



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA SCADA DE
CONTROL REMOTO PARA LA MAQUINA DE CONTEO Y
EMPAQUETADO DE HOJAS REFILES EDUCATIVAS PARA LA
IMPRESA UNIGRAF*

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Ingeniero Electrónico.

Autor:

Juan Andrés Zúñiga García

Director:

Freddy Gonzalo Pesantez Díaz

**Cuenca, Ecuador
2013**

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación lo dedico a mis padres quienes han sido el pilar de mi formación brindándome su apoyo incondicional. A mi familia que ha estado pendiente de mi presente y futuro, a ellos muchas gracias.

Sin olvidar a compañeros y amigos que me acompañaron en este camino universitario, y me extendieron una mano cuando necesité de ellos.

Juan Andrés.

AGRADECIMIENTO

Fundamentalmente a nuestro señor Dios que nos permite desarrollarnos y progresar en este mundo cambiante.

De manera muy especial a mi director de tesis, Ingeniero Freddy Pesantez quién con paciencia y optimismo colaboró en el desarrollo de este trabajo. También agradecer a los Ingenieros Bolívar Méndez y Johana Alvarado que conformaron el tribunal y aportaron con sus conocimientos.

Debo también agradecer a los Ingenieros Hugo Torres y Leonel Pérez quienes en primera instancia fueron mi director y miembro de tribunal respectivamente pero que por diversos motivos no pudieron seguir formando parte de este trabajo de grado.

Finalmente agradezco a mi familia y amigos que con su apoyo me dieron impulso para seguir adelante y conseguir esta meta.

Juan Andrés.

060 213

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA SCADA DE CONTROL REMOTO PARA LA MAQUINA DE CONTEO Y EMPAQUETADO DE HOJAS REFILES EDUCATIVAS PARA LA IMPRENTA UNIGRAF"

RESUMEN

El presente documento de graduación muestra el procedimiento para la construcción de un Sistema SCADA que permite el control y monitoreo remoto de una máquina fabricada específicamente para el conteo y empaquetado de hojas refiles educativas. El sistema se ve dividido en etapas que parten desde la configuración local de una red hasta el control específico de un autómata programable (PLC). Se incluye en este trabajo el software desarrollado en Labview que conjuntamente con otros elementos tales como un servidor web y un servidor OPC, forman un sistema funcional que de manera local o remota, controla y monitorea los procesos que se realizaban anteriormente de forma manual.

Palabras Claves: SCADA, refiles, red, Autómata Programable (PLC), Labview, servidor, web, OPC.



ESTUDIANTE
JUAN A. ZÚÑIGA G.



DIRECTOR DE TESIS
ING. FREDDY PESANTEZ



DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ING. FRANCISCO VASQUEZ

Handwritten signature
010313

ABSTRACT

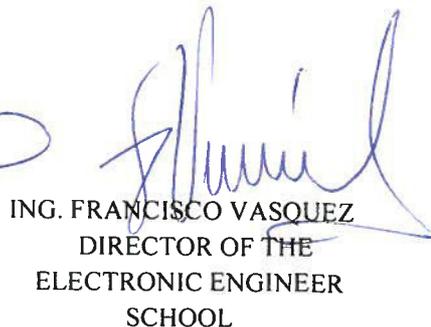
DESIGN AND CONSTRUCTION OF A REMOTE CONTROL SYSTEM FOR THE COUNTING AND PACKAGING MACHINE OF TRIM SIZE PAPER FOR UNIGRAF PRESS

The present graduation paper shows the process for the construction of SCADA system, which allows us to control and carry out remote monitoring of a machine specifically fabricated for counting and packaging trim size paper. The system is divided into stages that begin with the local setting of a net and end with the specific control of programmable automaton (PLC). This work includes the software developed in Labview, which is part of a functional system with other elements such as web server and OPC server. The system can locally and remotely control and monitor the processes that used to be monitored manually.

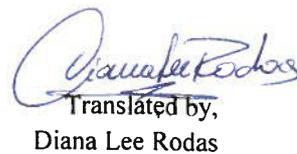
Key Words: SCADA, trim size, net, programmable automaton (PLC), Labview, server, web, OPC.


JUANA ZUÑIGA
STUDENT


ING. FREDDY PESANTEZ
THESIS DIRECTOR


ING. FRANCISCO VASQUEZ
DIRECTOR OF THE
ELECTRONIC ENGINEER
SCHOOL


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
DPTO. IDIOMAS


Translated by,
Diana Lee Rodas

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice de contenidos	vi
Índice de figuras	x
Índice de tablas.....	xiii
Índice de anexos.....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO 1: INTRODUCCION Y CONCEPTOS GENERALES	
1.1 Conceptos Básicos sobre Protocolos de Comunicación.....	2
1.1.1 HART.....	4
1.1.2 Profibus.....	5
1.1.3 Foundation FieldBus.....	5
1.1.3.1 Modbus.....	5
1.1.3.2 DeviceNet.....	6
1.2 ¿Qué es OPC?.....	6
1.2.1 Tecnología OLE.....	7
1.3 Familiarización con un OPC SERVER.....	7
1.3.1 Procedimiento sencillo para simular señales.....	8
1.3.2 Procedimiento sencillo para conectar Labview al PLC.....	10
1.3.3 Procedimiento sencillo para crear variables compartidas.....	12
1.3.4 Procedimiento sencillo para visualizar variables compartidas.....	15
1.3.4 Procedimiento sencillo para usar los datos de OPC.....	16
1.4 Bosquejo esquemático del sistema.....	17
1.5 Arquitectura del software de control.....	18
1.6 Diagrama de Arquitectura.....	18
CAPÍTULO 2: ESTUDIO Y DISEÑO DEL PROCESO A CONTROLAR	
2.1 Introducción.....	19
2.2 Etapas del Proceso.....	19
2.2.1 Perforación.....	19

2.2.2	Conteo del papel.....	19
2.2.3	Empacado y sellado.....	20
2.2.4	Partes de la máquina a controlar.....	20
2.2.4.1	Colocación y alineación de la pila de papel.....	21
2.2.4.2	Reconocimiento de formato de papel.....	22
2.2.4.3	Contador de papel.....	22
2.2.4.4	Perforación del paquete de papel contado.....	22
2.2.4.5	Alineación del paquete perforado y contado para enfundar.....	23
2.3	Puntos de vista de la máquina finalizada.....	24
2.4	Procesos.....	26
2.4.1	Proceso de conteo.....	26
2.4.2	Proceso banda y perforación.....	26
2.4.3	Configuración del tamaño de hoja.....	26
2.4.4	Insertar etiqueta y emplastado del paquete.....	26

CAPÍTULO 3: ADQUISICIÓN Y LISTADO DE SEÑALES

3.1	Sensores.....	27
3.1.1	Características de los sensores magnéticos.....	27
3.1.2	Características de los sensores fotoeléctricos.....	27
3.1.3	Características de los sensores inductivos.....	28
3.2	Parámetros de señales.....	29
3.2.1	Áreas de memoria y direccionamiento.....	29
3.2.2	Tipos de datos.....	33
3.3	Ejecución del programa del usuario.....	34
3.4	Distribución de entradas y salidas del PLC.....	35
3.4.1	Salidas.....	35
3.4.2	Entradas.....	36

CAPÍTULO 4: DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE SOFTWARE

4.1	Hardware de control específico.....	37
4.1.1	Autómata Programable PLC.....	37
4.2	Servidor.....	37
4.2.1	Servidor PLC.....	37
4.2.2	Servidor Web y control.....	38
4.3	Etapas del desarrollo del Sistema.....	38
4.4	Interfaz Profinet.....	39
4.5	Comunicación entre el PLC S7-1200 y el sistema SCADA.....	41

4.5.1	Servidor OPC.....	42
4.5.1.1	Introducción.....	42
4.5.1.2	Tecnología OLE.....	42
4.5.1.3	Comunicación OPC.....	42
4.5.1.4	Tipos de Servidores OPC.....	43
4.5.2	PC ACCESS: Servidor OPC de Siemens.....	44
4.5.2.1	Introducción.....	44
4.5.2.2	Configuración del TIA PORTAL.....	45
4.5.2.3	Configuración del PC ACCESS.....	48
4.5.3	Cliente OPC.....	55
4.5.3.1	Introducción.....	55
4.5.3.2	Sistema SCADA.....	55
4.5.3.3	Labview.....	57
4.5.3.4	Configuración de Labview como cliente OPC.....	60
4.6	Desarrollo del Sistema SCADA.....	67
4.6.1	Configuración del servidor web de Labview.....	72
4.6.2	Configuración de la Red Local.....	75
4.6.3	Bloques de Programación.....	79
CAPÍTULO 5: SEGURIDAD DEL SISTEMA		
5.1	Introducción.....	82
5.2	Seguridades y Consideraciones finales.....	82
5.3	Módulo DSC de Labview.....	83
5.4	Seguridad en la programación.....	84
CAPÍTULO 6: PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA		
6.1	Prueba de Comunicación entre PLC y PC.....	88
6.2	Prueba de Comunicación entre PLC y PC ACCESS.....	89
6.3	Lectura de Datos desde Labview.....	89
6.4	Prueba de Seguridad.....	90
6.5	Prueba al Web Server.....	92
CAPÍTULO 7: MANTENIMIENTO		
7.1	Recomendaciones de uso.....	93
CONCLUSIONES.....		95
RECOMENDACIONES.....		97

BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	100

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1.1	Esquema de red del Sistema.....	2
Figura 1.2	Señal de transmisión con Protocolo Hart.....	4
Figura 1.3	Esquema simple por capas de OPC.....	7
Figura 1.4	Esquema sencillo de comunicación DSC OPC Client.....	8
Figura 1.5	NI OPC Server.....	9
Figura 1.6	PLC simulado en NI OPC Servers.....	9
Figura 1.7	NI OPC Quick Client desplegando etiquetas Sine OPC simuladas.....	10
Figura 1.8	Creando un Nuevo Servidor I/O en LabVIEW Project.....	11
Figura 1.9	Seleccionando un OPC Client.....	11
Figura 1.10	Configurando OPC Client I/O Server.....	12
Figura 1.11	Creando Biblioteca de variables compartidas.....	13
Figura 1.12	Creando Bound Variables.....	13
Figura 1.13	Seleccionando las etiquetas del OPC para las variables compartidas.....	14
Figura 1.14	Multiple Variable Editor.....	14
Figura 1.15	Publicando Variables.....	15
Figura 1.16	Distributed System Manager.....	16
Figura 1.17	Ajuste el Período a 100 ms de timed Loop.....	16
Figura 1.18	Diagrama de bloques.....	17
Figura 1.19	Panel Frontal Completo desplegando un dato del PLC en una Waveform Chart.....	17
Figura 1.20	Esquema lineal del Sistema.....	17
Figura 1.21	Arquitectura del software de control.....	18
Figura 1.22	Diagrama de arquitectura.....	18
Figura 2.1	Perforadora Industrial.....	19
Figura 2.2	Conteo manual de hojas.....	20
Figura 2.3	Empacado y sellado del paquete.....	20
Figura 2.4	Dispositivo de almacenamiento de papel a procesar.....	21
Figura 2.5	Eje del motor de CC para control de la pila.....	21
Figura 2.6	Dispositivo de reconocimiento de formato.....	22
Figura 2.7	Contador de papel.....	22
Figura 2.8	Dispositivos de perforación del paquete contado.....	23
Figura 2.9a	Dispositivos de alineación de papel.....	23
Figura 2.9b	Palanca acoplada a electroválvula.....	24
Figura 2.10	Vista superior de la máquina.....	24
Figura 2.11	Vista inferior de la máquina.....	24

Figura 2.12	Vistas laterales de la máquina.....	25
Figura 2.13	Vista Frontal de la máquina.....	25
Figura 2.14	Vista Isométrica de la máquina.....	25
Figura 3.1	Sensor magnético.....	27
Figura 3.2	Sensor inductivo.....	28
Figura 3.3	Direccionamiento "byte.bit" en las áreas de memoria del S7-1200.....	32
Figura 4.1	Esquema de la estructura general del sistema.....	39
Figura 4.2	Comunicación directa entre programador y CPU, y entre CPUs.....	40
Figura 4.3	Comunicación de red entre programador CPUs y HMI.....	40
Figura 4.4	Esquema básico de la Etapa 2 del diseño del sistema remoto.....	41
Figura 4.5	Arquitectura OPC cliente / servidor.....	43
Figura 4.6	Esquema del enlace de comunicación de un sistema SCADA.....	43
Figura 4.7	Parámetros para crear el bloque de datos DB1 en el software TIA PORTAL.....	46
Figura 4.8	Asignación de variables "tags" en el proyecto de TIA PORTAL.....	47
Figura 4.9	Supervisión de variables "tags" en la tabla de observación del TIA PORTAL.....	48
Figura 4.10	Cuadro de diálogo para crear nuevo proyecto OPC en Servidor OPC PC Access.....	49
Figura 4.11	Configuración de las propiedades del nuevo PLC en Servidor OPC PC Access.....	50
Figura 4.12	Cuadro de diálogo para crear nuevo ítem (variable) en Servidor OPC PC Access.....	51
Figura 4.13	Ítems del S7-1200.....	52
Figura 4.14	Cuadro de diálogo para guardar el proyecto OPC en Servidor OPC PC Access.....	53
Figura 4.15	Selección de ítems a cliente de prueba en Servidor OPC PC Access.....	54
Figura 4.16	Supervisión de los ítems en cliente de prueba en Servidor OPC PC Access.....	54
Figura 4.17	Herramientas utilizadas para la elaboración del programa.....	58
Figura 4.18	Creación de Nuevo Servidor I/O en un proyecto de LabVIEW.....	61
Figura 4.19	Configuración del cliente OPC en LabVIEW.....	62
Figura 4.20	Ventana para crear las variables compartidas, dentro de la librería.....	63
Figura 4.21	Ventana para crear variables compartidas a partir de las etiquetas publicadas por el Servidor OPC.....	64

Figura 4.22	Librería de variables compartidas para el sistema SCADA.....	65
Figura 4.23	Ventana de propiedades de las variables compartidas.....	66
Figura 4.24	Ventana del NI Distributed System Manager en LabVIEW.....	67
Figura 4.25	Aplicación de “Data Binding Front Panel”, y “Shared Variable”.....	69
Figura 4.26	Detención del Servidor OPC en el Distributed System Manager en LabVIEW.....	70
Figura 4.27	Panel frontal del sistema SCADA del sistema de control y monitoreo MAESTRO.....	71
Figura 4.28	Panel frontal del sistema SCADA del sistema de control y monitoreo WEB.....	71
Figura 4.29	Panel Configuración del Servidor web de labview.....	73
Figura 4.30a	Habilitando servidor web.....	73
Figura 4.30b	Habilitando servidor web.....	74
Figura 4.30c	Habilitando servidor web.....	75
Figura 4.31	Abriendo Puertos en router.....	76
Figura 4.32	Reenviando Puertos en router.....	76
Figura 4.33	Configurando tráfico en router.....	77
Figura 4.34	Configurando DNS dinámico.....	77
Figura 4.35	Página de Host gratuitos.....	78
Figura 4.36	Página de Host registrado.....	78
Figura 4.37	Página de Host registrado.....	79
Figura 4.38	Herramienta de concatenación de cadenas de texto.....	79
Figura 4.39	Herramientas para abrir ficheros y sobrescribirlos.....	80
Figura 4.40	Herramientas abrir un fichero desde alguna ubicación en el disco.....	80
Figura 4.41	Herramientas para realizar la animación cuadro a cuadro.....	81
Figura 5.1	Cuadro de diálogo de Cuentas de Usuario.....	85
Figura 5.2	Panel frontal de permisos de usuario.....	85
Figura 5.3	Bloque de Programación de DSC Login	86
Figura 5.4	Cuadro de diálogo de Login.....	86
Figura 5.5	Bloque de programación para el Login desde Cliente Web.....	87
Figura 6.1	Probando conectividad entre PC y PLC.....	88
Figura 6.2	Probando conectividad entre OPC server y el PLC.....	89
Figura 6.3	Lectura de datos desde Labview.....	90
Figura 6.4	Pantalla de inicio del sistema.....	90
Figura 6.5	Controles habilitados para Administrador en programa Maestro.....	91
Figura 6.6	Controles habilitados para Invitado en programa Maestro.....	91

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1.1	Comparación de características entre algunos buses y protocolos.....	7
Tabla 3.1	Detalle de las capacidades de la memoria de la CPU Simatic S7-1200.....	31
Tabla 3.2	Detalle de las áreas de memoria de la CPU Simatic S7-1200.....	31
Tabla 3.3	Estructura de direccionamiento de variables en la CPU S7-1200.....	32
Tabla 3.4	Tabla de los tipos de datos simples, soportados por la Simatic S7-1200.....	33
Tabla 3.5	Tabla de instrucciones de conversión de formato numérico BCD.....	34
Tabla 3.6	Tabla de distribución de salidas del PLC S7-1200.....	36
Tabla 3.7	Tabla de distribución de entradas del PLC S7-1200.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS:

Anexo 1	Video demostrativo de funcionamiento.....	100
---------	---	-----

Zúñiga García Juan Andrés
Trabajo de Graduación
Ing. Freddy Pesantez
Marzo 2013

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA SCADA DE CONTROL REMOTO
PARA LA MAQUINA DE CONTEO Y EMPAQUETADO DE HOJAS REFILES
EDUCATIVAS PARA LA IMPRENTA UNIGRAF”**

INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de controlar y supervisar procesos de manera remota en industrias donde el tiempo de producción se reduce constantemente, se propone elaborar un sistema SCADA que nos permita monitorear, controlar parámetros y obtener reportes remotamente de un proceso en particular.

El mayor problema a solucionar dentro de la imprenta Unigraf (Av. 10 de Agosto 1-309 y Pichincha), se da cuando se realiza el proceso de conteo y empaquetado de hojas refiles educativas, y se desea controlar ciertos parámetros de dicho proceso, y de la misma forma se desea obtener reportes, siendo de mucha utilidad un sistema que, de manera remota, nos permita realizar todos estos requerimientos ya sea en alguna ubicación dentro de la imprenta o desde cualquier lugar con acceso a internet.

Un problema que también se soluciona es la seguridad, puesto que, como en todo proceso pueden presentarse accidentes, donde el monitoreo constante, podría reducir el riesgo en la producción. Por último, considerando los alcances de los recursos que se pueden encontrar en el país y más específicamente en la ciudad, se observa viable el diseño y elaboración del sistema de control.

CAPÍTULO I

INTRODUCCION Y CONCEPTOS GENERALES

El sistema tendrá como objetivo principal, controlar y monitorear una máquina fabricada exclusivamente para el conteo y empaquetado de hojas refiles educativas. Se partirá desde el control de un autómata programable PLC, hasta la configuración de una red y sus diferentes equipos para lograr acceder al sistema mediante un computador con acceso a internet. El usuario podrá controlar el sistema desde un computador instalado en la planta (servidor) o ya sea desde otro PC con acceso a internet mediante un explorador. Se concederán permisos y restricciones dependiendo del tipo de usuario que intente acceder al sistema. La figura 1.1 muestra la red en que el sistema basa su estructura.

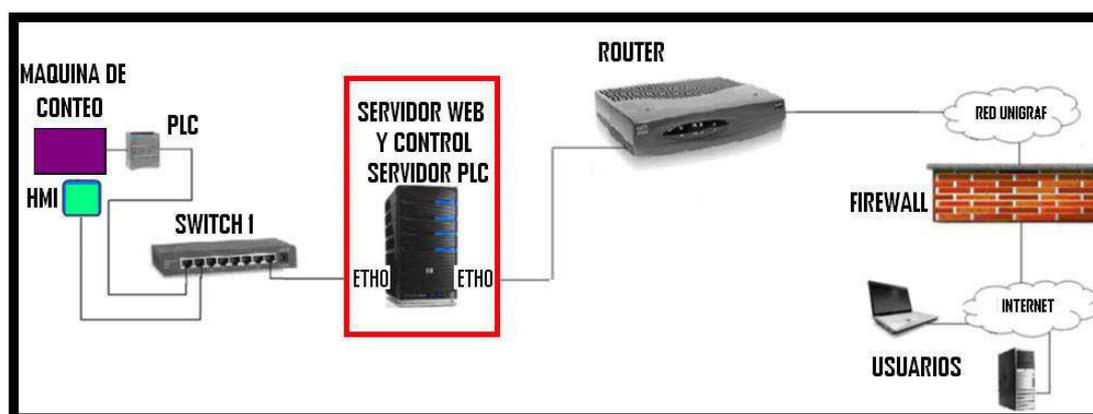


Fig.1.1. Esquema de red del Sistema

1.1 Conceptos básicos sobre Protocolos de Comunicación

En varias ocasiones las palabras Protocolos de Comunicación son usadas sin tener claro su significado, es por eso que con el objetivo de familiarizarnos con ellas se explicará sus fundamentos y características de los más usados dentro de la industria.

De manera sencilla, un protocolo de comunicación es un grupo de reglas que hacen posible el intercambio de datos entre diversos dispositivos que conforman una red. Gracias al desarrollo de micro procesadores el avance en este tipo de reglas de comunicación ha sido gradual.

En la actualidad existen islas automatizadas (módulos de trabajo sin comunicación), siendo muy útil el uso de redes y protocolos de comunicación para el desempeño grupal. El desarrollo de los microprocesadores ha causado que evolucionen rápidamente los lenguajes de comunicación, a continuación se presentan unas ventajas de estos protocolos:

- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo
- Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones
- Diagnóstico remoto de componentes

Integrando estos sistemas automatizados, se crean las redes industriales las mismas que se agrupan en 3 categorías:

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN-WAN

Los buses de campo son el resultado de la unión de varios equipos para realizar mediciones y controles de variables de procesos. Un bus de campo es un sistema de transmisión de datos que de manera significativa reduce la instalación y operación de equipamientos y máquinas industriales utilizados en diversos procesos de producción.

En el inicio de los sistemas de control, se solía realizar conexiones punto a punto entre los dispositivos de campo y el equipo de control, es por eso que un bus de campo tiene como objetivo sustituirlos. Por lo general, son redes digitales, bidireccionales, multipunto, que sobre un bus serie se las monta, y de esta manera conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, sensores, actuadores y equipos de supervisión dando como resultado una optimización en los recursos.

Mundialmente, varias firmas han intentado imponer una norma que integre equipos de diversas marcas, sin embargo no existe actualmente un bus de campo universal, a continuación se describirán los buses de campo con mayor uso en el área de control y automatización:

- HART
- Profibus
- Fieldbus Foundation

1.1.1 HART

El protocolo HART cuyas siglas significan High way Addressable Remote Transducer, agrupa la información digital sobre la señal analógica típica de 4 a 20 mA DC. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 2200 y 1200 Hz, que representan los dígitos 0 y 1 respectivamente y que de manera conjunta forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente. Esto se puede observar en la fig.1.2.

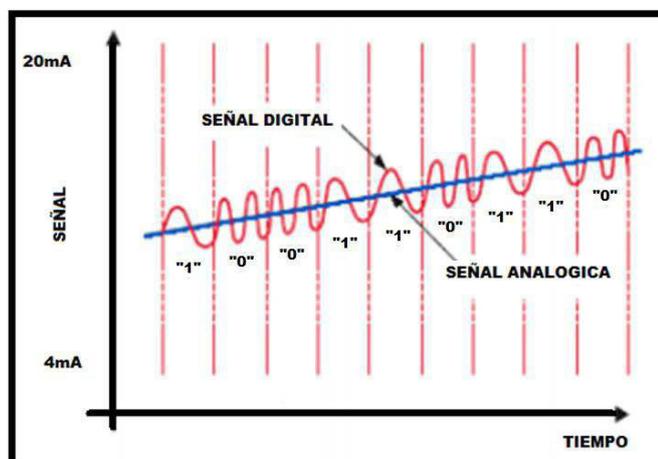


Fig.1.2. Señal de transmisión con Protocolo Hart

En promedio la señal de una onda sinusoidal es cero, no se agrega ninguna componente DC a la señal analógica de 4-20 mA., esto permite continuar usando la variación analógica para el control del proceso.

1.1.2 PROFIBUS

(Process Field Bus) Norma internacional de bus de campo de alta velocidad para control de procesos normalizada en Europa por EN 50170. Existen tres perfiles:

- Profibus PA (Process Automation). Para control de proceso, cumple normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 1 1 15 8-2, seguridad intrínseca).
- Profibus DP (Decentralized Periphery). Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCs) o terminales.
- Profibus FMS (Fieldbus Message Specification). Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización, (ver Características en figura 1.2).

1.1.3 FOUNDATION FIELDBUS

Foundation Fieldbus (FF) es un protocolo de comunicación digital para redes industriales, siendo generalmente utilizado en aplicaciones de control distribuido. Destaca dentro de sus características el volumen de información que puede comunicar. Principalmente se lo emplea en la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Los dispositivos de campo son alimentados a través del bus Fieldbus cuando la potencia requerida para el funcionamiento es la adecuada. Otros protocolos usados con frecuencia aunque de menor alcance son:

- Modbus
- DeviceNet

1.1.3.1 MODBUS

Es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos comúnmente conocidos como SCADA. Este protocolo puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas (RTU) para obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso específico. La Capa Física puede estar configurada en: RS-232, RS-422, RS-485, (ver características en tabla 1.1).

En Modbus los datos pueden intercambiarse en dos modos de transmisión:

- Modo RTU
- Modo ASCII

1.1.3.2 DEVICENET

Es empleado en redes de bajo nivel donde se pueden conectar PLC's con dispositivos como sensores ya sean fotoeléctricos, magnéticos, etc. (ver características en tabla 1.1).

NOMBRE	TOPOLOGIA	SOPORTE	MAX. DISPOSIT.	RATE bps	DISTANCIA MAXIMA KM	COMUNICACION
PROFIBUS DP	LINEA, ESTRELLA, ANILLO	PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA	127/SEGM	HASTA 1.5M Y 12M	0.1 SEGM 24 FIBRA	MASTER/SLAVE PEER TO PEER
PROFIBUS PA	LINEA, ESTRELLA, ANILLO	PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA	14400/SEGM	31.5K	0.1 SEGM 24 FIBRA	MASTER/SLAVE PEER TO PEER
PROFIBUS FMS		PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA	127/SEGM	500K		MASTER/SLAVE PEER TO PEER
FOUNDATION FIELDBUS HSE	ESTRELLA	PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA	240 P/SEGM 32.768 SIST	100M	0.1 PAR 2 FIBRA	SINGLE/MULTI MASTER
FOUNDATION FIELDBUS H1	ESTRELLA O BUS	PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA	240 P/SEGM 32.768 SIST	31.25K	1.9 CABLE	SINGLE/MULTI MASTER
LONWORKS	BUS, ANILLO, LAZO ESTRELLA	PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA, COAXIAL, RADIO	32768/DOM	500K	2	MASTER/SLAVE PEER TO PEER
INTERBUS-S	SEGMENTADO	PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA	256 NODOS	500K	400/SEGM 12.8 TOTAL	MASTER/SLAVE
DEVICENET	TRONCAL/PUNTUAL/BIFURCACION	PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA	2048 NODOS	500K	0.5 6 C/REPETID	MASTER/SLAVE, MULTI MASTER, PEER TO PEER
AS-I	BUS, ANILLO, ARBOL, ESTRELLA	PAR TRENZADO	31 P/RED	167K	0.1, 0.3 C/REP	MASTER/SLAVE
MODBUS RTU	LINEA, ESTRELLA, ARBOL, RED CON SEGMENTOS	PAR TRENZADO, COAXIAL, RADIO	250 P/SEGM	1.2 A 115.2K	0.35	MASTER/SLAVE
ETHERNET INDUSTRIAL	BUS, ESTRELLA, MALLA-CADENA	COAXIAL, PAR TRENZADO, FIBRA OPTICA	400 P/SEGM	10, 100M	0.1 100 MONO C/SWITCH	MASTER/SLAVE PEER TO PEER
HART		PAR TRENZADO	15 P/SEGM	1.2K		MASTER/SLAVE

Tabla 1.1. Comparación de características entre algunos buses y protocolos

Fuente: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>. Consulta: 15-01-2013

1.2 ¿Qué es OPC?

La tecnología OPC (Ole for Process Control) provee el intercambio de datos en forma estandarizada y simple, para garantizar la transferencia de datos rápida y fiable entre aplicaciones de control y automatización, simplificando la interfaz entre componentes de automatización de distintos fabricantes, sistemas administrativos y de visualización, lo que hacen posible la combinación de hardware de control

programable y software sin la necesidad de drivers especiales. La figura 1.3 muestra un esquema simple por capas de OPC.

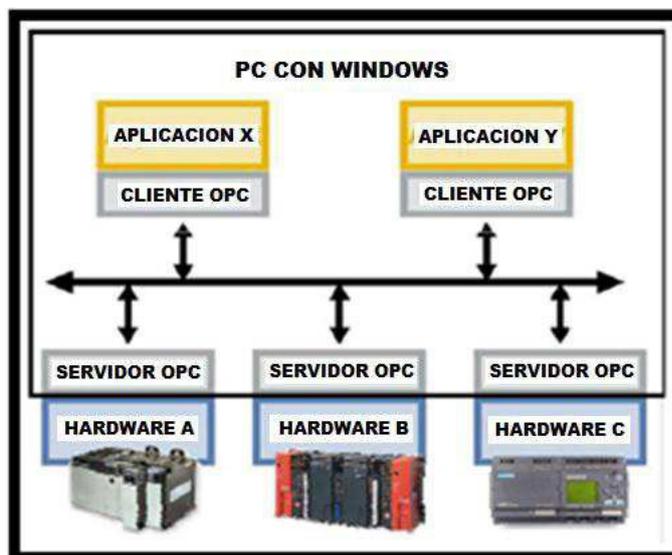


Figura 1.3. Esquema simple por capas de OPC

1.2.1 Tecnología OLE

OLE cuyas siglas significan Object Linking and Embedding, permite compartir información entre diversas aplicaciones. Esta información se denomina objeto, y puede ser fácilmente vinculada para incluirse en una aplicación dada. En la vinculación los objetos se vuelven parte del archivo fuente, mientras que la información de cómo se vincula queda guardada en el fichero fuente original.

1.3 Familiarización con un OPC SERVER

El servidor OPC (Ole for Process Control), es una aplicación de software interfaz con estándar industrial con especificaciones definidas por la OPC Foundation, basado en tecnología OLE, COM y DCOM de Microsoft, limitando su uso en la plataforma de Windows. La figura 1.4 muestra un esquema sencillo de comunicación DSC-OPC Client.

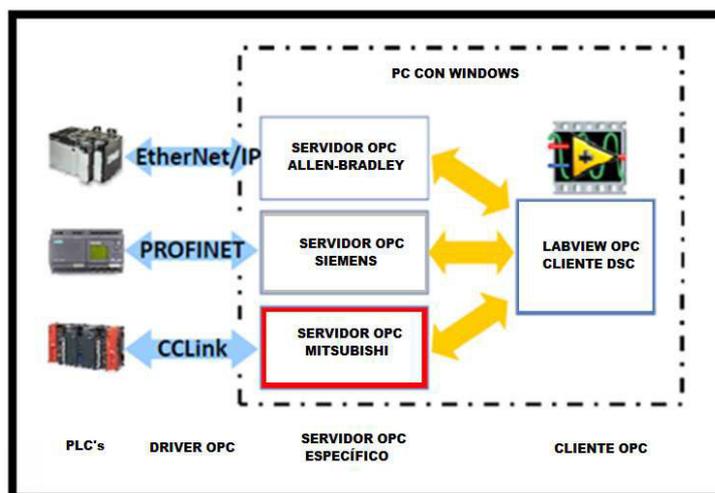


Figura 1.4. Esquema sencillo de comunicación DSC OPC Client

1.3.1 Procedimiento sencillo para simular señales

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 (IHM). Los servidores OPC están disponibles virtualmente para todos los PLCs y para PACs (Programmable Automation Controller). En éste instructivo se aprenderá cómo usar LabVIEW para comunicarse con un PLC conectado utilizando un OPC.

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. La figura 1.5 muestra el acceso directo del NI OPC Server.



Figura 1.5. NI OPC Server

2. NI OPC Servers debe abrirse con la simulación de un proyecto que ya ha sido creado y configurado en NI OPC Servers. La figura 1.6 muestra la simulación de un PLC dentro de NI OPC Servers

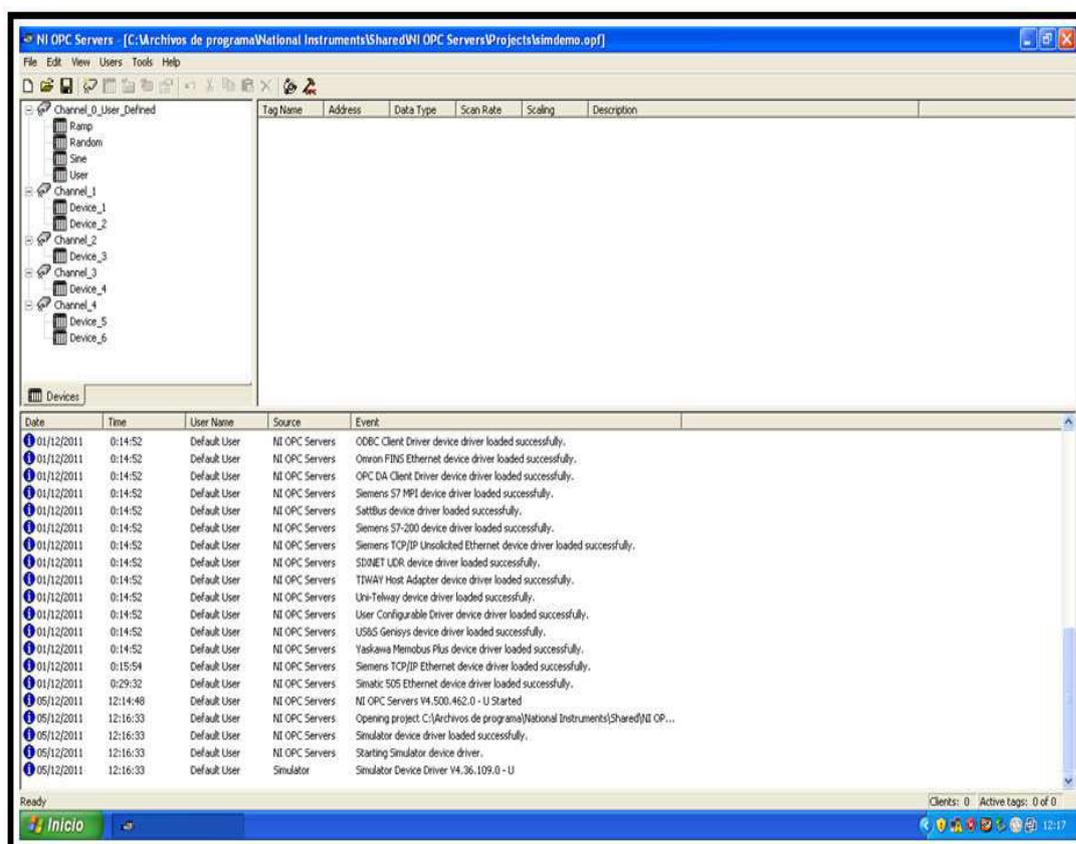


Figura 1.6. PLC simulado en NI OPC Servers

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 1.7.

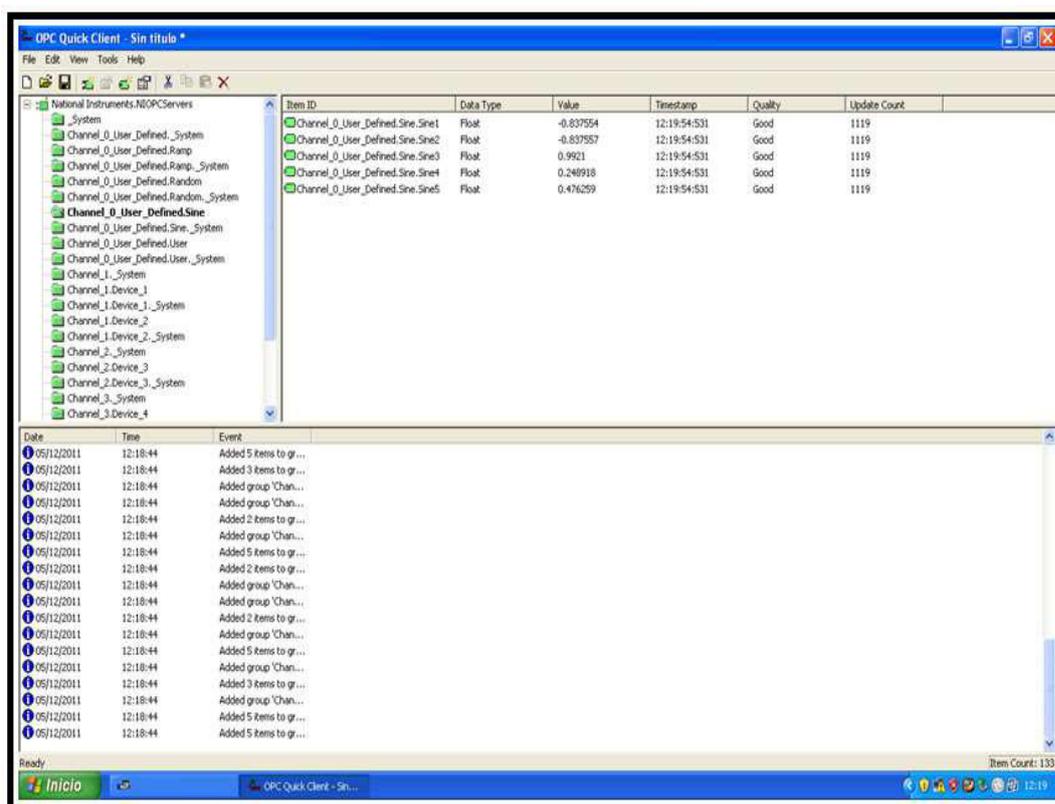


Figura 1.7. NI OPC Quick Client desplegando etiquetas Sine OPC simuladas

1.3.2 Procedimiento sencillo para conectar Labview al PLC

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 1.8.

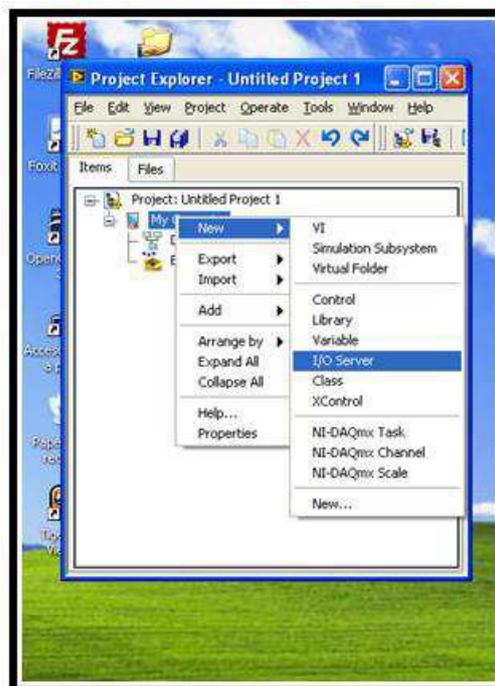


Figura 1.8. Creando un Nuevo Servidor I/O en LabVIEW Project.

3. Seleccione OPC Client en la ventana Create New I/O Server y haga clic en Continue. La figura 1.9 muestra la selección de un OPC Client.



Figura 1.9. Seleccionando un OPC Client

4. Seleccione National Instruments.NIOPCServers en el campo Registered OPC servers y ajuste Update rate (ms) a 100. Esto crea una conexión de LabVIEW hacia las etiquetas del OPC, las cuales se actualizan cada 100 ms. La figura 1.10 muestra la configuración del OPC Client.

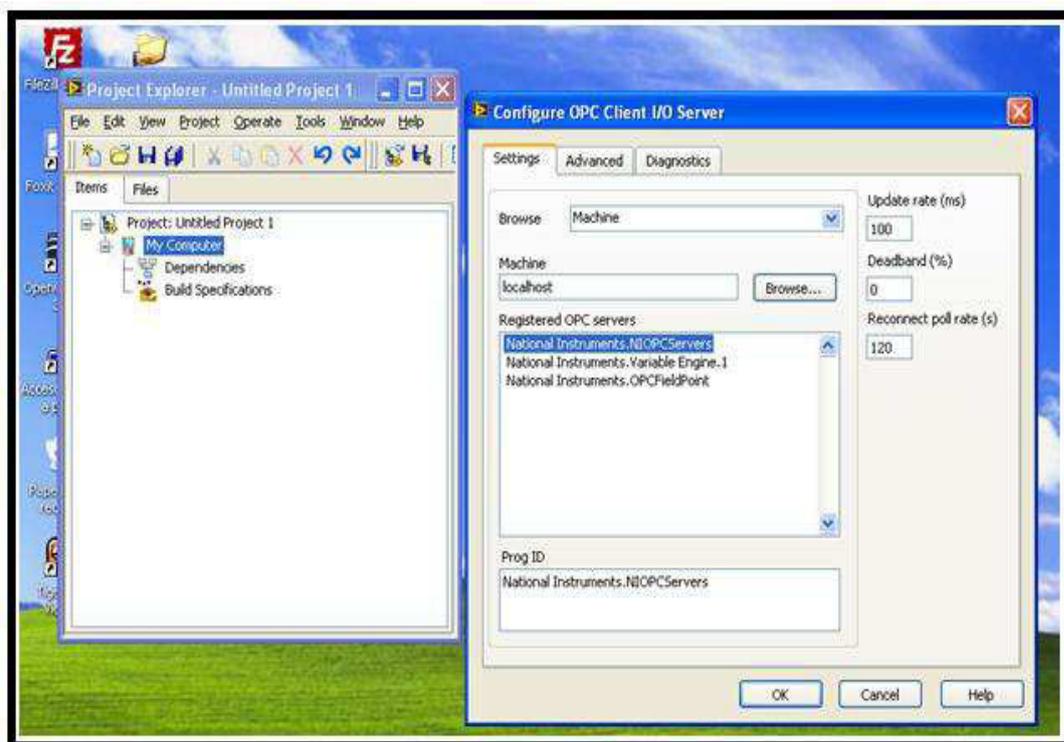


Figura 1.10. Configurando OPC Client I/O Server

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.

1.3.3 Procedimiento sencillo para crear Variables Compartidas

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, se 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. La figura 1.11 muestra la creación de una biblioteca de variables compartidas.

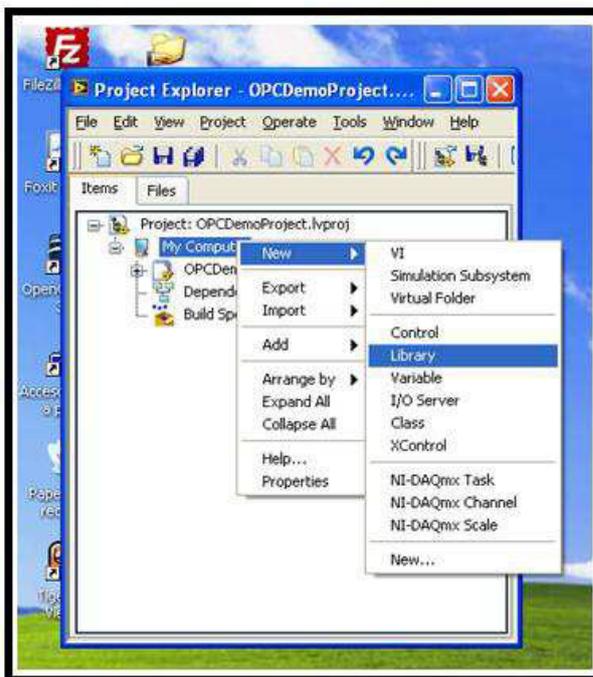


Figura 1.11. Creando Biblioteca de variables compartidas

- b. Clic derecho en la nueva biblioteca y seleccione Create Bound Variables tal como se muestra en la figura 1.12.

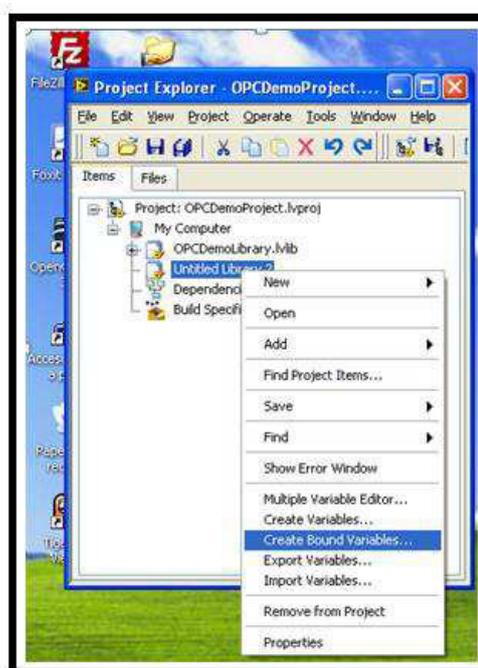


Figura 1.12. Creando Bound Variables

- 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 1.13.

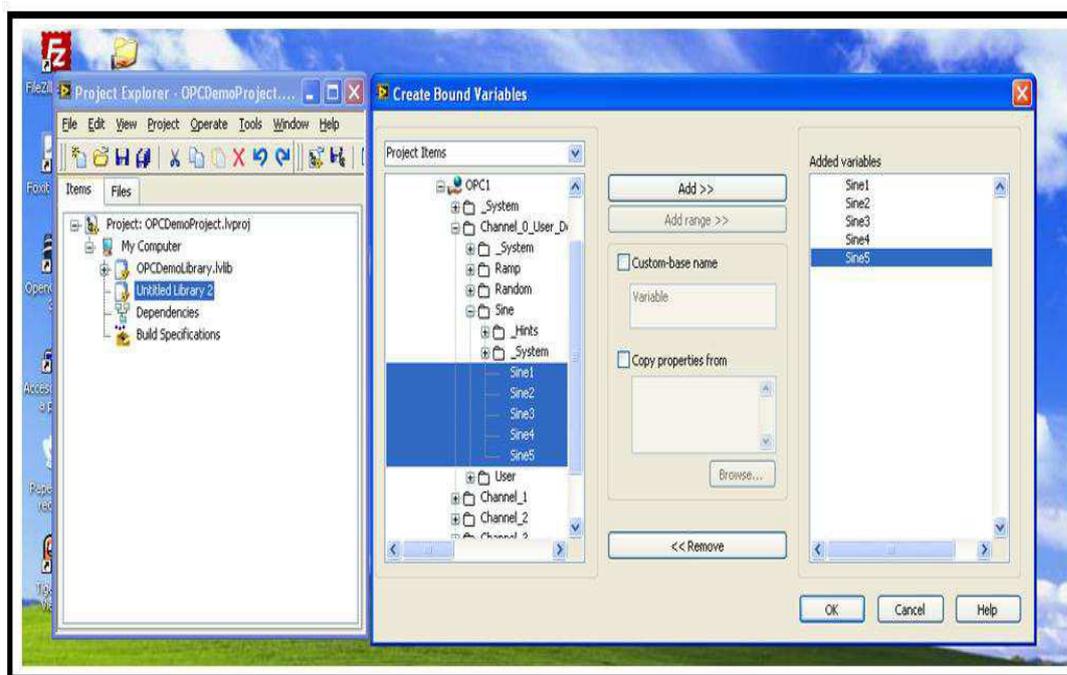


Figura 1.13. Seleccionando las etiquetas del OPC para las variables compartidas.

- 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.
- En Multiple Variable Editor, seleccione Done para añadir las variables compartidas que fueron creadas anteriormente. La figura 1.4 muestra el Multiple Variable Editor.

	Path	Name	Var Type	Data Type	Network-Published: Buffering	Network-Published: Buffer Size	Network-Published: Bind to Source	Network-Published: Access Type	Network-Published: Binding Type	Network-Published: Project Path	Network-Published: Writers
Sine1	...vproj\My Computer\Unlabeled Library 2\	Sine1	Network-Published	Single	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	..._Defined(Sine)\Sine1	Multiple Writers
Sine2	...vproj\My Computer\Unlabeled Library 2\	Sine2	Network-Published	Single	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	..._Defined(Sine)\Sine2	Multiple Writers
Sine3	...vproj\My Computer\Unlabeled Library 2\	Sine3	Network-Published	Single	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	..._Defined(Sine)\Sine3	Multiple Writers
Sine4	...vproj\My Computer\Unlabeled Library 2\	Sine4	Network-Published	Single	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	..._Defined(Sine)\Sine4	Multiple Writers
Sine5	...vproj\My Computer\Unlabeled Library 2\	Sine5	Network-Published	Single	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	..._Defined(Sine)\Sine5	Multiple Writers

Figura 1.14. Multiple Variable Editor

- Guarde la nueva biblioteca como OPCItems.lvlib en la ventana del proyecto haciendo clic derecho en la biblioteca y seleccionando Save As.

6. 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 tal como lo muestra la figura 1.15.

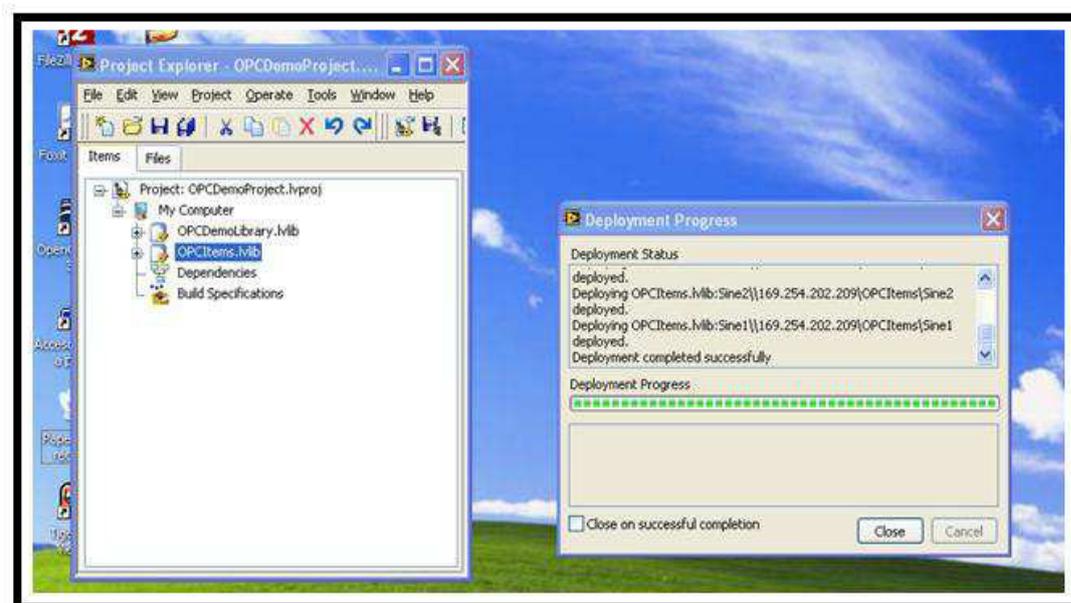


Figura 1.15. Publicando Variables

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

1.3.4 Procedimiento sencillo para visualizar variables compartidas

1. Desde Project Explorer, seleccione Tools » Distributed System Manager para abrir una ventana donde puede manejar sus variables compartidas en diferentes formas, (ver figura 1.16).
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.

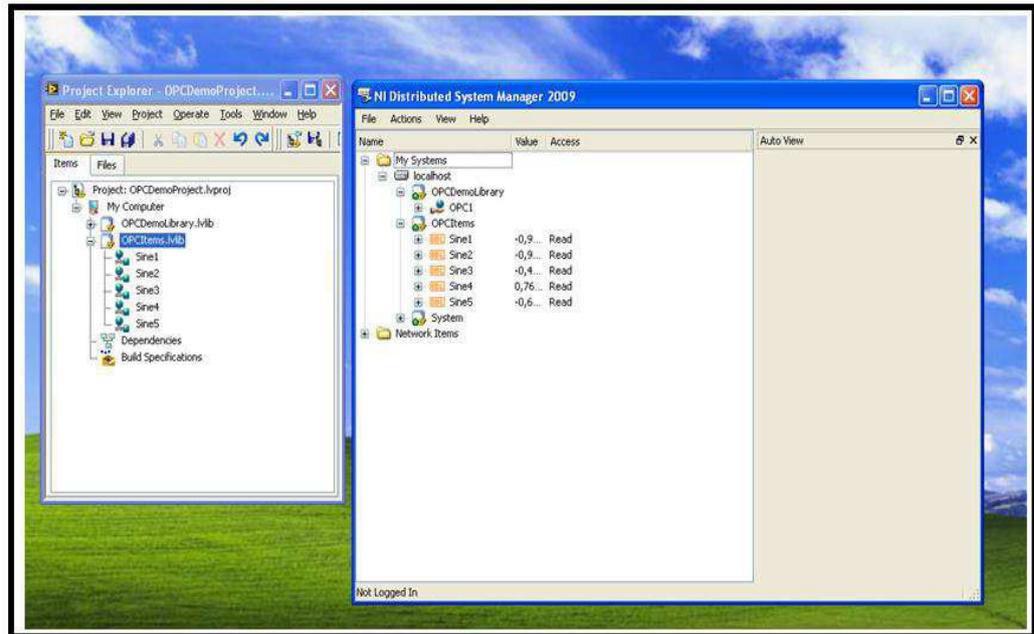


Figura 1.16. Distributed System Manager

- Las variables compartidas se estarán actualizando con el dato seno simulado.

1.3.5 Procedimiento sencillo para usar los datos de OPC

- Desde Proyecto Explorer, haga clic derecho en My Computer y seleccione New » VI. Para crear una interfaz de usuario y un código gráfico ejecutable.
- Seleccione View » Controls Palette seguido de Express » Graph Indicators » Chart y ubíquela en el panel frontal como se muestra en la figuras 1.17, 1.18 y 1.19.

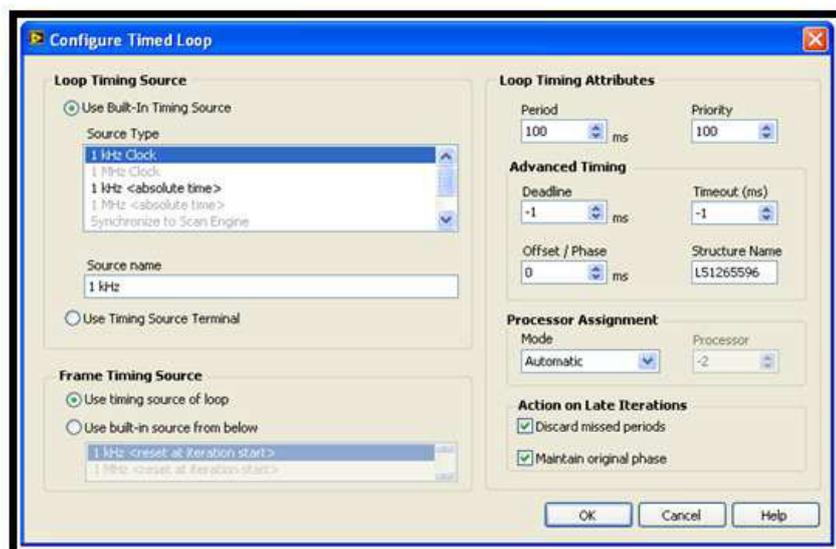


Figura 1.17. Ajuste el Período a 100 ms de timed Loop

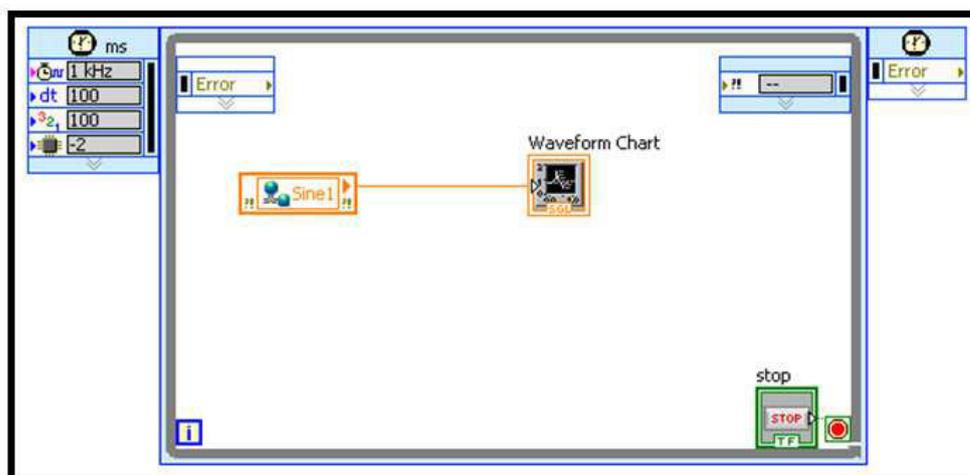


Figura 1.18 Diagrama de bloques

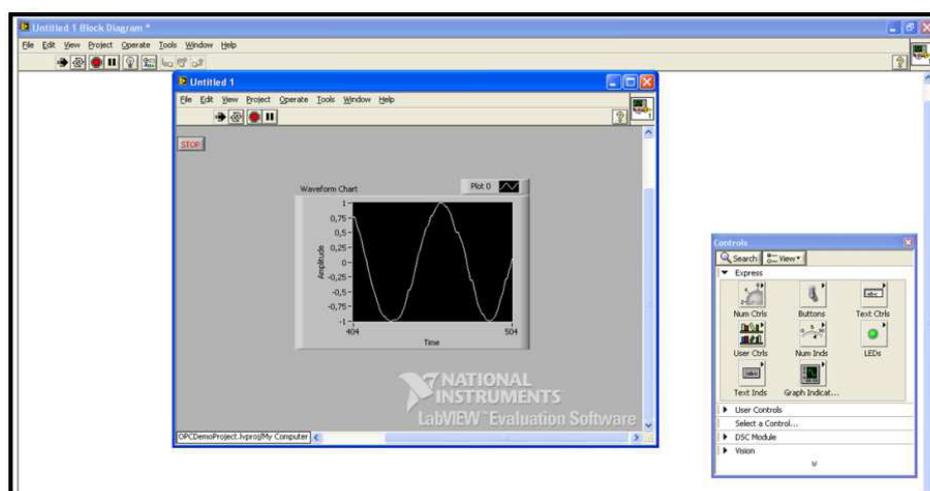


Figura 1.19. Panel Frontal Completo desplegando un dato del PLC en una Waveform Chart

1.4 Bosquejo esquemático del sistema

El siguiente esquema muestra los elementos que conformarán el sistema, se los presenta de forma lineal ya que de esta forma se reduce la complejidad y mejora el desarrollo del sistema. Existen dos etapas, la primera que relaciona al PLC, OPC y el sistema SCADA y la segunda que involucra la publicación web y los reportes. (Ver figura 1.20)

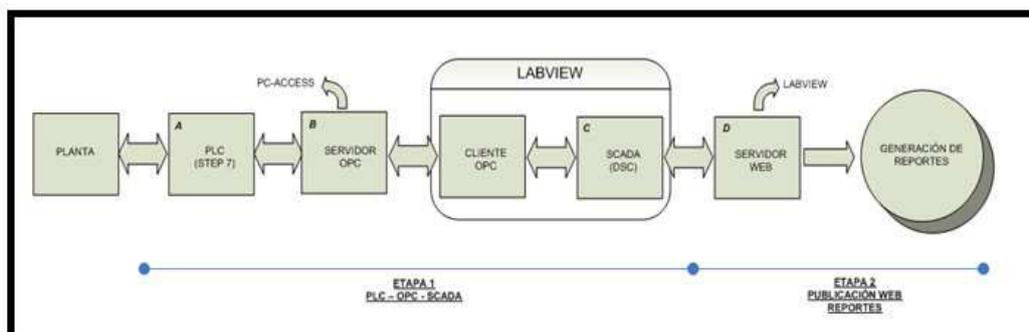


Figura 1.20. Esquema lineal del Sistema

1.5 Arquitectura del software de control

La arquitectura del software de control posee dos partes de las cuales se desglosan diferentes aspectos. Se utilizará una aplicación para el Servidor y otra para el Cliente, como se puede observar en la figura 1.21, la aplicación Servidor maneja los diferentes Servers para la conexión mientras que la aplicación Cliente maneja las interfaces así como también el sistema de monitoreo.

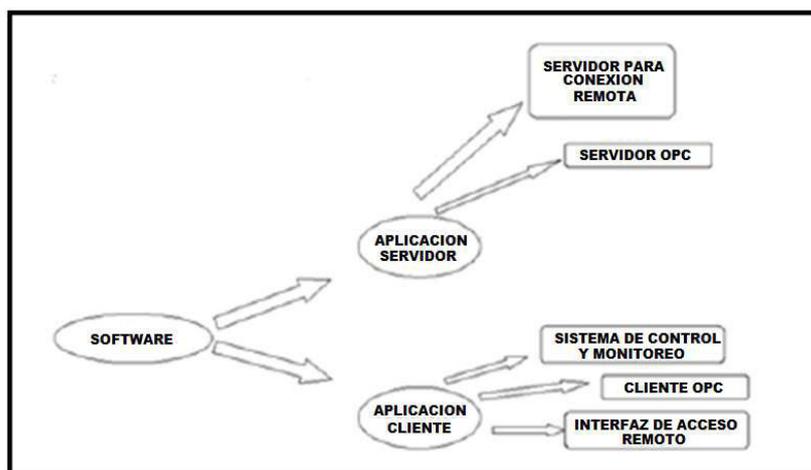


Figura 1.21. Arquitectura del software de control

1.6 Diagrama de Arquitectura

El siguiente diagrama presenta de manera más detallada los diferentes elementos del sistema, donde se puede diferenciar dos bloques que son comunicados mediante el software Labview. Se puede observar cómo será la interacción entre elementos siendo siempre la comunicación bidireccional, (Ver figura 1.22).

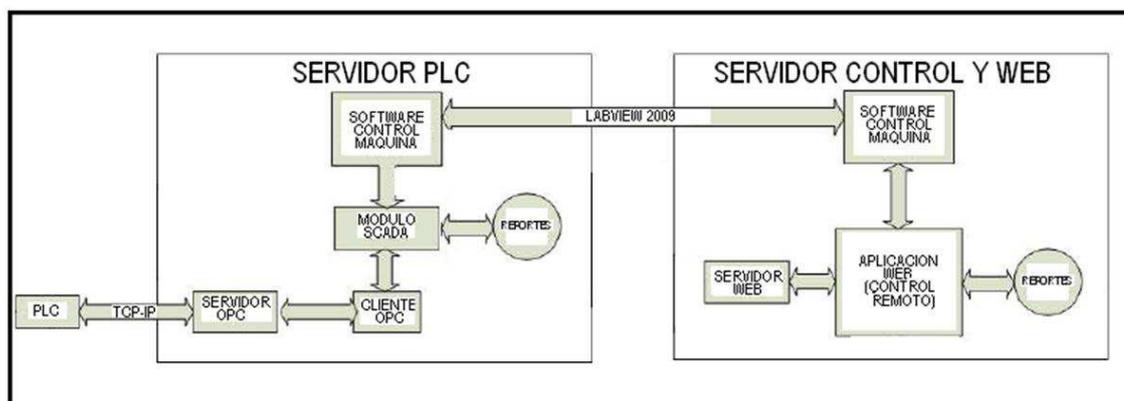


Figura 1.22. Diagrama de arquitectura

CAPÍTULO II

ESTUDIO Y DISEÑO DEL PROCESO A CONTROLAR

2.1 Introducción

Como es de conocimiento el proceso de perforación, conteo, empaquetado y sellado de las hojas se lo realiza mediante procedimientos distintos a los que se plantea en el sistema. A continuación se procede a explicar brevemente estas etapas.

2.2 Etapas del Proceso

2.2.1 Perforación

Una vez que las hojas han salido de la guillotina y usando una perforadora industrial se perfora 500 hojas, (ver figura 2.1).

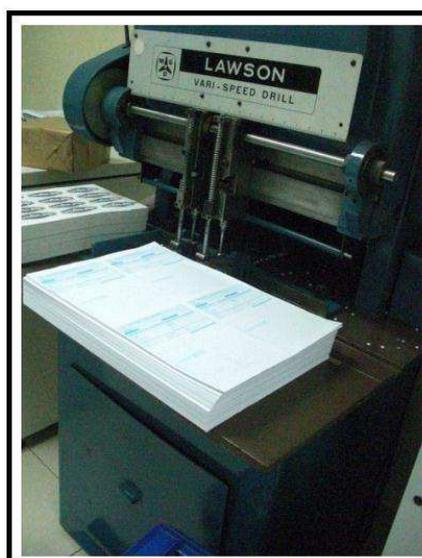


Figura 2.1. Perforadora Industrial

2.2.2 Conteo del Papel

Posteriormente se procede al conteo de hojas, proceso que se lo realiza manualmente donde se debe mencionar que se requiere de experiencia en el asunto. (Figura 2.2).



Figura 2.2. Conteo manual de hojas

2.2.3 Empacado y Sellado

El papel se lo cuenta en paquetes de 50 unidades, posterior a esto se las introduce en fundas plásticas de dimensión 9x14". Finalmente con cinta adhesiva se sellan los paquetes. (Figura 2.3).



Figura 2.3. Empacado y sellado del paquete

2.2.4 Partes de la Máquina que se controlara remotamente

El objetivo principal es controlar los procesos que se realizaban manualmente. Resumiendo, lo que va a realizar la máquina será:

- a. Colocar y alinear de la pila de papel
- b. Reconocer el formato de papel
- c. Contabilizar el papel
- d. Perforar el paquete de papel contado
- e. Alinear el paquete perforado y contado para enfundar.

2.2.4.1 Colocación y alineación de la pila de papel

La figura a continuación muestra el dispositivo donde se colocarán la pila de hojas.

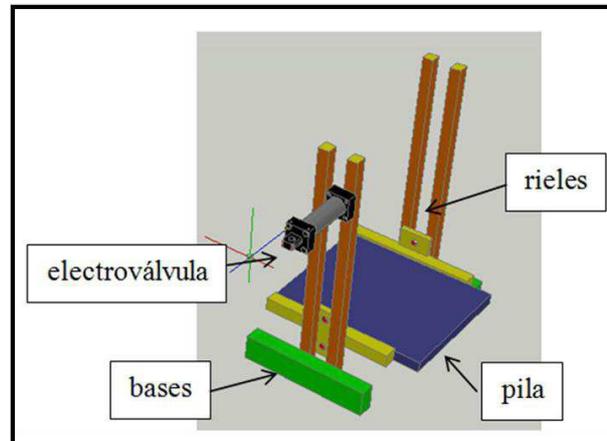


Figura. 2.4 Dispositivo de almacenamiento de papel a procesar

Lo que se distingue de color azul es la pila donde reposará el papel pudiendo ser de diferentes formatos. Como se observa existen rieles para que se produzca la subida y bajada del papel. (Figura 2.4).

Lo que se ve en color verde son soportes para las rieles, así como también se observa una electroválvula que se acoplará con una lámina que igualará el papel a medida que la pila suba.

Al momento que la pila llegue a hacer contacto con un sensor en la partes superior se detendrá. Un motor de 24v cc será el encargado del movimiento, este motor nos permite cambiar el sentido de giro para subir y bajar la pila. La figura 2.5 muestra lo antes descrito.

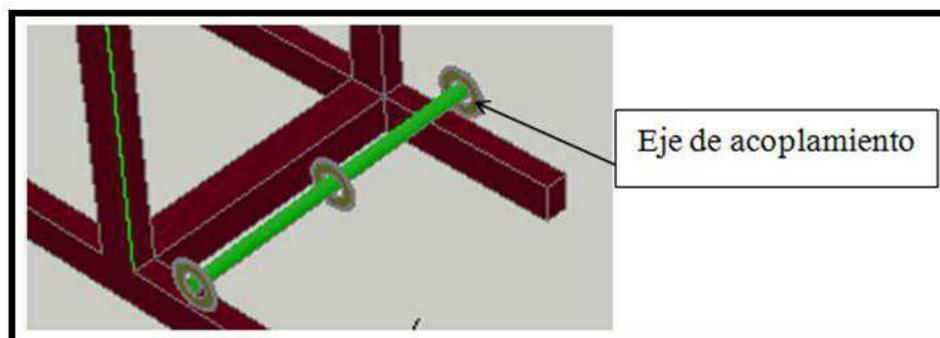


Figura 2.5. Eje del motor de CC para control de la pila

2.2.4.2 Reconocimiento de formato de papel

Un motor de corriente continua se acoplará a los rieles que ajustarán unos topes para los distintos tipos de papel. Se usará un sensor óptico que identificará los formatos. La figura 2.6 muestra el acople.

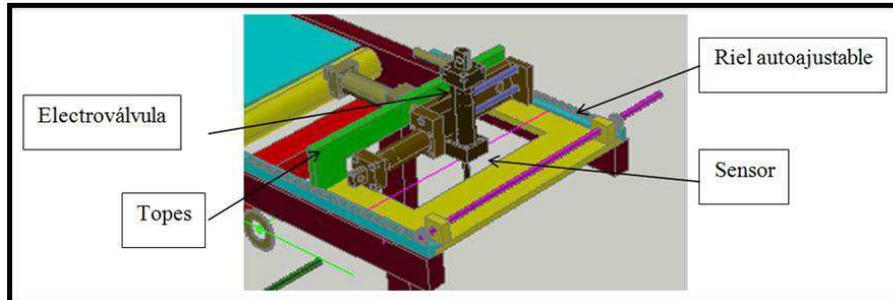


Figura 2.6 Dispositivo de reconocimiento de formato

2.2.4.3 Contador de papel

Este es uno de los dispositivos más importantes ya que requiere de atención en su diseño debido a la precisión que necesita para el conteo. El papel tiene un grosor muy pequeño por lo que la velocidad en el conteo es fundamental para que sea verdaderamente útil el proceso (figura 2.7)

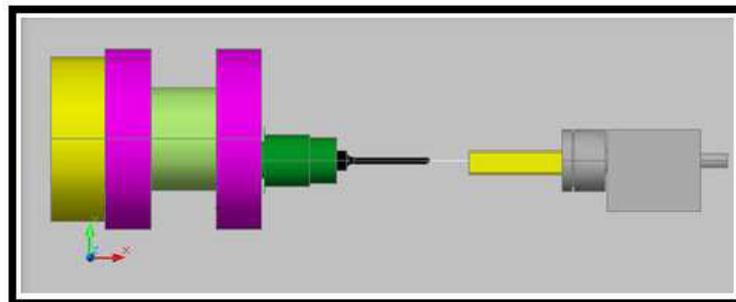


Figura 2.7 Contador de papel

2.2.4.4 Perforación del paquete de papel contado

Posterior al conteo de las hojas, el siguiente paso es la perforación, la distancia es un parámetro a tomar en cuenta, es por esto que se encuentran ubicadas dos electroválvulas fijas acopladas con troqueles redondos.

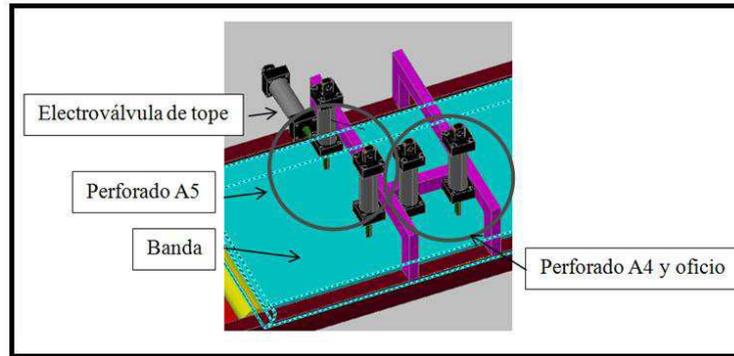


Figura 2.8 Dispositivos de perforación del paquete contado

Como se muestra en la figura 2.8, existe una banda transportadora que será operada por un motor de 24v cc. La perforación para el papel A5 difiere ya que se han ubicado un par de electroválvulas adicionales. Existirá un tope que ayudará en la precisión del perforado.

2.2.4.5 Alineación del paquete perforado y contado para enfundar.

Luego de realizada la perforación, entrará en funcionamiento la banda transportadora que moverá el paquete hacia el dispositivo de alineamiento.

La figura 2.9a y 2.9b muestra como se introducirán los paquetes para luego ser levantados por una palanca y de esta manera ser depositados en la máquina enfundadora Mailbag. La figura claramente muestra la electroválvula acoplada para la elevación.

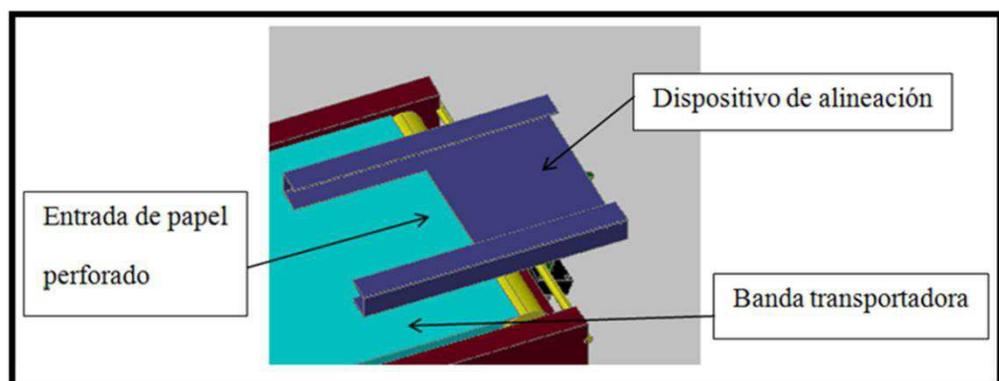


Fig. 2.9a Dispositivos de alineación de papel

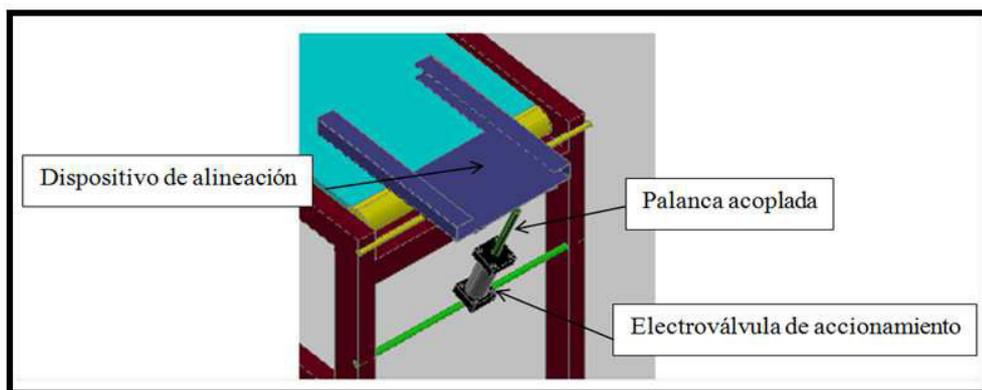


Fig. 2.9b Palanca acoplada a electroválvula

2.3 Puntos de vista de la máquina finalizada

A continuación se presentan los diferentes puntos de vista de la máquina finalizada, como lo son la vista superior, inferior, lateral, frontal e isométrica, para de esta manera apreciar de forma clara la disposición de los diferentes acoples mecánicos. Ver figura 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 y 2.14.

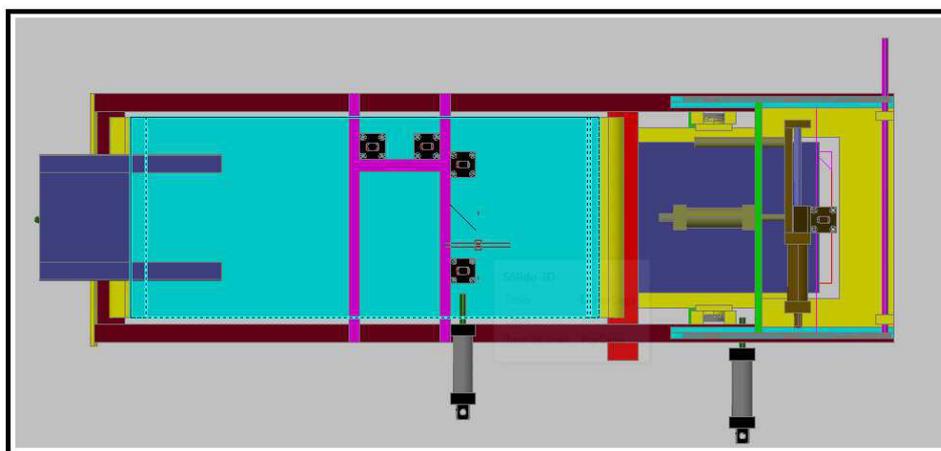


Figura 2.10 Vista superior de la máquina

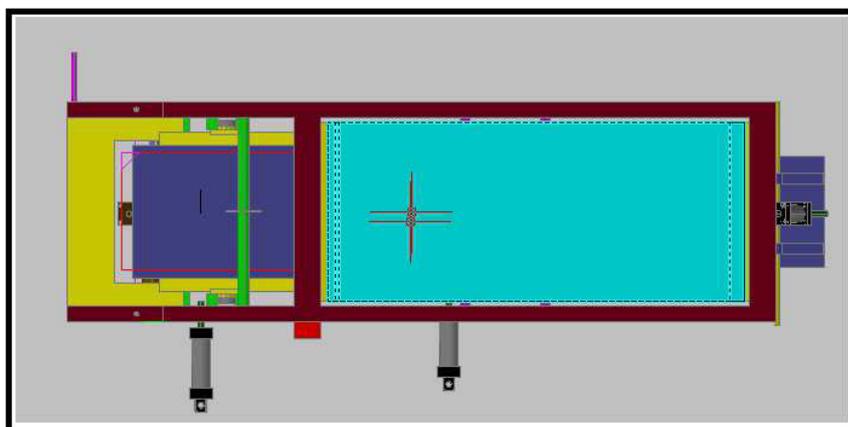


Figura 2.11 Vista inferior de la máquina

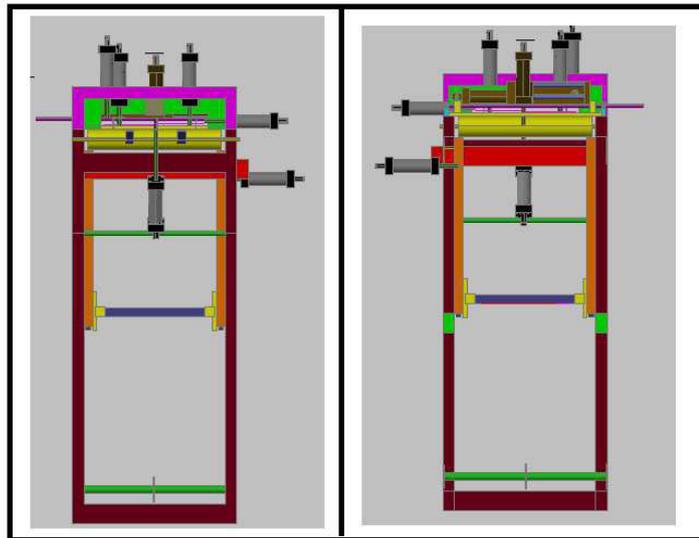


Figura 2.12 Vistas laterales de la máquina

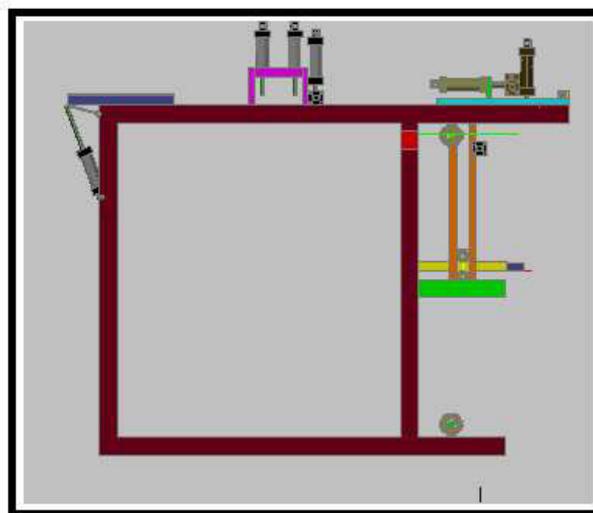


Figura 2.13 Vista Frontal de la máquina

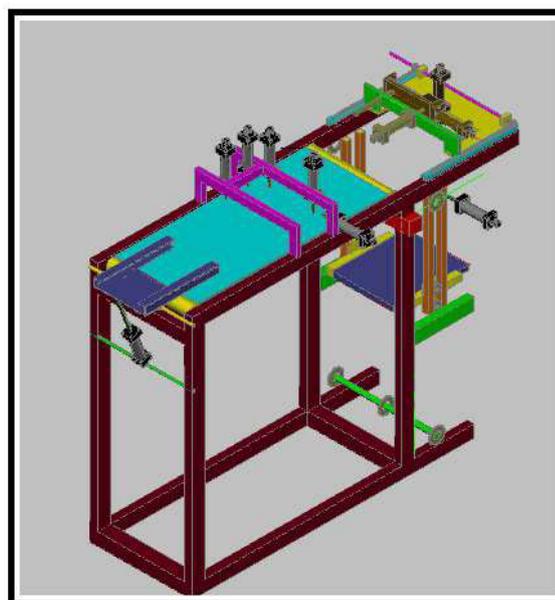


Figura 2.14 Vista Isométrica de la máquina

2.4 Procesos

2.4.1 Proceso de Conteo

Para el proceso de conteo se estructuró cierta secuencia que a continuación se detalla:

- a. Sube bandeja hasta sensor de presión.
- b. Iguala papel.
- c. Activa gancho y prende bomba de succión.
- d. Prende motor del contador.
- e. Compara si las hojas contadas es igual al número de hojas configuradas.
- f. Cuando haya llegado al número de hojas completas se apaga el motor del contador al igual que el gancho. Se activa el brazo que procede a poner el paquete contado en la banda.

2.4.2 Proceso Banda y Perforación

El proceso a seguir será de la siguiente manera:

- a. Prende motor de la banda.
- b. Suben pistolas que sostienen el papel dependiendo el tamaño seleccionado.
- c. Cuando se corta el sensor fotoeléctrico se apaga el motor de la banda y se activa el pistón que perfora dependiendo el tamaño.

2.4.3 Configuración del tamaño de hoja

Según el tamaño seleccionado en el HMI, el PLC procederá de la siguiente forma:

- a. Regresa todo el soporte a un extremo.
- b. El motor se detendrá si sensa que el soporte ha pasado por el tamaño de hoja seleccionada.
- c. Si no se ha detectado ningún paso del soporte, éste se moverá hacia el otro extremo hasta que el sensor del tipo de hoja seleccionada detecte su paso.

2.4.4 Insertar etiqueta y emplastado del paquete

Si el sensor detecta el paso del paquete por el proceso, se dejará caer una etiqueta por medio de un sistema mecánico similar al de una impresora. La máquina MailBag será la encargada de emplastar automáticamente.

CAPÍTULO III

ADQUISICIÓN Y LISTADO DE SEÑALES

3.1 Sensores

3.1.1 Características de los sensores magnéticos

Los sensores que se servirán para la conmutación del PLC, ya que la señal obtenida será usada posteriormente puesto que al momento de la programación se establecerá la secuencia de la máquina. Los sensores magnéticos serán ubicados en el eje x donde se encuentra una bandeja que ayudará en la configuración según el tipo de hoja (A5, A4 u oficio). La figura 3.1 muestra un sensor magnético



Figura 3.1 Sensor magnético

3.1.2 Características de los sensores fotoeléctricos

Este dispositivo, a medida que tenga un cambio en la intensidad de la luz ofrecerá una respuesta. Se compone de dos partes, una que emite la luz y otra que la recepta.

Se los emplea principalmente en la clasificación y detección de objetos, pudiendo ser útil para identificar colores, formas, diferencias de superficie, etc. Como se dijo anteriormente, estos sensores producen una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada.

Estos sensores incluyen un transductor fotoeléctrico, que convierte la luz a una señal eléctrica, donde en muchos casos se usan también una circuitería adicional que acondiciona la salida ya sea para amplificarla, compararla o

formatearla. El sensor de luz que destaca en los más populares es el LDR, cuyas siglas significa Resistor dependiente de la luz, que no es más que un resistor que cambia su resistencia cuando cambia la intensidad de la luz.

3.1.3 Características de los sensores inductivos

Este tipo de sensores se distinguen ya que se especializan en detectar materiales metálicos ferrosos, son muy útiles en procesos para la detección de presencia o ausencia de objetos metálicos en ciertas condiciones como pueden ser detección de paso, de atascamiento, de conteo y decodificación.

Para elegir un sensor inductivo se podría tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La superficie del objeto a detectar no debe ser menor que el diámetro del sensor de proximidad (preferentemente 2 veces más grande que el tamaño o diámetro del sensor). Si fuera menor que el 50% del diámetro del sensor, la distancia de detección disminuye sustancialmente.
- No presentan desgaste ya que no poseen partes móviles.
- Como manera de compensar la limitada área de detección existen formas en estos sensores pudiendo ser rectangulares, cilíndricos, etc.
- Los sensores inductivos cilíndricos son los más usuales en las aplicaciones presentes en la industria.
- A causa de las limitaciones de los campos magnéticos, los sensores inductivos poseen una distancia de detección pequeña a comparación con otros tipos de sensores.
- Gracias a las especiales consideraciones en el diseño, y al grado de protección IP67, muchos sensores inductivos pueden trabajar en ambientes adversos, con fluidos corrosivos, aceites, etc., sin perder operatividad.



Figura 3.2 Sensor inductivo

3.2 Parámetros de Señales

3.2.1 Áreas de memoria y direccionamiento

El PLC a controlar será el S7-1200 de Siemens el cual ofrece flexibilidad y potencia para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, conformando así un potente controlador

El PLC S71200 provee las siguientes áreas de memoria para almacenar el programa de usuario, los datos y la configuración:

- La memoria de carga permite almacenar de forma no volátil el programa de usuario, los datos y la configuración. Cuando un proyecto se carga en la CPU, se almacena primero en el área de memoria de carga.
- La memoria de trabajo ofrece almacenamiento volátil para algunos elementos del proyecto mientras se ejecuta el programa de usuario.
- La memoria remanente permite almacenar de forma no volátil un número limitado de valores de la memoria de trabajo. El área de memoria remanente se utiliza para almacenar los valores de algunas posiciones de memoria durante un corte de alimentación.

TIA PORTAL hace fácil la programación simbólica, permitiendo crear nombre simbólicos o variables para las diferentes direcciones de los datos, pudiendo ser variables del PLC guardadas en direcciones de memoria o como variables locales para ser usadas dentro de un bloque lógico en específico. Estas variables incluyen un nombre, tipo de datos, offset y comentario. Para utilizarlas en el programa de usuario basta con introducir el nombre de variable para el parámetro de instrucción.

La CPU ofrece varias opciones para almacenar datos durante la ejecución del programa de usuario:

- Memoria global: La CPU ofrece distintas áreas de memoria, incluyendo entradas (I), salidas (Q) y marcas (M). Todos los bloques lógicos pueden acceder sin restricción alguna a esta memoria.

- Q (memoria imagen de proceso de las salidas): La CPU copia los valores almacenados en la imagen de proceso de las salidas en las salidas físicas. Se permiten accesos de lectura y escritura a la memoria imagen de proceso de las salidas.

- I (memoria imagen de proceso de las entradas): La CPU consulta las entradas de periferia (físicas) inmediatamente antes de ejecutar el OB de ciclo en cada ciclo y escribe estos valores en la memoria imagen de proceso de las entradas.

- M (área de marcas): El área de marcas (memoria M) puede utilizarse para relés de control y datos para almacenar el estado intermedio de una operación u otra información de control.

- Memoria de trabajo: Bloque de datos (DB), es posible incluir DBs en el programa de usuario para almacenar los datos de los bloques lógicos. Los datos almacenados se conservan cuando finaliza la ejecución del bloque lógico asociado. Un DB "global" almacena datos que pueden ser utilizados por todos los bloques lógicos, mientras que un DB instancia almacena datos para un bloque de función (FB) específico y está estructurado según los parámetros del FB.

- Memoria temporal: Cada que se llama un bloque lógico, el sistema operativo de la CPU asigna la memoria temporal o local (L) que debe utilizarse durante la ejecución del bloque. Cuando finaliza la ejecución del bloque lógico, la CPU reasigna la memoria local para la ejecución de otros bloques lógicos. La memoria temporal es similar al área de marcas, con una excepción importante: el área de marcas tiene alcance "global", en tanto que la memoria temporal tiene alcance "local".

En la siguiente figura se detalla las capacidades de memoria de la CPU del Simatic S7-1200.

Función	CPU 1212C
<ul style="list-style-type: none"> • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria remanente 	<ul style="list-style-type: none"> • 25 KB • 1 MB • 2 KB
<ul style="list-style-type: none"> • Memoria imagen de proceso (entradas) • Memoria imagen de proceso (salidas) • Área de marcas (M) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1024 bytes • 1024 bytes • 4096 bytes

Tabla 3.1 Detalle de las capacidades de la memoria de la CPU Simatic S7-1200.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0. Página 12.

Las referencias a las áreas de memoria de entrada (I) o salida (Q), acceden a la memoria imagen del proceso. Para acceder inmediatamente a la entrada o salida física es preciso añadir ":P". El forzado permanente escribe un valor en una entrada (I) o una salida (Q). Para forzar permanentemente una entrada o salida, agregue una ":P" a la variable PLC o dirección. Para aclarar estos conceptos, en la siguiente tabla se presenta las áreas de memoria con las especificaciones correspondientes a cada una de ellas.

Área de memoria	Descripción	Forzado permanente	Remanente
I Memoria imagen de proceso de las entradas I_:P ¹ (entrada física)	Se copia de las entradas físicas al inicio del ciclo	No	No
	Lectura inmediata de las entradas físicas de la CPU, SB y SM	Sí	No
Q Memoria imagen de proceso de las salidas Q_:P ¹ (salida física)	Se copia en las salidas físicas al inicio del ciclo	No	No
	Escritura inmediata en las salidas físicas de la CPU, SB y SM	Sí	No
M Área de marcas	Control y memoria de datos	No	Sí (opcional)
L Memoria temporal	Datos locales temporales de un bloque	No	No
DB Bloque de datos	Memoria de datos y de parámetros de FBs	No	Sí (opcional)

Tabla 3.2 Detalle de las áreas de memoria de la CPU Simatic S7-1200.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0. Página 60

Toda posición de memoria diferente tiene una dirección unívoca. El programa de usuario utiliza estas direcciones para acceder a la información de la posición de memoria. La figura 3.3 muestra cómo acceder a un bit (lo que también se conoce como direccionamiento "byte.bit"). En este ejemplo, el área de memoria y la dirección del byte (I = entrada y 3 =byte 3) van seguidas de un punto (".") que separa la dirección del bit (bit 4).

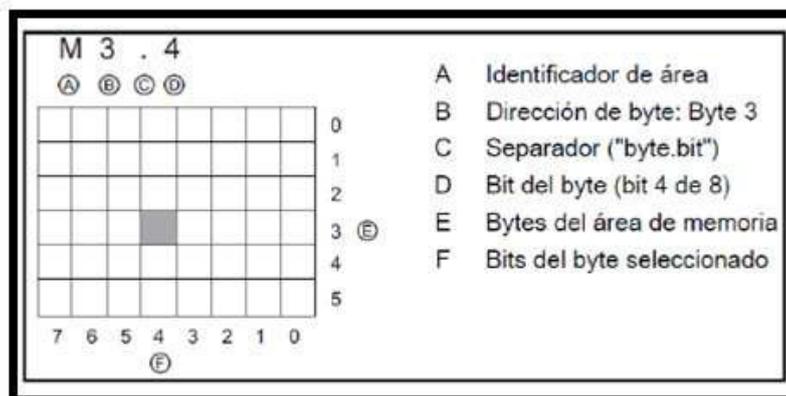


Figura 3.3: Direccionamiento "byte.bit" en las áreas de memoria del S7-1200.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0. Página 61

En el Simatic S7-1200, a los datos de la mayoría de las áreas de memoria (I, Q, M, DB y L) se puede acceder como bytes, palabras o palabras dobles utilizando el formato "dirección de byte". Para acceder a un byte, una palabra o una palabra doble de datos en la memoria, la dirección debe especificarse de forma similar a la dirección de un bit, detallada anteriormente. En la tabla 3.3 se muestra ejemplos de la estructura del direccionamiento de las variables.

Bit	M[dirección de byte].[dirección de bit]	M26.7
Byte, palabra o palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	MB20, MW30, MD50
Bit	DB[número de bloque de datos].DBX[dirección de byte].[dirección de bit]	DB1.DBX2.3
Byte, palabra o palabra doble	DB[número de bloque de datos].DB[tamaño][dirección de byte inicial]	DB1.DBB4, DB10.DBW2, DB20.DBD8

Tabla 3.3 Estructura de direccionamiento de variables en la CPU S7-1200.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0. Página 64.

3.2.2 Tipos de datos

Estos se utilizan en la determinación del tamaño de un elemento y la manera de interpretarse los datos es por eso que todo parámetro de instrucción soporta como mínimo un tipo de datos.

Un parámetro formal es el identificador en una instrucción que indica la ubicación de los datos que deben utilizarse. Un parámetro actual es la posición de memoria o constante que contiene los datos que debe utilizar la instrucción. El tipo de datos del parámetro actual definido por el usuario debe concordar con uno de los tipos de datos que soporta el parámetro formal especificado por la instrucción. Al definir un parámetro actual es preciso indicar una variable (símbolo) o una dirección absoluta, que no tenga una variable asociada, y utilizar un tamaño apropiado que coincida con el tipo de datos soportado. La tabla 3.4, muestra los tipos de datos simples soportados, incluyendo ejemplos de entrada de constantes.

Tipo de datos	Tamaño (bits)	Rango	Ejemplos de entrada de constantes
Bool	1	0 a 1	TRUE, FALSE, 0, 1
Byte	8	16#00 a 16#FF	16#12, 16#AB
Word	16	16#0000 a 16#FFFF	16#ABCD, 16#0001
DWord	32	16#00000000 a 16#FFFFFFFF	16#02468ACE
Char	8	16#00 a 16#FF	'A', 't', '@'
Sint	8	128 a 127	123, -123
Int	16	32.768 a 32.767	123, -123
Dint	32	-2.147.483.648 a 2.147.483.647	123, -123
USint	8	0 a 255	123
UInt	16	0 a 65.535	123
UDint	32	0 a 4.294.967.295	123
Real	32	+/-1,18 x 10 ⁻³⁸ a +/-3,40 x 10 ³⁸	123,456, -3,4, -1,2E+12, 3,4E-3
LReal	64	+/-2,23 x 10 ⁻³⁰⁰ a +/-1,79 x 10 ³⁰⁰	12345.123456789 -1,2E+40
Time	32	T#-24d_20h_31m_23s_648ms to T#24d_20h_31m_23s_647ms Almacenado como: -2,147,483,648 ms to +2,147,483,647 ms	T#5m_30s 5#-2d T#1d_2h_15m_30x_45ms
String	Variable	0 a 254 caracteres en tamaño de byte	'ABC'
DTL ¹	12 bytes	Mínima: DTL#1970-01-01-00:00:00.0 Máxima: DTL#2554-12-31-23:59:59.999 999 999	DTL#2008-12-16-20:30:20.250

Tabla3.4 Tabla de los tipos de datos simples, soportados por la CPU Simatic S7-1200.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania

A continuación en la tabla 3.5, se presenta, las instrucciones de conversión de datos, que aunque no están disponibles como tipos de datos, soportan el siguiente formato numérico BCD.

Formato	Tamaño (bits)	Rango numérico	Ejemplos
BCD16	16	-999 a 999	123, -123
BCD32	32	-9999999 a 9999999	1234567, -1234567

Tabla 3.5 Tabla de instrucciones de conversión de formato numérico BCD.

Fuente: Siemens AG, Manual de sistema, controlador programable S7-1200, Alemania 11/2009, A5E02486683-0. Página 66.

3.3 Ejecución del programa del Usuario

El programa de usuario no es más que la ejecución de instrucciones lógicas programadas y almacenadas en bloques lógicos. La CPU del Simatic S7-1200 soporta diferentes tipos de bloques lógicos para estructurar eficientemente el programa de usuario, y a continuación se presentan con las características más relevantes.

- Un bloque de función (FB) es una subrutina que se ejecuta cuando se llama desde otro bloque lógico (OB, FB o FC). Un FB utiliza también un bloque de datos asociado (denominado DB instancia) para conservar el estado de valores durante la ejecución que pueden utilizar otros bloques del programa. El bloque que efectúa la llamada transfiere parámetros al FB e identifica un bloque de datos determinado (DB) que almacena los datos de la llamada o instancia específica de ese FB. La modificación del DB instancia permite a un FB genérico controlar el funcionamiento de un conjunto de dispositivos. El bloque de función FB, en las aplicaciones se puede reutilizar.
- Bloque de organización (OB): es un bloque lógico que generalmente contiene la lógica principal y define la estructura del programa. El OB reacciona a un evento específico en la CPU y puede interrumpir la ejecución del programa. El bloque predeterminado para la ejecución cíclica del programa de usuario (OB 1) ofrece la estructura básica y es el único bloque lógico que se requiere para el programa de usuario. Los OBs restantes ejecutan funciones específicas, tales como tareas de arranque, procesamiento de alarmas, etc.

- Los bloques de datos (DBs) Los bloques de datos se utilizan para almacenar diferentes tipos de datos, incluyendo el estado intermedio de una operación u otros parámetros de control de FBs, así como estructuras de datos requeridas para numerosas instrucciones. La ejecución del programa de usuario comienza con uno o varios bloques de organización (OBs) de arranque que se ejecutan una vez al cambiar a estado operativo RUN, seguidos de uno o varios OBs de ciclo que se ejecutan cíclicamente. En el desarrollo del sistema remoto, los bloques de datos controlan distintas instancias en la aplicación, mientras que el bloque DB1 se define como un bloque de datos global para situar las variables que se publican en el sistema SCADA, debido a las restricciones en el Servidor OPC explicado en el capítulo siguiente.
- Una función (FC) es una subrutina que se ejecuta cuando se llama desde otro bloque lógico (OB, FB o FC). La FC no tiene un DB instancia asociado. El bloque que efectúa la llamada transfiere parámetros a la FC. Los valores de salida de la FC deben escribirse en una dirección de la memoria o en un DB global si otros componentes del programa de usuario necesitan utilizarlos. Una función FC no puede ser reutilizado.

Los datos y el tamaño del programa de usuario se ve limitado por la memoria de carga disponible. La cantidad de bloques que soporta no está limitada dentro de la cantidad de memoria de trabajo disponible.

3.4 Distribución de entradas y salidas del PLC

Para la programación se distribuyeron las entradas y salidas del PLC de la siguiente manera:

3.4.1 Salidas

La tabla 3.6 muestra la distribución de las salidas del PLC, como se puede observar se han empleado todas las salidas disponibles por lo que se ha agregado un módulo adicional de salidas las cuales utiliza la nomenclatura del tipo "Q8.X".

Q0.0	MOTOR CONTEO HOJAS
Q0.1	ACTIVA BRAZO
Q0.2	MOTOR BANDEJA AC (GIRO DERECHA)
Q0.3	MOTOR BANDEJA AC (GIRO IZQUIERDA)
Q0.4	MOTOR BANDA
Q0.5	MOTOR TIPO HOJA (GIRO DERECHA)
Q0.6	MOTOR TIPO HOJA (GIRO IZQUIERDA)
Q0.7	GANCHO, SUCCION
Q1.0	PERFORADO A4, OFICIO
Q1.1	PERFORADO A5
Q8.0	SENTIDO PISTOLAS
Q8.1	SENTIDO PISTOLAS
Q8.2	HABILITA PISTOLA A4
Q8.3	HABILITA PISTOLA A5
Q8.4	HABILITA PISTOLA OFICIO
Q8.5	
Q8.6	ELECTROVALVULA IGUALADORA
Q8.7	SEÑAL ETIQUETA.

Tabla 3.6 Tabla de distribución de salidas del PLC S7-1200

3.4.2 Entradas

La tabla 3.7 muestra la distribución de las entradas del PLC, como se puede observar, se usan las entradas para las señales obtenidas desde los diferentes tipos de sensores que se encuentran montados sobre la máquina contadora de papel.

I0.0	SENSOR OFICIO
I0.1	SENSOR A4
I0.2	SENSOR A5
I0.3	SENSOR CONTEO
I0.4	SENSOR PRESION
I0.5	SENSOR FOTOELECTRICO
I0.6	FIN CARRERA
I0.7	FIN CARRERA

Tabla 3.7 Tabla de distribución de entradas del PLC S7-1200

CAPÍTULO IV

DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE SOFTWARE

4.1 Hardware de Control Específico

4.1.1 Autómata Programable (PLC)

Es el elemento de control, en este caso es el PLC Simatic S7-1200, que corresponde a la nueva gama de PLC de Siemens con nuevas y potentes características, como por ejemplo un puerto ETHERNET incorporado, que hace de este un excelente equipo realizar para prácticas didácticas avanzadas y de aplicación en la gama media-baja de la industria. Es el encargado de controlar la planta de trabajo.

4.2 Servidor

Se distribuye en un solo equipo que se encargará del control, seguridad, visualización y conexión remota de los usuarios hacia la planta de producción de la imprenta y por ende al hardware de control específico.

4.2.1 Servidor PLC

Es el equipo encargado de la comunicación en red con los PLC y contiene las siguientes características y funciones:

- Software de Programación del PLC; TIA PORTAL: Encargado de trasladar todas las configuraciones y lógica de programa al PLC S7-1200. Este software brinda importantes funciones como por ejemplo la Depuración en tiempo real y en línea de la lógica de programación del PLC.
- Servidor OPC; PC ACCESS de Siemens: Contiene los protocolos necesarios para la comunicación entre el PLC y el sistema SCADA.
- Cliente OPC-Sistema SCADA: Software que realiza la monitorización y control de las Plantas de trabajo, se comunica con el PLC a través del servidor OPC. Desarrollado en la plataforma LabVIEW 2009.

4.2.2 Servidor Web y Control

Es el equipo encargado del control de acceso, gestión etc. Controla el sincronismo del sistema y funciona como servidor web para las páginas de acceso y administración, de la siguiente manera:

- **Aplicación Web:** Se encarga del control diferenciado de acceso al sistema de control (uno a la vez), modificación de datos del usuario, etc.
- **Servidor Web:** ejecuta todas las operaciones de peticiones y respuestas web (http) que realizan los usuarios para acceder a la Interfaz Web de la Aplicación Web.
- **Software de Control MAESTRO EN PLANTA:** Se encarga de la comunicación y sincronismo entre el Servidor PLC y el Servidor Web y Control. Recibe la información de acceso por parte de la Aplicación Web y envía las respectivas órdenes al software de control de la planta en el equipo Servidor PLC.
- **Cliente:** Para la conexión remota por parte de los usuarios es necesario tener instalado en la PC del cliente un navegador Web, capaz de ejecutar código Java.

4.3 Etapas del desarrollo del Sistema

En base al diseño de la arquitectura del sistema, se determinan tres etapas fundamentales que plantean un plan de diseño ordenado y sistemático en la realización del sistema de control remoto y que se detallan a continuación:

- a. Etapa1: Programación del PLC Simatic S7-1200.
- b. Etapa 2: Configuración del servidor OPC, cliente OPC y desarrollo del sistema SCADA.
- c. Etapa3: Diseño del software de acceso y control. Estructuración de la red y configuración de los servicios y seguridades necesarias para el acceso remoto al sistema.

Se presenta entonces en la figura 4.1, la estructura general del sistema remoto, en el que se detalla las etapas, equipos, y sistemas de red para las comunicaciones.

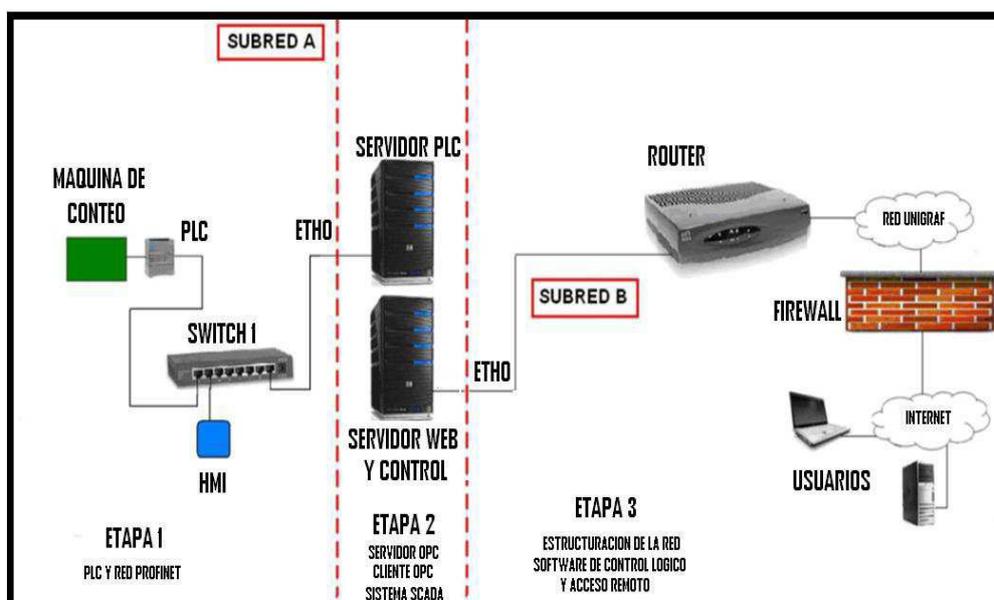


Figura 4.1 Esquema de la estructura general del sistema.

El software de programación del PLC y el sistema SCADA son físicamente dispuestos de manera local al sistema, sin embargo; su acceso y control se la realizará remotamente a través del uso de un explorador capaz de leer código java. Adicionalmente se puede manipular el sistema localmente.

4.4 Interfaz Profinet

PROFINET es el estándar Ethernet innovador y abierto (IEC 61158) de PROFIBUS & PROFINET Internacional (PI) para la automatización industrial. Permite conectar equipos desde el nivel del campo hasta el nivel de gestión. La CPU S7-1200 incorpora un puerto PROFINET basado en normas Ethernet y de comunicación TCP/IP, que soporta los protocolos de aplicación como Transport Control Protocol (TCP) e ISO on TCP (RFC 1006). La CPU S7-1200 puede comunicarse con otras CPU programadas en el STEP 7 Basic, dispositivos HMI y dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar. Hay dos formas de comunicación vía PROFINET:

- Conexión directa:** Se utiliza para conectar una programadora, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU, tal como se puede observar en la figura 4.2 presentada a continuación.

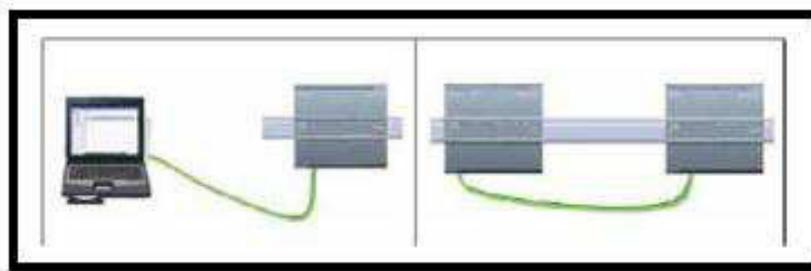


Figura 4.2 Comunicación directa entre programador y CPU, y entre CPUs.
Fuente: Siemens AG, SIMATIC S7-1200 Easy Book, Alemania 11/2009, A5E02486778-01.
Página 241.

- b. Conexión de red: Se utiliza si deben conectarse más de dos dispositivos CPUs, HMIs, programadoras y dispositivos no Siemens, utilizando un switch Ethernet, ya que el puerto PROFINET de la CPU S7-1200 no contiene un dispositivo de conmutación Ethernet. El detalle se observa en la figura 4.3 siguiente.

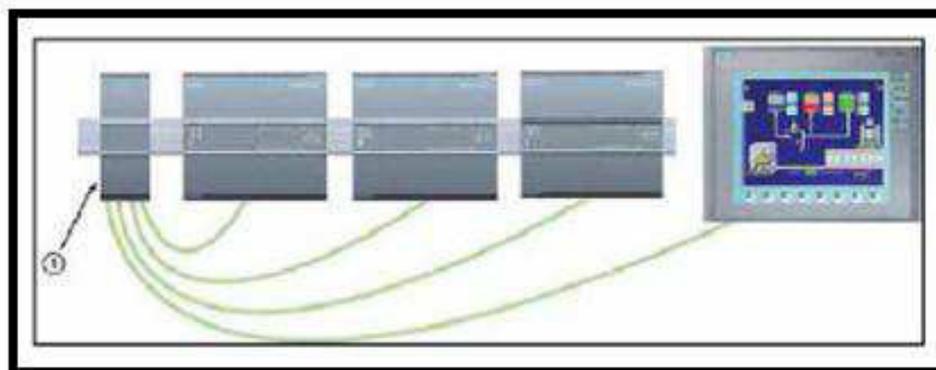


Figura 4.3 Comunicación de red entre programador CPUs y HMI.
Fuente: Siemens AG, SIMATIC S7-1200 Easy Book, Alemania 11/2009, A5E02486778-01.
Página 241.

El puerto PROFINET está formado por una conexión RJ45 inmune a perturbaciones alcanzando una velocidad de transferencia de datos de hasta 10/100 Mbits/s, con función autocrossing, que reduce al mínimo el cableado y permite la máxima flexibilidad de red, ya que admite hasta 16 enlaces Ethernet, en conexiones simultáneas, que son:

- 3 conexiones para la comunicación entre dispositivos HMI y la CPU.
- 2 conexión para la comunicación entre la programadora (PG) y la CPU.
- 8 conexiones para la comunicación del programa del S7-1200 utilizando instrucciones de bloque T (TSEND_C, TRCV_C, TCON, TDISCON, TSEN, TRCV).
- 3 conexiones para la comunicación de una CPU S7-1200 pasiva y una activa. Como detalle se acota que la CPU S7 activa utiliza las instrucciones

GET y PUT (S7-300 y S7-400) o ETHx_XFER (S7-200), y en una conexión S7-1200 activa sólo es posible con las instrucciones del bloque T.

Con esta interfaz PROFINET, integrada en el SIMATIC S7-1200, es posible integrar la comunicación con dispositivos de series anteriores como el S7-200, que emplea la comunicación en redes a través del puerto RS485 o RS232 con protocolos USS y Modbus respectivamente, para lo cual existen los módulos de comunicación con conversión a puerto Ethernet, que comunican con el protocolo TCP/IP.

4.5 Comunicación entre el PLC S7-1200 y el sistema SCADA

El uso del PLC como único dispositivo de control produce ciertas limitaciones que reducen la operatividad y eficiencia del proceso de control, limitaciones como: falta de visualización de los sistemas de adquisición y control, de almacenamientos de datos, de la visualización de gráficas de datos históricos, tablas con alarmas y eventos, permisos y accesos de los operadores a ciertas partes fundamentales del proceso a controlar, etc. Para ello se introducen Sistemas de Monitoreo y Control denominados SCADA, los cuales se comunican con los dispositivos de control como los PLCs, convirtiéndose en un sistema completo de control de lazo cerrado. La Etapa 2 del diseño del sistema remoto comprende todas las implementaciones y configuraciones del software necesario para la comunicación entre los PLCs y el Sistema de Monitoreo y Control SCADA. Para que sea posible la comunicación entre el PLC y el SCADA se utiliza un Servidor OPC, encargado de establecer los protocolos necesarios para que estos dos sistemas se entiendan entre sí. En la figura 4.4 se detalla el esquema básico del sistema remoto.

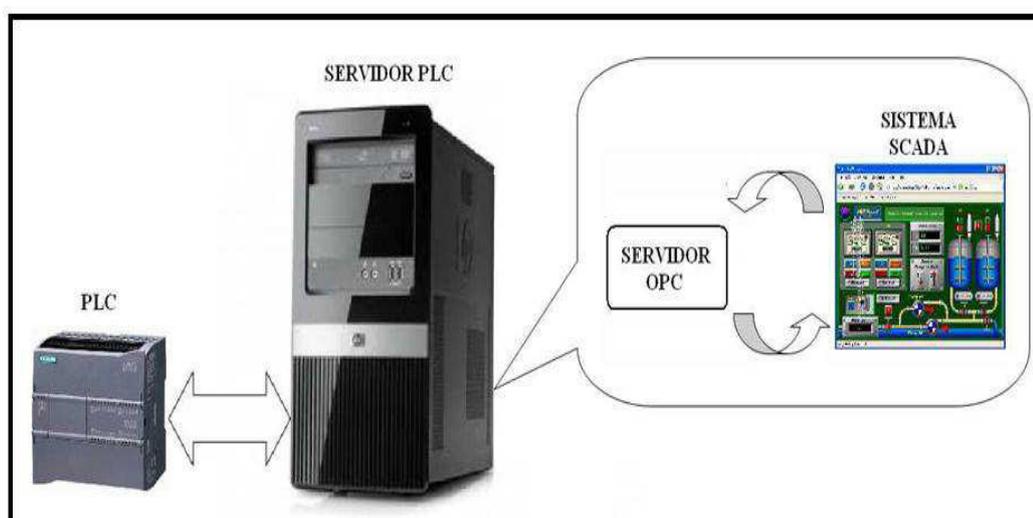


Figura 4.4 Esquema básico de la Etapa 2 del diseño del sistema remoto.

4.5.1 Servidor OPC

4.5.1.1 Introducción

El servidor OPC (Ole for Process Control), es una aplicación de software interfaz con estándar industrial con especificaciones definidas por la OPC Foundation, basado en tecnología OLE, COM y DCOM de Microsoft, limitando su uso en la plataforma de Windows. La tecnología OPC provee el intercambio de datos en forma estandarizada y simple, para garantizar la transferencia de datos rápida y fiable entre aplicaciones de control y automatización, simplificando la interfaz entre componentes de automatización de distintos fabricantes, sistemas administrativos y de visualización, lo que hacen posible la combinación de hardware de control programable y software sin la necesidad de drivers especiales.

4.5.1.2 Tecnología OLE

La tecnología OLE (Object Linking and Embedding) es un sistema que permite compartir información entre aplicaciones. Esta información se denomina objeto, y puede insertarse por incrustación y vinculación para incluir en una aplicación dada, información creada en otras aplicaciones. En la incrustación los objetos se vuelven parte del fichero fuente, mientras que la vinculación la información queda guardada en el fichero fuente original, conteniendo únicamente la localización del fichero, aunque sigue visualizada una representación gráfica de los datos vinculados.

4.5.1.3 Comunicación OPC

La comunicación OPC establece una arquitectura cliente/servidor, donde el servidor OPC (esclavo) es la fuente de datos como PLCs, DCSs, PACS, módulos I/O, entre otros; y el cliente OPC (maestro) es cualquier aplicación basada en OPC como sistemas SCADA, HMI, etc. Las comunicaciones entre el cliente OPC y el servidor OPC son bidireccionales, lo que permite al cliente leer y escribir en los dispositivos cualquier variable suministrada por el servidor OPC. El PLC Simatic S7-1200 utiliza el protocolo TCP-IP a través de la interface PROFINET para comunicarse con la programadora y otros PLCs, de la misma forma se utiliza para la comunicación con servidor

OPC. A continuación se presenta en la figura 4.5 la arquitectura de comunicación OPC, empleada en el diseño del sistema remoto.

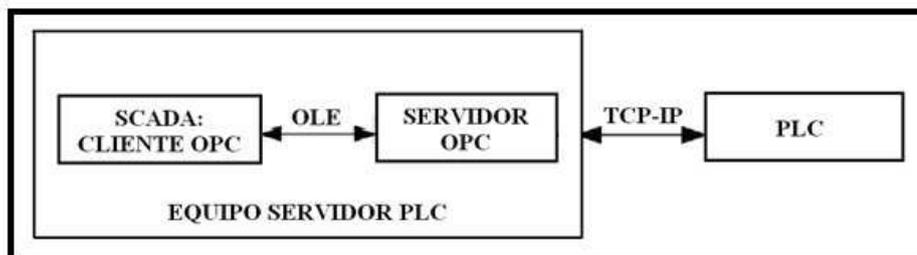


Figura4.5 Arquitectura OPC cliente / servidor.

Esta tecnología estandariza la comunicación de modo que cualquier servidor y aplicación OPC pueden trabajar juntos sin inconvenientes, el cliente OPC accede a las variables a través de la simulación, y utilizando un explorador las consulta usando sus nombres naturales o sus tags. Una aplicación cliente OPC puede comunicarse por medio de una red, a varios servidores OPC proporcionados por uno o más fabricantes, por lo que no existe restricción a tener un software cliente para un software servidor.

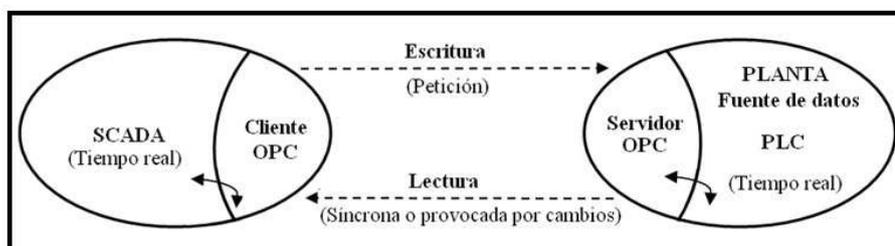


Figura 4.6 Esquema del enlace de comunicación de un sistema SCADA.

4.5.1.4 Tipos de Servidores OPC

Actualmente existen varios tipos de servidores OPC definidos por la OPC Foundation, con características que son aprovechadas según la aplicación, y que se detallan a continuación:

- Servidor OPC DA (Acceso a datos): diseñado para la transmisión de datos en tiempo real. Existen variantes como Servidor OPC DX y Servidor OPC SML DA.

- Servidor OPC HDA (Acceso a Datos Históricos): provee una interfaz al cliente OPC que le permite el acceso a datos históricos.
- Servidor OPC A&E Server: provee de interfaces donde el cliente OPC es notificado de sucesos como alarmas, condiciones y eventos desde el dispositivo hacia el cliente OPC A&E.
- Servidor OPC UA (OPC Arquitectura Unificada): permite a los Servidores OPC trabajar con cualquier tipo de datos. OPC UA integra la funcionalidad de servidores anteriores y hace mucho más sencillo el desarrollo de clientes y servidores OPC.

De los tipos de servidores OPC mencionados anteriormente, los tres primeros se conocen como Servidores OPC "Clásicos", mientras que el OPC UA es un tipo de servidor que engloba características de los tres, y que se convertirá en la base de las futuras arquitecturas OPC.

4.5.2 PC ACCESS: Servidor OPC de Siemens

4.5.2.1 Introducción

La cantidad de fabricantes de hardware y software de automatización y control, permiten en la actualidad que exista variedad en drivers de servidores OPC, entre los que se menciona: el PC Access y Simatic NET OPC de Siemens, NI OPC Server de National Instruments, Moscad OPC Server de Motorola, entre otros. Sin embargo, para el diseño del sistema remoto se emplea el Servidor OPC PC Access de Siemens, ya que el costo de la licencia de los otros Servidores OPC es elevado por la aplicación en paquete para comunicaciones con varios modelos de marcas diferentes de PLCs.

Como se dijo anteriormente, el PLC Simatic S7-1200, es un autómata programable de última generación, por lo que no existe un Servidor OPC y Servidor Web oficial para esta gama de PLCs (está en proceso de desarrollo), de tal manera que se emplea el Servidor OPC PC Access del PLC S7-200, por las características y prestaciones de compatibilidad con el PLC Simatic S7-1200 de Siemens, pero con ciertos limitantes y una serie de restricciones que hay que tener en cuenta.

4.5.2.2 Configuración del TIA PORTAL

Para poder comunicar el PLC S7-1200 con el Servidor OPC PC Access, es necesario en primer lugar, crear un bloque de datos DB1 en el PLC, ya que desde el sistema SCADA, es el único que permite acceder a variables publicadas por el Servidor OPC PC Access, debido a que el software PC Access fue diseñado originalmente para el S7-200, el cual, contaba con la disposición de un único bloque de datos DB1. Una consideración de suma importancia a resaltar es que, si se crea un bloque de funciones cualquiera al inicio del proyecto en el TIA PORTAL, se creará conjuntamente un bloque de datos (DB) de instancia, que tomaría el nombre DB1, debido a que es el primero en crearse. Por lo tanto, el servidor OPC se comunica únicamente con este DB, en vez de un bloque de variables general o con cualquier otro DB (DB2, DB3, etc). Esta es una de las restricciones que se presenta al usar el PC Access como Servidor OPC para el S7-1200. Como una solución, se ha visto necesario configurar el Servidor OPC, crear el DB1 al inicio del proyecto, mediante el siguiente procedimiento:

- a. Añadir el bloque de datos DB1 en el proyecto: Navegar en el "árbol del proyecto" y pulsar sobre el elemento "Añadir nuevo bloque". Pulsar sobre el botón de "Bloque de datos (DB)". Quitar la selección de "Sólo con direccionamiento simbólico" (este es un paso de vital importancia que no se debe omitir). Pulsar en el botón "Aceptar". Ver figura 4.7.

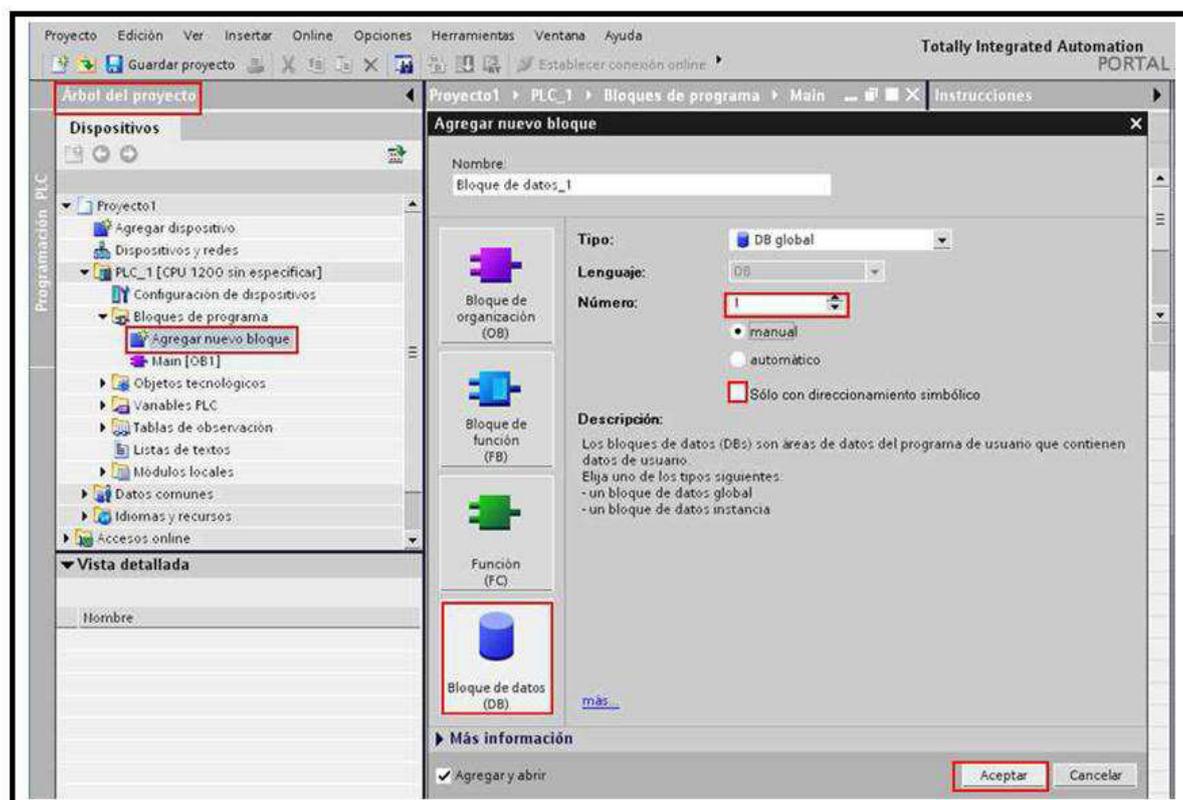


Figura 4.7 Parámetros para crear el bloque de datos DB1 en el software TIA PORTAL.

- b. Asignar los tags o variables en STEP 7 Basic: En el DB1, añadir los tags necesarios según la aplicación, bajo un "nombre", "tipo de dato" y un "valor inicial". Para las aplicaciones del diseño del sistema remoto, se crea varias tags, de entre ellas las siguientes:

- Tamaño: "Dint"
- Encender: "Bool"
- Time1: "Time"

A continuación "Guardar proyecto" y transferir el proyecto pulsando sobre el botón de transferencia que se encuentra en la barra de herramientas. Ver figura 4.8.

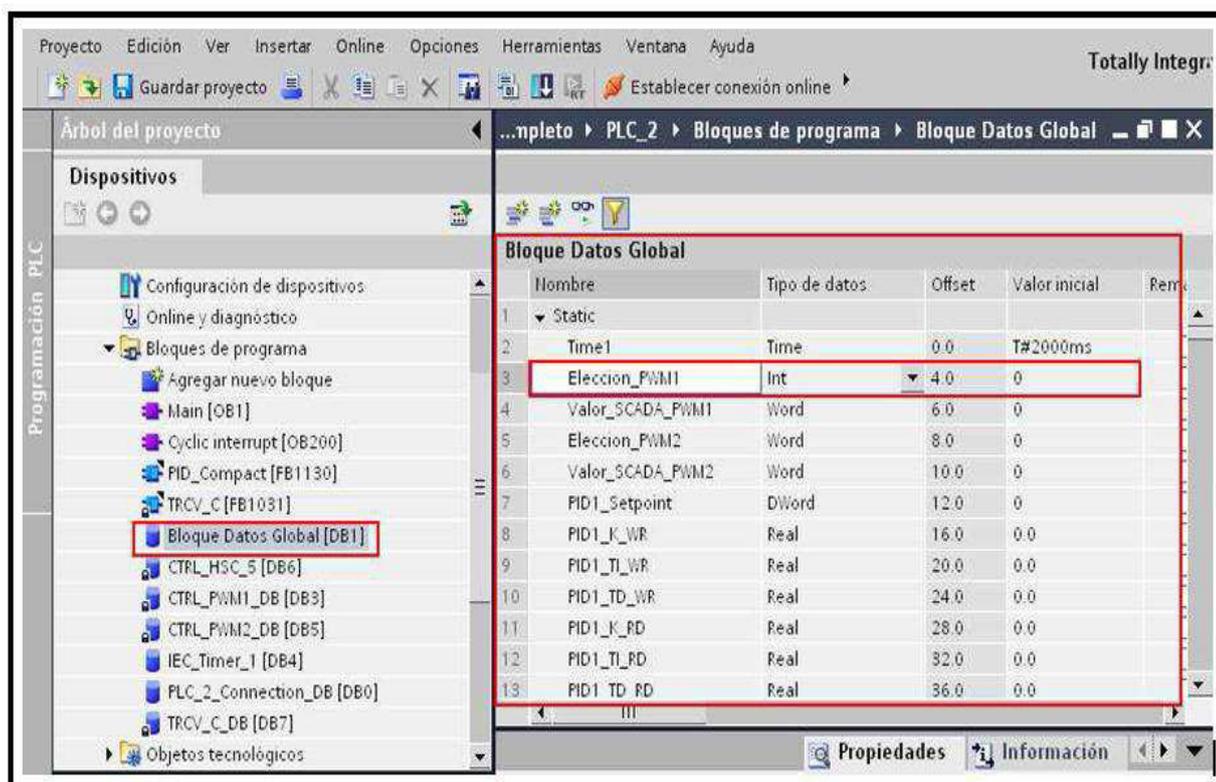


Figura 4.8 Asignación de variables "tags" en el proyecto de TIA PORTAL

- c. Supervisar los tags en STEP 7 Basic: Para hacer una comprobación cruzada de los valores de las variables, usar la función de tabla de observación del STEP 7 Basic. Navegar en el "Árbol del proyecto" para localizar "Agregar nueva tabla de observación" y rellenarla con el "Nombre" y "Dirección" de las variables pertinentes. Ver figura 4.9.

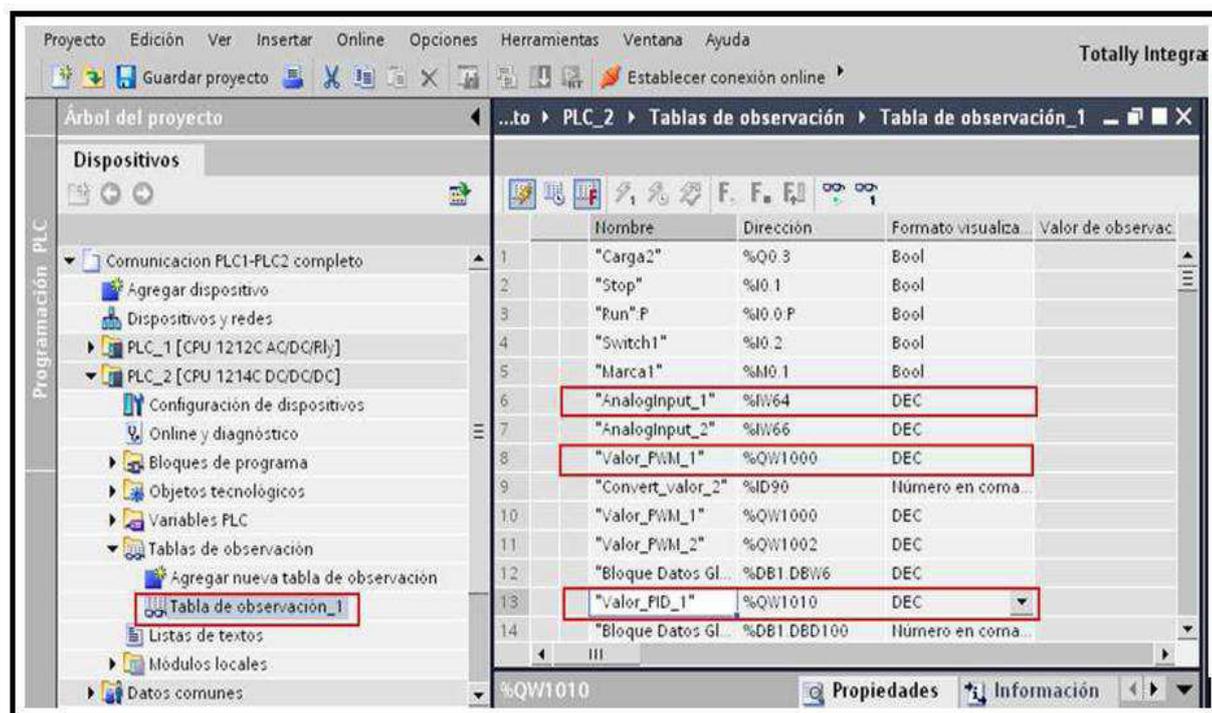


Figura 4.9 Supervisión de variables “tags” en la tabla de observación del TIA PORTAL.

Una vez creado el bloque de datos DB1 y las variables “tags”, se procede a configurar el Servidor OPC, creando un nuevo proyecto en el PC Access para acceder a las variables que deben ser publicadas si se desean controlar o monitorizar por el Sistema SCADA, Al configurar las “tags” se debe tener muy en cuenta el tamaño (Bit, Byte, Word, DWord) y el tipo de dato como Boolean, Integer, Real, Time, etc.

4.5.2.3 Configuración del Servidor PC Access

En el diseño del sistema remoto, se aprovecha las características del Servidor OPC PC Access, para permitir la comunicación eficaz del PLC Simatic S7-1200 con los sistemas SCADA de las aplicaciones finales. Para la configuración del Servidor OCP se deben considerar las siguientes restricciones y requerimientos, debido a que el PC Access se desarrolló originalmente para acceder a un PLC de la gama S7-200, como se explicó anteriormente.

- *Restricciones:*

- Sólo se puede acceder a variables contenidas en el bloque de datos DB1 del PLC del S7-1200 ya que el S7-200 sólo tenía un bloque de datos.
- El DB1 en el PLC del S7-1200 tiene que no ser simbólico.

- *Requerimientos de hardware y de software:*

- PLC S7-1200
- Cable Ethernet
- TIA PORTAL
- PC Access V1.0.4.10 (SP4)

Se debe seguir las siguientes instrucciones para establecer una conexión entre el Servidor PC Access y el PLC Simatic S7-1200 y acceder a los datos del PLC.

1. Crear un nuevo proyecto: Navegar por la barra de menú y seleccionar "Archivo > Nuevo". Se creará un proyecto nuevo. Ver figura 4.10.



Figura 4.10 Cuadro de diálogo para crear nuevo proyecto OPC en Servidor OPC PC Access.

2. Configurar la Interfaz: Seleccionar la entrada "MicroWin", dar clic derecho y seleccionar "Interface PG/PC". En la nueva ventana que aparece seleccionar la tarjeta de red propia del computador que indique la utilización del protocolo TCP/IP y aceptar los cambios.
3. Añadir un nuevo PLC: Se utiliza para añadir nuevos PLCs al proyecto. Seleccionar la entrada "MicroWin (TCP/IP)" en el "árbol del proyecto". Navegar por la barra de menú y seleccionar "Editar > Nuevo > PLC". Se añadirá un objeto "Nuevo PLC" y se abrirá la ventana del cuadro de diálogo "Propiedades del PLC" del nuevo PLC. Introducir los siguientes parámetros en los campos de entrada de esta ventana, ver figura 4.11:
 - Nombre: "S7-1200_PLC1" (nombre simbólico que se quiera dar al PLC)
 - Dirección IP: "192.168.0.10" (dirección IP del PLC del S7-1200)
 - TSAP Local: "10.00." (TSAP en el PLC del S7-1200)
 - TSAP Remoto: "03.01." (TSAP del PC Access)

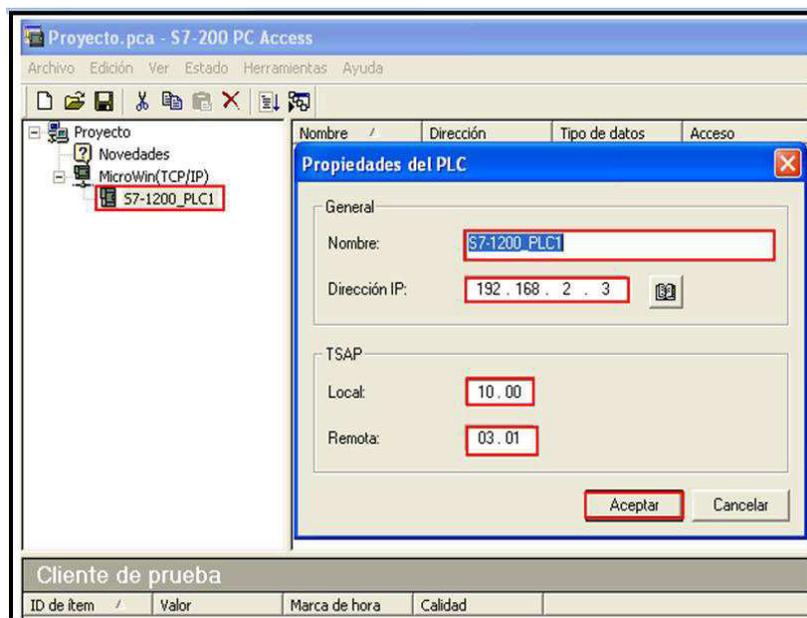


Figura 4.11 Configuración de las propiedades del nuevo PLC en Servidor OPC PC Access.

Si se requiere tener comunicación OPC con más de un PLC, se repite el paso anterior cambiando el nombre simbólico del PLC y colocando la respectiva dirección IP. El TSAP tanto local como remoto siempre tienen esos valores constantes. Se realiza este procedimiento como tantos PLCs nuevos se quieran añadir al proyecto.

4. Añadir un nuevo ítem: Se utiliza para añadir las "tags" entre el S7-1200 y el Servidor OPC. En el S7-1200_PL1 en el "árbol del proyecto", en la barra de menú seleccionar "Editar > Nuevo > Ítem". Se abrirá la ventana del cuadro de diálogo "Propiedades de ítem", se debe considerar los elementos accesibles. Para acceder a datos en el PLC del S7-1200 hay que realizar los siguientes pasos, ver figura 4.12 y 4.13:

- Introducir un nombre simbólico para la variable en el campo de entrada "Nombre:".
- Introducir la dirección de la variable en el campo de entrada "Dirección:"
- Seleccionar el tipo de dato en el campo de entrada "Tipo de dato".
- Restringir el acceso a la dirección de memoria para sólo "lectura" o sólo "escritura".
-

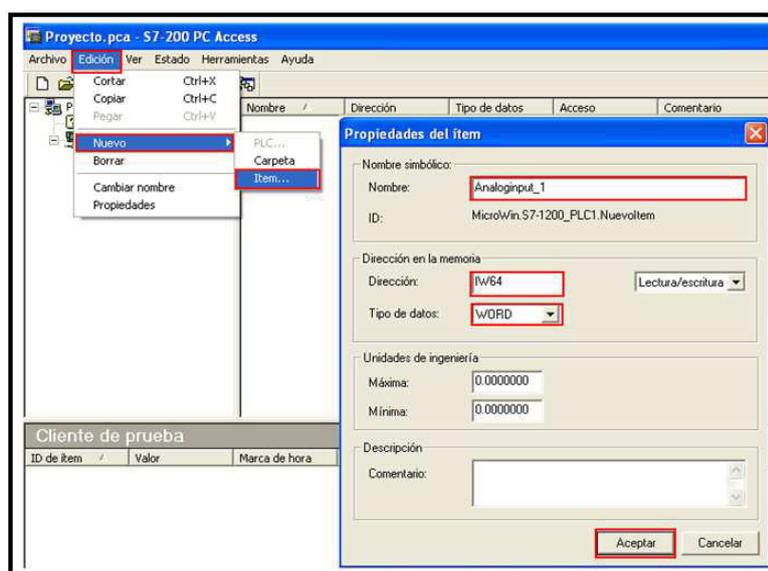


Figura 4.12 Cuadro de diálogo para crear nuevo ítem (variable) en Servidor OPC PC Access.

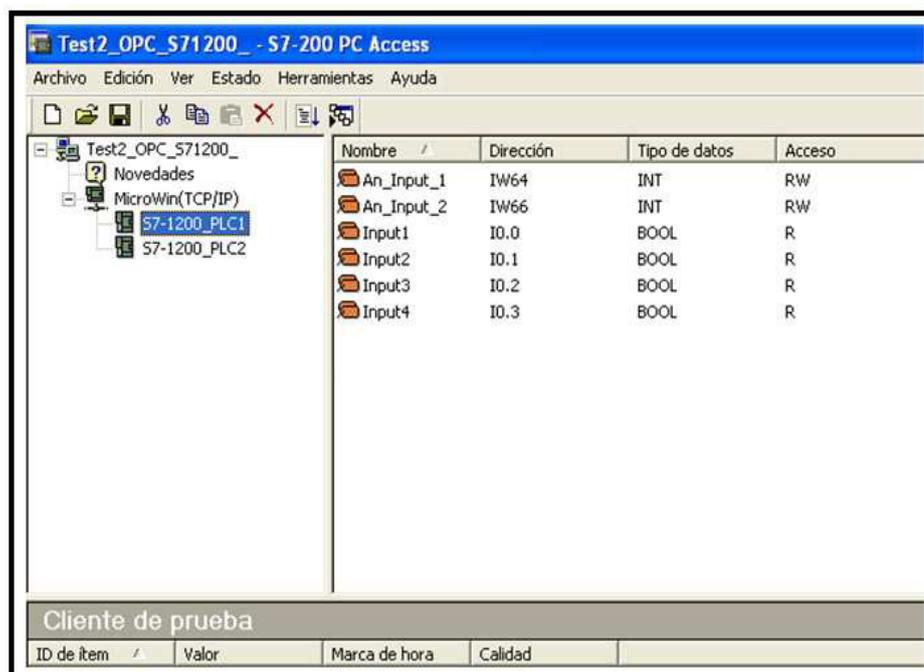


Figura 4.13 Ítems del S7-1200

Una consideración muy importante es que el formato y dirección de la variable configurada en el PLC mediante el Software TIA PORTAL, debe corresponder con el formato y dirección declarada en el Servidor OPC. El PC Access estaba destinado originalmente para el S7-200, el cual por sus inferiores capacidades no soportaba ciertos tipos de formatos de variables como los que soporta el S7-1200. Ejemplo de esto es el formato "Time". Esto no supone ningún problema, ya que el formato time corresponde a un formato Doble Entero (Doble Integer) de 32 bits de tamaño, lo único que se tiene que hacer para solucionar este inconveniente es colocar el formato de esa variable en el PC Access como "DINT" (Doble Integer), y así se sigue una lógica similar para otros tipos de variables que no estén incluidos directamente en el PC Access.

Las entradas (I), salidas (Q) y marcas (M) del S7-1200 se pueden leer directamente a través del Servidor OPC PC Access, pero hasta una cierta dirección, ya que la capacidad de memoria es distinta a la del S7-200; de igual forma para las variables generales del bloque de datos DB1. La identificación de las variables con I, Q y M es igual entre el

TIA PORTAL y el PC Access, sin embargo; para las variables del DB1 se identifica con la letra "V" en el PC Access.

Para la comunicación del Servidor OPC con otras variables distintas a las I, Q, M y DB1 del PLC como las variables de los DBs de instancia de funciones lógicas como temporizadores, contadores, etc., se ha de considerar también, generar unas variables de intercambio en el DB1 y generar un programa de transferencia en el código del programa de usuario del PLC (LADDER); para que realice la transferencia de información de una variable a otra, entre el bloque de datos DB1, y los otros bloques de datos del PLC S7-1200. De igual manera se debe realizar con los bloques de instancia ya que es la única forma de acceder a esas variables en el PLC por parte del Servidor OPC "PC Access", para el sistema SCADA.

5. Guardar el proyecto: Navegar por la barra de menú y seleccionar "Archivo > Guardar" para guardar el proyecto cada vez que se abra o edite un proyecto de PC Access, y enviar las configuraciones de variables al servidor, ver figura 4.14.



Figura 4.14 Cuadro de diálogo para guardar el proyecto OPC en Servidor OPC PC Access.

6. Supervisar ítems a través del Cliente de Prueba: Seleccionar los elementos que se desean supervisar y pulsar sobre el botón "Añadir elementos actuales al cliente de prueba" en la barra de herramientas, ver figura 4.15.

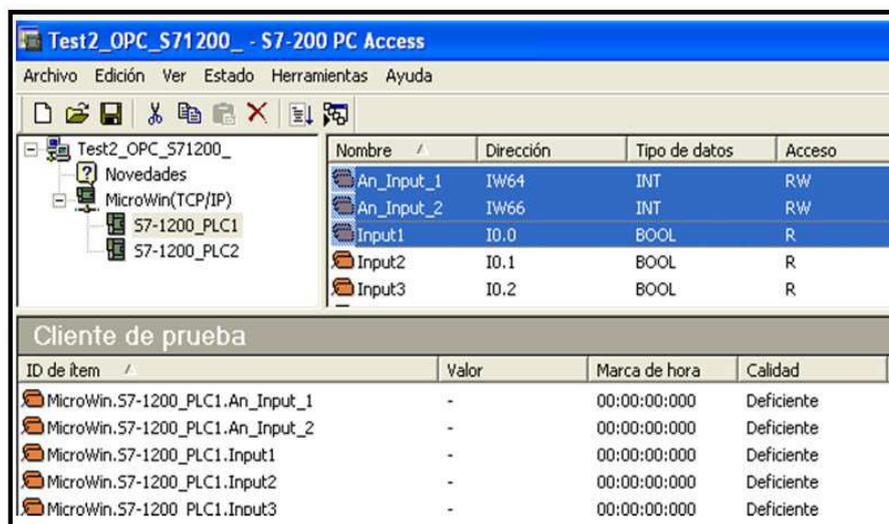


Figura4.15 Selección de ítems a cliente de prueba en Servidor OPC PC Access.

7. Iniciar el cliente de prueba: Pulsar sobre el botón "Iniciar cliente de prueba" en la barra de herramientas. El cliente de prueba se pondrá en línea y accederá a los datos designados y en la columna "Valor" se ven los valores actuales de los elementos enumerados. Si está conectado al PLC del S7-1200, la "Calidad" del elemento se designará como "Buena", ver figura 4.16.

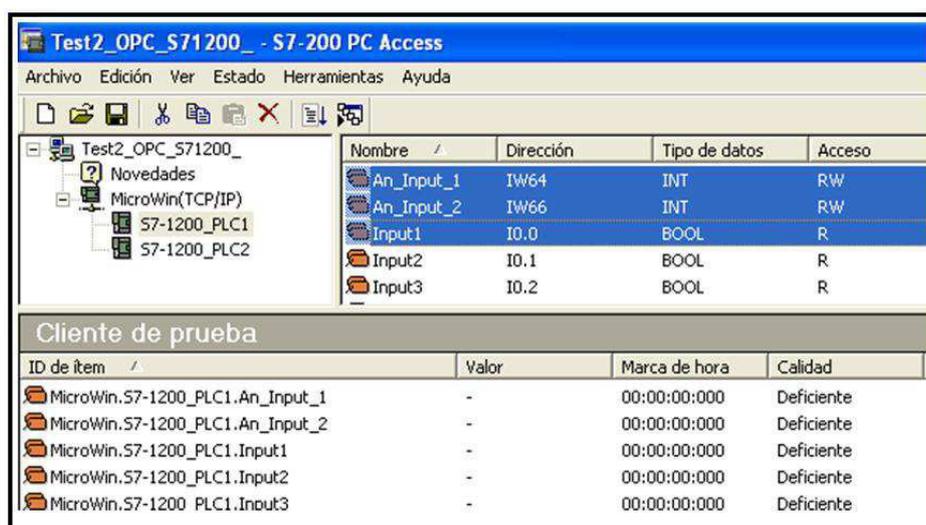


Figura 4.16. Supervisión de los ítems en cliente de prueba en Servidor OPC PC Access.

El procedimiento anterior que incluyen imágenes, detallan la configuración del Servidor OPC PC Access de Siemens. Para la comunicación con el PLC Simatic S7-1200, previo a la comunicación con el sistema SCADA.

4.5.3 Cliente OPC

4.5.3.1 Introducción

En el diseño del sistema remoto, dentro de la comunicación con los autómatas programables a través de la tecnología OPC, se designa como cliente OPC, un Sistema de Monitoreo y Control denominado SCADA, que intercambia datos e información de manera ágil y fiable, para supervisar y controlar procesos de automatización y control de una planta, a través de los PLCs Simatic S7-1200.

4.5.3.2 Sistema SCADA

SCADA, es la abreviatura de "Supervisory Control And Data Acquisition", que en su traducción significa "Adquisición de Datos y Control de Supervisión.". Este sistema en general emplea equipos como computadores de control y tecnologías de comunicaciones para monitorizar y controlar procesos industriales, a través de la recolección de información del proceso productivo de las numerosas unidades remotas (RTUs) como PLCs, DCSs, módulos I/O, etc. Además gestiona la información y la presenta de manera sencilla de leer a diversos usuarios con niveles jerárquicos como operadores y supervisores dentro de la entidad.

Un sistema SCADA debe proporcionar funciones que permita desarrollar prestaciones específicas según la aplicación requerida, estas son:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, para proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican o incluso anulan las tareas asociadas al PLC, bajo ciertas condiciones.

Se debe tomar en cuenta la finalidad de uso del sistema y tener presente ciertos requisitos básicos, para cumplir con objetivos que aprovechen las ventajas del sistema, como por ejemplo:

- El sistema debe tener arquitectura abierta, permitir su crecimiento y expansión, así como adecuarse a las necesidades futuras del proceso y de la planta.
- La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso.
- Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión).
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

Además un sistema SCADA debe definir la configuración del entorno de trabajo, realizar un interfaz gráfico del operador, ejecutar acciones de mando, gestionar y archivar datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos y transferir la información a través de las comunicaciones.

En la industria existe variedad de software SCADA presentados normalmente por proveedores de PLCs, por lo que se debe considerar la compatibilidad con el entorno en el cual va a implementarse. Las diferencias que se encuentran entre los distintos SCADA son sobretodo el límite de variables que el programa puede leer en tiempo real. De esta manera se debe elegir un SCADA según las características y limitaciones del proceso a controlar. Entre los más conocidos se encuentran:

- LabVIEW DSC Module de National Instruments.
- InTouch de LOGITEK.
- WinCC de Siemens.
- CUBE de Orsi España S. A.

Dentro del diseño del sistema remoto, el sistema SCADA se constituye por el hardware que accede a las señales de entrada y salida, equipos de comunicaciones, redes de controladores, servidores y usuarios, e interfaz de usuario (HMI) a través del explorador web y todo el software necesario que permite el funcionamiento adecuado particular y global. Esto permite realizar con intervención de los usuarios, la programación y cambio de configuraciones del PLC Simatic S7-1200, para que a través del sistema SCADA se reciba datos de lectura de los estados de sensores, contadores u otros dispositivos, que permitan monitorear y controlar en tiempo real las aplicaciones.

El cliente OPC en el diseño del sistema remoto es el sistema SCADA desarrollado en la plataforma LabVIEW, ya que en este software es posible programar y configurar cualquier controlador lógico programable (PLC), empleando la gran variedad de la tecnología OPC.

4.5.3.3 LabVIEW

LabVIEW es una herramienta diseñada especialmente para monitorizar, controlar, automatizar y realizar cálculos complejos de señales analógicas y digitales adquiridas a través de tarjetas de adquisición de datos, PLCs, etc. Es un lenguaje de programación multiplataforma totalmente gráfico, facilitando de así el entendimiento y manejo de dicho lenguaje para el diseñador y programador de aplicaciones tipo SCADA.

Los programas desarrollados con LabView se llaman Instrumentos Virtuales y constan de dos partes diferenciadas:

Panel Frontal: El Panel Frontal es la interfaz con el usuario, se utiliza para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando.

Diagrama de Bloques: es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función.

La creación de una interfaz gráfica, amigable y funcional que ayude al operador mientras utiliza el programa es un requerimiento importante en todo sistema, de esto dependerá su uso futuro y sobre todo su masificación.

En el caso del sistema SCADA, la interfaz gráfica no solo es una visualización de los procesos sino también parte importante del análisis, procesamiento de datos, manejo de registros, archivos, visualización de datos adquiridos y presentación de resultados. Por medio de LABVIEW 2009 se ha logrado un programa sencillo, gráfico, con secciones y procesos claramente identificados, a la vez que se presenta una interfaz amigable.

En el proceso de la programación en LabView existen herramientas que sirven de mucho para realizar un programa simple y eficaz, entre las principales están:

While Loop.- Repite el sub-diagrama en su interior hasta que la terminal dependiente, un terminal de entrada, recibe un valor booleano en particular.

Time Delay.- Inserta un retardo de tiempo en el VI.

Case Structure.- Tiene uno o más sub-diagramas o casos, que se ejecutan según la condición que la precede.

Property node.- lee y escribe las propiedades de una referencia.

En la figura 4.17 se pueden observar los iconos de las herramientas antes descritas.

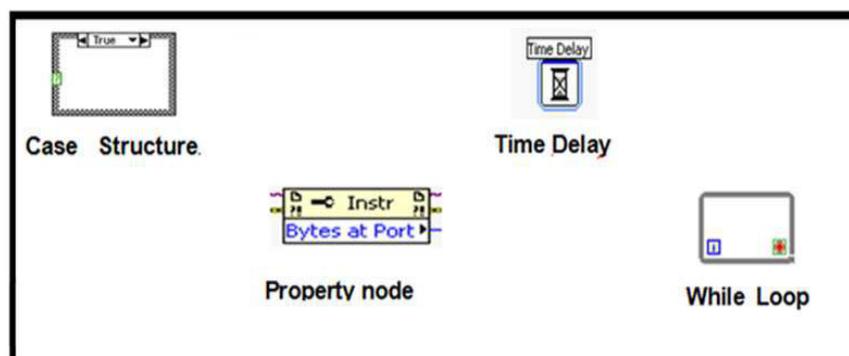


Fig. 4.17 Herramientas utilizadas para la elaboración del programa.

Dispone de un Módulo DSC (Datalogging supervisory control), toolkit especialmente diseñado para desarrollar sistemas SCADA, es una poderosa herramienta de software (HMI y SCADA) de fácil uso para la automatización industrial. Con el módulo DSC se puede crear representaciones gráficas sobre la pantalla de una computadora de dispositivos reales tales como interruptores, escalas gráficas, registradores de eventos, botones pulsadores, perillas, etc., y después enlazar sus imágenes a los actuales instrumentos de campo usando PLCs, RTUs, tarjetas DAQ, u otros dispositivos de E/S.

El módulo DSC de LabVIEW, extiende los beneficios de la programación gráfica para el desarrollo de sistemas HMI / SCADA de forma interactiva. Este módulo incluye herramientas con soporte para protocolos de uso industrial, incluyendo OLE for Process Control (OPC), que permite que una aplicación pueda comunicarse con prácticamente todos los PLCs y controladores de automatización programables, para el diseño con el PLC Simatic S7-1200. Esto amplía la flexibilidad de integración de LabVIEW en los actuales sistemas SCADA / HMI, lo que genera ventajas de utilización de registros en bases de datos históricos, gestión de alarmas y eventos, y el desarrollo de HMI dentro de un único entorno de programación.

Por otro lado, LabVIEW permite la visualización de los sistemas SCADA por Web, cualquier sistema se puede convertir en una aplicación remota accesada a través de un navegador Web. Ofrece aplicaciones como web server, acceso a paneles remotos y variables compartidas, donde se utiliza cualquier tecnología de cliente basado en Web, tales como HTML, Java Script y Adobe Flash.

LabVIEW incorpora las tecnologías Web más recientes para publicar datos en un reporte de Web estático, compartir datos con transferencia entre computadores para almacenamiento, procesamiento o monitoreo adicional, y control remoto que habilita y controla remotamente equipos, donde se monitorea y controla aplicaciones que permitan comunicarse desde cualquier dispositivo habilitado para la Web, establecer la comunicación de máquina a

máquina utilizando protocolos estándar como HTTP, y control de aplicaciones de LabVIEW utilizando clientes personalizados.

En el diseño del sistema de monitoreo se elige a LabVIEW versión 2009, como plataforma de desarrollo de los sistemas SCADA por sus ventajas de programación, así como las ventajas de las aplicaciones web para la visualización remota.

4.5.3.4 Configuración de LabVIEW como cliente OPC

En el diseño del sistema remoto se designa a la plataforma de LabVIEW como cliente OPC, por las facilidades de configuración y comunicación OPC, las ventajas que ofrece este software en el desarrollo de los sistemas SCADA, además de las herramientas para la visualización remota de los Sistemas SCADA a través de un navegador web, que serán detalladas más adelante. Como primer requerimiento es necesario instalar el Módulo DSC de LabVIEW, el cual contiene todas las herramientas y funciones necesarias que permiten a LabVIEW configurarse como cliente OPC, de igual manera ser utilizado como plataforma de diseño del sistema SCADA. Una vez instalado y configurado el servidor OPC "PC Access", para la configuración de LabVIEW como cliente OPC se procede de la siguiente manera:

1. Conectar LabVIEW al PLC utilizando un servidor I/O: Se debe crear un nuevo proyecto en LabVIEW, En la ventana LabVIEW Project, hacer clic derecho en My Computer y seleccionar New » I/O Server, tal como se muestra a continuación en la figura 4.18.

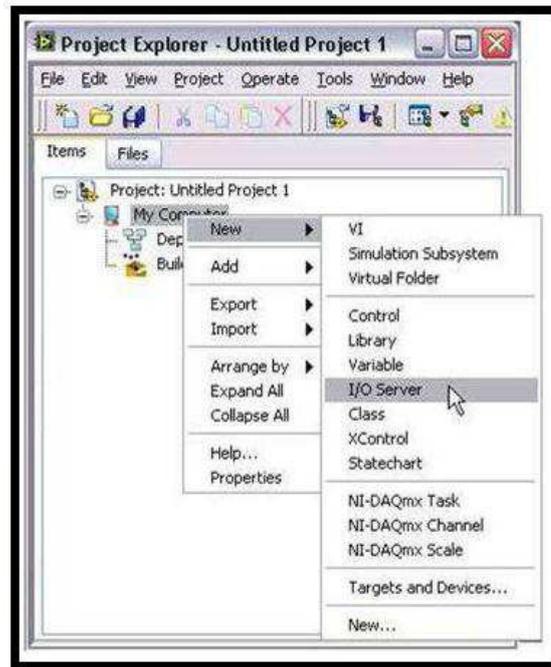


Figura 4.18 Creación de Nuevo Servidor I/O en un Proyecto de LabVIEW.

Se abre una nueva ventana donde se muestran todos los servidores OPC registrados en el computador. A continuación se selecciona el cliente OPC I/O Server, dentro del campo Registered OPC servers, elegir S7-200.OPCServer (PC Access), ajustar el parámetro de Update rate con un valor de 100 ms. Esto crea una conexión de LabVIEW hacia las etiquetas del OPC, las cuales se actualizarán cada 100ms, tal como se detalla en la figura 4.19. Por último se procede a Guardar el proyecto.

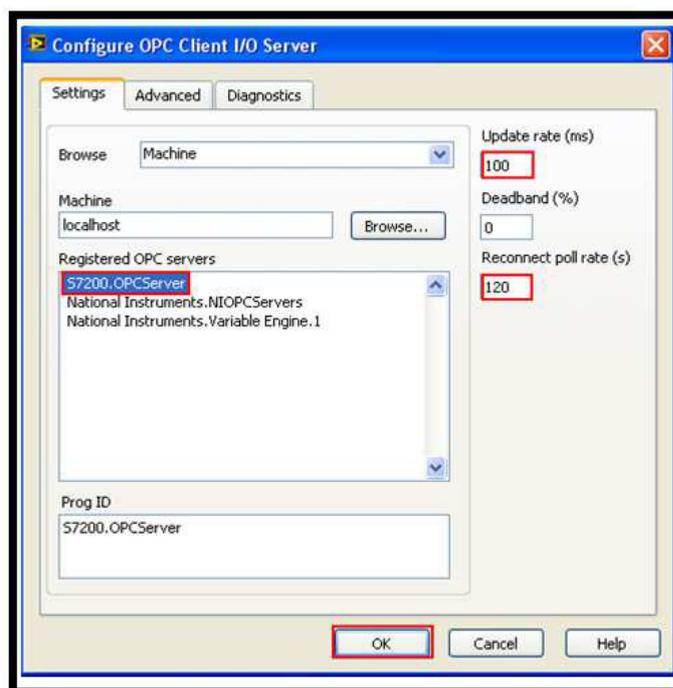


Figura 4.19 Configuración del cliente OPC en LabVIEW.

2. Creación de variables compartidas que conectan las etiquetas OPC al I/O Server: Para completar la comunicación OPC del PLC y darle acceso nativo a LabVIEW a los datos, se procede a crear variables compartidas que se conectan con las “tags” OPC del PLC, y se almacenan en una nueva librería en el proyecto de LabVIEW. Con las estas variables se comparte datos a través de los usos de LabVIEW en una sola computadora o a través de la red.

Se procede en la ventana LabVIEW Project, clic derecho en My Computer y seleccionar New » Library, se crea una nueva librería de variables compartidas. A continuación Clic derecho en la nueva librería y seleccionar Create Bound Variables., como se detalla en la figura 4.20, a continuación.

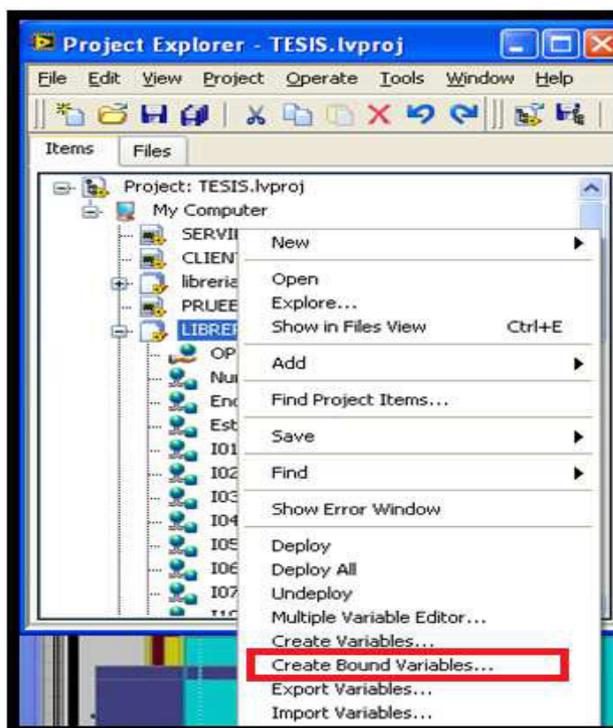


Figura 4.20 Ventana para crear las variables compartidas, dentro de la librería.

Aparece entonces la ventana Create Bound Variables, la cual se utiliza para crear variables compartidas a partir de las etiquetas del OPC. En la parte izquierda, se ubica la dirección de las variables del PLC publicadas por el servidor OPC, se selecciona las etiquetas del OPC que se quieran utilizar para crear las variables compartidas, a través de la opción Add>>, como se observa en la figura siguiente. Se resalta que si se tienen más de un PLC registrado en el servidor OPC, las tags respectivas de cada PLC igual aparecen en la parte izquierda de la ventana. (figura 4.21)

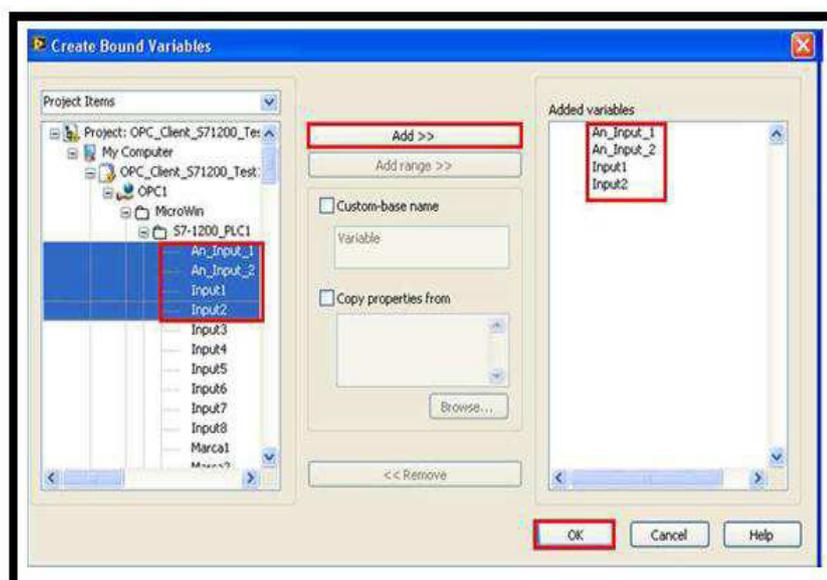


Figura 4.21 Ventana para crear variables compartidas a partir de las etiquetas publicadas por el Servidor OPC.

Una vez seleccionado la opción OK, se abre el Múltiple Variable Editor, con todas las variables compartidas que se crearon. Este editor permite configurar diferentes opciones para las variables, como: tipo de dato (Int, Booleano, etc.), uso de Buffering, tamaño del buffer, permisos de escritura y/o lectura, activación de eventos de Alarmas, activación de Logging (opción añadida por el módulo DSC para la realización de un historial de valores de la variable), habilitar seguridad, entre otros. Cuando ya se hayan configurado todas las opciones que se necesiten, se selecciona el botón Done para añadir a la librería las variables compartidas creadas anteriormente. El resultado se muestra en detalle en la figura 4.22. Con ello, las variables se encuentran listas para continuar con el diseño del Sistema SCADA.

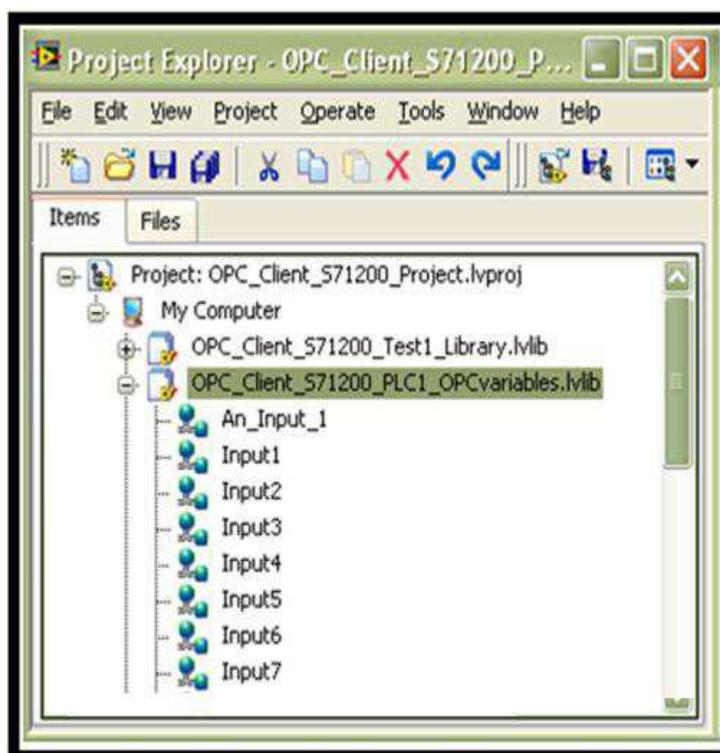


Figura 4.22 Librería de variables compartidas para el sistema SCADA.

Este procedimiento se repite las veces que se requiera para añadir nuevas variables a la misma librería ya creada, o a otra si se lo desea. Se debe tomar en cuenta que las nuevas variables que se añadan deben constar primero en el proyecto del PC Access, para ser conectadas a las variables compartidas para su uso en el Sistema SCADA. Las propiedades de las variables compartidas no solo se pueden modificar con el Múltiple Variable Editor, sino directamente; para ello, clic derecho en la ventana de proyecto, en la variable que se quiera modificar, se abre una nueva ventana con las propiedades de la variable compartida. En la figura 4.23 se presenta el detalle.

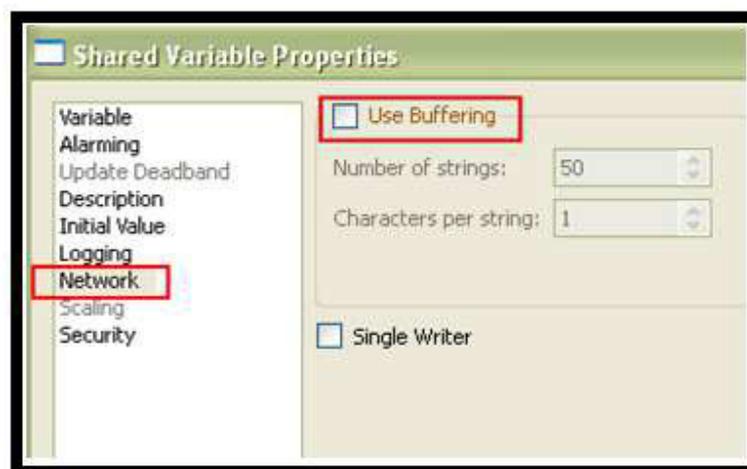


Figura 4.23 Ventana de propiedades de las variables compartidas.

A continuación se selecciona la librería que contiene las variables compartidas, hacer clic derecho y seleccionar la opción Deploy All para publicar todas y seleccionarlas como disponibles para otras redes, clientes OPC, etc. con lo cual se puede acceder a los datos nativos del PLC Simatic S7-1200, que como se aclaró inicialmente deben ser publicadas en el bloque de datos DB1 o ser I, Q o M, ya que pueden ser escritas/leídas directamente. Se procede a guardar el proyecto y la librería de variables compartidas, respaldando así la información y configuración.

3. Visualizar e interactuar con las variables compartidas a través del Distributed System Manager: Las variables compartidas que están actualizando sus datos, se publican en el NI Distributed System Manager (Desde Project Explorer, seleccione Tools » Distributed System Manager), el cual permite manejar las variables compartidas de diferentes maneras, y a su vez puede funcionar como un cliente OPC de prueba, no solo para las variables publicadas por el Servidor OPC si no por cualquier variable de red publicada por LabVIEW. En la figura 4.24, se presenta el detalle. Si se tiene varias librerías con diferentes variables compartidas, éstas se visualizarán de igual forma en el Distributed System Manager.

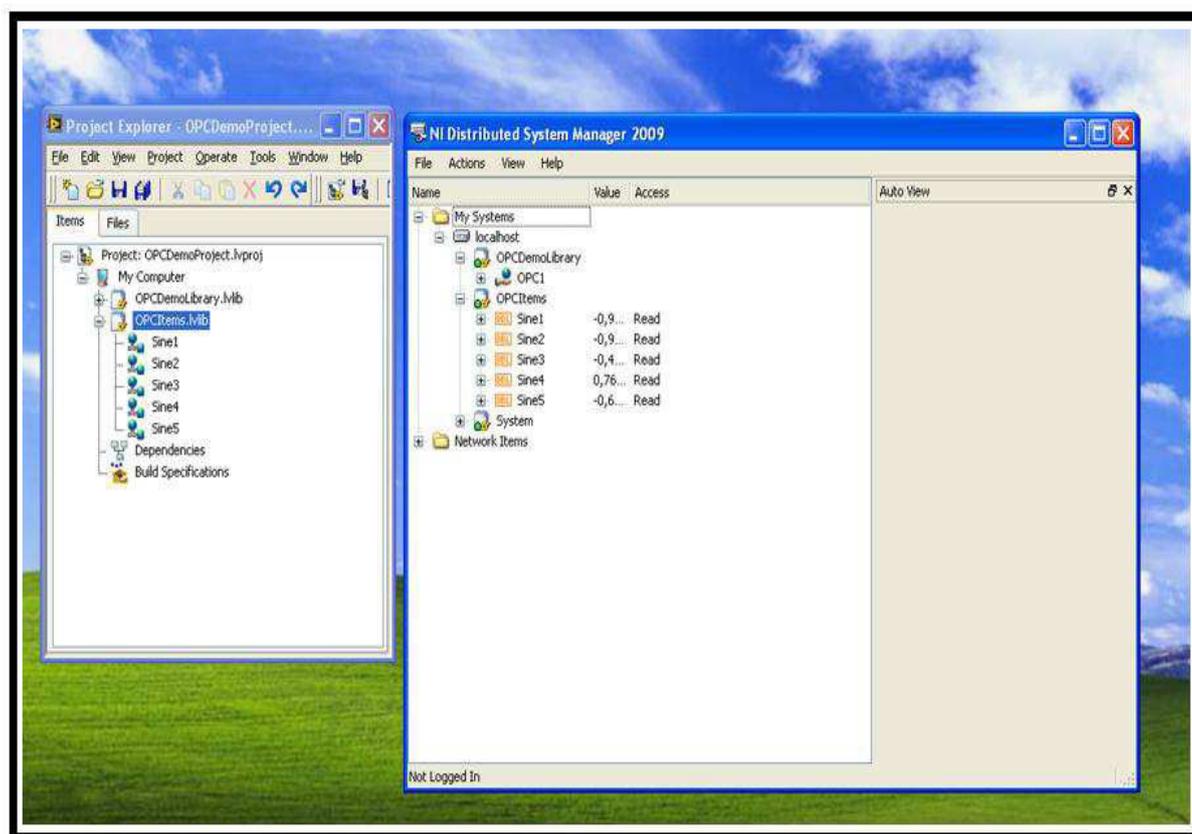


Figura 4.24 Ventana del NI Distributed System Manager en LabVIEW.

4.6 Desarrollo del Sistema SCADA

El módulo DSC de LabVIEW 2009, como ya se ha mencionado anteriormente, provee herramientas fundamentales para el desarrollo de aplicaciones SCADA, como: elementos interactivos y editables como válvulas, tanques, etc, sistemas de registro de datos históricos, control sistemático y configurable de eventos de alarmas desde unas cuantas hasta decenas de variables compartidas, sistemas de seguridad de datos y generación de reportes, etc. Además de todas las funcionalidades y características que proporciona LabVIEW, que lo hacen un sistema multiplataforma de desarrollo y programación único, opciones como la visualización remota de VIs a través de un navegador web, la cual es una parte fundamental en el diseño del sistema remoto.

Para el desarrollo del sistema SCADA se crea un nuevo VI, en el proyecto de LabVIEW que contiene las librerías de variables compartidas. Se emplea los conceptos de programación y todas las herramientas que proporciona LabVIEW, donde se consideran utilidades como las siguientes:

- Emplear necesariamente un While Loop con tiempo de espera, no menor al tiempo programado de actualización en el I/O Server del cliente OPC; para que no se den problemas de ejecución continua de código antes de las actualizaciones las variables del PLC en comunicación con el Servidor OPC.
- Arrastrar la variable compartida desde la ventana del proyecto hasta el diagrama de bloques, para crear una variable que puede ser manipulada en la programación.

Para la utilización de este tipo de variables es fundamental desactivar la opción de buffering, en las propiedades de la variable compartida, para evitar problemas de retardo o latencias, especialmente en variables de tipo escritura. Esto se aconseja para variables donde el uso de un buffer de almacenamiento de datos no sea indispensable.

- Emplear “Data Binding Front Panel”, para arrastrar la variable del proyecto al panel frontal del VI, las cuales se distinguen por una marca tipo triángulo que se crea en la parte superior derecha de la variable. Es otra forma de crear una variable que puede ser manipulada en la programación, al igual que la variable compartida, pero con la particularidad que la escritura de las variables del PLC no sufre retardos, latencias o problemas de buffer. Esto se determinó por procesos de prueba y error en la realización de sistemas SCADA de prueba.

Del proceso anterior se recomienda que las variables de escritura se creen por “Data Binding Front Panel”, mientras que las variables de lectura sean por “Shared Variable”o variables compartidas. En la figura 4.25 se presenta un ejemplo de las dos aplicaciones con las variables compartidas.

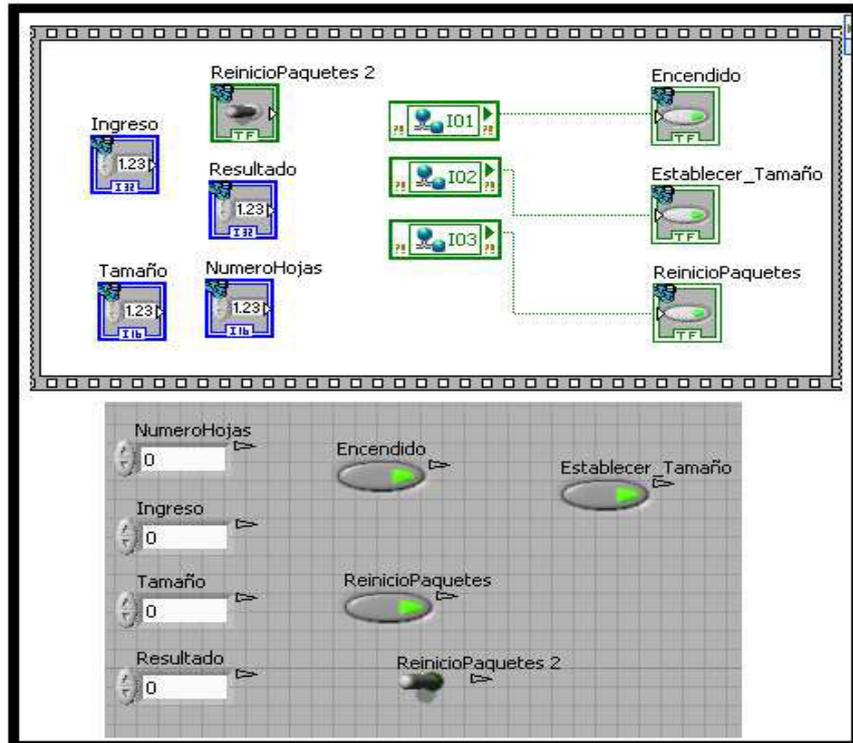


Figura 4.25 Aplicación de "Data Binding Front Panel", y "Shared Variable".

- Otra recomendación indispensable para evitar los retardos de comunicación es que no se ejecuten códigos de programación extensos en el sistema SCADA, sobre todo lo relacionado con sensores y actuadores rápidos. Deben incluirse únicamente variables de monitoreo y control de ejecución rápida, donde el tiempo entre lectura y acción es crítico para el correcto funcionamiento.

Con un código eficaz y bien estructurado no se nota ningún tipo de latencia, sin embargo, con códigos de muchas operaciones innecesarias y reiterativas, así como una mala estructuración puede producir latencias tan notorias que pueden influir críticamente en la medida y correcto desempeño del sistema. Es por eso que se recomienda que un código complejo (si no se dispone de un conocimiento en cómo influirá en el sistema) se realice en la programación interna de los dispositivos de control, en este caso, en el PLC para obtener lecturas de datos en tiempo real, o lo más aproximados a posible.

Un punto a resaltar es que una vez ejecutado el sistema SCADA desarrollado en LabVIEW, permanece activo el servidor OPC, inclusive después de cerrar el programa LabVIEW o reiniciar la computadora. Debido a esto el PC Access no permite guardar nuevos cambios en el proyecto (creación de nuevas tags), ya que el Servidor OPC sigue ejecutando una aplicación de LabVIEW en segundo plano. Para solucionar este problema se requiere iniciar el “Distributed System Manager” y en cada librería que contenga variables compartidas conectadas con las etiquetas OPC, se debe ejecutar el botón “Stop Process”, para parar la ejecución del servidor OPC en segundo plano y poder realizar nuevos cambios en él, tal como se muestra en la figura 4.26.

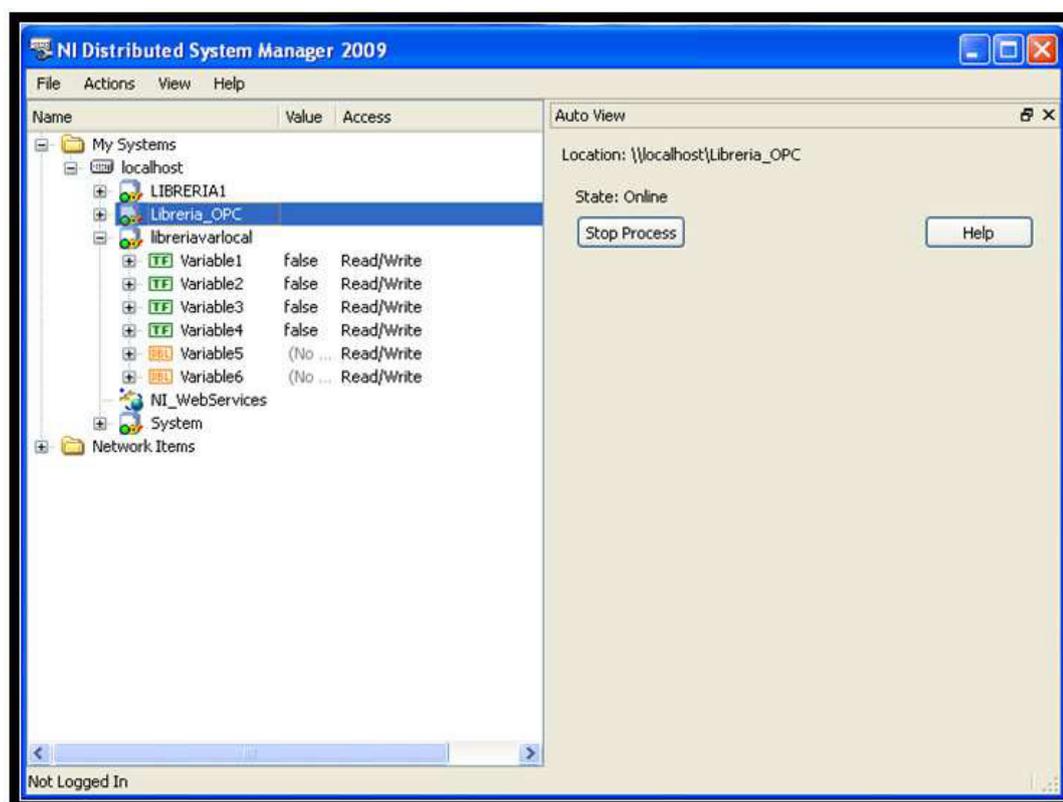


Figura 4.26 Detención del Servidor OPC en el Distributed System Manager en LabVIEW.

No es necesario volver activar el proceso en el Distributed System Manager, basta con ejecutar el VI del SCADA para que se reanude el servidor OPC, pero si nuevamente se tienen que realizar cambios en este, se tiene que realizar este procedimiento nuevamente. Como parte de la demostración de funcionamiento del diseño del sistema remoto, se presenta a continuación en la figura 4.27 y 4.28 el panel frontal del sistema SCADA desarrollado en LabVIEW.

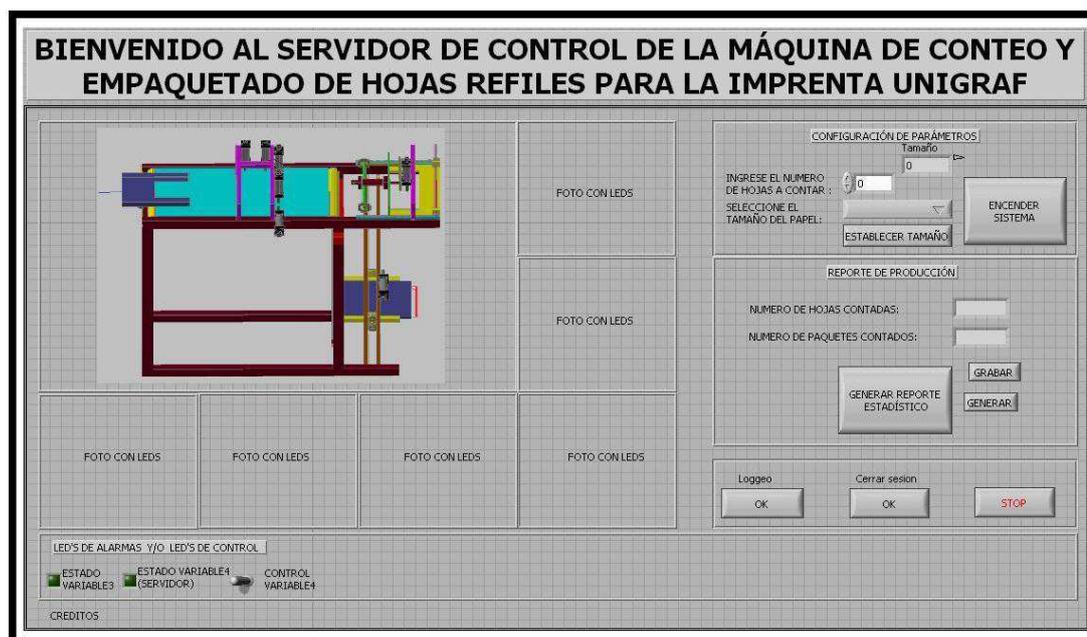


Figura 4.27 Panel frontal del sistema SCADA del sistema de control y monitoreo MAESTRO

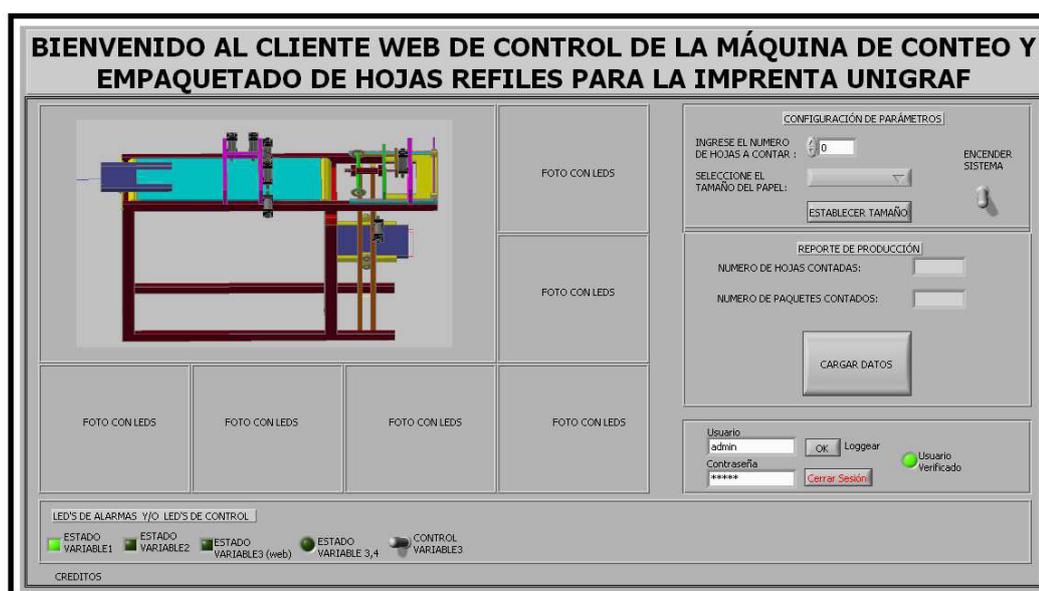


Figura 4.28 Panel frontal del sistema SCADA del sistema de control y monitoreo WEB

Como se puede observar en la figura 4.27 el panel frontal de la aplicación SCADA desarrollada en LabVIEW presenta un aspecto profesional, pero sobre todo las herramientas de programación, monitoreo y control remoto que permiten garantizar el funcionamiento óptimo de las aplicaciones prácticas de automatización y control de procesos.

En términos generales el sistema de control y monitoreo remoto se lo diseñó de tal manera que no exista latencias ya que se manejan variables que

afectan directamente al proceso de conteo. Es por esto que al momento de desarrollar la aplicación en Labview se emplea programación sencilla para que no cause demoras en los procesos de lectura y escritura de variables.

Como se explicó anteriormente, en la planta se colocará un computador que tendrá las funciones de servidor web y servidor PLC, y almacenará el programa maestro de control y monitoreo. Paralelo a ello se ha creado un VI adicional con características similares de control y monitoreo (Figura 4.28) con programación más concisa y ligera para que pueda ser publicado y de esta manera puedan ser accesados remotamente los paneles de control.

4.6.1 Configuración del servidor web de Labview

Labview ya dispone de un servidor web que hace posible publicar los VI's a Internet, dando una dirección URL al sistema con el IP de la Computadora donde se encuentra el servidor. Sin embargo, antes de activar el servidor web se tiene que configurar los puertos de acceso al VI, para esto se debe especificar el puerto a través del cual se tendrá acceso al programa, se debe recordar que si se usa un servidor web paralelamente, podrían existir conflictos por los puertos utilizados dado que por lo general se usa el puerto 80.

Para asignar el puerto en el servidor web de labview, se selecciona en la barra de menú la opción Tools y posteriormente la casilla Options. Aparecerá una ventana como lo muestra la figura 4.29 y allí se selecciona la opción Web Server: Configuration, en esta ventana se debe configurar el puerto http que se va a utilizar para tener acceso al sistema.

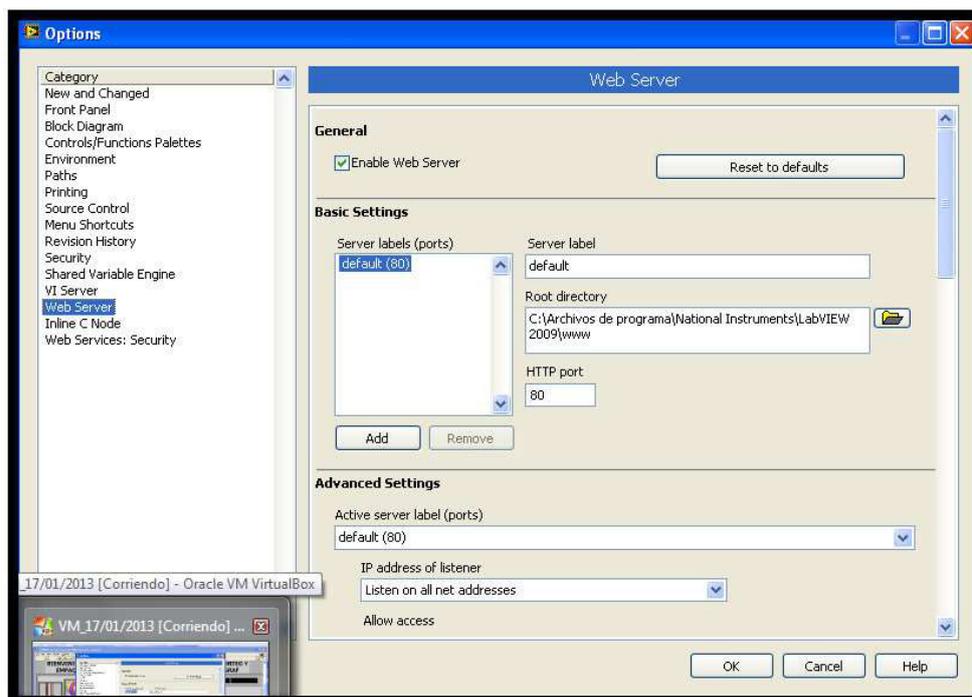


Figura 4.29 Panel Configuración del Servidor web de labview

Para conocer la dirección URL por la cual se tendrá acceso al sistema remoto es necesario habilitar el servidor web de labview: Se debe acceder en el servidor web de Labview y ubicarse en el servidor web del instrumento virtual en el que se está trabajando, desde la pantalla principal de labview. Para ello se selecciona en la barra de menú la opción Tools y se selecciona Web Publishing Tool.

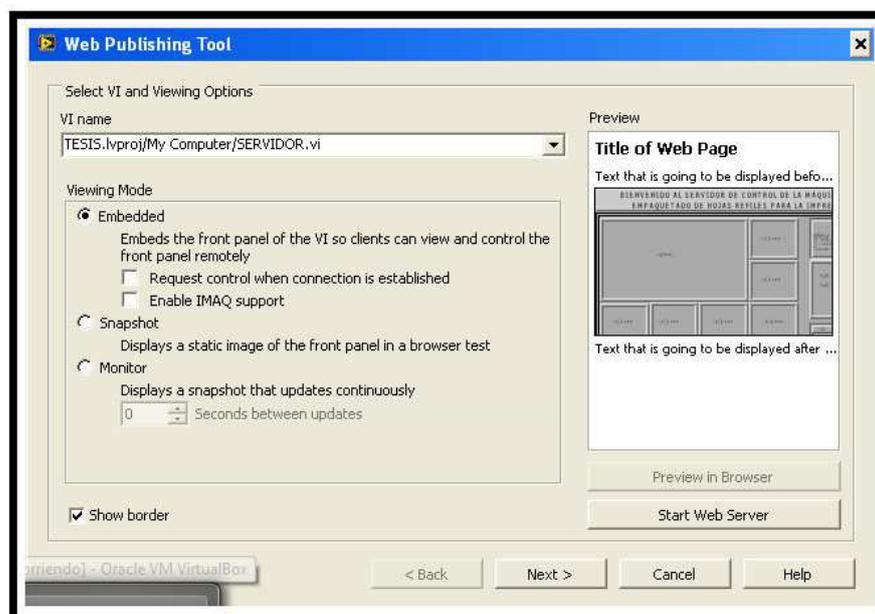


Figura 4.30a Habilitando servidor web

En la figura 4.30a, se selecciona el instrumento virtual en el que se va a habilitar el servidor web de Labview. También se pide especificar el “Modo de Visualización”, por motivos de seguridad se selecciona la casilla Embedded para que los usuarios puedan ver el panel frontal y también se selecciona la opción Request control when connection is established para que los usuarios puedan controlar el sistema.

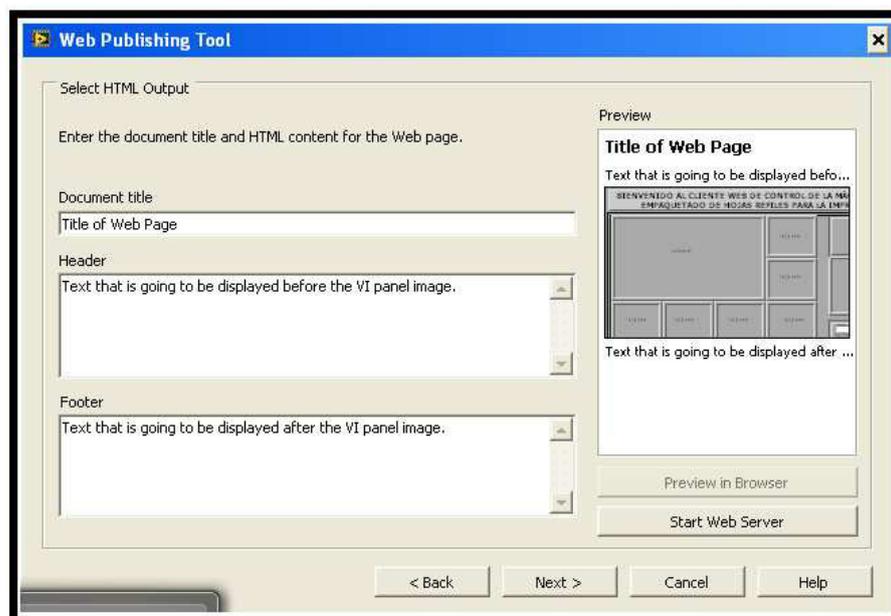


Figura 4.30b Habilitando servidor web

Al dar click en el botón Next se muestra la pantalla de la figura 4.30b, donde se puede dar el título a la página web, encabezado y pie de página. La siguiente ventana (figura 4.30c) es la última para terminar con la habilitación del servidor web donde se puede modificar la ubicación de la página web con el instrumento virtual creado por Labview; especificar un nombre para el archivo de la página web con extensión *.html y la URL por la cual se tendrá acceso a la página web desde un explorador de Internet.

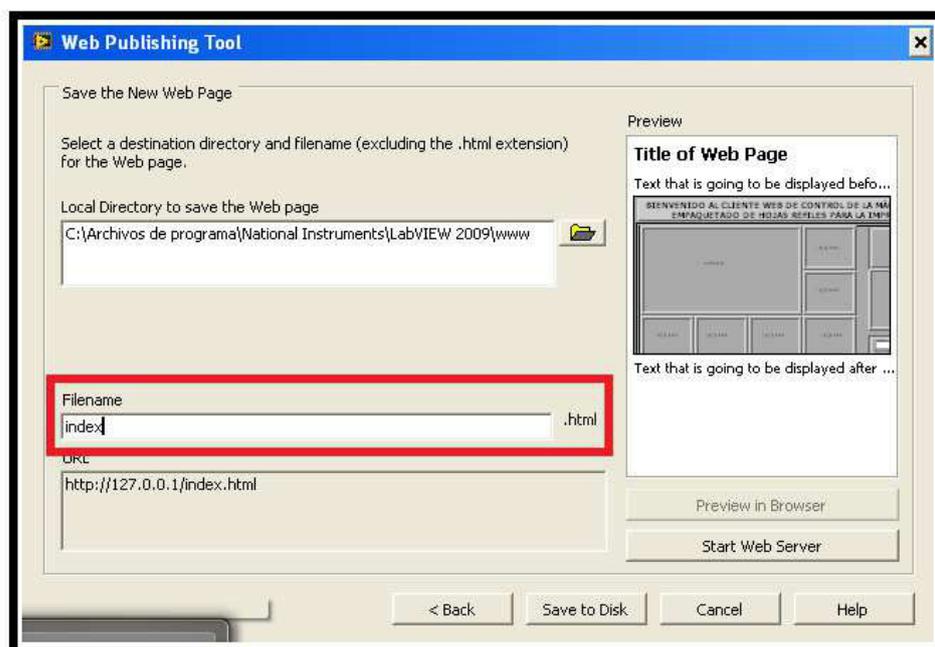


Figura 4.30c Habilitando servidor web

Se recomienda colocar de nombre “index” para que simplemente al colocar la IP del computador donde se encuentra alojado el servidor, permita visualizar los paneles remotos. Más adelante se explicará cómo usar un dominio gratuito para evitar colocar la IP del servidor.

Por último, se selecciona el botón Save to Disk para salvar el archivo y habilitar la página y el servidor web del sistema. Como se mencionó anteriormente, el tipo de conexión a Internet es muy importante para lograr el objetivo de monitoreo remoto. Una computadora no está conectada directamente a Internet, sino que, es mediante el router que la computadora está conectada a la red.

4.6.2 Configuración de la Red Local

Esta configuración es fundamental dado que será la que permitirá conectar con el servidor colocando en el explorador una dirección web. Se procede a configurar el router que nos conecta a Internet, para esto abriremos puertos y colocaremos la dirección IP del servidor. Se debe recordar que son IP's dinámicas por lo que se debe revisar previamente cual es la IP del servidor.

DIR-600	INSTALACIÓN	AVANZADA	HERRAMIENTAS	ESTADO	SOPORTE																																																						
SERVIDOR VIRTUAL	SERVIDOR VIRTUAL				Consejos útiles... <ul style="list-style-type: none"> • Verifica en el Nombre de la aplicación en el menú desplegable para obtener una lista de tipos de servidor predefinido. Si selecciona uno de los tipos de servidores predefinidos, haga clic en el botón de flecha junto al menú desplegable para llenar el campo correspondiente. • Usted puede seleccionar un equipo de la lista de clientes DHCP en el nombre Nombre de computador, o puede introducir manualmente la dirección IP del equipo en el que desea abrir el puerto especificado. 																																																						
REENVÍO DE PUERTOS	La opción Virtual Server le permite definir un único puerto público en el router para la redirección a una dirección interna IP LAN y el puerto de LAN privada si es necesario. Esta función es útil para los servicios de hospedaje en línea, tales como servidores FTP o Web. <input type="button" value="Guardar configuración"/> <input type="button" value="No guardar configuración"/>																																																										
REGLAS DE APLICACIÓN	24 - LISTA DE SERVIDORES VIRTUALES																																																										
CONTROL DEL TRÁFICO	Número restante de reglas que se pueden crear: 23																																																										
Filtro de red	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Puerto</th> <th>Tipo de Tráfico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Nombre HTTP</td> <td>Nombre de la aplicación</td> <td>Pública 80</td> <td>Protocolo TCP</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección IP 192.168.0.103</td> <td>Nombre del equipo</td> <td>Privada 80</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Nombre</td> <td>Nombre de la aplicación</td> <td>Pública 0</td> <td>Protocolo All</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección IP 0.0.0.0</td> <td>Nombre del equipo</td> <td>Privada 0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Nombre</td> <td>Nombre de la aplicación</td> <td>Pública 0</td> <td>Protocolo All</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección IP 0.0.0.0</td> <td>Nombre del equipo</td> <td>Privada 0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Nombre</td> <td>Nombre de la aplicación</td> <td>Pública 0</td> <td>Protocolo All</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección IP 0.0.0.0</td> <td>Nombre del equipo</td> <td>Privada 0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Nombre</td> <td>Nombre de la aplicación</td> <td>Pública 0</td> <td>Protocolo All</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección IP 0.0.0.0</td> <td>Nombre del equipo</td> <td>Privada 0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Puerto	Tipo de Tráfico	<input checked="" type="checkbox"/>	Nombre HTTP	Nombre de la aplicación	Pública 80	Protocolo TCP		Dirección IP 192.168.0.103	Nombre del equipo	Privada 80		<input type="checkbox"/>	Nombre	Nombre de la aplicación	Pública 0	Protocolo All		Dirección IP 0.0.0.0	Nombre del equipo	Privada 0		<input type="checkbox"/>	Nombre	Nombre de la aplicación	Pública 0	Protocolo All		Dirección IP 0.0.0.0	Nombre del equipo	Privada 0		<input type="checkbox"/>	Nombre	Nombre de la aplicación	Pública 0	Protocolo All		Dirección IP 0.0.0.0	Nombre del equipo	Privada 0		<input type="checkbox"/>	Nombre	Nombre de la aplicación	Pública 0	Protocolo All		Dirección IP 0.0.0.0	Nombre del equipo	Privada 0	
			Puerto	Tipo de Tráfico																																																							
<input checked="" type="checkbox"/>	Nombre HTTP	Nombre de la aplicación	Pública 80	Protocolo TCP																																																							
	Dirección IP 192.168.0.103	Nombre del equipo	Privada 80																																																								
<input type="checkbox"/>	Nombre	Nombre de la aplicación	Pública 0	Protocolo All																																																							
	Dirección IP 0.0.0.0	Nombre del equipo	Privada 0																																																								
<input type="checkbox"/>	Nombre	Nombre de la aplicación	Pública 0	Protocolo All																																																							
	Dirección IP 0.0.0.0	Nombre del equipo	Privada 0																																																								
<input type="checkbox"/>	Nombre	Nombre de la aplicación	Pública 0	Protocolo All																																																							
	Dirección IP 0.0.0.0	Nombre del equipo	Privada 0																																																								
<input type="checkbox"/>	Nombre	Nombre de la aplicación	Pública 0	Protocolo All																																																							
	Dirección IP 0.0.0.0	Nombre del equipo	Privada 0																																																								
FILTRO DE SITIO WEB																																																											
Configuración del Firewall																																																											
WIRELESS AVANZADO																																																											
Protected Setup WI-FI																																																											
RED AVANZADA																																																											

Figura 4.31 Abriendo Puertos en router

La figura 4.31 muestra cómo colocar la dirección IP del servidor así como también los puertos que se abrirán en el protocolo TCP/IP.

SERVIDOR VIRTUAL	REENVÍO DE PUERTOS	SOPORTE																																			
REENVÍO DE PUERTOS	Esta opción se utiliza para abrir varios puertos o rango de puertos en el router y redirigir los datos a través de esos puertos a un solo PC en su red. Esta característica le permite entrar en los puertos en el formato, Puerto rangos (100-150). Esta opción sólo es aplicable a la sesión de Internet. <input type="button" value="Guardar configuración"/> <input type="button" value="No guardar configuración"/>																																				
REGLAS DE APLICACIÓN	24 - REGLAS TRANSMISIÓN DE PUERTO																																				
CONTROL DEL TRÁFICO	Número restante de reglas que se pueden crear: 23																																				
Filtro de red	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th colspan="2">Puertos para abrir</th> <th>Tipo de Tráfico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Nombre HTTP</td> <td>Puerto Público 80 ~</td> <td>Puerto privado 80 ~</td> <td>Protocolo TCP</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección IP 192.168.0.103</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Nombre</td> <td>Puerto Público ~</td> <td>Puerto privado ~</td> <td>Protocolo All</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección IP 0.0.0.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Nombre</td> <td>Puerto Público ~</td> <td>Puerto privado ~</td> <td>Protocolo All</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Dirección IP 0.0.0.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Puertos para abrir		Tipo de Tráfico	<input checked="" type="checkbox"/>	Nombre HTTP	Puerto Público 80 ~	Puerto privado 80 ~	Protocolo TCP		Dirección IP 192.168.0.103				<input type="checkbox"/>	Nombre	Puerto Público ~	Puerto privado ~	Protocolo All		Dirección IP 0.0.0.0				<input type="checkbox"/>	Nombre	Puerto Público ~	Puerto privado ~	Protocolo All		Dirección IP 0.0.0.0			
		Puertos para abrir		Tipo de Tráfico																																	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nombre HTTP	Puerto Público 80 ~	Puerto privado 80 ~	Protocolo TCP																																	
	Dirección IP 192.168.0.103																																				
<input type="checkbox"/>	Nombre	Puerto Público ~	Puerto privado ~	Protocolo All																																	
	Dirección IP 0.0.0.0																																				
<input type="checkbox"/>	Nombre	Puerto Público ~	Puerto privado ~	Protocolo All																																	
	Dirección IP 0.0.0.0																																				
FILTRO DE SITIO WEB																																					
Configuración del Firewall																																					
WIRELESS AVANZADO																																					
Protected Setup WI-FI																																					
RED AVANZADA																																					

Figura 4.32 Reenviando Puertos en router

La figura 4.32 muestra cómo colocar los puertos que reenviarán el tráfico, de igual manera se debe colocar también la IP del equipo servidor.

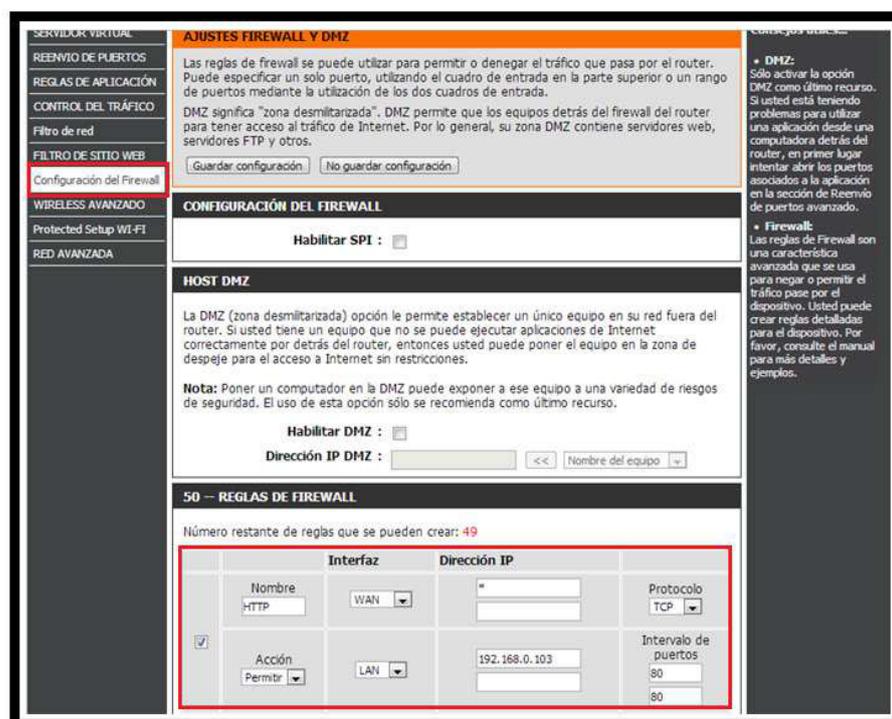


Figura 4.33 Configurando el tráfico en router

La figura 4.33 muestra cómo configurar el tráfico que pasa por el router, se coloca desde donde ingresarán las peticiones y hacia donde se redirigirán.



Figura 4.34 Configurando DNS dinámico

La figura 4.34 muestra cómo configurar el router para que identifique un dominio y de esta manera se evita colocar la IP del servidor en el explorador, en este caso el dominio que abrirá el sistema remoto será:

“<http://unigraf.dlinkddns.com>”



Figura 4.35 Página de Host gratuitos

La figura 4.35 muestra una página donde se puede adquirir Host gratuitos

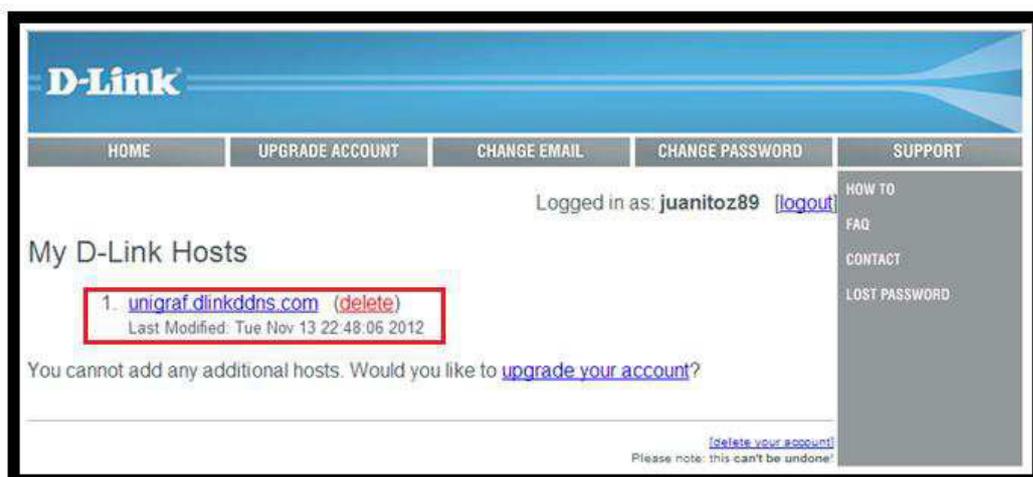


Figura 4.36 Página de Host registrado

La figura 4.36 muestra una página donde se puede registrar Host de manera gratuita.



Figura 4.37 Página de Host registrado

La figura 4.37 muestra una página donde se puede configurar la IP donde se encuentra el servidor.

4.6.4 Bloques de Programación

A continuación se explicarán algunos bloques que se emplearon en la programación. Estos bloques son los encargados de realizar funciones específicas como crear archivos de Excel con los datos de los reportes, guardarlos, abrirlos, así como también la lógica para el loggeo de usuarios.

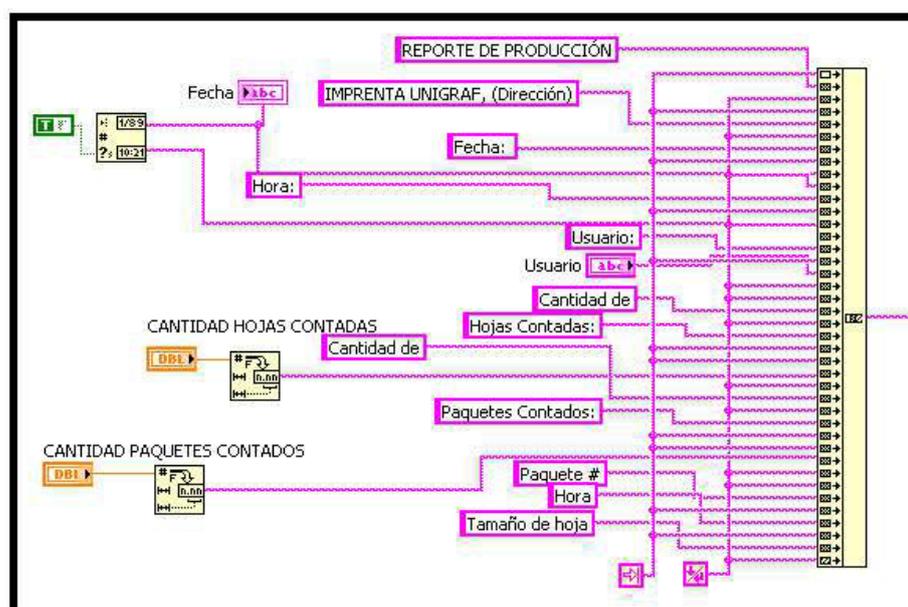


Figura 4.38 Herramienta de concatenación de cadenas de texto

La Figura 4.38 muestra cómo se concatenan cadenas string para lograr elaborar un archivo con columnas y saltos de línea personalizada.

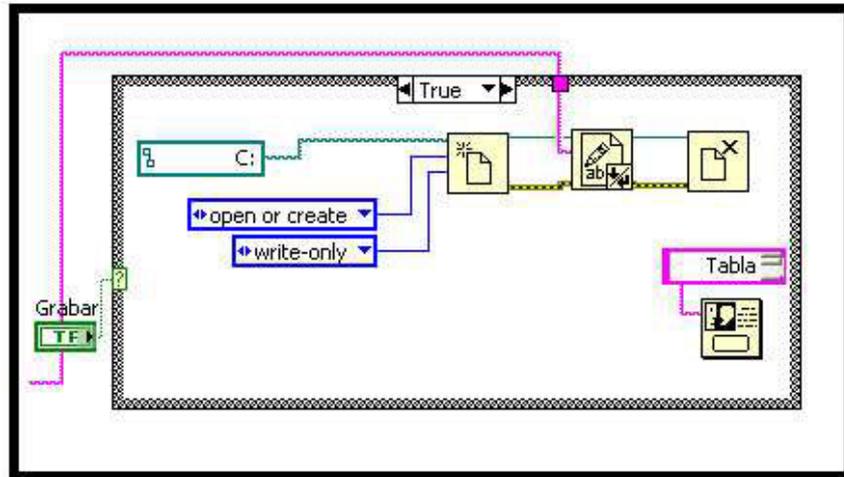


Figura 4.39 Herramientas para abrir ficheros y sobrescribirlos

La Figura 4.39 muestra cómo crear y abrir un fichero y sobrescribirlo para luego ser leído.

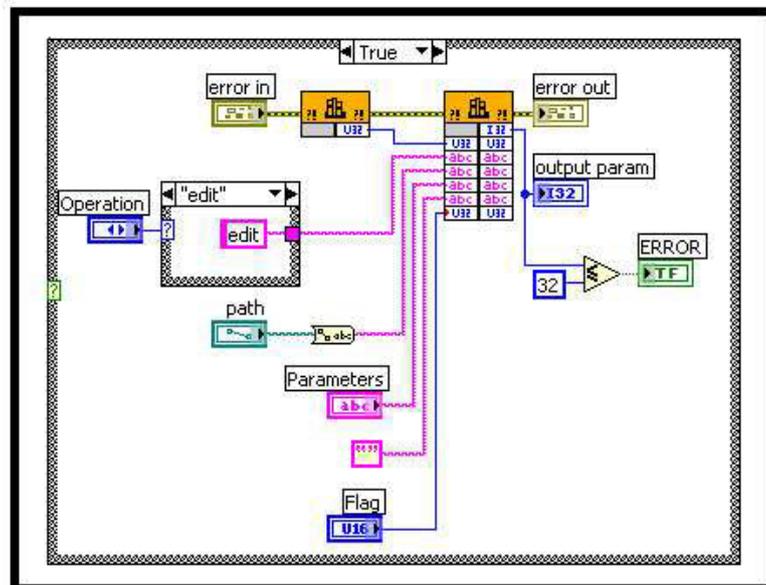


Figura 4.40 Herramientas abrir un fichero desde alguna ubicación en el disco

La Figura 4.40 muestra cómo abrir un fichero que ya ha sido creado previamente y que en nuestro caso son reportes.

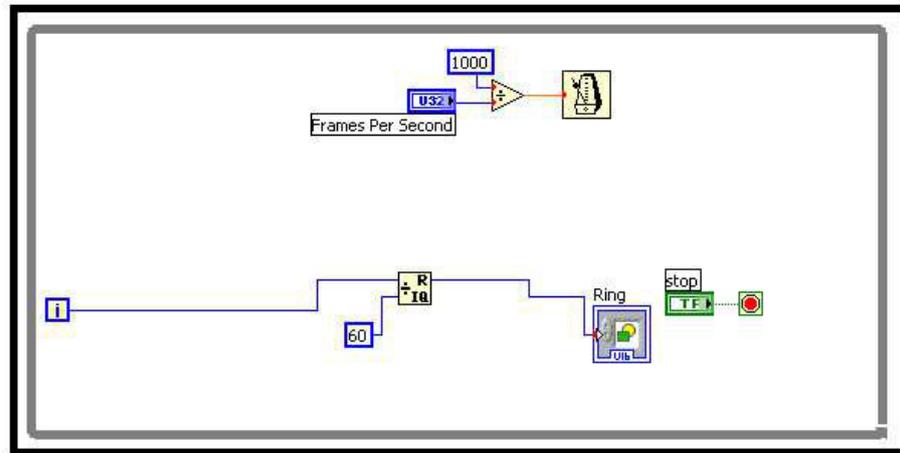


Figura 4.41 Herramientas para realizar la animación cuadro a cuadro

La Figura 4.41 muestra cómo realizar la animación de una imagen cuadro a cuadro, se requiere de la secuencia de imágenes para luego usarlas en un Picture Ring.

CAPÍTULO V

SEGURIDAD DEL SISTEMA

5.1 Introducción

Una vez concluida todas las etapas del diseño del sistema remoto como lo son la estructura física de la red de la planta, instalación y configuración de todo el software utilizado para la programación del PLC y control del sistema SCADA, además del diseño y configuraciones del software de control, acceso y loggeo se procede a implementarlo y comprobar su funcionamiento. Es necesario tomar en cuenta previamente ciertas consideraciones y seguridades finales antes de su implementación. En este capítulo se detallan todas ellas.

5.2 Seguridades y consideraciones finales

Con toda la estructura física y el software ya establecido para el sistema remoto, se tienen que tomar ciertas seguridades y consideraciones finales para su implementación:

- a. El equipo Servidor PLC contará con el Sistema Operativo Windows XP SP3. Este sistema es el más estable y con el que mejor desempeño se obtiene para los distintos tipos de software y aplicaciones instalados en este equipo. No se puede instalar un sistema Linux o Mac, puesto que el software de cualquier servidor OPC utiliza protocolos que solo funcionan en plataformas Windows.
- b. Para la correcta comunicación y funcionamiento del diferente software utilizado en el sistema, se permite la comunicación de ciertos puertos en el firewall del computador correspondiente, o incluso en el mismo router, dependiendo de cómo se desee realizar la administración de seguridades en la red. Puede utilizarse cualquier firewall, que el administrador crea conveniente.

La aplicación web y el software de control se desarrollan empleando la plataforma de LabVIEW 2009, por lo que se permite la comunicación de ciertos puertos detallados a continuación:

- Para el servidor web y la aplicación web se abre los puertos TCP 80 y TCP 8080, en el servidor web y control.
 - Para la comunicación entre módulos a través de Shared Variables se abre los puertos UDP 2343, 6000-6010 y TCP 59110 – 591120. Esto en ambos equipos servidores.
- c. El router de unión puede ser cualquiera según el criterio del administrador de la red. En él se pueden configurar listas de acceso (ACL) estándar o extendidas, según sea el caso, para brindar una mayor seguridad en la red.
 - d. En el equipo del lado del cliente, es decir, en el computador de los usuarios, se recomienda tener instalado el navegador web “Mozilla Firefox”, con el servidor java instalado también.
 - e. Se recomienda tener instalado en el explorador el motor RunTime de Labview, que actúa como un complemento o códec para el explorador. Si no se dispone de dicho motor, el sistema automáticamente lo redirigirá a la página oficial de NI para descargar el complemento.

5.3 Modulo DSC de Labview

El modulo DSC (Data and Supervision Control) permite implementar sistemas de control, adquisición y supervisión (SCADA) de una manera sencilla.

Este modulo añade herramientas de desarrollo en LabVIEW para:

- Configurar el sistema de medida y control.
- Realizar históricos y gráficos de tendencia.
- Fijar alarmas y eventos.
- Proporcionar seguridad en el acceso al sistema.
- Comunicar LabVIEW con autómatas comerciales, Servidores OPC y otros dispositivos de control.

LabVIEW/DSC permite añadir en las aplicaciones niveles de seguridad con objeto de priorizar el acceso a los diferentes elementos que forma parte de un sistema SCADA. Así, es posible generar cuentas con diferentes niveles de seguridad que unido a la utilización de paneles de login, generados con el Panel Wizard, que permiten dotar a las aplicaciones en LabVIEW de herramientas de seguridad.

Con ayuda de la opción Security de los terminales puede configurar el comportamiento del objeto en función del nivel de seguridad.

5.4 Seguridad en la programación

Haciendo uso de las herramientas del módulo DSC de labview como lo es el NI Security Login, se logra acceder como Administrador o como Invitado, esta propiedad es válida solo para el programa Maestro que se encuentra en la Planta.

Dentro de las propiedades del módulo DSC está la posibilidad de brindar permisos dependiendo del tipo de cuenta con la que se logea. El administrador podrá tener acceso a todos los controles así como también podrá visualizar los datos y procesos, no siendo así para el invitado ya que este solamente podrá visualizar los datos sin poder actuar sobre los controles.

El programa de cliente que se publica contará con un sistema diferente de logeo, será un simple control de coincidencia de usuario y contraseña esto se emplea dado que la propiedad de NI Security Login no está disponible para las herramientas de publicación de Internet.

El uso de variables compartidas y publicadas de manera global permite que puedan ser escritas y leídas desde el programa maestro como desde el programa de cliente Web publicado.

En la figura 5.1 se puede observar las cuentas de usuario que se encuentran registradas en la PC. Se pueden Agregar invitados como también se puede modificar las capacidades del Administrador.

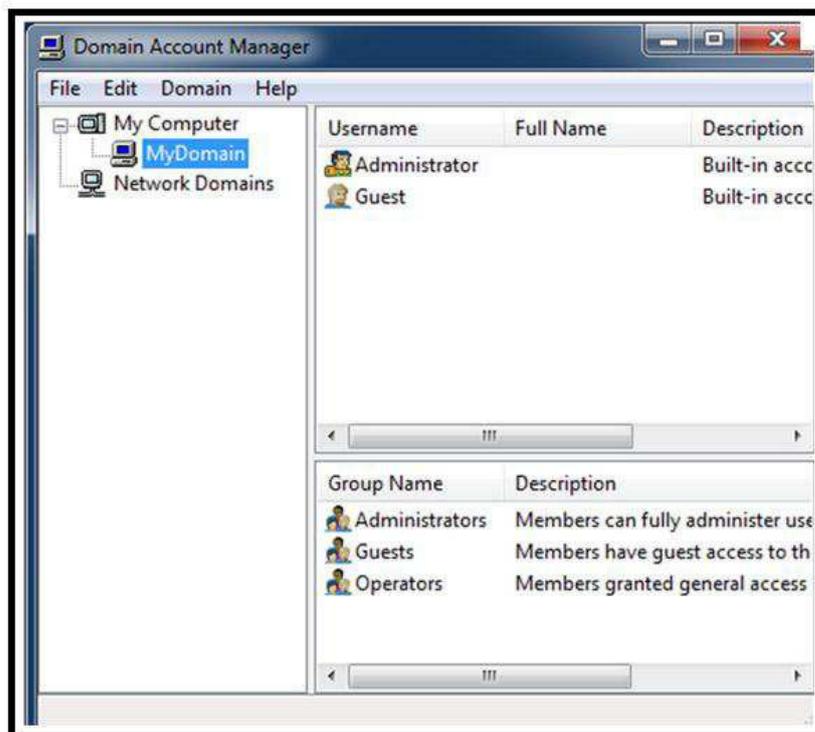


Figura 5.1 Cuadro de diálogo de Cuentas de Usuario

En la figura 5.2 se puede observar las cuentas de usuario así como también los permisos de seguridad aplicados sobre algunos controles y variables.

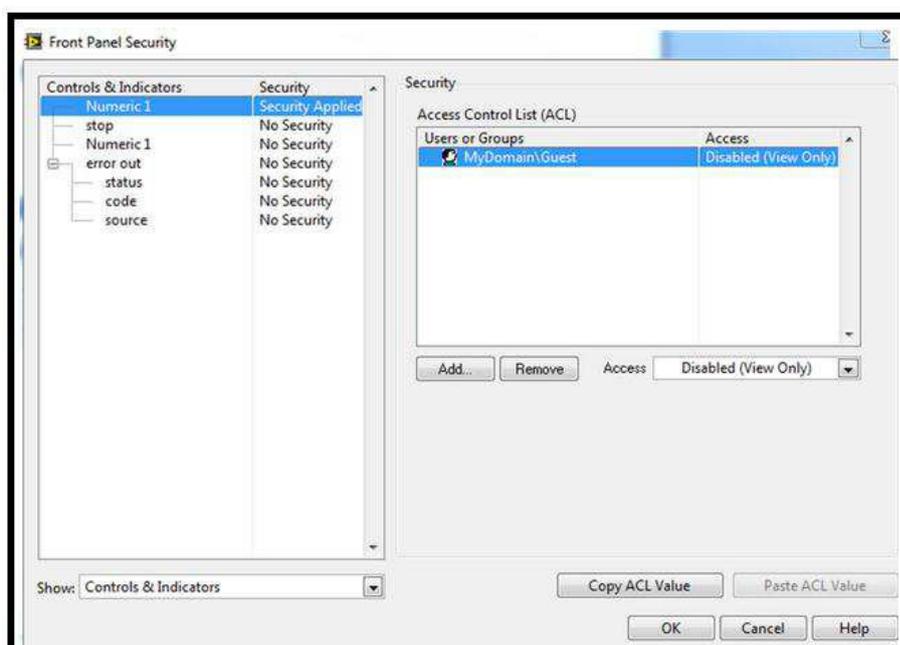


Figura 5.2 Panel frontal de permisos de usuario

En la figura 5.3 se puede observar el bloque de programación que permite el uso del NI Security Login.

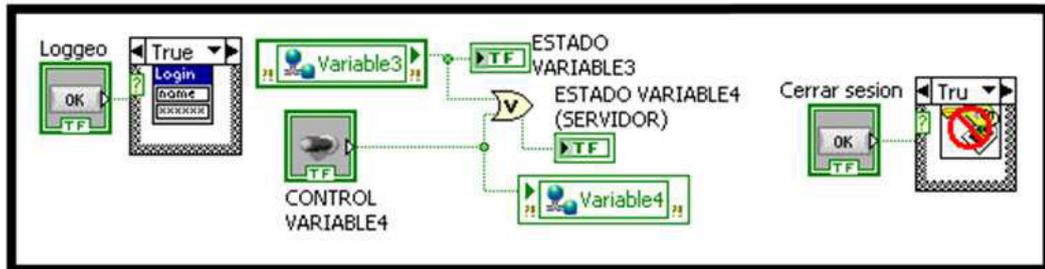


Figura 5.3 Bloque de Programación de DSC Login

En la figura 5.4 se puede observar el cuadro de diálogo del NI Security Login, aquí dependiendo de las contraseñas configuradas se podrá acceder con permisos.



Figura 5.4 Cuadro de diálogo de Login

En la figura 5.5 se puede observar el bloque de programación empleado para la aplicación cliente web, como se dijo anteriormente esta es diferente a la usada para el programa maestro, tal como se muestra, es un control sencillo de coincidencias de usuarios y contraseñas.

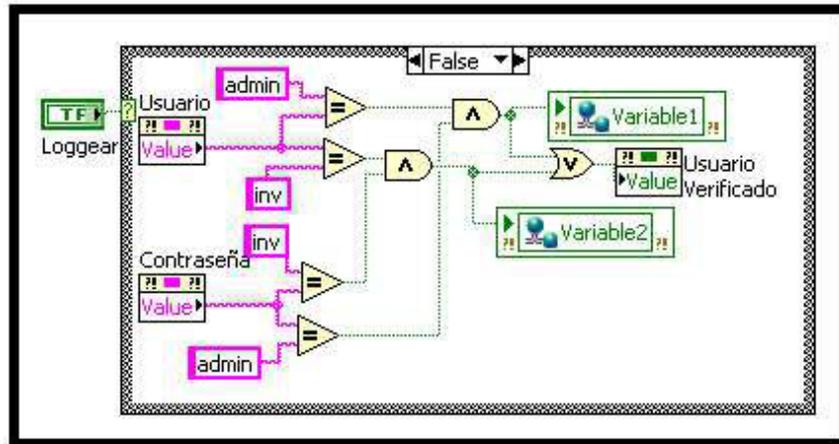


Figura 5.5 Bloque de programación para el Login desde Cliente Web

CAPÍTULO VI

PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

6.1 Prueba de Comunicación entre PLC y PC

La comunicación entre el autómatas programable y el ordenador es fundamental, para esto se ha usado un cable UTP categoría 6 para conectarlos mediante sus puertos Ethernet. El PLC y el HMI mediante el TIA PORTAL han sido nombrados con una dirección IP, y de la misma forma al ordenador se le coloca una IP fija.

Dado que se utilizan IP's dinámicas en los servidores se debe tomar en cuenta que las direcciones IP's fijas que se han asignado a los dispositivos no coincidan con las que se han asignado por el router de internet.

Una vez que se ha realizado este proceso se puede realizar un "PING" mediante la consola de Windows para chequear la conectividad entre dispositivos. La figura 6.1 muestra la conectividad entre el PC y PLC.

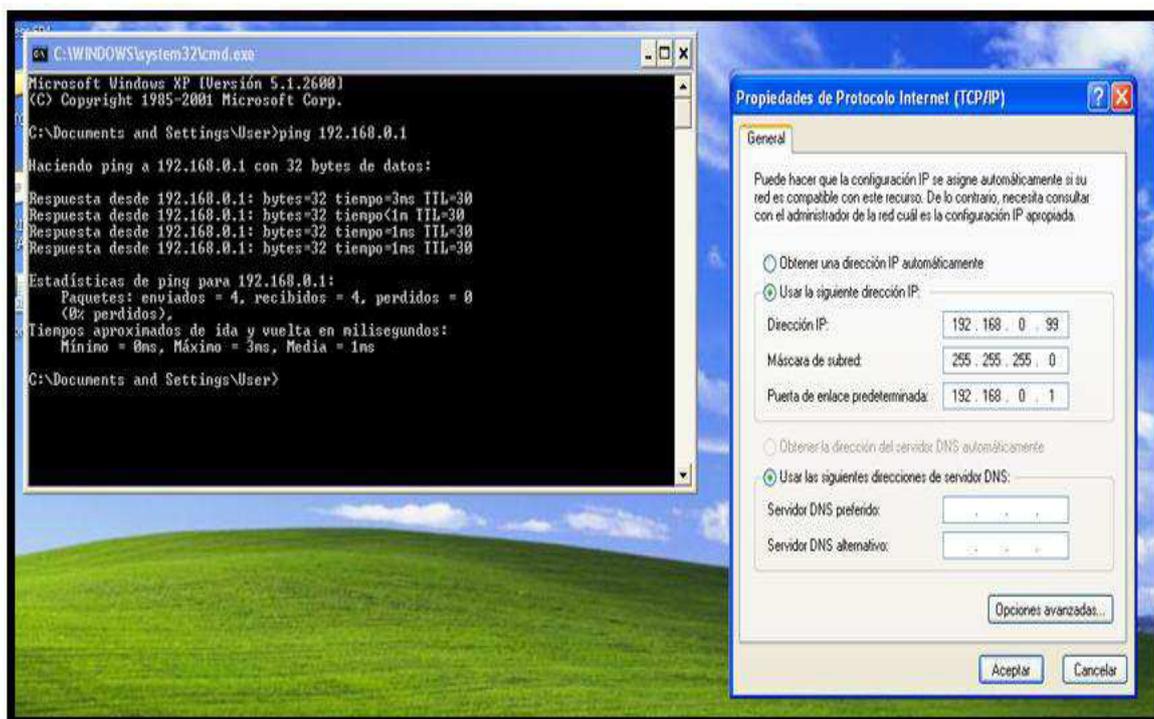


Figura 6.1 Probando conectividad entre PC y PLC

6.2 Prueba de Comunicación entre PLC y PC ACCESS

Para probar esta comunicación se debe abrir el servidor OPC (PC ACCESS) y cargar el proyecto que contiene las variables del PLC, una vez hecho esto, se puede desplegar todas las variables y mediante la herramienta de Cliente rápido se puede probar y visualizar el estado de cada variable del PLC. El cliente rápido permite conocer si la señal es "Buena" o "Nula". Se debe recordar que se deberá detener el OPC Server cada vez que se quiera modificar sus variables. La figura 6.2 muestra el estado de las variables mediante el Cliente rápido de prueba.

Nombre	Dirección	Tipo de datos	Acceso	Comentario
Encendido	V12.0	BOOL	RW	
Establecer_Tamaño	V12.1	BOOL	RW	
Ingreso	VD8	DINT	RW	
NumeroHojas	VW2	INT	RW	
Q00	Q0.0	BOOL	RW	
Q01	Q0.1	BOOL	RW	
Q02	Q0.2	BOOL	RW	
Q03	Q0.3	BOOL	RW	
Q04	Q0.4	BOOL	RW	
Q05	Q0.5	BOOL	RW	
Q06	Q0.6	BOOL	RW	

ID de ítem	Valor	Marca de hora	Calidad
MicroWin.S71200.Encendido	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Establecer_Tamaño	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Ingreso	+0000	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.NumeroHojas	+10	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q00	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q01	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q02	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q03	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q04	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q05	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q06	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q07	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q10	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q11	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q80	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q81	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q82	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q83	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q84	0	04:55:02:878	Buena
MicroWin.S71200.Q85	0	04:55:02:878	Buena

Figura 6.2 Probando conectividad entre OPC server y el PLC

6.3 Lectura de Datos desde Labview

Una vez que se tiene conectividad con el PLC y también a sus variables, se procede a leer sus datos en Labview, para esto se debe abrir el proyecto del sistema de control y monitoreo remoto, desplegar las librerías del servidor OPC y las arrastrarlas directamente sobre el panel frontal (Data Binding) y se corre el programa. Este procedimiento debe mostrar en el Panel Frontal las variables del PLC, la figura 6.3 muestra lo descrito anteriormente.

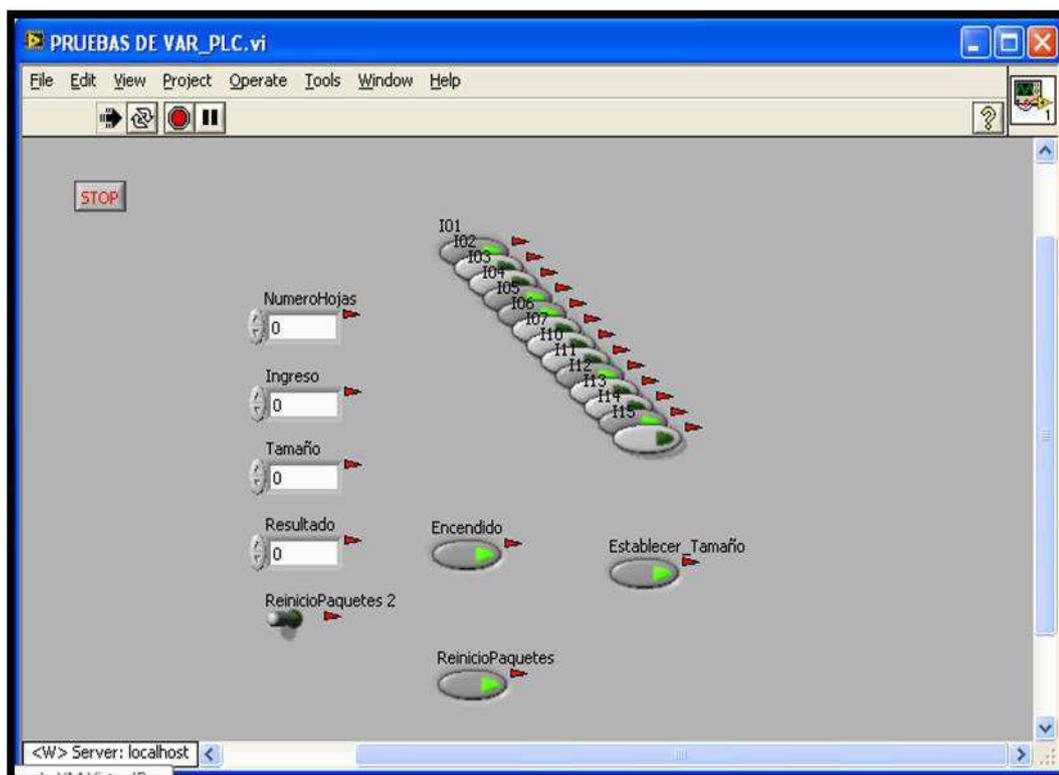


Figura 6.3 Lectura de datos desde Labview

6.4 Prueba de Seguridad

Para realizar esta prueba, se corre el proyecto de labview que contiene el sistema de control y monitoreo remoto. Como primer paso, desde el programa Maestro, se loggea como Administrador y se chequea todos los controles del programa. . La figura 6.4 muestra la pantalla inicial del sistema.



Figura 6.4 Pantalla inicial del sistema

La figura 6.5 muestra los controles habilitados para el administrador.



Figura 6.5 Controles habilitados para Administrador en programa Maestro

Ahora, de la misma manera se debe loggear como Invitados desde el programa Maestro, ciertos controles se deshabilitan y solo se podrán ver los datos y el proceso sin poder manipularlo. La figura 6.6 muestra los controles habilitados para el invitado.



Figura 6.6 Controles habilitados para Invitado en programa Maestro

6.5 Prueba al Web Server

Probado el acceso desde el programa maestro, se accede mediante internet, colocamos en el explorador la dirección “http://unigraf.dlinkddns.com” y se mostrarán paneles remotos. De igual manera logeamos como Administrador y se chequean los controles habilitados. Posterior a esto se debe probar el loggeo como invitado y se chequea los controles deshabilitados.

Es necesario recordar que se está trabajando desde una máquina virtual, así que se debe tener en cuenta que los adaptadores de red que se montan en la máquina virtual debe hacerse en orden, primero se monta el adaptador Broadcom Wifi y luego el adaptador de red Ethernet.

CAPÍTULO VII

MANTENIMIENTO

7.1 Recomendaciones de Uso

- Mantener abierto el proyecto que contiene los programas maestros y cliente; esto es necesario ya que Labview funciona como servidor web.
- Asegurarse de que este encendido el servidor web de labview; como se explicó labview actúa como servidor web, y cada vez que se cierra el programa será necesario reiniciar el servidor web.
- Con ayuda del servidor OPC (PC ACCESS) asegurarse de la comunicación entre PC y PLC; esto es un proceso de verificación de conectividad entre el PLC y la PC donde se encuentran los servidores.
- Descargar el RunTime de labview para acceder desde el explorador web; esto básicamente es un complemento para el explorador ya que permitirá abrir los paneles remotos. Si no se tiene instalado el RunTime automáticamente el explorador se dirigirá a la página de National Instruments para descargarlo.
- Los permisos sobre los controles en el programa Maestro están asignados mediante la seguridad aplicada por medio del modulo DSC, es decir, se debe acceder al panel frontal de permisos y ahí se podrá modificar los permisos de usuarios; en este caso se encuentran registrados dos cuentas, una es Administrator y otra es Guest.
- Para el programa de acceso web (cliente), la seguridad puede ser alterada fácilmente, desde el cambio de contraseñas desde el diagrama de bloques o también desde los Property node de cada elemento. Se recomienda que no se manipule la lógica control de coincidencias de usuarios y contraseñas, en primera instancia se encuentran configuradas dos cuentas, Admin e Inv.

- Para loggear como administrador en el programa maestro, se debe hacer clic en el botón LOGGEO y tipear "Administrator" con contraseña "admin"; las contraseñas pueden cambiarse desde la opción seguridad del módulo DSC.
- Para loggear como invitado en el programa maestro, se debe hacer clic en el botón LOGGEO y tipear "Guest" con contraseña "guest"; las contraseñas pueden cambiarse desde la opción seguridad del módulo DSC.
- Para loggear como administrador en el programa cliente, se debe hacer clic en el botón LOGGEO y tipear "admin" con contraseña "admin".
- Para loggear como invitado en el programa cliente, se debe hacer clic en el botón LOGGEO y tipear "inv" con contraseña "inv".

CONCLUSIONES

El diseño y sistema de control y monitoreo remoto para el proceso de conteo y empaquetado de hojas refiles educativas, fue desarrollado con características técnicas que destacan ya que mejoran el rendimiento en la producción de la planta.

Los equipos utilizados son de avanzada tecnología lo que garantiza la eficiencia en el funcionamiento del sistema remoto; mejorando la supervisión y prevención de posibles averías en la máquina automatizada.

Debido al diseño del sistema, existe la posibilidad de acceder al sistema de manera local o desde un computador conectado a Internet y, dependiendo del usuario se podrá manipular el proceso en general o solo supervisarlos, esto optimiza notablemente los recursos utilizados en la planta y otorga puntos de partida para la modernización futura.

El haber utilizado Labview 2009 como plataforma de desarrollo para todo el software como lo es: Sistema SCADA, software de control, aplicación web e interfaz de usuario, disminuye la dificultad y el tiempo en la programación para llevar a cabo el monitoreo, control y comunicación entre el PLC y el PC. Esto por consiguiente nos lleva a la creación de un sistema con programación sencilla y robusta permitiendo que se puedan hacer mejoras en un futuro sin mayor cambio en la programación principal.

Este trabajo de grado utiliza el PLC S7-1200 con su correspondiente software de programación (TIA PORTAL) y su correspondiente servidor OPC (PC ACCESS), ambos de la firma Siemens, pero se puede concluir que el sistema puede utilizarse con cualquier PLC y cualquier servidor OPC, siendo necesario pocos cambios en el programa realizado en Labview, como lo es la configuración en el servidor I/O que establece el servidor a utilizarse, esto denota lo abierto del sistema para en un futuro realizar mejoras al software o al hardware.

Finalmente se concluye que el sistema de control y monitoreo remoto es funcional y debido a su escalabilidad puede ampliarse dependiendo de procesos que se puedan agregar a la máquina contadora de papel. Cabe recalcar que se realizaron configuraciones y programaciones en función de los recursos de los que se disponía, como lo fue la etapa final de la publicación del VI para el acceso vía

internet, esto podría verse afectado si se decide cambiar de proveedor de internet en la planta causando que se requiera de una reprogramación en el router.

Un punto que debe mencionarse, es la situación actual de la máquina de conteo y empaquetado de hojas refiles educativas, ya que aún se encuentra recibiendo ajustes en el taller mecánico donde se ha venido realizando pruebas, todo esto a causa de cumplir con nuevas necesidades del dueño de la Imprenta. Como es de conocimiento, desde siempre, todo trabajo electrónico que trabaje en conjunto con partes mecánicas, se verá afectado dado que nuestro conocimiento se ve limitado en lo que a mecánica se refiere. En este caso ese fue uno de los motivos por los que se prolongó la presentación del sistema de control y monitoreo remoto.

RECOMENDACIONES

A continuación se expondrán algunas de las recomendaciones a nivel general respecto a las etapas que se manejaron en la realización del sistema de control y monitoreo ya que si se desea montar un sistema SCADA se debe tener claro ciertos aspectos.

Al momento de elegir el autómatas programable se debe tomar en cuenta la cantidad de entradas y salidas que éste ofrece así como también si existe en el medio un servidor OPC. Es importante recordar que se debe conocer la cantidad de bloques de memoria que se pueden manejar del PLC que se escoja.

La comunicación entre PLC y PC es fundamental por lo que se debe entender los protocolos que se pueden utilizar, en este caso una de las propiedades del PLC S7-1200 es la facilidad de comunicación, dado que emplea los puertos Ethernet para el envío y recepción de información.

Es necesario ser cuidadosos para no exceder el límite de memoria que puede ser usado del PLC, en este caso, al usar un servidor OPC que corresponde al PLC LOGO solo se puede usar un bloque de memoria del PLC S7-1200. Se recomienda que la programación sea bien estructurada y lo más sencilla posible ya que las latencias deben ser mínimas puesto que al acceder remotamente podrían presentarse problemas en la lectura y escritura de datos.

Se debe tener en cuenta que en este trabajo de grado se usan direccionamiento con IP's dinámicas por lo que se recomienda tener siempre en conocimiento la IP asignada al servidor ya que podría variar si se llegará a configurar el router para otros propósitos.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SIEMENS AG. Getting Started, Simatic TIA Portal STEP 7 Basic V10.5. Alemania. 12/2009. A5E02714428-01
- [2] NATIONAL INSTRUMENTS. LabVIEW Advanced Course Manual. Mayo/2001.
- [3] SIEMENS AG. Manual de sistema, controlador programable S7-1200. Alemania. 11/2009. A5E02486683-0.
- [4] SIEMENS AG. SIMATIC S7-1200 Easy Book. Alemania 11/2009. A5E02486778-01
- [5] SIEMENS AG. SIMATIC S7-1200, Getting Started of S7-1200. Alemania. 11/2009. A5E02486794-01
- [6] BITTER, Rick, MOHIUDDIN Taqi, NOWROCKI Matt. LabVIEW Advanced Programming Techniques. Second Edition 2008.
- [7] DIAZ FERNANDEZ, AURELIO JOSE. Sistemas de Regulación y Control, Marcombo Alfaomega. Barcelona. 1era ed. 2011
- [8] RODRIGUEZ PENIN, AQUILINO. Sistemas Scada, Marcombo Alfaomega. Barcelona. 2a. ed. 2007.
- [9] CORRALES, L. Interfaces de Comunicación Industrial. Departamento de Automatización y Control Industrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador. (2007).
- [10] R.L. Krutz. Securing SCADA systems. Wiley Pub. 2005.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- [11] Asociación de la Industria Eléctrica-Electrónica Chile, Protocolos de Comunicación Industriales [http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agos to-06.pdf](http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agos%20to-06.pdf). Consulta: 15-01-2013
- [12] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Support. Using Libraries in LabVIEW Projects. 2011. http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/371361F-01/lvconcepts/project_libraries/. Consulta: 09-11-2012
- [13] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Using the LabVIEW Shared Variable. 2011. <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4679>. Consulta: 19-10-2012
- [14] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Tutorial: Building and

- Accessing a LabVIEW Web Service Application (Windows, ETS, VxWorks). 2011. http://zone.ni.com/reference/en-X/help/371361G1/lvho-wto/build_web_service/. Consulta: 06-10-2012
- [15] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. LabVIEW Web Services [Material gráfico proyectable]. 2011. <http://zone.ni.com/wv/app/doc/p/id/wv-810>. Consulta: 08-10-2012
- [16] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Conecte LabVIEW a cualquier PLC Utilizando OPC. [Material gráfico proyectable]. 2011. <http://zone.ni.com/wv/app/doc/p/id/wv-475>. Consulta: 04-07-2012
- [17] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC) Module Training. 2011. <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/10000>. Consulta: 01-08-2012
- [18] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. LabVIEW 2009 Shared Variable Examples. 2011. <https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-7804>. Consulta: 09-11-2012
- [19] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Conecte LabVIEW a Cualquier PLC. 2011. <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/7906>. Consulta: 08-11-2012
- [20] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Buffered Network-Published Shared Variables: Components and Architecture. 2011. <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/12176>. Consulta: 03-11-2012
- [21] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Best Practices for Managing NI LabVIEW Applications Using the Project Explorer. 2011. <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/7197>. Consulta: 02-12-2012
- [22] NATIONAL INSTRUMENTS. NI Developer Zone. Web Services in LabVIEW. 2011. <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/7350>. Consulta: 05-15-2012
- [23] SIEMENS. Product Support. ¿Cómo se puede acceder a un PLC S7-1200 mediante un PC Access y qué se ha de tener en cuenta? 2011. <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objid=26435986&load=treecontent&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&viewreg=WW>. Consulta: 20-12-2012

ANEXOS

Anexo 1

Video demostrativo de funcionamiento.