

**IMPLEMENTACIÓN DE LABVIEW COMO SISTEMA SCADA PARA LA  
ARQUITECTURA DE CONTROL SNAC PAC OPTO 22, MEDIANTE UNA  
APLICACIÓN OPC.**

**ING. CRISTIAN DAVID ACEVEDO LARA**

**ING. RODRIGO ALONSO RUEDA BLANCO**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA  
ESPECIALIZACION EN CONTROL E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2010**

**IMPLEMENTACIÓN DE LABVIEW COMO SISTEMA SCADA PARA LA  
ARQUITECTURA DE CONTROL SNAC PAC OPTO 22, MEDIANTE UNA  
APLICACIÓN OPC.**

**ING. CRISTIAN DAVID ACEVEDO LARA**

**ING. RODRIGO ALONSO RUEDA BLANCO**

**MONOGRAFIA DE GRADO**

**JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA**

**DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA**

**ESPECIALIZACION EN CONTROL E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL**

**BUCARAMANGA**

**2010**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DE PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

Bucaramanga, Abril de 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primero que todo a DIOS por darnos esta gran oportunidad para seguir aprendiendo y formarnos como profesionales, a nuestras familias y parejas que nos han apoyado en nuestro trabajo y desempeño de ésta especialización, por el tiempo no compartido, los fines de semana y noches de estudio que ya están dando sus frutos.

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla, Director de la Tesis, por su valiosa orientación, apoyo incondicional, cordialidad, confianza, colaboración y respaldo total durante toda la especialización, además de su valiosa ayuda en el desarrollo del presente proyecto.

A todos los docentes de la especialización, por sus enseñanzas, orientaciones y sabios consejos durante el desarrollo de la misma.

A todas las demás personas que de una u otra forma ayudaron al buen desarrollo y feliz término de la especialización y presente proyecto de grado.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. FUNDAMENTO TEÓRICO DEL PROYECTO</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1. MODELO CIM</b> .....	<b>2</b>
1.1.1. Nivel de Proceso e Instrumentación. ....	3
1.1.2. Nivel Sistema de Control. ....	4
1.1.3. Nivel Sistema SCADA. ....	5
<b>1.2. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3. TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN ENTRE APLICACIONES</b> .....	<b>9</b>
1.3.1. Protocolo TCP/IP .....	9
1.3.2. Protocolo MODBUS TCP/IP.....	9
1.3.3. Protocolo OPC SERVER. ....	10
<b>1.4. PROTOCOLO OPC</b> .....	<b>11</b>
1.4.1 El porqué del OPC.....	11
1.4.2 Solución OPC.....	12
1.4.3 Funcionamiento .....	13
1.4.4 Partes del Estándar OPC .....	13
1.4.5 Tipos de Servidores OPC.....	14
1.4.6 Comunicaciones OPC Cliente - OPC Servidor - (OPC DA Server, OPC HDA Server, OPC A&E Server) 15	
<b>1.5 LABVIEW</b> .....	<b>17</b>
1.5.1 Qué es LabVIEW .....	17
1.5.2 LabVIEW como un Servidor OPC.....	18
1.5.3 Agregando la Funcionalidad de Cliente OPC a LabVIEW.....	18
1.5.4 Formas de conectar LabVIEW A UN PLC.....	18
<b>1.6 OPTO 22.</b> .....	<b>26</b>
1.6.1 Que es OPTO 22 .....	26
1.6.2 Que es OPTO OPC SERVER. ....	27
<b>2. DESARROLLO DEL PROYECTO Y PRÁCTICA DE LABORATORIO</b> .....	<b>28</b>
<b>2.1 PASOS PARA CONFIGURAR EL SERVIDOR OPC EN WINDOWS</b> .....	<b>29</b>
<b>2.2 CONFIGURACIÓN IP del SNAP PAC</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3 CONFIGURACIÓN DEL CEREBRO CONTROLADOR Y PUNTOS DEL PROCESO.</b> .....	<b>33</b>
<b>2.4 PASOS PARA CONFIGURAR EL SERVIDOR OPC EN WINDOWS</b> .....	<b>40</b>
<b>2.5 CREACIÓN DEL PROYECTO EN LABVIEW</b> .....	<b>44</b>
<b>3. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>3.1 Generales</b> .....	<b>50</b>
<b>3.2 Respecto al PC</b> .....	<b>50</b>

3.3	Software.....	50
3.4	Respecto al SNAP PAC.....	50
4.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>52</b>
5.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>53</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Modelo Teórico CIM según NIST. [6]</i> .....	2
<i>Figura 2. Nivel de Proceso e Instrumentación. [1][3]</i> .....	3
<i>Figura 3. Nivel Sistema de Control. [1][8]</i> .....	4
<i>Figura 4. Nivel Sistema SCADA. [1][2]</i> .....	5
<i>Figura 5. Evolución de la Instrumentación (Tipos de Señales y Redes) [5]</i> .....	7
<i>Figura 6. Tipos de Redes y Aplicaciones en la Pirámide de Automatización [5]</i> .....	7
<i>Figura 7 Clasificación de las Redes [5]</i> .....	8
<i>Figura 8. Construcción de un paquete de datos Modbus TCP [5]</i> .....	10
<i>Figura 9. OPC Foundation [14]</i> .....	11
<i>Figura 10. Antes de OPC [5]</i> .....	12
<i>Figura 11. Antes de OPC [5]</i> .....	12
<i>Figura 12. Partes estándar de OPC [12]</i> .....	15
<i>Figura 13. Ingreso a LabVIEW 8.6 [17]</i> .....	17
<i>Figura 14. PLC simulado en NI OPC Servers</i> .....	19
<i>Figura 15. NI OPC Quick Client desplegando etiquetas Sine OPC simuladas</i> .....	20
<i>Figura 16. Creando un Nuevo Servidor I/O en LabVIEW Project.</i> .....	20
<i>Figura 17. Configurando OPC Client I/O Server</i> .....	21
<i>Figura 18. Seleccionando las etiquetas del OPC para las variables compartidas.</i> .....	22
<i>Figura 19. Seleccione una Waveform Chart de la paleta Controls.</i> .....	23
<i>Figura 20. Waveform Chart ubicada en el Panel frontal</i> .....	23
<i>Figura 21. While Loop alrededor de la Variable Compartida y de Waveform Chart</i> .....	24
<i>Figura 22. Ajuste el Período a 100 ms.</i> .....	25
<i>Figura 23. Desplegando un dato del PLC en una Waveform Chart</i> .....	25
<i>Figura 24. Paquetes del PAC PROJECT 8.2</i> .....	26
<i>Figura 25. Ubicación OptoOPCServer</i> .....	27
<i>Figura 26. Snap PAC Learning Center</i> .....	27
<i>Figura 27. Diagrama de Implementación del proyecto. [13]</i> .....	29
<i>Figura 28. Ejecutar dcomcnfg [13]</i> .....	30
<i>Figura 29. Configuración DCOM [13]</i> .....	30
<i>Figura 30. Usuario Interactivo [13]</i> .....	31
<i>Figura 31. Asignación de dirección IP[13]</i> .....	32
<i>Figura 32. Asignando MAC de trabajo [13]</i> .....	32
<i>Figura 33. Asignando dirección IP a la MAC [13]</i> .....	33
<i>Figura 34. PAC Control Professional [13]</i> .....	33
<i>Figura 35. Carpeta I/O Units [13]</i> .....	34
<i>Figura 36. Configuración I/O Units [13]</i> .....	34
<i>Figura 37. Dirección IP del SNAP PAC R1 [13]</i> .....	35
<i>Figura 38. Selección de tipo de SNAP PAC [13]</i> .....	35

<i>Figura 39. Verificación de configuración del Equipo [13]</i> .....	36
<i>Figura 40. Agregando los Módulos del SNAP PAC [13]</i> .....	36
<i>Figura 41. Módulos de Entradas Digitales [13]</i> .....	37
<i>Figura 42. Módulos de salidas Digitales [13]</i> .....	37
<i>Figura 43. Módulos de Entradas análogas [13]</i> .....	38
<i>Figura 44. Módulos de Salidas Análogas [13]</i> .....	38
<i>Figura 45. Vista Final configuración de módulos [13]</i> .....	39
<i>Figura 46. Vista de los Puntos Configurados [13]</i> .....	39
<i>Figura 47. OptoOPCServer [13]</i> .....	40
<i>Figura 48. Directorio Indirect [13]</i> .....	40
<i>Figura 49. Configuración de señales para subir al servidor [13]</i> .....	41
<i>Figura 50. Envío de Tags al servidor. [13]</i> .....	41
<i>Figura 51. Guardando Tags del servidor [13]</i> .....	42
<i>Figura 52. Guardando cambios del OptoOPCServer [13]</i> .....	42
<i>Figura 53. Ubicación del Archivo de los Tags. [13]</i> .....	43
<i>Figura 54. Actualizando Servidor [13]</i> .....	43
<i>Figura 55. Localización del Servidor. [13]</i> .....	43
<i>Figura 56. Verificación de subida de base de datos al servidor. [13]</i> .....	44
<i>Figura 57. Creando un Proyecto en LabVIEW [13]</i> .....	44
<i>Figura 58. Selección de Cliente OPC [13]</i> .....	45
<i>Figura 59. Selección del Servidor Opto22OPCServer [13]</i> .....	45
<i>Figura 60. Creación de Librería [13]</i> .....	46
<i>Figura 61. Creación de Variables que manejará LabVIEW [13]</i> .....	46
<i>Figura 62. Ubicación de las Variables en el Servidor [13]</i> .....	47
<i>Figura 63. Selección de Tags del Servidor [13]</i> .....	47
<i>Figura 64. Cargar los Tags en el proyecto de LabVIEW [13]</i> .....	48
<i>Figura 65. Creando Nuevo VI en Project explorer. [13]</i> .....	48
<i>Figura 66. Inserción de las Variables compartidas al VI. [13]</i> .....	49
<i>Figura 67. HMI de supervisión del SNAP PAC. [13]</i> .....	49

## GLOSARIO

- **CIM.** (*Computer Integrated Manufacturing*). Sistema de Manufactura Integrada por Computador.
- **COM.** (*Component Object Model*). Modelo de Componentes de Objeto. Herramienta de Software Desarrollada por Microsoft Windows.
- **CRM.** (*Customer Relationship Management*). Administración de las Relaciones con el Cliente
- **DCS.** (*Distributed Control System*). Sistema de Control Distribuido.
- **DDE.** (*Dynamic Data Exchange*). Tecnología de Intercambio Dinámico de Datos.
- **ERP.** (*Enterprise Resource Planning*). Sistema de Planeación de Recursos de la Empresa.
- **GMAC.** Gestión de Mantenimiento asistida por Computador.
- **HMI.** (*Human Machine Interface*). Interfase Humano Máquina.
- **ISA.** (*International Society of Automation*). Sociedad Internacional de Automatización.
- **ISO.** (*International Organization for Standardization*). Organización Internacional de Estandarización.
- **LabVIEW.** (*Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench*). Lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones para instrumentación, automatización y control virtual
- **LAN.** (*Local Area Network*). Red de Area Local.
- **MCS.** (*Manufacturing Control System*). Sistema de Control de Manufactura.
- **MES.** (*Manufacturing Execution System*). Sistema de Ejecución de Manufactura.
- **MMI.** (*Man Machine Interface*). Interfase Hombre Máquina.
- **MODULO I/O.** Módulo con Canales de Entrada y Canales de Salida para monitoreo y manipulación de instrumentación de proceso.
- **NIST.** (*National Institute of Standards and Technology*). Instituto Nacional de Estándares y Tecnología

- **OLE.** (*Object Linking and Embeeding*). Vinculación e Inserción de Objetos. Herramienta de Microsoft que permite a las aplicaciones leer y escribir valores de proceso y que los datos sean compartidos fácilmente en una red de PC's.
- **OPC.** (*OLE for Process Control*). Es un estándar abierto para compartir datos entre dispositivos de campo y aplicaciones de PC, basado en OLE de Microsoft.
- **OPTO22.** Compañía de fabricación que se especializa en los productos del hardware y de software para automatización industrial.
- **PC.** (*Personal Computer*). Computador Personal.
- **PAC.** (*Programmable Automation Controller*). Controlador Programable de Automatización, versión SNAP desarrollado por OPTO22.
- **PLC.** (*Programmable Logic Controller*). Controlador Lógico Programable.
- **PLM.** (*Product Lifecycle Management*). Administración del Ciclo de Vida del Producto
- **P&ID.** Diagrama de Proceso e Instrumentación. Estandarizado bajo la Norma ISA / ANSI S5.1 / 84.
- **RTU.** (*Remote Terminal Unit*). Unidad Terminal Remota.
- **SCADA.** (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Sistema de Supervisión de Control y Adquisición de Datos.
- **SCM.** (*Supply Chain Management*). Administración de la Cadena de Suministros.
- **TCP/IP.** (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet

# **OBJETIVOS**

## **OBJETIVO GENERAL**

- Implementar LabView como sistema SCADA para la arquitectura de control Opto 22, mediante una aplicación OPC.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar una práctica de laboratorio que permita utilizar la aplicación OPC como protocolo de comunicación entre 2 sistemas de control de diferente fabricante(LabView-Opto 22).
- Implementar LabView como sistema SCADA para la arquitectura de control Opto 22, mediante una aplicación OPC.
- Realizar una interfaz gráfica para monitorear y controlar el módulo SNAP-PAC desde LabView.

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** IMPLEMENTACIÓN DE LABVIEW COMO SISTEMA SCADA PARA LA ARQUITECTURA DE CONTROL SNAC PAC OPTO 22, MEDIANTE UNA APLICACIÓN OPC.

**AUTORES:** CRISTIAN DAVID ACEVEDO LARA  
RODRIGO ALONSO RUEDA BLANCO

**FACULTAD:** ESP. EN CONTROL E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL

**DIRECTOR:** JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

### **RESUMEN**

Implementación del software LabVIEW como sistema SCADA para la arquitectura de control SNAP PAC Learning Center de OPTO22, utilizando el protocolo industrial OPC; para lo cual se desarrolla: La Fundamentación Teórica del Proyecto que involucra el análisis del modelo CIM en sus niveles de Instrumentación, control y SCADA, así mismo, los protocolos de comunicación más usados en éstos niveles, haciendo énfasis en el protocolo OPC. También se aportan las definiciones básicas de LabVIEW y OPTO22 con sus funcionalidades para dicho protocolo. El desarrollo del proyecto se plasma paso a paso exponiendo el procedimiento para llevar a cabo la comunicación. Finalmente se plantean a manera de conclusiones, los hallazgos del trabajo y algunas recomendaciones a tener en cuenta al momento de implementar la comunicación.

**PALABRAS CLAVE:** LabVIEW, OPTO22, SNAP PAC Learning Center, Modelo CIM, SCADA, OPC.

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **ABSTRACT OF THESIS PROJECT**

**TITLE:** LABVIEW SOFTWARE IMPLEMENTATION AND SCADA SYSTEM FOR THE CONTROL ARCHITECTURE SNAP PAC OPTO22 USING THE OPC INDUSTRIAL PROTOCOL

**AUTHORS:** CRISTIAN DAVID ACEVEDO LARA  
RODRIGO ALONSO RUEDA BLANCO

**DEPARTMENT:** SP. CONTROL AND INDUSTRIAL INSTRUMENTATION

**DIRECTOR:** JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA

### **ABSTRACT**

LabVIEW software implementation and SCADA system for the control architecture SNAP PAC Learning Center Opto22 using the OPC Industrial Protocol, for which it develops: the theoretical foundation of project that involves the analysis of the CIM model in their levels of instrumentation, control and SCADA, likewise, more communication protocols used in these levels, emphasizing the OPC protocol. Also provide basic definitions for Opto22 and LabVIEW with functions for that protocol. The project development is reflected exposing the step by step procedure for carrying out the communication. Finally arise by way of conclusions, findings and recommendations of work to keep in mind when implementing communication.

**KEYWORDS:** LabVIEW, OPTO22, SNAP PAC Learning Center, CIM model, SCADA, OPC.

**V° B° THESIS DIRECTOR**

# INTRODUCCIÓN

Uno de los elementos fundamentales que poseen las empresas del mundo moderno es la información. Esta debe ser concreta, concisa y oportuna, sin importar el dispositivo de procedencia; por ésta razón el proceso de integración juega un papel fundamental para garantizar el correcto manejo de dicha información, de lo que depende hoy en día el rendimiento, la productividad, la competitividad y la permanencia de las empresas e industrias en el mundo moderno.

En las últimas décadas, los avances en el área de la automatización han centrado sus esfuerzos en optimizar los procesos de producción y la seguridad en las organizaciones, por medio de la integración de los niveles de Instrumentación y control, con los sistemas tecnológicos de gestión empresarial, a través de los sistemas SCADA. Éste enfoque permite una gran variedad de aplicaciones, entre las que se destaca el modelo de Manufactura Integrada por Computador (CIM - Computer Integrated Manufacturing), el cual enlaza los procesos de producción (diseño, ingeniería y fabricación), con los de gestión de la empresa (planeación y administración).

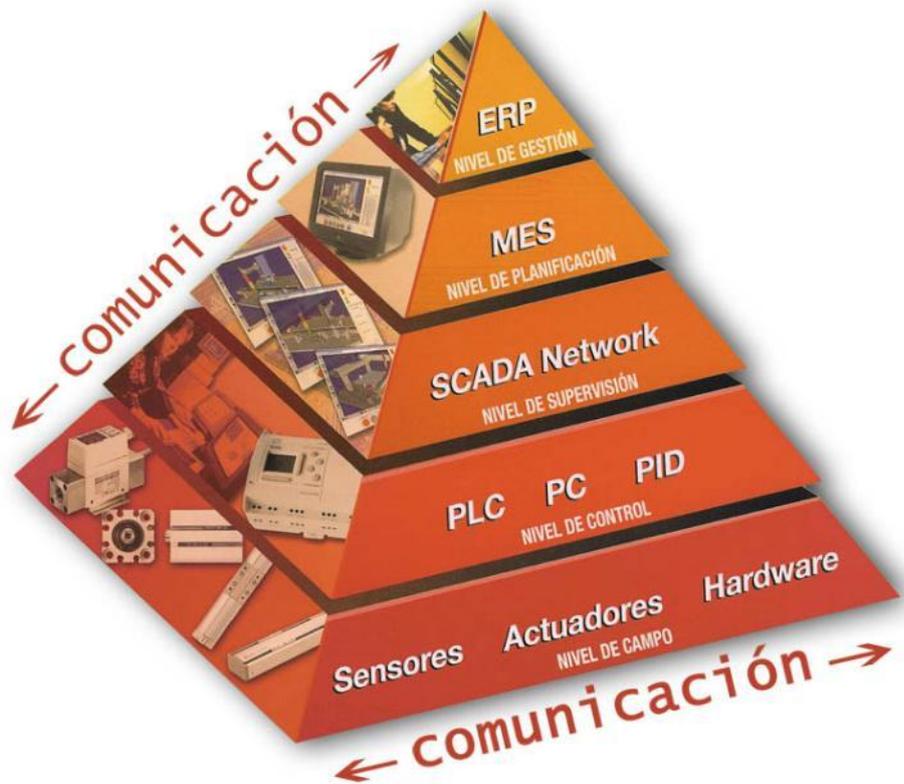
Los procesos de modernización en los sistemas productivos, normalmente involucran la necesidad de la adquisición de aplicaciones SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) que regularmente "amarran" a una empresa con un solo fabricante, pues lo que normalmente se ofrece es una "solución llave en mano" o en paquete en la que el mismo fabricante del hardware industrial ofrece el software para comunicarse con los equipos y para llevar a cabo la integración, el monitoreo y el control. Una solución así suele ser muy costosa, y dificulta la integración de tecnologías de diferentes proveedores, o de equipos nuevos y viejos. Como una respuesta a este problema se propone la utilización del estándar OPC (OLE/COM for Process Control ) una tecnología de protocolos de alto nivel para el desarrollo de aplicaciones de software interoperable en sistemas distribuidos, para el monitoreo y control en plantas industriales, esto daría cabida a que equipos de diferentes fabricantes puedan trabajar sin que se presenten conflictos entre ellos y facilitando el que cada empresa cree aplicaciones de medición y control hechas a su medida, sin tener que depender de una sola casa fabricante de equipos y sin tener que pagar los altos costos que implica el licenciamiento de software industrial.

El propósito de ésta monografía es la realización de un pequeño estado del arte de la integración tecnológica entre los diferentes dispositivos y medios utilizados en la ciencia de la automatización como base fundamental del modelo de manufactura integrada por computador, realizando como aplicación práctica la implementación del Sistema SCADA de LabVIEW integrado con el sistema de control SNAP PAC de OPTO22, por medio del protocolo industrial OPC.

# 1. FUNDAMENTO TEÓRICO DEL PROYECTO

## 1.1. MODELO CIM

Para ubicarse un poco en los protocolos de comunicación existentes, es conveniente basarse en modelos preestablecidos y estandarizados, como el modelo CIM, el cual permite ubicar fácilmente el nivel de comunicación que se está empleando.



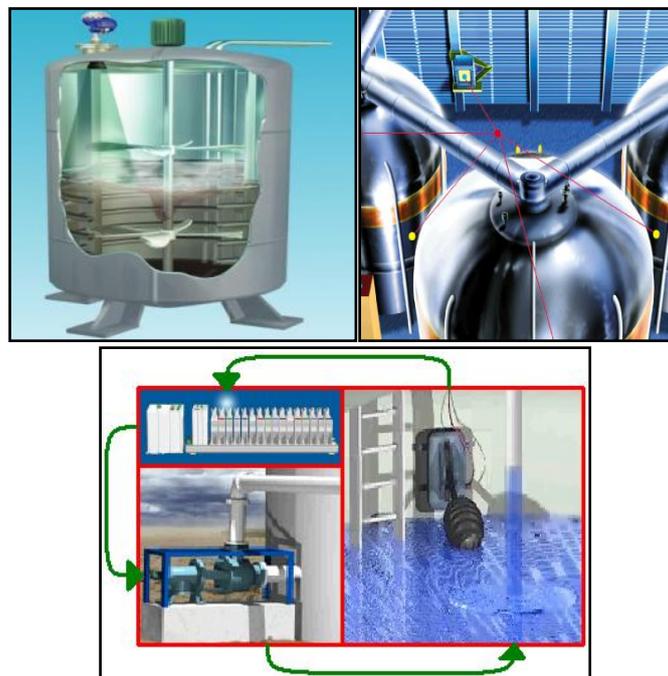
**Figura 1. Modelo Teórico CIM según NIST. [6]**

Este concepto responde a una estructura piramidal jerarquizada, produciéndose en la cúspide las decisiones de política empresarial. En el otro extremo, en la base, lo que se pretende es que las denominadas islas de automatización, mediante los autómatas programables, controladores locales, instrumentación inteligente, etc., se integren en un sistema de control jerarquizado y distribuido que permita la conversión de decisiones de política empresarial en operaciones de control de bajo nivel. [2]

El modelo de integración tecnológica propuesto por el CIM involucra el enlace del sistema SCADA con los niveles de Instrumentación y control.

### 1.1.1. Nivel de Proceso e Instrumentación.

Comprende el conjunto de subprocesos, instrumentos y maquinaria en general, con que se realizan las operaciones de producción en la empresa. En este nivel se adquieren las variables del proceso mediante sensores situados en él, y se actúa sobre él mediante elementos finales de control. Los sensores envían la información de las variables al nivel sistema de control, para que ejecute los algoritmos de control y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, envíe las órdenes oportunas a los actuadores. Por lo tanto, este nivel es el encargado de la comunicación de los diferentes controladores del nivel sistema de control con los dispositivos de campo. [1][2]



**Figura 2. Nivel de Proceso e Instrumentación. [1][3]**

Dentro de los aspectos más importantes a tener en cuenta en este nivel se tienen:

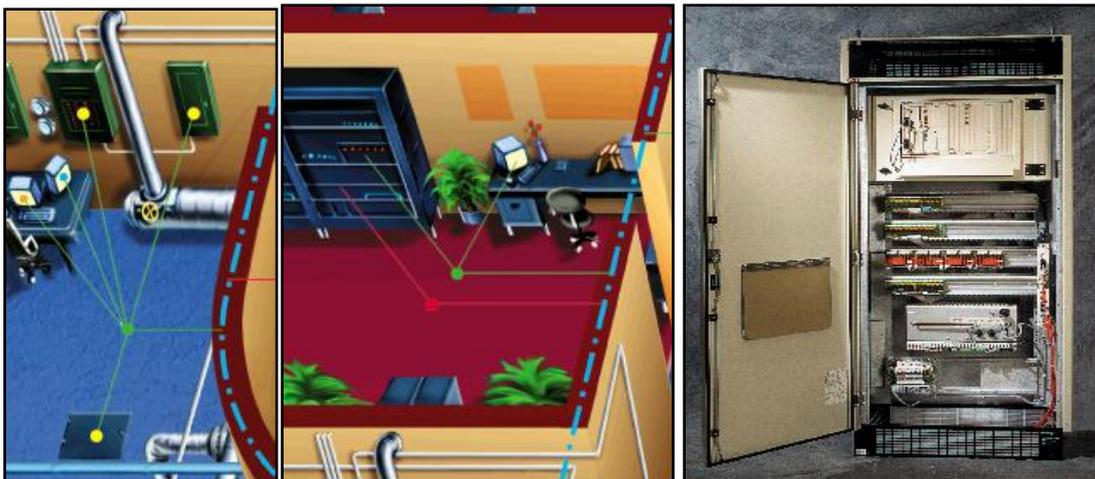
- Definición y características del proceso.
- Caracterización de variables de proceso (Tipo de variable, Sistema de unidades, rangos).
- Definición de lazos de control del proceso.
- Señalización estandarizada de instrumentos según la *ISA*, ya sea convencional (4 a 20mA), protocolo (RS-232), ó bus de campo (Fieldbus Foundation).
- Definición de instrumentación digital y analógica, de acuerdo a la variable y tipo de control.
- Selección del principio de medición de instrumentos acorde a las características de la variable y necesidades del proceso.

- Implementación de instrumentación mecánica de respaldo a los instrumentos electrónicos de variables críticas, en caso de fallo de energía.
- Identificación funcional de instrumentos y lazos de control, según norma ISA S5.1, en planta y en los diagramas P&ID.

### 1.1.2. Nivel Sistema de Control.

En este nivel se encuentran los Controladores Lógicos Programables (PLC's), Unidades Terminales Remotas (RTU's), Controladores Industriales, Sistemas de Control Distribuido (DCS) y demás dispositivos electrónicos de control. En suma, constituyen los elementos de mando y control de la maquinaria del nivel de proceso e instrumentación.

El presente nivel recibe y proporciona la información de actuación directa al nivel de proceso e instrumentación, y recibe y proporciona la información de estado al nivel sistema SCADA. [1][2]



**Figura 3. Nivel Sistema de Control. [1][8]**

Entre las funciones específicas de mayor relevancia de este nivel se tienen:

- Capturar y digitalizar las señales estándares provenientes del nivel de proceso e instrumentación.
- Ejecutar las cartas de programación, basadas en las estrategias de control del proceso.
- Convertir en señales estándares de instrumentación, la información digital producto de la ejecución de las cartas de programación.
- Mantener comunicación permanente con el nivel sistema SCADA, desde donde puede ser monitoreado y programada cada una de sus acciones.
- Garantizar la seguridad y el control del Proceso.

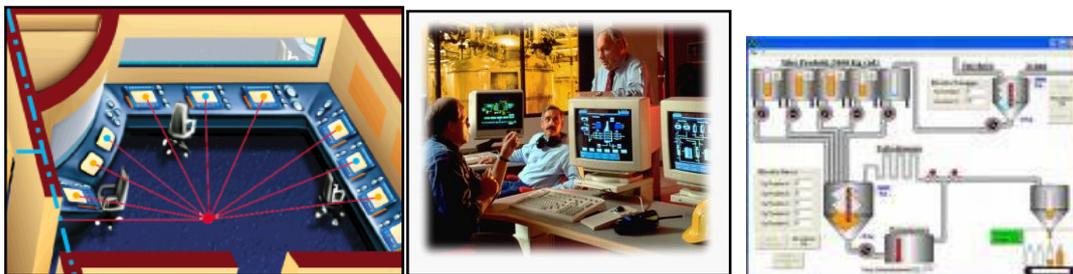
Dentro de las características de este nivel se pueden describir las siguientes:

- Dentro de su estructura básica cuenta con una *CPU*, *módulos I/O* con señalización estándar ISA para la comunicación con el nivel de proceso e instrumentación, y *módulos de comunicaciones* para la transferencia de información entre este nivel y el nivel sistema SCADA.
- Su arquitectura modular y abierta permite soportar la expansión de las variables de proceso de la planta y establecer comunicación con otros controladores de este mismo nivel.
- El sistema de acondicionamiento de señales debe garantizar el aislamiento eléctrico total entre las señales de control y potencia.

### 1.1.3. Nivel Sistema SCADA.

Es el nivel de supervisión y control. En este nivel, bien por medios humanos o informáticos, se realizan las siguientes tareas: Adquisición y tratamiento de datos, supervisión del control del proceso, control de obra en curso y gestión de alarmas y asistencias, entre otras. Dependiendo de la filosofía de control de la empresa, este nivel emite órdenes de ejecución al nivel sistema de control y recibe situaciones de estado de dicho nivel. Igualmente recibe los programas de producción, calidad, mantenimiento, etc., del nivel sistema MES y realimenta dicho nivel con las incidencias (estado de órdenes de trabajo, situación de máquinas, estado de la obra en curso, etc.) ocurridas en planta. [1][2]

Se da el nombre de SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition ó Control con Supervisión y Adquisición de Datos) a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo. [4]



**Figura 4. Nivel Sistema SCADA. [1][2]**

No se trata de un sistema de control, sino de una utilidad software de monitorización ó supervisión, que realiza la tarea de interfase entre el nivel sistema de control y el nivel sistema MES.

Los objetivos para que su implementación sea perfectamente aprovechada son los siguientes:

- Funcionalidad completa de manejo y visualización en sistema operativo Windows sobre cualquier PC estándar.
- Arquitectura abierta que permita combinaciones con aplicaciones estándar y de usuario, que permitan a los integradores crear soluciones de mando y supervisión optimizadas (*Active X* para ampliación de prestaciones, *OPC* para comunicaciones con terceros, *OLE-DB* para comunicación con bases de datos, lenguaje estándar integrado como Visual Basic o C).
- Sencillez de instalación, sin exigencias de hardware elevadas, fáciles de utilizar y con interfaces amigables con el usuario.
- Permitir la integración con las herramientas ofimáticas y de producción.
- Fácilmente configurable y escalable, debe ser capaz de crecer o adaptarse según las cambiantes necesidades de la empresa.
- Ser independiente del sector y la tecnología.
- Funciones de mando y supervisión integradas.
- Comunicaciones flexibles para poder comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).

La topología de un SCADA (su distribución física) variará adecuándose a las características de cada aplicación. Unos sistemas funcionarán bien en configuraciones de bus, otros en configuraciones de anillo. Unos necesitarán equipos redundantes debido a las características del proceso, etc. [4]

Todos los sistemas, de mayor o menor complejidad, orientados a los objetivos mencionados anteriormente, aparecen bajo uno de los nombres más habituales para definir esta relación:

**MMI** – Man Machine Interface – Interfase Hombre Máquina.

**HMI** – Human Machine Interface – Interfase Humano Máquina.

Un sistema SCADA, como herramienta de interfase humano máquina, comprende toda una serie de funciones y utilidades encaminadas a establecer una comunicación lo más clara posible entre el proceso y el operador.

## 1.2. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

En principio un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores.

### EVOLUCION DE LA INSTRUMENTACION (TIPOS DE SEÑALES Y REDES)

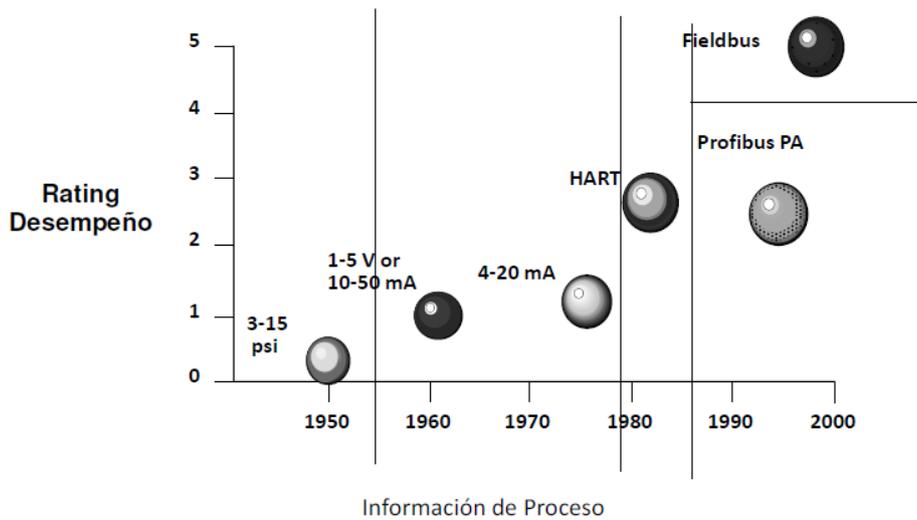


Figura 5. Evolución de la Instrumentación (Tipos de Señales y Redes) [5]

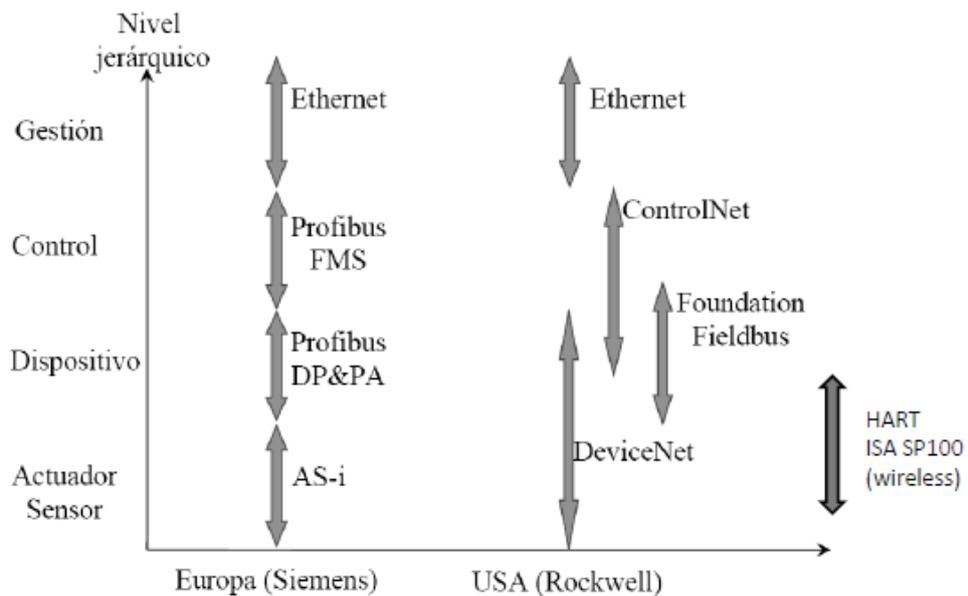
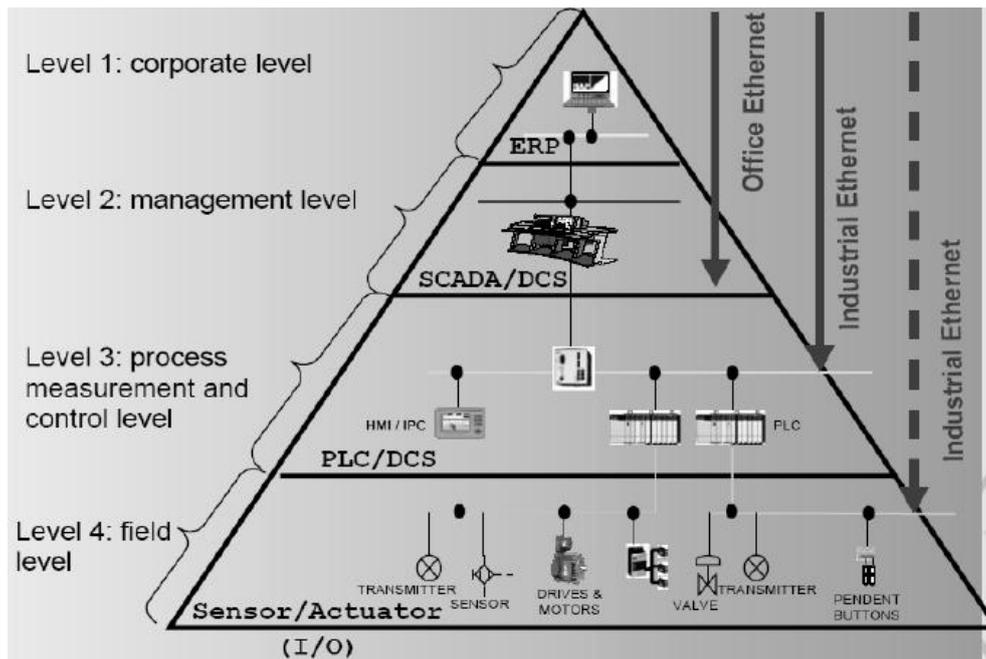


Figura 6. Resumen de Tipos de Redes y Aplicaciones en la Pirámide de Automatización [5]



**Figura 7 Clasificación de las Redes [5]**

Los protocolos de comunicación aplicados en la industria se pueden clasificar en:

- **SEÑALES DE INSTRUMENTOS (Nivel de Instrumentación y Control):**
  - TRADICIONALES: 4-20mA, Pulsos, mV y Resistencia.
  - ULTIMA TECNOLOGIA: HART, Profibus, Fieldbus e Inalámbricos
- **PROTOCOLOS DE EQUIPOS(Nivel Control y SCADA):**
  - MODBUS, TCP/IP, OPC
- **REDES DE CONTROL Y DATOS(Nivel MES y ERP):**
  - CSMA/CD: IEEE 802.3
  - TOKEN RING: IEEE 802.5
  - WIRELESS: IEEE802.11

En los protocolos de Equipos es donde se encuentra el protocolo OPC el cual es la base del desarrollo de éste proyecto. A continuación se exponen los protocolos de Equipos o mejor conocido como Tecnologías de comunicación entre aplicaciones.

## 1.3. TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN ENTRE APLICACIONES

### 1.3.1. Protocolo TCP/IP

**TCP/IP** son las siglas de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (en inglés *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), un sistema de protocolos que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail, y otros entre ordenadores que no pertenecen a la misma red.

El **Protocolo de Control de Transmisión (TCP)** permite a dos anfitriones establecer una conexión e intercambiar datos. El TCP garantiza la entrega de datos, es decir, que los datos no se pierdan durante la transmisión y también garantiza que los paquetes sean entregados en el mismo orden en el cual fueron enviados.

El **Protocolo de Internet (IP)** utiliza direcciones que son series de cuatro números octetos (byte) con un formato de punto decimal, por ejemplo: 69.5.163.59

Los [Protocolos de Aplicación](#) como HTTP y FTP se basan y utilizan TCP/IP.

### 1.3.2. Protocolo MODBUS TCP/IP

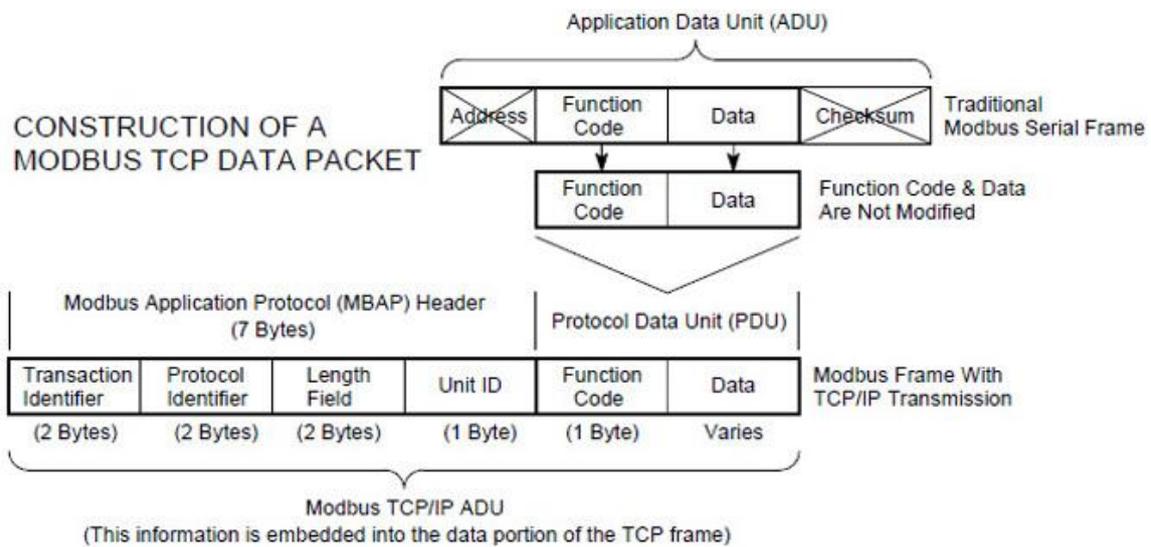
MODBUS TCP/IP es una variante o extensión del protocolo Modbus que permite utilizarlo sobre la capa de transporte TCP/IP. De este modo, Modbus-TCP se puede utilizar en Internet, de hecho, este fue uno de los objetivos que motivó su desarrollo (la especificación del protocolo se ha remitido a la IETF=Internet Engineering Task Force). En la práctica, un dispositivo instalado en Europa podría ser direccionado desde EEUU o cualquier otra parte del mundo.

MODBUS® TCP/IP se ha convertido en un estándar industrial de facto debido a su simplicidad, bajo coste, necesidades mínimas en cuanto a componentes de hardware, y sobre todo a que se trata de un protocolo abierto. En la actualidad hay cientos de dispositivos MODBUS® TCP/IP disponibles en el mercado. Se emplea para intercambiar información entre dispositivos, así como monitorizarlos y gestionarlos. También se emplea para la gestión de entradas/salidas distribuidas, siendo el protocolo más popular entre los fabricantes de este tipo de componentes.

La combinación de una red física versátil y escalable como Ethernet con el estándar universal de inter-redes TCP/IP y una representación de datos independiente de fabricante, como MODBUS®, proporciona una red abierta y accesible para el intercambio de datos de proceso.

El protocolo Modbus TCP/Modbus/TCP simplemente encapsula una trama Modbus en un segmento TCP. TCP proporciona un servicio orientado a conexión fiable, lo que significa que toda consulta espera una respuesta. Esta técnica de consulta/respuesta

encaja perfectamente con la naturaleza Maestro/Esclavo de Modbus, añadido a la ventaja del determinismo que las redes Ethernet conmutadas ofrecen a los usuarios en la industria. El empleo del protocolo abierto Modbus con TCP proporciona una solución para la gestión desde unos pocos a decenas de miles de nodos.



**Figura 8. Construcción de un paquete de datos Modbus TCP [5]**

Las prestaciones dependen básicamente de la red y el hardware. Si se usa MODBUS® TCP/IP sobre Internet, las prestaciones serán las correspondientes a tiempos de respuesta en Internet, que no siempre serán las deseables para un sistema de control. Sin embargo pueden ser suficientes para la comunicación destinada a depuración y mantenimiento, evitando así desplazamientos al lugar de la instalación. Si disponemos de una Intranet de altas prestaciones con conmutadores Ethernet de alta velocidad, la situación es totalmente diferente.

### 1.3.3. Protocolo OPC SERVER.

El estándar de intercambio de datos por excelencia se denomina OPC (OLE for Process Control). Es un estándar abierto de comunicaciones que permite un método fiable para acceder a los datos desde los dispositivos de campo. El método de acceso siempre es el mismo, sin depender del tipo y origen de los datos.

Se basa en la tecnología COM (Component Object Model), de Microsoft, que permite definir cualquier elemento de campo mediante sus propiedades, convirtiéndolo en una interface. De esta manera es posible conectar fácilmente cualquier elemento de campo con un servidor de datos local (COM), o remoto (DCOM).

## 1.4. PROTOCOLO OPC



*Figura 9. OPC Foundation [14]*

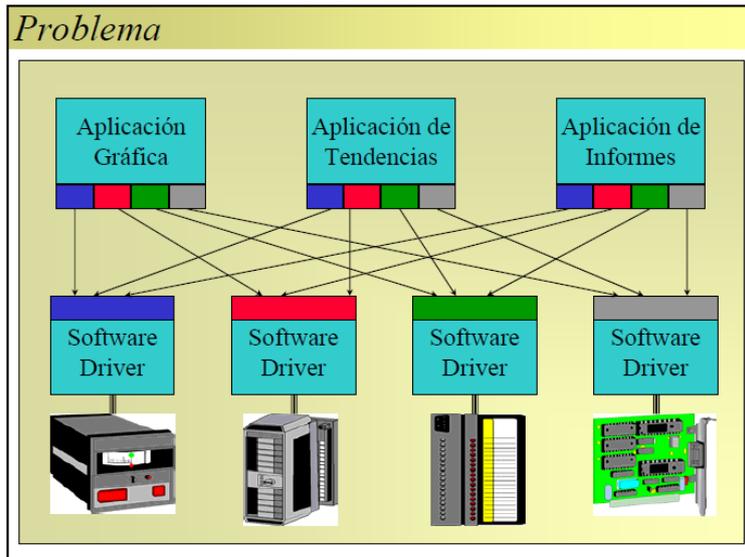
### 1.4.1 El porqué del OPC.

Los procesos de modernización en los sistemas productivos, normalmente involucran la necesidad de la adquisición de aplicaciones SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) que regularmente "amarran" a una empresa con un solo fabricante, pues lo que normalmente se ofrece es una "solución llave en mano" o en paquete en la que el mismo fabricante del hardware industrial ofrece el software para comunicarse con los equipos y para llevar a cabo la integración, el monitoreo y el control.

Una solución así suele ser muy costosa, y dificulta la integración de tecnologías de diferentes proveedores, o de equipos nuevos y viejos. Otro problema común de los sistemas SCADA es que no cumplen con todos los requerimientos que una empresa necesita, o por el contrario están sobredimensionados para lo que el usuario final requiere realmente, haciendo que este pague una gran suma de dinero por una cantidad de funcionalidades que nunca usará, incluso se pueden presentar problemas, cuando se piensa en que el sistema debe ser usado por usuarios no expertos, para los cuales el manejo de una herramienta grande y compleja puede ser muy difícil.

Una solución a estos problemas sería el desarrollo de sistemas de monitoreo y control propios, pero cuando se desarrollan aplicaciones distribuidas en ambientes industriales usando tecnologías tradicionales de programación, se encuentran problemas difíciles de sortear, debido a que cada fabricante ha creado de manera independiente sus propias aplicaciones para que los sistemas informáticos se comuniquen con sus equipos industriales y a que en general, el software y el hardware desarrollados por un fabricante no son fáciles de integrar con los de otro, pues no están obligados a hacer desarrollos compatibles con los desarrollos de la competencia.

Es común que también que un fabricante receloso de su propiedad intelectual, simplemente no revele los detalles de funcionamiento de sus equipos, dificultando con esto aun más el diseño de soluciones de automatización de plantas donde hay equipos de diferentes proveedores.

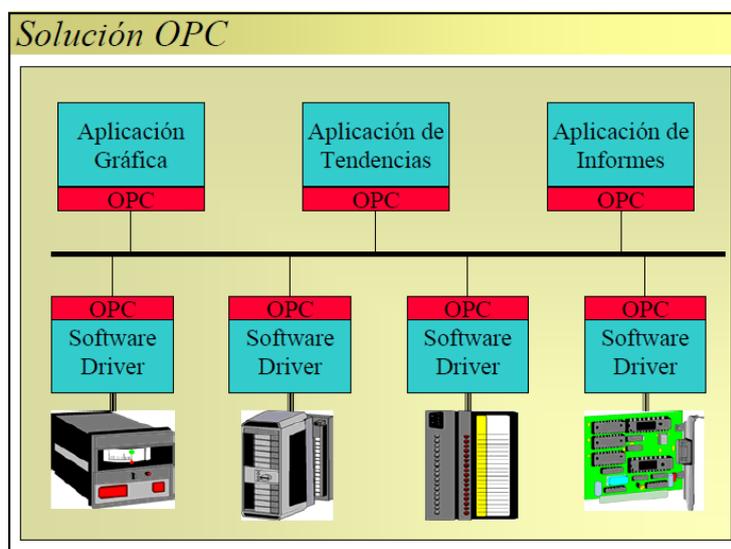


**Figura 10. Antes de OPC [5]**

Antes de OPC, cada dispositivo tenía que ser consultado por separado por cada aplicación, lo que significaba un gran trabajo en la implementación y una comunicación poco eficiente.

#### 1.4.2 Solución OPC

Como una respuesta a estos problemas se propone la utilización del estándar OPC (OLE/COM for Process Control ) una tecnología de protocolos de alto nivel para el desarrollo de aplicaciones de software interoperable en sistemas distribuidos, para el monitoreo y control en plantas industriales, esto daría cabida a que equipos de diferentes fabricantes puedan trabajar sin que se presenten conflictos entre ellos y facilitando el que cada empresa cree aplicaciones de medición y control hechas a su medida, sin tener que depender de una sola casa fabricante de equipos y sin tener que pagar los altos costos que implica el licenciamiento de software industrial.



**Figura 11. Antes de OPC [5]**

### **1.4.3 Funcionamiento**

Son las tecnologías OLE/COM (Object Linking and Embedding / Component Object Model) de Microsoft las que constituyen la base de la tecnología OPC, que es una arquitectura de Cliente- Servidor que brinda una muy buena plataforma para extraer datos de una fuente (en este caso un equipo Industrial) y a través de un servidor comunicarlos a cualquier aplicación cliente de manera estándar [OPC-Foundation (1998)]. Los fabricantes de hardware pueden desarrollar servidores optimizados para recoger datos de sus dispositivos [OPC-Foundation (1998)], dando al servidor una interfaz OPC que permite a cualquier cliente acceder a dichos dispositivos.

Para que un sistema como este pueda funcionar apropiadamente, el equipo industrial debe soportar la comunicación con un servidor OPC, este servidor, no es más que un programa ejecutándose localmente en el mismo computador donde corre la aplicación de monitoreo y control o remotamente en otro equipo que actúe servidor (computador o no), este se encarga funcionar como una pasarela de información (gateway) entre las aplicaciones de software de monitoreo y control y el equipo industrial haciendo que la comunicación sea totalmente transparente [OPCFoundation (1998)].

El estándar OPC consta de varias especificaciones que permiten la obtención y envío de datos en Tiempo Real (DA), Datos Históricos (HDA), Alarmas y Eventos (A&E), y varios otros menos utilizados.

### **1.4.4 Partes del Estándar OPC**

La arquitectura de una red que trabaja con el standard OPC siempre consta al menos de 3 partes.

a) Un dispositivo o aplicación (hardware o software) de cualquier marca o fabricante, el cual genera o contiene los datos que queremos obtener. Podemos estar hablando de un PLC, un DCS, una báscula, una Base de Datos, un fichero de Excel, un RTU, un Switch, un Router o cualquier otro hardware o software que contenga datos.

b) Un Servidor OPC específico para este Hardware o Software. Un Servidor OPC es un software que "conoce" el lenguaje propietario del Hardware o Software de dónde sacará los datos.

Hay Servidores OPC para las diferentes marcas de dispositivos (Siemens, Allen Bradley, Omron, GE, Schneider, Honeywell, Emerson, Yokogawa, ABB, etc.) además de Servidores OPC para Excel (DDE) para Bases de Datos (ODBC), para hardware informático (SNMP), para protocolos conocidos como Modbus o IEC o DNP3, entre muchos otros.

Normalmente cada fabricante vende su propio Servidor OPC pero existen empresas dedicadas a la conectividad industrial como MatrikonOPC que también venden Servidores OPC para todo este hardware o software.[12]

c) Un Cliente OPC. Un Cliente OPC es un software que tiene implementadas las especificaciones estándar y que puede comunicarse con cualquier Servidor OPC. Al ser OPC un protocolo abierto, cualquier Cliente OPC puede conectarse con cualquier Servidor OPC sin importar desarrolladores ni fabricantes.

Hay Clientes OPC para obtener datos en Tiempo Real (Cliente OPC DA) para obtener datos Históricos (Cliente OPC HDA), etc.

Un Cliente OPC puede ser una aplicación en Visual Basic, un SCADA ya que todos incorporan esta funcionalidad, una aplicación tipo LabVIEW, etc.

Cualquier programador puede hacerse su propio Cliente OPC ya que las especificaciones se pueden descargar de [www.opcfoundation.org](http://www.opcfoundation.org). [7]

#### 1.4.5 Tipos de Servidores OPC

Hay 4 tipos de Servidores OPC definidos por la Fundación OPC:

- **OPC DA Server** - Basado en la especificación OPC Data Access – Especialmente diseñado para transmisión de datos en Tiempo Real.
- **OPC HDA Server** – Basado en la especificación OPC Historical Data Access Provee a los Clientes OPC HDA con datos históricos.
- **OPC A&E Server** - Basado en la especificación OPC Alarms & Events Especialmente - Transfiere información de Alarmas y Eventos a Clientes OPC A&E.
- **OPC UA Server** – Basado en la especificación de Arquitectura Unificada (UA) - Basado en OPC UA es la especificación más reciente, Permite al OPC Server trabajar con cualquier tipo de dato.



**Figura 12. Partes estándar de OPC [12]**

#### **1.4.6 Comunicaciones OPC Cliente - OPC Servidor - (OPC DA Server, OPC HDA Server, OPC A&E Server)**

Los Servidores OPC utilizan la infraestructura COM/DCOM de Microsoft Windows como plataforma de intercambio de datos. Esto significa que un OPC Server debe ejecutarse en un Sistema Operativo Microsoft Windows. Un Servidor OPC puede soportar comunicaciones con múltiples Clientes OPC simultáneamente.

1.4.6.1 **OPC Server - Traducción de Datos/Mapeo.** La función principal de un Servidor OPC es la de traducir los datos provenientes de la Fuente de Datos en un protocolo propietario en el formato OPC para que sea compatible con una o varias Especificaciones OPC. (Ejemplo: OPC DA para datos de Tiempo Real). Las Especificaciones de la Fundación OPC solamente definen la comunicación OPC entre Servidor y Cliente OPC. La eficiencia y calidad de las comunicaciones entre el OPC Server y los dispositivos dependen únicamente del trabajo del desarrollador del OPC Server.

1.4.6.2 **Comunicaciones Servidor OPC - Fuente de Datos.** Los Servidores OPC se comunican con el protocolo nativo con las Fuentes de Datos como pueden ser: Dispositivos, controladores, aplicaciones, etc. La Fundación OPC no especifica la forma como un Servidor OPC debe comunicarse con una Fuente de Datos debido principalmente a la enorme variedad. Cada Dispositivo, controlador o aplicación diferente utiliza un protocolo o API diferente que incluso puede comunicar sobre distintos medios físicos (Serie RS485 o RS232, Ethernet, Wireless, etc.). Dos ejemplos comunes sobre la conectividad entre Servidores OPC y dispositivos son:

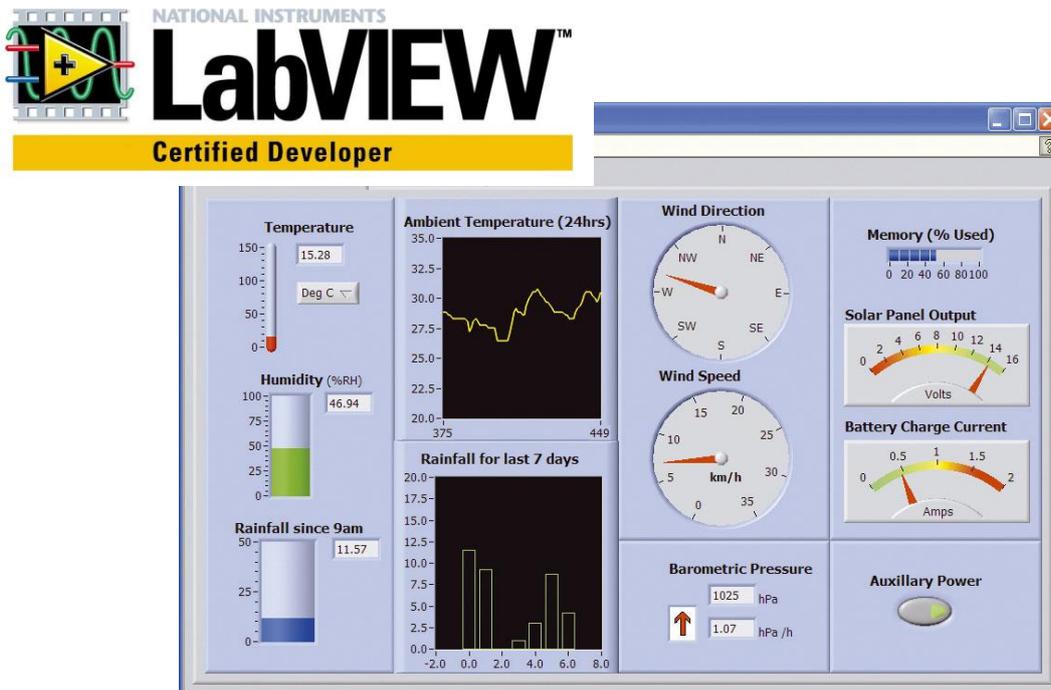
- A través de una Application Programming Interfase (API). Una aplicación para conectar de forma propietaria con una fuente de datos particulares.
- A través de un protocolo que puede o no ser propietario. (Ejemplo de protocolo propietario: ver MatrikonOPC Server for Honeywell TPS) (Ejemplo de protocolo abierto: ver MatrikonOPC Server for Modbus).

## 1.5 LABVIEW

En éste proyecto se utiliza LabVIEW como el sistema SCADA el cual se ubica en el tercer nivel del modelo CIM y desarrolla como funciones principales el monitoreo, control y visualización de HMI para el usuario final.

### 1.5.1 Qué es LabVIEW

**LabVIEW:** Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench.



**Figura 13. Ingreso a LabVIEW 8.6 [17]**

LabVIEW, de National Instruments es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones para instrumentación, automatización y control virtual, además es un entorno de desarrollo flexible que está diseñado para ayudar a que los ingenieros integren fácilmente muchos componentes distintos dentro de un sistema completo de monitoreo y control.

National Instruments (NI) es la empresa desarrolladora y propietaria de LabVIEW (1976 en Austin, Texas). NI comenzó el desarrollo de LabVIEW en 1983, lanzando su versión 1.0 en 1986.

Originalmente LabVIEW como herramienta de programación gráfica estaba orientada a aplicaciones de control de instrumentos electrónicos usadas en el desarrollo de sistemas de instrumentación. Por tal motivo los programas creados en LabVIEW reciben el nombre de Instrumentos Virtuales VIs (Virtual Instruments) con extensión .vi. [8]

El siguiente vínculo muestra como puede usar LabVIEW en diferentes aplicaciones sean de la academia o industrial. <http://www.ni.com/labview/whatis/esa/applications.htm>

### **1.5.2 LabVIEW como un Servidor OPC**

Con LabVIEW 8 y en versiones más actuales, usted puede publicar cualquier tipo de datos que tenga en un servidor nativo OPC utilizando una variable compartida. Usando este método, usted puede publicar cualquier dato que tenga en LabVIEW en cualquier aplicación que pueda actuar como Cliente OPC.

### **1.5.3 Agregando la Funcionalidad de Cliente OPC a LabVIEW**

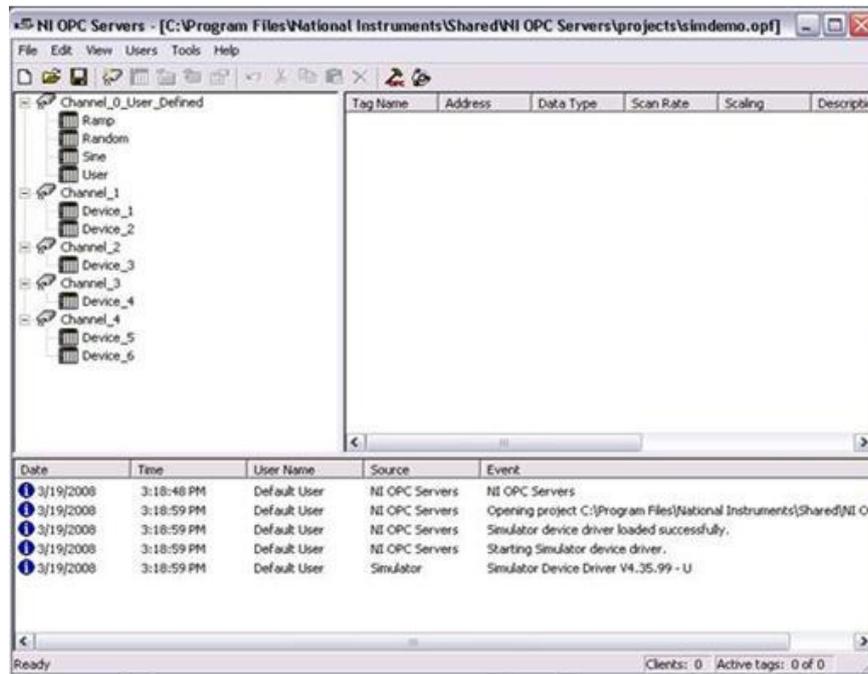
El Módulo de LabVIEW DSC extiende el ambiente de desarrollo gráfico LabVIEW con funcionalidad adicional para un rápido desarrollo de aplicaciones de medición distribuida, control y monitoreo de alta cuenta de canales. El Módulo DSC proporciona herramientas al ambiente LabVIEW, haciéndole fácil graficar los históricos de las tendencias en tiempo real, mejorar la seguridad en pantallas principales, tener acceso a datos automáticamente, así como agregar un sistema de alarma, escala y seguridad a la variable compartida. Adicionalmente, una de las mayores características que el modulo LabVIEW DSC proporciona, es la habilidad para LabVIEW de funcionar como un cliente OPC abierto, proporcionando una conectividad fácil con cualquier servidor implementando los fundamentos OPC a partir de la interface del servidor OPC. El Módulo DSC encuentra instalados a todos los servidores OPC y lee cualquier información disponible acerca de las capacidades del servidor y selecciona directamente del servidor. [9].

### **1.5.4 Formas de conectar LabVIEW A UN PLC**

Con el software de LabVIEW es posible programar cualquier controlador lógico programable (PLC) en una variedad de formas. OPC (OLE for Process Control) define el estándar para comunicar datos en tiempo real de la planta entre los dispositivos de control y las interfaces hombre-máquina (HMI). Los servidores OPC están disponibles virtualmente para todos los PLCs y para PACs (Programmable Automation Controller). Existe un tutorial donde aprenderá cómo usar LabVIEW para comunicarse con un PLC conectado utilizando un OPC. El módulo DSC (Datalogging and Supervisory Control) es utilizado en ése tutorial. A continuación se describen de forma resumida los pasos a seguir. Para más información diríjase al tutorial de NI. [10]

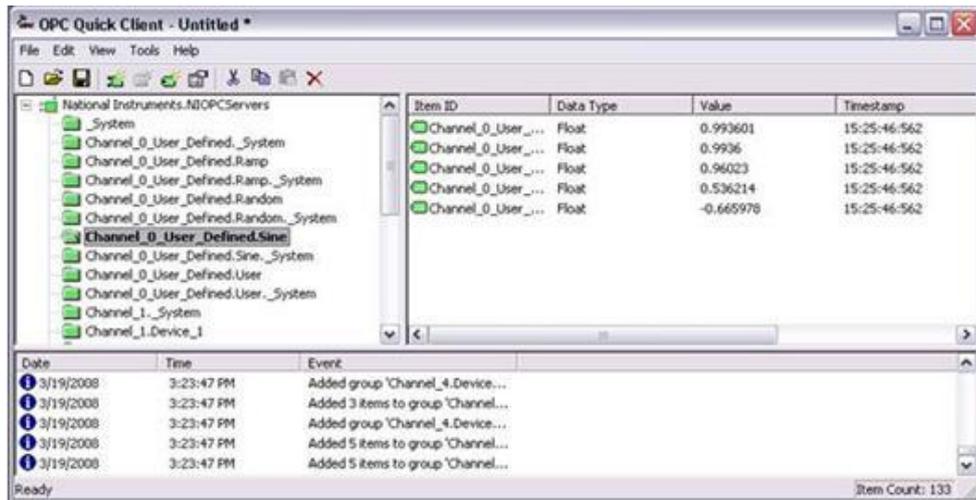
El primer paso es verificar los nombres de los PLC existentes en NI OPC Server.

1. Ingrese a NI OPC Servers seleccionando **Start » Programs » National Instruments » NI OPC Servers » NI OPC Servers**. Con NI OPC Servers usted puede crear, configurar y ver etiquetas que se asocian con su PLC.
2. NI OPC Servers debe abrirse con la simulación de un proyecto que ya ha sido creado y configurado en NI OPC Servers.



**Figura 14. PLC simulado en NI OPC Servers**

3. Observe las etiquetas Sine expandiendo **Channel\_0\_User\_Defined** y seleccionando **Sine**. Las etiquetas aparecen en la parte derecha de la ventana. Estas etiquetas, que están limitadas a los registros de los PLCs, son leídas en LabVIEW.
4. Verifique los datos de las etiquetas de los PLCs OPC
  - a. En NI OPC Servers, seleccione **Tools » Launch OPC Quick Client** para ingresar al OPC Quick Client, el cual se usa para ver los datos de las etiquetas del OPC.
  - b. Expanda el archivo **National Instruments.NIOPCServers** y seleccione **Channel\_0\_User\_Defined.Sine** para seleccionar el dispositivo a monitorear.
  - c. Note que todas las etiquetas Sine están ubicadas en la derecha y se actualizan con datos simulados, tal como se muestra en la Figura 14:

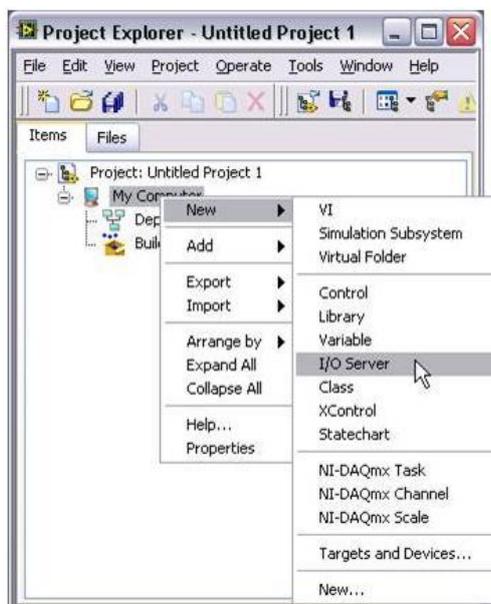


**Figura 15. NI OPC Quick Client desplegando etiquetas Sine OPC simuladas**

**Nota:** para una lista de dispositivos y drivers soportador por NI OPC, visite [ni.com/opc](http://ni.com/opc).

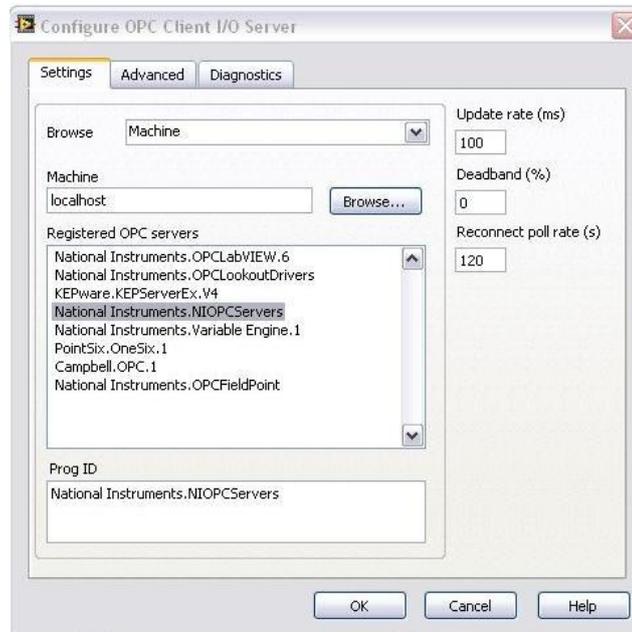
1.5.4.1 **Conecte LabVIEW al PLC utilizando un servidor I/O:** En esta sección. Se creará una interfaz en LabVIEW para las etiquetas (tags) OPC llamadas I/O Server. El I/O Server automáticamente actualiza LabVIEW con los valores de las etiquetas actuales en el rango que usted especifica.

1. La ventana de **Getting Started**. haga clic en **File » New Project** para abrir un Nuevo proyecto en LabVIEW.
2. En la ventana LabVIEW Project, haga clic derecho en **My Computer** y seleccione **New » I/O Server**, como se muestra en la figura 16:



**Figura 16. Creando un Nuevo Servidor I/O en LabVIEW Project.**

3. Seleccione OPC Client en la ventana Create New I/O Server y haga clic en Continue.
4. Seleccione National Instruments.NIOPCServers en el campo Registered OPC servers y ajuste Update rate (ms) a100. Esto crea una conexión de LabVIEW hacia las etiquetas del OPC, las cuales se actualizan cada 100 ms.



**Figura 17. Configurando OPC Client I/O Server**

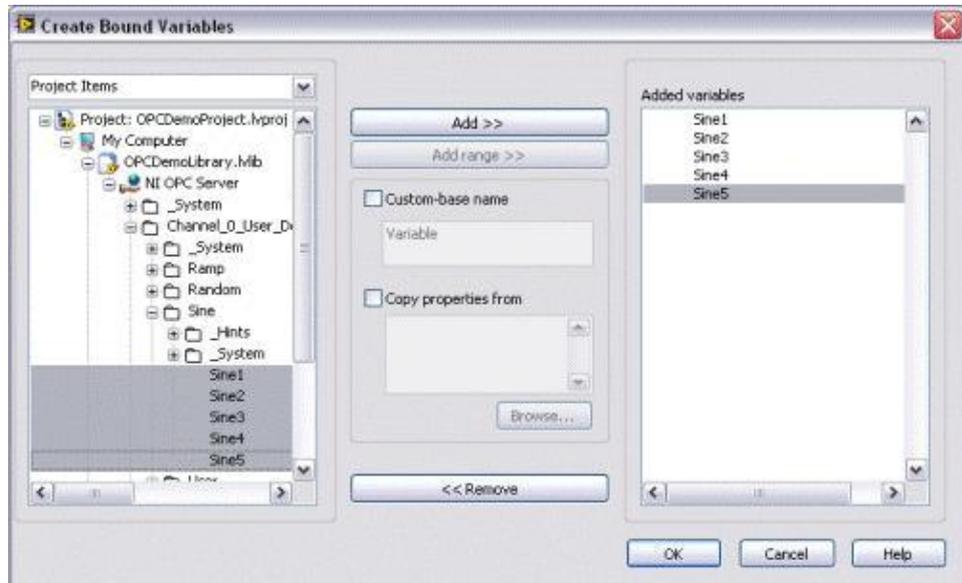
5. Seleccione **OK**. Una biblioteca se creará automáticamente en la ventana project explorer para manejar el I/O Server.
6. Guarde el proyecto como OPCDemoProject y la biblioteca como OPCDemoLibrary seleccionando **File » Save All** de la ventana Project Explorer.

#### 1.5.4.2 Crear variables compartidas que conectan las etiquetas OPC al I/O Server:

En esta sección, se crean las variables compartidas, las cuales están limitadas en las etiquetas del OPC, dándole el acceso nativo en LabVIEW a los datos del PLC. Con la variable compartida, usted puede compartir datos a través de los usos de LabVIEW en una sola computadora o a través de la red.

1. Cree nuevas variables compartidas para el uso del OPC del PLC
  - a) En la ventana LabVIEW Project, clic derecho en My Computer y seleccione **New » Library**, para crear una nueva biblioteca de variables compartidas, que son utilizadas para conectarlas a las etiquetas del OPC del PLC.

- b) Clic derecho en la nueva biblioteca y seleccione **Create Bound Variables...**
- c) En la ventana Create Bound Variables seleccione las etiquetas del OPC para atarlas a las variables compartidas buscando los datos Sine en el árbol del OPC server como se muestra en la Figura 18.



**Figura 18. Seleccionando las etiquetas del OPC para las variables compartidas.**

- d) Seleccione todos los objetos Sine y haga clic en **Add** y **OK** para crear las variables compartidas que están limitadas a las etiquetas del OPC del PLC y cargarlas dentro de Multiple Variable Editor.
  - e) En Multiple Variable Editor, seleccione **Done** para añadir las variables compartidas que fueron creadas anteriormente.
2. Guarde la nueva biblioteca como OPCItems.lvlib en la ventana del proyecto haciendo clic derecho en la biblioteca y seleccionando **Save As**.
  3. Despliegue las variables compartidas haciendo clic derecho en la biblioteca OPCItems y seleccionando **Deploy** para publicar las variables compartidas, hacerlas disponibles para otras redes, clientes OPC, y en [LabVIEW Real-Time PAC](#).

Ahora puede acceder a los datos nativos del PLC en LabVIEW por medio de las variables compartidas.

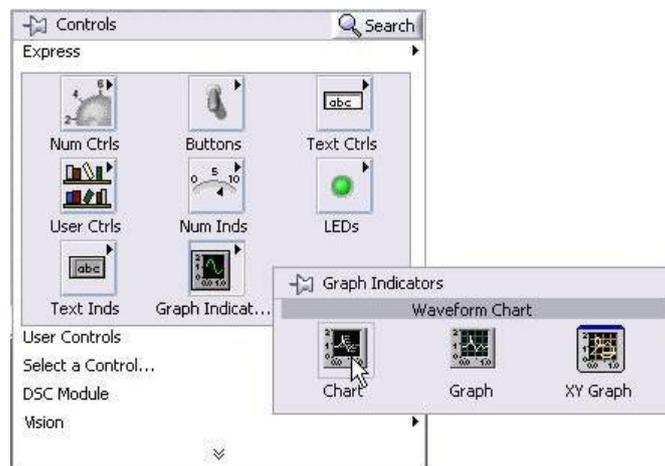
#### 1.5.4.3 Ver variables compartidas con Distributed System Manager

1. Desde Project Explorer, seleccione **Tools » Distributed System Manager** para abrir una ventana donde puede manejar sus variables compartidas en diferentes formas.

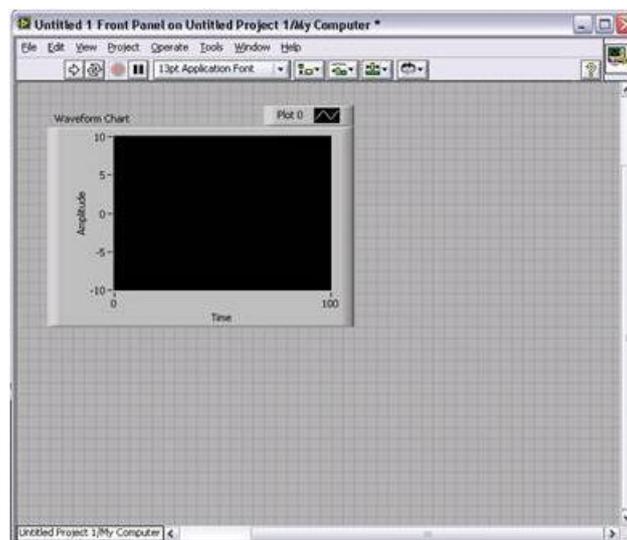
2. En el árbol Variable Manager, expanda localhost bajo la categoría de My Systems. Clic derecho en la biblioteca OPCItems, y seleccione watch list para desplegar las variables compartidas, donde se encuentran las etiquetas OPC del PLC.
3. Las variables compartidas se estarán actualizando con el dato seno simulado.

#### 1.5.4.4 Usando los datos del OPC en LabVIEW

1. Desde Proyecto Explorer, haga clic derecho en My Computer y seleccione **New » VI**. Para crear una interfaz de usuario y un código grafico ejecutable.
2. Seleccione **View » Controls Palette** seguido de **Express » Graph Indicators » Chart** y ubíquela en el panel frontal como se muestra en la figura 19.

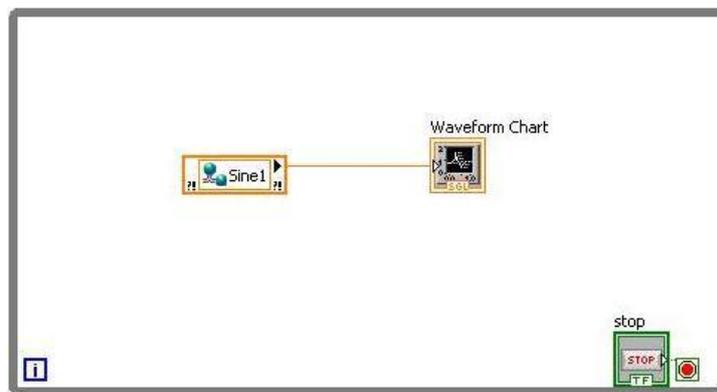


**Figura 19. Seleccione una Waveform Chart de la paleta Controls.**



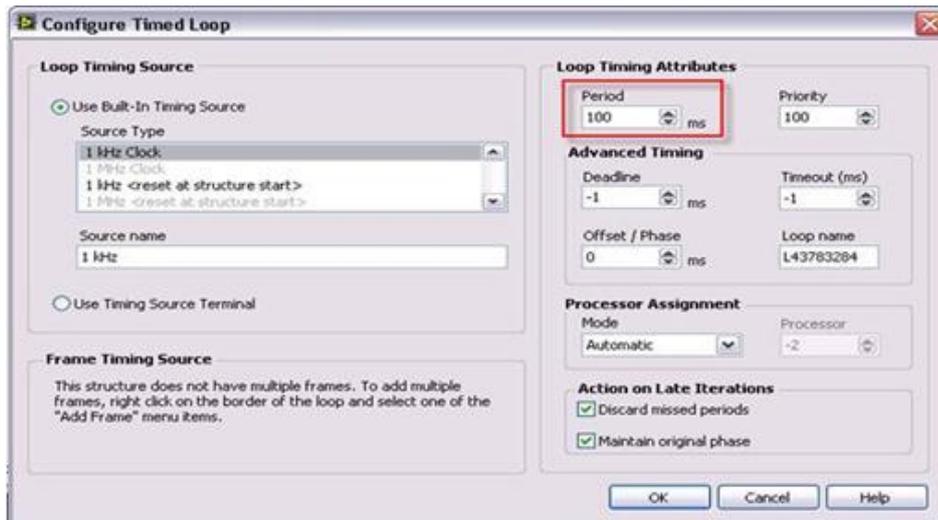
**Figura 20. Waveform Chart ubicada en el Panel frontal**

1. En la ventana del VI seleccione **Window » Show Block Diagram** o presione <Ctrl+E> para mostrar el diagrama de bloques.
2. En la ventana del proyecto, expanda la biblioteca **OPCItems** y seleccione la variable compartida **Sine1**.
3. Arrastre y suelte la variable compartida **Sine1** desde la ventana del proyecto hasta el diagrama de bloques
4. Cablee la variable compartida **Sine1** con la grafica **waveform chart**.
5. Introduzca un **While Loop** al diagrama de bloques abriendo **View » Functions Palette** y seleccionando **Express » Execution Control » While Loop**.
6. Usando el cursor del While Loop, posicione el While Loop alrededor de la variable compartida y la gráfica.



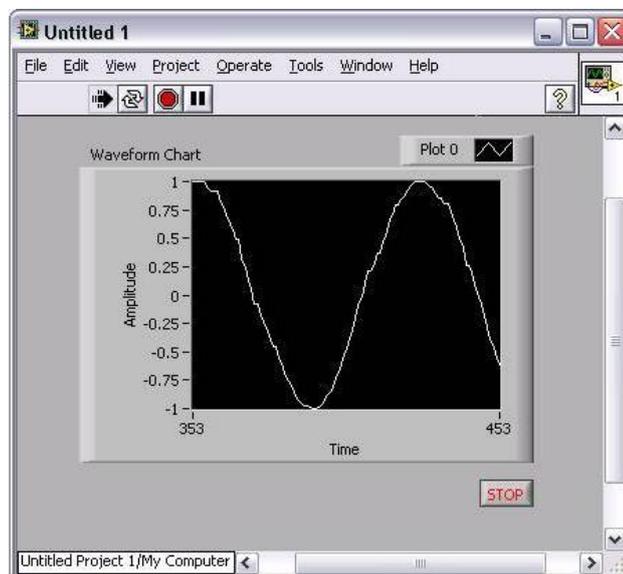
**Figura 21. While Loop alrededor de la Variable Compartida y de Waveform Chart**

9. Convierta el while loop en un timed loop haciendo clic derecho en **while loop** y seleccionando **Replace with Timed Loop**.
10. Para configurar el **Timed Loop**, doble clic en el nodo de entrada. Aparecerá la ventana **Configure Timed Loop**, ajuste el periodo **Period** a 100 ms seguido de ok.



**Figura 22. Ajuste el Período a 100 ms.**

11. Regrese al panel frontal seleccionando **Window » Show Front Panel** o presionando <Ctrl+E>.
12. Clic en el botón **Run** para ejecutar el VI.
13. Clic Close en la ventana Deploy... una vez que éste termine. Cuando la aplicación empieza a ejecutarse, usted observará la forma de onda seno Sine1 desplegada en la gráfica.



**Figura 23. Panel Frontal Completo – Desplegando un dato del PLC en una Waveform Chart**

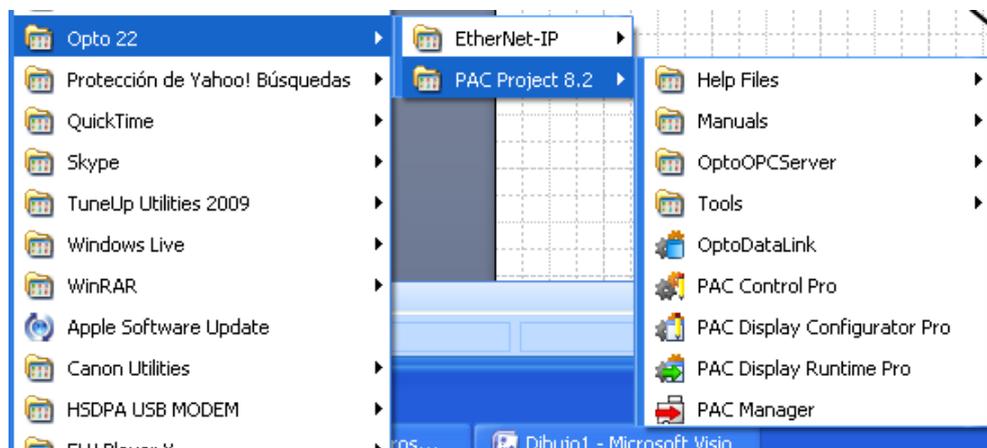
## 1.6 OPTO 22.

### 1.6.1 Que es OPTO 22

Es una empresa fabricante de productos de hardware y software para la automatización industrial, monitoreo remoto y adquisición de datos. Su nombre se ha creado debido a la fabricación de relés de estado sólido, y a los sistemas de entrada y salida como los controladores basados en la tecnología del sistema Ethernet.

Al hablar del software OPTO 22, tenemos que ver sus diferentes componentes para la realización del proceso de un sistema SCADA.

Este software esta enlazado con la nueva tecnología del PAC (Programmable Automation Controller, Controlador Programable de Automatización.)



**Figura 24. Paquetes del PAC PROJECT 8.2**

Este software está compuesto por la versión PAC PROJECT 8.2, que lleva incluido los paquetes como:

**OPTO OPC SERVER:** Es el software encargado de realizar las comunicaciones con diferentes tecnologías.

**PAC CONTROL PRO:** Encargado de realizar la estrategia de control y la configuración de las señales.

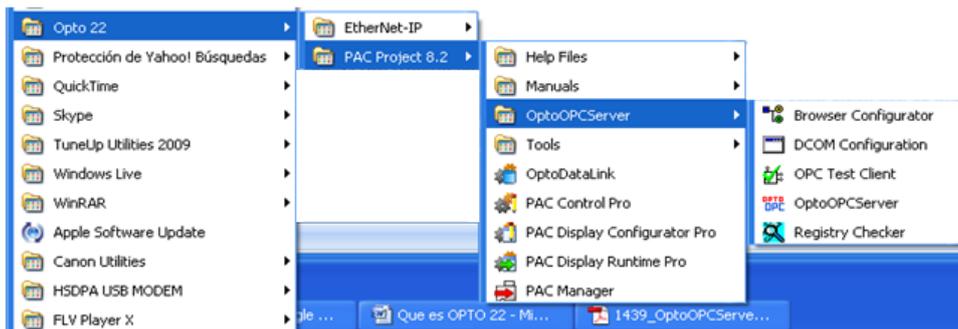
**PAC DISPLAY CONFIGURATOR PRO:** En este programa se diseña el HMI (Human Machin Interface), con el cual se maneja el proceso programado en el PAC CONTROL PRO.

**PAC DISPLAY RUNTIME PRO:** Es el software encargado de correr el HMI que ya se había diseñado en el PAC DISPLAY CONFIGURATOR PRO, aquí se vera en su totalidad el diseño del proceso en funcionamiento, monitoreando, adquiriendo datos y haciendo control.

**PAC MANAGER:** Este software se encarga de configurar las comunicaciones ya sean por Ethernet protocolo TCP/IP y también las comunicaciones por puerto serial.

### 1.6.2 Que es OPTO OPC SERVER.

El OPTO OPC SERVER actúa como un traductor de OPC, utilizando como equipos de adquisición de datos todos los controladores de la serie R y S, llevando las señales que toman de campo y las que está ejecutando el software y así compartir dicha cantidad de mensajes en un servidor general el cual se encarga de enlazar toda esta información a las diferentes tecnologías que se van a aplicar.



**Figura 25. Ubicación OptoOPCServer**

**BROWSER CONFIGURATOR.** Encargado de realizar la configuración de los puntos que se pondrán en el servidores OPC.

**OPC TEST CLIENT.** Dedicado para encontrar las configuraciones OPC SERVER que se han realizado en la red.

**OPTO OPC SERVER.** Con este software realizo la adquisición de las señales de los equipos enlazados en la tecnología OPC SERVER.



**Figura 26. Snap PAC Learning Center**

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO Y PRÁCTICA DE LABORATORIO

Para la aplicación práctica del proyecto se hizo necesaria la configuración de uno de los servidores disponibles de OPTO o LabVIEW. Para seleccionar dicho servidor, se realizaron pruebas con cada fabricante.

Las primeras pruebas se realizaron con NI OPC Server de National Instruments, tal como se explicó anteriormente en las *formas de conectar LabVIEW a un PLC*, debido a que se tiene una gran variedad de drivers de reconocidas marcas de la Industria, existe mayor facilidad de información y ejemplos explicativos donde muestra paso a paso como realizar la comunicación incluyendo las herramientas de manipulación de variables e históricos, entre otras.

El problema con NI OPC Server nace al revisar las listas de los fabricantes [11] con los cuales se puede entablar la comunicación OPC, en donde no aparece OPTO22.

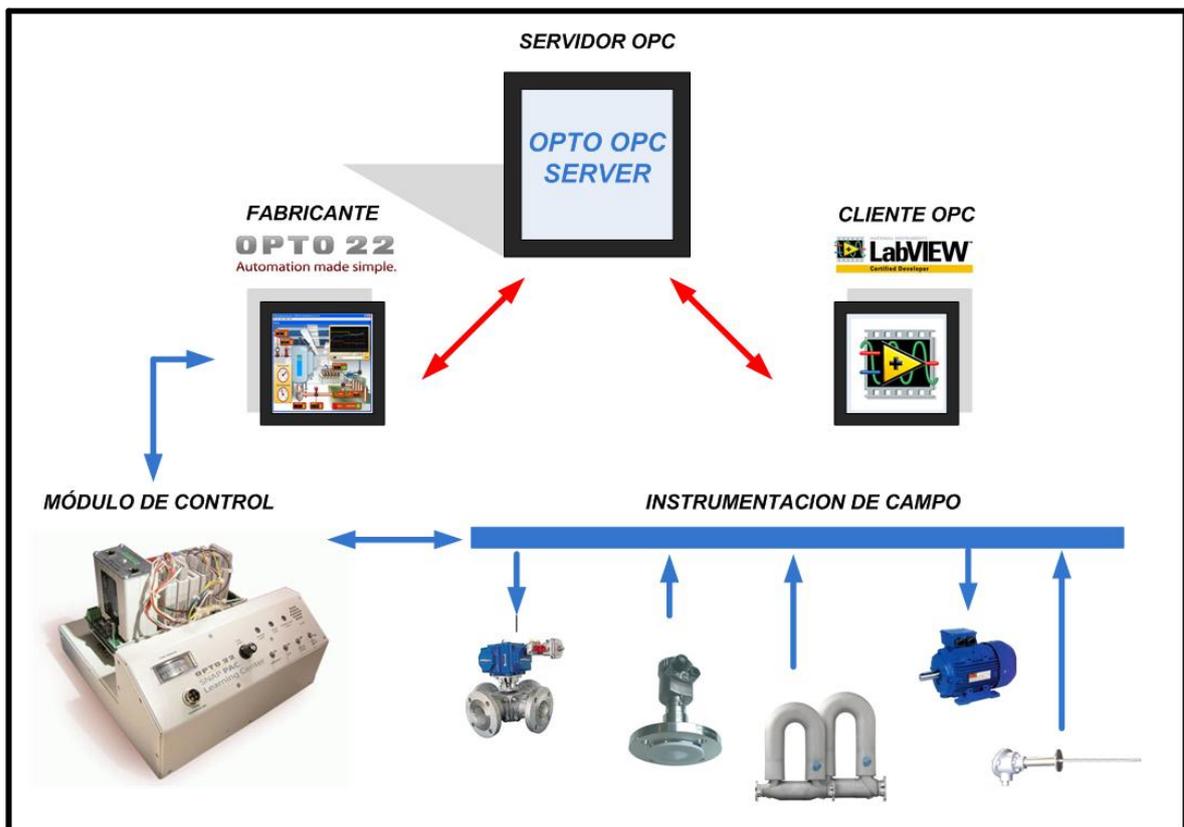
Realizando la investigación y consultas con Docentes, representantes de National Instruments en Colombia y algunos de Latinoamérica nos damos cuenta de que no se tienen datos que alguien haya hecho esta comunicación, puesto que no se había generado la necesidad y no ven considerable que se deban comunicar dos fabricantes que tengan la misma funcionalidad como SCADA.

Retomando nuestros objetivos, sabemos que éste proyecto es una aplicación hecha actualmente para la academia que permitirá relacionar por medio de una comunicación Industrial como el OPC, los dos sistemas SCADA's que posee actualmente la UPB y sus diferentes equipos de hardware.

La pregunta que nos hacemos es *¿Cómo se comunican con LabVIEW Los fabricantes y dispositivos que no estén en la lista de NI OPC Server y que sean de la OPC Foundation?*

Basando la configuración del Servidor OPC como un estándar ya establecido por la **OPC Foundation**, se asume que las características de los servidores de los diferentes fabricantes deben ser iguales en su forma más no necesariamente en su contenido, por tanto la solución no está en usar el **NI OPC SERVER**, ya que éste actualmente no tiene los drivers de comunicación con OPTO 22, la solución está en usar el Servidor **OptoOPCServer**.

Es decir implementamos a Opto22 como Servidor y usamos LabVIEW como Cliente OPC a través de los módulos DCS.



**Figura 27. Diagrama de Implementación del proyecto. [13]**

El desarrollo de la práctica, consta de varios pasos:

1. Configuración del Servidor OPC en Windows.
2. Configuración IP del SNAP PAC.
3. Configuración del Cerebro Controlador y Puntos de proceso.
4. Cargar variables al Opto OPC Server
5. Creación del proyecto en LabVIEW
6. Programación y Aplicación.

## 2.1 PASOS PARA CONFIGURAR EL SERVIDOR OPC EN WINDOWS

Usted debe verificar la configuración de DCOM de un servidor OPC local antes de conectar un cliente OPC, I/O Server con el servidor OPC. Se recomienda que configure el servidor OPC para funcionar como una identidad del **usuario interactivo**.

Siga los pasos siguientes para cambiar y verificar la identidad de la configuración para el servidor OPC.

Inicie sesión en Windows como administrador.

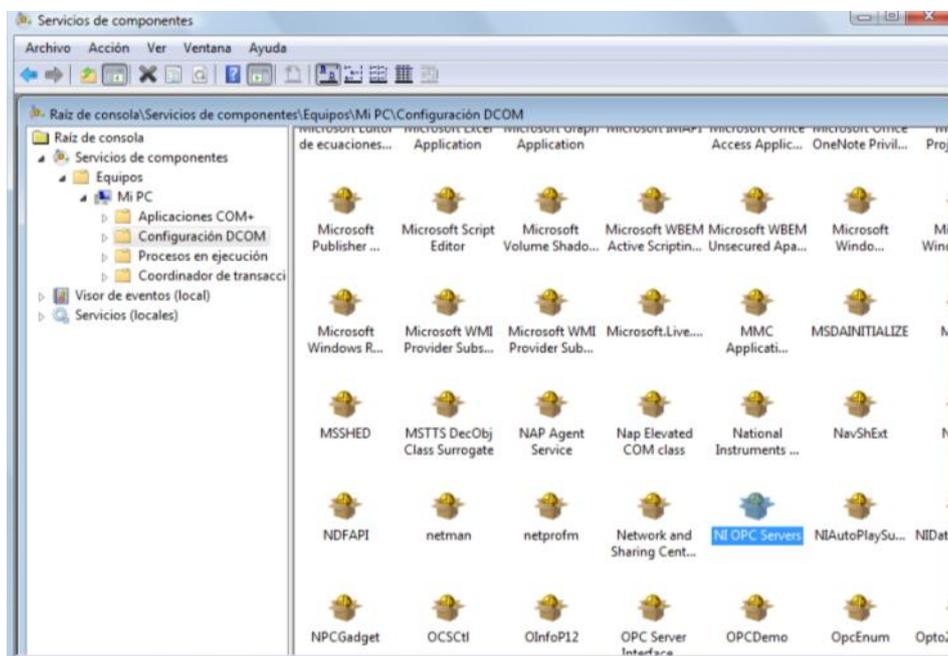
En el **Panel de control**, de Windows, vaya a la carpeta **Herramientas Administrativas**. Haga Doble clic en servicios de componentes de acceso directo para poner en marcha los servicios de utilidad de componentes.

También puede iniciar los servicios de utilidad de componentes seleccionando **Inicio>>Run**, entrando a **dcomcnfg** en el símbolo del sistema, y haciendo clic en el botón **Aceptar**.



**Figura 28. Ejecutar dcomcnfg [13]**

En la ventana Servicios de componentes, seleccione **Servicios de componentes »Equipos» Mi PC »Configuración de DCOM** del árbol de Raíz de la consola para mostrar la configuración de DCOM en el equipo.

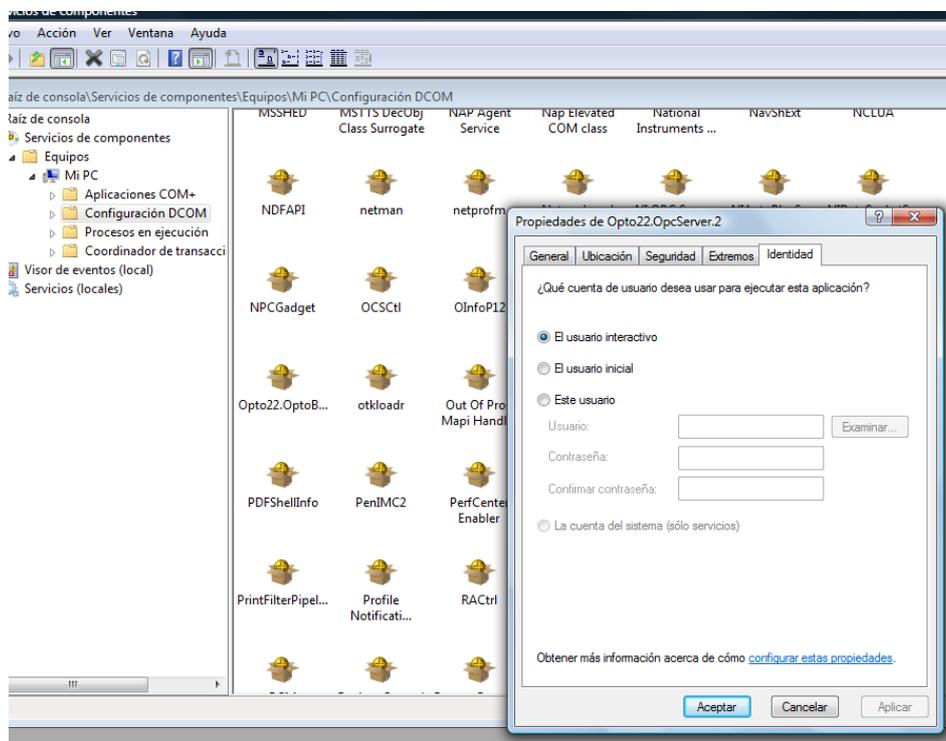


**Figura 29. Configuración DCOM [13]**

Haga clic en el servidor OPC ya instalado en el equipo y seleccione Propiedades desde el menú contextual para mostrar el cuadro de diálogo Propiedades. Si usted no puede

encontrar el servidor OPC en la lista de configuración de DCOM comuníquese con servicio al cliente del proveedor.

En la página de identidad, seleccione el botón de El **usuario interactivo**.

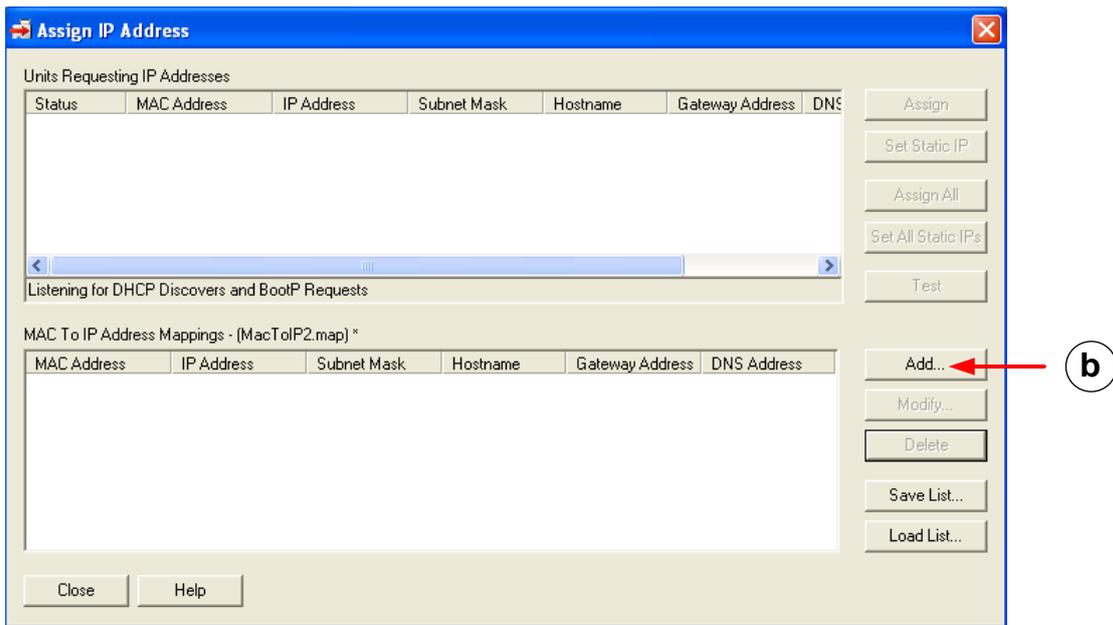


**Figura 30. Usuario Interactivo [13]**

Haga clic en el botón Aceptar para cerrar el cuadro de diálogo Propiedades. Usted debe reiniciar o redistribuir el servidor OPC para que el cambio surta efecto.

## 2.2 CONFIGURACIÓN IP del SNAP PAC

- Configuración dirección IP en controlador PAC R1.
  - a. Lo primero que se hace es tener un cable cruzado tipo UTP .
  - b. Luego se adjudica una direccion IP fija al computador que se esta utilizando con el fin de generar una pequeña red entre el computador y el Learning Center.
  - c. Luego vamos a INICIO, TODOS LOS PROGRAMAS, OPTO 22, PAC MANAGER.
  - d. Nos sale una ventana y alli vamos a la barra de menus en TOOLS y buscamos la opcion de Assing IP Address.
  - e. Por consiguiente nos sale una pantalla de estas características en la cual veremos al lado derecho un boton "Add" como se muestra en la figura b.



**Figura 31. Asignación de dirección IP[13]**

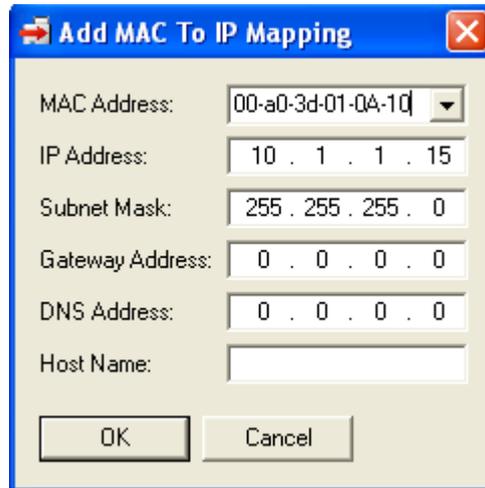
- f. Al pulsar uno de estos dos botones nos sale la siguiente ventana:
- Acá nosotros damos el dato de dirección MAC que trae el controlador SNAP PAC R1. Hay que tener en cuenta que como este equipo tiene doble puerto de red hay que tener cuidado cual es el puerto que vamos a configurar y cual el que vamos a conectar por lo tanto hay que ser muy cuidadosos con esto para no cometer errores. Por ahora solo tomamos el dato de Ethernet 1 que es con quien comenzaremos las pruebas.



**Figura 32. Asignando MAC de trabajo [13]**

- Entonces tomamos el dato de la dirección MAC.
- Luego damos la dirección IP que en este caso tiene que coincidir en los tres primeros números de la IP que asignamos fija a nuestro computador

y también muy importante la dirección de la máscara de sub red. Por consiguiente nuestra configuración quedara así.



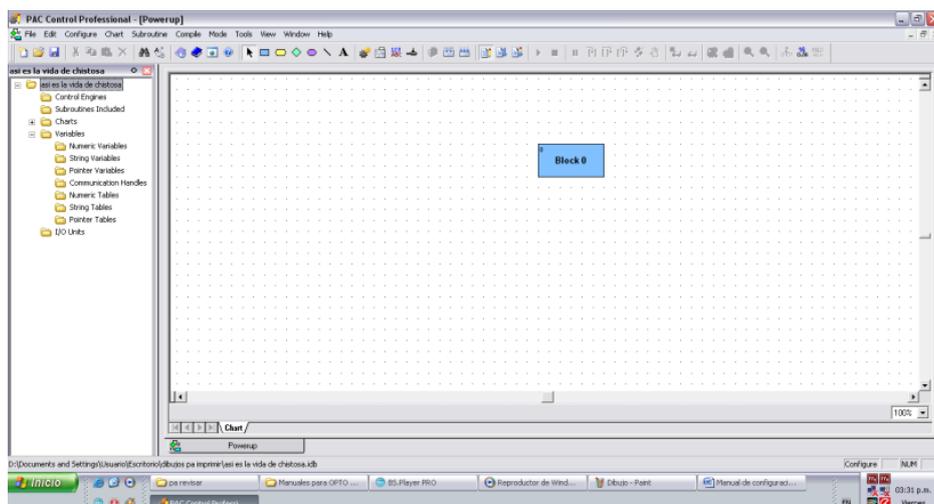
**Figura 33. Asignando dirección IP a la MAC [13]**

Esto es un ejemplo por lo tanto hay que respetar muy bien la parte de configuraciones de la dirección IP para todos estos casos.

Luego de asignada la dirección IP, se tendrá una red LAN entre el computador y el Learning PAC.

## 2.3 CONFIGURACIÓN DEL CEREBRO CONTROLADOR Y PUNTOS DEL PROCESO.

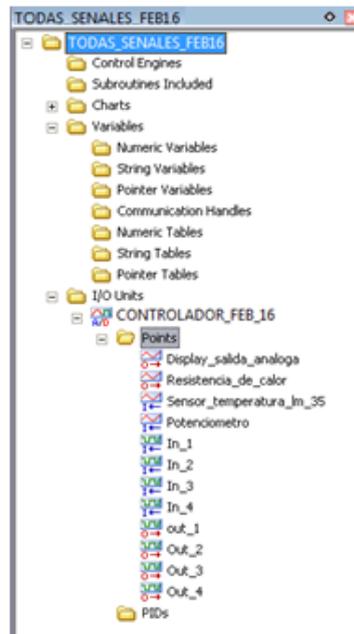
Ahora vamos a INICIO>>TODOS LOS PROGRAMAS>>OPTO 22>> PAC CONTROL .



**Figura 34. PAC Control Professional [13]**

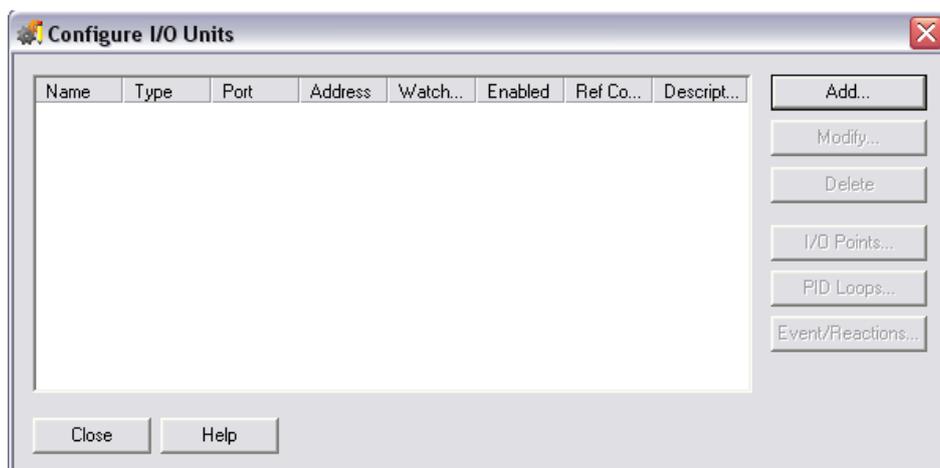
Este es el pantallazo de inicio del programa, ahora esta listo para realizar la programación del cerebro controlador y la programación de los I/O de campo que ya se tienen conectados al hardware de OPTO 22.

Para hacer la configuración de los I/O lo primero que debo hacer es ir a la ventana del lado izquierdo que tengo en el pac Project y buscar la carpeta I/O Units como lo señala la flecha.



**Figura 35. Carpeta I/O Units [13]**

Al dar doble clic, me aparecerá la siguiente ventana, es aquí donde realizo mi configuración, dando clic en el botón “Add”.



**Figura 36. Configuración I/O Units [13]**

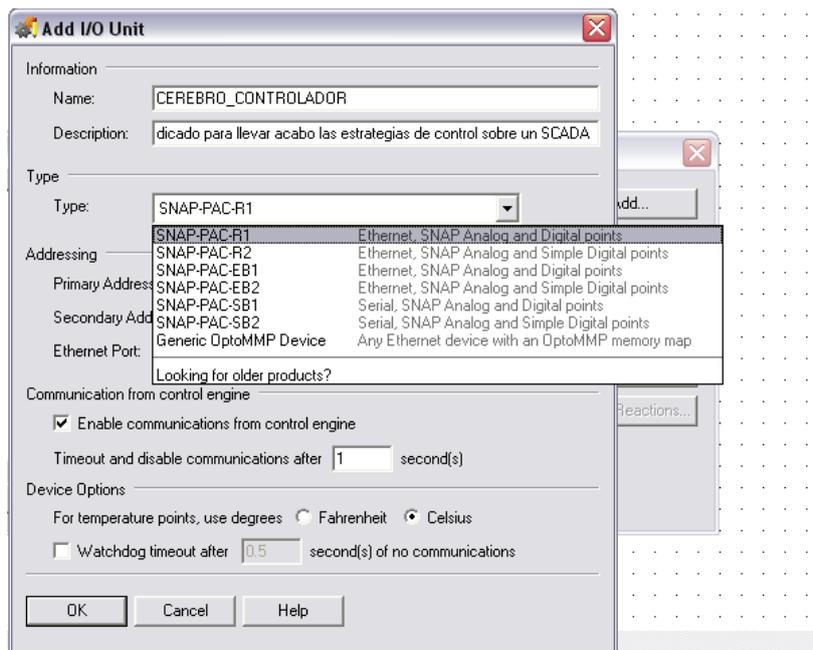
Luego de dar clic, estará presente esta ventana, la cual me permitirá hacer la configuración del cerebro controlador. Aquí podemos realizar la configuración de la

dirección IP, que se va a utilizar para hacer la supervisión y el control del proceso que se está desarrollando. Esta configuración de la dirección IP debe ser corroborada con el administrador de red del sitio donde se esté haciendo dicho montaje, debido a que puede interferir con la IP de algún equipo que ya esté trabajando.



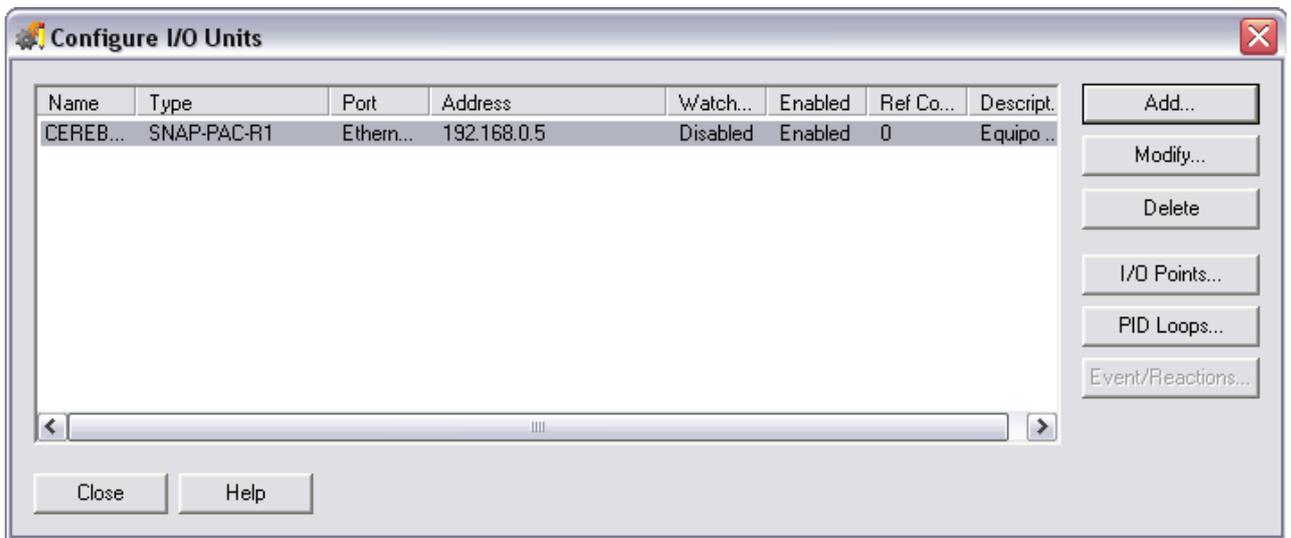
**Figura 37. Dirección IP del SNAP PAC R1 [13]**

Al escoger el tipo de controlador, por estar nosotros con el hardware del LEARNING CENTER, ya tenemos escogido el CONTROLADOR SNAP PAC R1.



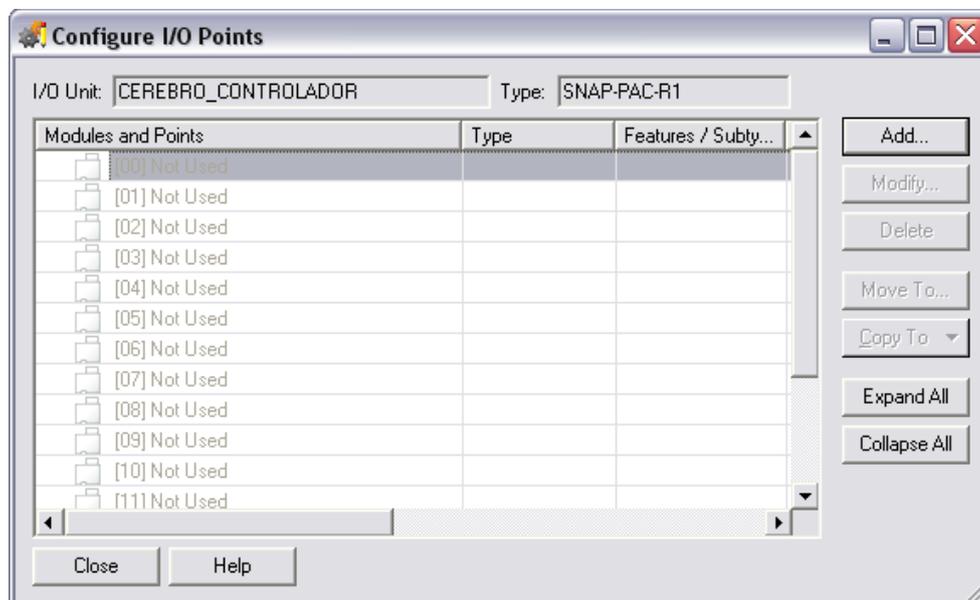
**Figura 38. Selección de tipo de SNAP PAC [13]**

Luego de haber hecho todas las configuraciones, y oprimir la tecla OK, nos quedara ya configurado el equipo de esta forma en esta ventana.



**Figura 39. Verificación de configuración del Equipo [13]**

Ahora oprimimos el botón I/O Points para configurar las señales que voy a utilizar de campo. Los siguientes cuadros nos muestran los diferentes módulos que tengo para hacer conexión de mis señales de entrada y salida de campo.



**Figura 40. Agregando los Módulos del SNAP PAC [13]**

Al realizar dicha configuración de las señales de entrada y salida, se observaran las siguientes ventanas donde se configuraran lo módulos que se necesitan para dicho proceso.

## SEÑALES DIGITALES DE ENTRADA

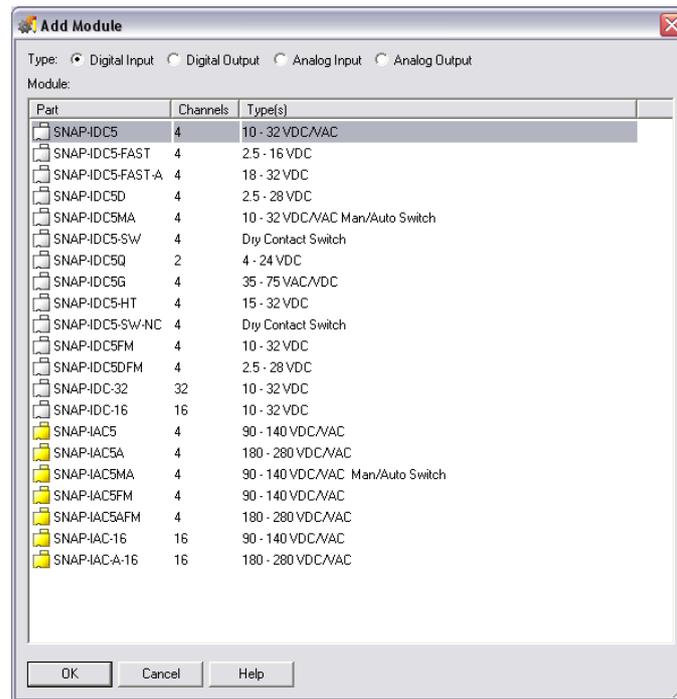


Figura 41. Módulos de Entradas Digitales [13]

## SEÑALES DIGITALES DE ENTRADA

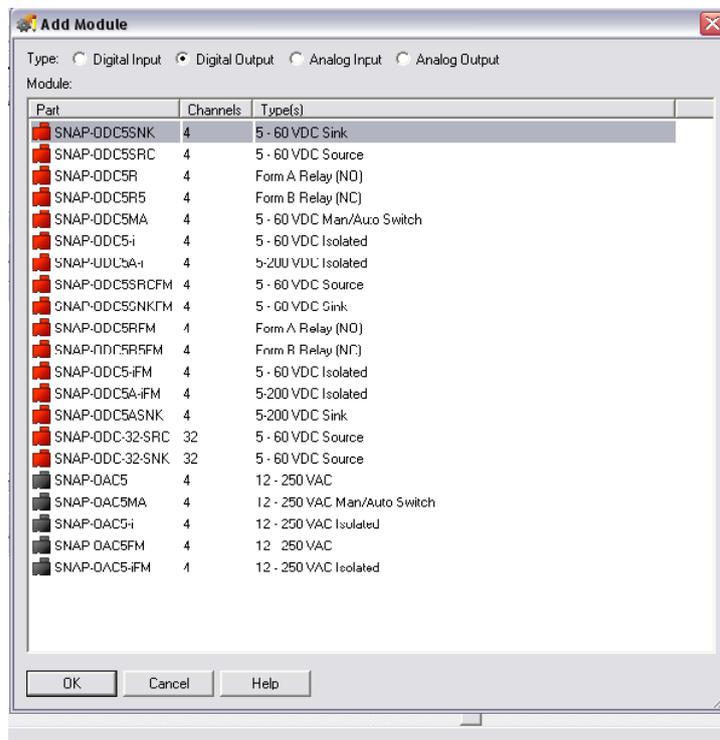


Figura 42. Módulos de salidas Digitales [13]

## SEÑALES ANALOGAS DE ENTRADA

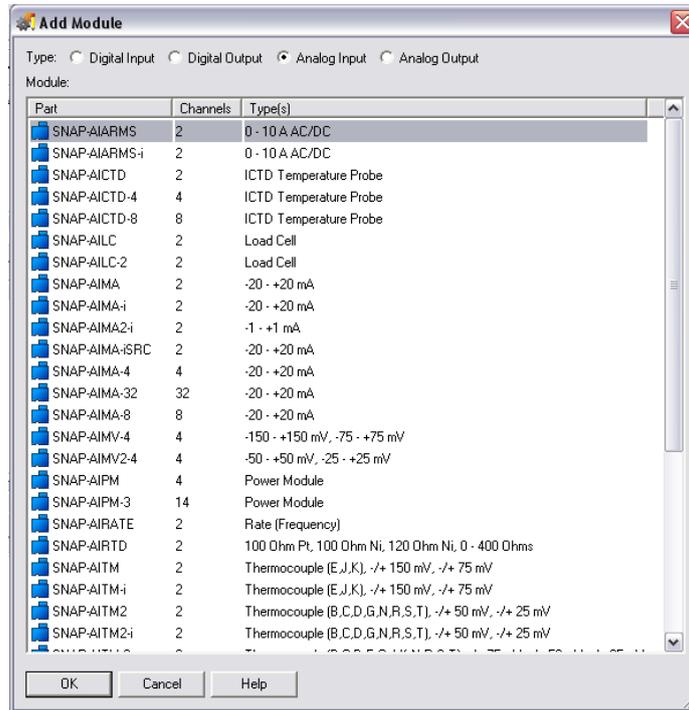


Figura 43. Módulos de Entradas análogas [13]

## SEÑALES ANALOGAS DE SALIDA

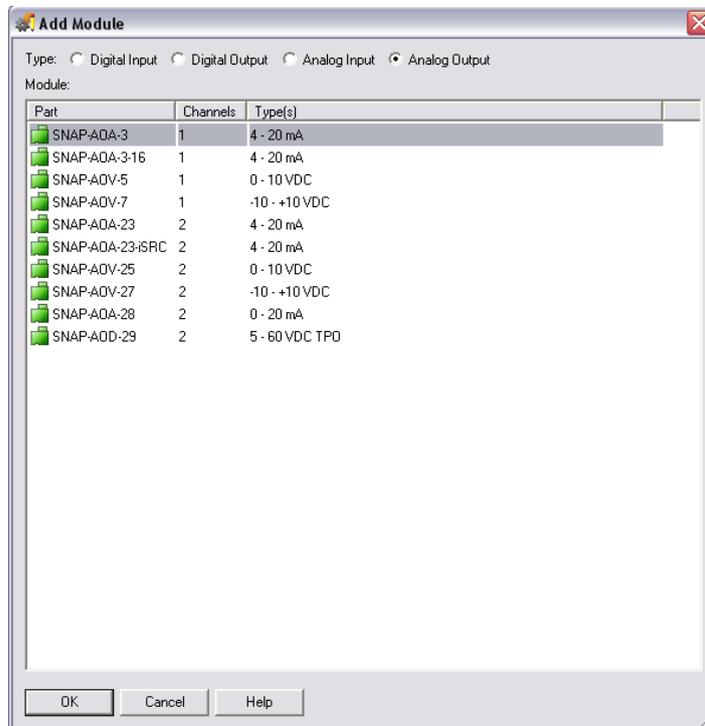


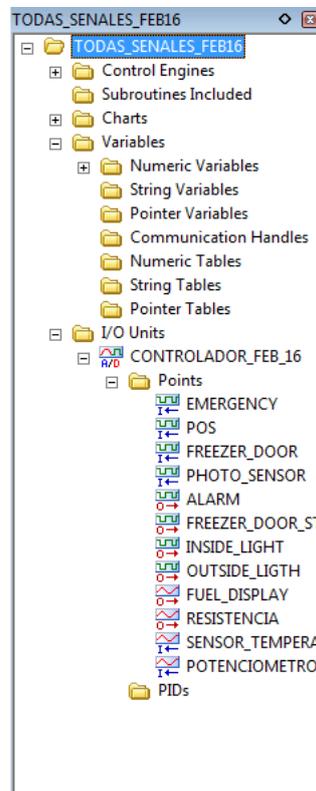
Figura 44. Módulos de Salidas Análogas [13]

2.9 Luego de haber realizado las configuraciones necesarias para el montaje de lo que tenemos ya hecho en el learning center, nos deben quedar de esta forma, con sus respectivas I/Os de salida.

Modules and Points	Type	Features / Subty...	Units	Enabled	Ref Count	Description
[00] SNAP-IDC5D: 2.5 - 28 VDC	Digital Input					
0 In_1		None		Enabled	0	
1 In_2		None		Enabled	0	
2 In_3		None		Enabled	0	
3 In_4		None		Enabled	0	
[01] SNAP-ODC5SRC: 5 - 60 VDC Source	Digital Output					
0 out_1		None		Enabled	0	
1 Out_2		None		Enabled	0	
2 Out_3		None		Enabled	0	
3 Out_4		None		Enabled	0	
[02] SNAP-AOV-27	Analog Output					
0 Display_salida_analoga		-10 - +10 VDC	VDC	Enabled	0	
1 Resistencia_de_calor		-10 - +10 VDC	VDC	Enabled	0	
[03] SNAP-AICTD	Analog Input					
0 Sensor_temperatura_lm_35		ICTD Temp. Pro...	Degrees C	Enabled	0	
1 Not Used						
[04] SNAP-AIV	Analog Input					
0 Potenciometro		-10 - +10 VDC	VDC	Enabled	0	
1 Not Used						
[05] Not Used						

**Figura 45. Vista Final configuración de módulos [13]**

Esto nos debe quedar en la ventana izquierda en la configuración de los puntos se puede observar de esta manera. Mostrandonos las señales que se configuraron.



**Figura 46. Vista de los Puntos Configurados [13]**

## 2.4 PASOS PARA CONFIGURAR EL SERVIDOR OPC EN WINDOWS

Vamos a: INICIO >> TODOS LOS PROGRAMAS >> OPTO 22 >> Opto OPCServer

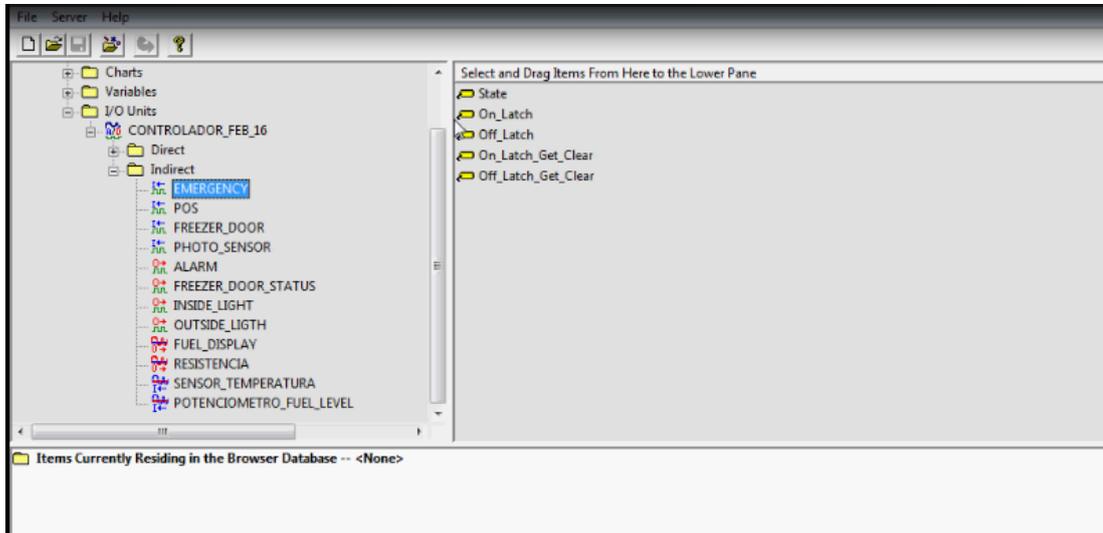


Figura 47. OptoOPCServer [13]

Se debe desplegar el Directorio Indirect

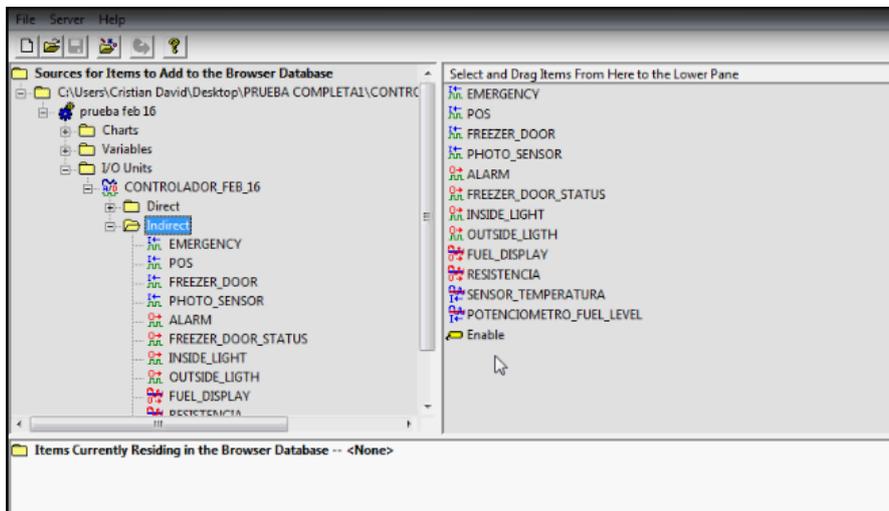
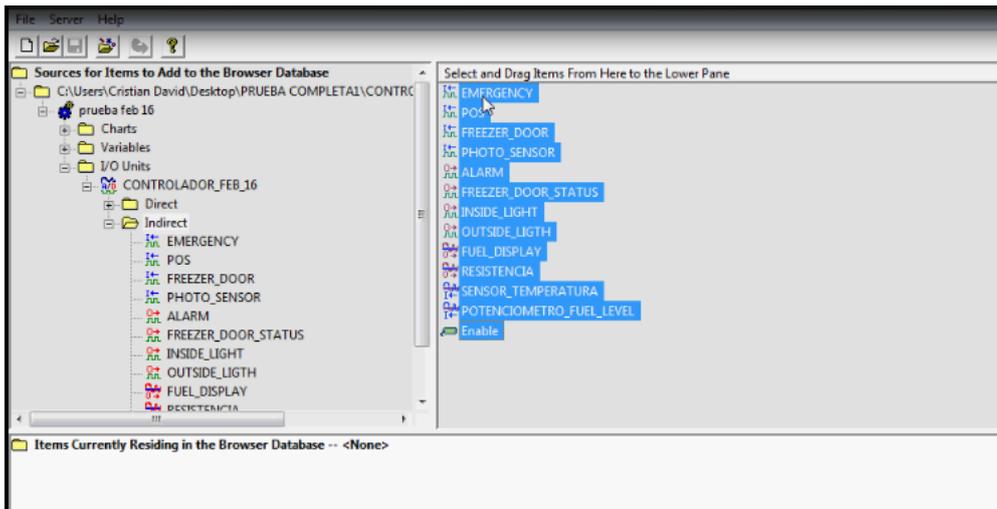


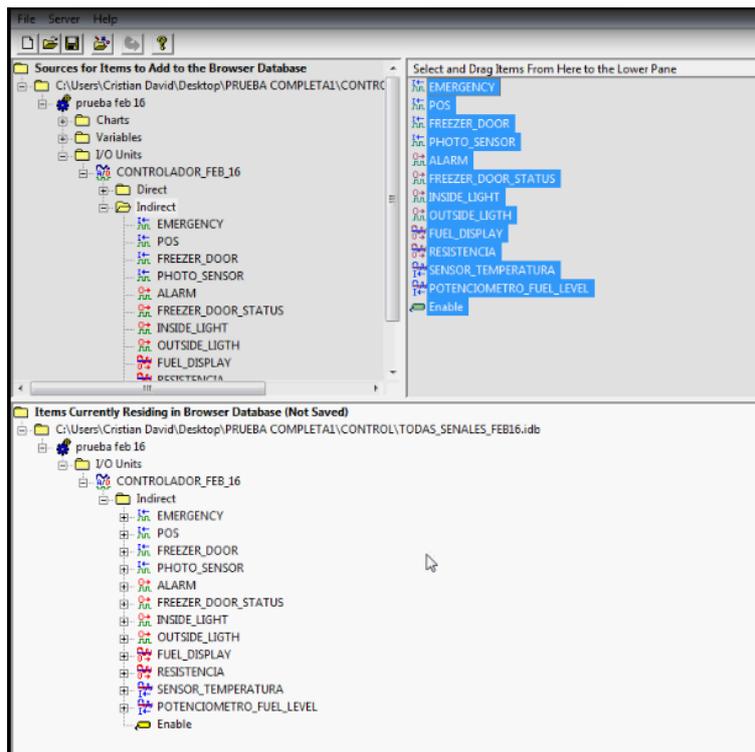
Figura 48. Directorio Indirect [13]

En esta ventana, se configura las señales que se van a necesitar para subir al servidor y compartir con el software de LabVIEW. Esto hecho desde el archivo indirect.



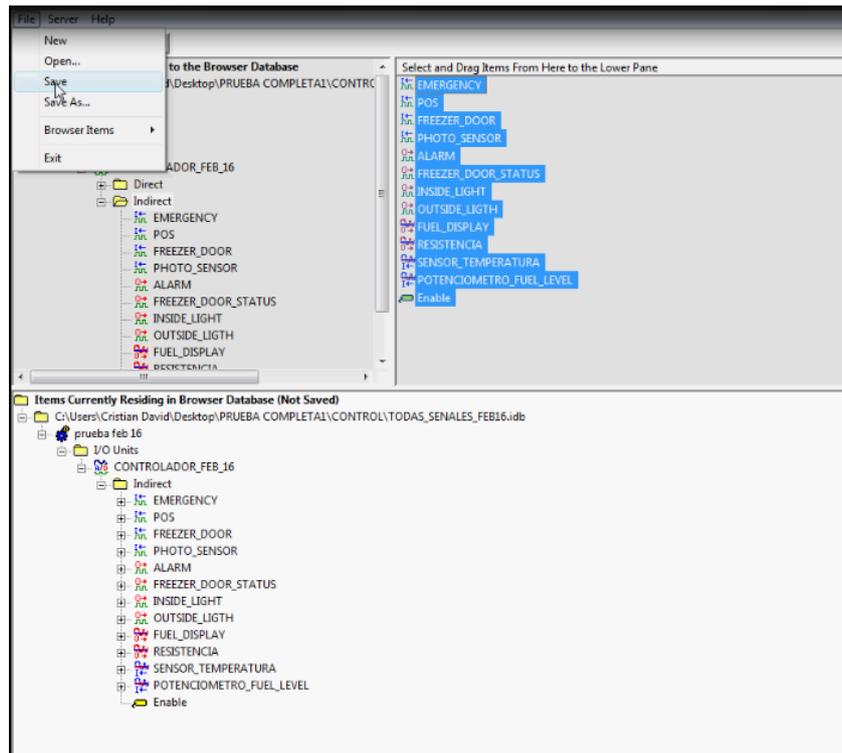
**Figura 49. Configuración de señales para subir al servidor [13]**

Las señales o TAGS se seleccionan de esta manera como se muestra en la figura y son arrastrados a la ventana blanca de abajo como se muestra en la siguiente figura.



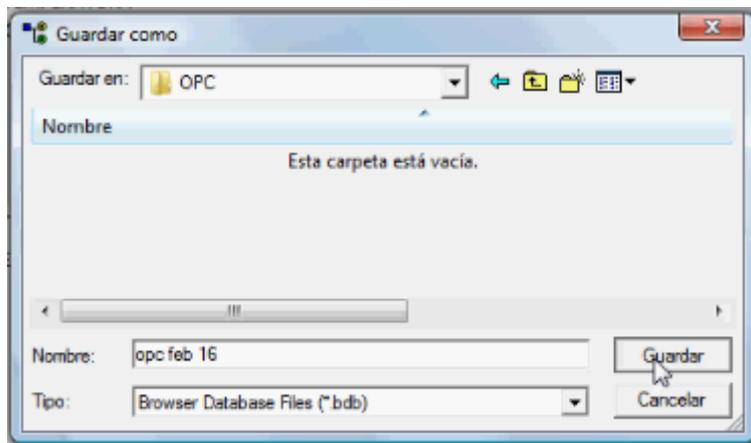
**Figura 50. Envío de Tags al servidor. [13]**

Ya teniendo esto listo, y los archivos en la ventana de abajo, se procede ir a FILE y escoger la opción SAVE como se muestra en la figura.



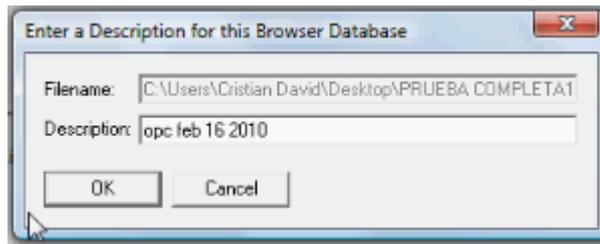
**Figura 51. Guardando Tags del servidor [13]**

Aparecerá una ventana que nos permitirá, guardar los cambios hechos en OptoOPCSERVER. Oprimimos el botón de Guardar.



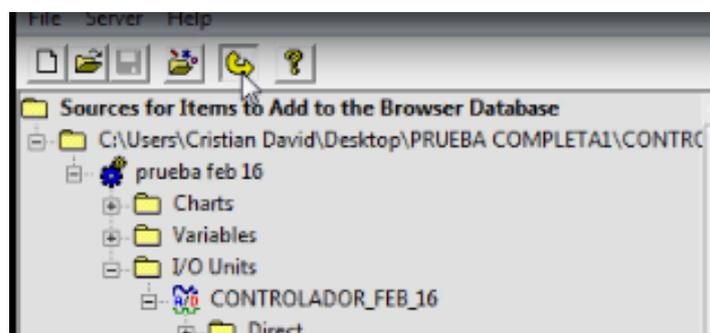
**Figura 52. Guardando cambios del OptoOPCSERVER [13]**

Éste muestra una ventana donde se ve la ubicación exacta del archivo, y la descripción de este mismo. Luego se oprime OK.

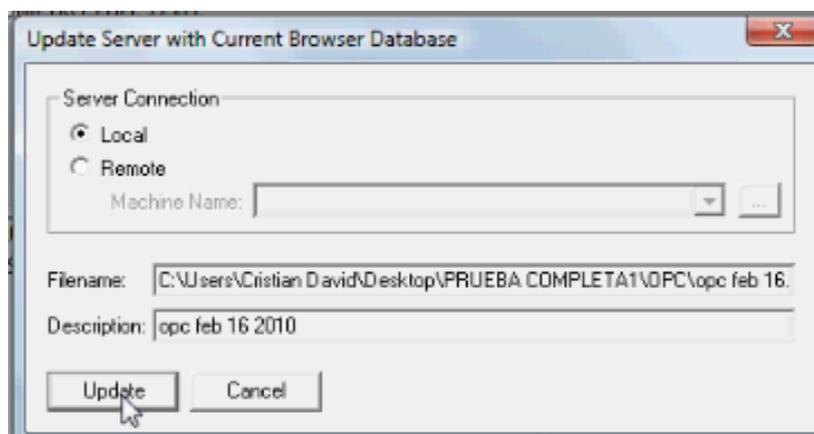


**Figura 53. Ubicación del Archivo de los Tags. [13]**

Ahora en este proceso, se actualiza el servidor por medio del botón que muestra el cursor abre la ventana, se oprime el botón de actualizar.

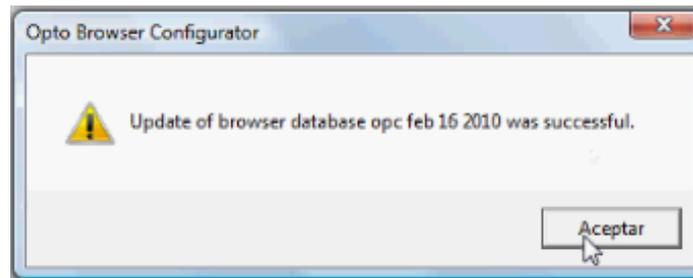


**Figura 54. Actualizando Servidor [13]**



**Figura 55. Localización del Servidor. [13]**

En estos momentos ya quedo actualizado el servidor, por lo tanto, queda todo en la red del servidor OPC, por lo tanto el programador de LabVIEW ya puede entrar a tomar las señales y realizar sus respectivas configuraciones.

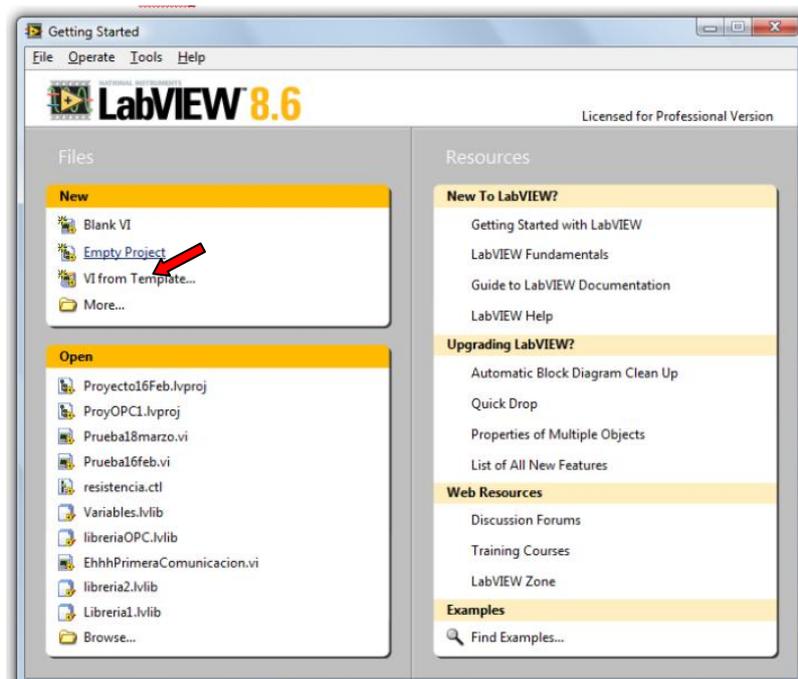


**Figura 56. Verificación de subida de base de datos al servidor. [13]**

## 2.5 CREACIÓN DEL PROYECTO EN LABVIEW

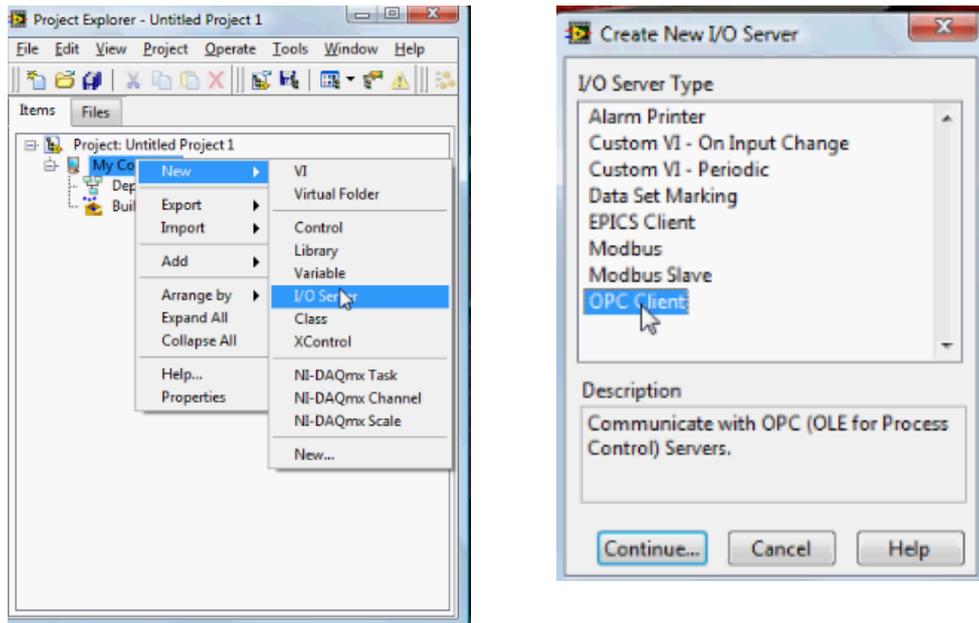
Teniendo ya las variables en el servidor **OptoOPCServer**, podemos generar el proyecto que llevará todos los archivos que permitirán trabajar la comunicación.

1. Ingresamos a LabVIEW y creamos un nuevo Proyecto.



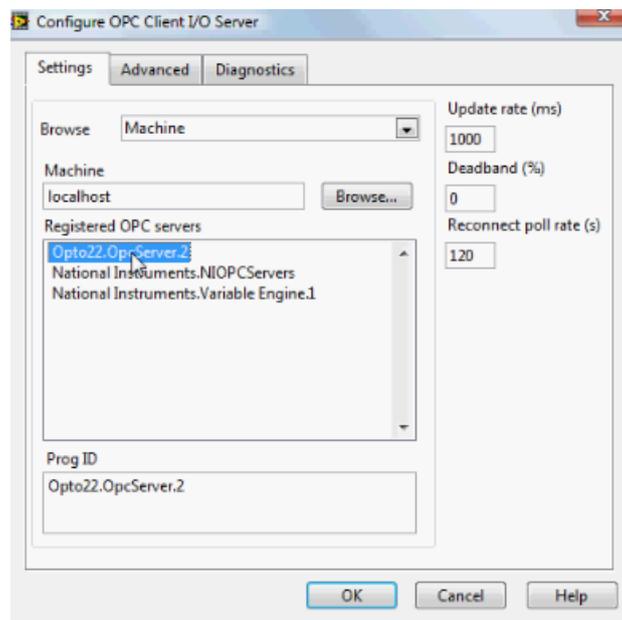
**Figura 57. Creando un Proyecto en LabVIEW [13]**

2. En **My Computer** de click derecho y selecciones **New>>I/O Server** y seleccione **OPC Client**.



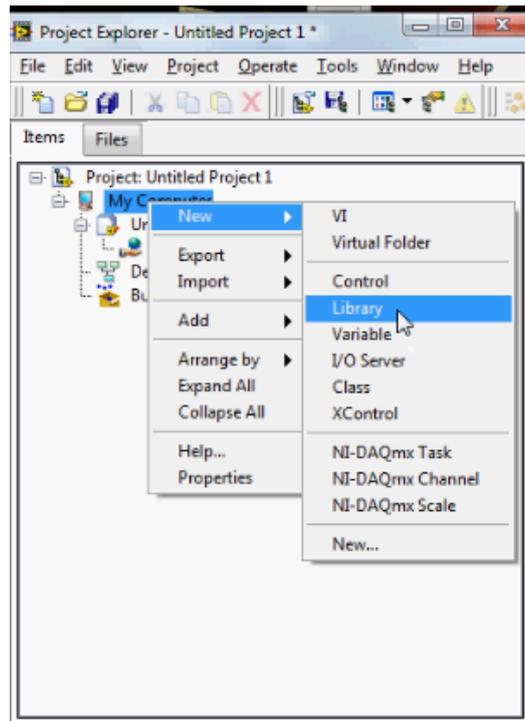
**Figura 58. Selección de Cliente OPC [13]**

3. Seleccionamos el servidor con el que vamos a trabajar, en éste caso: **Opto22.OpcServer.2** En Update Rate (ms) seleccionamos la frecuencia de actualización a 100ms.



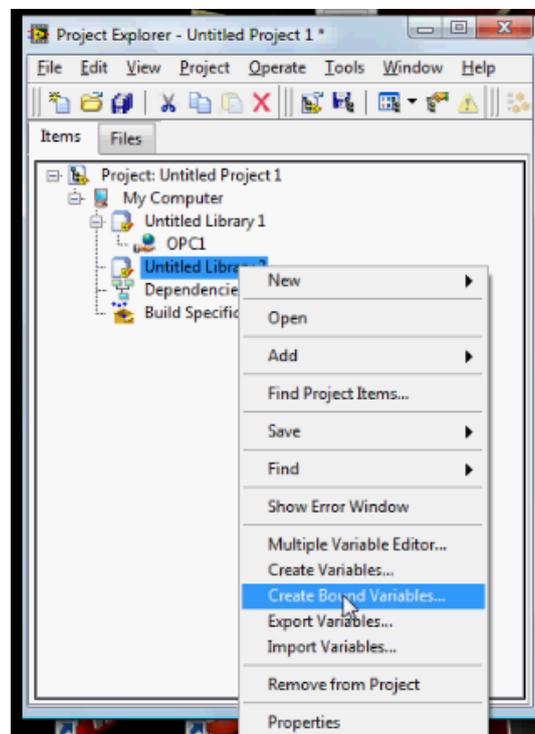
**Figura 59. Selección del Servidor Opto22OPCServer [13]**

4. Ahora generamos una librería que contendrá las variables compartidas con el servidor.



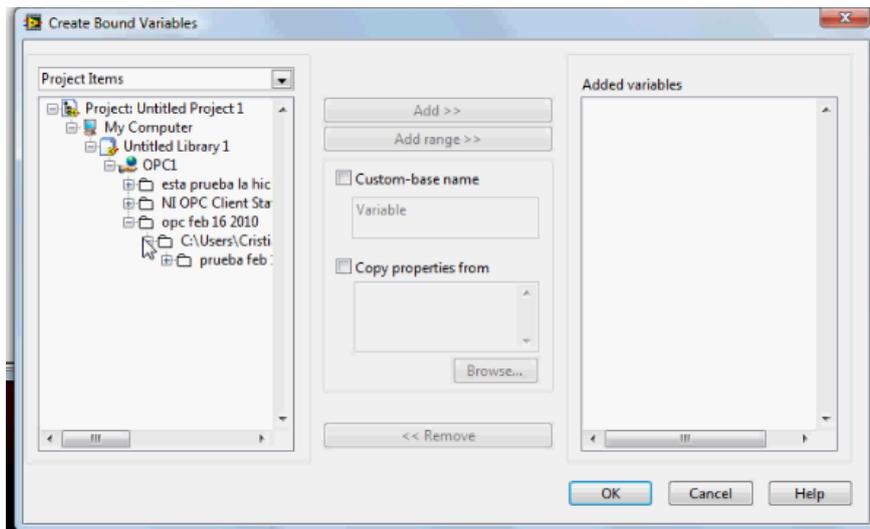
**Figura 60. Creación de Librería [13]**

5. En ésta nueva librería creamos las variables que manejarán la información del servidor



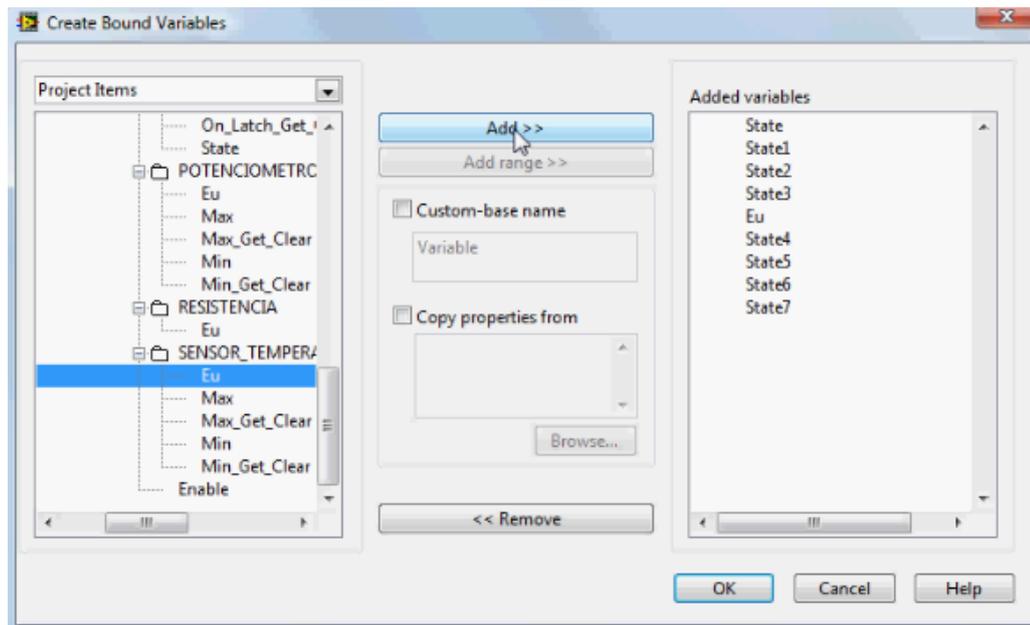
**Figura 61. Creación de Variables que manejará LabVIEW [13]**

6. Buscamos en el OPC creado (el servidor), la carpeta que contiene las variables subidas anteriormente desde Opto OPC Server.



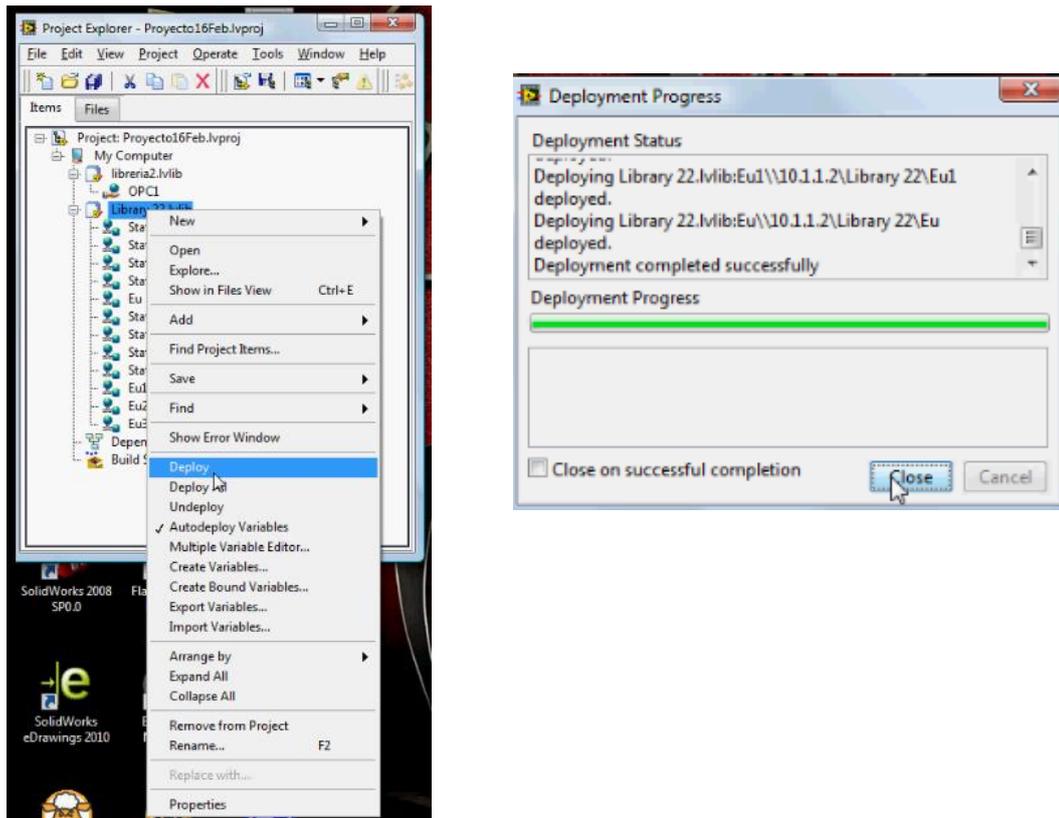
**Figura 62. Ubicación de las Variables en el Servidor [13]**

7. Seleccionamos una a una las variables con las que vamos a adicionar a la librería que finalmente son las que vamos a usar en el proyecto.



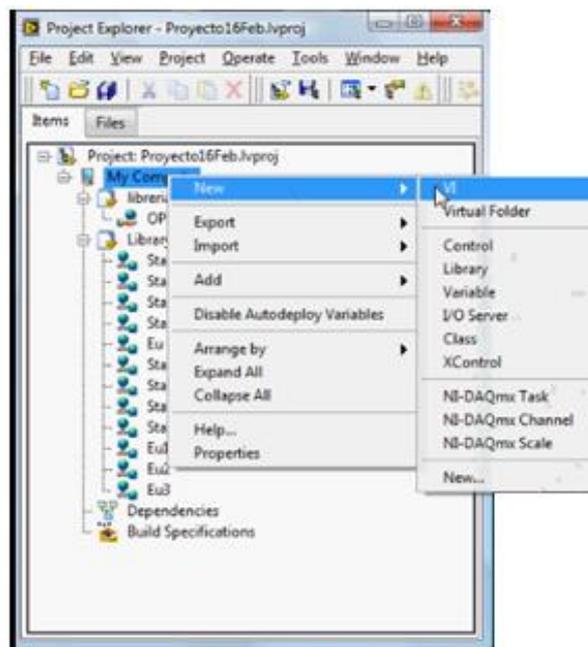
**Figura 63. Selección de Tags del Servidor [13]**

8. Ahora sobre la librería que contiene las variables creadas, seleccionar Deploy (implementar).Y verificamos que la implementación sea exitosa.



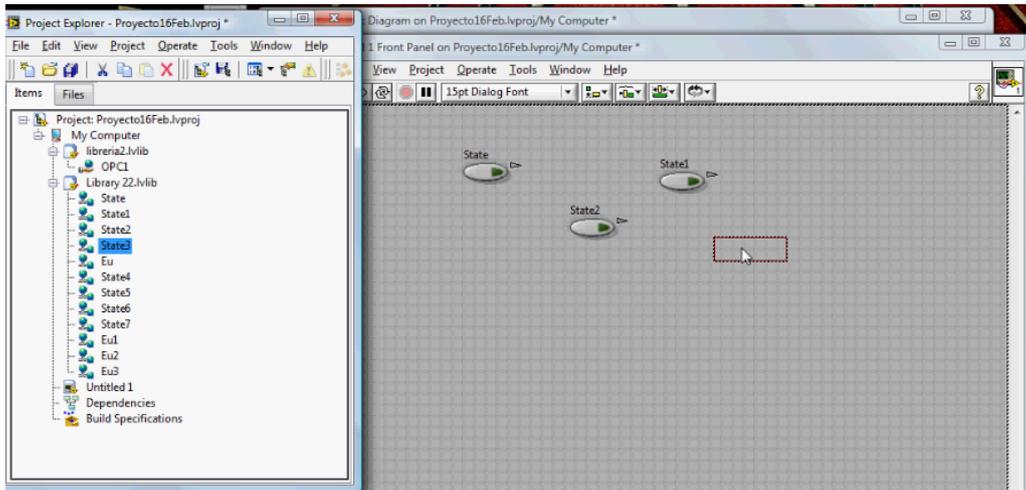
**Figura 64. Cargar los Tags en el proyecto de LabVIEW [13]**

9. Guardamos el Proyecto y ambas librerías, es conveniente dejar estos tres archivos en la misma dirección del PC.
10. Ahora creamos el nuevo VI para involucrar las variables y generar la programación deseada con ellas.



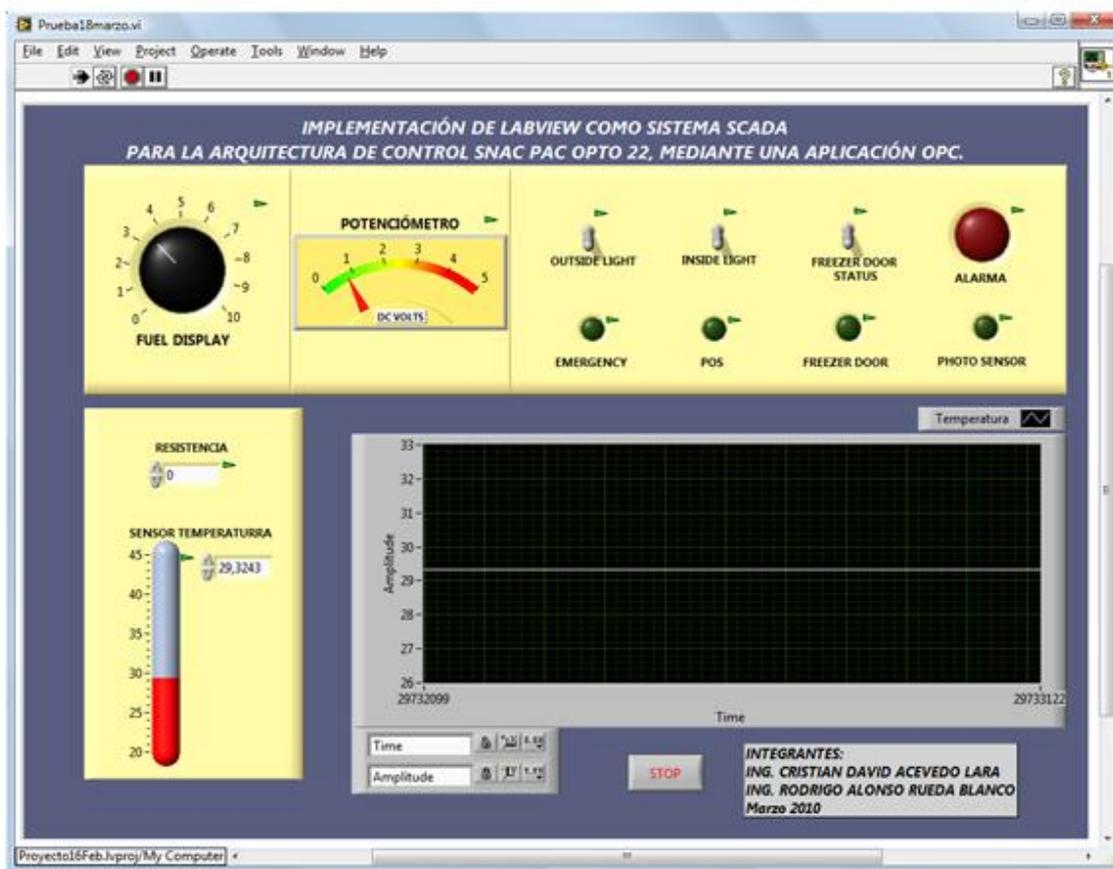
**Figura 65. Creando Nuevo VI en Project explorer. [13]**

11. Ahora sencillamente seleccionamos las variables a usar desde el Project Explorer y las arrastramos al panel frontal de LabVIEW.



**Figura 66. Inserción de las Variables compartidas al VI. [13]**

12. Enhorabuena, Ahora podemos hacer la programación que se desee involucrando las variables que hemos subido al servidor y que adicionamos al proyecto, aprovechando el potencial de programación de LabVIEW y la practicidad y flexibilidad del SNAP PAC Learning Center de Opto22.



**Figura 67. HMI de supervisión del SNAP PAC. [13]**

## **3. RECOMENDACIONES**

### **3.1 Generales**

- Se debe tener conocimientos en sistemas SCADA y en Herramientas computacionales, fundamentos en LabVIEW y Opto22.
- Se debe tener las protecciones necesarias respecto a la parte eléctrica, sobrevoltaje y caídas de voltaje, evitar desenergizar el equipo mientras el software esté tomando datos de proceso.
- Verificar los cables de red tanto en la configuración (cable cruzado), como también equipos (routers, switches, acces points) y proceso.
- Si se va a implementar la comunicación OPC en un proceso en particular que exija mayor capacidad del PC y de instrumentación y tiene dificultades en cuanto a trabajo y desempeño se recomienda comunicarse con el servicio al cliente de National Instruments en Colombia y/o Sincrón.

### **3.2 Respecto al PC**

- Es recomendable que el computador a usar tenga como sistema operativo Windows XP, Vista o Windows 7, el procesador puede ser mínimo de Intel Pentium IV, o un AMD Athlon 64 o de mayor capacidad, un disco duro que tenga capacidad suficiente de acuerdo a los requerimientos como históricos, alarmas, etc.
- Un adaptador de red con el chipset de Ethernet. El adaptador puede estar integrado al motherboard o a un puerto PCI, por ejemplo dispositivos 10/100 :Intel® 8255x Family, Dispositivos Gigabit, entre otras. Cabe anotar que los computadores que se tienen actualmente dentro de la universidad y los que se siguen adquiriendo, cumplen con los requisitos técnicos para operar éste proyecto. si tiene alguna dificultad puede comunicarse con el servicio al cliente de National Instruments en Colombia.

### **3.3 Software**

- Es importante contar con la instalación del software LabVIEW y los módulos DCS y NI OPC Servers; también vale la pena complementar con el Report Generator Toolkit, para tabular y manipular de forma más organizada los datos que se desean registrar.
- Igualmente la instalación del OPTO 22, el PAC Project 8.2 y el OptoOPCServer.

### **3.4 Respecto al SNAP PAC**

- Tener en cuenta que los módulos están diferenciados, por los colores que tienen en la parte superior, para que no hayan equivocaciones de conexión.

- La fuente de alimentación que se recomienda para el opto 22 es una fuente de 5 voltios que se debe pedir de fabrica, y para la parte de instrumentación se recomienda otra fuente diferente a la de alimentación del opto, y también que sea separada. No usar fuentes duales para estos tipos de aplicaciones.
- Cuando se usan las dos IPs se debe tener en cuenta, que alguna este conectada a una red interna entre el computador de control y otra que sea para monitoreo en otra red, esto por el inconveniente de que cuando hay control se corren muchos riesgos si el proceso llegase a tener varias personas manejándolo.
- Se recomienda revisar muy bien los manuales que opto 22 genera, con el fin de resolver alguna duda más profunda. Estos manuales son gratis y se descargan de la página [www.opto22.com](http://www.opto22.com).
- Leer todo y estar muy atento a las indicaciones tanto de hardware como de software, que me permiten mejorar la estrategia.

## 4. CONCLUSIONES

Las aplicaciones OPC permiten la implementación de LabVIEW como sistema SCADA para la arquitectura de control OPTO22, gracias al concepto estandarizado de integración que manejan los protocolos de comunicación. Esto rompe el paradigma de la dificultad en la comunicación entre dos arquitecturas de control de diferentes fabricantes.

En la integración de arquitecturas de control, sin importar con cual fabricante se trabaje, siempre y cuando se esté bajo los estándares de la OPC Foundation, las características de los servidores deben ser iguales en su forma, más no necesariamente en su contenido (las plataformas), así ellos se pueden comunicar con todo aquel fabricante que cumpla dicho estándar.

Con el desarrollo del proyecto se puede concluir que para comunicar a LabVIEW como Sistema SCADA con cualquier equipo que funcione con protocolo OPC, lo primero que se debe hacer es verificar si en NI OPC Server se encuentra el driver que se necesita del equipo, si éste se encuentra, procedemos a utilizar la herramienta de LabVIEW como servidor. Si es el caso de no tener el driver como en éste proyecto, se procede a implementar el Servidor del Fabricante del equipo y se deja a LabVIEW como cliente.

Trabajar con OPC permite que cada empresa pueda crear aplicaciones de medición y control hechas a su medida, sin tener que depender de una sola casa fabricante de equipos y sin tener que pagar los altos costos que implica el licenciamiento de software industrial.

Las comunicaciones industriales son una herramienta fundamental que debe ser profundizada por los estudiantes e ingenieros en el transcurso de su aprendizaje en las aulas, permitiendo expandir la recursividad e innovación sin limitarse a una sola arquitectura de control, evitando los matrimonios con una determinada tecnología.

Existen en el mercado una gran variedad de soluciones integrales en automatización que abarcan los niveles operativos y de gestión de las empresas; no hay opciones buenas o malas siempre y cuando se encuentren dentro de los estándares para efectos de integración tecnológica, en cuyo caso todo dependerá de las necesidades del proceso y del cliente.

No hay nada tan práctico en el mundo de la automatización como una buena conceptualización teórica.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Mantilla J.C., Lara F.A. Especialización en Control e Instrumentación Industrial. Primera Cohorte. Facultad de Ingeniería Electrónica. UPB - Bucaramanga. Abril / 2009.
- [2] García Moreno E. Automatización de Procesos Industriales. Primera Edición. Editorial Alfaomega – Universidad Politécnica de Valencia. ISBN 970-15-0658-8. Año 2001.
- [3] Opto 22. Networking the Real World. OptoInfoCD. Información Técnica de la Arquitectura de Automatización OPTO22 en CD. Temecula, USA. Marzo / 2009.
- [4] Rodríguez Penin A. Sistemas SCADA. Segunda Edición. Editorial Alfaomega Marcombo. ISBN 978-970-15-1305-7. Año 2007.
- [5] Nuñez Eudilson. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL, Especialización en Control e Instrumentación Industrial. Segunda Cohorte. Facultad de Ingeniería Electrónica. UPB - Bucaramanga. Junio/ 2009.
- [6] TKNKA, Introducción a las Redes Ethernet. Mayo 16/2006.
- [7] InfoPLC.NET; <http://www.infoplcn.net/foro/showthread.php?t=43> , Enero 15/2010.
- [8] Santamaría Jorge E. Herramientas Computacionales para Control Sesión LabVIEW, Facultad de Ingeniería Electrónica. UPB – Bucaramanga, Abril/2009.
- [9] Conecte LabVIEW a cualquier red industrial y PLC, National Instruments ; <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/6296> ; Febrero 11/2010.
- [10] Como conectar LabVIEW a cualquier PLC; National Instruments <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/7906> Febrero 15/2010.
- [11] Supported Device & Driver Plug-in List for NI-OPC Server ,National Instruments, <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/6417> ; Febrero 20/2010
- [12] MatriKonOPC; <http://www.matrikonopc.com/downloads/index.aspx> ; Diciembre 10/2009
- [13] Acevedo C.D, Rueda R.A. Especialización en Control e Instrumentación Industrial. Segunda Cohorte. Facultad de Ingeniería Electrónica. UPB - Bucaramanga. Febrero / 2010.
- [14] OPC Foundation; <http://www.opcfoundation.org/>; Diciembre 10/2010
- [15] OPTO22; <http://www.opto22.com/>; Diciembre 12/2010

**[16]** UDP; <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=764&edi=43> ; Enero 14/2010

**[17]** National Instruments; <http://www.ni.com/es/> ; Diciembre 10/2010.

**[18]** SINCRÓN S.A.; <http://www.sincron.com.co/> ; Diciembre 12/2010.