



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &
AVIÓNICA

AUTOR: TORRES SÁNCHEZ, RICARDO DAVID

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI PARA EL MONITOREO DE
VARIABLES DE LOS DISPOSITIVOS ESCLAVOS EN UNA RED PROFIBUS
DP CON PLCS SIMATIC S7-1200

DIRECTOR: ING PILATASIG, PABLO

LATACUNGA, OCTUBRE 2014

CERTIFICADO

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

SR. ING. PABLO PILATASIG

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Octubre del 2014

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Torres Sánchez Ricardo David

DECLARO QUE:

El trabajo de grado denominado “IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI PARA EL MONITOREO DE LAS VARIABLES DE LOS DISPOSITIVOS ESCLAVOS EN UNA RED PROFIBUS DP CON PLCS SIMATIC S7-1200”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, Octubre del 2014

Torres Sánchez Ricardo David

AUTORIZACIÓN

Yo, Torres Sánchez Ricardo David

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI PARA EL MONITOREO DE LAS VARIABLES DE LOS DISPOSITIVOS ESCLAVOS EN UNA RED PROFIBUS DP CON PLCS SIMATIC S7-1200”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Octubre del 2014

Torres Sánchez Ricardo David

DEDICATORIA

A mi familia: Ricardo, Lourdes, Diana, Mariana y Sebastián.

Torres Sánchez Ricardo David

AGRADECIMIENTO

A mi madre Lourdes Sánchez por ser mi guía en la vida y por darme su amor.

Al ingeniero Pablo Pilatasig por todo el apoyo recibido para la realización de mi proyecto y por todos los conocimientos impartidos y por ser guía en mi formación académica superior

Torres Sánchez Ricardo David

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iiv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	3
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 GENERAL	3
1.4.2 ESPECÍFICOS	3
1.5 ALCANCE.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción	5
2.2 Sistemas de control en una red de comunicación industrial	5
2.2.1 Control Centralizado	6
2.2.2 Control Distribuido.....	6
2.3 Buses de campo.....	7

2.3.1	Ventajas	7
2.3.2	Deventajas	8
2.3.3	Clasificación de los buses de campo	8
2.3.3.1	Buses de alta velocidad y baja funcionalidad	8
2.3.3.2	Buses de alta velocidad y funcionalidad media	9
2.3.3.3	Buses de altas prestaciones	9
2.3.3.4	Buses para áreas de seguridad intrínseca	10
2.4	Pirámide de automatización (CIM)	10
2.4.1	Nivel de proceso	11
2.4.2	Nivel de campo	11
2.4.3	Nivel de célula	11
2.4.4	Nivel de planta	11
2.4.5	Nivel de factoría	12
2.5	Controlador lógico programable	12
2.5.1	PLC S7-1200	12
2.5.1.1	Características del PLC S7- 1200	13
2.5.1.2	Interfaz Profinet integrada	14
2.5.1.3	Comunicación con otros controladores y equipos HMI	15
2.5.1.4	Comunicación con equipos de otros fabricantes	15
2.5.1.5	Entradas y salidas del SIMATIC S7-1200 (CPU 1214 C)	15
2.5.1.6	Diagrama de conexiones de la CPU 1214 C	16
2.5.1.7	Módulos de señales	17
2.5.1.8	Módulos de comunicación	18
2.5.1.9	TIA Portal V11	19
2.5.1.10	Almacenamiento de datos, área de memoria y direccionamiento	20
2.5.1.11	Acceder a los datos en las áreas de memoria de la CPU	22
2.6	Profibus	24
2.6.1	Características generales de la red Profibus	24
2.6.2	Versiones Compatibles	25
2.6.2.1	Profibus PA	25
2.6.2.2	Profibus DP	25
2.6.2.3	Profibus FMS	25

2.6.3	Profibus DP	25
2.6.3.1	Arquitectura protocolar de profibus DP.....	26
2.6.3.2	Capa física de Profibus DP	27
2.6.3.3	Transmisión mediante señales Eléctricas (Norma EIA RS-485).....	28
2.6.3.4	Velocidad de trasmisión.....	28
2.7	SCADA	29
2.7.1	Funciones principales	29
2.7.2	Funciones específicas	30
2.8	HMI.....	30
2.8.1	Tipos de HMI	31
2.8.2	Terminal de operador	31
2.8.3	PC + Software	31
2.8.4	Software HMI.....	32
2.8.5	Comunicación.....	33
2.8.6	Interfaz de comunicación	33
2.9	LabVIEW	34
2.9.1	Herramientas más utilizadas en LabVIEW	34
2.9.1.1	Panel Frontal.....	34
2.9.1.2	Diagrama de bloques	35
2.9.1.3	Paleta de herramientas (Tools palette).....	36
2.9.1.4	Paleta de controles (Controls palette)	36
2.9.1.5	Paleta de funciones (Functions palette)	38
2.10	OPC.....	40
2.10.1	Fundación Estándar OPC	41
2.10.2	Arquitectura OPC	41
2.10.3	Comunicación LabVIEW – OPC	42
2.10.4	LabVIEW como cliente OPC	43
2.10.5	LabVIEW como servidor OPC.....	44
2.10.6	National Instruments OPC Servers.....	44
2.10.7	Configuración de NI OPC Servers	45
2.10.7.1	Canal	46
2.10.7.2	Dispositivo.....	46

2.10.7.3	Etiqueta (TAGS)	46
2.10.7.3.1	Configuración de TAGs	47
2.10.8	Quick Client OPC.....	48
2.10.8.1	Comunicación de TAGs con LabVIEW	49
2.11	Data Binding	49
2.11.1	Data Binding Selection.....	49
2.12	Datasocket	50
2.12.1	Protocolos de comunicación de Datasocket	51
2.12.2	Configuración de Datasocket para comunicación con SIMATIC S7-1200	52
2.12.2.1	Creación de controles o indicadores	52
2.12.2.2	Selección de Datasocket	53
2.12.2.3	Access Type.....	53
2.12.2.4	Búsqueda y selección de la etiqueta	53

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1	Preliminares.....	55
3.2	Componentes para implementar HMI.....	55
3.3	Implementación del HMI para el control y monitoreo de la estación de nivel y temperatura de líquido, controlada por el PLC 2-ESCLAVO 1 de la red Profibus DP con PLC S7-1200	56
3.3.1	Configuración de NI OPC Server.....	56
3.3.2	Conexión NI OPC Servers con LabVIEW	60
3.3.2.1	Verificación de las tablas de las marcas internas de área de memoria del PLC para la creación de etiquetas (TAGS)	60
3.3.2.2	Configuración de etiqueta para los interruptores de encendido y apagado de la bomba, niquelina y electroválvula.....	61

3.3.2.3	Configuración de etiqueta para visualización de nivel de líquido en centímetros	63
3.3.2.4	Configuración de la etiqueta para visualización de temperatura	64
3.3.3	Implementación de la consola HMI mediante LabVIEW	65
3.3.4	Configuración datsocket para los interruptores de encendido y apagado de la bomba, niquelina y electroválvula	73
3.3.5	Creación de indicador y configuración de Datasocket para visualizar los datos de nivel de líquido en cm.....	76
3.3.5.1	Conversión de lectura de datos de nivel tipo Word enviados por el PLC a lectura de voltaje	78
3.3.5.2	Escalamiento para determinar el nivel de forma voltaje a centímetros ..	81
3.3.6	Creación de indicador y configuración de Datasocket para visualizar los datos de temperatura en grados Celsius	83
3.3.6.1	Conversión de lectura de datos de temperatura tipo Word enviados por el PLC a lectura de voltaje	85
3.3.6.2	Escalamiento para determinar la temperatura en forma de voltaje a grados Celsius	88
3.3.7	Implementación de la consola HMI final para el control y monitoreo de la estación de nivel y temperatura.....	90
3.4	Implementación del HMI para el control y monitoreo de las variables PLC 3-esclavo 2 destinado al control PID de un motor trifásico SIEMENS de la red Profibus DP con PLC S7-1200	91
3.4.1	Configuración de NI OPC Servers	92
3.4.2	Conexión NI OPC Server con LabVIEW.....	96
3.4.2.1	Verificación de las tablas de marcas internas de área de memoria del PLC para la creación de etiquetas (TAGS)	96
3.4.2.2	Configuración de etiqueta para interruptor de encendido y apagado del variador de velocidad que controla el motor.....	97

3.4.2.3	Configuración de etiqueta para el envío del SetPoint necesario para el control PID	98
3.4.2.4	Configuración de la etiqueta para visualización de la frecuencia a la salida del contador rápido del PLC	99
3.4.3	Implementación de la consola HMI mediante LabVIEW	101
3.4.4	Configuración Datasocket para interruptor de variador de velocidad.....	104
3.4.5	Creación de control y configuración de Datasocket para el control envío del SetPoint	107
3.4.6	Creación de indicador y configuración de DataSocket para la lectura de la frecuencia de la salida del contador rápido del PLC.....	110
3.4.6.1	Conversión de la frecuencia de la salida del contador rápido del PLC3-esclavo 2 a RPM	113
3.4.7	Implementación de la consola HMI final para el control PID del motor trifásico SIEMENS	115
3.5	Presentación del HMI Final para el control y monitoreo de la red Profibus DP de PLC S7-1200	116
3.6	Prueba y análisis de resultados.....	116
3.6.1	Prueba funcional mediante OPC QUICK Client para control manual de la estación de nivel y temperatura de líquido.....	117
3.6.2	Prueba funcional mediante OPC QUICK Client para control PID motor trifásico SIEMENS	120
3.7	Implementación del manual técnico en CD.....	123

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	CONCLUSIONES	124
4.2	RECOMENDACIONES	126

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	127
NETGRAFÍA.....	129
BIBLIOGRAFÍA.....	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Área de memoria del PLC S7-1200.....	21
Tabla 2.2 Memoria de proceso de las entradas.....	23
Tabla 2.3 Memoria de proceso de las salidas.....	23
Tabla 2.4 Área de memoria.....	24
Tabla 2.5 Características de transmisión RS-458.....	27
Tabla 2.6 Longitud de segmentos con respecto a la velocidad de transmisión.....	28
Tabla 3.1 Marcas internas del PLC asignadas para HMI del PLC 1-Esclavo 2.....	61
Tabla 3.2 Marcas internas del PLC asignadas para HMI del PLC 3-Esclavo 3.....	96
Tabla 3.3 Comparación de resultados de variables en LabVIEW con Variables OPC Quick Client del PLC 2-Esclavo 1.....	119
Tabla 3.4 Comparación de resultados de variables en LabVIEW con Variables OPC Quick Client del PLC 3-Esclavo 2.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Pirámide de automatización	10
Figura 2.2 Elementos del PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY.....	14
Figura 2.3 Interfaz Profinet.....	15
Figura 2.4 Diagrama de conexiones de la CPU 1214 C.....	16
Figura 2.5 Representación de módulo de señales.....	17
Figura 2.6 Módulo de señal SM 1232.....	18
Figura 2.7 Representación del módulo de comunicación CM 1243-5.....	18
Figura 2.8 TIA Portal.....	19
Figura 2.9 Área de memoria.....	22
Figura 2.10 Modelo de referencia OSI DE ISO de Profibus DP.....	26
Figura 2.11 Sistema HMI.....	31
Figura 2.12 Software HMI.....	32
Figura 2.13 Panel Frontal.....	35
Figura 2.14 Diagrama de bloque	35
Figura 2.15 Paleta de herramientas	36
Figura 2.16 Paleta de controles.....	37
Figura 2.17 Paleta de funciones	38
Figura 2.18 Arquitectura OPC.....	42
Figura 2.19 El motor de variable compartida.....	43
Figura 2.20 LabVIEW y SVE se puede comunicar con los PLCs a través de OPC...43	43
Figura 2.21 El SVE como servidor OPC.....	44
Figura 2.22 Ventana de configuración NI OPC Servers.....	45
Figura 2.23 Ventana de propiedades de Tags.....	47
Figura 2.24 Ventana OPC Quick Client.....	48
Figura 2.25 Ventana de propiedades de control.....	50
Figura 2.26 Interfaz Datasocket.....	50
Figura 2.27 Selección De Datasocket.....	53
Figura 2.28 Ventana Select URL.....	54
Figura 3.1 Ventana de asignación de nombre de nuevo canal	57
Figura 3.2 Ventana de selección de dispositivo controlador	57
Figura 3.3 Ventana de verificación de configuración del canal.....	58

Figura 3.4 Ventana de asignación de nombre de dispositivo.....	58
Figura 3.5 Ventana de selección de modelo de dispositivo	59
Figura 3.6 Ventana de identificación de dirección IP	59
Figura 3.7 Ventana de verificación de configuración del dispositivo.....	60
Figura 3.8 Ventana de configuración de etiquetas	62
Figura 3.9 Ventana de configuración de propiedades de etiqueta	62
Figura 3.10 Ventana de configuración de nueva etiqueta	63
Figura 3.11 Ventana de configuración de propiedades de etiquetas	64
Figura 3.12 Ventana de configuración de nueva etiqueta	64
Figura 3.13 Ventana de configuración de propiedades de etiqueta	65
Figura 3.14 Ventana de presentación de LabVIEW 2013.....	66
Figura 3.15 Ventana de creación de controles booleanos	66
Figura 3.16 Ventana del panel frontal y diagrama de bloques para visualización de los controles booleanos	67
Figura 3.17 Ventana de creación de Build Array.....	67
Figura 3. 18 Expansión de la función Build Array en 6 posiciones.....	68
Figura 3.19 Creación del inversor Not.....	68
Figura 3.20 Ventana de creación de contante en falso.....	69
Figura 3.21 Ventana de creación de indicador Build Array.....	69
Figura 3.22 Ventana de verificación de indicador Build Array	70
Figura 3.23 Ventana de modificación de indicador Build Array a 6 posiciones	70
Figura 3.24 Ventana de creación de booleano Build Array to Number.....	71
Figura 3.25 Ventana de creación de indicador numérico.....	71
Figura 3.26 Ventana de creación de estructura While Loop.....	72
Figura 3.27 Ventana de verificación de control Numérico	72
Figura 3.28 Ventana de acceso a propiedades del indicador	73
Figura 3.29 Ventana de configuración Datasocket	74
Figura 3.30 Ventana selección de carpeta de National Instruments	74
Figura 3.31 Ventana de selección de etiqueta Salida corregir	75
Figura 3.32 Ventana de comprobación de interruptor	75
Figura 3.33 Ventana de creación de indicador numérico.....	76
Figura 3.34 Ventana de acceso a propiedades del indicador	76

Figura 3.35 Ventana de configuración Datasocket	77
Figura 3.36 Ventana de selección de etiqueta NIVEL.....	78
Figura 3.37 Ventana de comprobación de indicador de nivel.....	78
Figura 3.38 Método gráfico de la pendiente para lectura en voltaje de nivel	79
Figura 3.39 Ventana de aplicación de fórmula para lectura en voltios.....	80
Figura 3.40 Ventana de comprobación de indicador de voltaje.....	80
Figura 3.41 Método gráfico de la pendiente para nivel en centímetros.....	81
Figura 3.42 Ventana de aplicación de fórmula para lectura en centímetros	82
Figura 3.43 Ventana de comprobación de indicador de nivel en centímetros	82
Figura 3.44 Ventana de creación de indicador numérico.....	83
Figura 3.45 Ventana de acceso a propiedades del indicador	83
Figura 3.46 Ventana de configuración Datasocket	84
Figura 3.47 Ventana de selección de etiqueta TEMPERATURA	84
Figura 3.48 Ventana de comprobación de indicador de temperatura.....	85
Figura 3.49 Método gráfico de la pendiente para temperatura en voltios.....	86
Figura 3.50 Ventana de aplicación de fórmula para lectura en voltaje.....	87
Figura 3.51 Ventana de comprobación de indicador de voltaje.....	87
Figura 3.52 Método gráfico de la pendiente para temperatura en grados Celsius	88
Figura 3.53 Ventana de aplicación de fórmula para lectura de temperatura en grados Celsius.....	89
Figura 3.54 Ventana de comprobación de indicador de temperatura.....	90
Figura 3.55 Ventana de selección Hide Indicator	90
Figura 3.56 Consola HMI para el control y monitoreo de la estación de nivel y temperatura de líquido, controlada por el PLC 2-ESCLAVO 1 de la red Profibus DP con PLC S7-1200	91
Figura 3.57 Ventana de asignación de nombre de nuevo canal	92
Figura 3.58 Ventana de selección de dispositivo controlador	92
Figura 3.59 Ventana de verificación de configuración de canal.....	93
Figura 3.60 Ventana de asignación de nombre de dispositivo.....	94
Figura 3.61 Ventana de selección de modelo de dispositivo	94
Figura 3.62 Ventana de identificación de dirección IP	95
Figura 3.63 Ventana de verificación de configuración de dispositivo.....	95

Figura 3.64 Ventana de configuración de etiquetas	97
Figura 3.65 Ventana de configuración de propiedades de etiqueta	98
Figura 3.66 Ventana de configuración de nueva etiqueta	98
Figura 3.67 Ventana de configuración de propiedades de etiquetas	99
Figura 3.68 Ventana de configuración de nueva etiqueta	100
Figura 3.69 Ventana de configuración de propiedades de etiqueta	100
Figura 3.70 Ventana de presentación de LabVIEW 2013.....	101
Figura 3.71 Ventana de creación de control booleano	101
Figura 3.72 Ventana de creación de booleano Bool to (0,1).....	102
Figura 3.73 Ventana de creación de indicador para Bool to (0,1)	102
Figura 3.74 Ventana de creación de estructura While Loop	103
Figura 3.75 Ventana de indicador Bool to (0,1).....	103
Figura 3.76 Ventana de acceso a propiedades del indicador	104
Figura 3.77 Ventana de configuración Datasocket	105
Figura 3.78 Ventana selección de carpeta de National Instruments	105
Figura 3.79 Ventana de selección de etiqueta CONTROL VARIADOR	106
Figura 3.80 Ventana de selección Hide Indicator	106
Figura 3.81 Ventana de comprobación de interruptor	107
Figura 3.82 Ventana de creación de indicador numérico.....	107
Figura 3.83 Ventana de acceso a propiedades del indicador	108
Figura 3.84 Ventana de configuración Datasocket	108
Figura 3.85 Ventana de selección de la carpeta National Instruments	109
Figura 3.86 Ventana de selección de etiqueta FIJAR SET POINT	109
Figura 3.87 Ventana de comprobación de control SETPOINT	110
Figura 3.88 Ventana de creación de indicador numérico.....	110
Figura 3.89 Ventana de acceso a propiedades del indicador	111
Figura 3.90 Ventana de configuración Datasocket	111
Figura 3.91 Ventana de selección de la carpeta National Instruments	112
Figura 3.92 Ventana de selección de etiqueta FRECUENCIA	112
Figura 3.93 Ventana de comprobación de control FRECUENCIA	113
Figura 3.94 Ventana de aplicación de fórmula para lectura de RPM	114
Figura 3.95 Ventana de comprobación de indicador de RPM	114

Figura 3.96 Consola HMI para el control y monitoreo del control PID de motor trifásico SIEMENS, controlado por PLC 3 –ESCLAVO 2 de la red Profibus DP de PLC S7-1200.....	115
Figura 3.97 Presentación del HMI Final para el control y monitoreo de la red Profibus DP de PLC S7-1200	116
Figura 3.98 Ventana de indicación del icono de acceso a OPC Quick Client	117
Figura 3.99 Ventana de acceso a la carpeta System en OPC Quick Client	118
Figura 3.100 Ventana de acceso a la carpeta HMI NIVEL CONSOLA.....	118
Figura 3.101 Ventana para prueba y análisis de resultados	119
Figura 3.102 Ventana de indicación del icono de acceso a OPC Quick Client	120
Figura 3.103 Ventana de acceso a la carpeta System en OPC Quick Client	121
Figura 3.104 Ventana de acceso a la carpeta HMI PID CONTROLMOTOR.....	121
Figura 3.105 Ventana para prueba y análisis de resultados	122

RESUMEN

El presente trabajo de graduación tiene como finalidad realizar la implementación de un Interfaz Humano Máquina (HMI), para el control y monitoreo en tiempo real de las variables de los dispositivos esclavos de una red Profibus DP de PLCs SIMATIC S7-1200 con la ayuda del software de programación gráfica LabVIEW y la interfaz de comunicación NI OPC Servers.

La red Profibus DP consta de dos procesos distintos, el primero es el control manual una estación de nivel y temperatura de líquido, donde la función del HMI fue controlar el encendido y apagado de los dispositivos como la bomba que eleva el nivel del líquido, electroválvula que permite el vaciado del líquido y niquelina que aumenta la temperatura del líquido, además visualizar en forma gráfica los datos de nivel del líquido en centímetros en la escala de 0 a 25 cm y la temperatura en grados Celsius en el rango de 20°C a 70°C.

El segundo proceso es el control PID de un motor trifásico SIEMENS, en el cual con la implementación del Interfaz Humano Máquina se logró controlar el encendido y apagado del motor mediante el variador de velocidad Micromaster 440, así como la variación del Setpoint necesario para el funcionamiento del control PID y la visualización en forma gráfica de la frecuencia de la salida del contador rápido del PLC que posteriormente se transformó a velocidad en revoluciones por minuto RPM. Finalmente se implementó un manual técnico en un CD donde se detalla paso a paso todo el proceso de programación de la red Profibus DP y el Interfaz Humano Máquina.

PALABRAS CLAVE: PROFIBUS, DISPOSITIVOS, INTERFAZ, SIEMENS, HMI, SIMATIC.

ABSTRACT

This graduation work has as purpose to carry out the implementation of a Human Machine Interface (HMI), for the control and the monitoring in real time of the devices variables slaves of a Profibus DP network of PLCs S7-1200 with the help of LabVIEW graphical programming software and NI OPC Servers communication interface.

The Profibus DP network consists of two distinct processes, the first is the manual control station level and temperature of liquid, where the function of the keypad was control the switching on and off of the devices as pump that raises the level of the liquid, solenoid valve that allows the emptying of the liquid, and niccolite which increases the temperature of the liquid also display the data in graphical form of the level of the liquid in centimeters on the scale of 0 to 25 cm and the temperature in Celsius degrees in the range from 20°C to 70°C.

The second process is the PID control of a three-phase motor SIEMENS, in which the implementation of the Human Machine Interface managed to control the ignition and off the motor using the Micromaster 440 drive, as well as the variation of the Setpoint that is necessary for the functioning of the PID control and display in graphical form the output frequency of the counter fast of the PLC which was later transformed to speed in revolutions per minute RPM.

A technical manual on a CD detailing step by step the whole programming of the Profibus DP network and Human Machine Interface was finally implemented.

KEY WORDS: PROFIBUS, DEVICES, INTERFACE, SIEMENS, HMI, SIMATIC.

CAPÍTULO I

TEMA

IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI PARA EL MONITOREO DE VARIABLES DE LOS DISPOSITIVOS ESCLAVOS EN UNA RED PROFIBUS DP CON PLCS SIMATIC S7-1200.

1.1 ANTECEDENTES

Debido al avance científico y tecnológico de las exigencias de la sociedad actual es importante que los centros de educación posean laboratorios y talleres que estén a la par con la tecnología.

En la Unidad de Gestión de Tecnologías es fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades, destrezas y el aprendizaje significativo para ser formados como buenos profesionales capaces de adaptarse y desempeñar cualquier función en la vida profesional siendo competitivos, eficaces y eficientes.

Por la relevancia del tema se desarrolló un trabajo de grado elaborado por el estudiante Ganchala Quishpe Francisco Santiago en el año 2010 con el tema “IMPLEMENTACION DE UN PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN PROFIBUS DP CON PLC SIMATIC S7-200 CON SUS RESPECTIVAS GUIAS DE LABORATORIO” que plantió como objetivo “Aportar en el desarrollo del conocimiento sobre automatización industrial de los alumnos de la carrera de Electrónica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, mediante la aplicación del protocolo de comunicación PROFIBUS DP a base del PLC SIMATIC S7-200” y como conclusión “Se implementó un Protocolo de comunicación Profibus DP aportando conocimientos sobre automatización industrial a los alumnos de la carrera de Electrónica del ITSA”. La tecnología usada en el trabajo de grado se encuentra obsoleta y en desuso en la actualidad.

Por lo expuesto, la Unidad de Gestión de Tecnologías debe contar con los equipos modernizados, elementos, herramientas y técnicas que vayan a la par con la tecnología actual y que faciliten el desarrollo del proceso de aprendizaje del estudiante, de manera particular y más específica en el manejo y utilización de la red Profibus DP con los

PLCS SIMATIC S7-1200 con sistema HMI integrado, debido a que esta red es muy utilizada en la industria moderna.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la industria ha avanzado a pasos agigantados junto con el desarrollo de la tecnología, es por esto que los dueños de empresas van actualizando constantemente sus máquinas de producción para competir en un mercado cada vez más estricto en cuanto a calidad y economía.

Los tipos de comunicaciones industriales dan importantes ventajas para una mayor seguridad en la industria evitando errores y una mayor velocidad de operación en pequeñas y grandes empresas.

El sistema HMI integrado en redes es parte fundamental en el aprendizaje de los estudiantes y guía importante para los docentes de nuestra institución académica, siendo un perfil muy significativo en la industria porque especifica el enlace de dispositivos de monitorización de procesos y control de operaciones con componentes de automatización de niveles superiores mediante Profibus DP.

Al implementar una red Profibus DP es indispensable contar con un HMI para el monitoreo de los valores de las variables.

Al no poseer este tipo red actualizada en la Unidad de Gestión de Tecnologías ha dado origen que los docentes no cuenten con el material didáctico para impartir conocimientos de redes industriales, que haya dificultad para la manipulación de los equipos debido a que sus conocimientos son de tecnología antigua que está en desuso y que los estudiantes no puedan familiarizarse con estas redes.

Al no poseer un sistema HMI integrado en la red da origen a no poder enviar órdenes de control al sistema, como poner en marcha o detener el proceso, no modificar los valores de contaje, temporización etc.

Además no visualizar los datos del proceso, no poder ofrecer ayuda al operario en caso de averías y no visualizar gráficamente el estado del proceso.

El desarrollo del presente proyecto pretende incentivar a directivos y estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías a formar profesionales con conocimientos

actualizados y personas capaces de adaptarse a la tecnología avanzada, desempeñando cualquier función a la que esté a cargo.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El avance tecnológico, ha hecho que los sistemas de automatización industrial vayan cambiando y renovando de manera continua, para de esta manera hacer que los sistemas HMI se faciliten en la operación diaria de un proceso industrial, utilizando también los diferentes tipos de comunicaciones industriales que existen en el mercado. Para alcanzar estas metas en la automatización industrial requiere de personal altamente calificado para controlar y monitorear los sistemas, que actualmente requiere de mucha preparación y conocimientos sobre sus orígenes y principios.

El proyecto estará enfocado en la supervisión y monitoreo de las variables de los dispositivos esclavos la red Profibus DP mediante un HMI que estará trabajando en óptimas condiciones con todos los requerimientos exigidos por los docentes de la Unidad De Gestión de Tecnologías para puedan capacitar a los estudiantes.

1.4 OBJETIVOS:

1.4.1 GENERAL

Implementar un HMI para el monitoreo de variables de los dispositivos esclavos en una red Profibus DP con PLCs SIMATIC S7-1200.

1.4.2 ESPECÍFICOS:

- Desarrollar el HMI para la red Profibus DP de PLC SIMATIC S7-1200.
- Utilizar el software LabVIEW para la configuración y programación del HMI.
- Establecer NI OPC Servers como interfaz de comunicación entre LabVIEW y el PLC SIMATIC S7-1200.

- Realizar el control y monitoreo de los dispositivos y las variables de la Estación de nivel y temperatura de líquido y del Módulo de control de velocidad de un motor trifásico mediante 2 dispositivos esclavos de una red Profibus DP.
- Implementar un manual técnico en CD del proceso total de la red y el sistema HMI integrado.

1.5 ALCANCE

Con el siguiente proyecto se pretende optimizar la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías- ESPE que se encuentran cursando la carrera de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica y a todo el personal que hace uso del laboratorio de Instrumentación Virtual, debido a que con la implantación de un HMI en una red Profibus DP será posible el monitoreo de las variables en tiempo real y el control de los dispositivos que esta red maneja, a través de una interfaz llamada OPC que comunica el software LabVIEW con los PLCs, siendo así una aportación muy importante para el laboratorio de instrumentación virtual porque los estudiantes podrán desarrollar prácticas y poner a prueba los conocimientos adquiridos de los equipos, herramientas y dispositivos de automatización industrial lo que les facilitará la mejora de sus habilidades y destrezas proporcionándoles una nueva visión sobre las tecnologías usadas en el campo laboral, debido a que este proyecto se asimila mucho a los procesos de control y monitoreo que en la actualidad utilizan las grandes empresas y la industria en general.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Los primeros instrumentos de control, por los años cuarenta, utilizaban señales de presión para el mando de los dispositivos de control.

En los años sesenta en un intento por estandarizar las comunicaciones se eligió el estándar de comunicaciones 4-20 mA, pero cada fabricante introdujo diferentes niveles de señal.

Ya en los años setenta con el boom de los microprocesadores se comenzaron a utilizar estos para la supervisión y control de sistemas centralizados de instrumentos y control de procesos.

En los ochenta, con la aparición de los sensores inteligentes se desarrollaron técnicas más avanzadas sobre los microprocesadores comenzando a utilizarse redes de ordenadores en el control de los sistemas de producción.

Hoy en día existen organismos de estandarización que abordan el continuo desarrollo de los buses de campo y existen software estandarizados y compatibles entre distintas empresas fabricantes industriales que facilitan el intercambio de datos entre si y que mejoran el control y monitoreo de distintos controles y procesos tales como una red.

2.2 Sistemas de control en una red de comunicación industrial

Las redes de Comunicaciones industriales se originan en la fundación FielBus (Redes de campo). La fundación FielBus, desarrollo un nuevo protocolo de comunicación, para la medición y control de procesos donde todos los instrumentos puedan comunicarse en una misma plataforma. Dependiendo de la complejidad del sistema y los componentes que intervienen en una red de comunicación, el control puede ser centralizado o distribuido.

2.2.1 Control Centralizado

Se denomina así a la conexión directa en módulos I/O, de las señales de entradas y salidas cerca del proceso o máquinas a controlar. Las estaciones I/O son conectadas vía el bus de campo al sistema de control central. El control centralizado se utiliza en sistemas poco complejos, en los cuales los procesos son gestionados directamente mediante un único elemento de control encargado de realizar todas las tareas del proceso de producción, pudiendo incluir o no un sistema de monitoreo y supervisión. La tendencia ha sido emplear elementos de control más complejos y potentes de modo que todo el control del proceso se realice con un solo dispositivo; sin embargo, esto hace que el sistema de cableado sea más complejo, a la vez que se hace difícil hacer llegar todas las señales y los sensores y actuadores desde el lugar en donde se encuentran.

Esta metodología tiene al menos dos ventajas, primero, no necesita planificación para implementar un sistema de intercomunicación entre procesos porque todas las señales están gestionadas por un único elemento de control y segundo, por ser un sistema poco complejo representa un menor costo económico.

Por otro lado, posee numerosas desventajas, ya que si el sistema falla toda la instalación queda paralizada; por lo que es necesario proveer de un sistema de redundancia para evitar riesgos, emplear unidades de control con mayor capacidad de proceso debido a la complejidad de los problemas que debe abordar y las restricciones de tiempo límite, habituales en los procesos industriales.

2.2.2 Control Distribuido

Se denomina control distribuido a la asignación de tareas a varios controladores (ej. PLC) más pequeños instalados en ubicaciones estratégicas en la planta. En vez de instalar un controlador central de gran capacidad, los pequeños controladores son interconectados vía un sistema de bus de campo. Esta solución presenta las siguientes ventajas:

- Programación más sencilla con programas más pequeños.
- Un arreglo más confiable de la estructura del sistema.
- Facilidad para ampliar o modificar el sistema.
- Mayor disponibilidad de información en el sistema debido a la presencia de controladores autónomos.
- Tiempos de reacción muy cortos, independientes de los tiempos de operación de bus. (Villajulca, 2010)

2.3 Buses de campo

Según la definición elaborada por la institución Fieldbus Foundation, un bus de campo es un enlace de comunicaciones digital, bidireccional y multipunto entre dispositivos inteligentes de control y medida, un bus de campo actúa como una red de área local para el control de procesos avanzados, adquisición de datos de entradas y salidas remotas y aplicaciones de automatización de alta velocidad.

Los dispositivos de campo incorporan cierta capacidad de proceso, distinguiéndolos de los dispositivos que conformaban las antiguas redes de automatización, porque son dispositivos inteligentes capaces de realizar funciones simples de diagnóstico, control y mantenimiento, así como, de mantener comunicación bidireccional a través del bus.

2.3.1 Ventajas

Las principales ventajas de los buses de campo son:

- Reducción de costos en la instalación, mantenimiento y mejoras del funcionamiento del sistema.
- Reducción significativa del cableado: cada nivel de procesos sólo requiere un cable para la conexión de los diversos nodos.
- Reducción de costos del cableado, se estima que se puede ofrecer una reducción de 5 a 1 en los costos de cableado.
- Reducción en el número de horas para su instalación.

- Reducción del mantenimiento; dado que los buses de campo son más sencillos que otras redes de uso industrial, las necesidades de mantenimiento en la red son menores y la fiabilidad del sistema a largo plazo aumenta.
- Mayor flexibilidad en el diseño del sistema.
- Disminución del tiempo de parada de la planta debido a la obtención más simple de fallas y datos por medio del operador .

2.3.2 Deventajas

Entre las deventajas de los buses de campo se anotan:

- Por ser sistemas más complejos, demandan una cualificación mayor de los usuarios.
- Los componentes de un bus de campo son mas sofisticados pero más costosos.
- Los dispositivos destinados al diagnóstico y mantenimiento son también más complejos y caros.

2.3.3 Clasificación de los buses de campo

Los buses de campo se clasifican de acuerdo con su capacidad funcional en cuatro subgrupos que se estudian a continuación.

2.3.3.1 Buses de alta velocidad y baja funcionalidad

Los buses de alta velocidad y baja funcionalidad están diseñados para integrar dispositivos sencillos como: finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples que funcionan en aplicaciones de tiempo real agrupados en una pequeña zona de la planta.

Estos buses especifican las capas físicas y de enlace del modelo OSI; es decir, señales físicas y patrones de bits agrupados como tramas. Ejemplos de estos buses son: CAN, SDS Y ASI.

2.3.3.2 Buses de alta velocidad y funcionalidad media

Estos buses se diseñaron para el envío eficiente de paquetes de datos de tamaño medio; estos paquetes permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad, de modo que puedan incluir aspectos como la configuración, calibración o programación del dispositivo.

Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos de forma eficiente y a bajo coste; normalmente, incluye la funcionalidad completa a nivel de la capa de aplicación, por lo tanto, se dispone de funciones utilizables desde programas instalados en computadoras para acceder y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema.

Algunos de estos buses incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos (perfiles) que facilitan la interoperabilidad entre dispositivos de distintos fabricantes. Ejemplos de estos buses son: DeviceNet, LonWorks, BITBUS e INTERBUS.

2.3.3.3 Buses de altas prestaciones

Estos buses son capaces de soportar comunicaciones a nivel de toda la factoría en muy diversos tipos de aplicaciones, aunque se basan en buses de alta velocidad, algunos presentan problemas debido a la sobrecarga necesaria para alcanzar las características funcionales y de seguridad que se les exigen.

Ejemplos de buses de altas prestaciones son: Profibus, Fieldbus Foundation y FIP. Entre sus características incluyen:

- Redes con múltiples maestros y redundancia.
- Comunicación maestro- esclavo según el esquema pregunta respuesta.
- Recuperación de datos desde el esclavo con un límite máximo de tiempo.
- Capacidad de direccionamiento unicast, multicast y broadcast.
- Petición de servicios a los esclavos basada en eventos.
- Comunicación de variables y bloques de datos orientada a objetos.
- Altos niveles de seguridad en la red con procedimientos de autenticación.
- Conjunto completo de funciones para administrar la red.

2.3.3.4 Buses para áreas de seguridad intrínseca

Incluyen modificaciones en la capa física para cumplir con los requisitos específicos de seguridad intrínseca en ambientes con atmósfera explosivas. La seguridad intrínseca es un tipo de protección en donde el dispositivo no tiene la posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera. Un circuito eléctrico o una parte del circuito tienen seguridad intrínseca cuando una chispa, o efecto térmico es este circuito producido en las condiciones de prueba establecidas por un estándar, no puede ocasionar una ignición. Algunos ejemplos son: HART, Profibus PA. (Andino, Buses de campo, 2013)

2.4 Pirámide de automatización (CIM)

En una red industrial las comunicaciones se suelen agrupar jerárquicamente en función de la información tratada. Cada subsistema debe tener comunicación directa con los subsistemas del mismo nivel y con los niveles inmediatamente superior e inferior. Así aparecen cinco niveles (figura 2.1), representados a continuación por medio de la pirámide CIM:

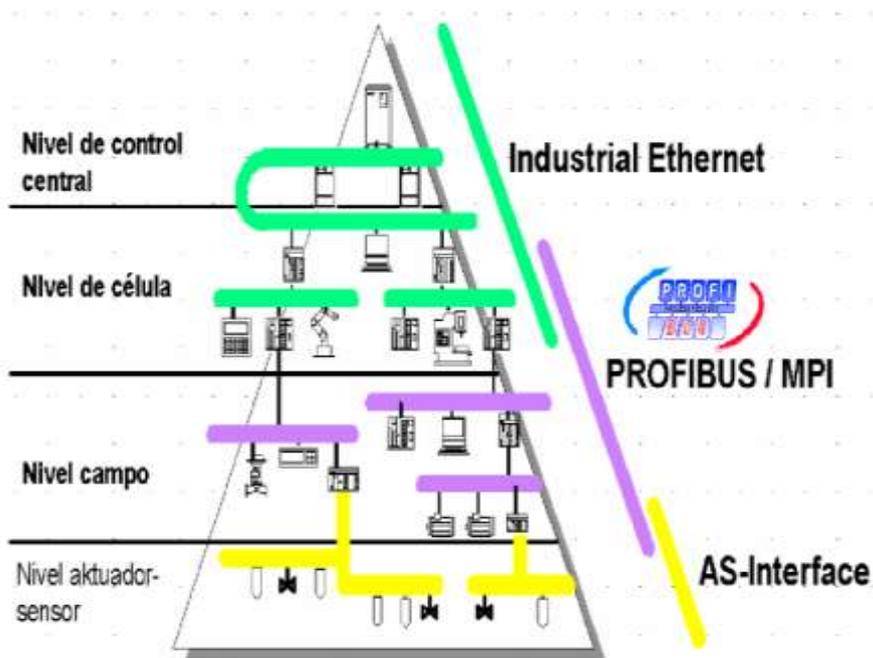


Figura 2.1 Pirámide de automatización

2.4.1 Nivel de proceso

En este nivel se realiza el control directo de las máquinas y sistemas de producción. Los dispositivos conectados son sensores, actuadores, instrumentos de medida, máquinas de control numérico.

2.4.2 Nivel de campo

Se realiza el control individual de cada recurso. Los dispositivos conectados son autómatas de gama baja y media, sistemas de control numérico, transporte automatizado. Se utilizan las medidas proporcionadas por el nivel 0 y se dan las consignas a los actuadores y máquinas de dicho nivel.

2.4.3 Nivel de célula

Incluye los sistemas que controlan la secuencia de fabricación y/o producción (dan las consignas al nivel de campo).

Se emplean autómatas de gama media y alta, ordenadores industriales, etc. Se usan buses de campo y redes LAN (Local Area Network) del tipo: Profibus FMS, Profibus PA, Ethernet, CAN.

2.4.4 Nivel de planta

Corresponde al órgano de diseño y gestión en el que se estudian las órdenes de fabricación y/o producción que seguirán los niveles inferiores y su supervisión.

Suele coincidir con los recursos destinados a la producción de uno o varios productos. Se emplean autómatas, estaciones de trabajo y servidores de bases de datos. Se usan redes LAN del tipo Ethernet TCP/IP.

2.4.5 Nivel de factoría

Gestiona la producción completa de la empresa, comunica las distintas plantas, mantiene las relaciones con los proveedores y clientes y proporciona las consignas básicas para el diseño y la producción de la empresa. (Barragan, 2014)

2.5 Controlador lógico programable

Un autómatas programable industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC), se define como un equipo electrónico el cual es programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

2.5.1 PLC S7-1200

El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes.

Esto garantiza actividades de programación, conectividad en red y puesta en marcha particularmente rápidas y simples. Juntos, el nuevo controlador, los paneles de la línea Basic Panels y el nuevo software constituyen una oferta coordinada para tareas de automatización compactas y exigentes en la gama de Micro Automation.

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, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez descargado el programa, la CPU contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

El nuevo micro-PLC puede ampliarse con dos módulos de comunicaciones, con un puerto RS232 o con un puerto RS485, para conexiones serie.

Para resolver tareas tecnológicas exigentes están integradas de serie funciones para contaje, medición, regulación y control de movimiento. Por otro lado, y comparado con el modelo anterior, el SIMATIC S7-1200 dispone de un procesador más rápido y

una memoria de mayor tamaño que además puede repartirse flexiblemente entre datos de programa y de aplicación. (Catedu, 2014)

2.5.1.1 Características del PLC S7- 1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico.

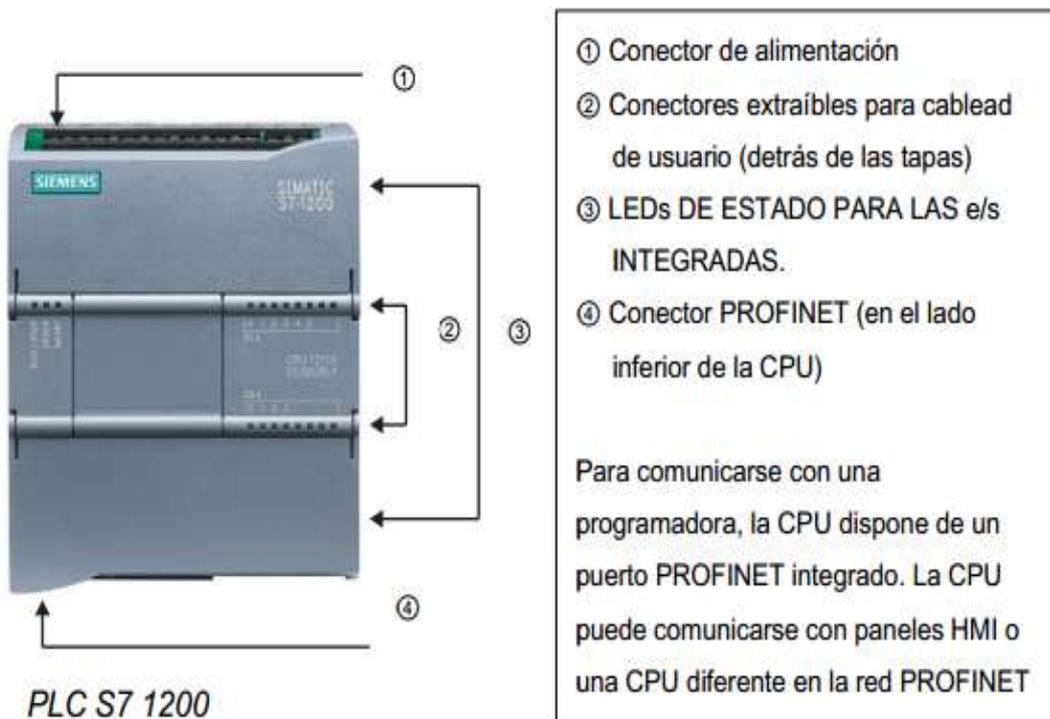


Figura 2.2 Elementos del PLC S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RLY

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

2.5.1.2 Interfaz Profinet integrada

El nuevo SIMATIC S7-1200 dispone de una interfaz PROFINET integrada que garantiza una comunicación perfecta con el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 BASIC integrado. La interfaz PROFINET permite la programación y la comunicación con los paneles de la gama SIMATIC HMI BASICS PANELS para la visualización, con controladores adicionales para la comunicación de CPU a CPU y con equipos de otros fabricantes para ampliar las posibilidades de integración mediante protocolos abiertos de Ethernet.



Figura 2.3 Interfaz Profinet

2.5.1.3 Comunicación con otros controladores y equipos HMI

Para hacer posible la comunicación con otros controladores y equipos HMI de SIMATIC, el controlador SIMATIC S7-1200 permite la conexión con varios equipos a través del protocolo de comunicación S7, cuya eficacia es ampliamente reconocida.

2.5.1.4 Comunicación con equipos de otros fabricantes

La interfaz integrada de SIMATIC S7-1200 hace posible una integración sin fisuras de los equipos de otros fabricantes. Los protocolos abiertos de Ethernet TCP/IP nativo e ISO-on-TCP hacen posible la conexión y la comunicación con varios equipos de otros fabricantes. Esta capacidad de comunicación, que se configura con bloques estándar T-Send/T-Receive del sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 BASIC, le ofrece una flexibilidad aún mayor a la hora de diseñar su sistema de automatización particular.

2.5.1.5 Entradas y salidas del SIMATIC S7-1200 (CPU 1214 C)

El módulo del autómatas programables SIMATIC S7-1200 cuenta con 14 entradas digitales integradas de 24 V DC y 10 salidas digitales integradas, a elegir entre 24 V DC o relé.

Estas se encuentran distribuidas de forma ergonómica en el módulo, además se encuentra 2 entradas analógicas integradas de 0 a 10 V ubicadas en la parte derecha del módulo.

También cuenta con 2 salidas de impulsos (PTO) con una frecuencia hasta de 100 kHz y salidas con modulación de ancho de impulsos (PWM) con una frecuencia hasta de 100 kHz. (Catedu, 2014)

2.5.1.6 Diagrama de conexiones de la CPU 1214 C

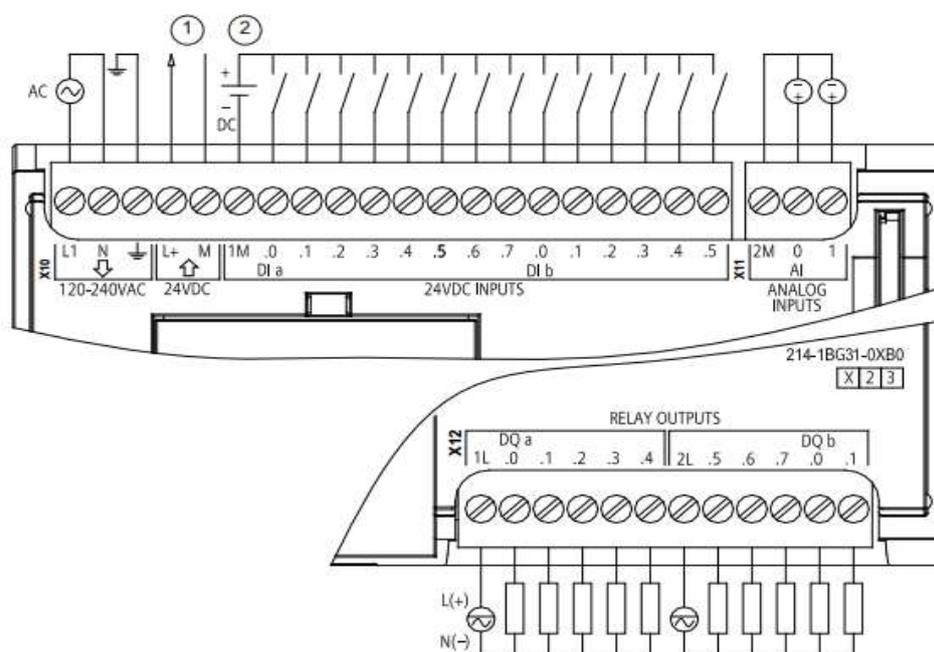


Figura 2.4 Diagrama de conexiones de la CPU 1214 C

① Alimentación de sensores 24 V DC

Para una inmunidad a interferencias adicional, conecte "M" a masa incluso si no se utiliza la alimentación de sensores.

② Para entradas en sumidero, conecte "-" a "M".

Para entradas en fuente, conecte "+" a "M". (SIEMENS AG, 2012)

2.5.1.7 Módulos de señales

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU. Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU.

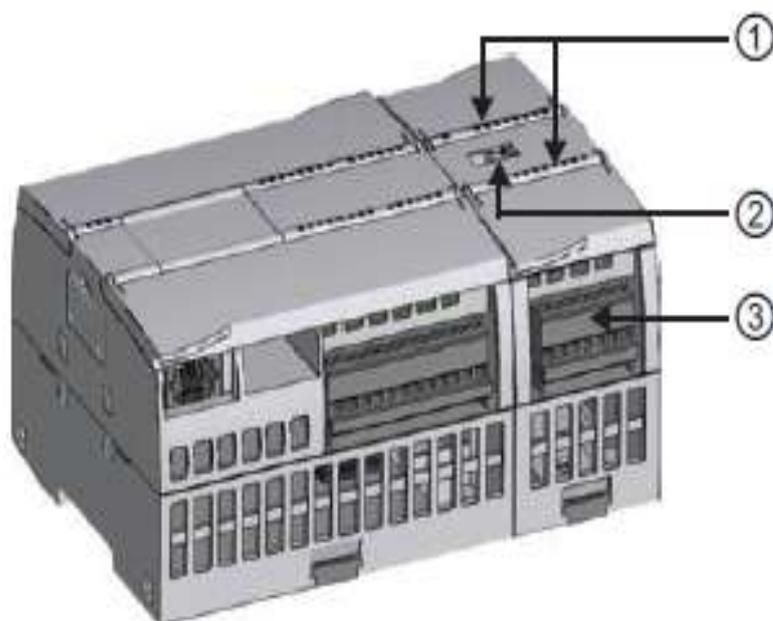


Figura 2.5 Representación del módulo de señales

- ① LEDs de estado para las E/S del módulo de señales
- ② Conector de bus
- ③ Conector extraíble para el cableado de usuario

El SM 1232 es un módulo de señal de salidas analógicas, convierte las señales digitales del SIMATIC S7-1200 en señales de mando para el control de respectivos procesos.



Figura 2.6 Módulo de señal SM 1232

2.5.1.8 Módulos de comunicación

La gama S7-1200 provee módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM). (jeanfmiranda, 2014)



Figura 2.7 Representación del módulo de comunicación CM 1243-5

2.5.1.9 TIA Portal V11

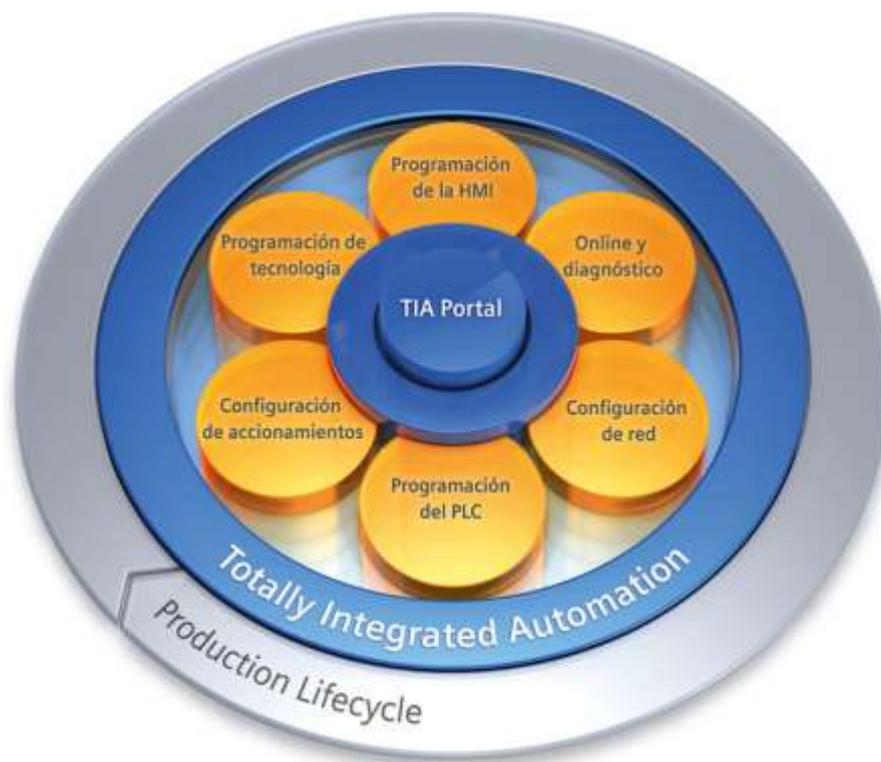


Figura 2.8 TIA Portal

Ofrece un entorno confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como controladores y dispositivos HMI.

Para la ingeniería de un sistema de automatización se ha popularizado varias herramientas de configuración. Gracias al framework de ingeniería que ofrece el Portal de Totally Integrated Automation (TIA Portal) prácticamente desaparecen las fronteras entre estos productos de software. En el futuro, este framework será la base de todos los sistemas de ingeniería para la configuración, programación y puesta en marcha de autómatas/controladores (PLC), sistemas de supervisión / pantallas y accionamientos incluidos en Totally Integrated Automation. (Siemens, AG, 2009)

2.5.1.10 Almacenamiento de datos, área de memoria y direccionamiento

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.
- 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 vez 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.

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.

Tabla 2.1

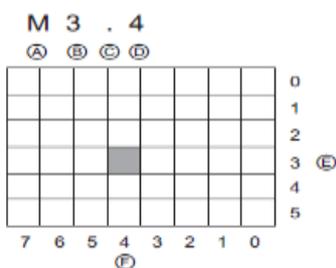
Tabla de Áreas de memoria del PLC S7-1200

Área de memoria	Descripción	Forzado permanente	Remanente
I Memoria imagen de las entradas. I_P(entrada física)	Se copia de las entradas físicas al inicio de ciclo	No	No
	Lectura inmediata de las entradas físicas de la CPU,SB Y CM	Sí	No
Q Memoria de imagen de proceso de las entradas. Q_P(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 CM	Sí	No
M Área de marcas	Control y memoria de datos	No	Sí
L Memoria temporal	Datos locales temporales en un bloque	No	No
DB Bloque de datos	Memoria de datos y de parámetros FBs	No	Sí

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/223560389/s71200-system-manual-es-ES-es-ES-pdf>

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 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).



- A Identificador de área
- B Dirección de byte: Byte 3
- C Separador ("byte.bit")
- D Bit del byte (bit 4 de 8)
- E Bytes del área de memoria
- F Bits del byte seleccionado

Figura 2.9 Área de memoria

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. Esto incluye un identificador de área, el tamaño de los datos y la dirección de byte inicial del valor de byte, palabra o palabra doble. Los designadores de tamaño son B (byte), W (palabra) y D (palabra doble), p. ej. IB0, MW20 ó QD8. Las direcciones tales como I0.3 y Q1.7 acceden a la memoria imagen de proceso.

2.5.1.11 Acceder a los datos en las áreas de memoria de la CPU

STEP 7 Basic facilita la programación simbólica. Normalmente, las variables se crean en variables PLC, en un bloque de datos o en la interfaz arriba de un OB, FC o FB. Estas variables incluyen un nombre, tipo de datos, offset y comentario. Además, es posible definir un valor inicial en un bloque de datos. Estas variables pueden utilizarse durante la programación, introduciendo el nombre de la variable en el parámetro de la instrucción. Opcionalmente se puede introducir el operando absoluto (memoria, área, tamaño y offset) en el parámetro de la instrucción. Los apartados siguientes muestran cómo introducir operandos absolutos. El editor de programación antepone automáticamente el carácter % al operando absoluto. Es posible cambiar entre las

siguientes vistas del editor de programación: simbólica, simbólica y absoluta o absoluta.

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. A la memoria imagen de proceso de las entradas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble.

Tabla 2.2

Memoria del proceso de las entradas

Bit	M[dirección de byte][dirección de bit]	I0.1
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	IB4, IW5, ID12

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/223560389/s71200-system-manual-es-ES-es-ES-pdf>

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. A la memoria imagen de proceso de las salidas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble.

Tabla 2.3

Memoria del proceso de las salidas

Bit	Q[dirección de byte][dirección de bit]	Q1.1
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	QB5, QW10, QD40

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/223560389/s71200-system-manual-es-ES-es-ES-pdf>

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. Al área de marcas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. Se permiten accesos de lectura y escritura al área de marcas. (jeanfmiranda, 2014)

Tabla 2.4

Área de memoria

Bit	M[dirección de byte][dirección de bit]	M26.7
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	MB20,MW30,MD50

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/223560389/s71200-system-manual-es-ES-es-ES-pdf>

2.6 Profibus

Es un estándar de red de campo abierto e independiente de proveedores, donde la interfaz de ellos permite amplia aplicación en procesos, fabricación y automatización predial.

2.6.1 Características generales de la red Profibus

- Transmite pequeñas cantidades de datos
- Cubre necesidades de tiempo real
- Tiene gran compatibilidad electromagnética
- Número reducido de estaciones
- Fácil configuración
- Bajos costes de conexión y cableado
- Permite integrar los dispositivos menos inteligentes
- Protocolos simples y limitados (PROFIBUS, 2014)

2.6.2 Versiones Compatibles

2.6.2.1 Profibus PA

- Diseñado para automatización de procesos
- Permite la conexión de sensores y actuadores a una línea de bus común incluso en áreas especialmente protegidas.
- Permite la comunicación de datos y energía en el bus mediante el uso de 2 tecnologías (norma IEC 1158-2).

2.6.2.2 Profibus DP

- Optimizado para alta velocidad.
- Conexiones sencillas y baratas.
- Diseñada especialmente para la comunicación entre los sistemas de control de automatismos y las entradas/ salidas distribuidas

2.6.2.3 Profibus FMS

- Solución general para tareas de comunicación a nivel de célula.
- Gran rango de aplicaciones y flexibilidad.
- Posibilidad de uso en tareas de comunicaciones complejas y extensas.
(Cartagena, 2014)

2.6.3 Profibus DP

Profibus DP (*DP, Decentralized Periphery*) es un bus de campo estándar, está dimensionado para altas velocidades de transferencia (hasta 12 Mbits/s) y reducidos tiempos de reacción (hasta 1 ms).

Profibus DP está optimizado en velocidad, eficiencia y bajo costo de conexión, orientado especialmente para el intercambio rápido de datos entre el sector de periferia descentralizada y el nivel de campo. En el nivel de campo los controladores lógicos

programables, computadores, sistemas de control de procesos se comunican con los dispositivos de campo distribuidos, tales como: entradas y salidas, variadores de velocidad, sensores o dispositivos de análisis, sobre una conexión serie rápida.

La configuración típica en Profibus-DP consiste en un único maestro con varios esclavos trabajando con el principio de maestro-esclavo. El maestro dirige todo el tráfico de datos en el bus, de manera que el esclavo sólo puede actuar en el bus tras solicitarlo el maestro. Entre el maestro DP y el esclavo DP se intercambian datos continuamente de forma cíclica, sin tener en consideración su contenido.

2.6.3.1 Arquitectura protocolar de profibus DP

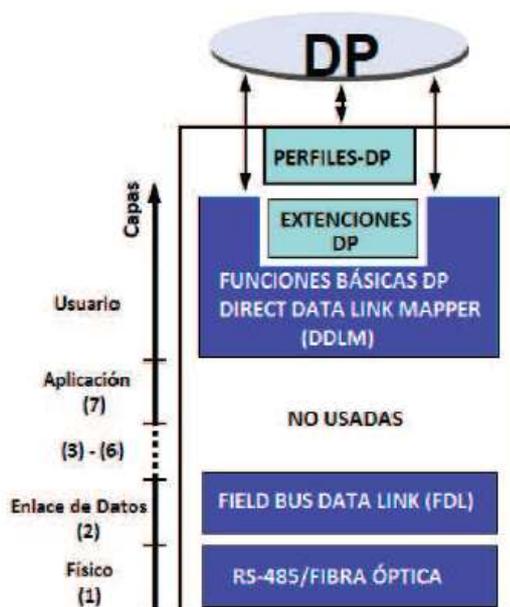


Figura 2.10 Modelo de referencia OSI de ISO de Profibus DP

La arquitectura protocolar de Profibus DP está orientada al modelo de referencia OSI de acuerdo con el estándar internacional ISO 7498.

Profibus DP usa las capas 1 y 2, además de la interfaz de usuarios. Los niveles del 3 al 7, inclusive ambos, no están definidos. La optimización de esta arquitectura asegura una transmisión de datos rápida y eficiente. El DDLM (*direct data link mapper*) proporciona a la interfaz de usuario un acceso fácil a la capa 2.

2.6.3.2 Capa física de Profibus DP

La tecnología de transmisión que se utiliza es la RS-485, por su costo rentable y fácil uso se aplica sobre todo en tareas que requieren altas velocidades de transmisión pero, que no necesitan protección contra explosiones (seguridad intrínseca). Esta tecnología usa un par diferencial con cable trenzado, previsto para comunicación semiduplex, aunque también, puede implementarse con fibra óptica y enlaces con estaciones remotas vía módem o vía radio.

Las características de transmisión RS-485 se muestran en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

Características de transmisión RS-485

CARACTERÍSTICAS	RS-485	FIBRA ÓPTICA
Transmisión de datos	Digital, Señales diferenciales de acuerdo con RS-485,NRZ	Óptico, digital, NRZ
Velocidad de transmisión	9,6 a 12000 kbit/s	9,6 a 12000 kbit/s
Seguridad de datos	HB=4, Bit de paridad, delimitador de inicio / fin	HB=4, Bit de paridad, delimitador de inicio / fin
Cable	De cobre par trenzado blindado, cable de tipo A	Fibra de vidrio multimodal y monomodal, PCF, de plástico.
Alimentación Remota	Disponible en un cable adicional	Disponible en línea híbrida.
Tipo de protección	Ninguna	Ninguna
Topología	Topología en línea con terminador.	Topología en estrella, en anillo típica, es posible en línea.

Continúa



Número de estaciones	Hasta 32 por segmento sin repetidor, hasta 126 con repetidor.	Hasta 126 por red de trabajo.
Número de repetidores	Máximo 9 repetidores con señal de refresco	Ilimitado con señal de refresco (tiempo de retardo de la señal)

Fuente: Folleto Profibus Abril 2008 ; www.siemens.com/profibus

2.6.3.3 Transmisión mediante señales Eléctricas (Norma EIA RS-485)

A continuación se detallan las principales características de la norma EIA RS-485 para la transmisión de datos mediante señales eléctricas.

2.6.3.4 Velocidad de trasmisión

La velocidad de transmisión está comprendida entre 9.6 kbps y 12 Mbps, la velocidad de transmisión depende de la distancia máxima entre las estaciones. (Andino, Buses de campo, 2013)

Tabla 2.6

Longitud de los segmentos con respecto a la velocidad de transmisión

Velocidad de Comunicación en kbps	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	1000	6000	12000
Longitud de segmentos en m	1200	1200	1200	1000	400	200	100	100	100

Continúa



Máx. Longitud en m	12000	12000	12000	10000	4000	2000	400	400	400
Número de segmentos del bus	10	10	10	10	10	10	4	4	4

Fuente: Folleto Profibus Abril 2008 ; www.siemens.com/profibus

2.7 SCADA

Acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del computador.

Proporciona información del proceso a diversos usuarios: operadores, supervisores de control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

El control directo lo realizan los controladores autónomos digitales y/o autómatas programables y están conectados a un ordenador que realiza las funciones de diálogo con el operador.

2.7.1 Funciones principales

- Adquisición de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control.
- Control, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.), directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.

2.7.2 Funciones específicas

- Transmisión de información con dispositivos de campo y otros PC.
- Base de datos.
- Presentación.
- Representación gráfica de los datos.
- Interfaz del Operador o HMI.
- Explotación de los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.
(Carlos de Castro Lozano, 2014)

2.8 HMI

Es sistema HMI por sus siglas en ingles proviene de la abreviación Human Machine Interfaz (Interfaz Humano Máquina), es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso.

En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas.

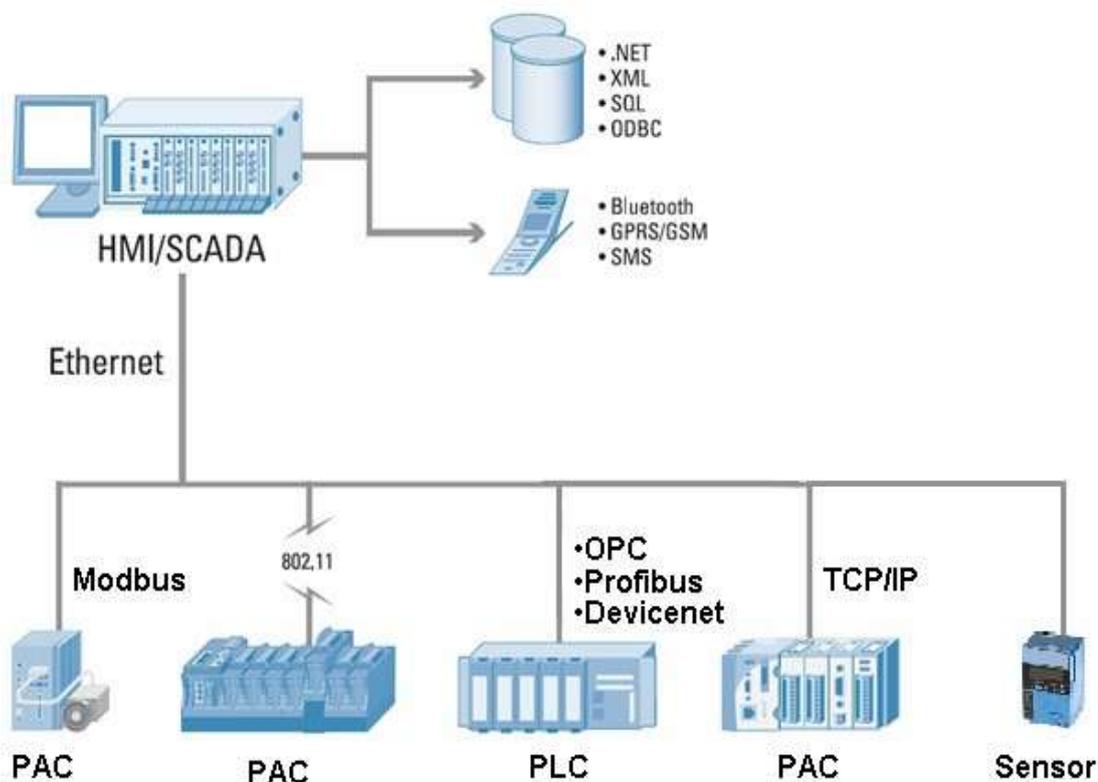


Figura 2.11 Sistema HMI

2.8.1 Tipos de HMI

Descontando el método tradicional, podemos distinguir básicamente dos tipos que son Terminal operador y PC + Software

2.8.2 Terminal de operador

Consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).

2.8.3 PC + Software

Esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el

proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general se ven muchas formas de usar un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio.

2.8.4 Software HMI

Este software permiten entre otras cosas las siguientes funciones: Interface gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas. Si bien es cierto sólo con la primera función enunciada es la propiamente HMI, casi todos los proveedores incluyen las otras dos ya sea en el mismo paquete o bien como opcionales. También es normal que dispongan de muchas más herramientas.

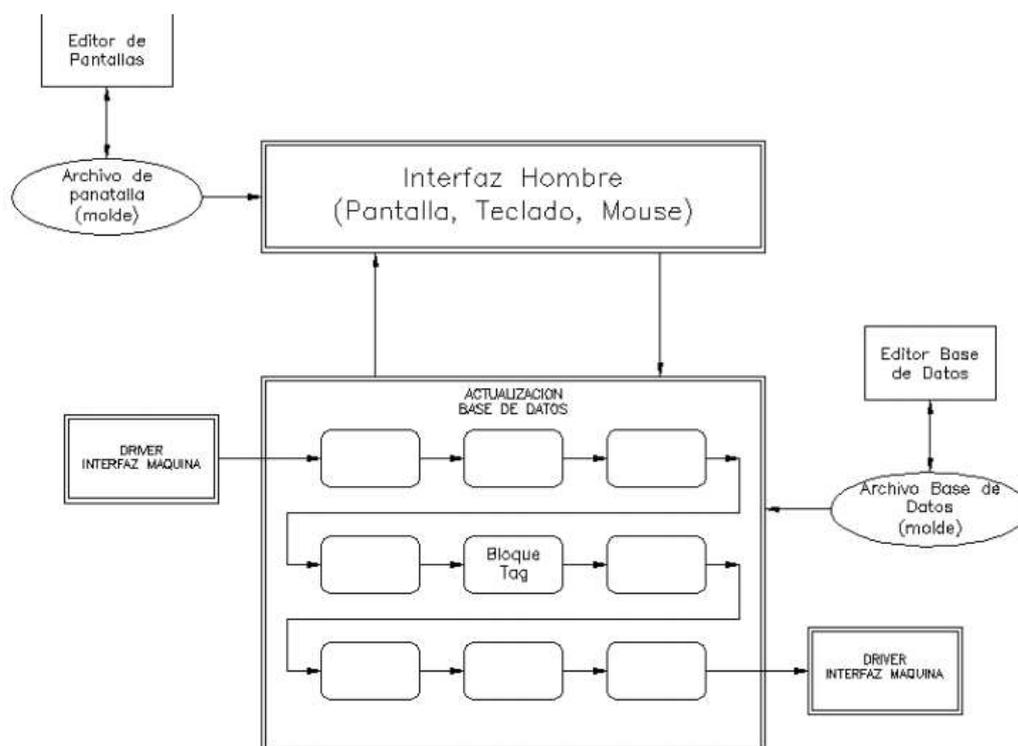


Figura 2.12 Software HMI

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar

corriendo en el PC un software de ejecución (Run Time). Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación, cual es la tendencia actual.

2.8.5 Comunicación

La comunicación con los dispositivos de las máquinas o proceso se realiza mediante comunicación de datos empleando las puertas disponibles para ello, tanto en los dispositivos como en los PLCs.

Actualmente para la comunicación se usa un software denominado servidor de comunicaciones, el que se encarga de establecer el enlace entre los dispositivos y el software de aplicación (HMI u otros) los cuales son sus clientes. La técnica estandarizada en estos momentos para esto se llama OPC (Ole for Process Control), por lo que se cuenta con Servidores y Clientes OPC. (Cobo, 2014)

2.8.6 Interfaz de comunicación

Permite al PC acceder a los dispositivos de campo y pueden ser de dos formas:

- a. Drivers Específicos.

Utiliza el driver específico al bus de campo.

- b. Drivers OPC.

Utiliza un driver genérico OPC que cada fabricante proporciona. (Carlos de Castro Lozano, 2014)

2.9 LabVIEW

Acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. LabView constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

2.9.1 Herramientas más utilizadas en LabVIEW

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan Instrumentos Virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Todos los VIs tienen un panel frontal y un diagrama de bloques.

2.9.1.1 Panel Frontal

Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa.

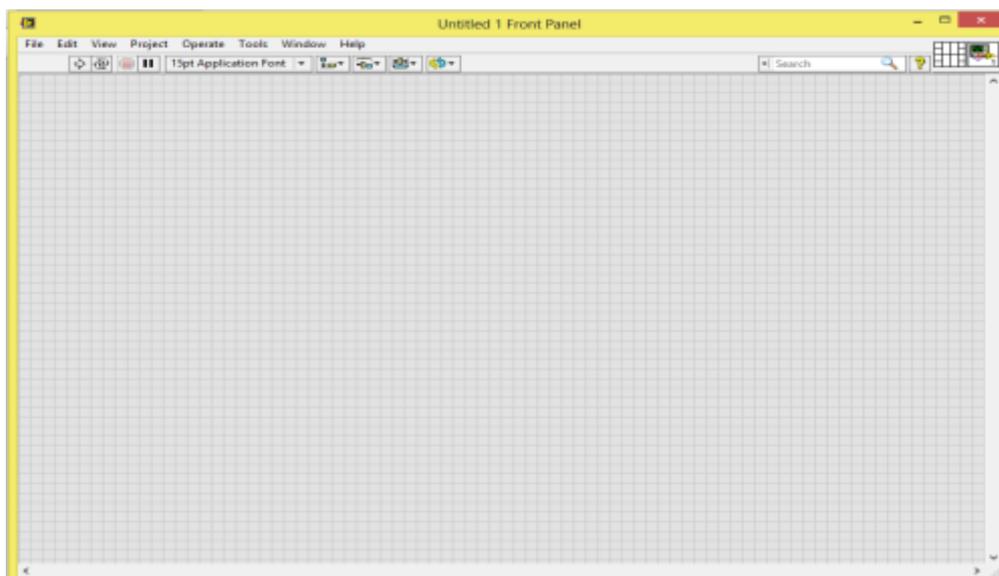


Figura 2.13 Panel Frontal

2.9.1.2 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesamiento de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

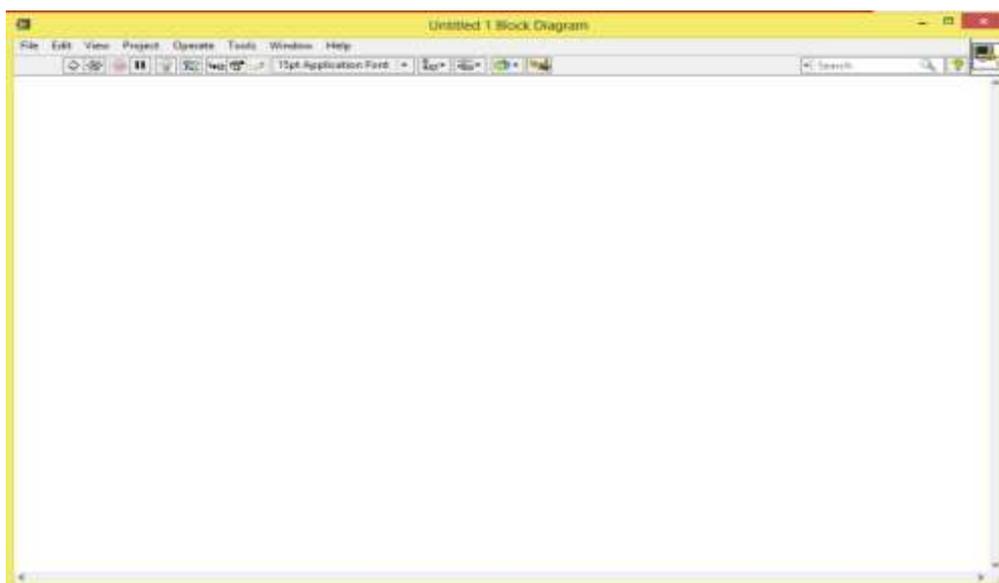


Figura 2.14 Diagrama de bloques

2.9.1.3 Paleta de herramientas (Tools palette)

Se emplea tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del panel frontal como del diagrama de bloques.



Figura 2.15 Paleta de Herramientas



Operating tool – Cambia el valor de los controles.



Labeling tool – Edita texto y crea etiquetas.



Labeling tool – Edita texto y crea etiquetas.



Wiring tool – Une los objetos en el diagrama de bloques.



Color tool – Establece el color de fondo y el de los objetos

2.9.1.4 Paleta de controles (Controls palette)

Se utiliza únicamente en el panel frontal. Contiene todos los controles e indicadores que se emplean para crear la interfaz del VI con el usuario.

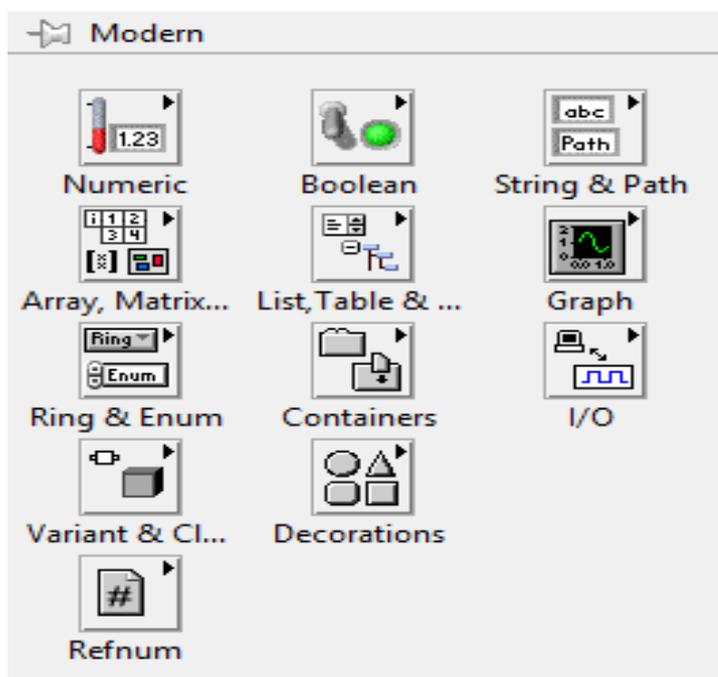


Figura 2.16 Paleta de controles

Los tipos de controles más utilizados se detallan a continuación:



Numeric – Para la introducción y visualización de cantidades numéricas.

Los controles numéricos más utilizados son:



Num Ctrl

Numeric Control- Para la introducción y visualización de cantidades numéricas.



Numeric Indi...

Numeric Indicator- Solo para la visualización de cantidades numéricas.



Boolean

Boolean – Para la entrada y visualización de valores booleanos.

El Control booleano más utilizado es:



Push Button- Control de pulsación ON/OFF.



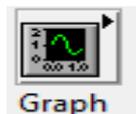
String & Path

String & Table – Para la entrada y visualización de texto.



Array, Matrix.

Array & Cluster – Para agrupar elementos.



Graph

Graph – Para representar gráficamente los datos.

2.9.1.5 Paleta de funciones (Functions palette)

Se emplea en el diseño del diagrama de bloques. La paleta de funciones contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa etc...

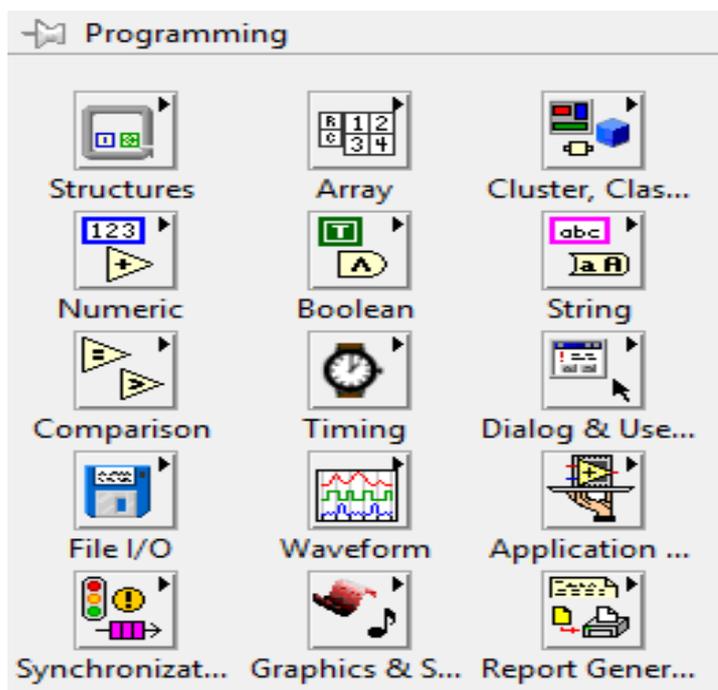


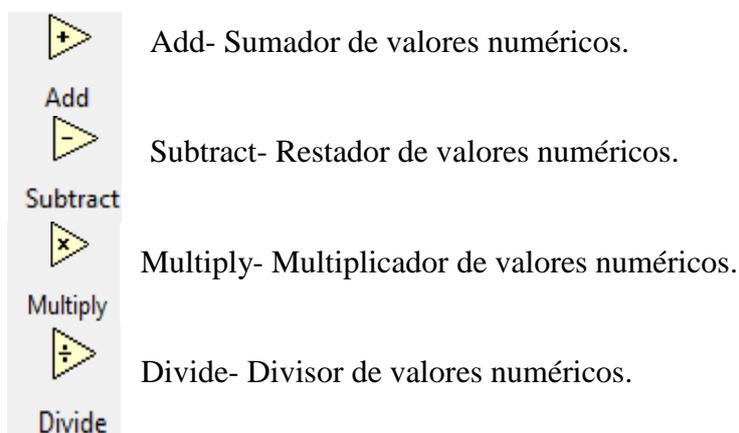
Figura 2.17 Paleta de funciones

Para seleccionar una función o estructura concretas, se debe desplegar el menú Functions y elegir entre las opciones que aparecen. A continuación se enumeran las más utilizadas, junto con una pequeña definición. (CANTABRIA, 2014)



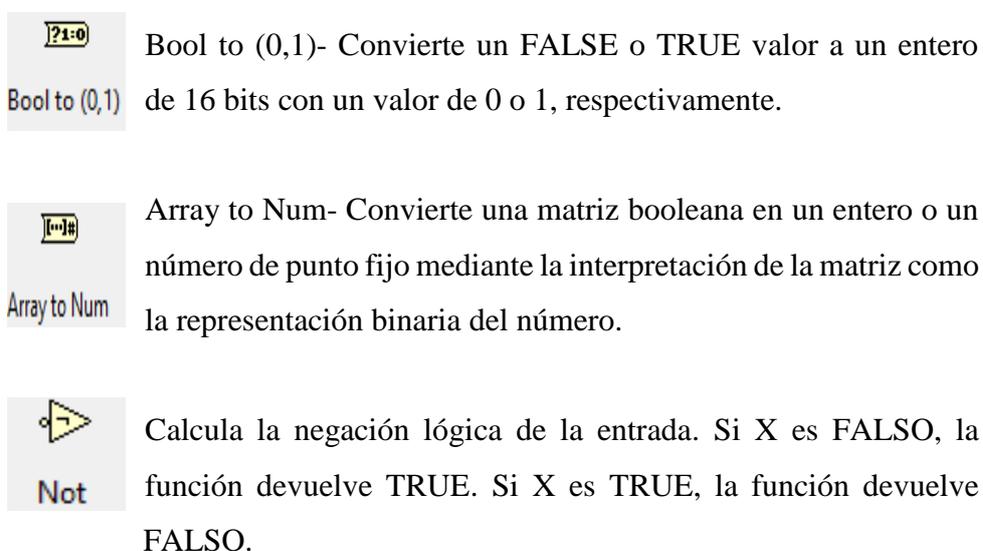
Numeric – Muestra funciones aritméticas y constantes numéricas.

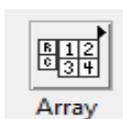
Las funciones numéricas más utilizadas son:



Boolean – Muestra funciones y constantes lógicas.

Las funciones booleanas más utilizadas son:





Array – Contiene funciones útiles para procesar datos en forma de vectores, así como constantes de vectores.

La función Array más utilizada es la siguiente:



Build Array

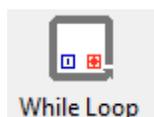
Build Array- Concatena varias matrices o añade elementos a una matriz n-dimensional.



Structures

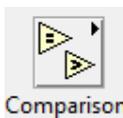
Structures – Muestra las estructuras de control del programa, junto con las variables locales y globales.

La estructura más utilizada es la siguiente:



While Loop

While Loop- se utiliza para ejecutar un bloque de código subdiagrama varias veces hasta que se cumple una condición booleana dada.



Comparison

Comparison – Muestra funciones que sirven para comparar números, valores booleanos o cadenas de caracteres.

2.10 OPC

OLE for Process Control de Microsoft es un interfaz con componentes de automatización, proporcionando un acceso simple a los datos.

Las aplicaciones que requieren servicios, es decir datos, desde el nivel de automatización para procesar sus tareas, los piden como clientes desde los componentes de automatización, quienes a la vez proveen la información requerida como servidores. La idea básica del OPC está en normalizar la interfaz entre el servidor OPC y el cliente OPC independientemente de cualquier fabricante particular.

Los servicios prestados por los servidores OPC para clientes OPC por medio de la interfase OPC típicamente implican la lectura, cambio y verificación de variables de proceso. Mediante estos servicios es posible operar y controlar un proceso. Los

servidores OPC apoyan el nexo de tales aplicaciones a cualquier componente de automatización que esté en red por medio de un bus de campo o Ethernet Industrial. (Carlos de Castro Lozano, 2014)

2.10.1 Fundación Estándar OPC

La define un conjunto de interfaces estándar que permiten a cualquier cliente acceder a cualquier OPC- dispositivo compatible. La mayoría de los proveedores de dispositivos de adquisición de datos industriales y de control, tales como controladores lógicos programables (PLC) y controladores programables de automatización (PAC), están diseñados para funcionar con el estándar OPC Fundación.

La Fundación OPC está formada por: Siemens, Fisher, Intuitive, OPTO 22, Intellution, Rockwell, etc.

2.10.2 Arquitectura OPC

OPC permite aplicaciones cliente y servidor para comunicarse entre sí. OPC está diseñado para ser una capa de abstracción entre las redes industriales y los controladores PLC propietarios. El estándar OPC especifica el comportamiento que se espera que las interfaces para proporcionar a sus clientes; y los clientes reciben los datos de las interfaces mediante llamadas a funciones estándar y métodos. En consecuencia, siempre que un análisis de ordenador o programa de adquisición de datos contiene un protocolo de cliente OPC, y un controlador de dispositivo industrial tiene una interfaz OPC asociado, el programa puede comunicarse con el dispositivo. El software de cliente también especifica la velocidad a la que el servidor proporciona nuevos datos al cliente debido a que el servidor es responsable de la publicación de datos. (National Instruments, 2012)

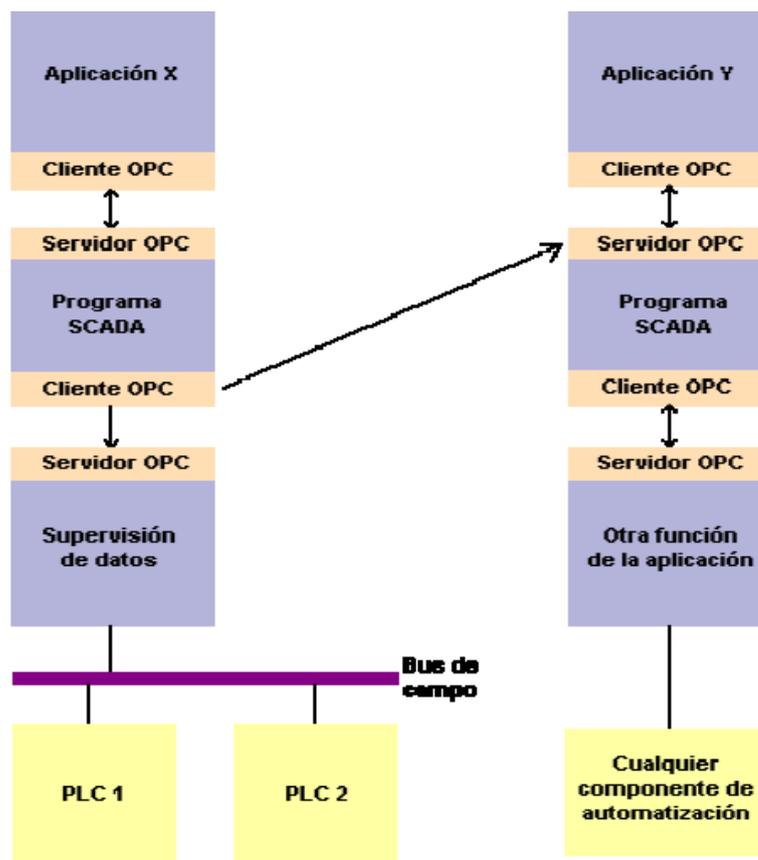


Figura 2.18 Arquitectura OPC

2.10.3 Comunicación LabVIEW – OPC

LabVIEW permite a los desarrolladores integrar con los sistemas de OPC. Se puede conectar tanto a los clientes y servidores OPC para aplicaciones de LabVIEW para compartir datos. El componente principal que permite LabVIEW para realizar esta acción es el motor Variable Compartida (SVE). El SVE se instala como un servicio en el equipo cuando se instala LabVIEW. Utilizando una tecnología patentada llamada NI publicación-suscripción Protocolo (NI-PSP), el SVE administra las actualizaciones de las variables compartidas. Una vez que se implementa variables compartidas en el SVE, el SVE funciona como un proceso independiente que se ejecuta en el equipo. Para OPC, el SVE actúa como el intermediario entre los elementos de datos NI-PSP y otras aplicaciones. Puede configurar los servidores de E / S para ser clientes OPC.

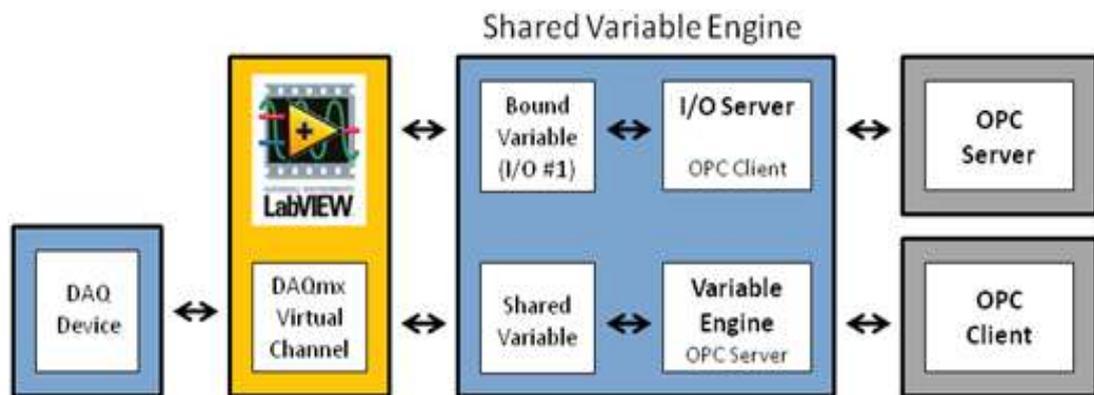


Figura 2.19 El motor de variable compartida

2.10.4 LabVIEW como cliente OPC

LabVIEW proporciona servidores OPC Cliente de E / S para comunicarse con cualquier servidor de la aplicación de la interfaz de servidor OPC de la fundación OPC. Esto permite LabVIEW comunicarse con cualquier PLC que está interactuando con un servidor OPC. Un servidor OPC Cliente I / O contiene una lista de todos los servidores OPC disponibles que se instalan y ejecutan en un equipo PC. La Figura 2.20 muestra la relación de los componentes implicados en la comunicación entre LabVIEW y un PLC.

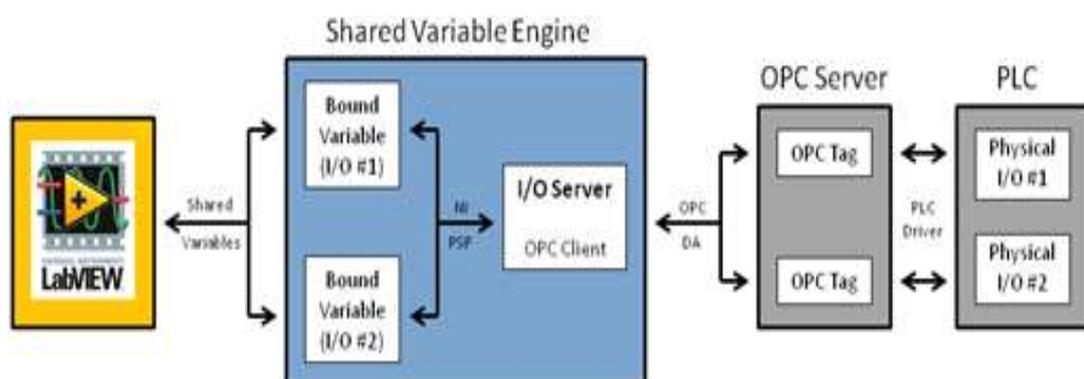


Figura 2.20 LabVIEW y el SVE se puede comunicar con PLCs a través de OPC

PLCs publican datos a la red. Un programa OPC Server utiliza driver propietario del PLC para crear etiquetas del OPC para cada E / S física en el PLC.

National Instruments proporciona NI OPC. Servidores NI OPC contiene una lista de controladores para muchos de los PLC de la industria.

Una vez que se implementan los variables compartidas en el SVE y las variables compartidas recibe valores, LabVIEW puede fácilmente leer y escribir en las variables compartidas utilizando un VI.

2.10.5 LabVIEW como servidor OPC

El SVE puede actuar como un servidor OPC. Sin embargo, el SVE como servidor OPC no debe confundirse con los Servidores NI OPC, ya que el SVE no contiene controladores PLC propietarias esenciales. El SVE puede tomar una variable compartida de red publicada y crear etiquetas del OPC que un cliente OPC puede conectarse. Esto permite LabVIEW VIs para comunicarse fácilmente con otro software de cliente OPC.

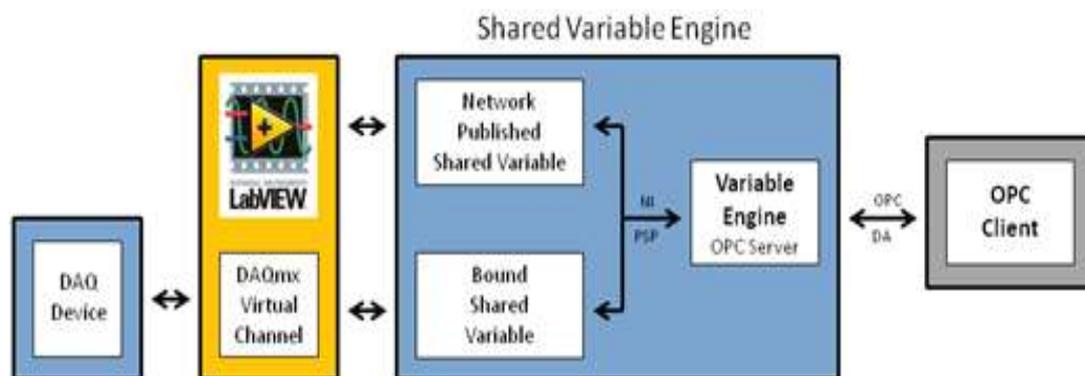


Figura 2.21 El SVE como servidor OPC

2.10.6 National Instruments OPC Servers

NI OPC Servers es estándar en las redes industriales y buses de campo que gracias a los avances tecnológicos, cada vez son más software que reemplazan a otros, es así que aparece NI OPC (National Instruments Ole Process Control) que reemplaza los sistemas dueños de drivers de control y automatización, por sistemas que consten de plataformas abiertas de sistemas operativos es así LabVIEW puede integrar y crear

compatibilidad para operar con múltiples sistemas disminuyendo los costos de Software y Hardware industrial.

El software de cliente LabVIEW se puede conectar a casi todos los dispositivos de proveedores disponibles. (National Instruments, 2012)

2.10.7 Configuración de NI OPC Servers

Para realizar una configuración en NI OPC Servers se debe tomar en cuenta sus tres componentes importantes que son:

- Canal
- Dispositivo
- Etiqueta (TAG)

Estos tres componentes se los debe realizar en la ventana principal de configuración como la de la figura 2.22.

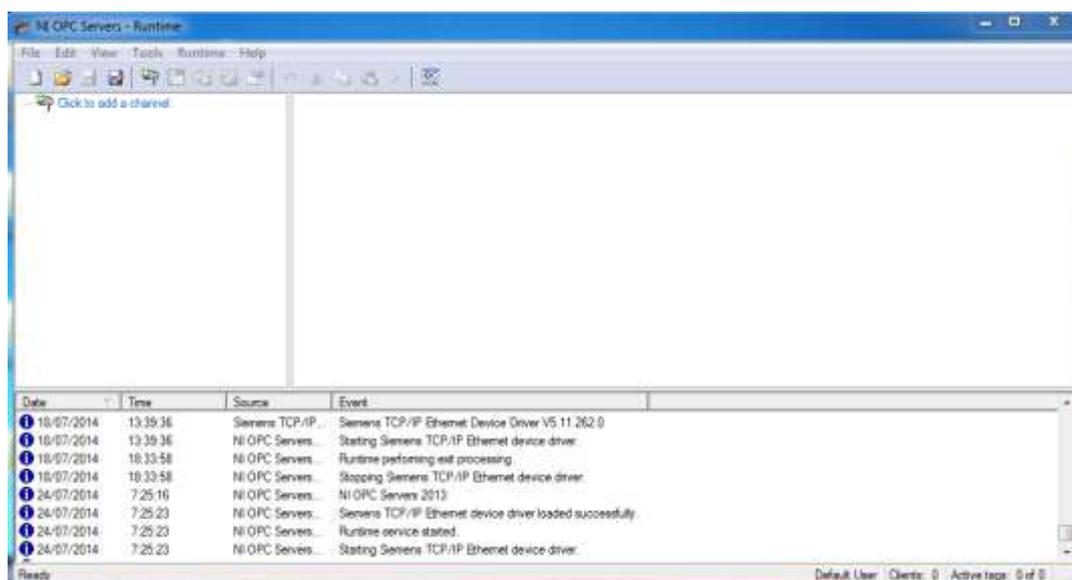


Figura 2.22 Ventana de configuración NI OPC Servers

2.10.7.1 Canal

Al canal se lo debe identificar con un nombre referente a la aplicación que se vaya a realizar y puede tener entre 1 y 256 caracteres y no puede tener puntos signos de puntuación o empezar con un carácter desconocido.

Aquí se almacena el tipo de dispositivo controlador, contiene una lista con una gran variedad de marcas de dispositivos controladores y el tipo que comunicación que utilizan. Todos pertenecientes a la familia OPC, ejemplo Siemens TCP/IP Ethernet.

2.10.7.2 Dispositivo

Luego de determinar el canal se debe configurar el dispositivo asignándole un nombre referente a la aplicación, puede tener entre 1 y 256 caracteres y no puede tener puntos signos de puntuación o empezar con un carácter desconocido.

El dispositivo almacena todos modelos de los dispositivos controladores pertenecientes a cada marca de fabricantes todos de la familia OPC, ejemplo PLC S1-1200 de la familia Siemens.

El dispositivo que se está definiendo puede ser vinculado como parte de una red de dispositivos. Para tratar de comunicar con el dispositivo se debe asignar una ID única, esta dirección se la obtiene del mismo dispositivo que se pretende vincular.

2.10.7.3 Etiqueta (TAGS)

En una aplicación OPC, los sistemas HMI basados en LabVIEW y OPC Server utilizan etiquetas denominadas TAGs para identificar puntos de entradas y salidas I/O en el sistema de medida y control. Cada variable que se desea medir, controlar y supervisar está representada por un identificador o TAG.

Basado en la especificación OPC, el cliente o software de servidor es el responsable de nombrar las etiquetas (TAGs). El software puede nombrar mediante programación las etiquetas o especificar que las etiquetas de nombre de usuario.

Las tareas que ejecutan las etiquetas TAG son:

- Establecer la comunicación con los dispositivos del sistema.
- Escalar e inicializar los datos.

2.10.7.3.1 Configuración de TAGs

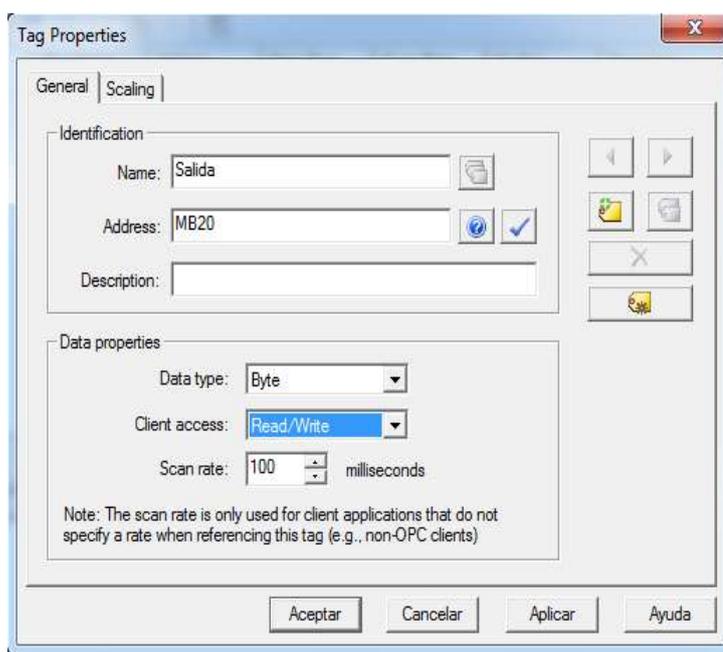


Figura 2.23 Ventana de propiedades de Tags

Para configurar las etiquetas se debe ir a Tag propiedades después de haber dado clic en el icono de acceso ubicado en la ventana principal de configuración NI OPC Servers. Se debe tomar en cuenta cinco componentes para la configuración:

- Nombre de la etiqueta que servirá para identificarla.
- Dirección del área de memoria del dispositivo que se desea vincular y el cual servirá para ubicar el punto de entrada o salida y establecer la comunicación entre los dispositivos del sistema.

- Descripción de Tag que se debe realizar de una forma corta y referente a la aplicación para la cual va a ser usada la etiqueta, esto es opcional.
- Área de memoria del dispositivo que se detecta automáticamente, ejemplo para los PLCs de Siemens tienen tipo Byte que acepta de 1 a 255 bits, Word que acepta de 1 a 27648 bits y Double Word con mucha más capacidad.
- Tipo de acceso del cliente para seleccionar si solo se quiere leer los datos del dispositivo seleccionando "Only Read", si quiere enviar datos al dispositivo seleccionando "Only Write" o para ambas funciones de lectura y escritura seleccionado "Read/Write".

2.10.8 Quick Client OPC

Para obtener información de todos los TAGs y si los datos de las I/O se están receptando de forma correcta en el sistema HMI se utiliza OPC Quick Client que se accede directamente en NI OPC Servers haciendo clic en el icono  .

Este se encarga de leer e indicar todos los datos en todos los puntos de I/O que se hayan definido siendo muy útil para realizar pruebas funcionales del sistema.

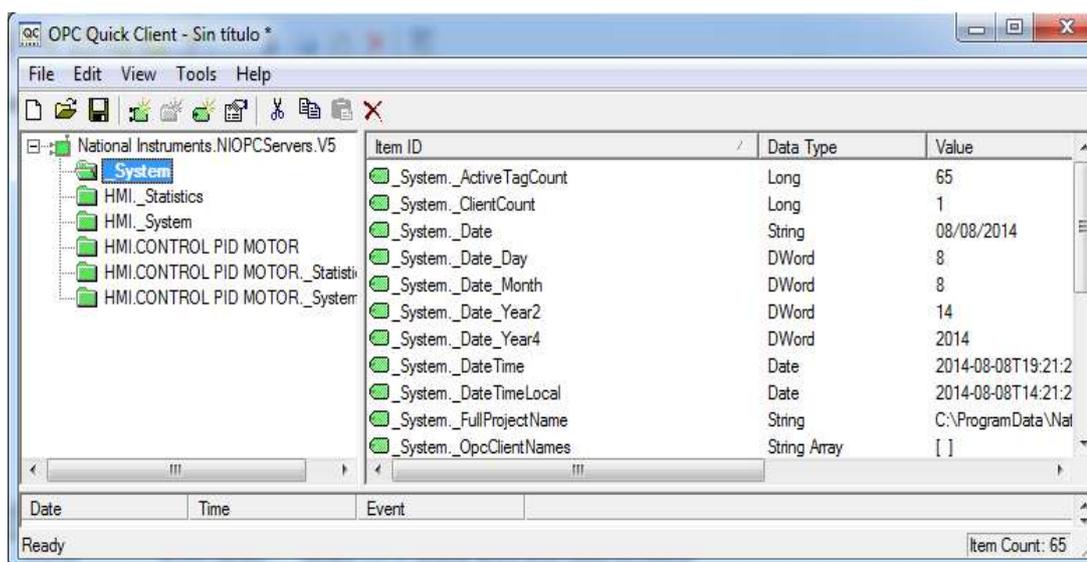


Figura 2.24 Ventana OPC Quick Client

2.10.8.1 Comunicación de TAGs con LabVIEW

Una etiqueta TAG es el código que LabVIEW soporta para establecer una comunicación, como se puede apreciar es bastante sencillo.

El programa comienza lanzando el servidor correspondiente por medio del NI OPC Server que debe estar corriendo o activado al mismo tiempo que se ejecuta la comunicación entre los dispositivos del sistema, se lo puede verificar en la opción RUNTIME que está en la parte superior de la ventana NI OPC Servers.

El servidor tiene toda la información para acceder al correspondiente punto de I/O del dispositivo de otra marca fabricante que se va a enlazar como por ejemplo SIEMENS. El programa en LabVIEW se encarga de leer la variable local (TAG) para adaptarlo al control que se encuentra representado gráficamente en LabVIEW.

Hay que destacar que en esta aplicación las Etiquetas siempre están conectado a una variable de tipo Datasocket. De esta manera cuando el servidor OPC actualiza la variable también se actualizan el Datasocket en LabVIEW.

2.11 Data Binding

Data Binding es un enlace entre un objeto que contiene datos con un control. En LabVIEW se puede crear un enlace de datos entre un control e ítems del propio proyecto o la red como datos Datasocket o variables compartidas.

Para realizar un enlace de datos hay que dirigirse a la pestaña Data Binding en las propiedades del control, en ella se selecciona la opciones para Data Binding Selection. (José Rafael Lajara Vizcaíno, 2010, pág. 212)

2.11.1 Data Binding Selection

En esta sección se elige entre enlazar un objeto del propio proyecto usando Shared Variable Engine o con un objeto de la red usando Datasocket.

Al haber seleccionado el objeto, aparecerá una marca junto al contar de forma rectangular que se prendera de color verde cuando haya conexión.

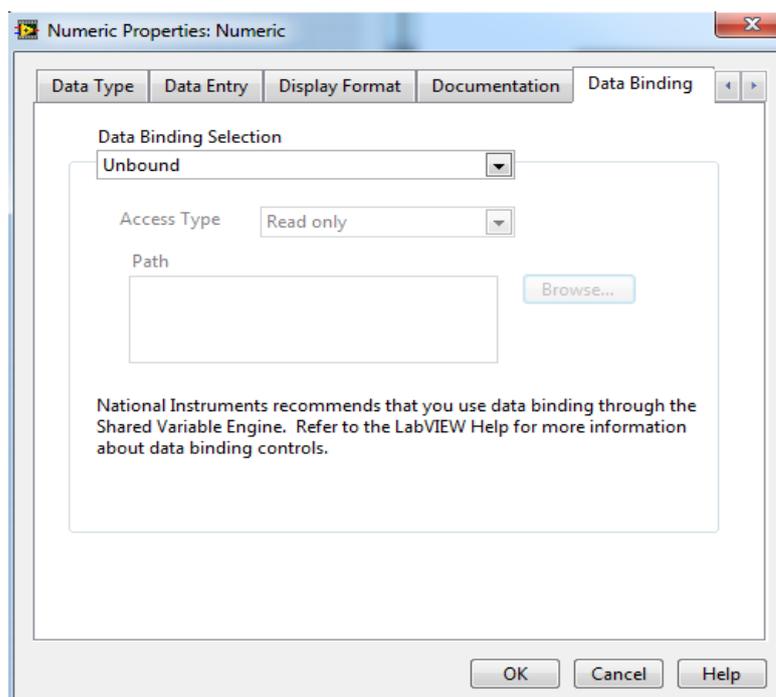


Figura 2.25 Ventana de propiedades de control

2.12 Datasocket

Dentro del manejo de LabVIEW existe una interfaz de programación Datasocket para el intercambio de datos entre este programa y el software de distintas marcas que son de la familia OPC.

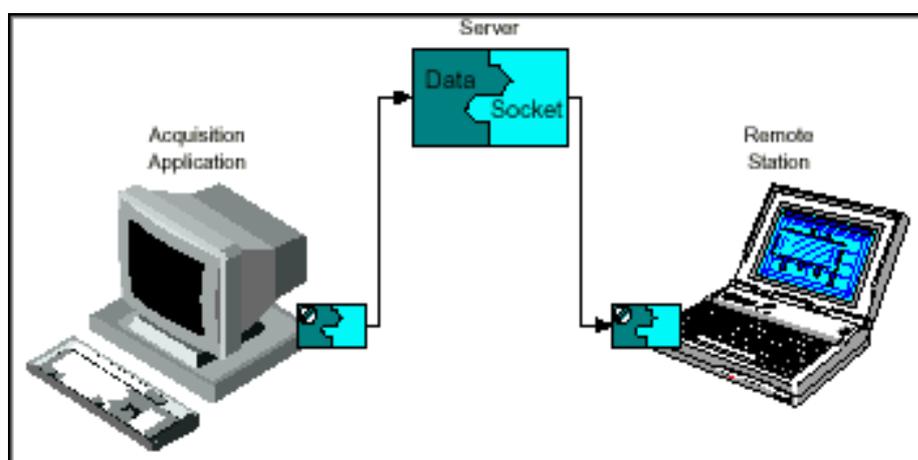


Figura 2.26 Interfaz Datasocket

Datsocket da una interfaz de programación fácil de usar y de alto rendimiento, diseñado para el intercambio y publicación de datos en tiempo real en aplicaciones de medición y automatización.

Es una tecnología de programación de Internet basada en TCP / IP que simplifica el intercambio de datos entre computadores y aplicaciones. Con la utilización de Datsocket se elimina notablemente la complejidad de la integración de hardware y software específicamente en aplicaciones de monitoreo y pruebas como el HMI.

Por consiguiente, se puede usar Datsocket para pasar datos libremente no solo entre VI's corriendo en iguales maquinas sino también entre VI's que corran en computadoras separadas que estén conectadas alrededor de la red. Se puede usar Datsocket para comunicarse entre LabVIEW y otros lenguajes de programación que contengan un soporte para TCP/IP, tales como Excel, Visual Basic, C, y otros.

Permite la transferencia fácil de datos sobre muchos protocolos diferentes (DSTP, OPC, MIRADOR, HTTP, FTP y acceso a archivos locales). (National Instruments, 2013)

2.12.1 Protocolos de comunicación de Datsocket

- DSTP (Datsocket Transfer Protocol)

Es un protocolo que funciona sobre TCP/IP. En el intervienen tres componentes: Datsocket Server, un publicador (Publisher) y un suscriptor (Subscriber). Los publicadores envían los datos al servidor y los suscriptores lo leen. Tanto los publicadores como suscriptores son clientes del servidor.

- LOOKOUT

Este protocolo, al igual que DSTP, fue desarrollado por National Instruments. También trabaja sobre TCP/IP y se usa con SCADAS, el módulo DSC y dispositivos FieldPoint, las direcciones dependen de la aplicación.

- HTTP Y FTP

Son protocolos clásicos y bien conocidos que funcionan sobre TCP/IP y cuyas direcciones son las URL típicas.

- OPC (OLE for Process Control).

Actualmente es el más usado y es de forma parecida a DSTEP). Es un estándar de comunicación entre controladores industriales. En lugar de Datasocket Server usa un servidor OPC (el mecanismo para administrar variables compartidas en un servidor OPC). (José Rafael Lajara Vizcaíno, 2010)

2.12.2 Configuración de Datasocket para comunicación con SIMATIC S7-1200

Datasocket simplifica la comunicación en Internet manejando una programación TCP/IP para el usuario.

Los PLCs de Siemens SIMATIC S7-1200 cuentan con una Interfaz Ethernet integrada (TCP/IP nativa) así que la comunicación es muy sencilla de lograr.

Se debe crear un VI en blanco en LabVIEW para iniciar la configuración de data socket.

Datasocket abarca cuatro factores muy importantes para su configuración que se detallan a continuación:

2.12.2.1 Creación de controles o indicadores

Ya habiendo tomado en cuenta este factor se debe crear un control para la escritura (Write) o un indicador para la lectura (Read) con las características necesarias para la comunicación de LabVIEW y el PLC S7-1200 con el que se va a compartir datos.

Con este control o indicador ya se puede acceder a las propiedades y seleccionar la pestaña Data Binding y en esa ventana ya configurar el Datasocket.

2.12.2.2 Selección de Datasocket

Seleccionar la opción Datasocket en Data Binding Selection y escoger el tipo de acceso que vamos a utilizar dependiendo de las necesidades de comunicación que se requieran hacer con el PLC tales como envío, recepción o envío/recepción de datos.

2.12.2.3 Access Type

Es el tipo de acceso se deben tomar en cuenta al momento de compartir datos en esta interfaz. Estos son el envío de datos configurado como “Write Only”, la recepción de datos configurado como “Read Only” o ambos “Read/Write”. Hay que tomar en cuenta que el tipo de acceso debe coincidir con tipo de acceso que se utilice para las etiquetas.

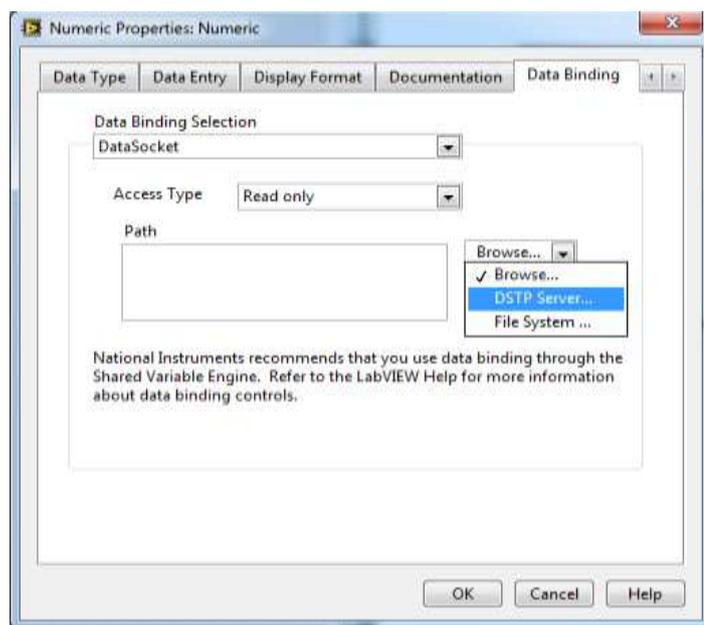


Figura 2.27 Selección de Datasocket

2.12.2.4 Búsqueda y selección de la etiqueta

Se escoge la etiqueta (TAGS) ya previamente configurada en NI OPC Servers. Para realizar esta búsqueda existe la opción Browser donde se escoge el tipo de protocolo

con el que se quiere trabajar como por ejemplo DSTP Server que es un protocolo que funciona sobre TCP/IP y después nos aparece la ventana del buscador SELECT URL donde se encuentran contenidas las carpetas con el nombre del canal, del dispositivo que se configuró en NI OPC Servers.

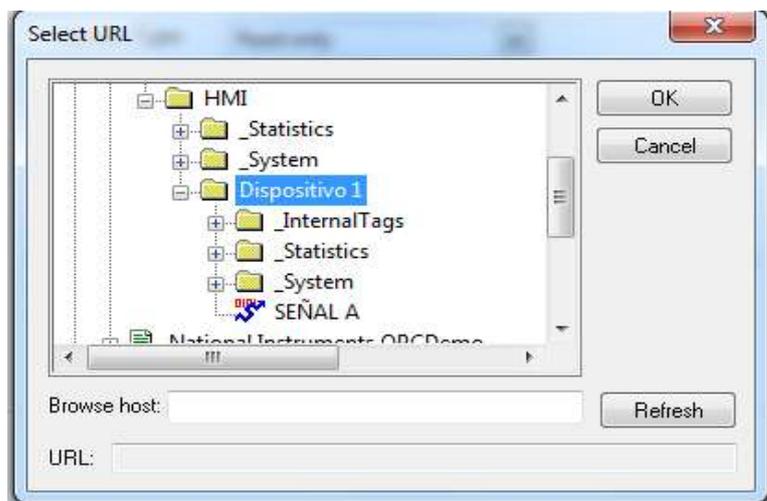


Figura 2.28 Ventana Select URL

Al abrir estas dos carpetas encontraremos el nombre de la etiqueta, que se encarga de leer e indicar todos los datos en todos los puntos de entradas o salidas I/O que se hayan asignado en el PLC S7-1200 y así inicializa la compartición de datos.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Preliminares

Contando con la información teórica recopilada en los primeros capítulos, la implementación de la interfaz humana máquina para la red Profibus DP será la aplicación final de este proyecto.

Se va a implementar controles e indicadores en LabVIEW para controlar los dispositivos y monitorear las variables los PLC esclavos de la red que consta de una estación de nivel & temperatura de líquido y un control PID de un motor trifásico.

NI OPC Servers será la interfaz para la comunicación, este servidor tendrá toda la información mediante las etiquetas Tag, para acceder a los correspondientes puntos de I/O de los PLC S7-1200 de la red.

Para la configuración de las etiquetas Tag se tomará las marcas internas solo del PLC maestro porque este es el que envía los datos a los esclavos.

El programa en LabVIEW se encargará de leer las variables locales (TAG) mediante Datasocket y adaptar al control o indicador que se encentrarán representados gráficamente en el programa. Es decir las etiquetas siempre estarán conectadas a una variable de tipo Datasocket.

De esta manera cuando el servidor OPC actualice la variable también se actualiza el Datasocket en LabVIEW.

3.2 Componentes para implementar HMI

Los componentes utilizados para implementar el HMI de la red Profibus DP son:

- Red Profibus DP compuesta por:
 - a) PLC 1 - MAESTRO SIMATIC S7-1200, CPU 1214 AC/DC/RLY y su módulo maestro CM 1243-5.
 - b) PLC 2 - ESCLAVO SIMATIC S7-1200, CPU 1214 AC/DC/RLY y su módulo esclavo CM 1242-5

c) PLC 3 - ESCLAVO SIMATIC S7-1200, CPU 1214 AC/DC/RLY y su módulo esclavo CM 1242-5.

- Cable de conexión y conectores Profibus.
- Cables de conexión Ethernet.
- Switch de 8 puertos Ethernet.
- Módulo de señales analógicas SM 1232
- Fuente 24 Vdc
- Módulo didáctico de control de nivel y temperatura de líquido, DEGEM LIQUID LEVEL & TEMPERATURE TRAINER UNIT CONSOLE PCT-3/2
- Módulo de control de Motor Trifásico SIEMENS 1LA7 080-4YA60.
- PC

Software utilizado:

- LabVIEW
- NI OPC Servers

3.3 Implementación del HMI para el control y monitoreo de la estación de nivel y temperatura de líquido, controlada por el PLC 2-ESCLAVO 1 de la red Profibus DP con PLC S7-1200

La siguiente sección detalla paso a paso como se realizó el HMI para el control y monitoreo de la estación de Nivel y Temperatura de líquido de la red, se especifica todos los parámetros desarrollados como etiquetas, Datasocket, comunicación respectiva de NI OPC Server con LabVIEW y la implementación de los controles e indicadores para la consola HMI.

3.3.1 Configuración de NI OPC Server

Para iniciar la configuración ejecutar el programa, seleccionar la opción “Clic to add channel” donde se despliega el asistente de configuración, asignar el nombre HMI NIVEL para el canal y dar clic en siguiente.

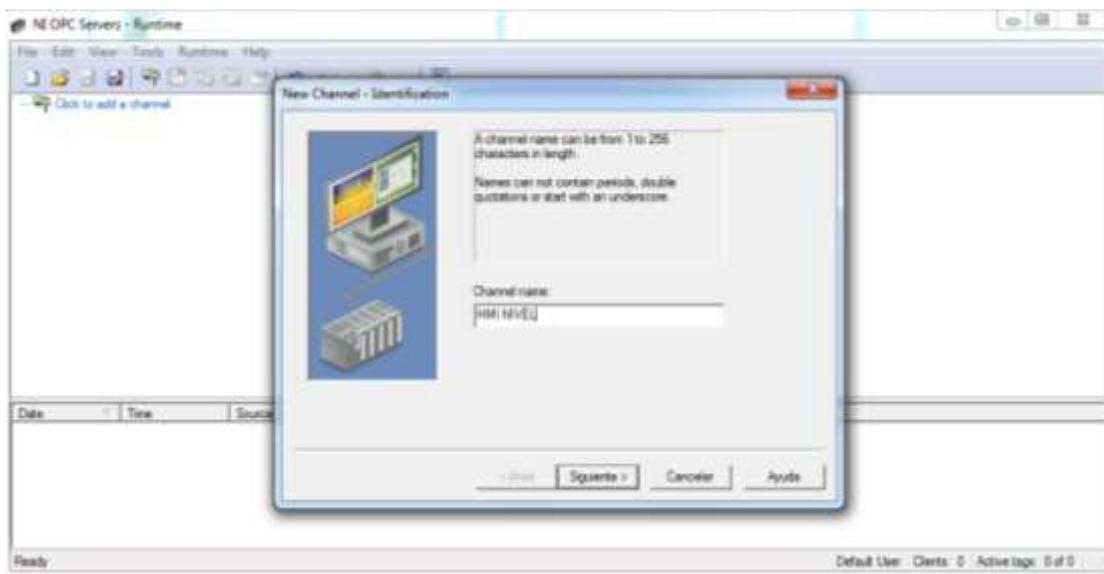


Figura 3.1 Ventana de asignación de nombre de nuevo canal

En la opción Device Driver desplegar la lista de opciones de dispositivos controladores y escoger la opción Siemens TCP/IP Ethernet.

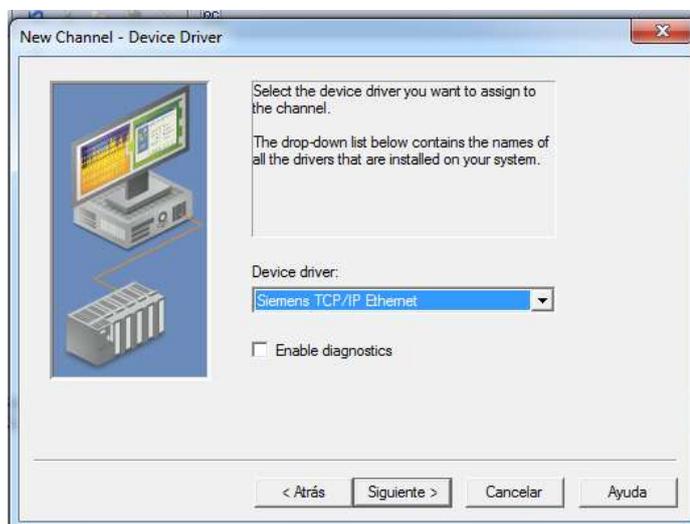


Figura 3.2 Ventana de selección de dispositivo controlador

En los siguientes parámetros no se realiza modificaciones ya que vienen dados por defecto de fábrica solo se debe seleccionar el botón siguiente hasta visualizar la última pantalla donde nos indica que el canal está configurado correctamente. Si toda la

información es correcta dar clic en finalizar para guardar la configuración en el nuevo canal.

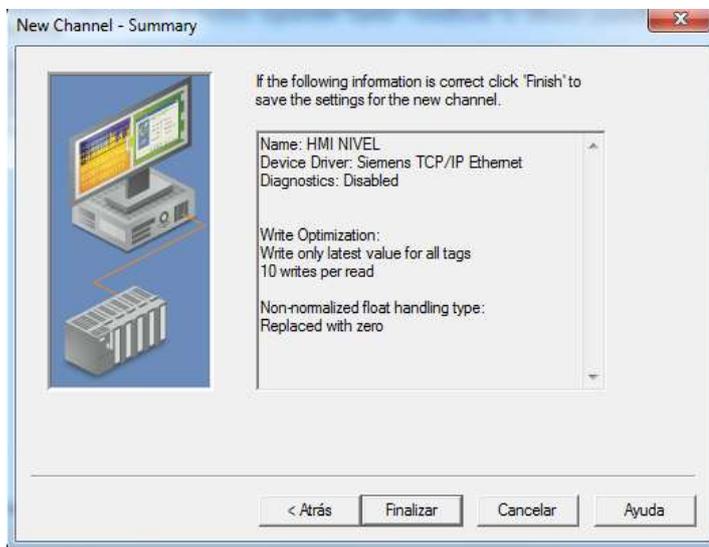


Figura 3.3 Ventana de verificación de configuración del canal

A continuación dar clic en la opción “Click to add a device” donde aparece el asistente de configuración de dispositivo nuevo y asignamos el nombre CONSOLA para reconocer el dispositivo.

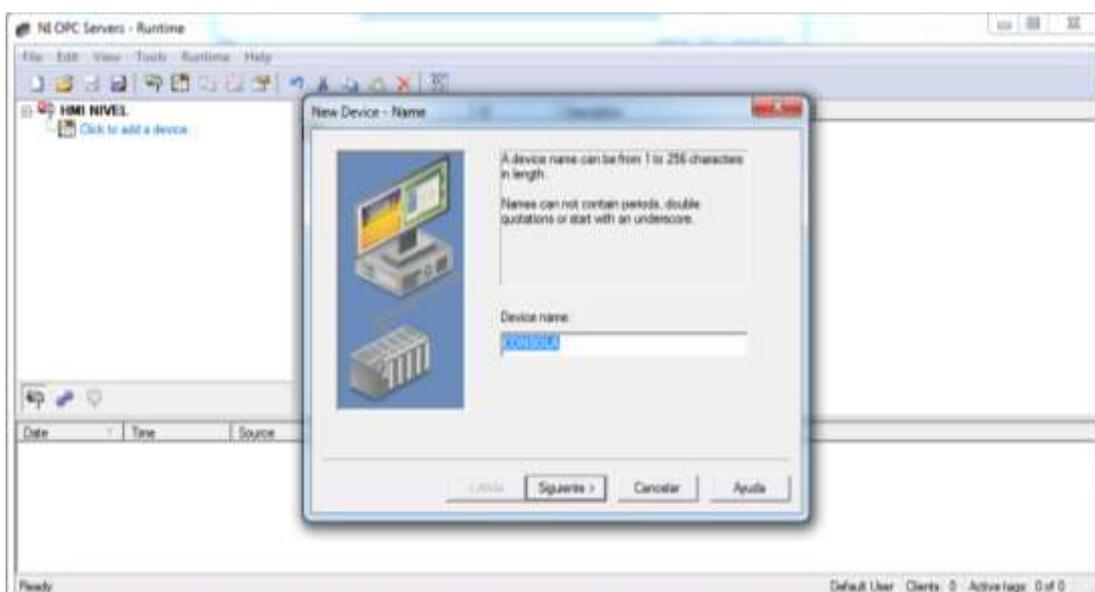


Figura 3.4 Ventana de asignación de nombre de dispositivo

Desplegar la lista de modelos de dispositivos y escoger S7-1200.

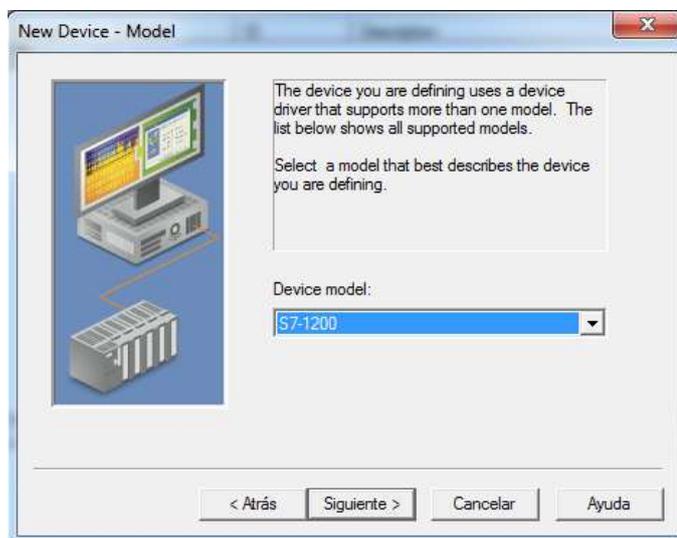


Figura 3.5 Ventana de selección de modelo de dispositivo

Asignar la identificación del dispositivo 192.168.0.1 que es la dirección IP que está establecida en el PLC1-MAESTRO de la red Profibus DP.

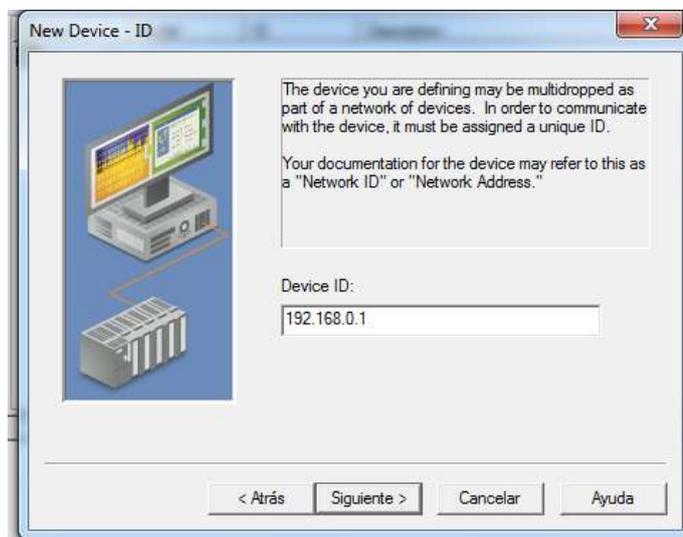


Figura 3.6 Ventana de identificación de dirección IP

Los siguientes parámetros de tiempos de conexión, tiempo de espera y tiempo de retardo no serán modificados y serán definidos por defecto de fábrica, así que

seleccionar el botón siguiente hasta que aparezca la ventana de verificación de configuración del dispositivo.

Dar clic en el botón finalizar para comenzar a usar el nuevo dispositivo.

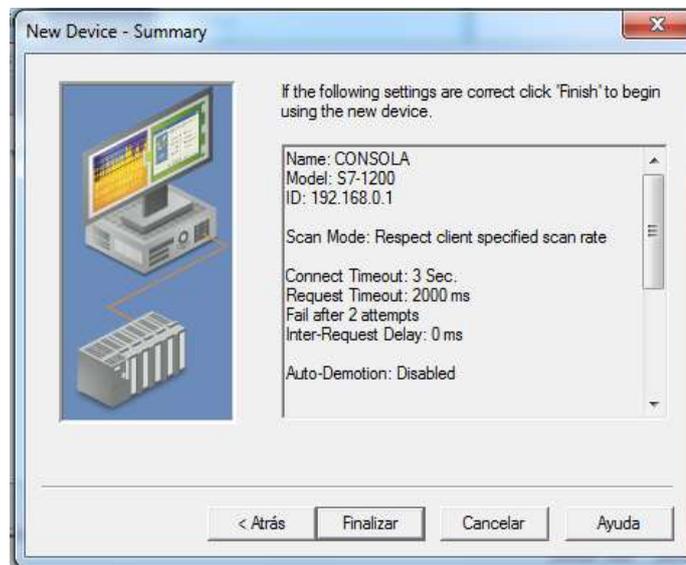


Figura 3.7 Ventana de verificación de configuración del dispositivo

3.3.2 Conexión NI OPC Servers con LabVIEW

Crear 3 etiquetas las tendrán tres funciones específicas y distintas.

3.3.2.1 Verificación de las tablas de las marcas internas de área de memoria del PLC para la creación de etiquetas (TAGS)

Revisar la tabla 3.1 de las marcas internas del área de memoria ya preestablecidas en la configuración del PLC1-MAESTRO para el HMI, las cuales se utiliza para etiquetar y comunicar con LabVIEW mediante su servidor NI OPC.

Después de visualizar se analiza las marcas internas ,configurar las etiquetas.

Tabla 3.1

Marcas internas del PLC asignadas para HMI del PLC 2-Esclavo 1

	Área de transferencia	Tipo	Dirección del maestro	↔	Dirección del esclavo	Longitud	Marca	Función
1	Área de transferencia	MS	Q2	→	12	Byte	MB20	Control de encendido y apagado de Bomba, Electroválvula y Niquelina
2	Área de transferencia	MS	14...5	←	Q 4...5	Palabra	MW30	Adquisición De Temperatura
3	Área de transferencia	MS	16...7	←	Q 6...7	Palabra	MW32	Adquisición De Nivel

3.3.2.2 Configuración de etiqueta para los interruptores de encendido y apagado de la bomba, niquelina y electroválvula

Primero dar clic en la opción “ Click to add new tag” donde aparece el asistente de configuración de propiedades.

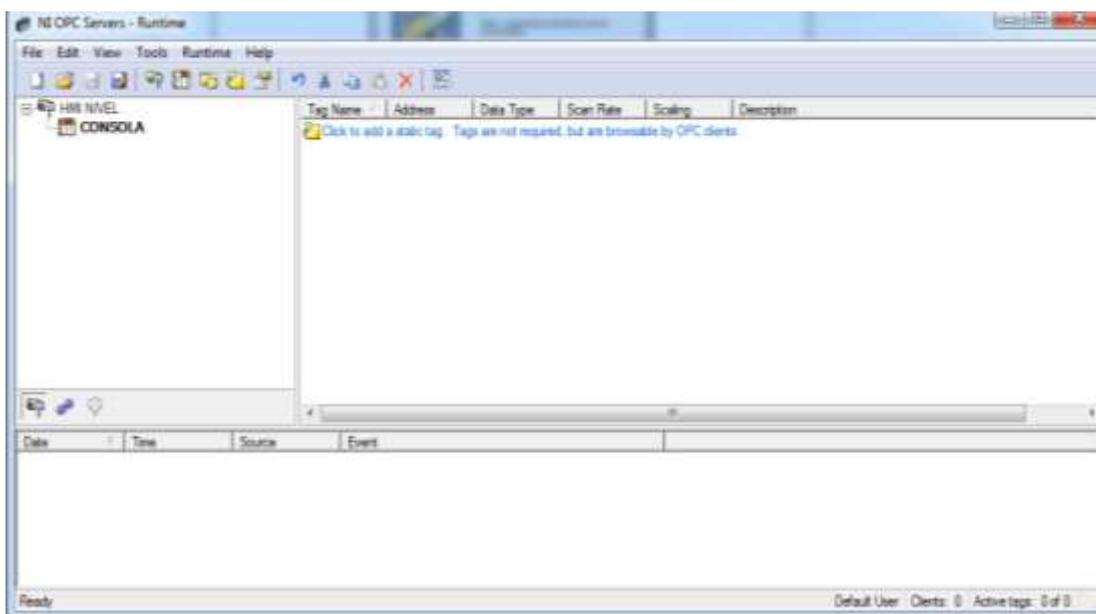


Figura 3.8 Ventana de configuración de etiquetas

Asignar el nombre Salida a la etiqueta y la dirección del área de memoria MB20 establecida en PLC 1-MAESTRO de la red Profibus DP.

Automáticamente se asigna tipo de dato “Byte” porque la marca interna esta dado en Byte, para terminar seleccionar Read/Write en Client access porque se va a escribir datos y dar clic en aceptar.

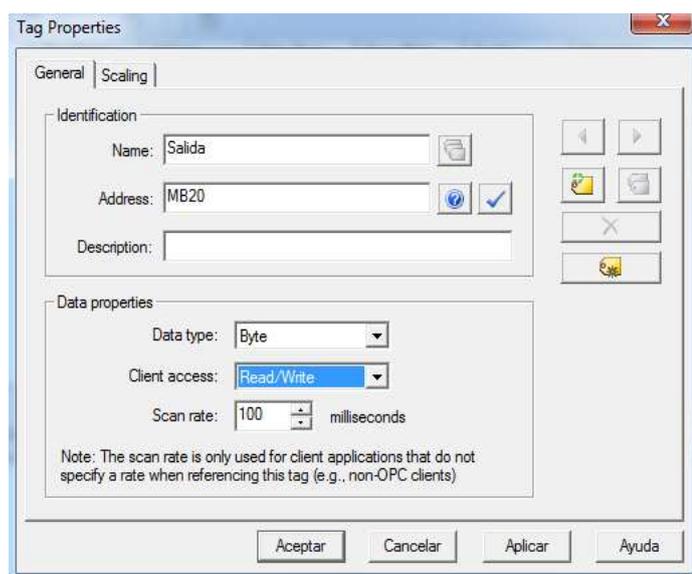


Figura 3.9 Ventana de configuración de propiedades de etiqueta

3.3.2.3 Configuración de etiqueta para visualización de nivel de líquido en centímetros

Dar clic en la opción New Tag donde nos aparece el asistente de configuración de propiedades.

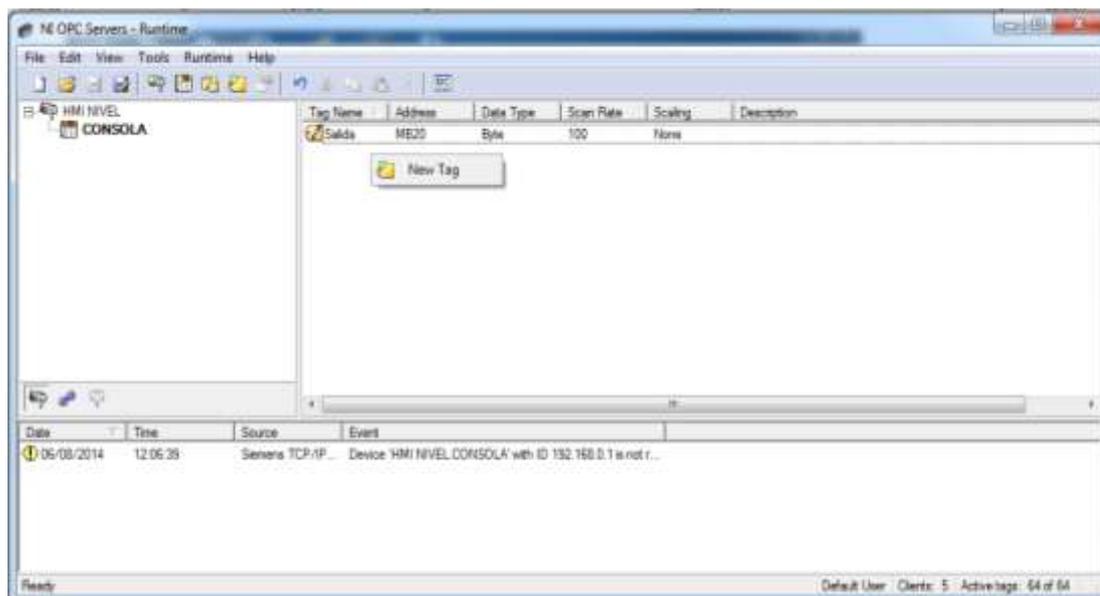


Figura 3.10 Ventana de configuración de nueva etiqueta

Asignar el nombre NIVEL y la dirección de la marca interna MW30 ya configurada en el PLC 1-MAESTRO la red Profibus DP.

Automáticamente se asigna tipo de dato "Word" porque la marca interna esta dada en Word, para terminar seleccionar Read Only en client access porque solo se va a leer datos y dar clic en aceptar.



Figura 3.11 Ventana de configuración de propiedades de etiquetas

3.3.2.4 Configuración de la etiqueta para visualización de temperatura

Hacemos clic en la opción New Tag donde aparece el asistente de configuración de propiedades.

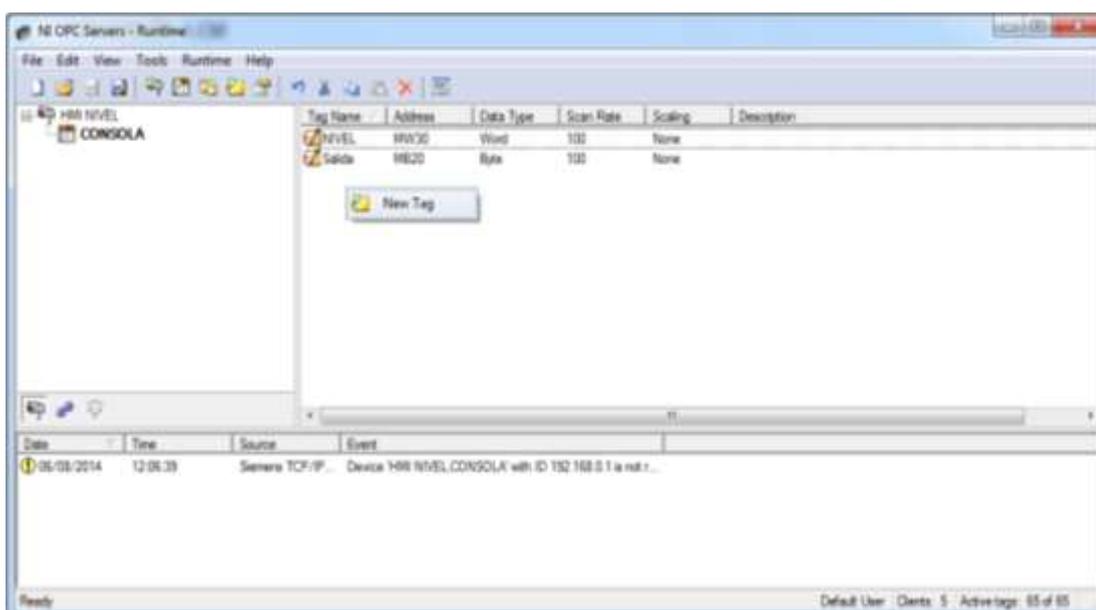


Figura 3.12 Ventana de configuración de nueva etiqueta

Asignar el nombre TEMPERATURA y la dirección de la marca interna MW32 ya configurada en el PLC 1- MAESTRO la red Profibus DP.

Automáticamente se asigna tipo de dato “Word” porque la marca interna esta dada en Word, para terminar seleccionar Read Only en Client access porque se va a leer los datos y dar clic en aceptar.

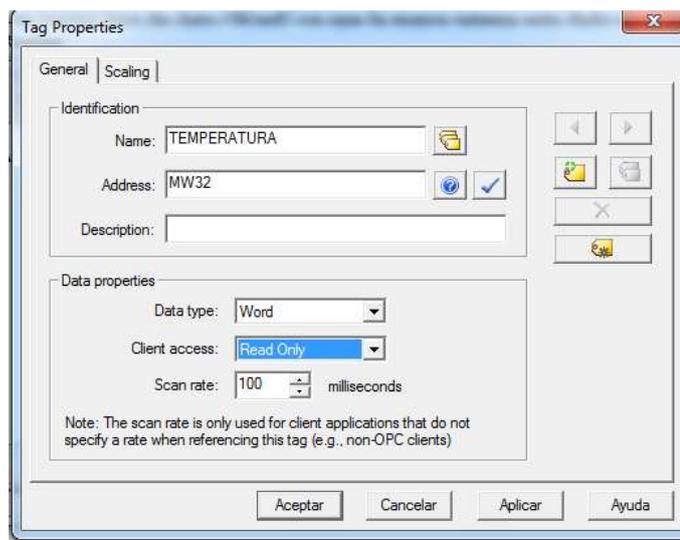


Figura 3.13 Ventana de configuración de propiedades de etiqueta

3.3.3 Implementación de la consola HMI mediante LabVIEW

Ejecutar LabVIEW 2013 y crear un nuevo VI en blanco, asignar un nombre tal como Control Manual de la estación de nivel.

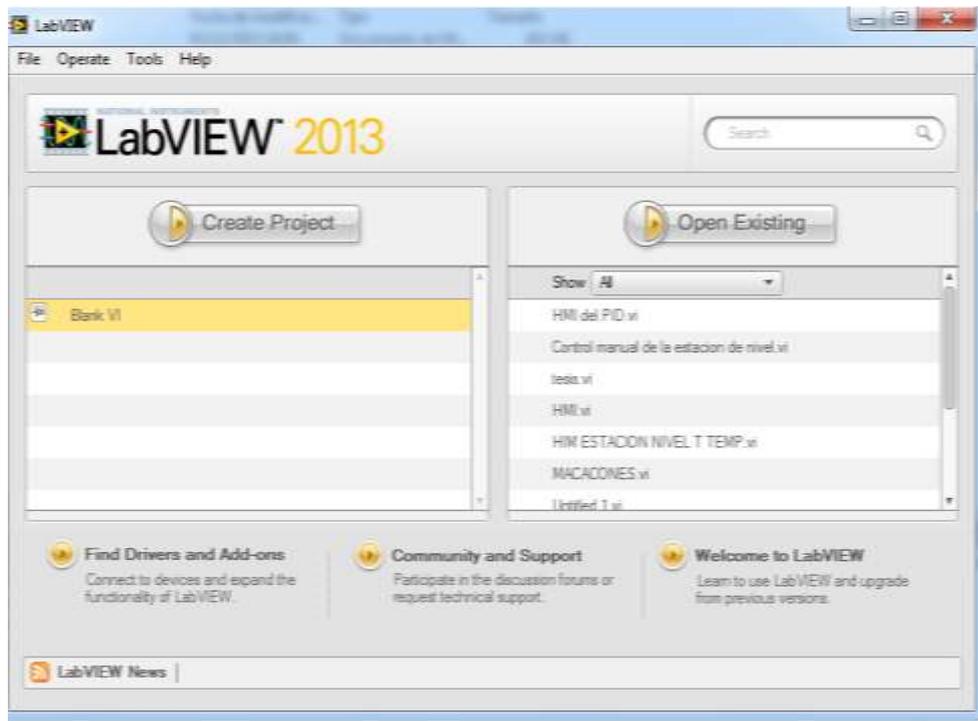


Figura 3.14 Ventana de presentación de LabVIEW 2013

Crear tres controles, dar clic derecho sobre el panel frontal para seleccionar **Controls>Buttons>Push Button**.



Figura 3.15 Ventana de creación de controles booleanos

Dirigirse al panel diagrama de bloques donde aparecen los iconos de los tres controles creados.

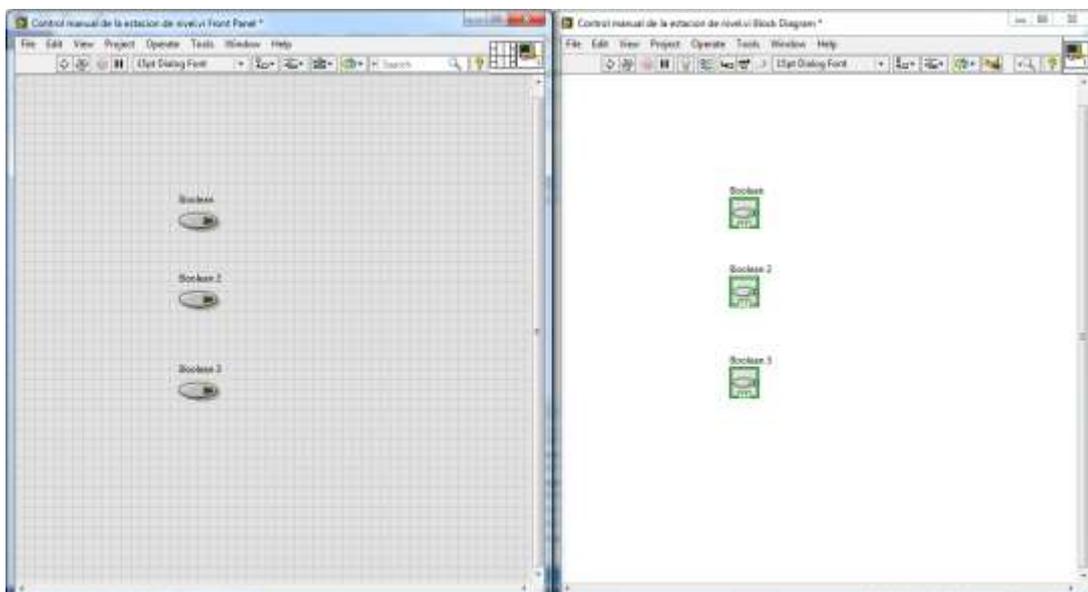


Figura 3.16 Ventana del panel frontal y diagrama de bloques para visualización de los controles booleanos

Dar clic derecho en el panel de diagrama de bloques, después seleccionar **Functions>Programming>Array>Build Array**.



Figura 3.17 Ventana de creación de Build Array

Expandir el control hasta 6 posiciones hacia abajo, unir los controles de la bomba, niquelina a Build Array a la posición 1 y 2.

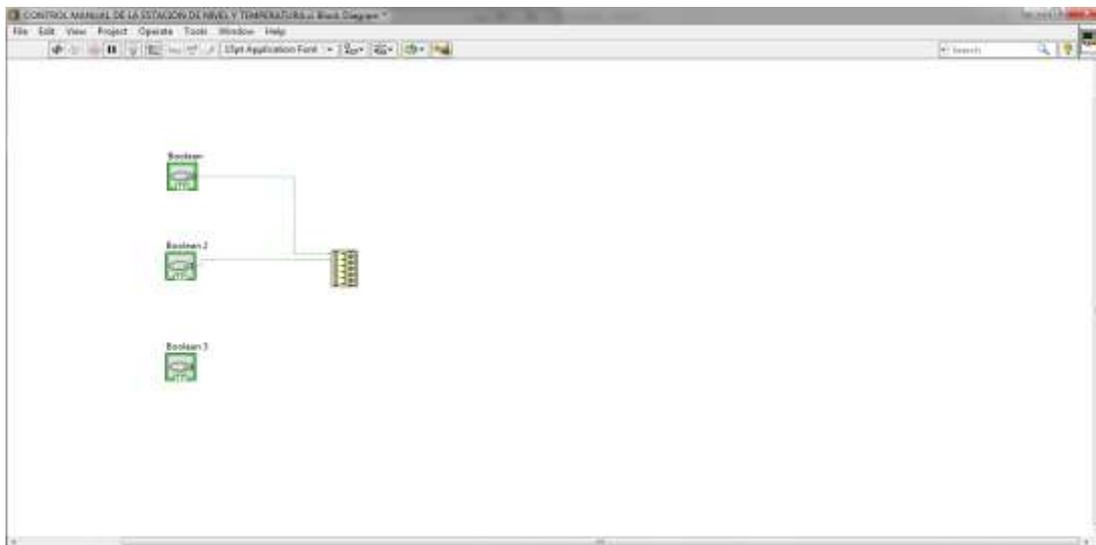


Figura 3.18 Expansión de la función Build Array en 6 posiciones

Unir el control de la electroválvula a la posición 6 tomado en cuenta que en la electroválvula se debe colocar un inversor que será la función Not antes de conectar a Build Array para que el interruptor de la electroválvula funcione normalmente caso contrario funciona al revés.

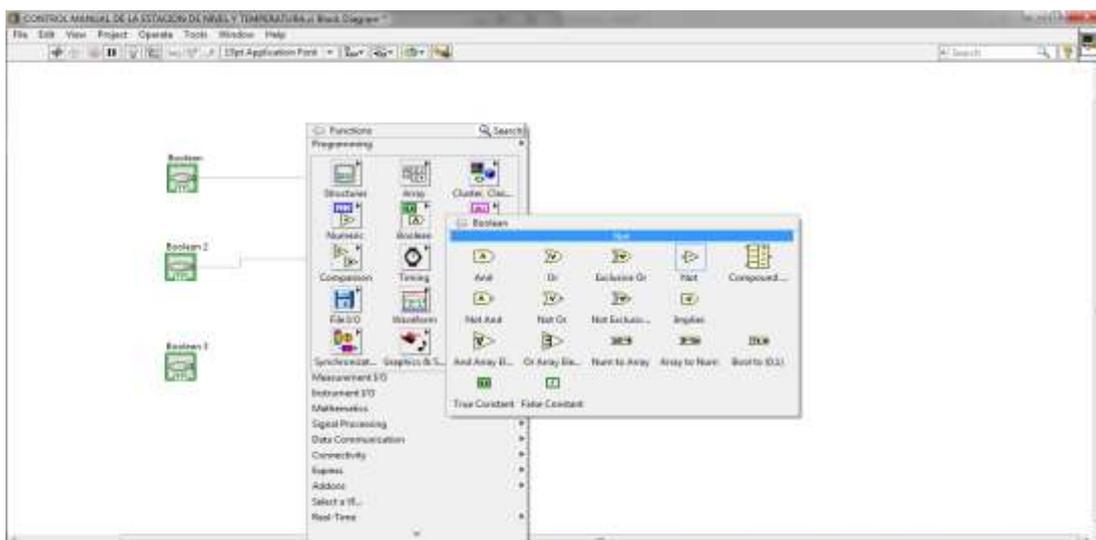


Figura 3.19 Creación del inversor Not

Después dar clic derecho sobre el control Build Array para crear 3 contantes en Falso en la posición 3, 4, 5 para que la función Build Array pueda ejecutarse correctamente.

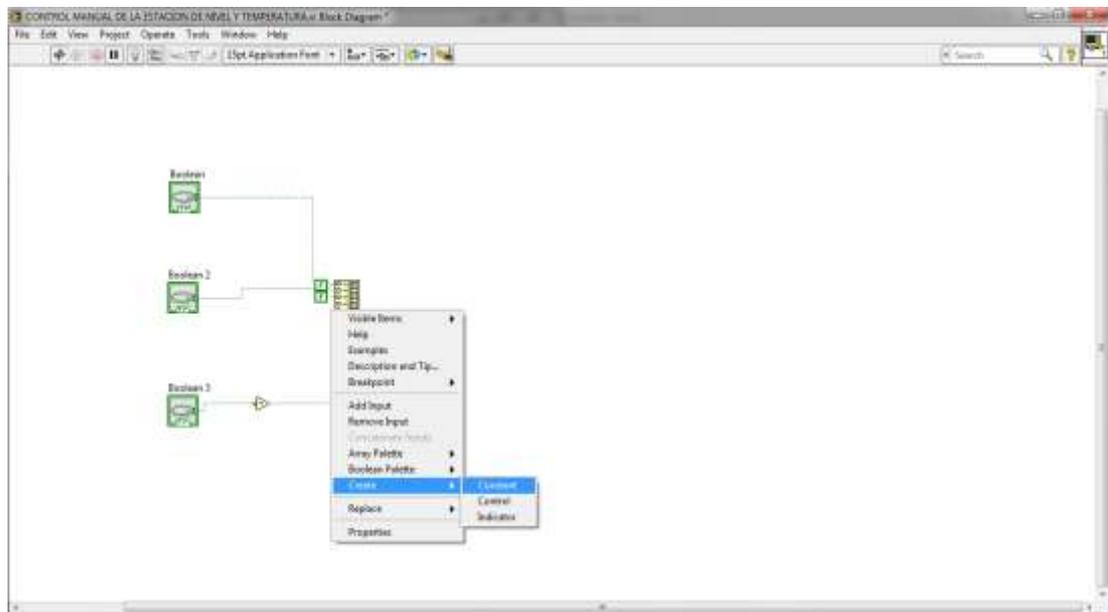


Figura 3.20 Ventana de creación de contante en falso

Dar clic derecho sobre Build Array y crear un indicador.

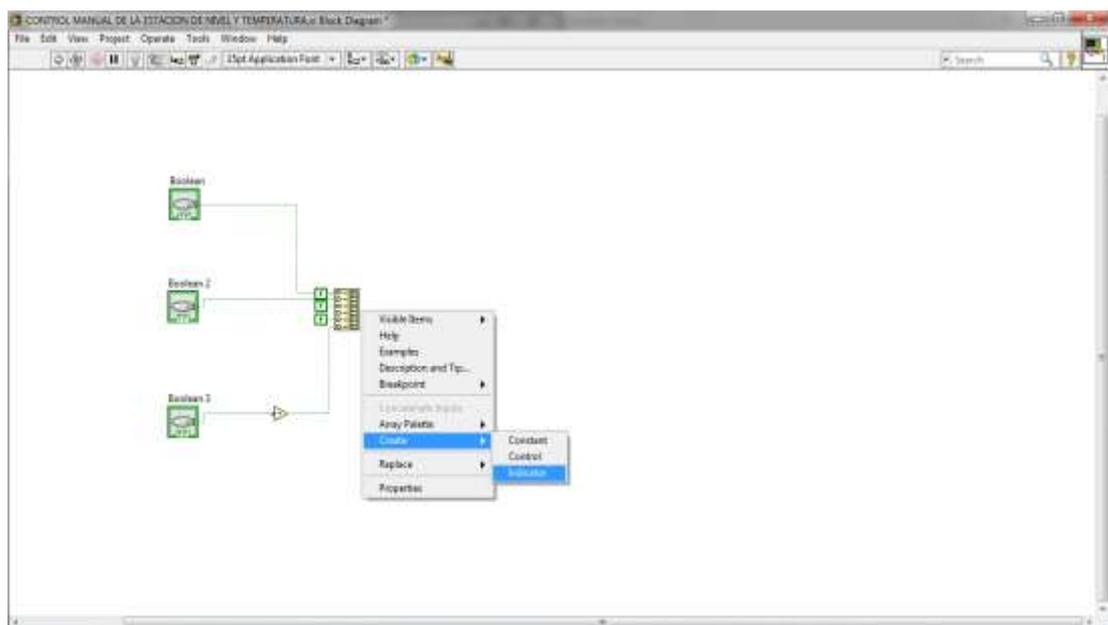


Figura 3.21 Ventana de creación de indicador Build Array

Regresar nuevamente al panel frontal para revisar el control que aparece con un solo indicador.

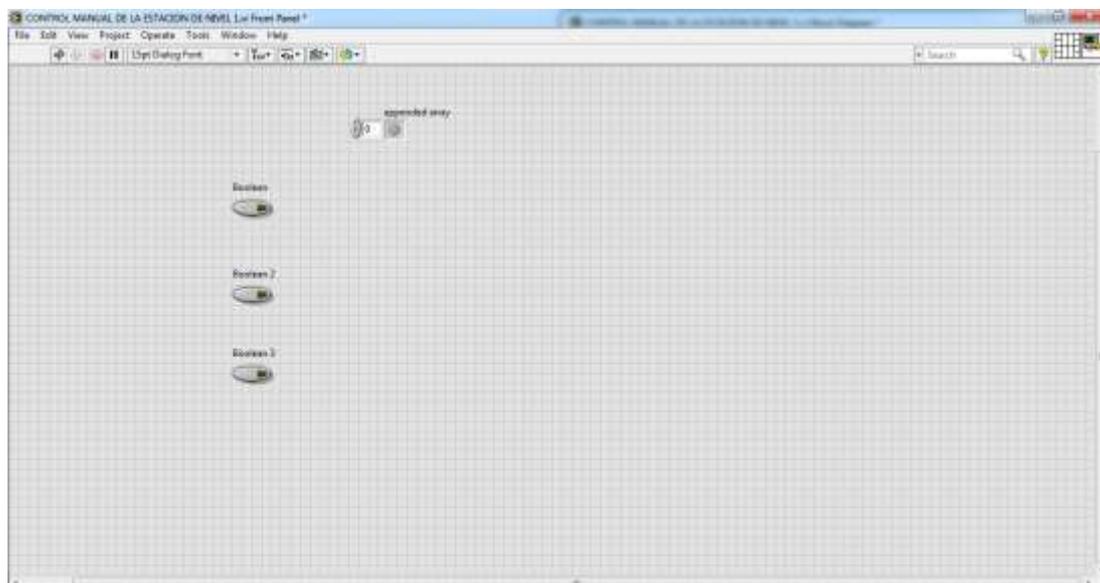


Figura 3.22 Ventana de verificación de indicador Build Array

Expandir el Indicador creado Appended Array a 6 posiciones a la derecha y comprobar si los controles actúan correctamente.

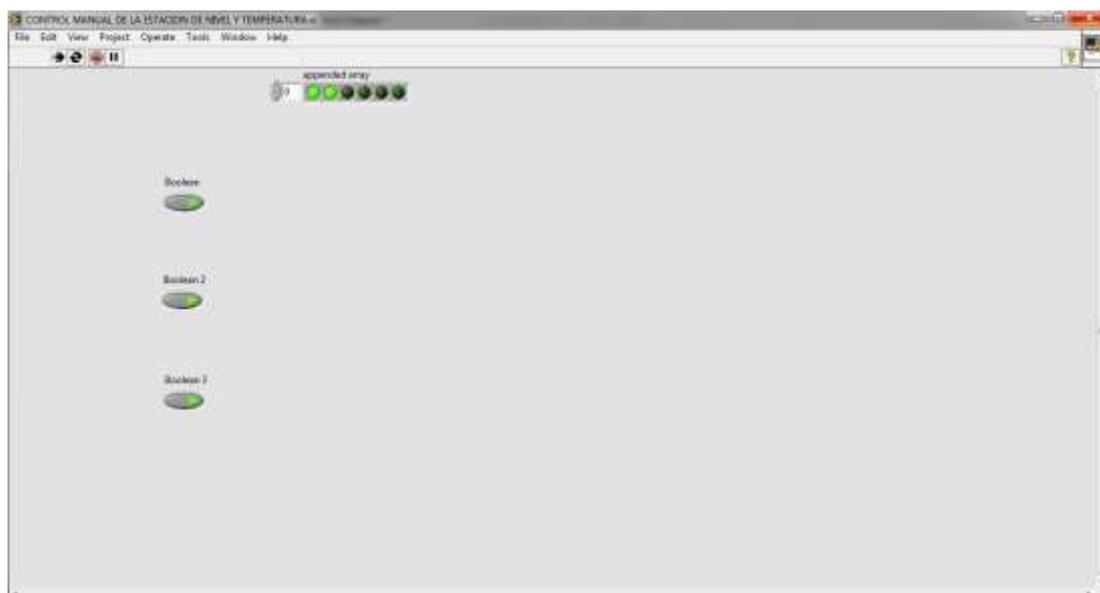


Figura 3.23 Ventana de modificación de indicador Build Array a 6 posiciones

Clic derecho sobre el panel de diagrama de bloques, seleccionar Functions>Programming>Boolean>Array to Number.

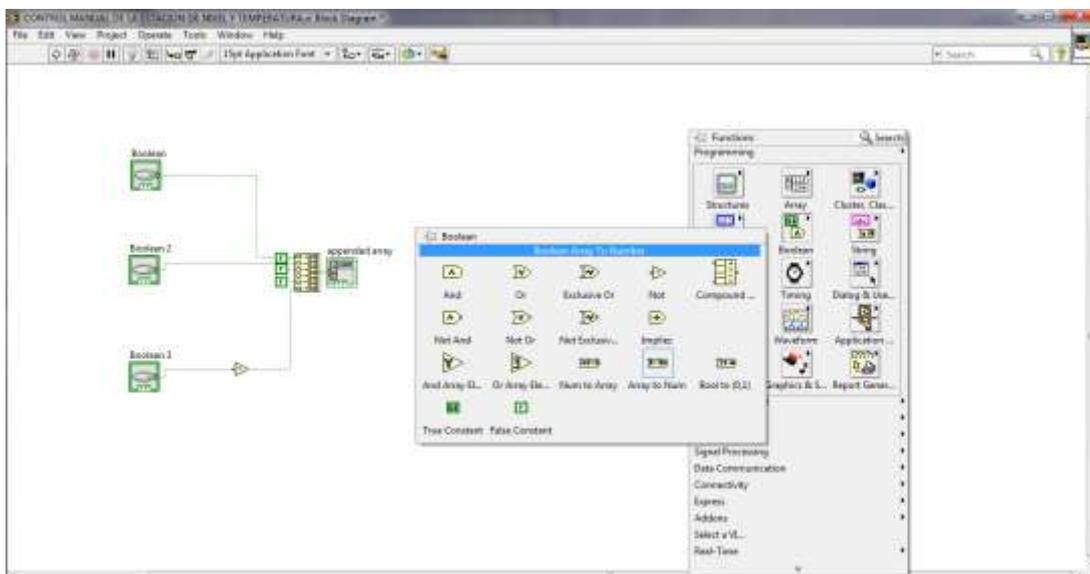


Figura 3.24 Ventana de creación de booleano Build Array to Number

Unir el control Build Array con el control Array to Number y dar clic derecho sobre este para crear un indicador.

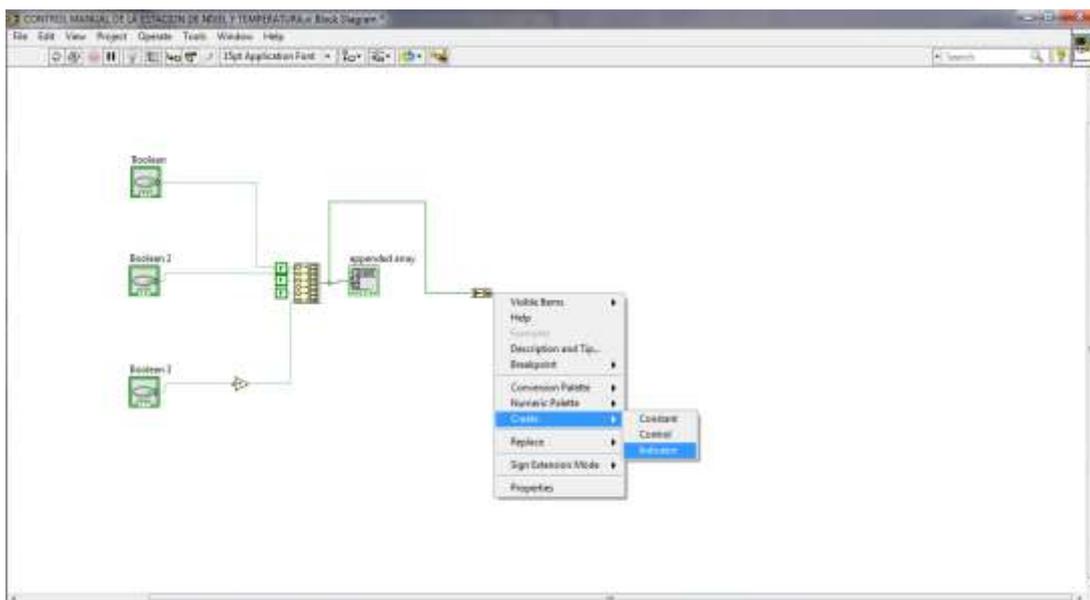


Figura 3.25 Ventana de creación de indicador numérico

Finalmente crear una estructura While Loop para que el proceso sea secuencial. Dar clic derecho sobre el panel de diagrama de bloques, seleccionar Programming>Structures>While Loop.

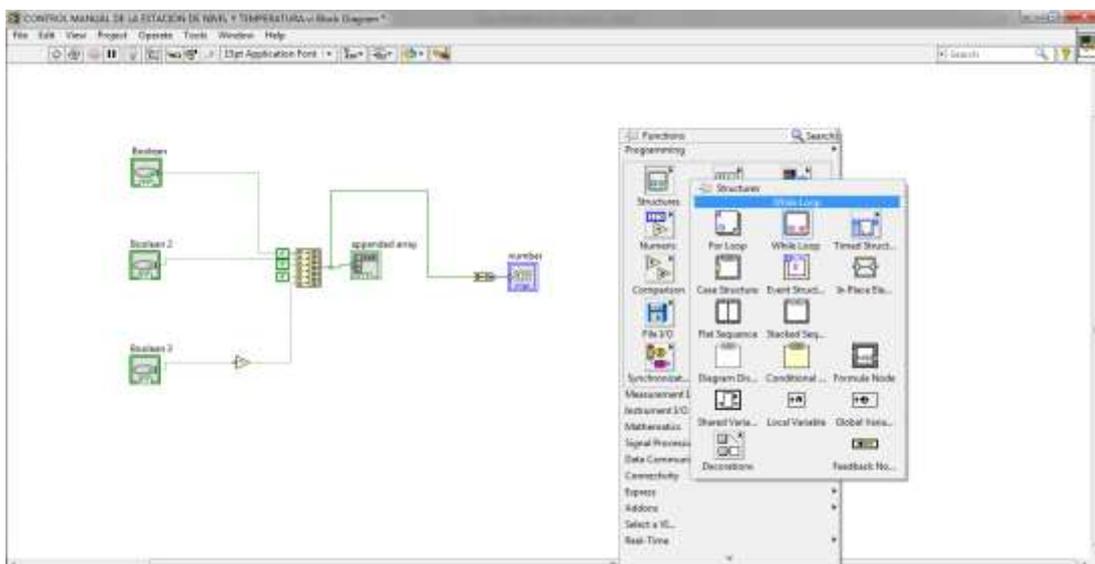


Figura 3.26 Ventana de creación de estructura While Loop

Volver al panel frontal para verificar el indicador porque en este se configura Datasocket.



Figura 3.27 Ventana de verificación de control Numérico

3.3.4 Configuración Datasocket para los interruptores de encendido y apagado de la bomba, niquelina y electroválvula

Dar clic derecho sobre el indicador numérico “number” y seleccionar propiedades donde aparece la ventana de propiedades del control.

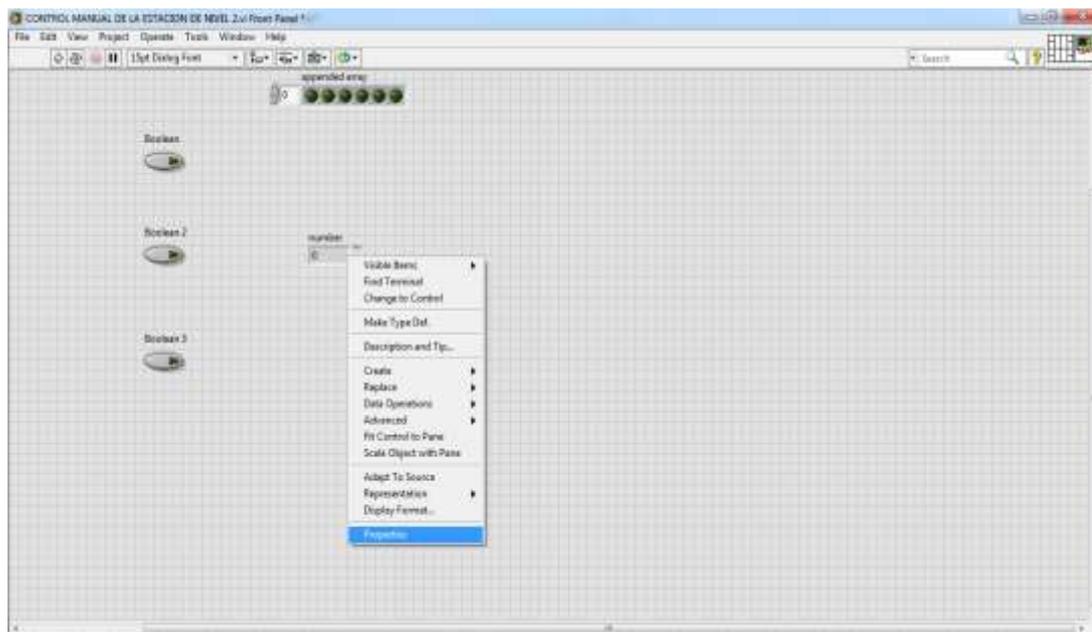


Figura 3.28 Ventana de acceso a propiedades del indicador

Seleccionar la pestaña Data Binding, desplegar las opciones de Data Binding Selection y escoger DataSocket. Después seleccionar Write only en Access Type debido a que solo se van a escribir datos, proceder a seleccionar el protocolo de comunicación DSTP Server en la opción browser.

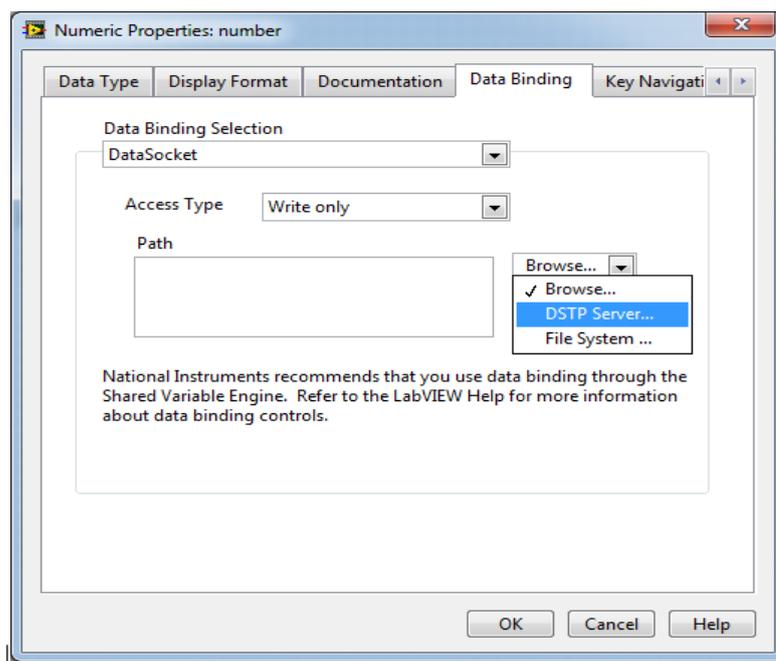


Figura 3.29 Ventana de configuración Datasocket

Seleccionar la carpeta National Instruments.NIOPCServers.V5 que es donde se almacenan el canal y dispositivo configurados en NI OPC Server.

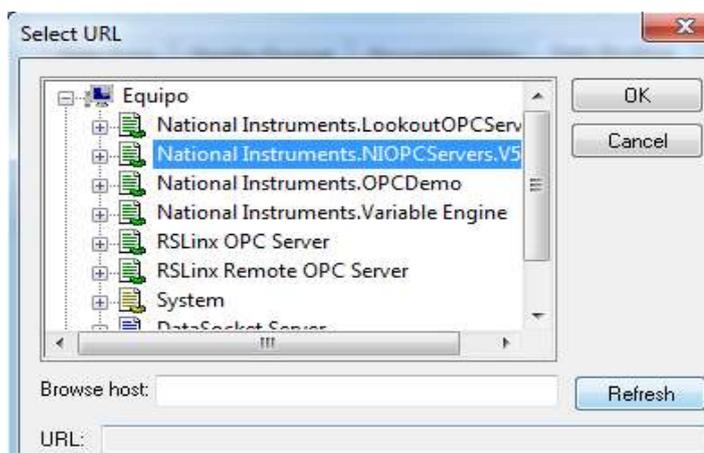


Figura 3.30 Ventana selección de carpeta de National Instruments

Seleccionar la carpeta del canal HMI NIVEL y la carpeta del dispositivo CONSOLA donde se almacena la etiqueta ya antes creada para el interruptor de nombre Salida.

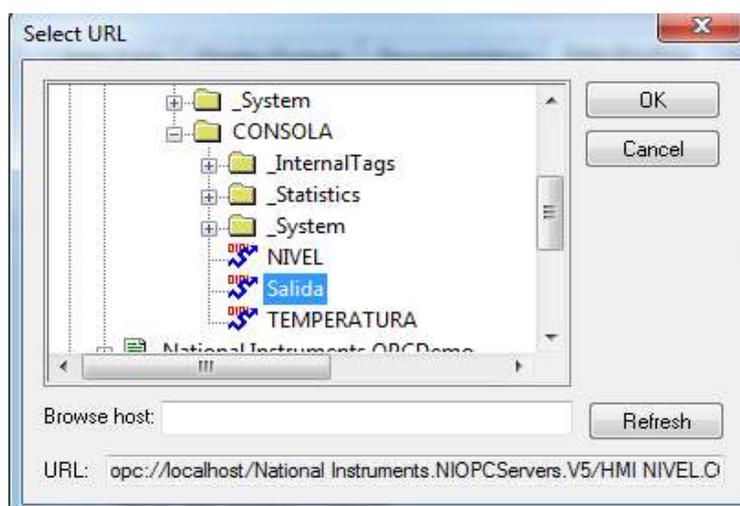


Figura 3.31 Ventana de selección de etiqueta Salida corregir

Finalmente, volver al panel frontal para seleccionar para ejecutar el programa y comprobar la funcionalidad del interruptor.

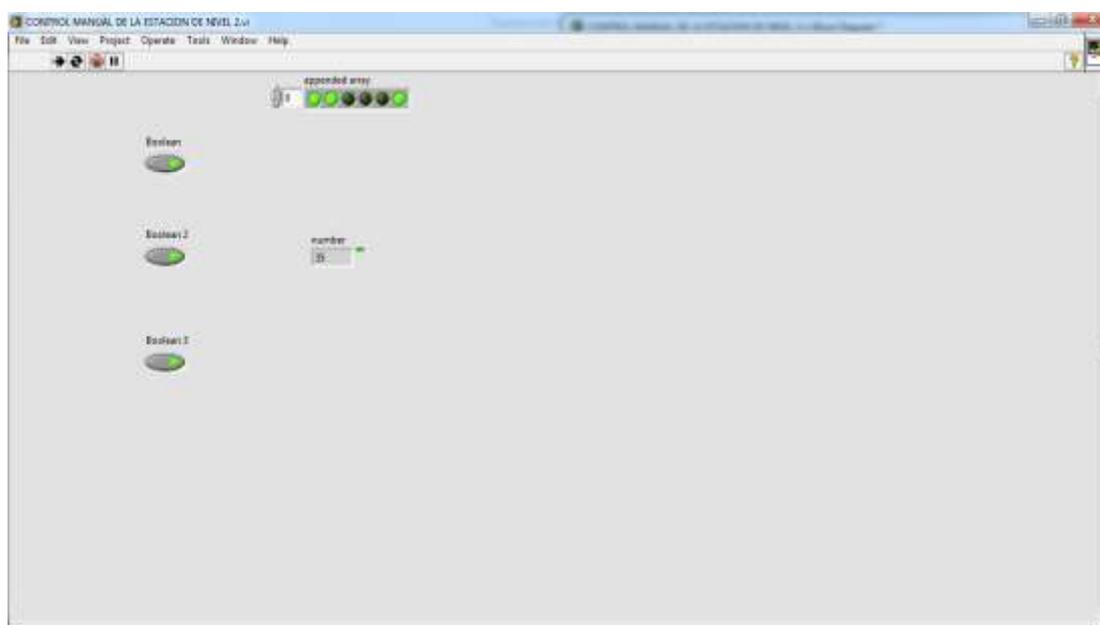


Figura 3.32 Ventana de comprobación de interruptor

3.3.5 Creación de indicador y configuración de Datasocket para visualizar datos de nivel de líquido en cm

Sobre el panel frontal dar clic derecho, seleccionar Controls>Numeric>Numeric Indicator.

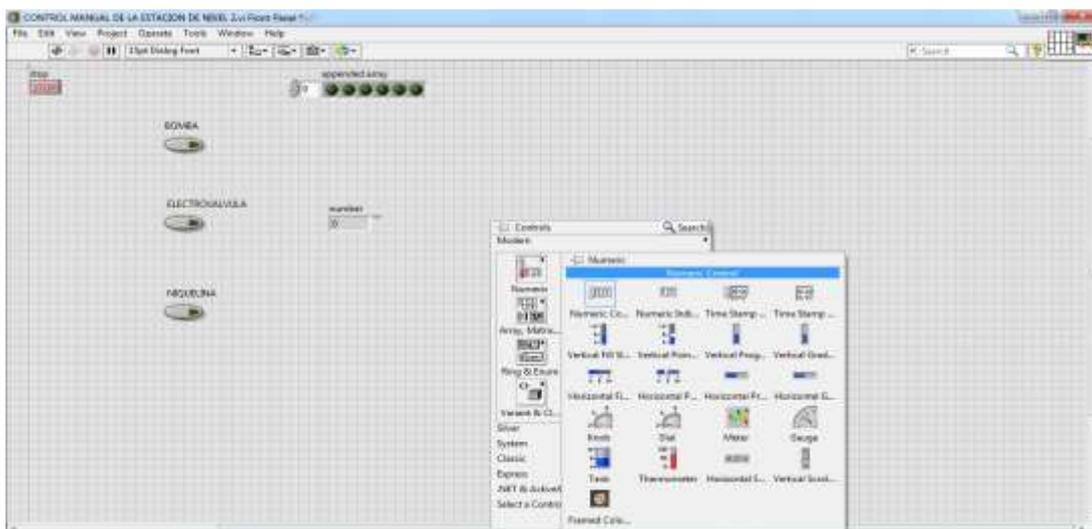


Figura 3.33 Ventana de creación de indicador numérico

Dar clic derecho sobre el indicador numérico y seleccionar propiedades.

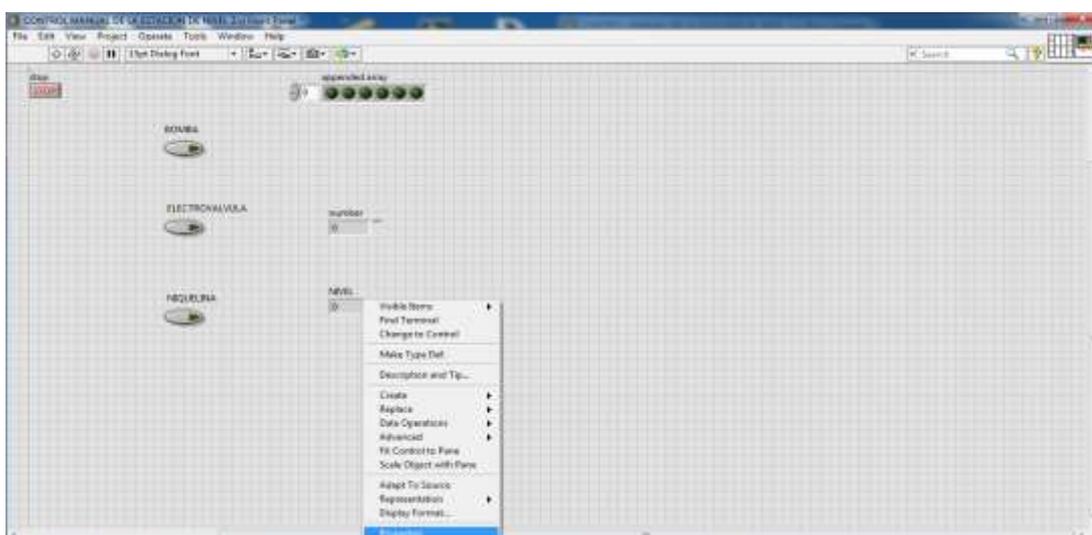


Figura 3.34 Ventana de acceso a propiedades del indicador

Seleccionar la pestaña Data Binding, desplegar las opciones de Data Binding Selection y escoger Datasocket. Después seleccionar Read only en data Access debido a que solo se va a leer datos, proceder a seleccionar el protocolo de comunicación DSTP Server en la opción browser.

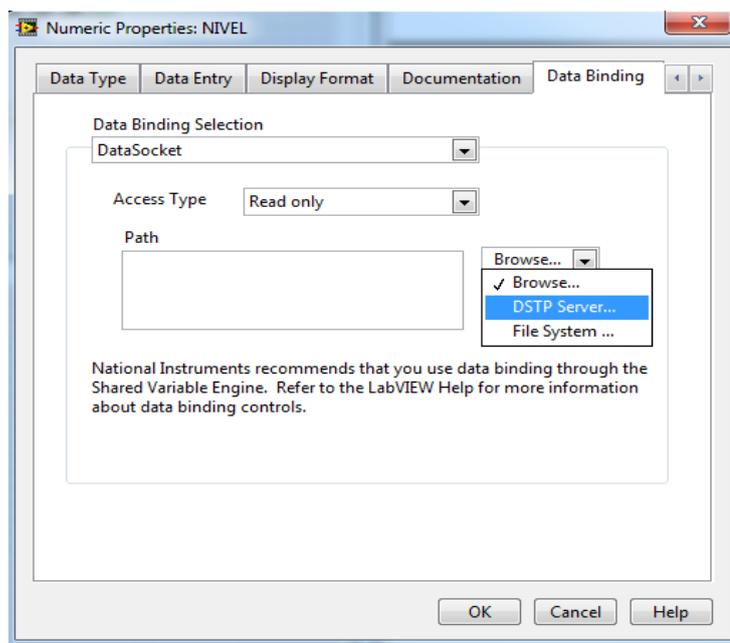


Figura 3.35 Ventana de configuración Datasocket

Seleccionar la carpeta National Instruments.NIOPCServers.V5 que es donde se almacenan el canal y dispositivo configurados en NI OPC Server.

A continuación seleccionar la carpeta del canal HMI NIVEL, luego la del dispositivo CONSOLA donde se almacena la etiqueta de nombre NIVEL que es específicamente para la lectura de los datos del nivel.

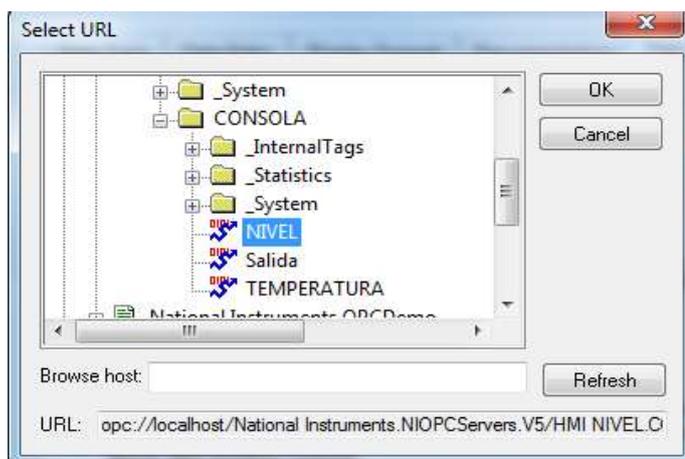


Figura 3.36 Ventana de selección de etiqueta NIVEL

Volver al panel frontal, ejecutar el programa y verificar si los datos de nivel controlados por del PLC2- ESCLAVO 1 están llegando correctamente.



Figura 3.37 Ventana de comprobación de indicador de nivel

3.3.5.1 Conversión de lectura de datos de nivel tipo Word enviados por el PLC a lectura de voltaje

Los datos que se reciben en LabVIEW del nivel son de tipo Word que va en el rango de 1 a 27648 bits.

Esto viene estandarizado como parte del área de memoria de marcas internas establecidas en el PLC SIMATIC S7-1200.

Se pretende verificar estos datos en forma de voltaje ya que la entrada analógica del PLC viene en un rango de 0 a 10 Voltios.

Para determinar el nivel en voltios aplicar el método gráfico de la pendiente como se muestra en la Figura 3.38, para luego encontrar la ecuación que sustente a la misma.

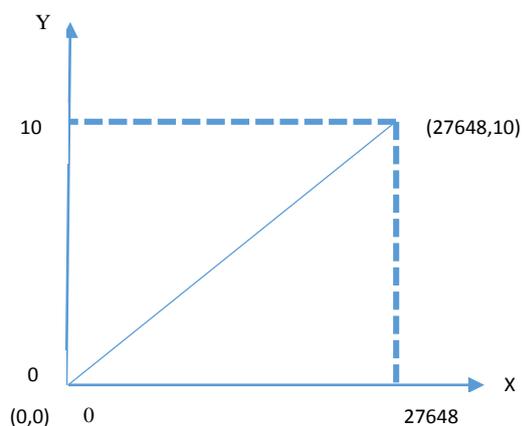


Figura 3.38 Método gráfico de la pendiente para lectura en voltaje de nivel

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{0 - 10}{0 - 27648}$$

$$m = \frac{10}{27648}$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - 0 = \frac{10}{27648}x - 0$$

$$y = \frac{10}{27648}x$$

Una vez ya determinada la ecuación, implementar en la programación. Dar clic derecho sobre el panel de diagrama de bloques para seleccionar Programming>Numeric>Multiply crear una constante con valor 10, de igual manera

seleccionar un Divide para crear una constante de valor 27648 y unir esta conversión al indicador de nivel.

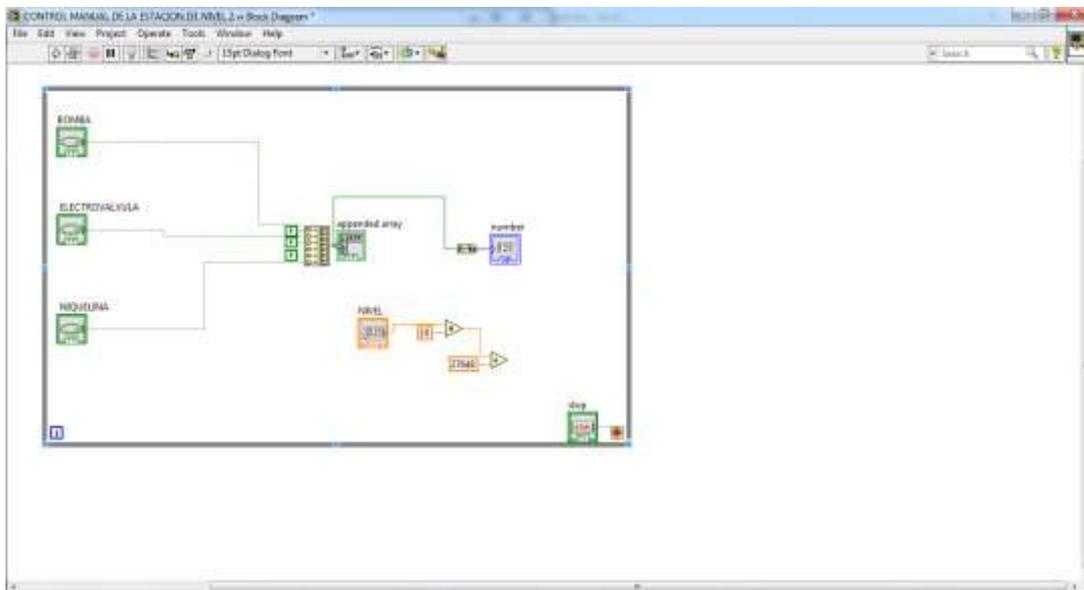


Figura 3.39 Ventana de aplicación de fórmula para lectura en voltios

Crear un indicador y ejecutar el programa para verificar si los datos de nivel ahora llegan en forma de voltaje de 1 a 10 Voltios.



Figura 3.40 Ventana de comprobación de indicador de voltaje

3.3.5.2 Escalamiento para determinar el nivel de forma de voltaje a centímetros

Ya con el indicador de nivel en rangos de voltaje se va a realizar un escalamiento para determinar en nivel en centímetros, para ello tomar los valores de voltaje cuando tenemos el líquido en el nivel de 24 cm en la estación y cuando este en 1 cm.

Datos tomados:

En 24 cm \rightarrow 4.98 v

En 1 cm \rightarrow 1.02 v

Aplicar el método gráfico de la pendiente como se muestra en la Figura 3.41, para luego encontrar la ecuación que sustente a la misma.

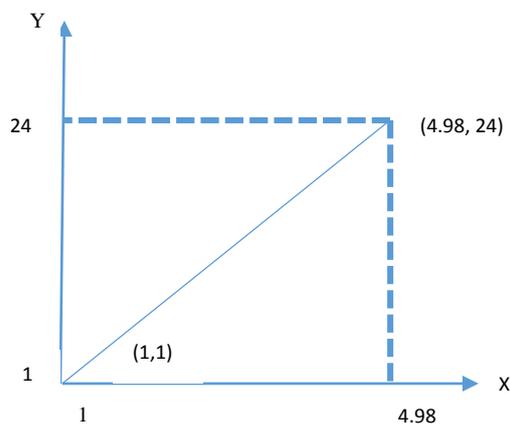


Figura 3.41 Método gráfico de la pendiente para nivel en centímetros

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{24 - 1}{4.98 - 1.02}$$

$$m = \frac{23}{3.96}$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - 1 = \frac{23}{3.96}(x - 1)$$

$$y = 5,80(x - 1) + 1$$

Aplicar la ecuación en la programación. Dar clic derecho sobre el panel de diagrama de bloques y seleccionar Programming>Numeric y en la ventana sacar un Subtract con una constante de valor 1, Multiply con una constante de valor 5.80 y Add con una constante de valor 1.

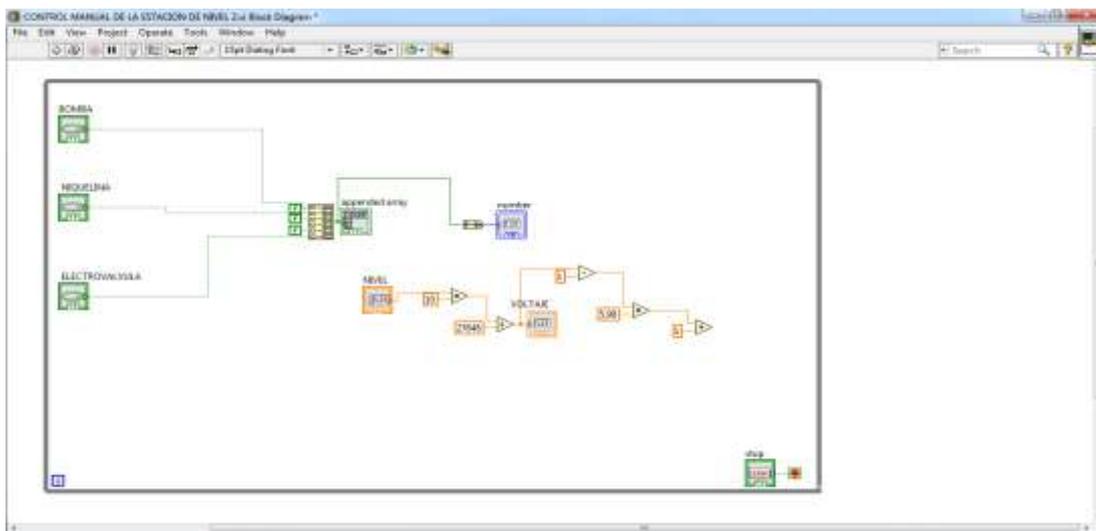


Figura 3.42 Ventana de aplicación de fórmula para lectura en centímetros

Unir esta conversión del escalamiento a la salida de la conversión de voltaje, crear un indicador para la visualización y ejecutar el programa.

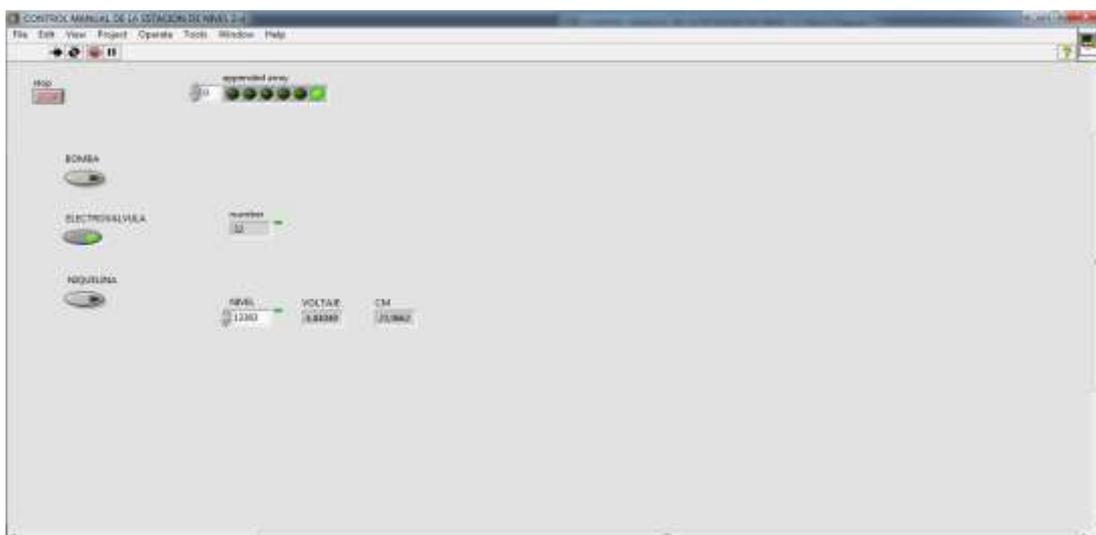


Figura 3.43 Ventana de comprobación de indicador de nivel en centímetros

3.3.6 Creación de indicador y configuración de Datasocket para visualizar los datos de temperatura en grados Celsius

Crear un indicador haciendo clic derecho sobre el panel frontal, seleccionar Controls>Numeric Control>Numeric Indicator.

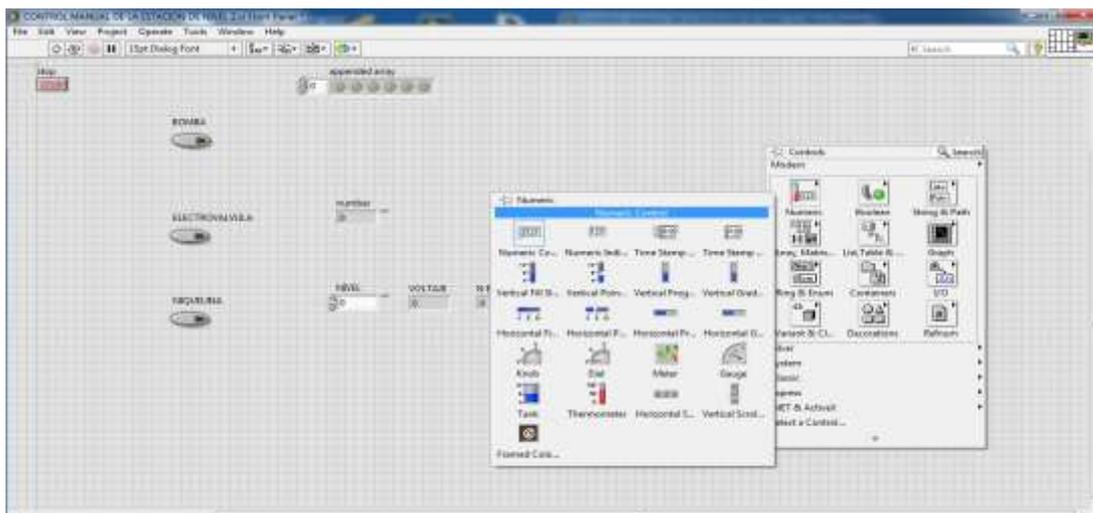


Figura 3.44 Ventana de creación de indicador numérico

Dar clic derecho sobre el indicador numérico de temperatura y seleccionar propiedades.

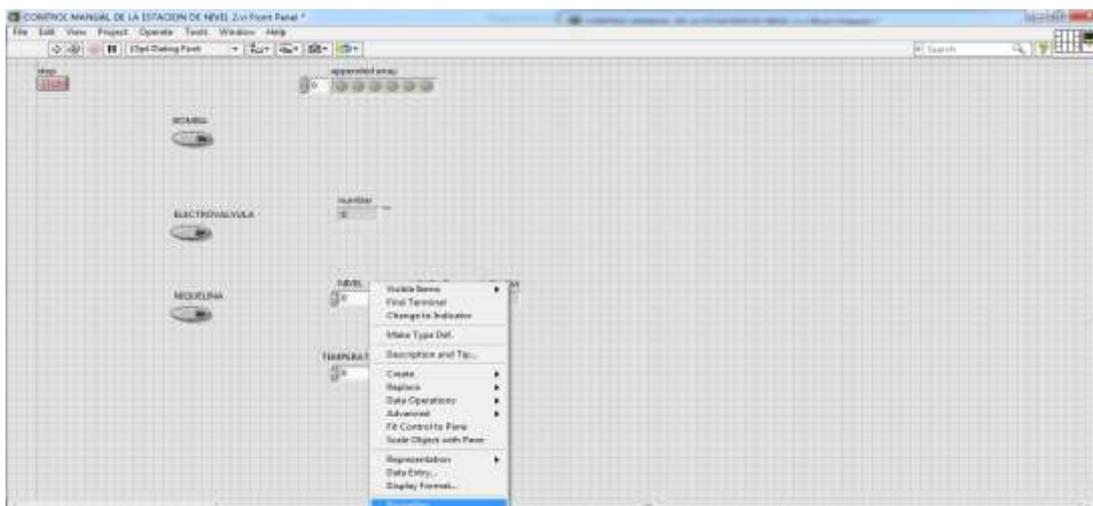


Figura 3.45 Ventana de acceso a propiedades del indicador

Seleccionar la pestaña Data Binding, desplegar las opciones de Data Binding Selection y escoger Datasocket. Después seleccionar Read only en data Access porque solo se va leer datos, proceder a seleccionar el protocolo de comunicación DSTP Server en la opción browser.

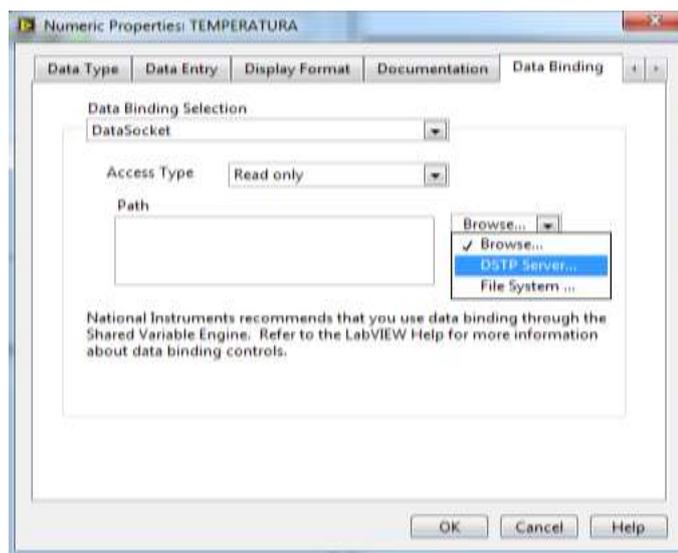


Figura 3.46 Ventana de configuración Datasocket

Seleccionar la carpeta National Instruments.NIOPCServers.V5 que es donde se almacenan el canal y dispositivo configurados en NI OPC Server.

A continuación seleccionar la carpeta del canal HMI NIVEL, luego la del dispositivo CONSOLA donde se almacena la etiqueta de nombre TEMPERATURA.

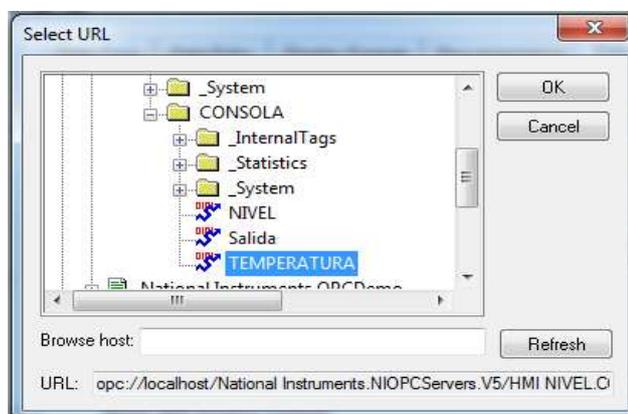


Figura 3.47 Ventana de selección de etiqueta TEMPERATURA

Volver al panel frontal, ejecutar el programa y verificar si los datos de la temperatura del líquido controlados por del PLC2-ESCLAVO1 están llegando correctamente.

Nota: Se debe esperar unos minutos para que la niquelina empiece a calentar el líquido y comience a mostrarse los datos porque la estación de temperatura del líquido trabaja en un rango de 20 a 70 grados Celsius.



Figura 3.48 Ventana de comprobación de indicador de temperatura

3.3.6.1 Conversión de lectura de datos de temperatura tipo Word enviados por el PLC a lectura de voltaje

Los datos que se reciben en LabVIEW de la temperatura son de tipo Word que va en el rango de 1 a 27648 bits. Esto viene estandarizado como parte del área de memoria de marcas internas del PLC SIMATIC S7-1200.

Se pretende verificar estos datos en forma de voltaje porque la entrada analógica del PLC viene en un rango de 0 a 10 Voltios.

Para determinar la temperatura en voltios se usa el método gráfico de la pendiente como se muestra en la Figura 3.49, para luego encontrar la ecuación que sustente a la misma.

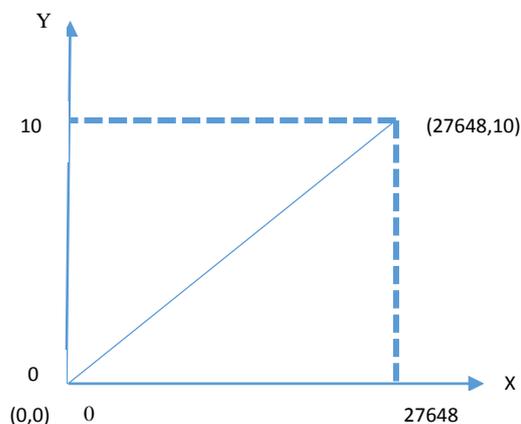


Figura 3.49 Método gráfico de la pendiente para temperatura en voltios

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{0 - 10}{0 - 27648}$$

$$m = \frac{10}{27648}$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - 0 = \frac{10}{27648}x - 0$$

$$y = \frac{10}{27648}x$$

Una vez ya determinado la ecuación, implementar en la programación. Dar clic derecho sobre el panel de diagrama de bloques para seleccionar Programming>Numeric>Multiply crear una constante con valor 10, de igual manera seleccionar un Divide para crear una constante de valor 27648 y unir esta conversión al indicador de temperatura.

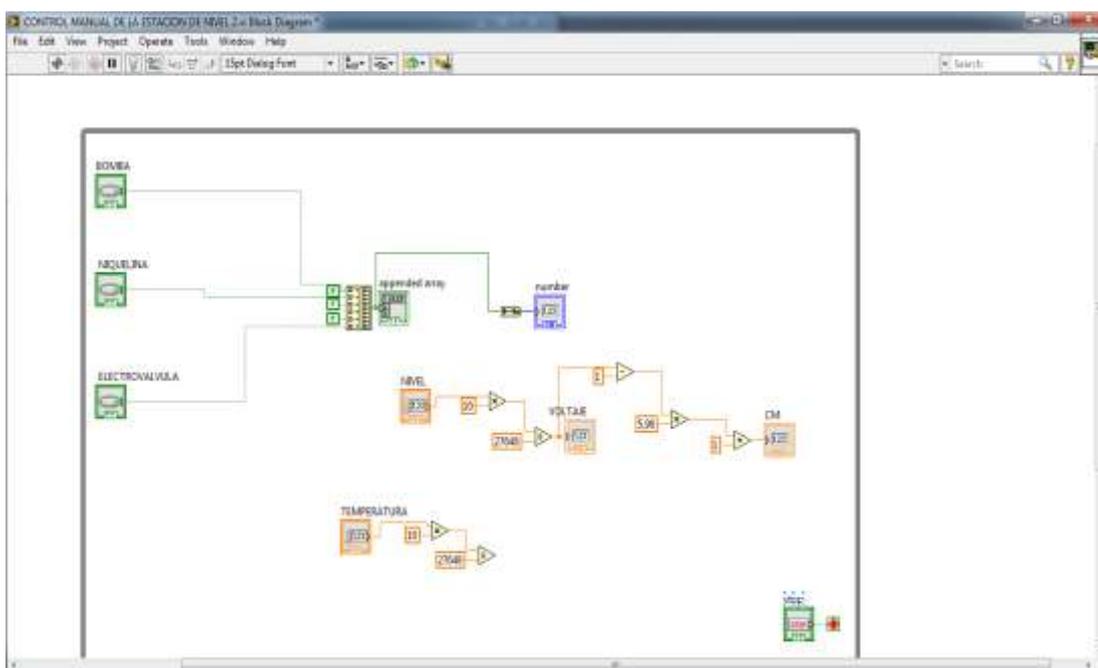


Figura 3.50 Ventana de aplicación de fórmula para lectura en voltaje

Crear un indicador y ejecutar el programa para verificar si los datos de temperatura ahora llegan en forma de voltaje de 1 a 10 Voltios.

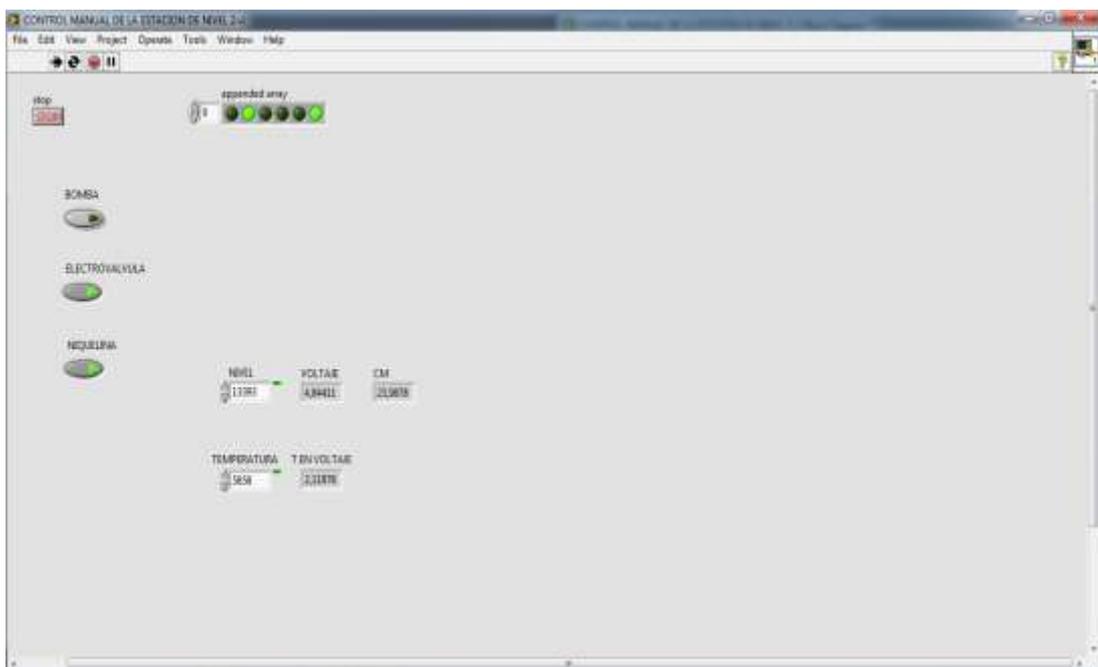


Figura 3.51 Ventana de comprobación de indicador de voltaje

3.3.6.2 Escalamiento para determinar la temperatura en forma de voltaje a grados Celsius

Ya con el indicador de temperatura del en rangos de voltaje realizar un escalamiento para determinar en nivel en grados Celsius para ello se toma los valores de voltaje máximo y mínimo dado por la estación que son de 0 a 5 Voltios, y los rangos para visualizar la temperatura de la estación que van de 20 a 70 grados Celsius.

Datos tomados:

En 5V \rightarrow 70°C

En 0 V \rightarrow 20°C

Aplicar el método gráfico de la pendiente como se muestra en la Figura 3.52. Para luego encontrar la ecuación que sustente a la misma.

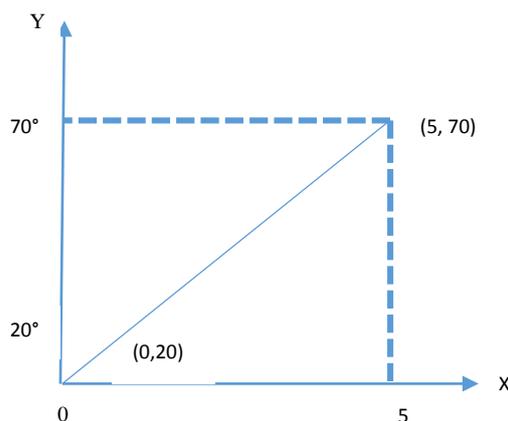


Figura 3.52 Método gráfico de la pendiente para temperatura en grados Celsius

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{70 - 20}{5 - 0}$$

$$m = \frac{50}{5}$$

$$m = 10$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - 20 = 10(x - 0)$$

$$y = 10(x - 0) + 20$$

$$y = 10x + 20$$

Una vez ya establecida la ecuación obtenida en el escalamiento se debe aplicar en la programación. Dar clic derecho sobre el panel de diagrama de bloques y seleccionar Programming>Numeric y en la ventana sacar un Multiply con una constante de valor 10 y Add con una contante de valor 20.

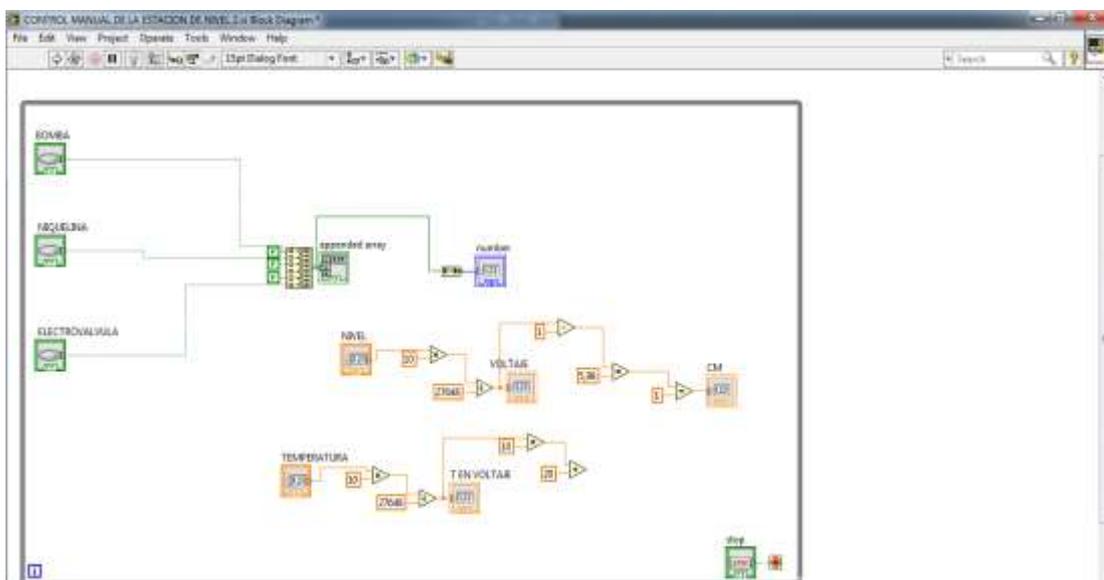


Figura 3.53 Ventana de aplicación de fórmula para lectura de temperatura en grados Celsius

Unir esta conversión del escalamiento a la salida de la conversión de voltaje de la temperatura y crear un indicador para la visualización.

Finalmente, verificar el funcionamiento en el panel frontal ejecutando el programa.



Figura 3.54 Ventana de comprobación de indicador de temperatura

3.3.7 Implementación de la consola HMI final para el control y monitoreo de la estación de nivel y temperatura

Ocultar todos los controles e indicadores utilizados en la programación que no se desee, para ello ir al panel de diagrama de bloques y dar clic derecho sobre el control o indicador que se desee ocultar y seleccionar la opción Hide Control/Hide Indicator respectivamente.

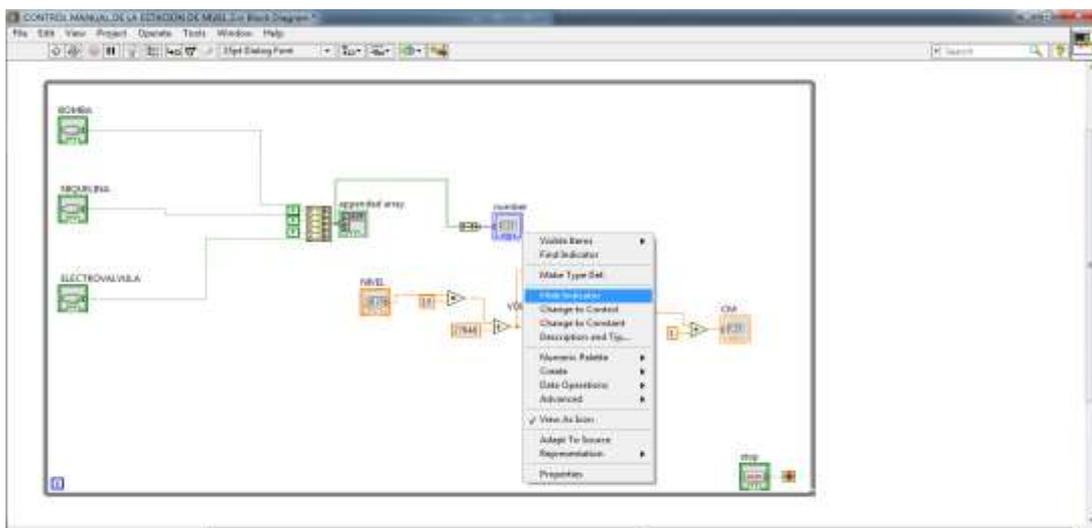


Figura 3.55 Ventana de selección Hide Indicator

Asignar nombres a los controles e indicadores en caso de no tenerlos así como el título general de la consola y demás detalles como descripción de los controles, tamaño de controles e indicadores y la decoración que sea del agrado del operador.

Entonces así queda la consola HMI como la figura 3.56.



Figura 3.56 Consola HMI para el control y monitoreo de la estación de nivel y temperatura de líquido, controlada por el PLC 2-ESCLAVO 1 de la red Profibus DP con PLC S7-1200

3.4 Implementación del HMI para el control y monitoreo de las variables PLC 3-esclavo 2 destinado al control PID de un motor trifásico SIEMENS de la red Profibus DP con PLC S7-1200

La siguiente sección detalla paso a paso como se realizó el HMI para el control PID de un motor trifásico de la red, se especifica todos los parámetros desarrollados como etiquetas, Datasocket, comunicación respectiva de NI OPC Server con LabVIEW y la implementación de los controles e indicadores para la consola HMI.

3.4.1 Configuración de NI OPC Servers

Para iniciar la configuración primero ejecutar el programa, seleccionar la opción “Click to add channel” donde se despliega el asistente de configuración, asignar el nombre HMI para el canal y dar clic en siguiente.

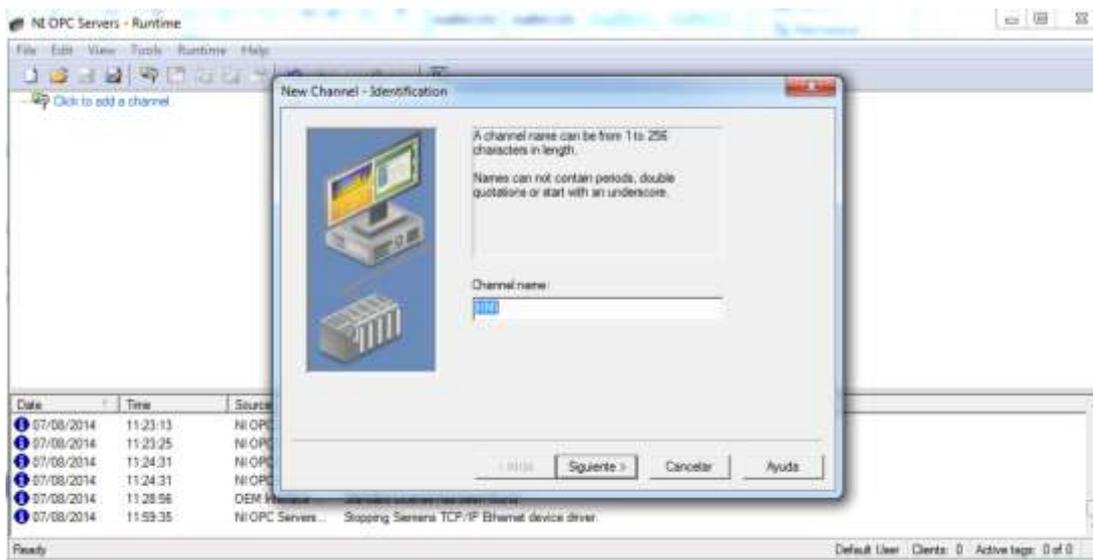


Figura 3.57 Ventana de asignación de nombre de nuevo canal

En la opción Device Driver desplegar la lista de opciones de dispositivos controladores para seleccionar la opción Siemens TCP/IP Ethernet.



Figura 3.58 Ventana de selección de dispositivo controlador

Los siguientes parámetros no se realiza modificaciones porque vienen dados por defecto de fábrica solo se deberá seleccionar el botón siguiente hasta visualizar la última pantalla donde indica que el canal está configurado correctamente, si toda la información es correcta dar clic en finalizar para guardar la configuración en el nuevo canal.



Figura 3.59 Ventana de verificación de configuración de canal

A continuación dar clic en la opción “Click to add a device” donde aparece el asistente de configuración de dispositivo nuevo y asignar el nombre CONTROL PID MOTOR para reconocer el dispositivo.

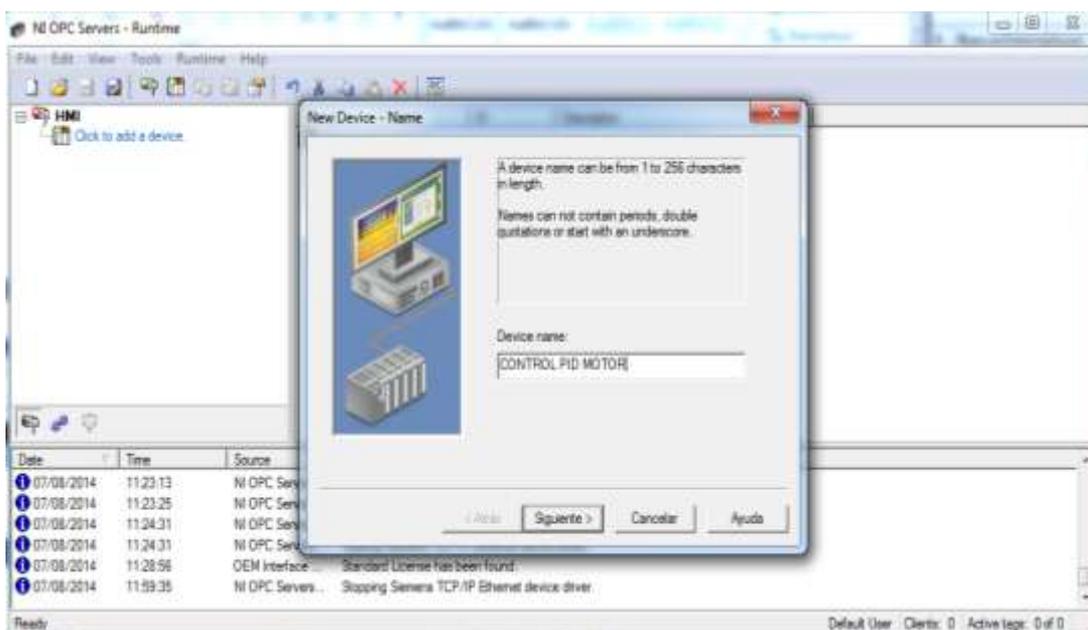


Figura 3.60 Ventana de asignación de nombre de dispositivo

Desplegar la lista de modelos de dispositivos y seleccionar S7-1200.



Figura 3.61 Ventana de selección de modelo de dispositivo

Asignar la identificación del dispositivo 192.168.0.1 que es la dirección IP que está establecida en el PLC 1-MAESTRO de la red Profibus DP.



Figura 3.62 Ventana de identificación de dirección IP

Los siguientes parámetros tiempos de conexión, tiempo de espera y tiempo de retardo no serán modificados y serán definidos por defecto de fábrica, así que dar clic en el botón siguiente hasta que aparezca la ventana de verificación de configuración del dispositivo.

Dar clic en el botón finalizar para comenzar a usar el nuevo dispositivo.

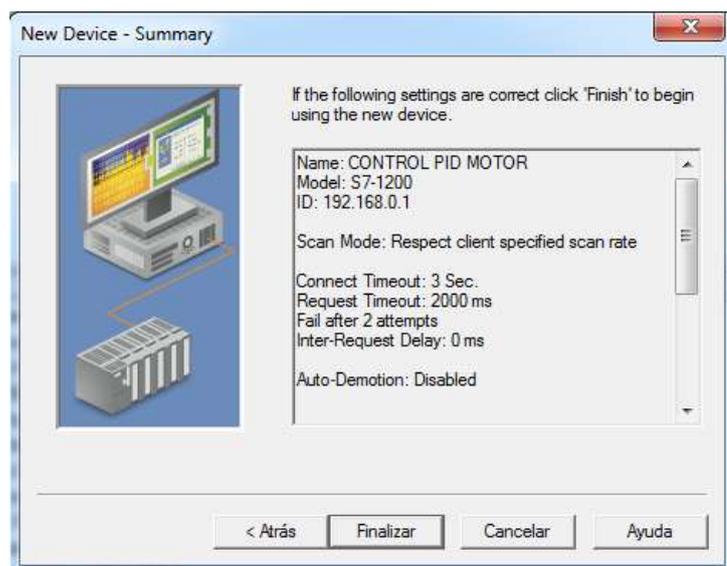


Figura 3.63 Ventana de verificación de configuración de dispositivo

3.4.2 Conexión NI OPC Server con LabVIEW

Crear 3 etiquetas las cuales tendrán tres funciones específicas y distintas.

3.4.2.1 Verificación de las tablas de marcas internas de área de memoria del PLC para la creación de etiquetas (TAGS)

Revisar las tablas de las marcas internas del área de memoria ya preestablecidas en la configuración del PLC1-MAESTRO para el HMI, las cuales se utiliza para etiquetar y comunicar con LabVIEW mediante su servidor NI OPC.

Después de visualizar se analizó las marcas internas y se procede a configurar las etiquetas con la información siguiente:

Tabla 3.2

Marcas internas del PLC asignadas para HMI del PLC 3-Esclavo 2

Inicio del Maestro	Inicio del Esclavo	Tipo de dato	Marcas	Función
Q2	→ I2	BYTE	MB5	Marca para el encendido del motor a través del variador
Q3	→ I3	BYTE	MB50	Marca para la recepción del Setpoint
I3	← Q2	WORD	MW20	Marca para la recepción de la frecuencia para transformar a RPM

3.4.2.2 Configuración de etiqueta para interruptor de encendido y apagado del variador de velocidad que controla el motor

Dar clic en la opción “ Click to add new tag” donde aparece el asistente de configuración de propiedades.

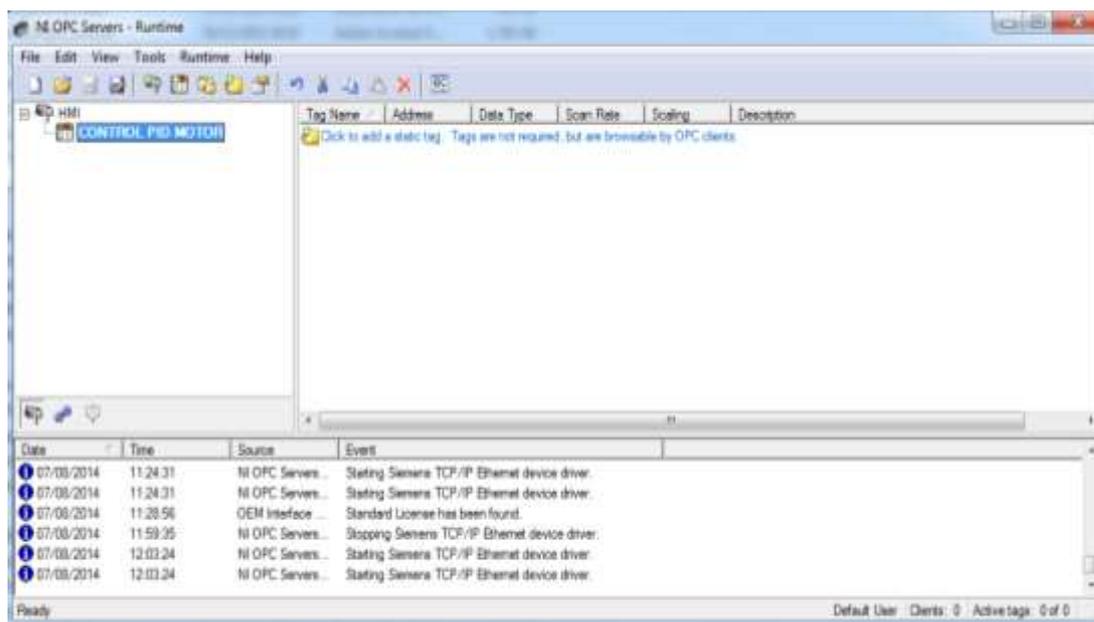


Figura 3.64 Ventana de configuración de etiquetas

Asignar el nombre CONTROL VARIADOR a la etiqueta y la dirección de la marca interna MB5 establecida en el PLC 1-MAESTRO de la red Profibus DP.

Automáticamente se asigna el tipo de dato “Byte” porque la marca interna de área de memoria del PLC esta dado en Byte, para terminar seleccionar Read/Write en Client access porque se va a escribir datos y dar clic en aceptar.

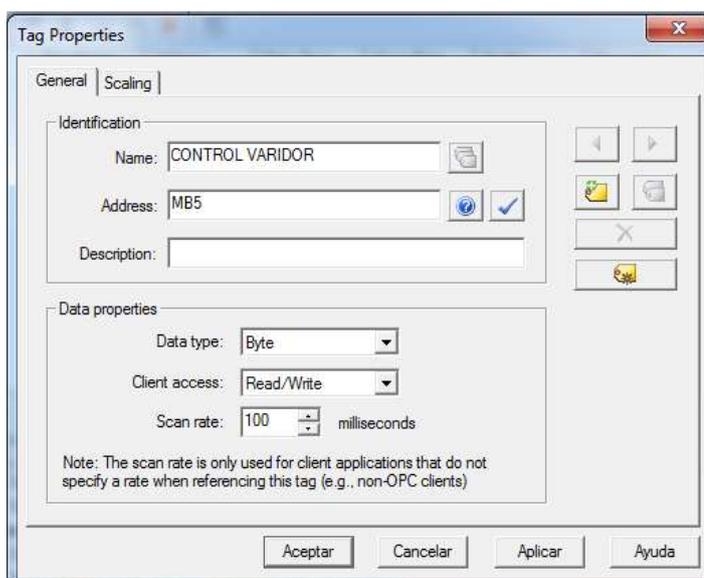


Figura 3.65 Ventana de configuración de propiedades de etiqueta

3.4.2.3 Configuración de etiqueta para el envío del Setpoint necesario para el control PID

Dar clic en la opción New Tag donde aparece el asistente de configuración de propiedades.

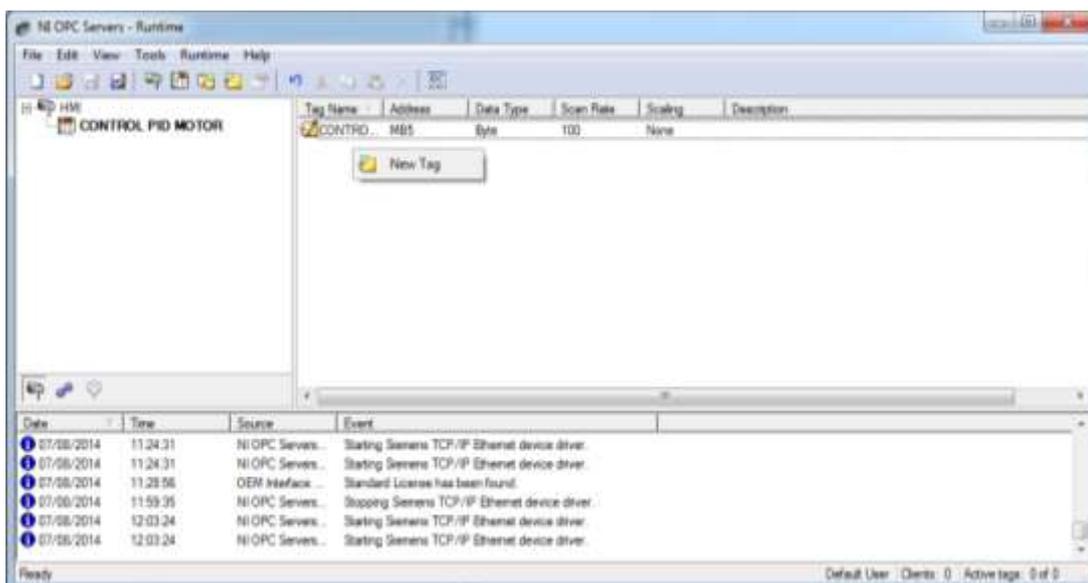


Figura 3.66 Ventana de configuración de nueva etiqueta

Asignar el nombre FIJAR SET POINT y la dirección de la marca interna MB50 ya configurada en el PLC 1-MAESTRO de la red Profibus DP.

Automáticamente se asigna tipo de dato "Byte" porque la marca interna esta dado en Byte, para terminar seleccionar Read/Write porque se va a escribir y leer datos y dar clic en aceptar.

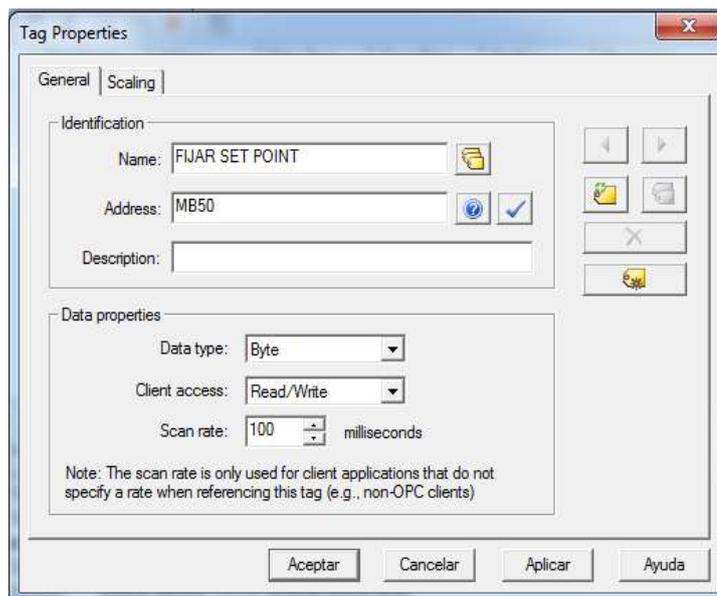


Figura 3.67 Ventana de configuración de propiedades de etiquetas

3.4.2.4 Configuración de la etiqueta para visualización de la frecuencia a la salida del contador rápido del PLC

Dar clic en la opción New Tag donde aparece el asistente de configuración de propiedades.

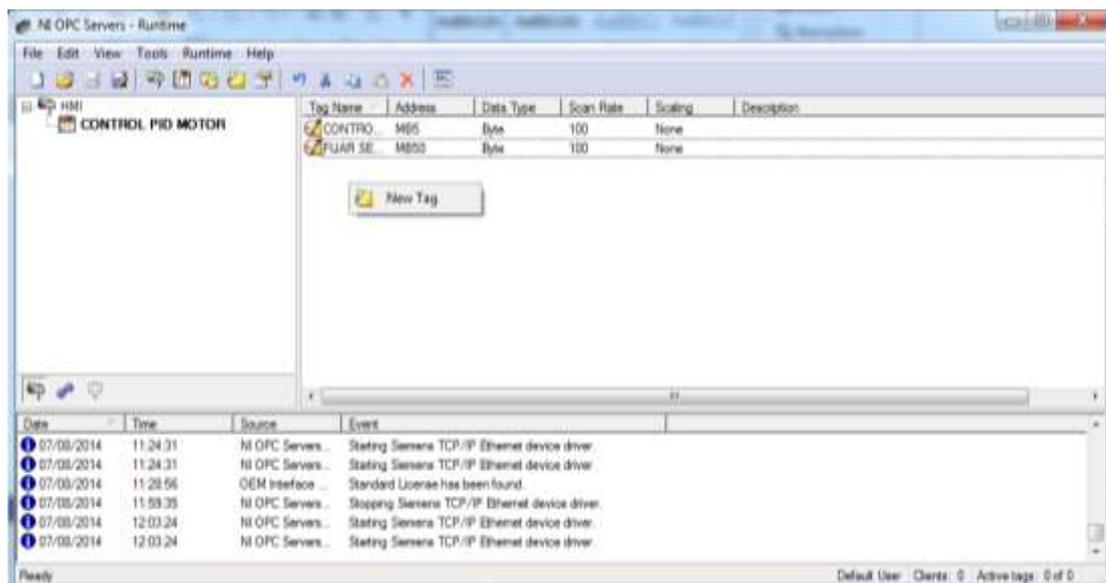


Figura 3.68 Ventana de configuración de nueva etiqueta

Asignar el nombre FRECUENCIA y la dirección de la marca interna MW20 ya configurada en el PLC 1- MAESTRO la red Profibus DP.

Automáticamente se asigna tipo de dato “Word” porque la marca interna esta dado en Word, para terminar seleccionar Read Only porque solo se va a leer datos y dar clic en aceptar.

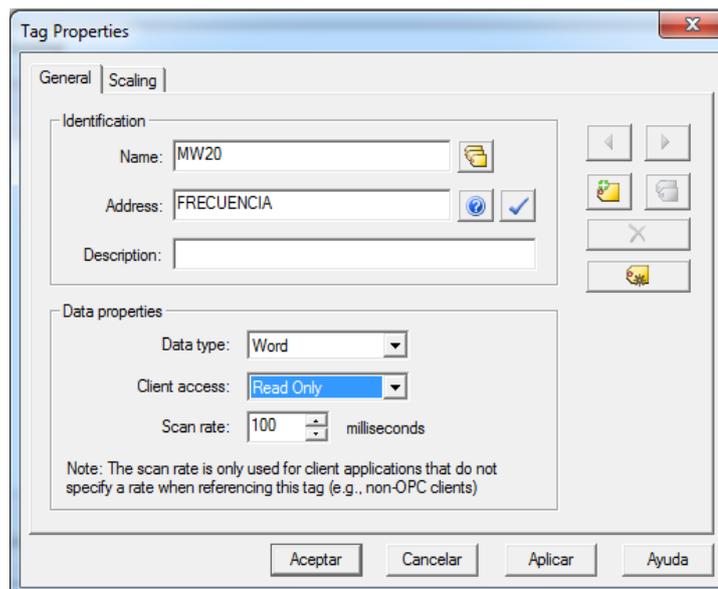


Figura 3.69 Ventana de configuración de propiedades de etiqueta

3.4.3 Implementación de la consola HMI mediante LabVIEW

Ejecutar LabVIEW 2013 y crear un nuevo VI en blanco, asignar un nombre tal como HMI CONTROL MOTOR.

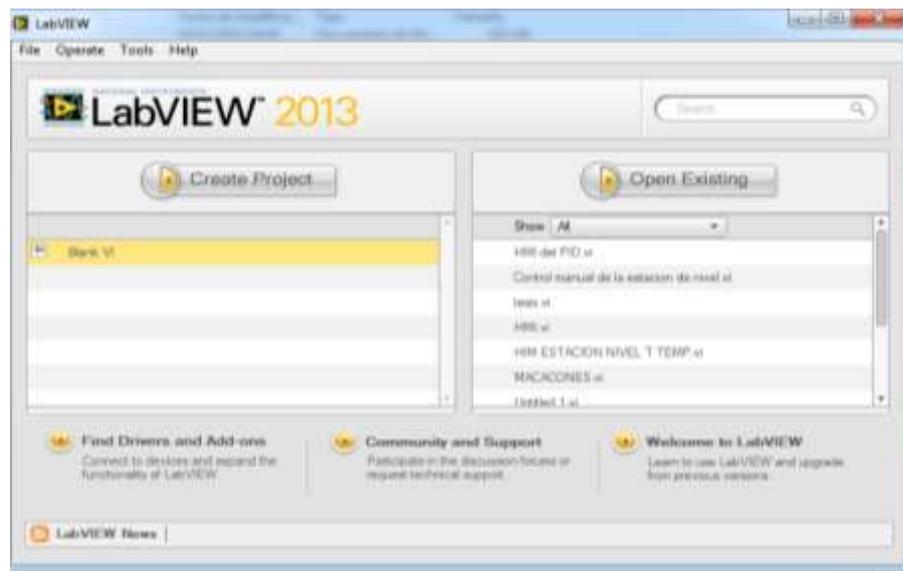


Figura 3.70 Ventana de presentación de LabVIEW 2013

Crear tres controles, dar clic derecho sobre el panel frontal para seleccionar Controls>Buttons>Push Button.

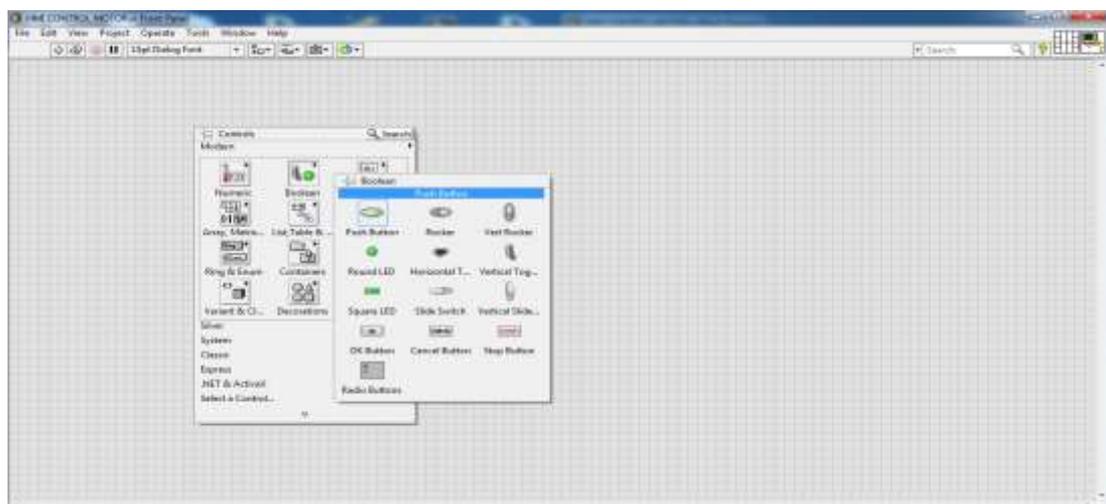


Figura 3.71 Ventana de creación de control booleano

Dirigirse al panel de diagrama de bloques, dar clic derecho sobre el y seleccionar Programming>Boolean>Bool to (0,1).

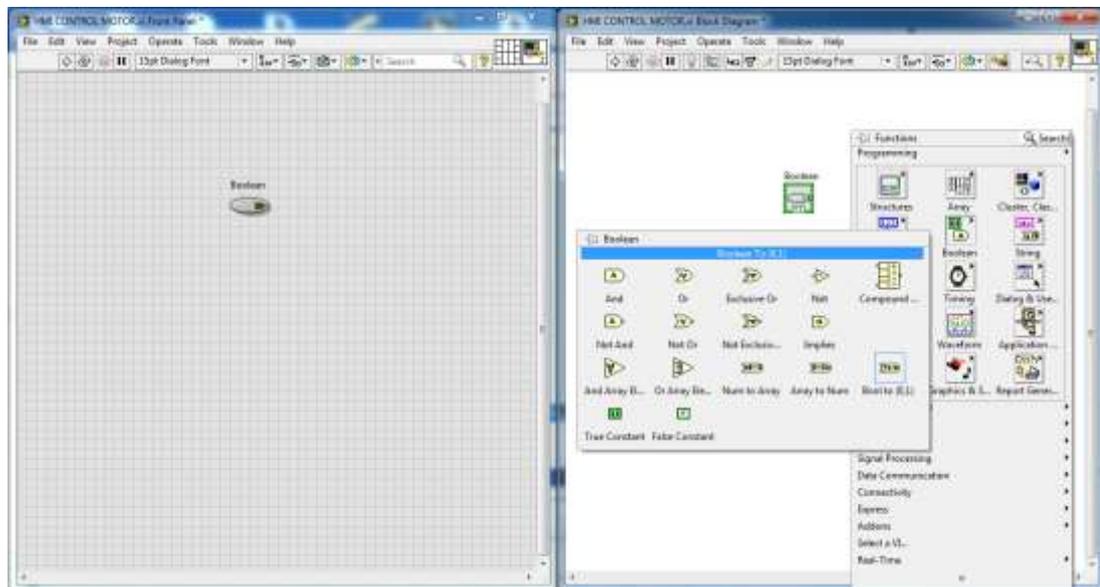


Figura 3.72 Ventana de creación de booleano Bool to (0,1)

Unir Bool to (0,1) al control del interruptor y dar clic derecho sobre el control y crear un indicador.

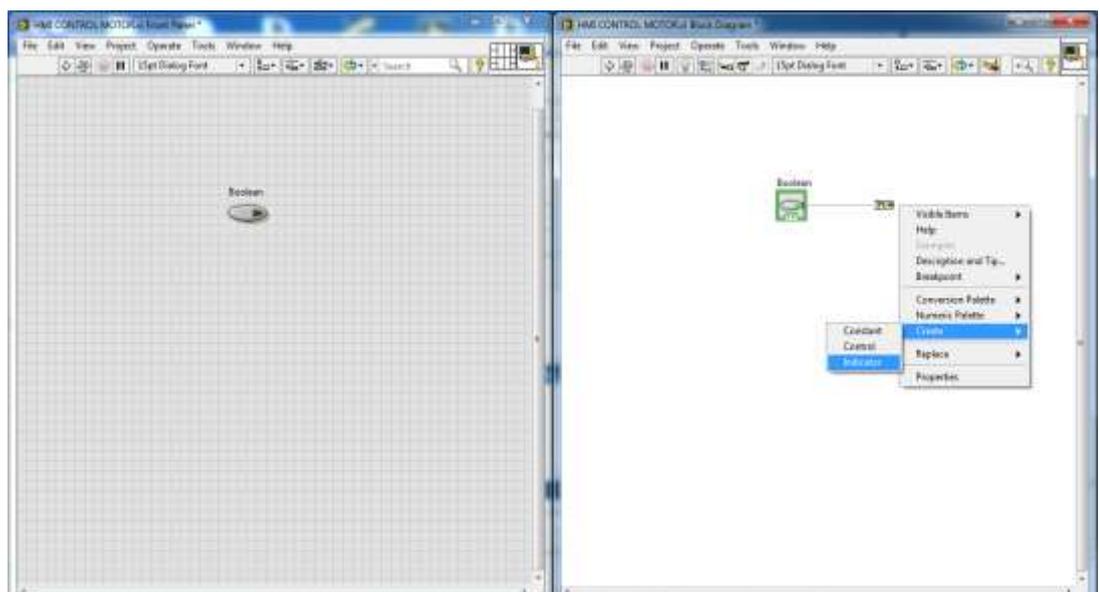


Figura 3.73 Ventana de creación de indicador para Bool to (0,1)

A continuación crear una estructura While Loop para que el proceso sea de forma secuencial. Dar clic derecho sobre el panel de diagrama de bloques>Programming>Structures>While Loop.

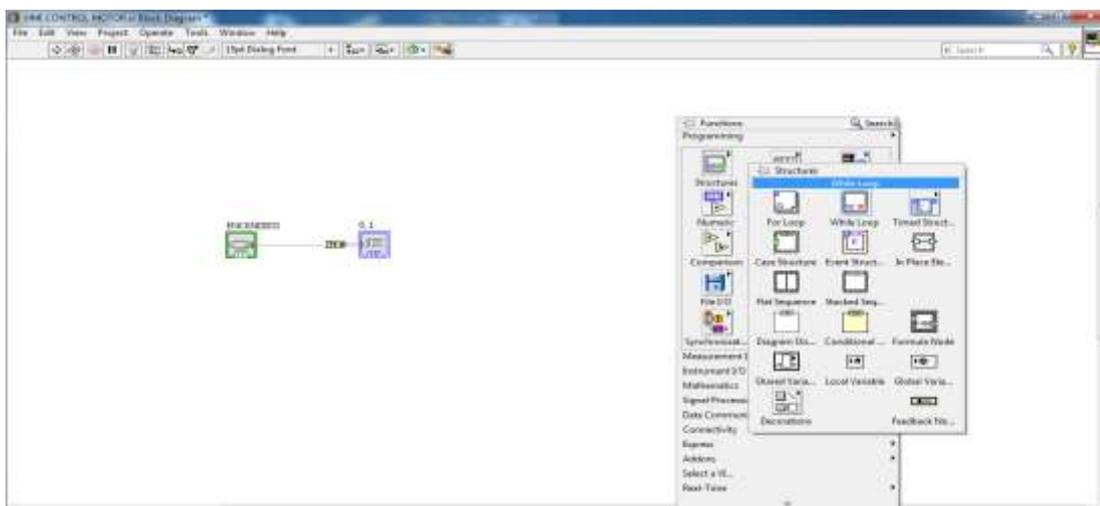


Figura 3.74 Ventana de creación de estructura While Loop

Dirigirse al panel frontal y ejecutar con el botón RUN ubicado en la parte superior identificado con una flecha para verificar si el control funciona correctamente marcando en el indicador 0 cuando este apagado y 1 cuando este encendido porque que en este configuraremos Datasocket.

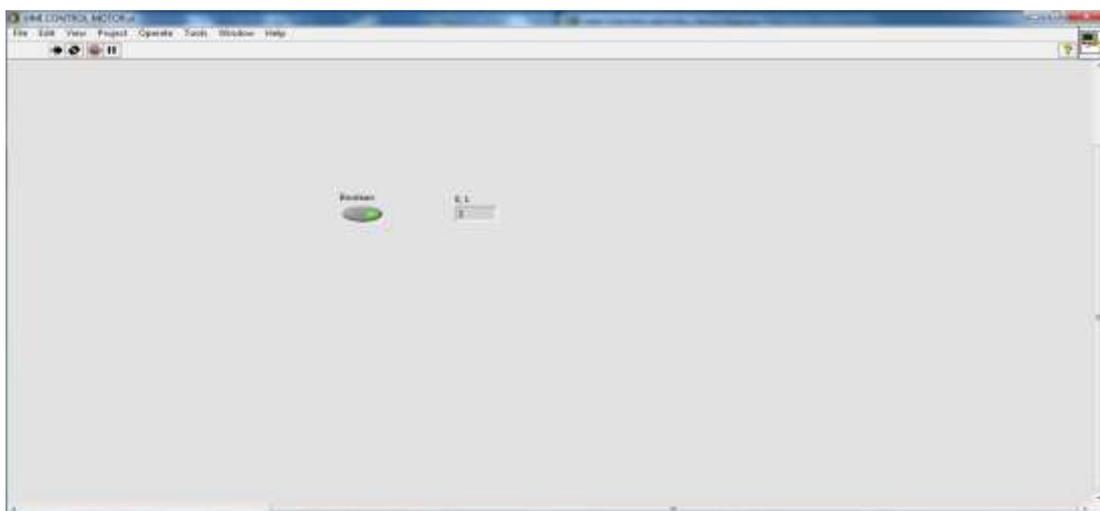


Figura 3.75 Ventana de indicador Bool to (0,1)

3.4.4 Configuración Datasocket para interruptor de variador de velocidad

Dar un clic derecho sobre el indicador numérico de nombre “0,1” y seleccionar propiedades donde aparece la ventana de propiedades del indicador.

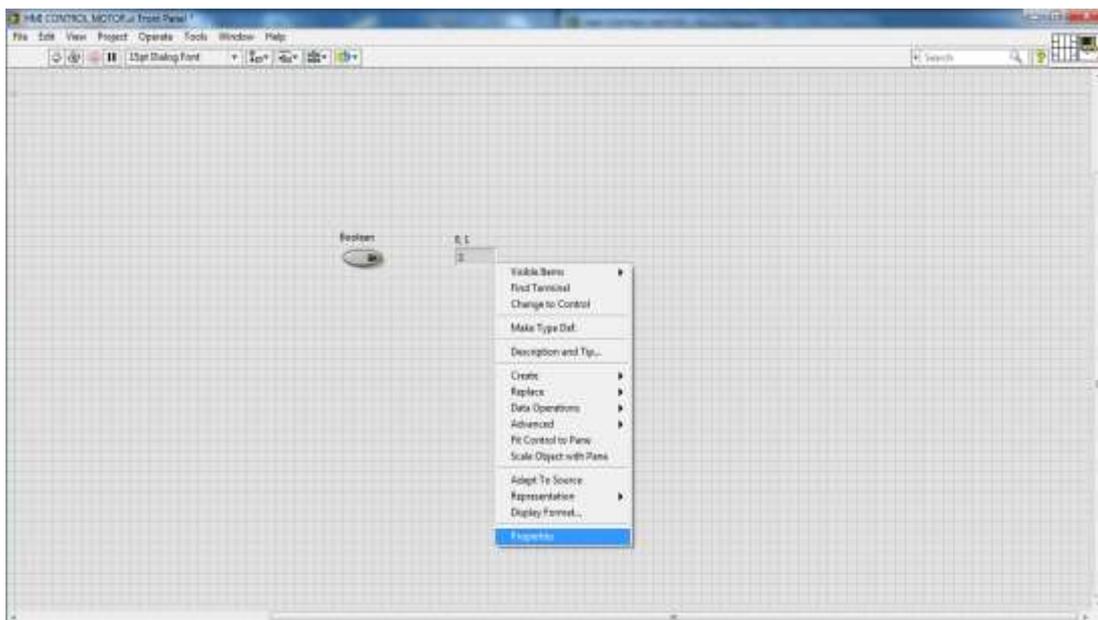


Figura 3.76 Ventana de acceso a propiedades del indicador

A continuación seleccionar la pestaña Data Binding, desplegar las opciones de Data Binding Selection y escoger DataSocket. Después seleccionar Write only en data Access porque solo se va a enviar datos, para proceder a seleccionar el protocolo de comunicación DSTP Server en la opción browser.

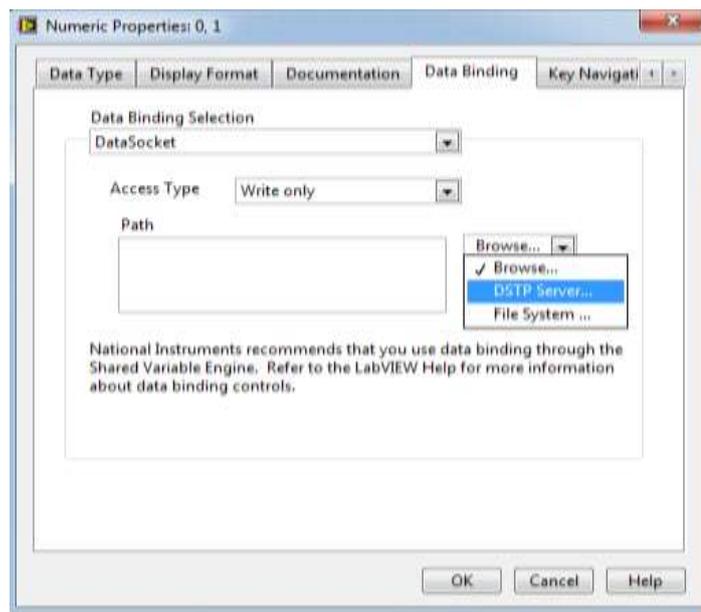


Figura 3.77 Ventana de configuración Datasocket

Seleccionar la carpeta National Instruments.NIOPCServers.V5 que es donde se almacenan el canal y dispositivo configurados en NI OPC Server.

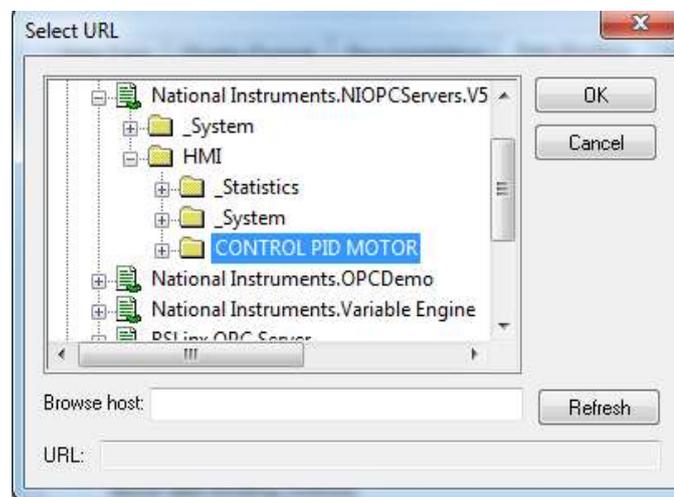


Figura 3.78 Ventana selección de carpeta de National Instruments

Seleccionar la carpeta del canal HMI y la carpeta del dispositivo CONTROL PID MOTOR donde se almacena la etiqueta ya antes creada para el interruptor de nombre CONTROL VARIADOR.

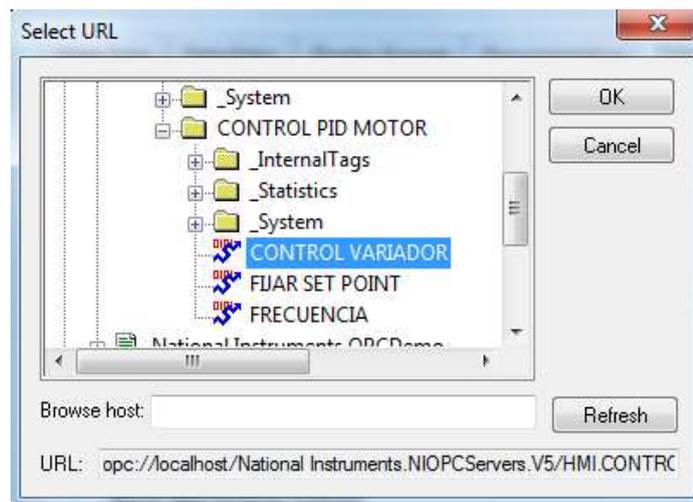


Figura 3.79 Ventana de selección de etiqueta CONTROL VARIADOR

Volver al panel frontal, dar clic derecho sobre el indicador y seleccionar la opción Hide Indicator para ocultar este control que ya no se necesita para la consola.

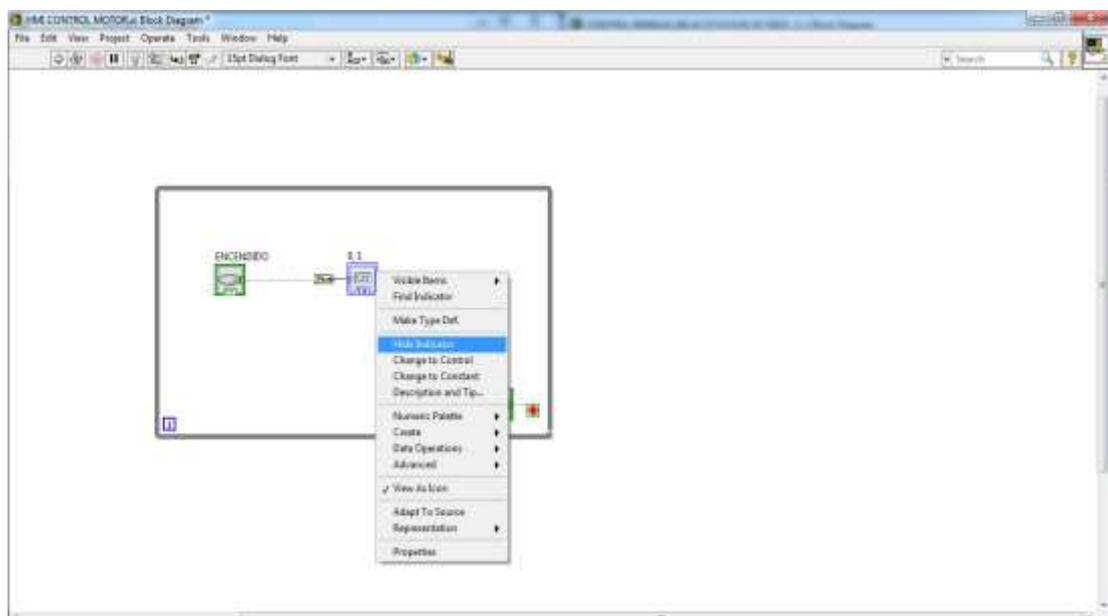


Figura 3.80 Ventana de selección Hide Indicator

Finalmente, volver al panel frontal, asignar un nombre como ENCENDIDO, seleccionar el botón RUN ubicado en la parte superior con el símbolo de una flecha, ejecutar el programa y comprobar la funcionalidad del interruptor.

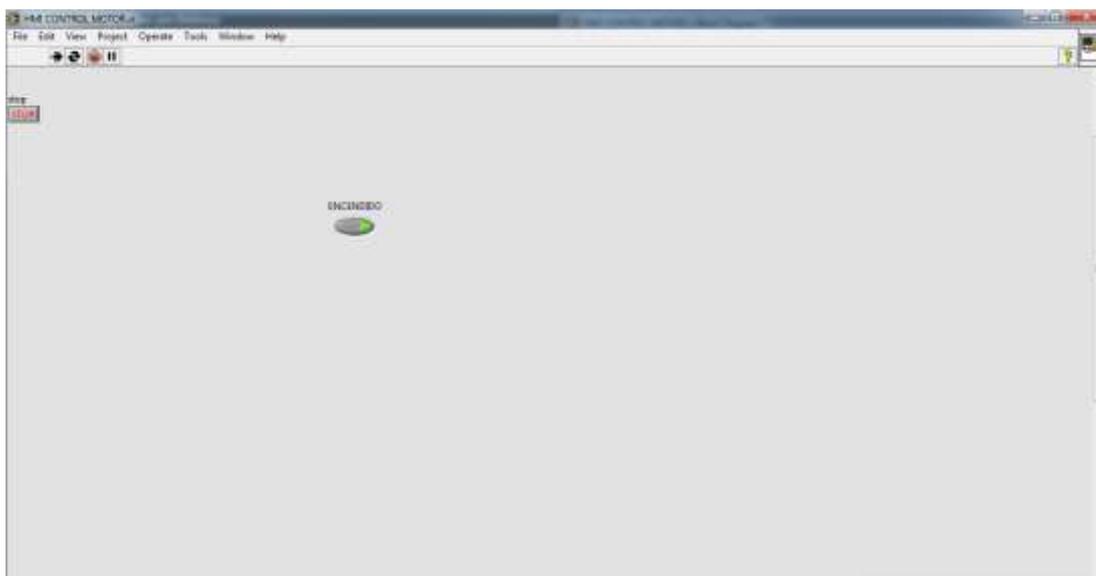


Figura 3.81 Ventana de comprobación de interruptor

3.4.5 Creación de control y configuración de Datasocket para el control envío del Setpoint

Sobre el panel frontal dar clic derecho, seleccionar Controls>Numeric>Numeric Control.

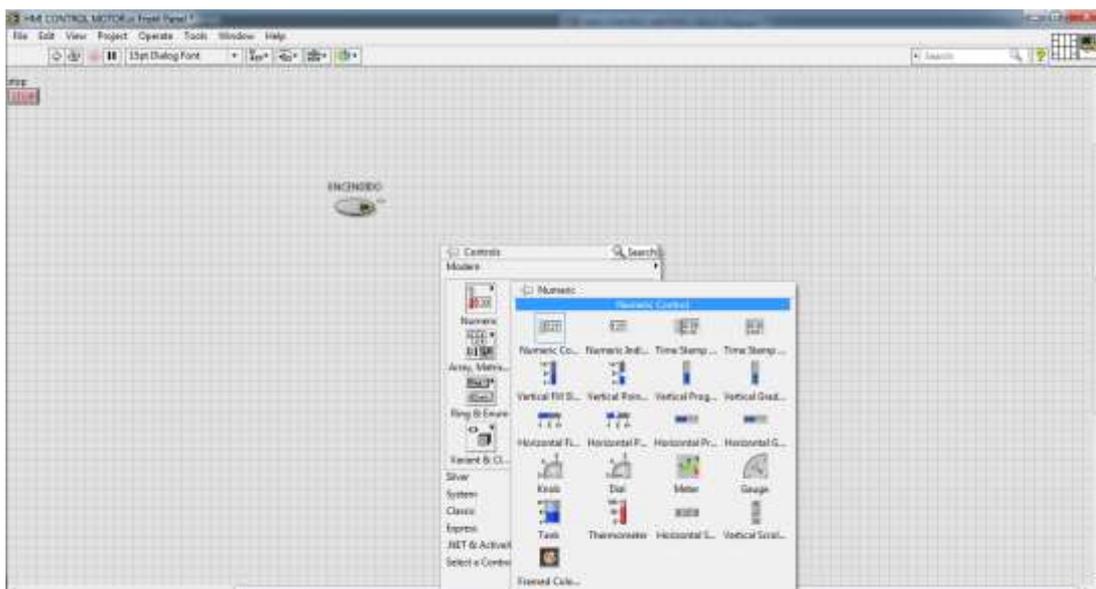


Figura 3.82 Ventana de creación de indicador numérico

Dar un clic derecho sobre el Control numérico y seleccionar propiedades.

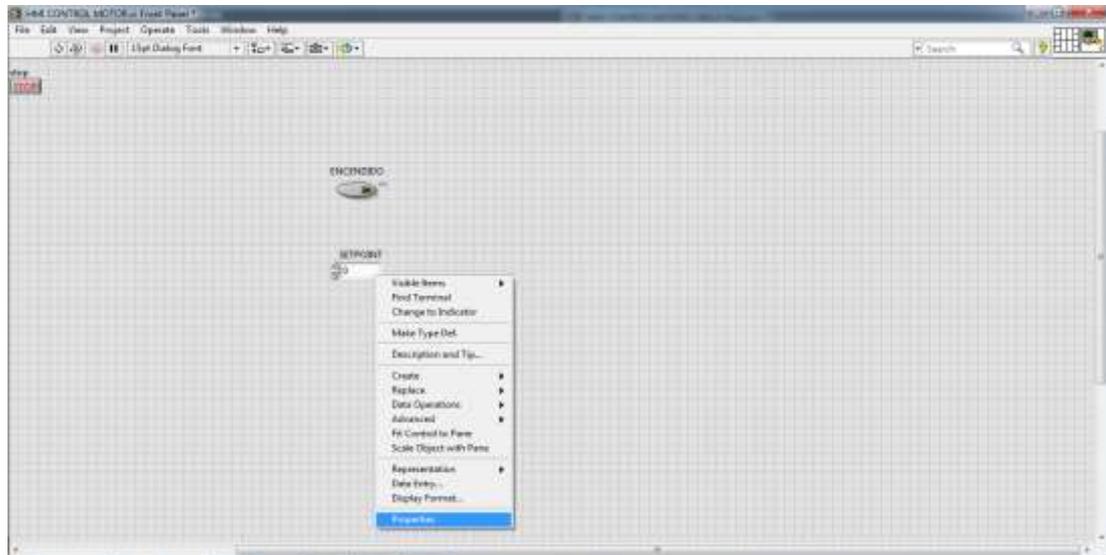


Figura 3.83 Ventana de acceso a propiedades del indicador

Seleccionar la pestaña Data Binding, desplegar las opciones de Data Binding Selection y escoger Datasocket. Después seleccionar Read/Write en data Access porque se va a leer y escribir datos, proceder a seleccionar el protocolo de comunicación DSTP Server en la opción browser.

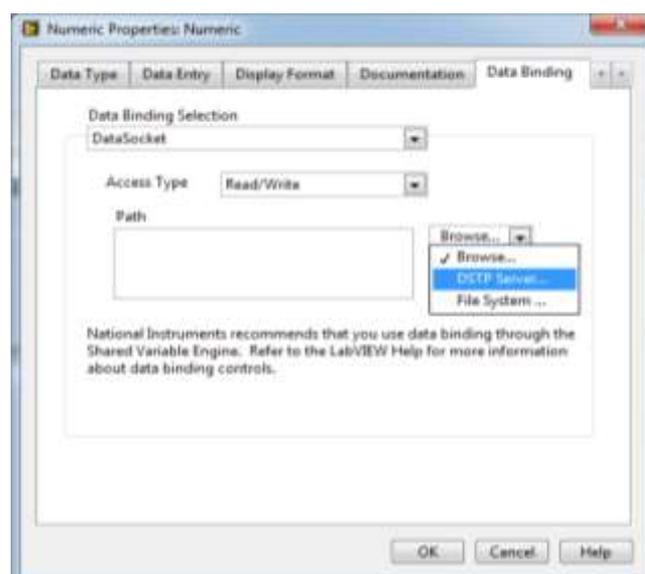


Figura 3.84 Ventana de configuración Datasocket

Seleccionar la carpeta National Instruments.NIOPCServers.V5 que es donde se almacena el canal y dispositivo configurados en NI OPC Server.

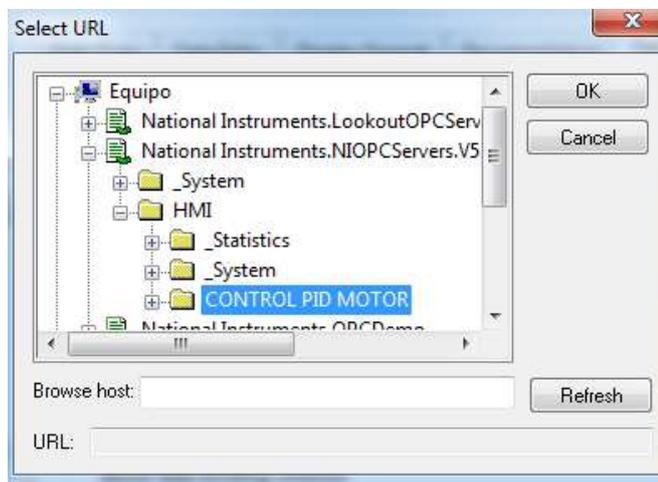


Figura 3.85 Ventana de selección de la carpeta National Instruments

A continuación seleccionar la carpeta del canal HMI, luego la del dispositivo CONTROL PID MOTOR donde se almacena la etiqueta de nombre FIJAR SET POINT que es específicamente para la escritura de los datos del SetPoint.

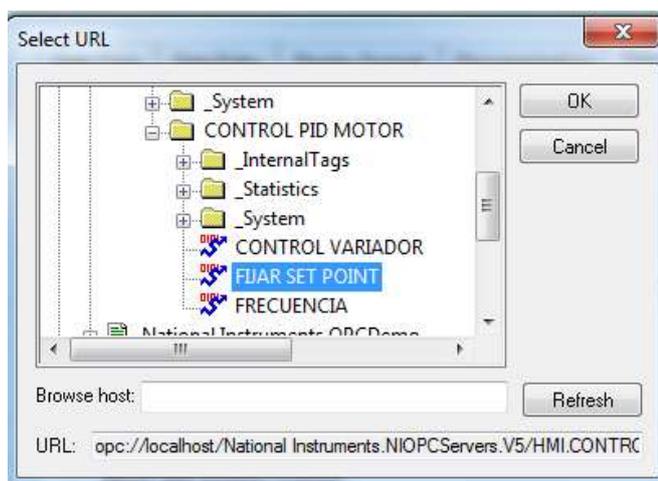


Figura 3.86 Ventana de selección de etiqueta FIJAR SET POINT

Volver al panel frontal, ejecutar el programa y verificar si los datos que se escribe en el control son enviados al PLC 3-ESCLAVO 2 de forma correctamente en la red.

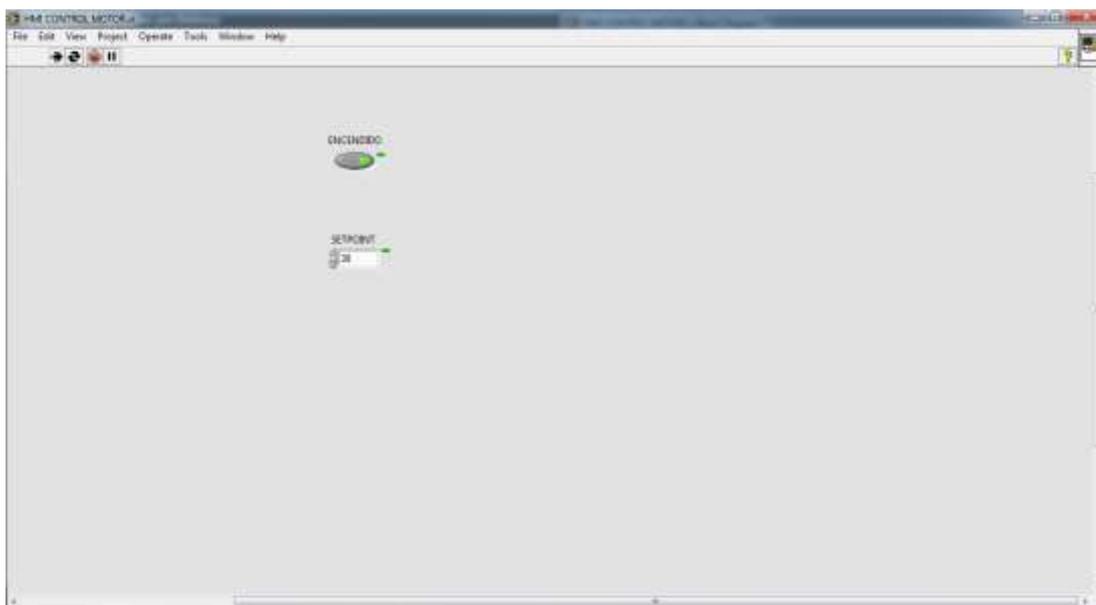


Figura 3.87 Ventana de comprobación de control SETPOINT

3.4.6 Creación de indicador y configuración de Datasocket para la lectura de la frecuencia de la salida del contador rápido del PLC

Dar clic derecho sobre el panel frontal, seleccionar Controls>Numeric Control>Numeric Indicator.

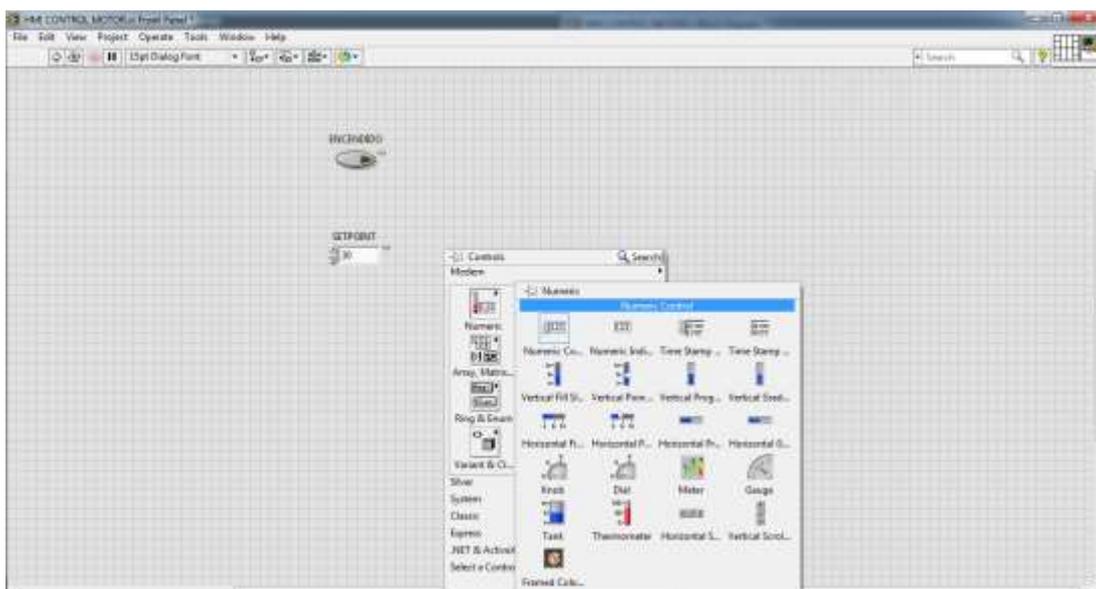


Figura 3.88 Ventana de creación de indicador numérico

Dar un clic derecho sobre el indicador numérico de velocidad y seleccionar propiedades.

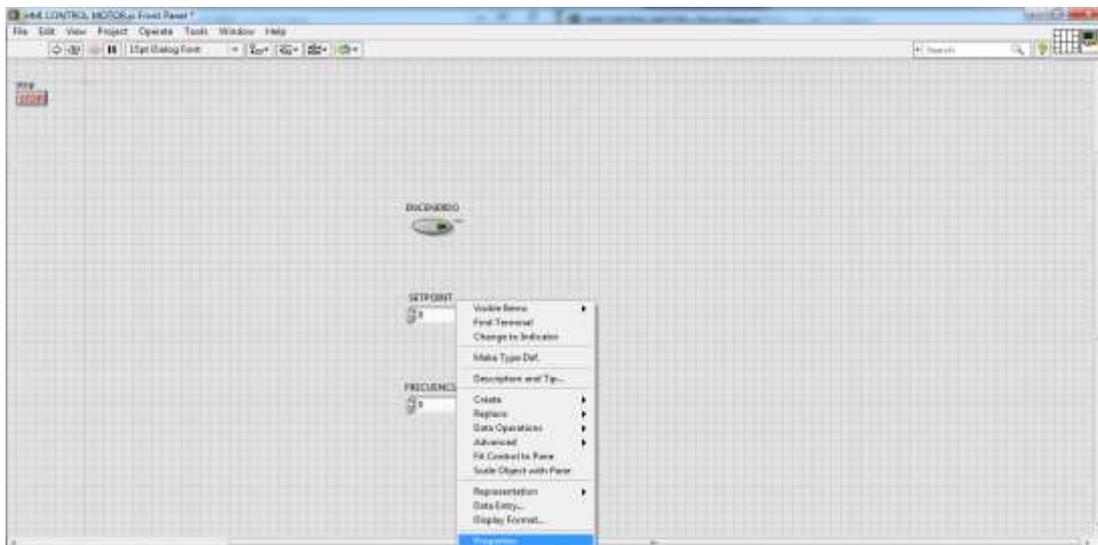


Figura 3.89 Ventana de acceso a propiedades del indicador

Seleccionar la pestaña Data Binding, desplegar las opciones de Data Binding Selection y escoger Datasocket. Después seleccionar Read only en data Access porque solo se va a leer datos, proceder a seleccionar el protocolo de comunicación DSTP Server en la opción browser.

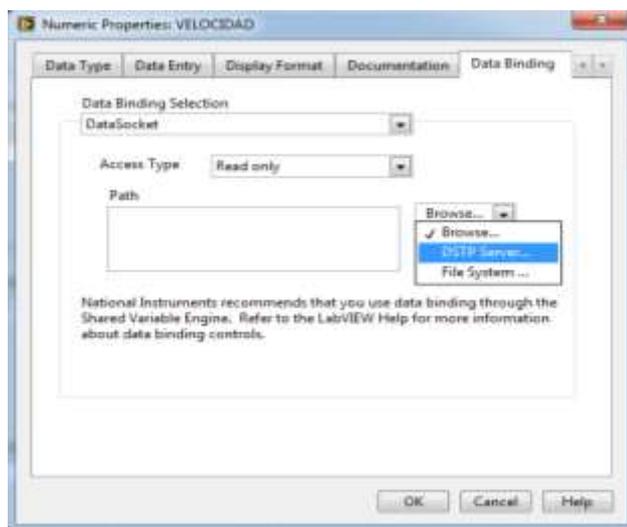


Figura 3.90 Ventana de configuración Datasocket

Seleccionar la carpeta National Instruments.NIOPCServers.V5 que es donde se almacenan el canal y dispositivo configurados en NI OPC Server.

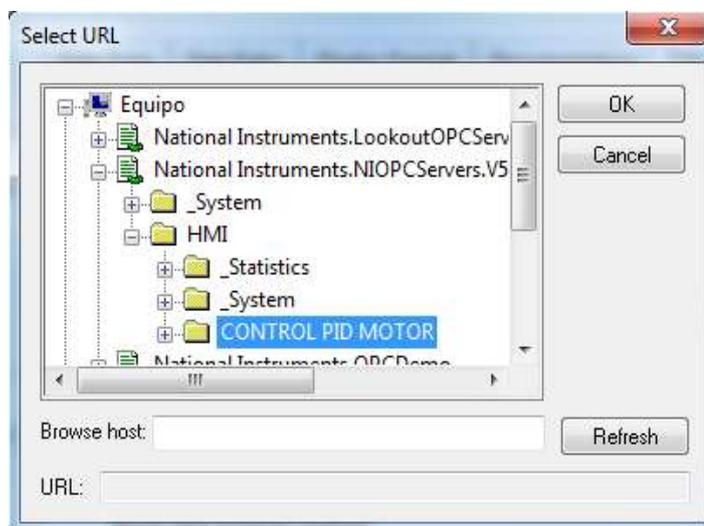


Figura 3.91 Ventana de selección de la carpeta National Instruments

A continuación seleccionar la carpeta del canal HMI, luego la del dispositivo CONTROL PID MOTOR donde se almacena la etiqueta de nombre FRECUENCIA que es específicamente para la lectura de los datos de la velocidad del motor.

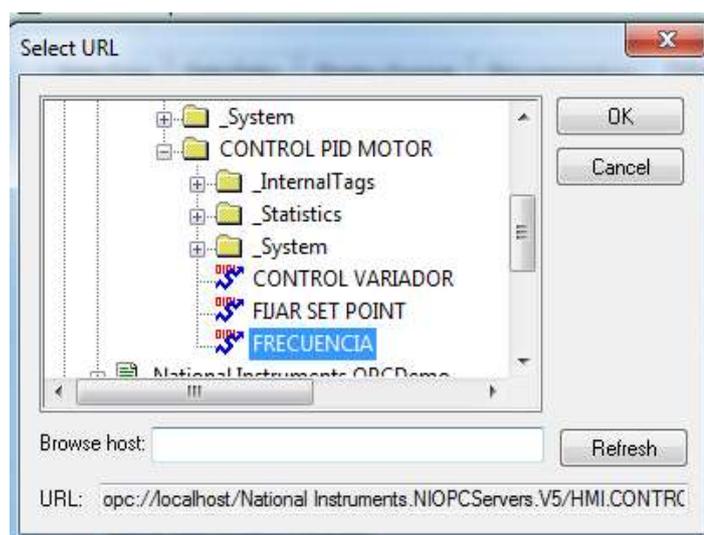


Figura 3.92 Ventana de selección de etiqueta FRECUENCIA

Volver al panel frontal, ejecutar el programa y verificar si los datos de la frecuencia del motor controlados por del PLC3-ESCLAVO2 al momento de realizar el control PID están llegando correctamente.

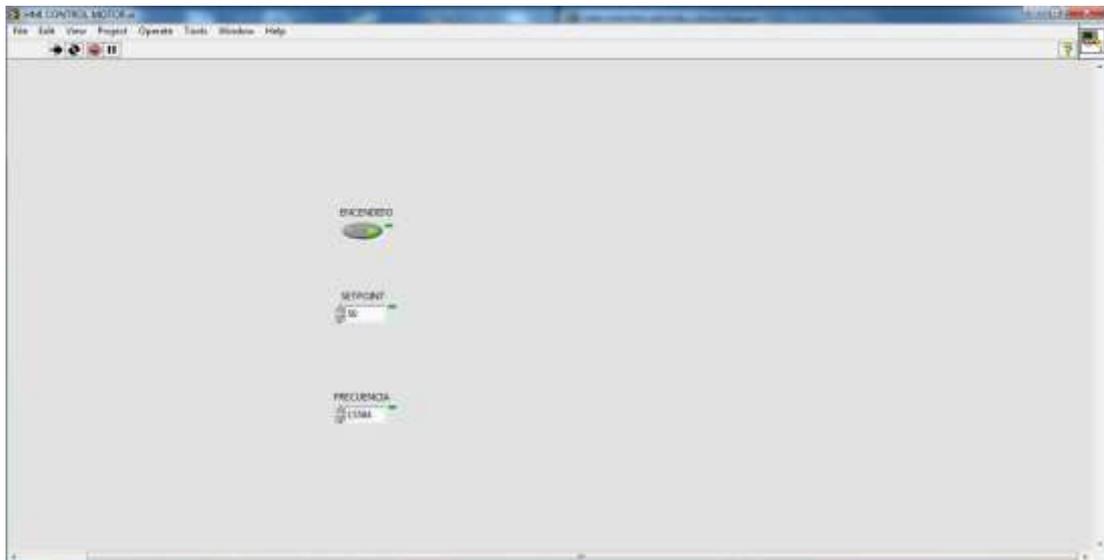


Figura 3.93 Ventana de comprobación de control FRECUENCIA

3.4.6.1 Conversión de la frecuencia de la salida del contador rápido del PLC3-esclavo 2 a RPM

El contador rápido del PLC entrega la frecuencia del motor la cual necesitaremos para transformar a RPM mediante la siguiente fórmula:

$$RPM = \frac{f * 60}{P/vuelta}$$

$$RPM = \frac{f * 60}{1024}$$

Donde:

f = Frecuencia de la salida

1024= Número de pulsos por vueltas

Una vez ya determinada la ecuación, implementar en la programación. Dar clic derecho sobre el panel de diagrama de bloques para seleccionar Programming>Numeric>Multiply crear una constante con valor 60, de igual manera seleccionar un Divide y crear una constante de valor 1024, unir esta conversión al indicador de velocidad.

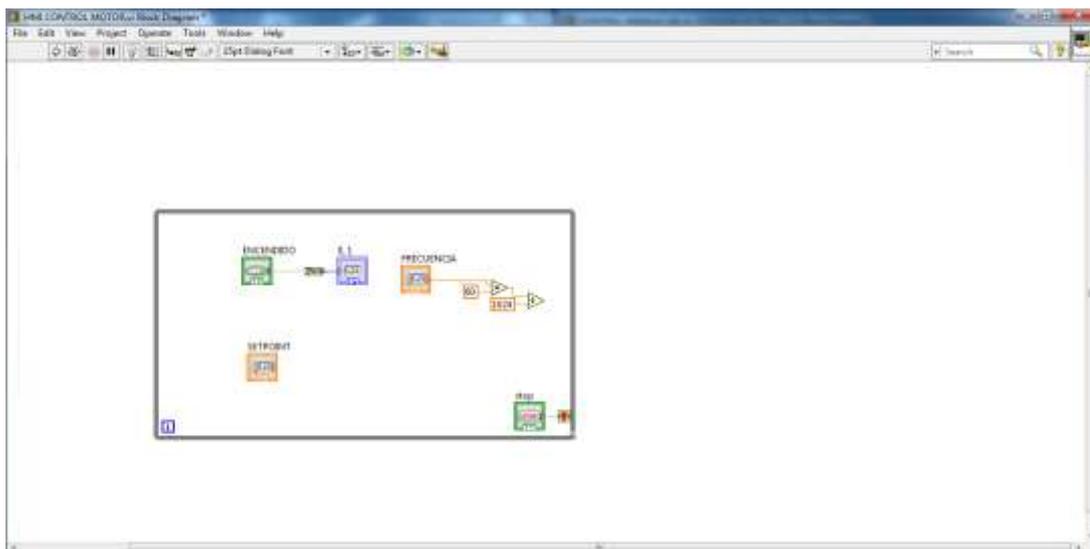


Figura 3.94 Ventana de aplicación de fórmula para lectura de RPM

Crear un indicador y ejecutar el programa para verificar si los datos se leen en RPM.

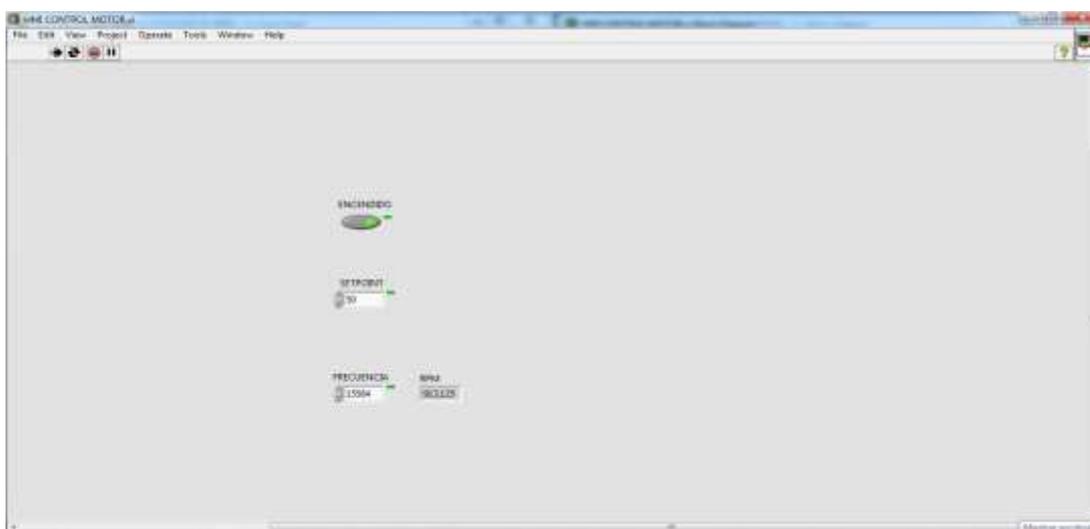


Figura 3.95 Ventana de comprobación de indicador de RPM

3.4.7 Implementación de la consola HMI final para el control PID del motor trifásico SIEMENS

Ocultar todos los controles e indicadores utilizados en la programación que no se desee en caso de requerirlo. Dirigirse al panel de diagrama de bloques y dar clic derecho sobre el control o indicador que se desee ocultar y seleccionar la opción Hide Control/Hide Indicator respectivamente.

Asignar nombres a los controles e indicadores en caso de no tenerlos así como el título general de la consola, demás detalles como la descripción de los controles e indicadores, el tamaño de los botones y la decoración que sea del agrado del operador. Entonces así quedará la consola HMI como la figura 3.96.



Figura 3.96 Consola HMI para el control y monitoreo del control PID de motor trifásico SIEMENS, controlado por PLC 3 –ESCLAVO 2 de la red Profibus DP de PLC S7-1200

3.5 Presentación del HMI Final para el control y monitoreo de la red Profibus DP de PLC S7-1200

Para la presentación final del proyecto se debe implementar las dos consolas HMI en una sola para poder controlar y monitorear todas las variables de la red desde un mismo lugar y al mismo tiempo.



Figura 3.97 Presentación del HMI Final para el control y monitoreo de la red Profibus DP de PLC S7-1200

3.6 Prueba y análisis de resultados

Una vez realizado toda la programación para las consolas HMI y la comunicación de LabVIEW con la red Profibus DP para el control manual de la estación de nivel temperatura de líquido, y el control PID de un motor trifásico se procedió a realizar las pruebas respectivas desde el mismo computador y de forma visual.

Se verificó que todos los datos de parámetros establecidos en el HMI realizado en LabVIEW sean los mismos de datos de los esclavos de la red y así determinar que los datos se estén compartiendo en tiempo real y sin margen de error.

Para esto NI OPC Server cuenta con una herramienta importante llamada OPC Quick Client que se accede directamente en el mismo programa haciendo clic en el icono  denominado con el mismo nombre.

Este sirve para obtener información de todos las etiquetas TAGs y si los datos de las I/O se están receptando de forma correcta en el sistema HMI.

3.6.1 Prueba funcional mediante OPC QUICK Client para control manual de la estación de nivel y temperatura de líquido

Dirigirse a la configuración de NI OPC Servers respectivo y dar clic en el icono de OPC Quick Client que se indica en la figura 3.98 con una circunferencia de color verde.

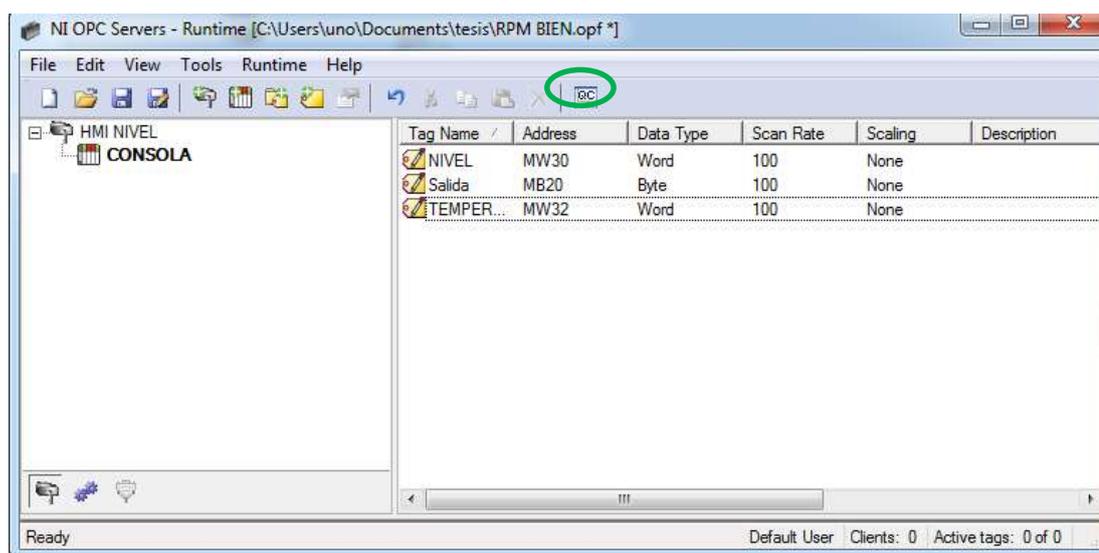


Figura 3.98 Ventana de indicación del icono de acceso a OPC Quick Client

En la ventana de OPC Quick Client seleccionar la carpeta System donde se almacena la carpeta del canal y dispositivo configurados para la comunicación con la red.

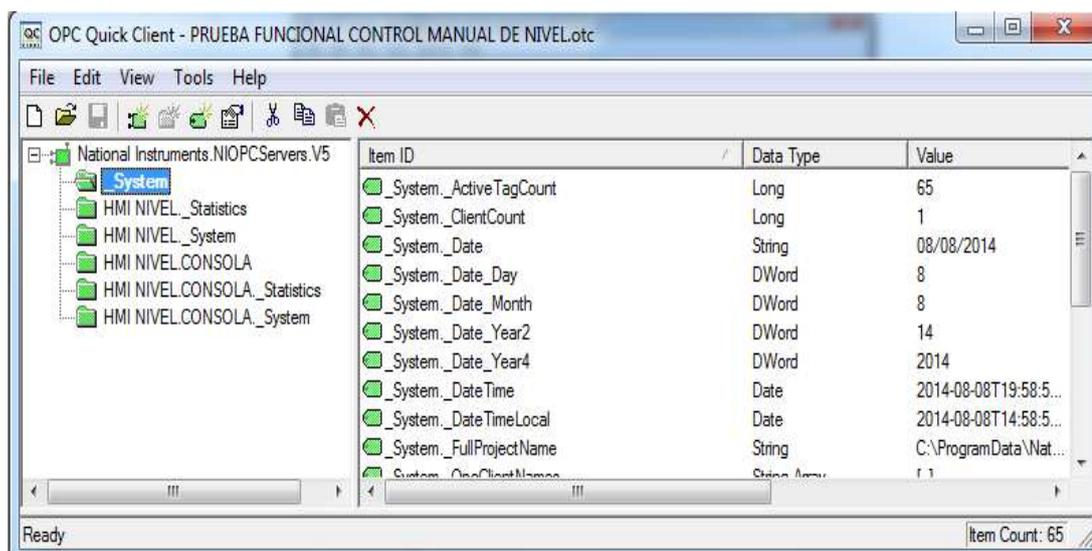


Figura 3.99 Ventana de acceso a la carpeta System en OPC Quick Client

Seleccionar la carpeta con el nombre de canal y dispositivo llamada HMI NIVEL CONSOLA y anotar los datos de las variables establecidas.

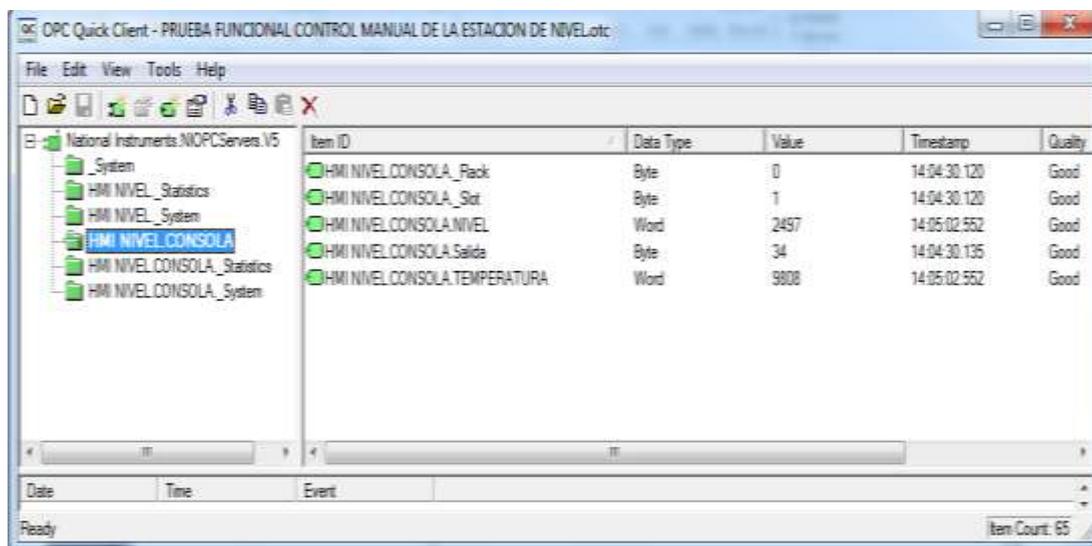


Figura 3.100 Ventana de acceso a la carpeta HMI NIVEL CONSOLA

Verificar los datos de las variables obtenidas en la consola de LabVIEW y anotar para poder establecer una comparación.



Figura 3.101 Ventana para prueba y análisis de resultados

Las tres etiquetas que muestran los datos de las entradas y salidas del PLC 2-ESCLAVO 1 de la red indican los mismos valores que los marcados en LabVIEW sin margen de error.

Tabla 3.3

Comparación de resultados de variables en LabVIEW con Variables OPC Quick Client del PLC 2-Esclavo 1

Variables de LabVIEW		Variables OPC Quick Client	
Interruptor	= 34	Interruptor	= 34
Nivel	=2497	Nivel	=2497
Temperatura	=9808	Temperatura	=9808

Para verificar de forma física se lo realiza únicamente viendo si al accionar los interruptores en LabVIEW se acciona en la estación de nivel y temperatura.

Y para el monitoreo de los valores de nivel y temperatura se revisó que los indicadores de nivel dado en centímetros con un rango de 0 a 25 CM y de temperatura dado en

grados Celsius con un rango de 20 a 70 grados Celsius que reciben la señal de sus sensores de nivel y temperatura respectivamente sean iguales a los de la consola HMI.

3.6.2 Prueba funcional mediante OPC QUICK Client para control PID motor trifásico SIEMENS

Dirigirse a la configuración de NI OPC Servers respectiva y dar clic en el icono de OPC Quick Client que se indica en la figura 3.102 con una circunferencia de color rojo.

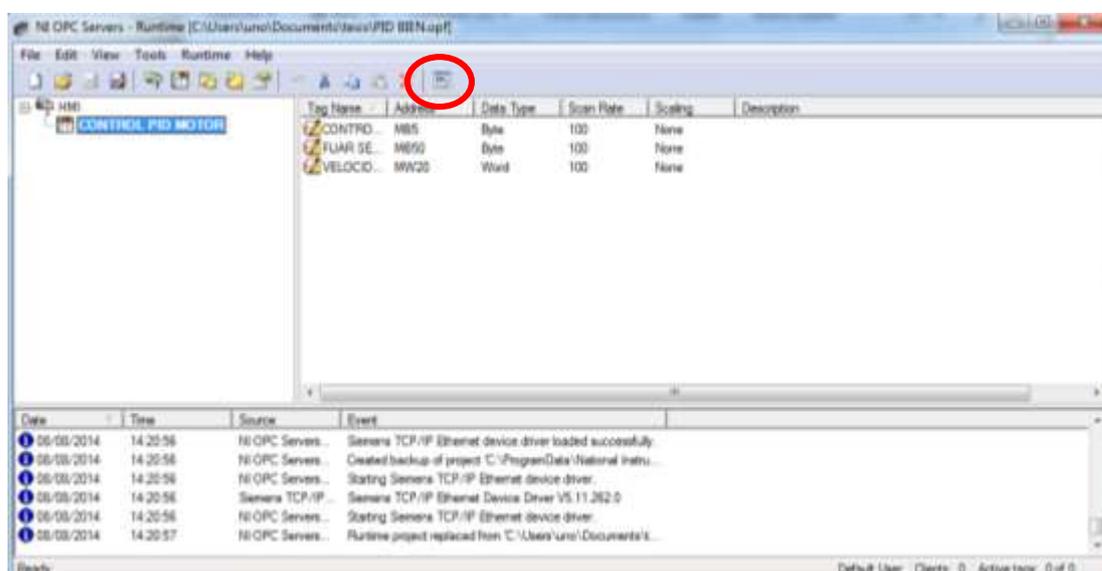


Figura 3.102 Ventana de indicación del icono de acceso a OPC Quick Client

En la ventana de OPC Quick Client seleccionar la carpeta System donde se almacena en la carpeta del canal y dispositivo configurados para la comunicación con la red.

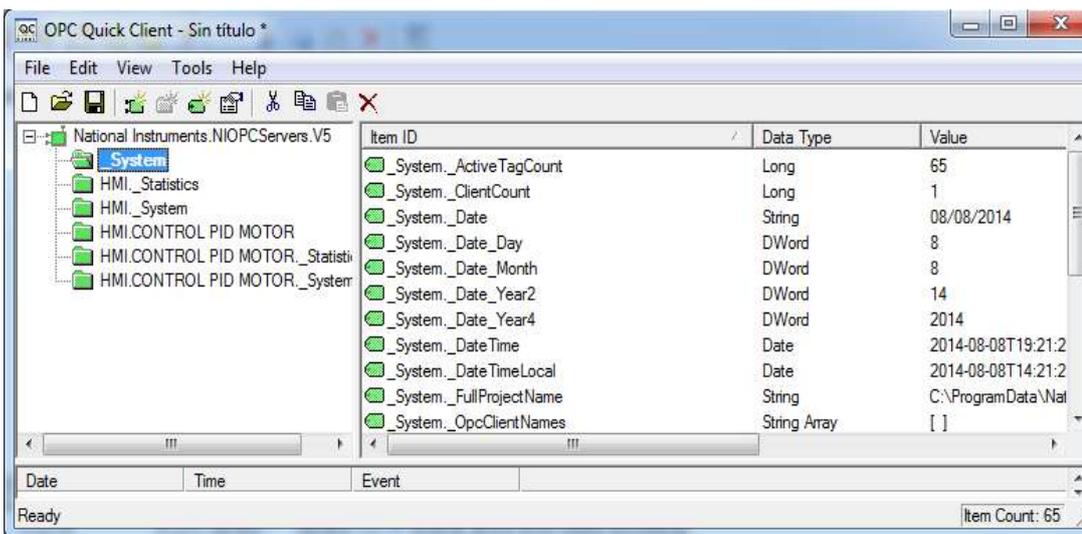


Figura 3.103 Ventana de acceso a la carpeta System en OPC Quick Client

Seleccionar la carpeta con el nombre de canal y dispositivo llamada HMI CONTROL PID VARIADOR y anotar los datos de las variables establecidas.

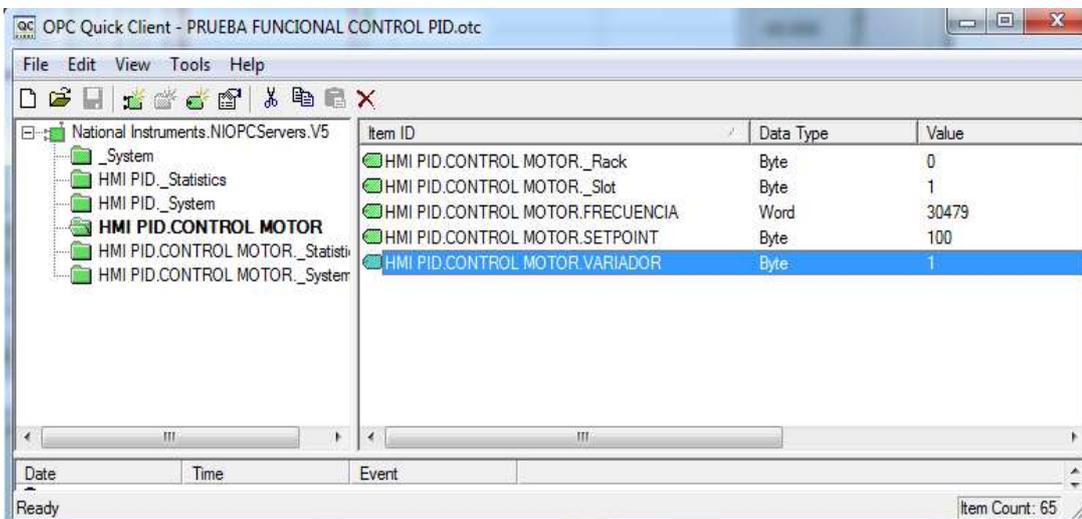


Figura 3.104 Ventana de acceso a la carpeta HMI PID CONTROLMOTOR

Establecer una comparación con los datos de las variables obtenidas en LabVIEW y anotar para poder hacer una comparación.



Figura 3.105 Ventana para prueba y análisis de resultados

Las tres etiquetas que muestran los datos de las entradas y salidas del PLC 3-ESCLAVO 2 de la red indican los mismos valores que los marcados en LabVIEW sin margen de error.

Tabla 3.4

Comparación de resultados de variables en LabVIEW con Variables OPC Quick Client del PLC 3-Esclavo 2

Variables de LabVIEW	Variables OPC Quick Client
Variador =1	Variador =1
Setpoint =100	Setpoint =100
Frecuencia =30479	Frecuencia =30479

Para verificar de forma física se lo realiza únicamente viendo si al accionar el interruptor del variador de velocidad en LabVIEW se acciona en el variador de velocidad del motor.

Y para el monitoreo de la velocidad se lo realizó con un tacómetro el cual midió la velocidad del motor en RPM que fue la misma que marcó en la consola HMI.

3.7 Implementación del manual técnico

Se implementó un manual técnico en digital como guía del proceso de programación de la red Profibus DP y del sistema HMI integrado, en este se detalla paso a paso toda la configuración de la red y la programación utilizada para el HMI realizado en LabVIEW, y tiene como finalidad orientar y dirigir el desarrollo de toda la programación además de ser la fuente de investigación y consulta para todos los interesados en el tema. Este manual se encuentra en el Laboratorio de Instrumentación Virtual de la Unidad de Gestión de tecnologías-ESPE.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se implementó un HMI para el control y monitoreo de los dos dispositivos esclavos de la red Profibus DP de PLCs SIMATIC S7-1200 a través de NI OPC Servers como interfaz de comunicación, con la ayuda de Datasocket que facilitó el intercambio de datos entre el programa LabVIEW y NI OPC Servers.
- Existen grandes ventajas al realizar un HMI para la red Profibus DP porque mostró los datos de los esclavos de red en tiempo real, se visualizó las variables mediante una computadora, se pudo enviar datos a la red tales como el encendido y apagado de entradas y salidas de los PLC esclavos y se pudo establecer mediante un control el envío del Setpoint necesario para la aplicación del control PID del motor.
- LabVIEW demostró ser una herramienta indispensable para la elaboración del HMI por la gran variedad de herramientas de desarrollo, controles, indicadores y librerías de alto nivel específicas para diferentes aplicaciones, además de permitir una conexión más sencilla con la red.
- OPC Quick Client sirvió como una herramienta de prueba ya que indicó en tiempo real y en una misma ventana como varían los datos de las variables de los PLC esclavos y se pudo establecer una comparación con la consola de LabVIEW verificando que no hubo ningún margen de error entre los datos que marco la consola y los de la red.
- Al monitorear y controlar de manera adecuada el proceso es necesario interactuar con el maestro de la red Profibus DP, la PC y los elementos de control de la red constantemente.

- Un manual técnico en digital fue desarrollado con todos los requerimientos necesarios para que sirva como guía de todo el proceso.

4.2 RECOMENDACIONES

- Cada vez que se desee utilizar el HMI implementado en la red, recuerda ejecutar y poner a correr los programas NI OPC Server y LabVIEW al mismo tiempo.
- Se debe verificar la dirección IP del PLC MAESTRO de la red antes de configurar NI OPC Server debido a que esta dirección puede variar en el PLC.
- En el momento de programar NI OPC Servers se debe asignar los nombres al canal y dispositivo acordes a la aplicación que se vaya a realizar y deben ser claros y no muy extensos para evitar confusiones.
- Al verificar el indicador de temperatura esperar unos minutos para que la niquelina empiece a calentar el líquido y comience a mostrar los datos de temperatura en la consola HMI porque la estación de temperatura del líquido empieza a trabajar en un rango de 20°C y hasta los 70°C.
- Los cables de comunicación se deben verificar que se encuentre en buen estado para evitar posibles fallas.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CM. Módulo de Comunicación.

CPU. Unidad Central de Proceso.

ESCALAMIENTO. El escalamiento es un campo de la psicometría que tiene el objetivo de construir escalas de medida.

ETHERNET. Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CDes ("Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones").

HARDWARE. Se refiere a todas las partes tangibles de un sistema informático.

HMI. Interfaz humano–máquina (Human Machine Interface).

INTERFAZ. Conexión e interacción entre hardware, software y el usuario.

IP. Es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a un interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol).

LABVIEW. Laboratorio de instrumentación virtual.

OLE. Este protocolo tiene la capacidad de insertar objetos de distintos tipos en documentos de otro tipo

OPC. Es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales.

PC. Computador de escritorio o portátil.

PLC. Controlador Lógico Programable.

PROFIBUS. Es un estándar de comunicaciones para buses de campo.

SB. Tarjeta de señal.

SCADA. Supervisión control y adquisición de datos.

SOFTWARE. Es conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora.

STEP 7 BASIC. Software de programación.

TIA PORTAL. Portal de Automatización Totalmente Integrada.

NETGRAFÍA

- Andino, L. F. (20 de Junio de 2013). *Buses de campo*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/#q=Proyecto+de+grado+de+los+Estudiantes+Luis+Fernando+Bonifas+Cobo+y+Victor+Manuel+Flores+Andino+de+la+Facultad+de+Ingenier%C3%ADa+El%C3%A9ctrica+y+Electr%C3%B3nica+de+la+Escuela+Politécnica+Nacional>
- Barragan, A. J. (22 de Agosto de 2014). *Ampliación de Automatización Industrial*. Obtenido de Jerarquización de las Comunicaciones: http://www.eici.ucm.cl/Academicos/lpavesi/archivos/Apuntes/Apuntes%20Arq.%20de%20Comp.%20I/Transparencias_Tema2_Jerarquizacion_de_las_Comunicaciones.pdf
- CANTABRIA, S. d. (5 de Septiembre de 2014). *Tutorial de LabVIEW*. Obtenido de <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>
- Carlos de Castro Lozano, C. R. (3 de Septiembre de 2014). *Uco*. Obtenido de Introducción a SCADA: <http://www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihtm/descargar/scada.pdf>
- Cartagena, E. d. (1 de Septiembre de 2014). *Comunicaciones Industriales*. Obtenido de PROFIBUS (PA/DP/FMS): <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/profibusteoria.pdf>
- Catedu. (25 de Agosto de 2014). *CARACTERISTICAS Y MONTAJE DEL SIMULADOR*. Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>
- Cobo, R. (4 de Septiembre de 2014). *El ABC de la automatización*. Obtenido de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>

jeanfmiranda. (12 de Mayo de 2014). *Controlador programable S7-1200*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/223560389/s71200-system-manual-es-ES-es-ES-pdf>

National Instruments. (7 de Septiembre de 2012). *Introduccion a OPC*. Obtenido de <http://www.ni.com/white-paper/7451/en/>

National Instruments. (6 de Mayo de 2013). *Tutorial Datasocket*. Obtenido de <http://www.ni.com/white-paper/3224/en/>

PROFIBUS. (1 de Septiembre de 2014). *Automatización Industrial*. Obtenido de <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/4.01>

Siemens, AG. (2009). *Software SIMATIC*. Obtenido de https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/tia_portal/pages/tiaportal.aspx

Villajulca, J. C. (20 de Julio de 2010). *Instrumentación y control.net*. Obtenido de <http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-supervision-procesos-por-computadora/item/272-sistemas-de-control-distribuido-con-fieldbus.html>

BIBLIOGRAFÍA

José Rafael Lajara Vizcaíno, J. P. (2010). *LabVIEW: Entorno gráfico de programación*. Barcelona: MARCOMBO, S.A. Pág 117

SIEMENS AG. (Abril de 2012). Manual del sistema SIMATIC S7 . *Controlador lógico programable S7-1200*. Alemania.