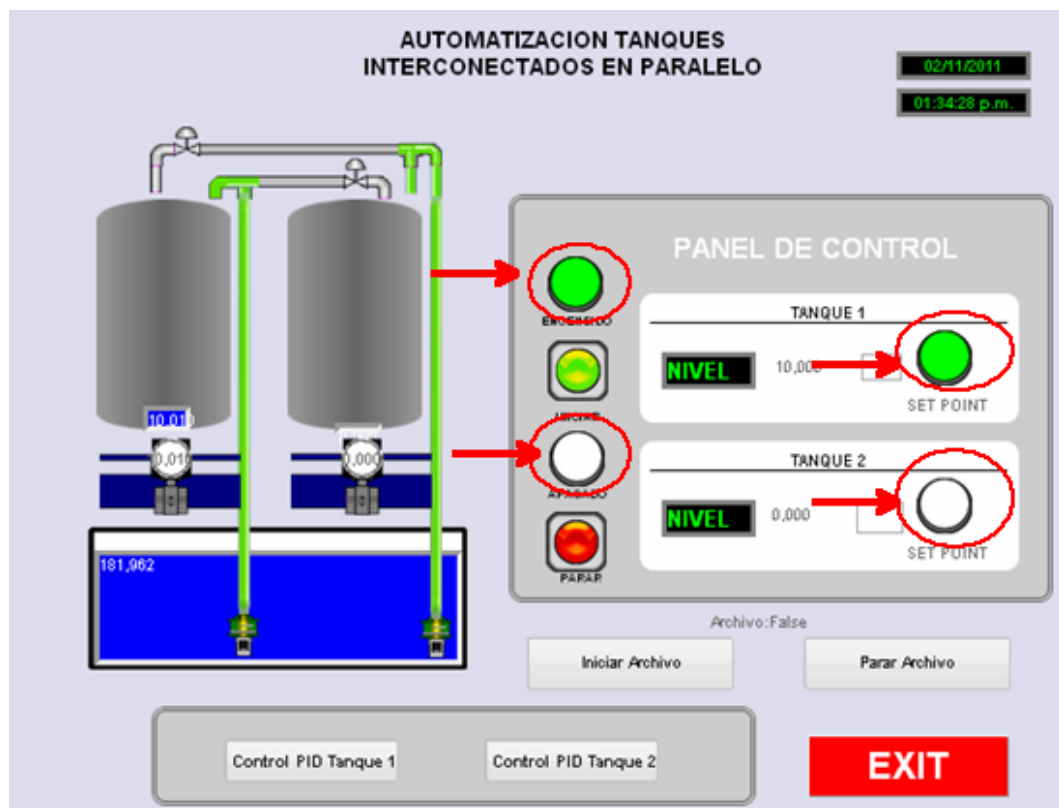
VisibleOPCSytemsBadQualityVisible="False"
VisibleOPCSytemsOnTrue="True" />

<cc1:OPCWebControlsImage ID="OPCWebControlsImage1" runat="server"
style="z-index: 117; left: 51px; top: 22px; position: absolute; height: 55px; width: 54px;"
ImageUrl="~/Imagen/f2.png"
AlternateText="Value"
AlternateTextOPCSytemsFormatBooleanFalse="Value Closed"
AlternateTextOPCSytemsFormatBooleanTrue="Value Open"
AlternateTextOPCSytems_Tag="Tk paralelo.Nivel1_OK.Value"
VisibleOPCSytems_Tag="Tk paralelo.Nivel1_OK.Value"
VisibleOPCSytemsBadQualityVisible="False"
VisibleOPCSytemsOnTrue="False" />

<cc1:OPCWebControlsImage ID="OPCWebControlsImage2" runat="server"
style="z-index: 116; left: 51px; top: 22px; position: absolute; height: 55px; width: 54px;"
ImageUrl="~/Imagen/f3.png"
AlternateText="Value"
AlternateTextOPCSytemsFormatBooleanFalse="Value Closed"
AlternateTextOPCSytemsFormatBooleanTrue="Value Open"
AlternateTextOPCSytems_Tag="Tk paralelo.Nivel1_OK.Value"
VisibleOPCSytemsBadQualityVisible="True"
VisibleOPCSytemsOnTrue="True"
/>

```

**Figura 2.** OPC Web Controls Image utilizados en la ventana principal



En los demás controles se programó con el Framework 4 de Microsoft para utilizar unas opciones de las propiedades de AJAX, esto provocó que los controles OPCWebTrend.

OPCWebTextBox, OPCWebControllImageButon, OPCWebControlButton, OPCTextBox no funcionaron, ya que fueron desarrollados para funcionar con el Framework 2 y 3.5 de Microsoft, esto conllevó a una programación de más cuidado; sin embargo, es posible realizar el mismo proyecto utilizando Framework 2 de Microsoft y aprovechar los controles de OPC Systems, si no se quiere preocupar por una programación más compleja.

Los controles o componentes que se utilizaron utilizando Framework 4 de Microsoft son los que están en las herramientas por defecto del editor, estos se utilizaron recursivamente, como ejemplo se tomó la grafica TREND, OPC Systmens que ofrece el control OPCWebTrend, y por defecto el editor tiene el control CHART, lo que se hizo fue programar para lograr el efecto de una gráfica continua con el control CHART tomando los valores en tiempo real ver figura 3.

**Figura 3.** Gráficas de tendencias o Trends

