

CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA COMPLEMENTARIO AL MODELO DE PRÁCTICAS DE
TELECOMUNICACIONES DE LA IUPB

JUAN DAVID ESPINAL SALAS
LUZ MARINA SARRAZOLA GUZMÁN

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
MEDELLÍN, ANTIOQUIA
2015

CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA COMPLEMENTARIO AL MODELO DE PRÁCTICAS DE
TELECOMUNICACIONES DE LA IUPB

JUAN DAVID ESPINAL SALAS
LUZ MARINA SARRAZOLA GUZMÁN

Asesor Técnico
EDGAR ALBERTO BETANCUR CATAÑO
Ingeniero Electrónico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
MEDELLÍN, ANTIOQUIA
2015

Nota de aceptación

Firma de jurado

Firma de jurado

Medellín, 30 de mayo de 2015

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
GLOSARIO	10
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCION	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3 OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3.2. OBJETIVO GENERAL	17
4. MARCO TEORICO.....	18
4.1 GENERALIDADES DE AUTOMATIZACION Y REDES DE COMUNICACIÓN DEDATOS	18
4.2IDENTIFICACIÓN Y CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENENEN EL SISTEMA COMPEMENTARIO AL MODELO DE PRACTICA DE LA IUPB	23
4.2.1. Variador de Velocidad	23
4.2.2 Configuración del Variador de velocidad.	25
4.2.3 Parámetros del motor.	27
4.2.4Adaptador de Untronics a Ethernet MJ20-ET1.....	28
Es un dispositivo que se debe adaptar a los Plc que vienen no vienen de fábrica diseñados para tener conexión directa a Ethernet, su precio para el 2015 es de aproximadamente 67,50 dólares, en Medellín se puede adquirir en Colsein.	28
La referencia seleccionada depende de la referencia del Plc al cual se le va realizar la adaptación.	29
4.2.5 Control lógico programable PLC JZ20-R16 UNITRONICS.....	30
4.2.6 Rack con switches de comunicación.....	31
4.2.7 PC (Personal Computer)	32
4.2.8 Motor.....	32
4.2.9 Termocupla Tipo K con Transmisor de termo Cupla Omega TX 93 A – K4.....	33
4.2.10 Poso Térmico	34

4.2.11. Lámpara de alarma con sirena	34
4.3.INTERFASES PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE LOS EQUIPOS	35
4.3.1 Modbus.....	35
4.3.2 Industrial Ethernet.	36
4.4 PASOS PARA LA CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS	38
4.4.1 Diseño del manual de operaciones.....	38
4.4.2 Práctica de aplicación-	39
5. METODOLOGÍA	40
5.1 TIPO DE PROYECTO.....	40
5.2 MÉTODO	40
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	40
5.3.1. Fuentes primarias.	40
5.3.2. Fuentes secundarias.....	40
6. RESULTADOS DEL PROYECTO.....	41
6.2 CONFIGURACIÓN JZ20-R16 ETHERNET.....	62
Se procedió a realizar la configuración del Ethernet en un Oplc Jazz de Unitronics, es necesario habilitar características y darles propiedades a estas en el software de programación u90 Ladder.....	73
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	83
ANEXO. IMÁGENES DEL MONTAJE.....	87

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Red de automatización	19
Figura 2: Red entre dos PC	20
Figura 3: Ethernet y OPCDA: Comunicación Utilizando OPC DA En Red Industrial Ethernet.	21
Figura 4. Variador De Velocidad Danfoss.....	23
Figura 5. Entradas del variador de velocidad.....	24
Figura 6. Plano del Variador De Velocidad.....	25
Figura 7: Adaptador de Untronics a Ethernet MJ20-ET1.....	29
<i>Figura 8.</i> Módulo comunicación variador de velocidad y PLC	29
Figura 9. Control lógico programable PLC JZ20-R16 Unitronics.....	30
Figura 10. Rack con switches de comunicación.	31
Figura 11. Computador Personal	32
Figura 12. Motor asíncrono.....	32
Figura 13. Termopar de tipo K GlassBraid aislamiento – K.	33
Figura 14. Poso Térmico.....	34
Figura 15. Lámpara de alarma con sirena.	34
Figura 16. Comunicación Modbus.....	35
Figura 17. Comunicación Ethernet.	36
Figura 18. Sistema de comunicación TCP.....	37
Figura 19. Sistema De Comunicación IP.....	37
Figura 20. Control industrial via ethernet.	38
Figura 21. Estructura servidor OPC.....	42
Figura 22: Configuración del UNIOPC.	43
Figura 23. Carpeta ItemFavorites.....	44
Figura 24: Datos para la conexión con el Servidor UNIOPC.....	44
Figura 25. Apertura del software UNIOPC en inicio.....	45
Figura 26: Pantalla de inicio software UNIOPC.....	45
Figura 27: Ícono para la creación de canal en software UNIOPC.....	46
Figura 28: Adición de nueva conexión en UNIOPC.....	47
Figura 29: Condiciones para la adición del PLC.	47

Figura 30: Parámetros para la adición del PLC.	48
Figura 31: Verificación del firewall en Windows.....	48
Figura 32: Desactivación del firewall en Windows.	50
Figura 33: Registro UNIOPC.....	50
Figura 34: Íconos básicos en UNIOPC.....	51
Figura 35: Opción RUN en UNIOPC.	51
Figura 36: Apertura de OPC Server en inicio.	52
Figura 37: Configuración del OPC QUICK CLIENT.	52
Figura 38: Ingreso de acceso al PLC.	53
Figura 39: Nuevo ítem en PLC.	53
Figura 40: Ingreso variable a monitorear.	54
Figura 41. Ingreso del tag en ítem ID.	54
Figura 42: Ingreso al OPC ClickClient. Selección de variable analógica.	55
Figura 43. Despliegue de variables.	55
Figura 44: Conexión al OPC Server.	56
Figura 45: Visualización del modo de activación en conexión al OPC Server.	56
Figura 46: Apertura del LABVIEW en inicio.....	57
Figura 47: Selección del Blank VI.....	57
Figura 48: Ubicación en el front panel de Blank VI.....	58
Figura 49: Ubicación de la variable Entrada analógica 1 en Blank VI.....	58
Figura 50: Visualización temperatura.	59
Figura 51: Propiedades para la visualización temperatura.....	59
Figura 52: Ubicación de la opción Data Binding.....	60
Figura 53: Despliegue menú Data BindingSelection.	60
Figura 54: Selección de DSTP Server.....	61
Figura 55: Selección servidor UNIOPC SERVER y variable a vincular.	61
Figura 56: Pantallazo de la terminación del proceso de configuración de una red Scada.	62
Figura 57: Apertura Unitronics, U90 Ladder en inicio.....	63
Figura 58. Pantalla de apertura Unitronics, U90 Ladder.	64
Figura 59: Selección en OPLC del JZ20-R16.....	65
Figura 60: Programa para la selección en OPLC del JZ20-R16.....	66
Figura 61: Compilación programa y verificación para la selección.	66
Figura 62: Envío al PLC por medio de cable serial.	67

Figura 63: Verificación PLC en puerto asignado por el PC	67
Figura 64: Download tras verificación de OPLC en puerto correcto.	68
Figura 65: Propiedades para el Ethernet.	69
Figura 66: Habilitación del modo TCP/IP Client (Master);.....	71
Figura 67: Configuración dirección IP Ethernet.	72
Figura 68: Configurar el nombre del JAZ RJ20- R16.	73
Figura 69: Verificación de comunicación entre el PLC y el PC.....	73
Figura 70: Configuración Ethernet Oplc Jazz de Unictronics	74
Figura 71: Asignación de nombre al PLC.....	76
Figura 72: Configuración del puerto de comunicación.....	77
Figura 73: Configuración del nombre.....	77
Figura 74: Asignación de nombre PLC-1.	78
Figura 75: Despliegue de señal de comunicación PLC – PC.....	79

LISTA DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Códigos de configuración del variador de velocidad para un motor asíncrono de prueba.	26
Tabla 2. Códigos de configuración de entrada del variador de velocidad.	26
Tabla 3. Códigos de configuración parámetros del motor con el variador de velocidad.....	27
Tabla 4. Códigos de configuración parámetros deseados con el variador de velocidad.....	27
Tabla 5. Programación de frecuencias de operación del motor y rampas de frenado y arranque.....	28

GLOSARIO

IUPB. Institución Universitaria Pascual Bravo.

PLC. Autómata programable en el que se ejecuta el programa de mando. Dependiendo del tipo de red utilizada se dispone de una CP de comunicaciones (puede ser integrada en CPU) como interface a la red.

PC. Elemento en el que se ejecutará el programa de usuario. Dispone de una tarjeta de comunicaciones para el tipo de red a utilizar. El PC también servirá como aparato de programación del PLC y del programa de usuario del propio PC.

VARIADOR DE VELOCIDAD. Es un dispositivo empleado para controlar la velocidad giratoria de diferente maquinaria principalmente de motores. La finalidad de este equipo es regular la velocidad logrando reducir el consumo de energía y aumentar la vida útil de los motores. Son estas dos características lo que han hecho que el uso de estos aparatos se haya vuelto tan común en todas las aplicaciones industriales. Además de esto, se utiliza para graduar la velocidad según la necesidad del sistema.

Los variadores de velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) son dispositivos electrónicos que permiten variar la velocidad y el Par de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de la red en magnitudes variables

AUTÓMATA. Ejecuta las ordenes de mando puede ser un robot o un motor entre otros.

La configuración básica del software es simple, dado cada uno de los equipos está equipado con las herramientas necesarias para poder configurar, programar y ejecutar los programas, se debe contar con los siguientes elementos:

SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DEL PLC. Se puede disponer de STEP7 como software de programación del autómata. No será necesaria la programación en estos lenguajes de programación dado que se servirán los programas de mando de los autómatas.

SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN. Se puede utilizar software de Simatic Net como elemento de configuración de los elementos de comunicación. En principio, no será necesaria la configuración de las comunicaciones dado que se partirá de una configuración inicial.

SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DEL PC. La programación de los PC's para realizar los programas de usuario se pueden realizar en lenguaje C. Se puede utilizar como herramienta de desarrollo Visual C++. Como parte del software de la programación del PC, se deben entregar las librerías de desarrollo para programar las comunicaciones de cada puesto, así como los manuales de programación de estas librerías.

RED DE COMPUTADORAS. Es un conjunto interconectado de procesadores, capaces de Intercambiar información entre sí, así mismos la integración de equipos de control se puede denominar maestro-esclavo. Este esquema es frecuentemente utilizado en la integración de PLC's o instrumentos un lazo con computadoras o equipos de comunicación.

RED DE COMUNICACIÓN. Es un conjunto de medios técnicos que permiten la comunicación a distancia entre equipos autónomos. el trabajo se concibe como un segmento de red a utilizar para cada una de las prácticas que se vayan a realizar.

RESUMEN

Esta monografía comprende la configuración de un sistema complementario al modelo de prácticas de comunicación de la IUPB, para ello se efectúa una aplicación, tomando como referencia los buses de campo, que involucre los protocolos de comunicación Ethernet y Modbus en una red conformada por un PC, un PLC y un Variador de velocidad para controlar velocidad, sentido de giro arranque y paro de un motor.

Para hacer de este trabajo un complemento al modelo de práctica actual, se deja el proyecto funcionando con un manual de usuario y técnico que contempla la forma de: identificar las características técnicas de cada uno de los equipos de la red, el manejo del software requerido para la configuración de cada equipo, crear un proyecto, insertar líneas de programación, configuración de los equipos y los parámetros deseados de operaciones dadas las condiciones del motor, establecimiento de la comunicación Ethernet y Modbus.

Todo lo anterior busca contribuir en cierta medida para que los estudiantes, tengan un contacto directo con dispositivos y protocolos de comunicación utilizados a nivel industrial.

PALABRAS CLAVES:

Ethernet, Modbus, PC, PLC, Variador de velocidad

ABSTRACT

This monograph includes the configuration of a complementary system to model communication practices of IUPB, to do an application is made by reference to the fieldbus, involving protocols Ethernet and Modbus communication in a shaped by a PC network, PLC and inverter speed to control speed, direction of rotation starting and stopping a motor.

To make this work a complement to the model of current practice, the project running with a user manual and technical contemplates how left: identify the techniques of each of the computers on the network characteristics required management software to configure each computer, create a project, add lines of programming, equipment configuration and desired operating conditions given engine, setting the Ethernet and Modbus communication parameters.

All this is to contribute to some extent for students, have direct contact with devices and communication protocols used in industry.

KEYWORDS:

Ethernet, Modbus, PC, PLC, Variable speed

INTRODUCCION

Las comunicaciones en electrónica implican abordar las tecnologías de telecomunicaciones a través de medios ya sean guiados o no guiados. Por estos medios se diseña e instalan redes de teleinformática para transmisión y recepción de datos, lo cual conlleva al diseño, instalación y gestión de redes de datos a través del montaje y configuración de software y equipos, desarrollo de protocolos de red, diseño e interfaces de comunicaciones, instalación y mantenimiento de redes de datos, de imagen y sonido, programación y desarrollo de aplicaciones de red, utilizando tecnologías de Internet, entre otras.

Inicialmente se busca adaptaren un espacio, dado por la institución Universitaria Pascual Bravo, una serie de equipos de cómputo enlazado con un PLC que servirán como herramienta para las prácticas de los estudiantes según sea su necesidad.

Este proyecto tiene la finalidad implementar la configuración de dichos equipos para que puedan tener un software que sea compatible con las áreas de comunicación de datos en electrónica.

Es lograr un dinamismo en lo teórico práctico de cada materia que haga referencia a la necesidad de dichos equipos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema surge cuando en algunas prácticas, el estudiante requiere tiempo adicional porque no logró el resultado requerido, o bien desea profundizar en otras aplicaciones de telecomunicaciones o automatización para realizar proyectos propuestos.

Si bien la facultad de electrónica cuenta con un laboratorio excelente, donde se facilitan equipos de práctica, aun sin el acompañamiento del docente, no existe en este laboratorio la facilidad para que los estudiantes realicen prácticas específicas de configuración de equipos, instalación de redes, captación de señales satelitales, programación de datos de automatización, enlaces entre PLC y aplicación funcional en tiempos extra de clase.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo configurar un sistema complementario al modelo de práctica de telecomunicaciones de datos, en redes de datos y automatización en la IUPB, para su aprovechamiento fuera de los espacios de clase?

2. JUSTIFICACIÓN

Pensando en la necesidad sentida por los estudiantes se evalúa la posibilidad de adaptar y configurar un sistema complementario de práctica, utilizando uno de los módulos ya existente en los laboratorios de electrónica y adecuarlo con un PLC Unitronics JZ20_R16 para que sea usado por los estudiantes y profesores de la facultad de electrónica en prácticas de todo tipo de comunicaciones de datos.

La propuesta se justifica desde los siguientes puntos de vista: económico, político, social y educativo.

Económico porque con una limitada inversión de recursos, se pueden generar invaluable oportunidades para la gran población beneficiada en el corto y largo plazo.

Político debido a que representa una acción que propicia relaciones, donde cada estamento educativo debe responder coherentemente con los principios éticos y morales que sustentan el verdadero actuar político en pro del desarrollo, crecimiento y convivencia pacífica.

Social ya que toda política y accionar razonado en pro del mejoramiento en los servicios que se le prestan a la sociedad representan una ganancia para la comunidad beneficiada y admiración, aceptación y apoyo del colectivo para quien lo otorga.

Educativo: facilita los involucrados la potencialización de competencias científicas, laborales, tecnológicas y ciudadanas. Además aporta positivamente al cumplimiento del logro propuesto por la universidad en cuanto al perfil ocupacional del tecnólogo en electrónica.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar una adaptación de varios equipos que tengan relación con el sistema de práctica de telecomunicaciones y automatización y configurarlos para que les sirva los estudiantes como herramienta para hacer sus actividades propuestas por sus docentes y de su propio interés.

Determinar los procesos, software, equipos y materiales requeridos para llevar a cabo la complementación y configuración de los equipos disponibles para las prácticas.

Evaluar los requerimientos necesarios para que los estudiantes utilicen el sistema complementario de práctica en la ejecución de protocolos de comunicación, mediciones de consumo de potencia, integración e equipos con máquinas virtuales para la realización de redes complejas y prácticas de control industrial entre otras.

3.2. OBJETIVO GENERAL

Implementar el modelo de prácticas de telecomunicaciones, para los diferentes cursos aplicativos en configuración de software que tiene que ver con temas de comunicación y redes, de igual manera se busca que este proyecto sea de gran ayuda para que los estudiantes y docentes pongan en práctica el desarrollo de actividades de automatización.

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES DE AUTOMATIZACION Y REDES DE COMUNICACIÓN DEDATOS

La investigación responde a la aplicación de algunos principios básicos de automatización y comunicación industrial.

La automatización de los procesos industriales constituye uno de los objetivos más importantes de los procesos en las empresas en la competitividad de un entorno cambiante y agresivo, la automatización de un proceso industrial consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento, dicho automatismo en general debe ser capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y además tener como objetivo frente al ponderable, situar al proceso productivo y a los recursos humanos que lo asisten en las condiciones más favorables.

La automatización industrial es el uso de elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales, como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de planta o procesos industriales.

La pirámide de automatización, representa los distintos niveles que se pueden encontrar en un entorno industrial: en el nivel I se ubica la base de la pirámides el hardware, los dispositivos físicos como sensores y actuadores. En el nivel II o nivel de control, incluye los dispositivos físicos como: PC, PLC, Variador de frecuencia. En el nivel III o superior se encuentran los sistemas escada, supervisión, control y adquisición de datos. En el IV nivel se sitúan los sistemas de ejecución de la fabricación. El nivel V o cima de la pirámide está reservado para los sistemas de planificación y gestión integral o ERP. Todas las tecnologías se encuentran dentro de cada nivel y entre los distintos niveles a través de las comunicaciones industriales.



Figura 1: Red de automatización

Fuente: Base – Sistemas y suministro S. A. (2012)

http://www.basesistemas.com/automatizacion_industrial.html

Los objetivos de la automatización son: mejorar la productividad de la empresa reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma, mejorar las condiciones de trabajo del personal suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad, realizando las operaciones imposibles de controlar intelectual o manual mente, mejorar la disponibilidad de los productos pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso, simplificar el mantenimiento de tal forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo e integrar la gestión y producción.

Este proyecto se crea con el fin de realizar un aporte a una necesidad en diversos campos aplicativos en varias modalidades, ya sean electrónicas de telecomunicación o automatización.

En cuanto a los antecedentes en relación a la configuración de equipos para realizar prácticas de comunicación y automatización. Se pudo encontrar en el campo la gran acogida en la implementación de los sistemas de configuración de software y de plc en sus modelos funcionales dentro de las técnicas de comunicación entre computadores y autómatas programables (PLC)

Los sistemas de control múltiple se usan para procesos complejos. Estos sistemas de control pueden ser PLC, pero otros controladores incluyen robots, terminales de datos y computadores. Para que estos controladores trabajen juntos, deben tener capacidad para comunicarse.

La forma más simple de comunicación es una conexión directa entre dos computadores. Una red se conectará simultáneamente a un gran número de computadores en una red. Los datos pueden transmitirse un bit a la vez en serie, y a esto se llama comunicación serie. Los bits de datos pueden enviarse también en paralelo. La tasa de transmisión a menudo se limita a un valor máximo, desde unos pocos bits por segundo, a miles de millones de bits por segundo. Las comunicaciones a menudo tienen distancias limitadas, desde unos pocos metros a kilómetros.

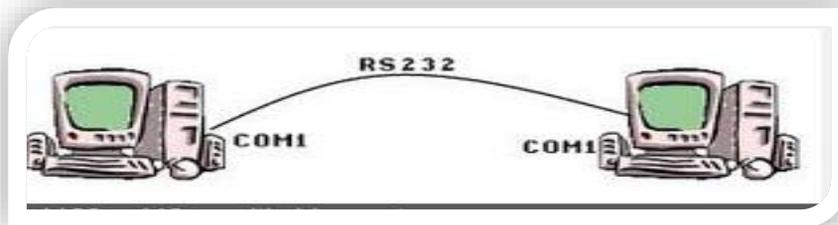


Figura 2: Red entre dos PC

Fuente: Base – Sistemas y suministro S. A. (2012)

http://www.basesistemas.com/automatizacion_industrial.html

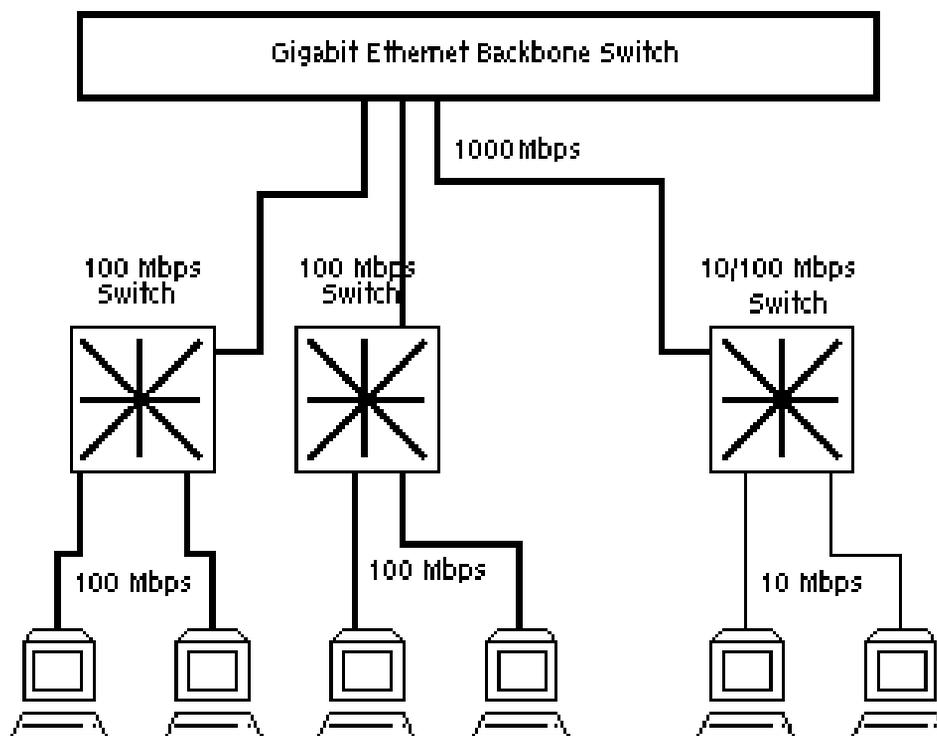


Figura 3: Ethernet y OPCDA: Comunicación Utilizando OPC DA En Red Industrial Ethernet.

Fuente: Moorthy, Vijay (1997) Gigabit Ethernet. Washington University in st. Louis. Department of computer science. Documento disponible en: http://www.cs.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/gigabit_ethernet/

En cuanto a los aspectos básicos de configuración de hardware en redes de comunicaciones industriales se encontró que dentro de las comunicaciones industriales existen entre otras 2 tipos de redes: buses de redes industriales PROFIBUS y Redes de planta Industrial Ethernet.

PROFIBUS cuenta con los servicios de comunicación: PROFIBUS FDL: Comunicación PROFIBUS a nivel de enlace, PROFIBUS DP: Comunicación PROFIBUS DP a nivel de usuario e Industrial Ethernet cuenta con los servicios de: SEND/RECEIVE: Comunicación Send/Receive sobre ISO 8073 de nivel 4 en red industrial Ethernet. y OPC DA: Comunicación utilizando OPC DA en red Industrial Ethernet.

Para ello se manejan las herramientas necesarias para la configuración y programación de las diferentes aplicaciones de usuario acorde al proceso que se desee gobernar y motorizar.

El equipo de laboratorio para prácticas no complejas y equipos compatibles son básicamente: 2 o más PCC ,1 o más PLC, 1 o más variadores de velocidad, Robot, plataforma de comunicación.

La configuración básica del software, varía en función del modelo de los equipos y del tipo de red y servicio que se vaya a utilizar, pero se parte siempre de las características básicas del funcionamiento de los mismos.

Para que se den relaciones de comunicaciones adecuadas entre equipos se requiere el seguimiento de normas técnicas de cada uno de los equipos para establecer protocolos de compatibilidad entre los componentes del sistema de comunicación, ello además de ciertas conexiones implica la utilización de software compatible con los resultados de comunicación esperados, bien sea para obtención o control de datos o de mandos acorde a unos parámetros o condicionantes establecidos.

La implementación de la propuesta planteada, además de requerir equipos compatibles de acuerdo a las especificaciones técnicas dadas por el fabricante, implica la selección de software adecuado para la configuración, así como de la elección de la técnica de comunicación entre equipos que más se acerque a los resultados esperados. Todo lo anterior es parte del objeto de investigación para el presente proyecto de investigación.

4.2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA COMPLEMENTARIO AL MODELO DE PRÁCTICA DE LA IUPB

4.2.1. Variador de Velocidad

– Variador de Velocidad Danfoss VLT 2800



Figura 4. Variador De Velocidad Danfoss

Fuente: Drivers Solutions (2011) <http://www.ramonrusso.com.ar/documentos/VLT2800.pdf>

a. Importancia La variación de la velocidad de un motor se puede realizar a través de dos mecanismos: el primero es a través de la variación de los polos, pero debido a que esta variación es demasiado complicada, porque hace parte de la fabricación interna del motor, es posible realizar también la variación de velocidad, variando la frecuencia en la cual está operando el motor, para ello se utiliza el programador del variador de velocidad.

El funcionamiento del variador de velocidad programable consiste en una entrada de alimentación de corriente alterna luego se realiza una rectificación y pasa de esta corriente alterna a una corriente directa, realiza los cambios de variación de frecuencia dadas por el usuario y luego la salida se torna en corriente alterna y se refleja en la velocidad mecánica del motor.

Un equipo accionado mediante él, emplea menor energía, que si el equipo fuera activado mediante una velocidad fija constante, los ventiladores y bombas son las aplicaciones posibles de realizar con este

modelo, por ello cuando una bomba es impulsada por un motor que opera a velocidad fija el flujo producido puede ser mayor al necesario, para ello el flujo podría regularse mediante una válvula de control dejando estable la velocidad de la bomba, pero resulta mucho más eficiente regular dicho flujo controlando la velocidad del motor, en lugar de restringirlo por medio de un válvula, ya que el motor no tendrá que consumir una energía no aprovechada.

b. Configuración del Variador

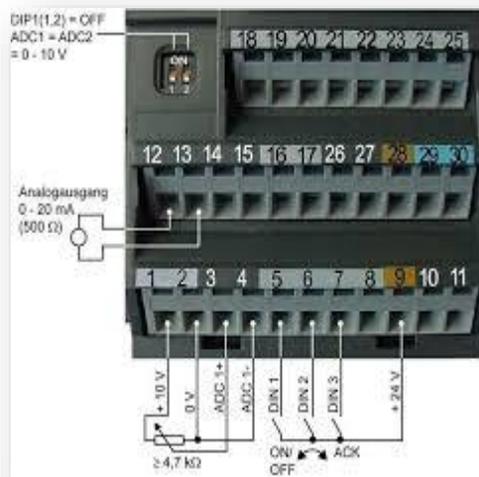


Figura 5. Entradas del variador de velocidad.

Fuente: USINAGES (s.f.) <http://www.usinages.com/threads/cablage-micromaster-440.5527/>

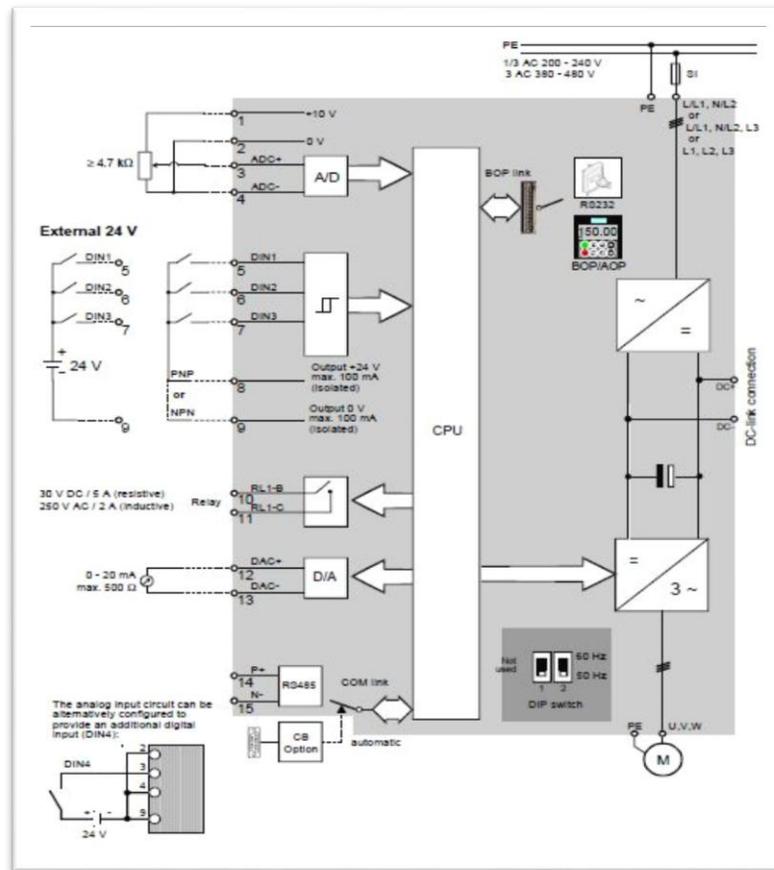


Figura 6. Plano del Variador De Velocidad.

Fuente: SIEMENS (2000)

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/704/6515704/att_95840/v1/opspsa.PDF

4.2.2 Configuración del Variador de velocidad.

Se puede realizar mediante dos procesos: a través del tablero del variador o mediante la configuración de software en el PC.

a. Códigos de configuración generales del variador de velocidad. Dependen del modelo de variador de velocidad a utilizar

b. Códigos de configuración para un motor asíncrono de prueba.

Tabla 1. Códigos de configuración del variador de velocidad para un motor asíncrono de prueba.

Numero	Definición	U150
P0100	Europa 50Hz – América 60 Hz	0
P0300	Selección del tipo de motor (asíncrono / síncrono)	1
P0304	Tensión nominal del motor	400
P0305	Corriente nominal del motor	1.15
P0307	Potencia nominal del motor	0.37
P0308	CosPhi nominal del motor	0.76
P0309	Rendimiento nominal del motor	0
P0310	Frecuencia nominal del motor	50
P0311	Velocidad nominal del motor	1380
P0320	Corriente de magnetización del motor	0
P0335	Ventilación del motor	0
P0640	Factor de sobrecarga del motor	150
P0700	Selección de las fuentes de órdenes	6
P1000	Selección de consigna de frecuencia	6
P1080	Velocidad mínima (Frecuencia)	0
P1082	Velocidad máxima (Frecuencia)	60
P1120	Tiempo de aceleración	0.50
P1121	Tiempo de deceleración	1.40
P1135	Tiempo de deceleración OFF3	0.20
P1300	Modo de control	1
P1910	Cálculo de los parámetros del motor	0

Fuente: Siemens (1999) <http://myslide.es/documents/manual-micromaster-siemens.html>

c. Configuración de entrada del variador de velocidad

Tabla 2. Códigos de configuración de entrada del variador de velocidad.

Códigos	Configuración
P003	Acceso al Usuario 2 Nivel de acceso entendido, El cual si se pone en 2 permite modificar los parámetros al gusto del usuario
P0010	Constituye la programación básica del motor.

Fuente: Los autores.

4.2.3 Parámetros del motor.

– Configuración de parámetros del motor.

Tabla 3. Códigos de configuración parámetros del motor con el variador de velocidad

Código	Parámetros del motor	Valor
	Frecuencia	60hz (Utilizada en Colombia)
P0304	Tensión nominal del motor	220V
P0305	Corriente nominal	1.7 Amperios
P0307	Potencia nominal	1,30 kvatt, correspondiente a los 1.300 Vatt que marca la tabla de Control
P0308	Factor de potencia (Cos ϕ)	0.77
P0310	Frecuencia nominal	60 hz
P0311	Velocidad nominal	1.640 rev /min o bien 1.640 rpm
	Refrigeración autoventilada (0)	Numero 0
	Sobre carga	150%

Fuente. Los autores (Según la tabla de datos de un motor de prueba).

- Configuración de parámetros deseados.

Tabla 4. Códigos de configuración parámetros deseados con el variador de velocidad.

Parámetros deseados	Configuración
La selección de frecuencia se consigna como frecuencia fija para que acepte la variación que se le va a entregar al variador de frecuencia. Se le indica la frecuencia mínima y máxima inicial a la que va a trabajar el motor, se elige una frecuencia mínima de 20 hz y una frecuencia máxima de 20 hz, se le dice que el tiempo de aceleración es de 800, el tiempo de desaceleración 2 seg, en p3900 se indica puesta en marcha rápida para los datos del motor, lo cual se indica con el número 3.	Se selecciona el teclado como fuente de órdenes y se indica con el 1
Finalizada la configuración se vuelve a P0010 y se indica cero para decir que se ha terminado la configuración y que se puede poner el motor en funcionamiento. Se verifica utilizando el cronometro y la el medidor de velocidad del motor.	

Fuente: Los autores.

- Programación de frecuencias de operación del motor y rampas de frenado y arranque.

Tabla 5. Programación de frecuencias de operación del motor y rampas de frenado y arranque.

Código	Función	Aplicado a la Prueba
P100	Frecuencia de operación de alimentación	60 hz de las líneas colombianas
P1000	Define si la frecuencia se va a variar o a dejarla fija	En este caso se dejará fija con la opción 3
P1080	Frecuencia mínima de alcance	En este caso 60 hz de las líneas colombianas
	Frecuencia máxima	En este caso Se tomara 60 hz, que es la frecuencia nominal a la que trabaja el motor
P1120	Tiempo de arranque y frenado del motor o de aceleración	En este caso se desea que el arranque sea de 10 seg,
P1121	Para el caso del frenado o apagado del moto la opción es:	10 seg
P3900	Guardar estos datos dentro del controlador, luego de haber introducido todos los parámetros necesarios para el funcionamiento del motor,	En este caso, se fijará en la opción 3 y se le da fin.

Fuente: Los autores.

Para comprobar la programación, se puede hacer con un teléfono celular o en la pantalla del computador.

4.2.4 Adaptador de Untronics a Ethernet MJ20-ET1

Es un dispositivo que se debe adaptar a los Plc que vienen no vienen de fábrica diseñados para tener conexión directa a Ethernet, su precio para el 2015 es de aproximadamente 67,50 dólares, en Medellín se puede adquirir en Colsein.

La referencia seleccionada depende de la referencia del Plc al cual se le va realizar la adaptación.

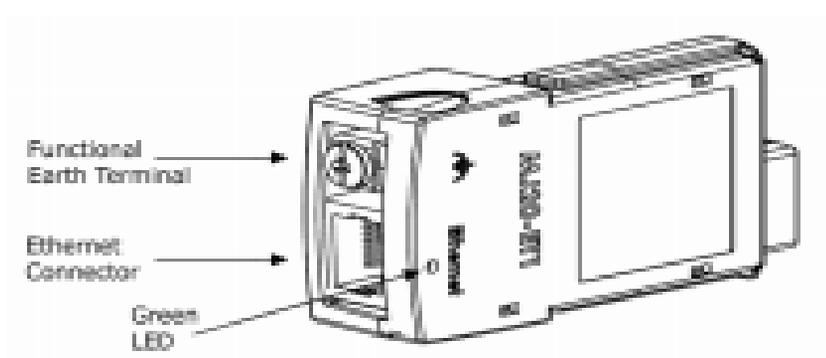


Figura 7: Adaptador de Untronics a Ethernet MJ20-ET1.

Fuente: Dakol (2013)

<http://www.dakol.com.br/novo/produtos.php?grup=18&subgrupo=317&codLinha=89>



Figura 8. Módulo comunicación variador de velocidad y PLC

Fuente: Redondo, Ignacio (2013) <http://es.slideshare.net/NachoRedondo/cursos-programacion-micro-oplcs-unitronics-jazz>

4.2.5 Control lógico programable PLC JZ20-R16 UNITRONICS



Figura 9. Control lógico programable PLC JZ20-R16 Unitronics

Fuente: Redondo, Ignacio (2013) <http://es.slideshare.net/NachoRedondo/curso-programacion-micro-oplcs-unitronics-jazz>

Los controladores de la serie Jazz están en pleno rendimiento Controladores Lógicos Programables con a bordo de E / S y un built-in Panel del operador. La serie Jazz 'están diseñados específicamente para el control de máquinas pequeñas, y para realizar tareas de automatización sencillas y medianas. Compacto y económico, que le permiten utilizar una unidad de bajo presupuesto y sin afectar a las funciones y la tecnología. El Jazz ofrece la flexibilidad de la programación de escalera (código 24K Escalera, virtual), configuraciones S a bordo de E / (algunos modelos con directo entradas de temperatura), opciones de comunicación, tales como GSM / SMS, acceso remoto, y la creación de redes Modbus. La aplicación HMI le permite diseñar hasta 60 pantallas de texto, con un máximo de 64 variables HMI para la visualización de la hora, la fecha y los datos del sistema en tiempo real. La programación es tan fácil como se pone a la generación aplicaciones de control de lógica de escalera con elementos clic y soltar y crear su aplicación HMI en el mismo entorno simple. Dispositivos integrados

Nuestro PLC / HMI

4.2.6 Rack con switches de comunicación.



Figura 10. Rack con switches de comunicación.

Fuente: Redondo, Ignacio (2013) <http://es.slideshare.net/NachoRedondo/curso-programacion-micro-oplcs-unitronics-jazz>

Un rack es un soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Las medidas para el ancho están normalizadas para que sean compatibles con equipamiento de cualquier fabricante.

Los racks son útiles en un centro de proceso de datos, donde el espacio es escaso y se necesita alojar un gran número de dispositivos, los cuales pueden ser:

- a. Servidores cuya carcasa ha sido diseñada para adaptarse al bastidor. Existen servidores de 1, 2 y 4 unidades rack y servidores blade que permiten compactar más compartiendo fuentes de alimentación y cableado.
- b. Conmutadores y enrutadores de comunicaciones.
- c. Paneles de parcheo, que centralizan todo el cableado de la planta.
- d. Cortafuegos.

4.2.7 PC (Personal Computer)



Figura 11. Computador Personal

Fuente: Roa Martínez, Jessica (2009) <http://solucionesparaelfuturo.blogspot.com/2009/09/las-unidades-de-cd-y-dvd.html>

Es utilizada para establecer la comunicación vía Ethernet entre los equipos de comunicación industrial utilizados en la práctica, la cual puede realizarse con PC de escritorio o portátil..

4.2.8 Motor.

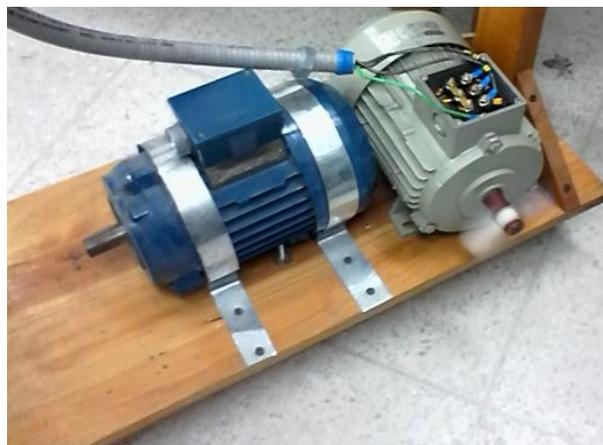


Figura 12. Motor asíncrono.

Fuente: LEME MOTORS (2011) Motores asíncronos.

<http://www.lememotors.com.br/es/produetos/motores/15/motor-trifasico-uso-com-inversor>

Se trabaja con un motor SIEMENS cuyas características son:

Motor 11A7 080 – 4YA60

F.S.1.15

Servicio S1

FORM, Cons. IMB3	$\text{Cos}\phi = 0.87$	B6 080
1.0/0.75 HP/KW	CL.AIS1.F	8,1 Kg
60 HZ	IP55	IEC 34
220YY-440Y V.		
3,5 – 1,75 ^a		
1.660 rpm		

4.2.9 Termocupla Tipo K con Transmisor de termo Cupla Omega TX 93 A – K4

Sirve para censar la temperatura y estableciendo comunicación con el multímetro o en este caso con el PLC el cual registra la variación en los datos dependiendo de la temperatura adquirida por la sustancia considerada.



Figura 13. Termopar de tipo K GlassBraid aislamiento – K.

Fuente: PLAY-ZONE (2012) <http://www.play-zone.ch/de/elektronik-kit-zubehoer/sensoren/wetter-temperatur/thermocouple-type-k-glass-braid-insulated-k.html>

4.2.10 Poso Térmico

Es un cubo de vidrio con una resistencia incluida que contiene y calienta el agua para establecer el nivel de temperatura

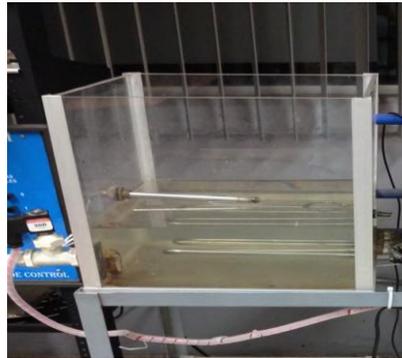


Figura 14. Poso Térmico.

Fuente: Los autores.

4.2.11. Lámpara de alarma con sirena

Se utiliza una lámpara de alarma con sirena para alertar de los niveles límites de prueba.



Figura 15. Lámpara de alarma con sirena.

Fuente: DREAMSTIME (s.f.) <http://es.dreamstime.com/fotograf%C3%ADa-de-archivo-1%C3%A1mpara-de-la-luz-de-emergencia-de-la-sirena-image32520092>

4.3.INTERFASES PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE LOS EQUIPOS

4.3.1 Modbus.

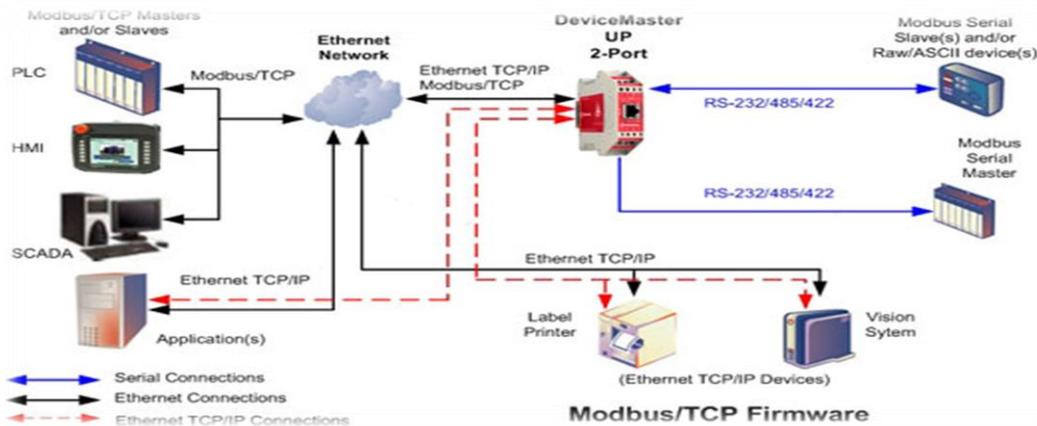


Figura 16. Comunicación Modbus.

Fuente: Pandatron(2012)

http://pandatron.cz/?2775&anybus_compactcom_modbus_tcp_s_2_portovym_switchem

Un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógico programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria, es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones son:

- a. Es público
- b. Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo
- c. Maneja bloques de datos sin suponer restricciones

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión

adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP).

4.3.2 Industrial Ethernet.



Figura 17. Comunicación Ethernet.

Fuente: Iridium (2012)

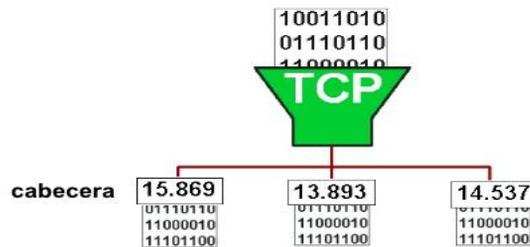
[http://wiki2.iridiummobile.net/Basic Operation of iRidium with Modbus Controllers](http://wiki2.iridiummobile.net/Basic_Operation_of_iRidium_with_Modbus_Controllers)

Hace referencia al uso de redes basadas en el protocolo Ethernet en entornos industriales de automatización y control

Dentro de sus características se tiene: Utiliza diversas técnicas para adaptar el protocolo de internet a las necesidades de tiempo real de los procesos industriales, Al usar protocolos no propietarios, permiten la interconexión de sistemas de automatización de diferentes fabricantes, reduce el costo y facilita comunicaciones entre controladores industriales debido a que se basa en comunicaciones y conexiones utilizadas por computadores convencionales.

Las redes basadas en Ethernet pueden utilizar cualquiera de los siguientes seriales de comunicación: Modbus, Profibus, DeviceNet(CIP) ControNet(CIP), FoundationFieldbus H1, CANopen (Ethernet powerlink), CANopen (EtherCAT), VARAN, SERCOS I/II

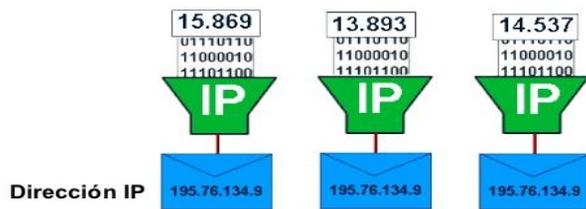
Existen dos sistemas de comunicación de datos en red, TCP e IP



El TCP tiene como misión dividir los datos en paquetes. Durante este proceso proporciona a cada uno de ellos una cabecera que contiene diversa información, como el orden en que deben unirse posteriormente.

Figura 18. Sistema de comunicación TCP.

Fuente: Área Tecnología (2009) <http://es.slideshare.net/areatecnologia/los-sistemas-de-comunicacion>



El protocolo IP tiene la misión de colocar cada uno de los paquetes en una especie de *sobres IP*, que contiene datos como la dirección donde deben ser enviados.

Figura 19. Sistema De Comunicación IP

Fuente: Área Tecnología (2009) <http://es.slideshare.net/areatecnologia/los-sistemas-de-comunicacion>

Ethernet POWERLINK, es un protocolo de comunicación en tiempo real basado en hardware estándar, no es un hardware, es un software que funciona sobre un hardware estándar, el principio de funcionamiento hace que POWERLINK sea apto para aplicaciones de automatización industrial donde varios elementos de control (autómatas, pantallas de operador, módulos de E/S, variadores de frecuencia, módulos de seguridad, sensores etc.) tengan que comunicar entre ellos de forma rápida, isócrona y precisa ósea minimizando el tiempo de latencia de la red, garantizando que el proceso de comunicación sea fiable y repetitivo.

4.3.3 Control industrial via ethernet.

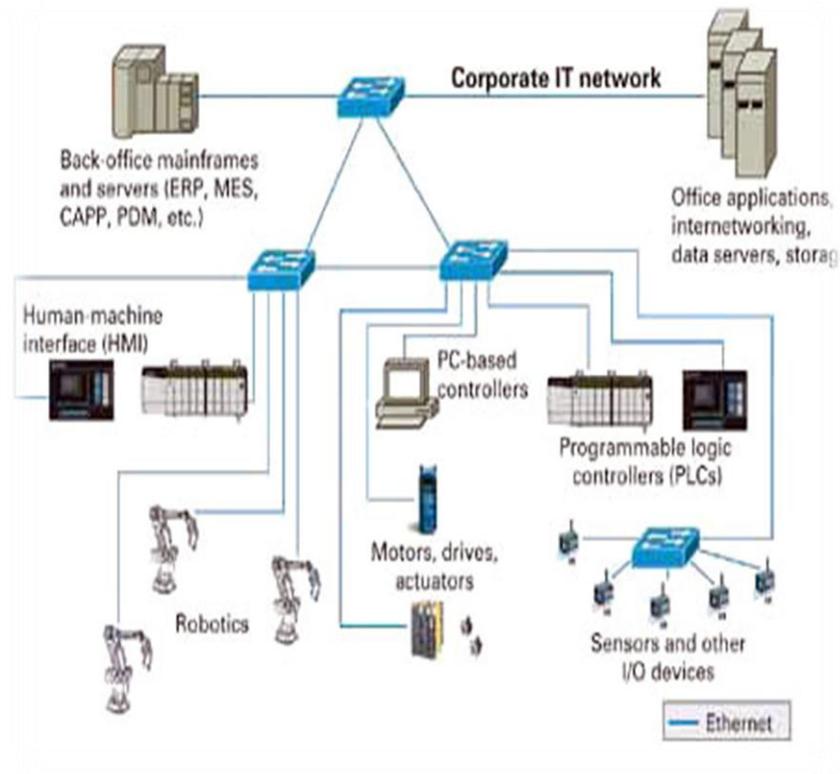


Figura 20. Control industrial via ethernet.

Fuente: HARMEETM (s.f.) <http://harmeetm.weebly.com/work-examples.html>

4.4 PASOS PARA LA CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS

4.4.1 Diseño del manual de operaciones.

Para hacer de este una herramienta útil para la manipulación de la aplicación, que incluya:

- El manejo del software requerido para la configuración de cada equipo.
- Forma de crear un proyecto.
- Forma de insertar líneas de programación
- Forma de configurar velocidad.
- Forma de establecer la comunicación Ethernet y Modbus

4.4.2 Práctica de aplicación-

Construir una aplicación tomando como referencia los buses de campo, que involucre los protocolos de comunicación Ethernet y Modbus, permitiendo a los estudiantes tener un contacto directo con dispositivos y protocolos utilizados a nivel industrial

Para ello se establece una red de comunicación industrial mediante la cual se calcula la temperatura con la termocupla, el PLC envía la señal al variador y el motor se prende, el cambio de temperatura activa una alarma.

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE PROYECTO

Este trabajo corresponde al tipo de investigación experimental aplicada ya que va de lo teórico a lo práctico y la cual busca complementar un sistema de práctica existente.

5.2 MÉTODO

El método a utilizar en la investigación es el inductivo.

5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.3.1. Fuentes primarias. La información de primera mano corresponde a: información proveniente de la experimentación y la observación directa, textos, libros y revistas, páginas electrónicas, videos, fotografías.

5.3.2. Fuentes secundarias. La información de segunda mano corresponde a: entrevistas no estructuradas a especialistas en el tema y proveedores, catálogos de especificaciones técnicas, funcionamiento de los equipos, textos y revistas especializadas.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

A continuación se muestran todas las acciones realizadas a lo largo de la práctica que hicieron posible el logro de los objetivos propuestos.

Como primera acción, se identificaron, separaron y consiguieron todos los equipos, dispositivos, software y manuales requeridos para llevar a cabo la investigación.

Se destinó un portátil, el cual se incluye en el montaje para que sea usado solo para las prácticas relacionadas, al que se instalaron todos los programas necesarios, de acuerdo a las características de los equipos y al interés de la práctica, como son: Los programas utilizados son los siguientes:

- a. Simatic Siemens Step 7 Lite: Para automatizar la planta hidroneumática.
- b. Unitronics U90 Ladder: Para automatizar el sistema térmico.
- c. UniOPC: Crea el servidor en la arquitectura cliente-servidor para el PLC de Unitronics.
- d. IBH OPC: Crea el servidor en la arquitectura cliente-servidor para el PLC de Siemens.
- e. NI OPC Quick client: Es el cliente que monitorea las variables de dicha arquitectura de ambos PLC.
- f. LabVIEW v8.5.1 National Instruments con el complemento DCS: Permite realizar la interfaz gráfica del sistema SCADA, utilizando el protocolo OPC.

Posteriormente se realizaron todas las adaptaciones requeridas a los equipos y se realizaron las configuraciones y pruebas requeridas mediante el desarrollo de una planta de comunicación industrial compuesta por 2 PLC, 1 PC, 1 variador de velocidad, un motor.

El proceso utilizado consiste en que la temperatura es censada por una termocupla, el PLC , el cual controla o envía señal recibida al variador de velocidad, el cual controla el funcionamiento del motor y el motor se prende, el cambio de temperatura activa una alarma.

Se utilizó una comunicación Modbus TCP/IP, mediante la cual se pueden conectar muchos equipos, todas las fases de la comunicación se muestran seguidamente.

6.1 SERVIDOR OPC

OPC (OLE Process Control) es un estandar creado OPC foundation con el fin de tener una interconectividad abierta entre diferentes tipos de PLC con aplicaciones basadas en windows (OLE, COM: ComponentObjectModel DCOM: Distributed COM)

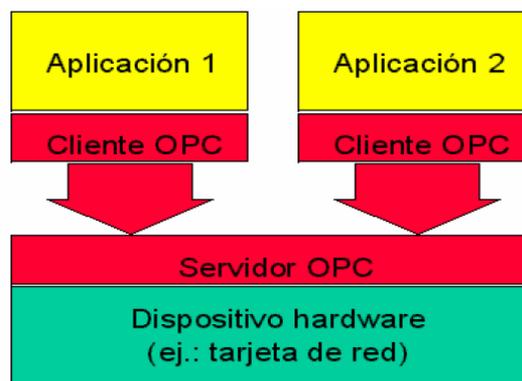


Figura 21. Estructura servidor OPC.

Fuente: OPC (2015) OPC Foundation HDA Reference. Disponible en:
<http://www.mathworks.com/help/opc/opc-foundation-hda-reference.html>

6.1.1 Estructura servidor OPC

En la anterior estructura tenemos que el dispositivo o Hardware es el PLC como tal. Este es un software instalado en el PC que permite comunicarse con el hardware en el cual se configuran las “variables” que son de interés.

El servidor OPC se comunica con el PLC a través de la red establecida (Ethernet, Proibus, MPI, etc..) en las tomas los lleva a variables específicas.

a. Cliente OPC. Es un software instalado en el PC que permite el intercambio de datos entre el servidor OPC y la aplicación (LabVIEW)

- Aplicación

Es un software realizado en cualquier lenguaje de programación (C++, Visual Basic, Delphi, LabVIEW, etc..) que contiene una interfaz gráfica que obtiene y escribe datos en el servidor OPC.

- Configuración servidor OPC para PLC Jazz Unitronics

Primero se configura el UNIOPC. Se debe verificar el Nombre del PLC, la dirección IP y el puerto, para nuestro caso que es el UNITROCINS JZ20-R16 nos dirigimos al software U90 LADDER y verificamos los datos anteriormente enunciados, primero damos click en Controller y luego en M90 OPLC Settings, como se observa en la siguiente Figura.

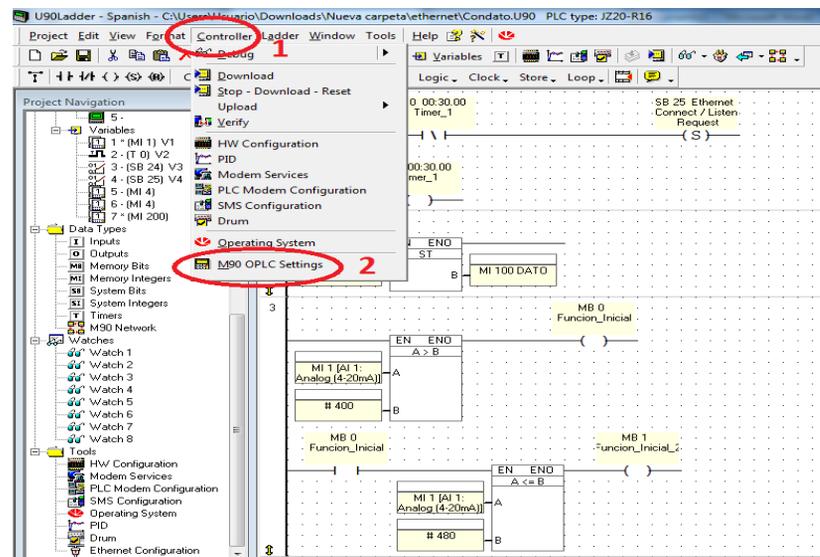


Figura 22: Configuración del UNIOPC.

Fuente: Los autores.

Se abrirá una ventana PC Comunicación Port Settings, luego damos click en la Carpeta ItemFavorites, como se muestra en la siguiente figura.

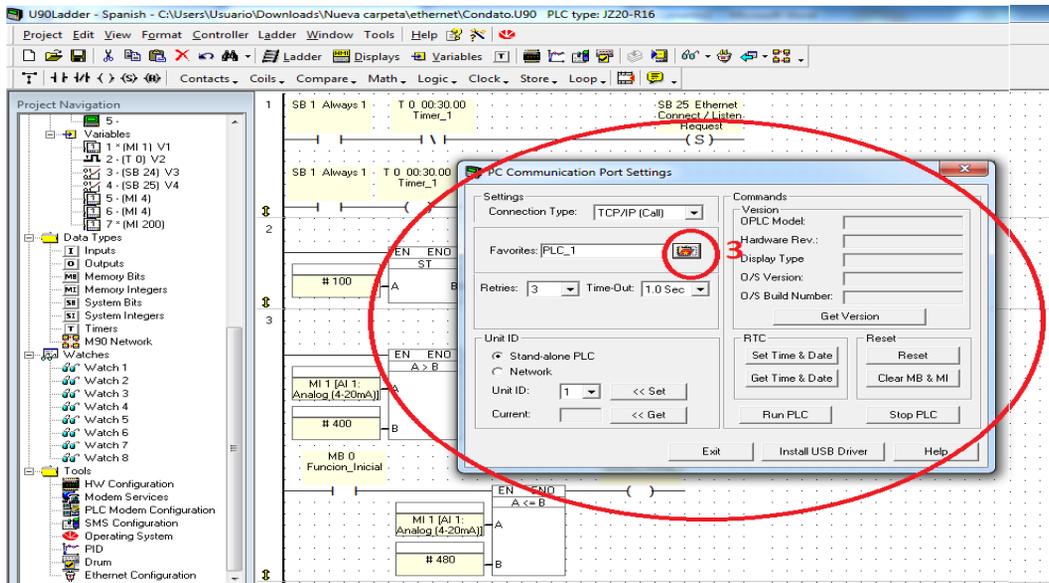


Figura 23. Carpeta ItemFavorites.

Fuente: Los autores.

Aparecerán los datos que necesitamos para realizar la conexión con el Servidor UNIOPC, tales como dirección IP, Protocolo, Puerto y nombre del PLC.

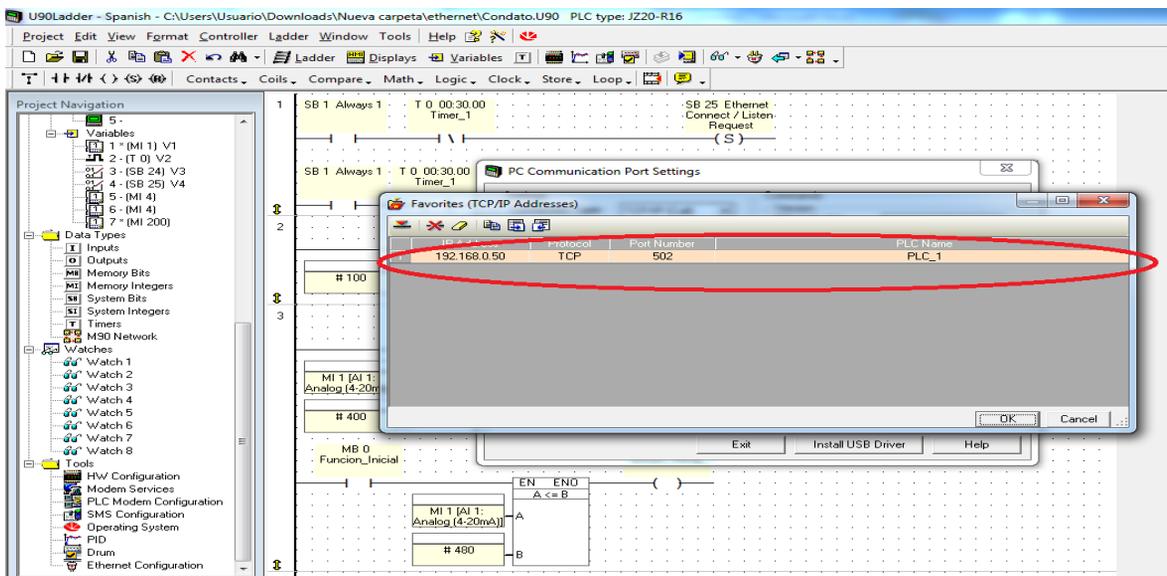


Figura 24: Datos para la conexión con el Servidor UNIOPC.

Fuente: Los autores.

Luego de tener todos los datos apuntados se procede a dar apertura al software UNIOPC como se muestra en la siguiente Figura

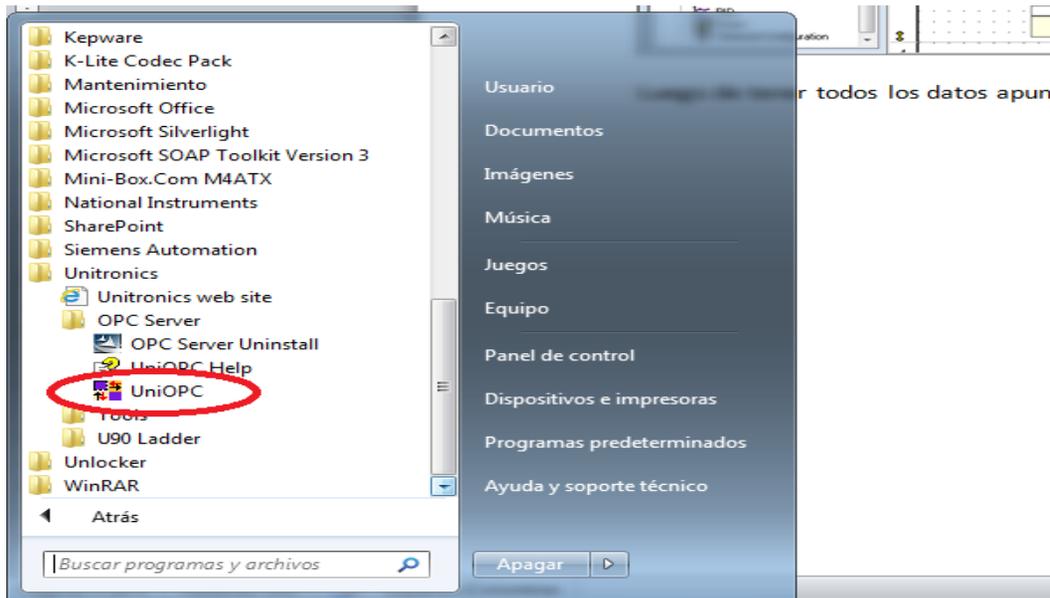


Figura 25. Apertura del software UNIOPC en inicio.

Fuente: Los autores.

Se abrirá el software que se muestra en la siguiente figura.

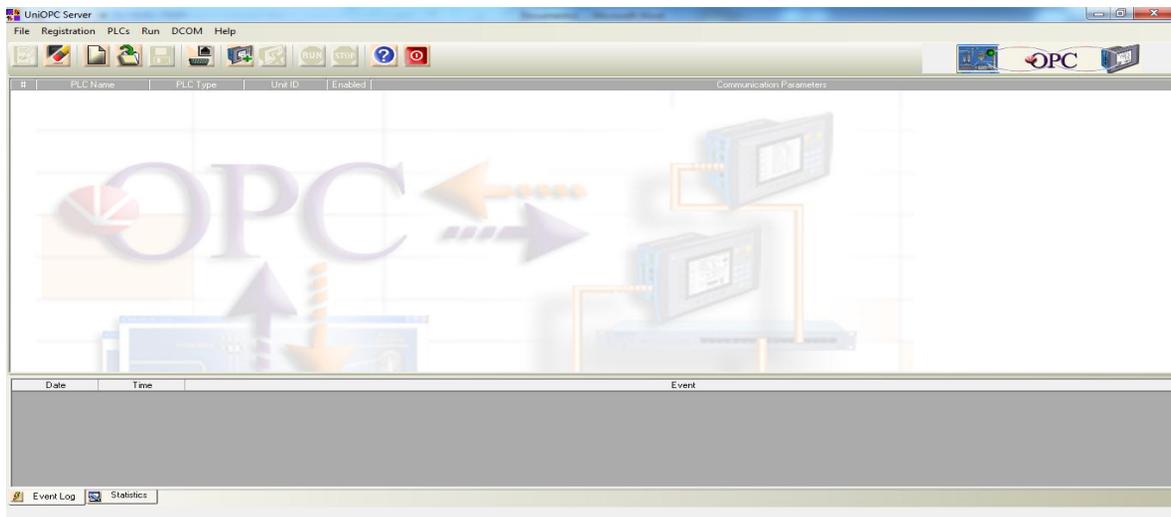


Figura 26: Pantalla de inicio software UNIOPC.

Fuente: Los autores.

Luego Se crea el canal dando click en el icono que se muestra a continuación

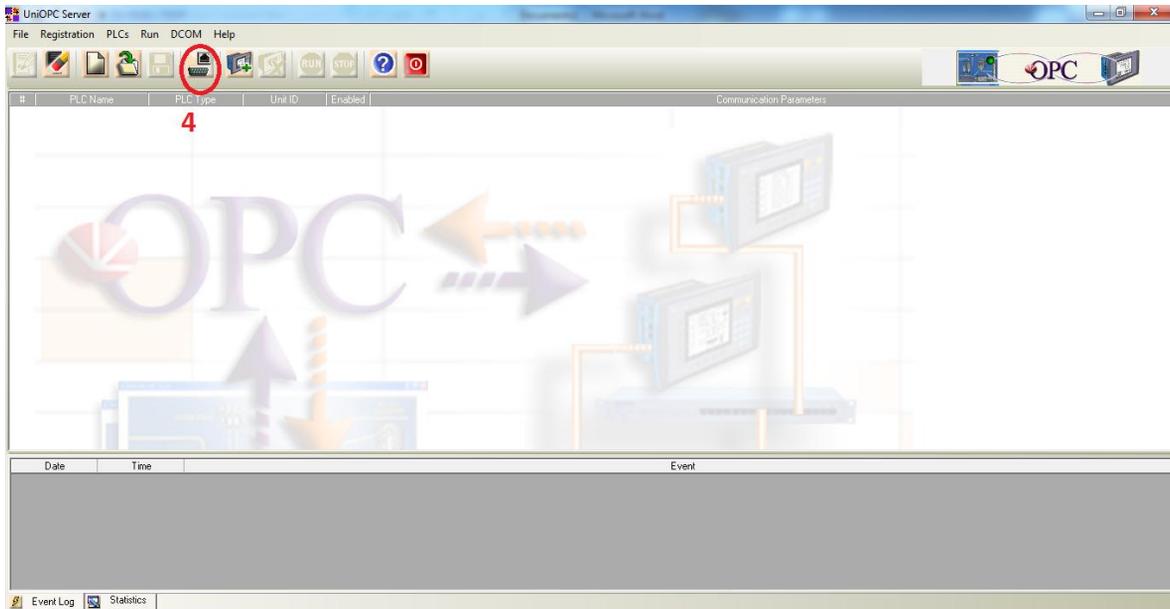
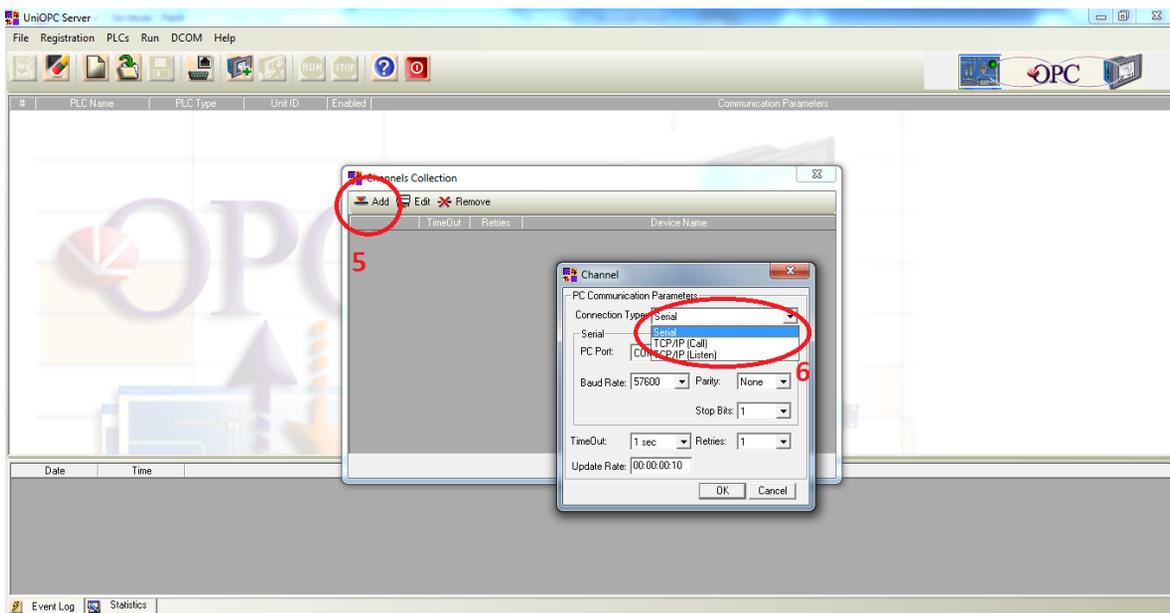


Figura 27: Ícono para la creación de canal en software UNIOPC.

Fuente: Los autores.

Adicionamos una nueva conexión como se muestra en la siguiente figura seleccionamos tipo de conexión TCP/IP (Call) y anotamos los datos que se habían obtenido del programa U90LADDER y click en OK y luego Close



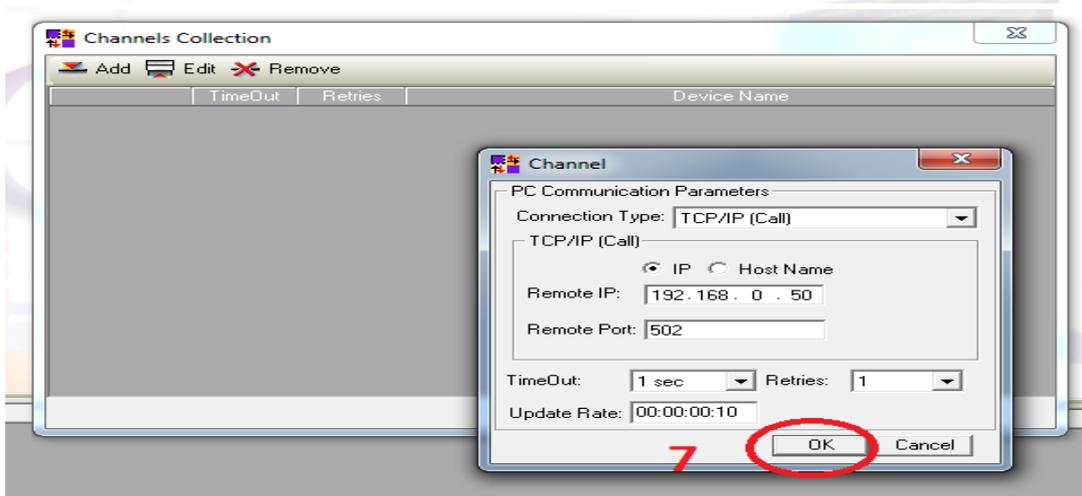


Figura 28: Adición de nueva conexión en UNIOPC.

Fuente: Los autores.

Adicionamos el PLC y digitamos el nombre del PLC obtenido anteriormente. Es importante que el nombre sea el mismo con letras números y caracteres especiales ya que si el nombre no es idéntico no se podrá realizar la conexión.

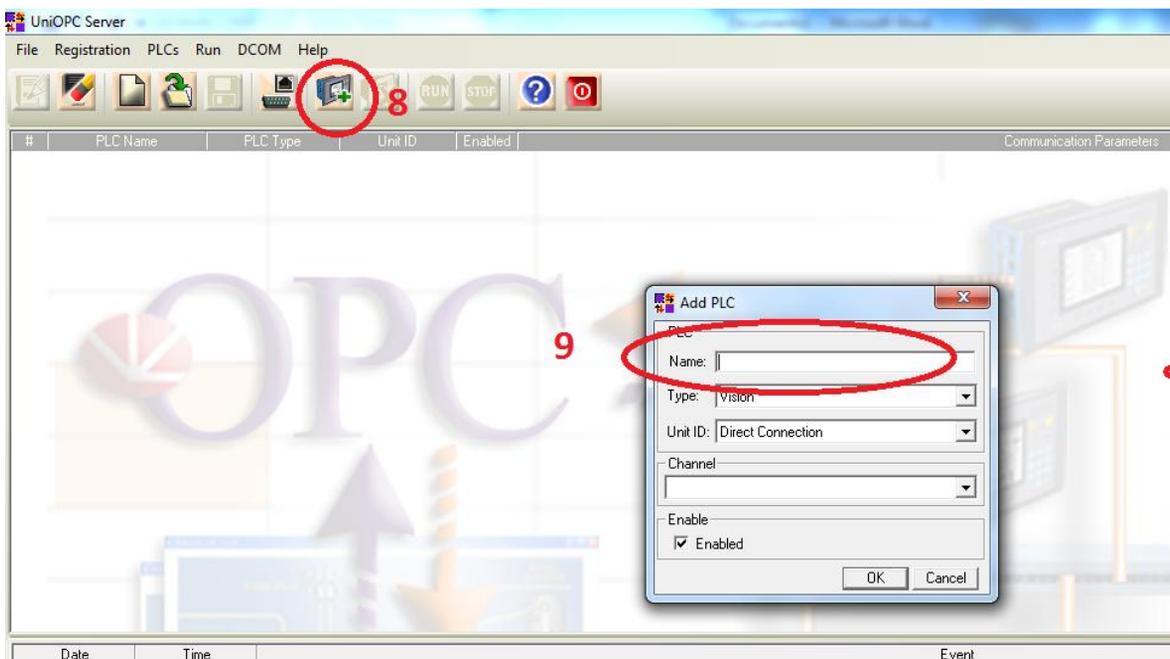


Figura 29: Condiciones para la adición del PLC.

Fuente: Los autores.

Nombre del PLC debe ser idéntico, Tipo Seleccionamos M90/91/Jazz, Unit ID conexión directa, Canal desplegamos el menú y seleccionamos la que anteriormente habíamos creado luego damos Click en OK

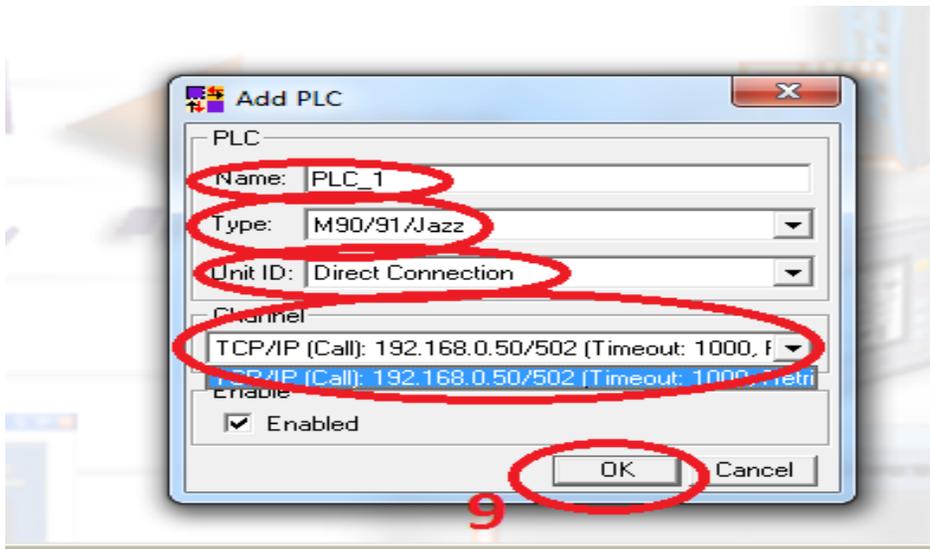


Figura 30: Parámetros para la adición del PLC.

Fuente: Los autores.

Antes de registrar el PLC debemos verificar que el Firewall de Windows se encuentre desactivado o se habilite la conexión entre redes desconocidas

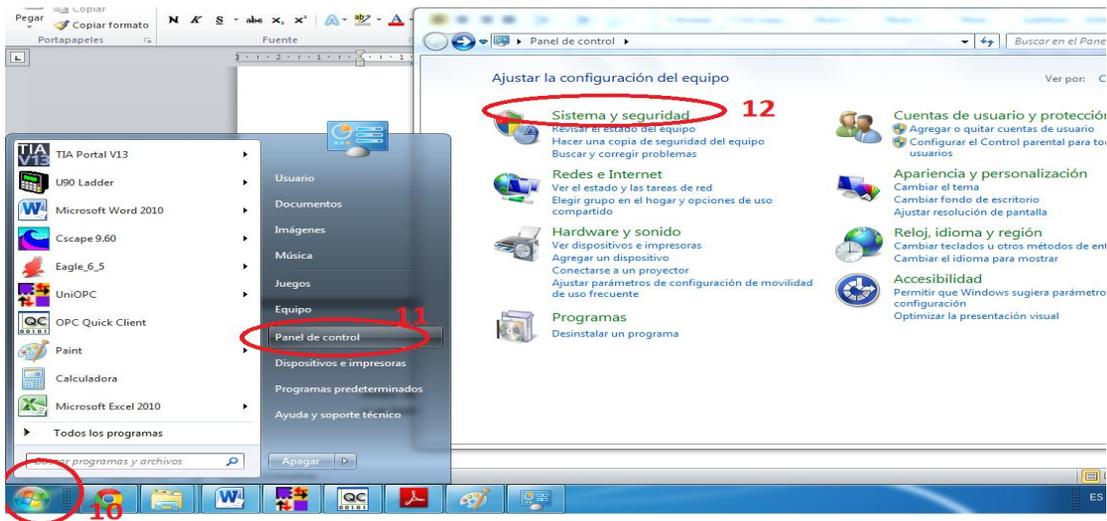
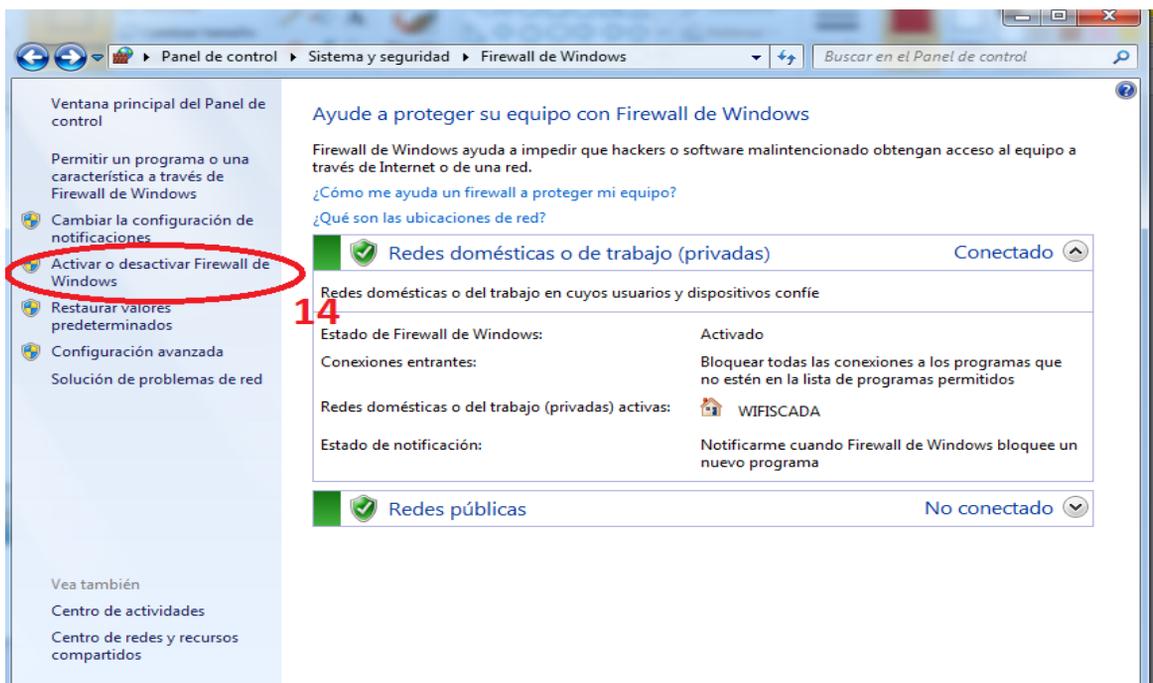
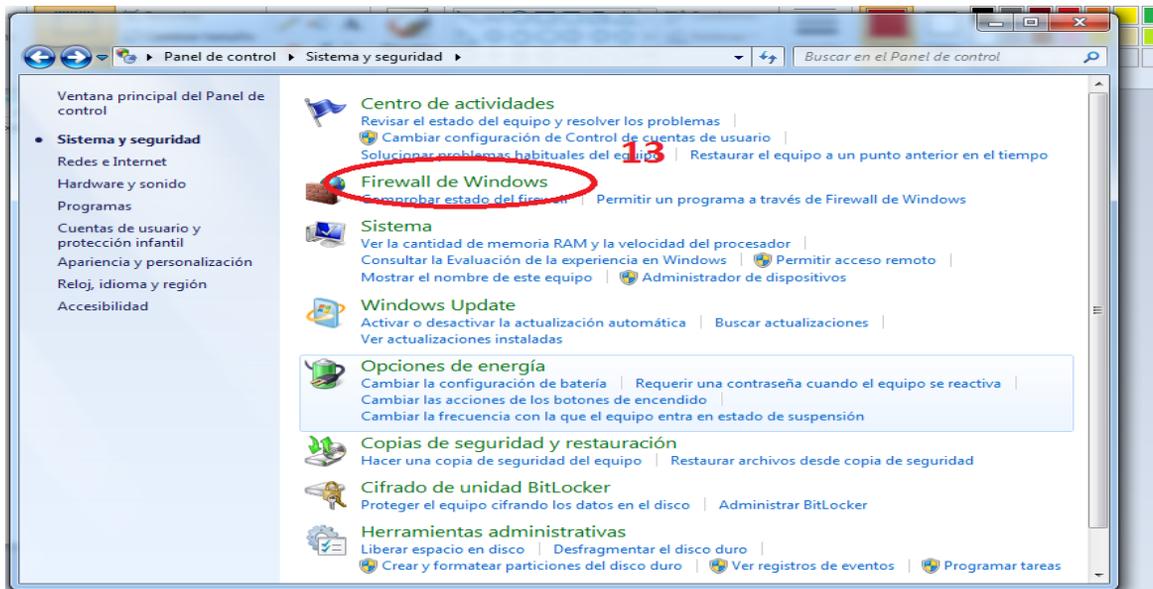


Figura 31: Verificación del firewall en Windows.

Fuente: Los autores.



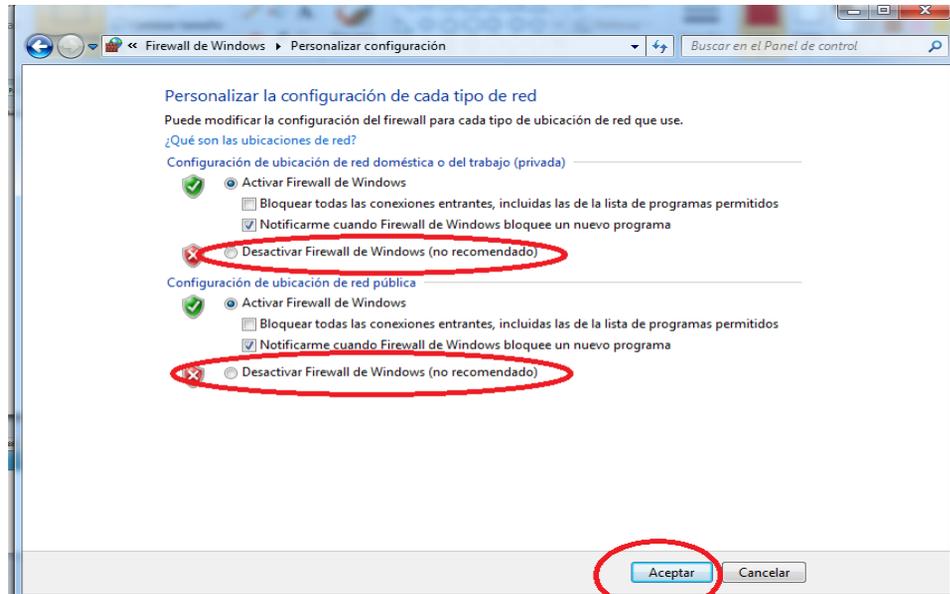


Figura 32: Desactivación del firewall en Windows.

Fuente: Los autores.

Luego de verificar que no se encuentran bloqueadas las conexiones entrantes podemos proceder a registrar el Servidor

Volvemos al programa UNIOPC y damos click en Registrar



Figura 33: Registro UNIOPC.

Fuente: Los autores.

Cuando ya estamos registrados se activan las teclas que vemos en la siguiente figura.

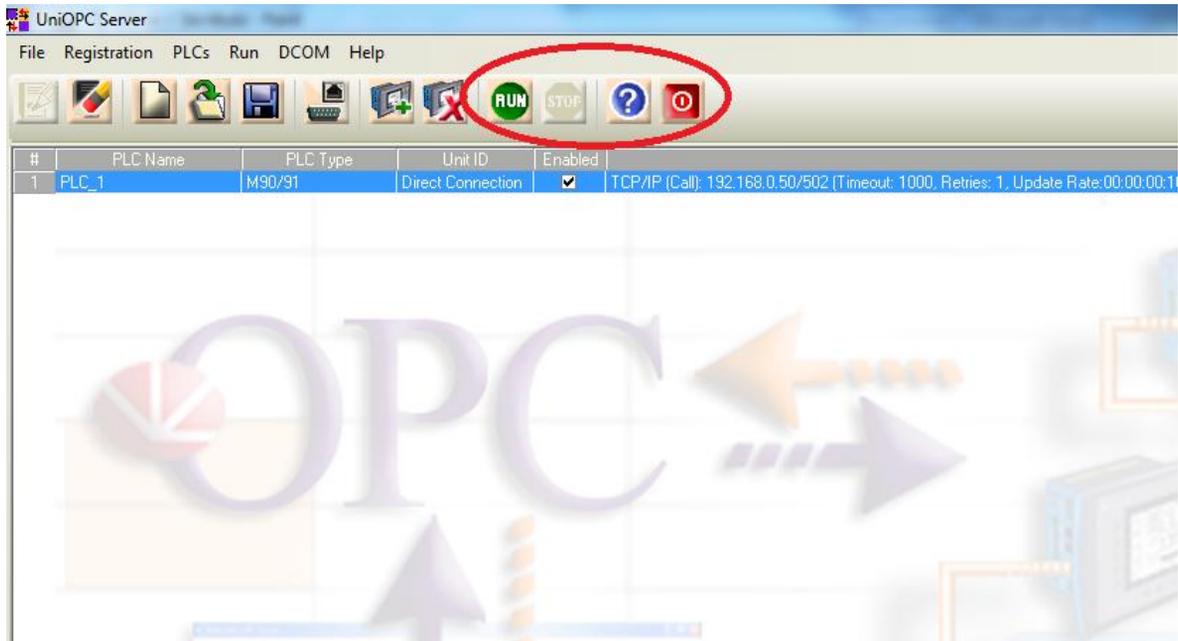


Figura 34: Íconos básicos en UNIOPC.

Fuente: Los autores.

Luego Damos click en RUN e inicia el UNIOPC cuando deseamos que para el UNIOPC damos Click en STOP



Figura 35: Opción RUN en UNIOPC.

Fuente: Los autores.

Cuando ya está corriendo el UNIOPC Abrimos el OPC Server que nos permitirá conectarnos con LABVIEW que para nuestro caso será OPC QUICK CLIENT contenido en la del servidor KEPServerEX5 como se muestra en la siguiente Figura.

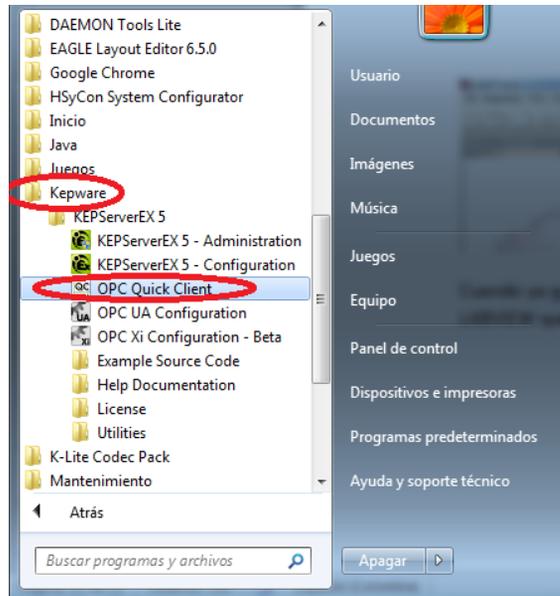


Figura 36: Apertura de OPC Server en inicio.

Fuente: Los autores.

Procedemos a configurar el OPC QUICK CLIENT, damos click en New Server y se listan los servidores activos, Seleccionamos de la lista UNIOPC.Server y click en Aceptar, como se muestra en la siguiente Figura.

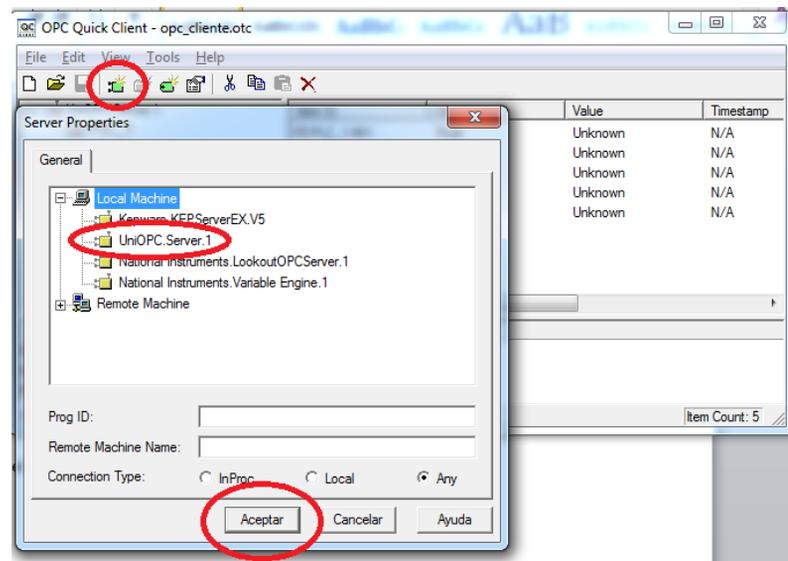


Figura 37: Configuración del OPC QUICK CLIENT.

Fuente: Los autores.

Luego Damos click en New Group, Ingresamos el nombre del PLC teniendo cuidado que el nombre sea igual al que habíamos encontrado en U90LADDER, ingresamos el tiempo de actualización de los Tag y click en aceptar

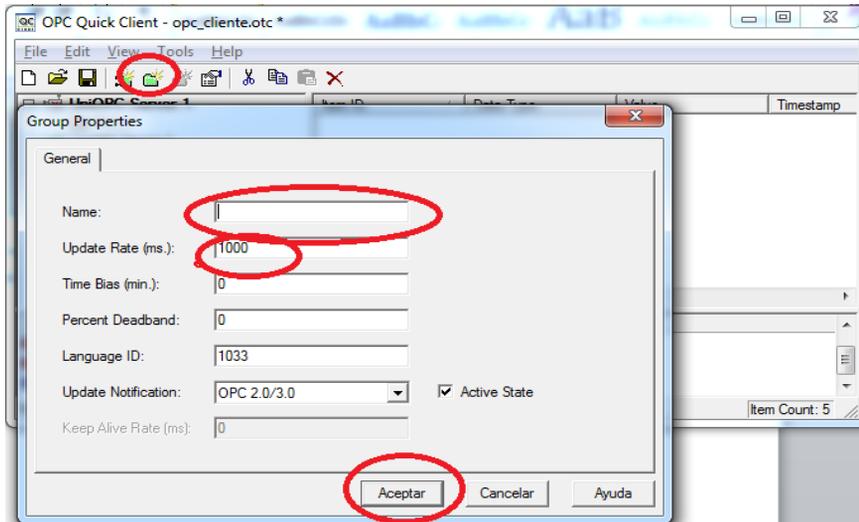


Figura 38: Ingreso de acceso al PLC.

Fuente: Los autores.

Damos click derecho en el Nombre del PLC que anteriormente ingresamos y seleccionamos New Item como se muestra en la siguiente figura.

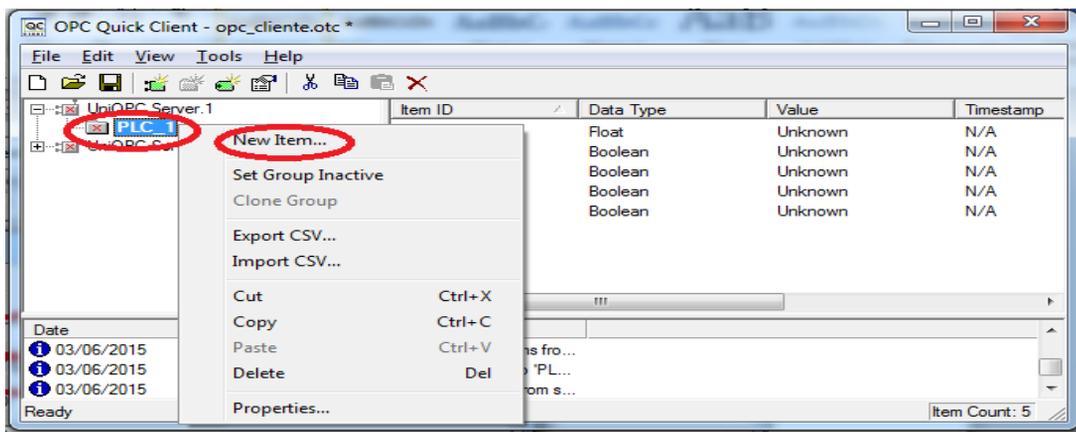


Figura 39: Nuevo ítem en PLC.

Fuente: Los autores.

Ingresamos en la variable que se desea monitorear, se selecciona el tipo dato y terminamos con

OK

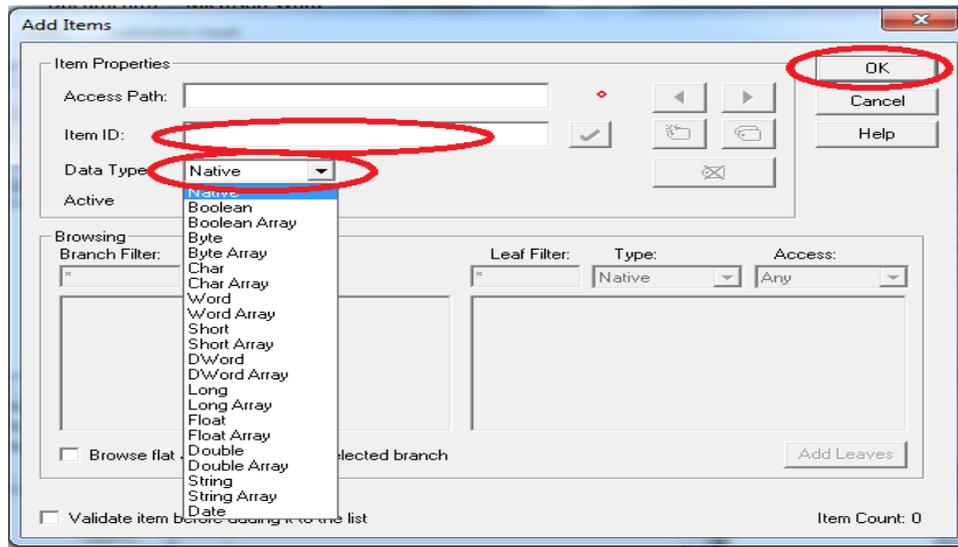


Figura 40: Ingreso variable a monitorear.

Fuente: Los autores.

Para saber cómo se debe ingresar el tag en el espacio Item ID vamos al programa U90 LADDER buscamos la variable que se desea monitorear, para el ejemplo que vamos a tratar deseamos monitorear la entrada analógica AI1 se observa que la dirección en la memoria del PLC MI 1

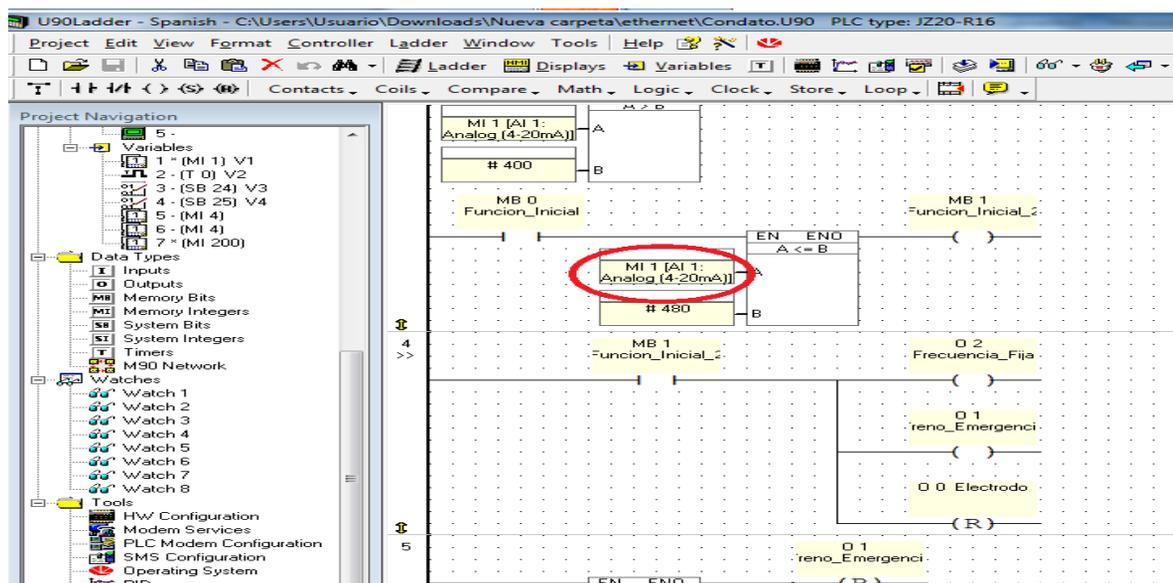


Figura 41. Ingreso del tag en ítem ID.

Fuente: Los autores.

Habiendo obtenido la dirección de memoria ingresaríamos en el OPC Click Client el nombre del PLC Seguido de un Punto y la dirección en memoria para el caso de una variable analógica seleccionaremos el tipo Float y click en OK

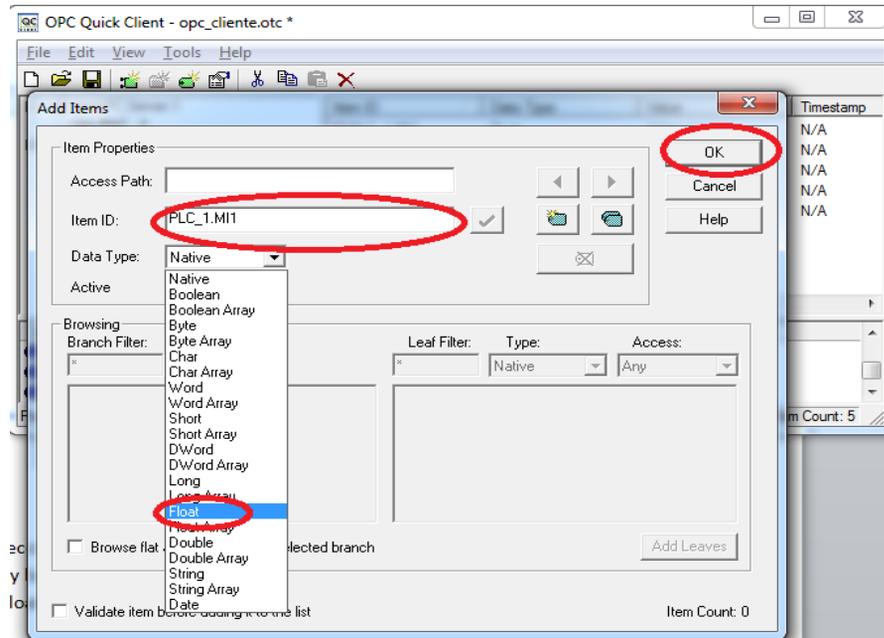


Figura 42: Ingreso al OPC Click Client. Selección de variable analógica.

Fuente: Los autores.

Luego de tener todas las variables o Tags creados como se muestra en la siguiente figura.

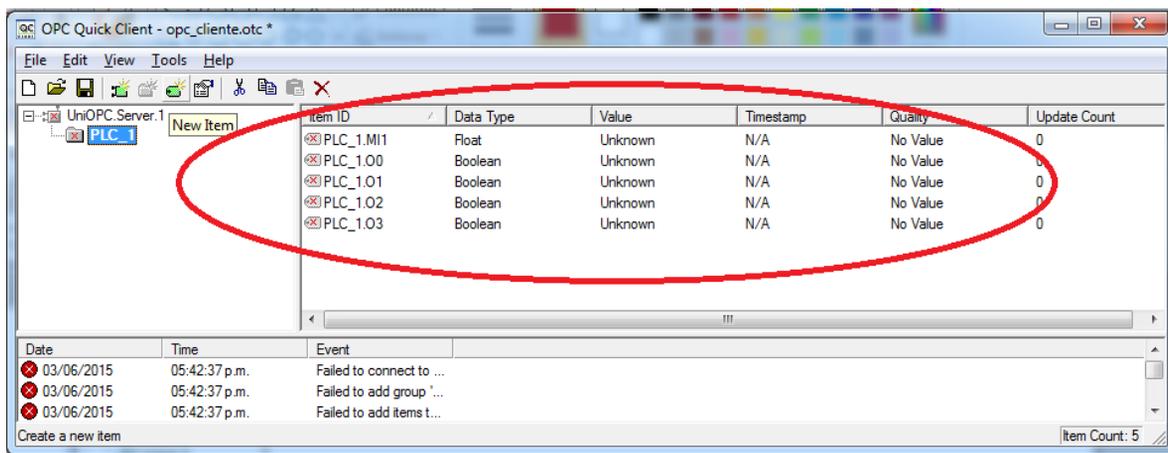


Figura 43. Despliegue de variables.

Fuente: Los autores.

Se conecta el OPC Server dando click derecho sobre el nombre del servidor y seleccionando Connect

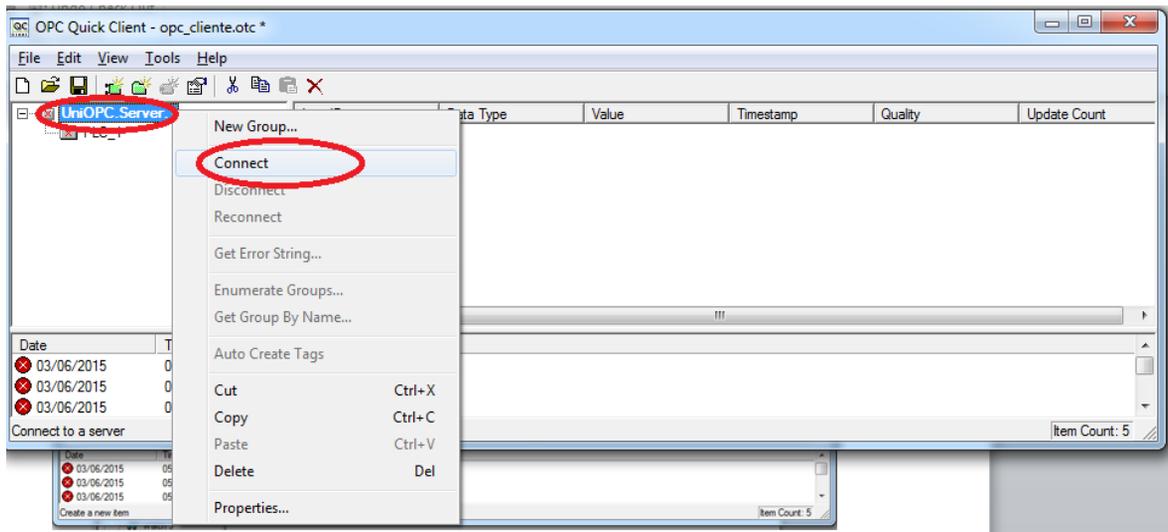


Figura 44: Conexión al OPC Server.

Fuente: Los autores.

El servidor debe pasar a un color Verde que indica que el Servidor se encuentra activo

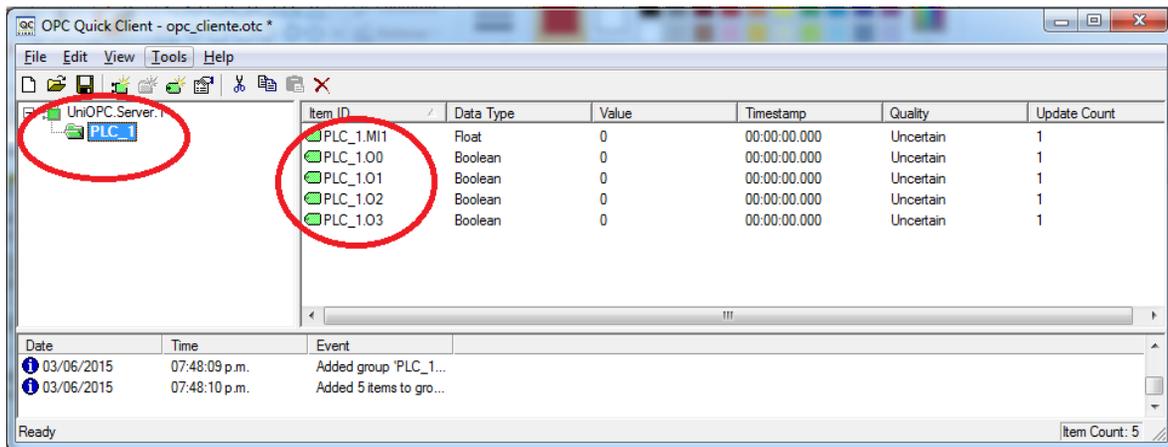


Figura 45: Visualización del modo de activación en conexión al OPC Server.

Fuente: Los autores.

Para la visualización en el software LABVIEW abrimos dicho programa como se muestra en la siguiente figura.

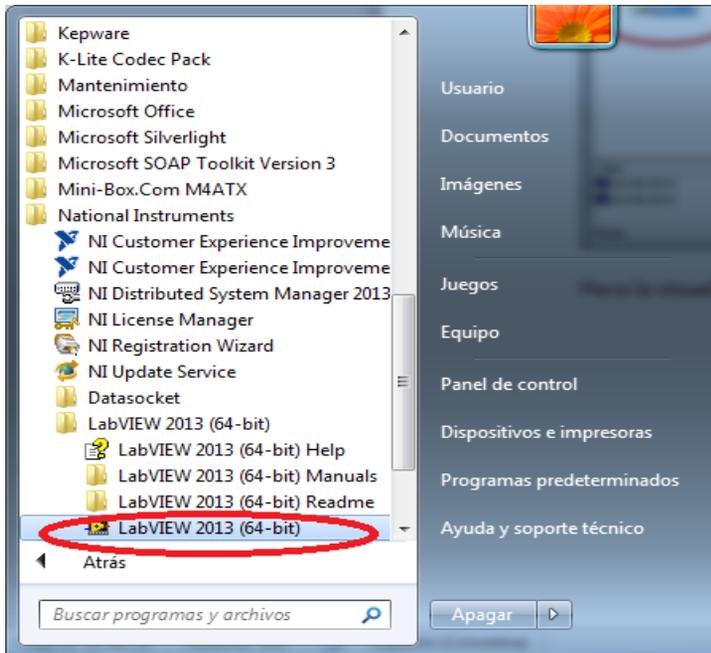


Figura 46: Apertura del LABVIEW en inicio.

Fuente: Los autores.

Seleccionamos Blank VI

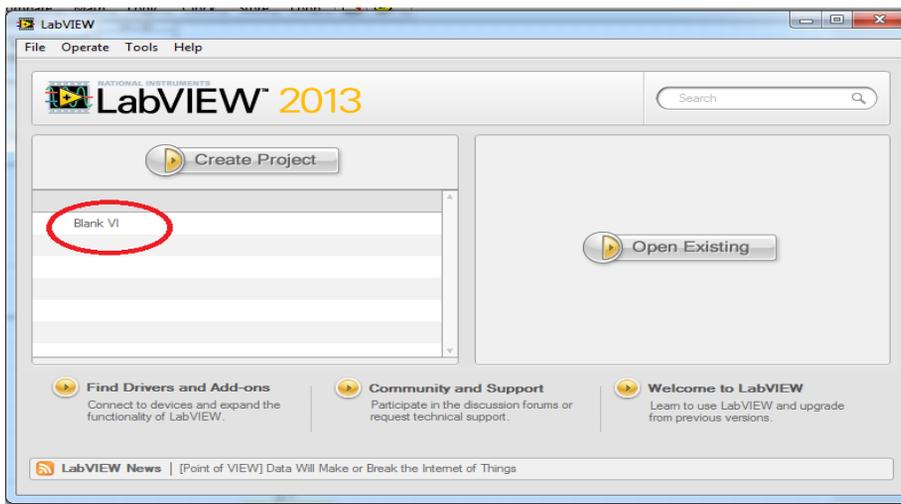


Figura 47: Selección del Blank VI.

Fuente: Los autores.

Nos ubicamos en el FRONT PANEL

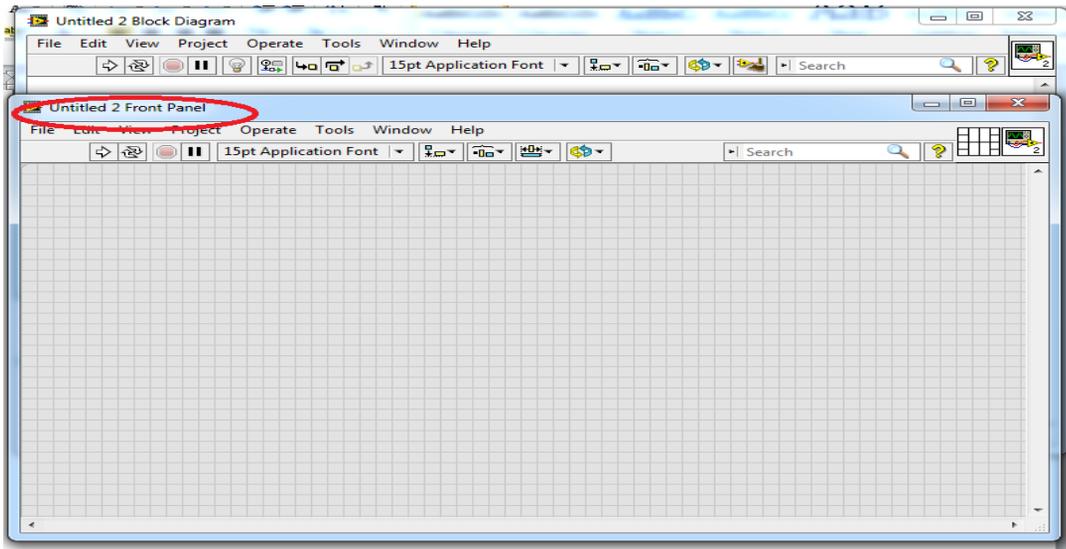


Figura 48: Ubicación en el front panel de Blank VI.

Fuente: Los autores.

Se da click derecho sobre la interfaz y seleccionamos el elemento que deseamos ubicar para nuestro caso un Termómetro para ubicar la variable Entrada analógica 1

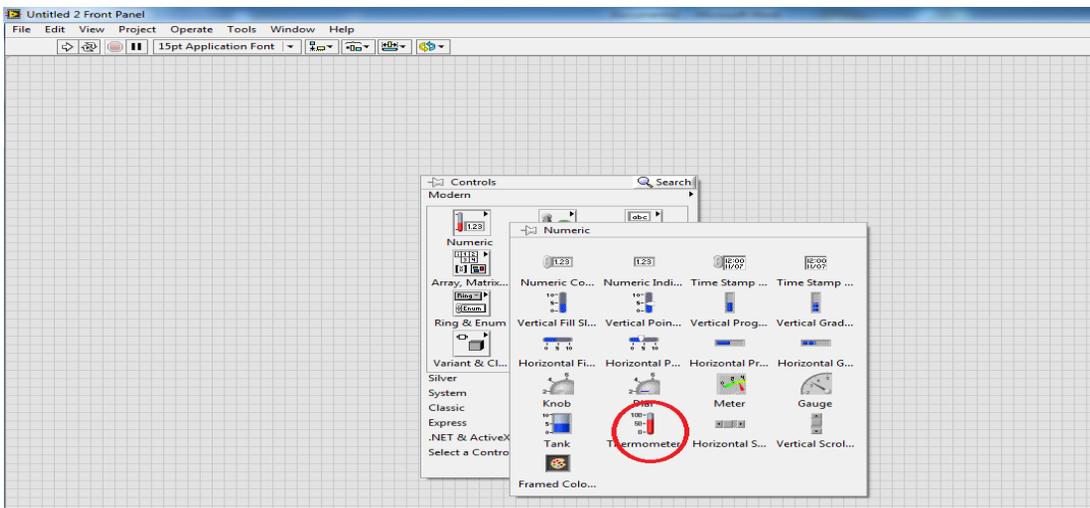


Figura 49: Ubicación de la variable Entrada analógica 1 en Blank VI.

Fuente: Los autores.

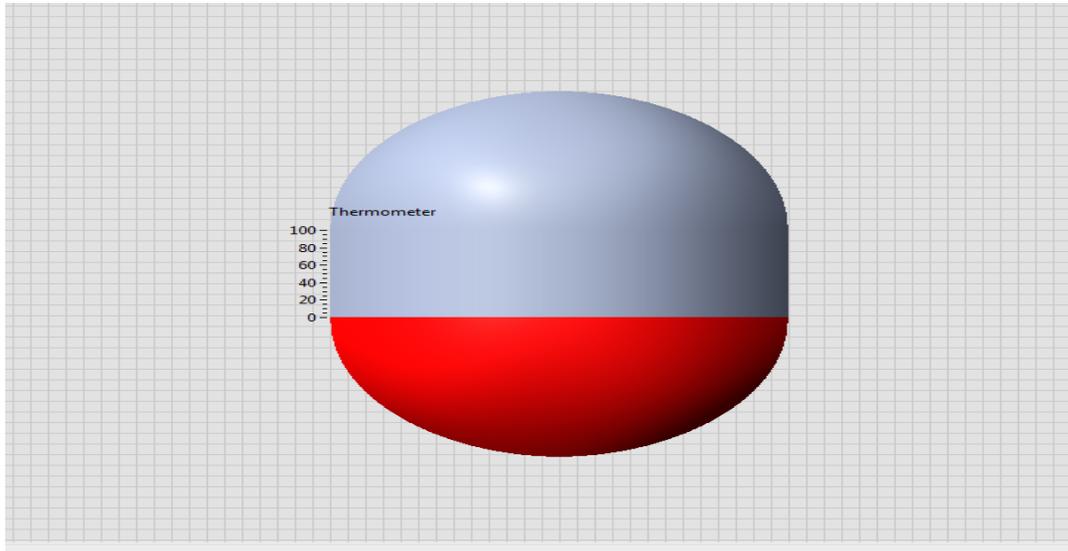


Figura 50: Visualización temperatura.

Fuente: Los autores.

Damos click derecho sobre el elemento y seleccionamos Properties como se muestra en la siguiente figura.

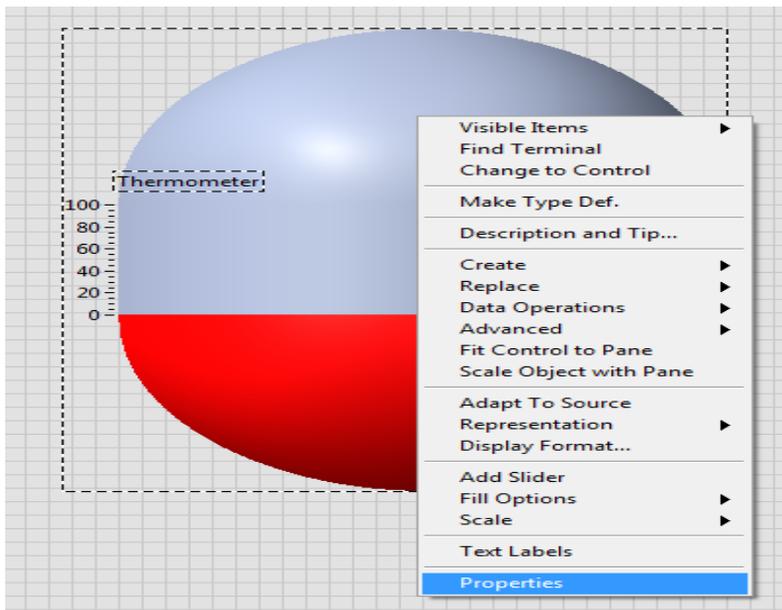


Figura 51: Propiedades para la visualización temperatura.

Fuente: Los autores.

Nos desplazamos con la flecha hasta que encontremos la opción Data Binding como se muestra en la siguiente figura.

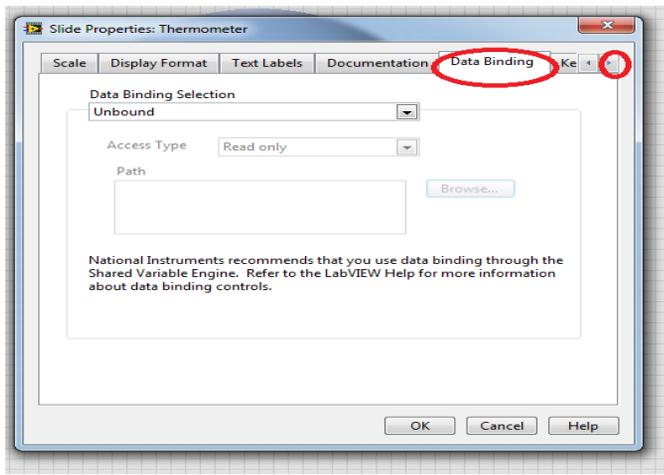


Figura 52: Ubicación de la opción Data Binding

Fuente: Los autores.

Desplegamos el menú Data Binding Selection y seleccionamos DATA SOCKET

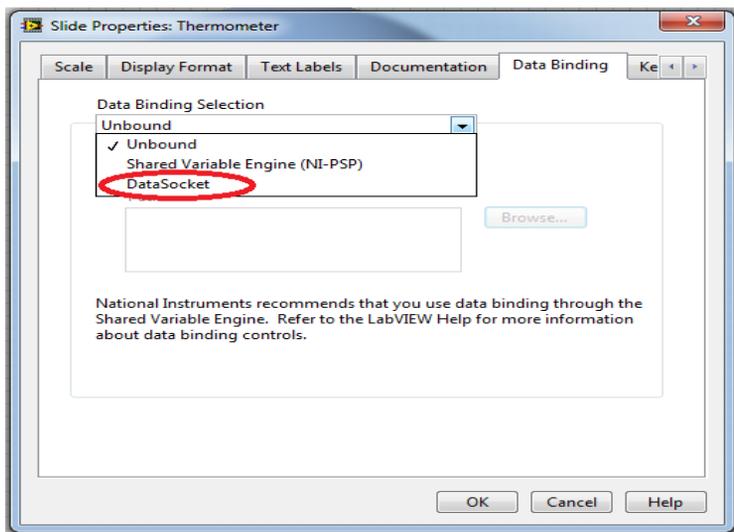


Figura 53: Despliegue menú Data Binding Selection.

Fuente: Los autores.

Luego nos dirigimos Browse y seleccionamos DSTP Server Como se muestra en la siguiente figura.

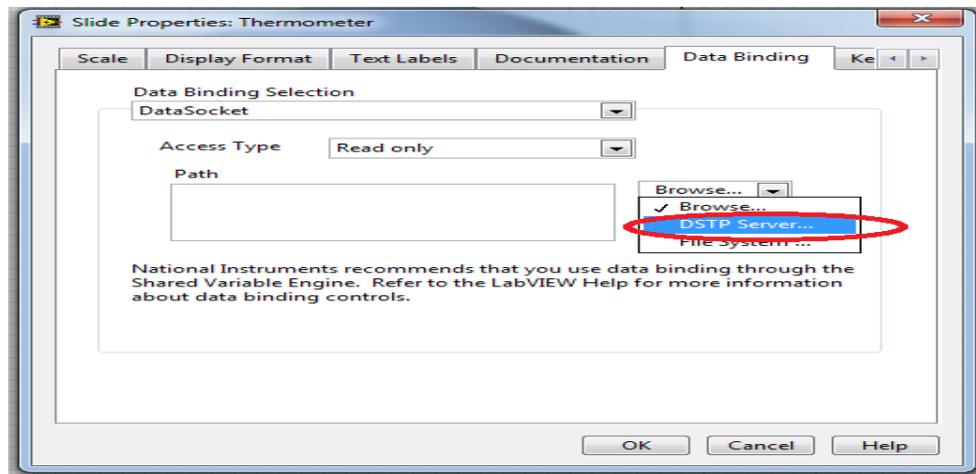


Figura 54: Selección de DSTP Server.

Fuente: Los autores.

Luego seleccionamos el servidor UNIOPC SERVER y seleccionamos la variable que deseamos vincular

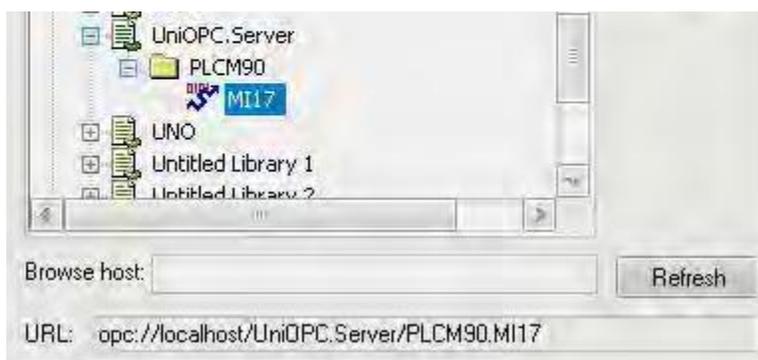
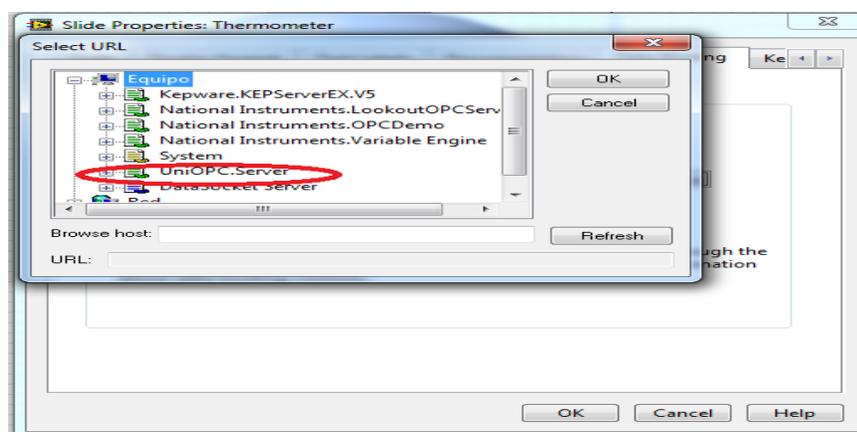


Figura 55: Selección servidor UNIOPC SERVER y variable a vincular.

Fuente: Los autores.

Click en OK y terminamos el proceso de configuración de una red Scada para un PLC JAZZ UNITRONIC como se muestra en la siguiente Figura

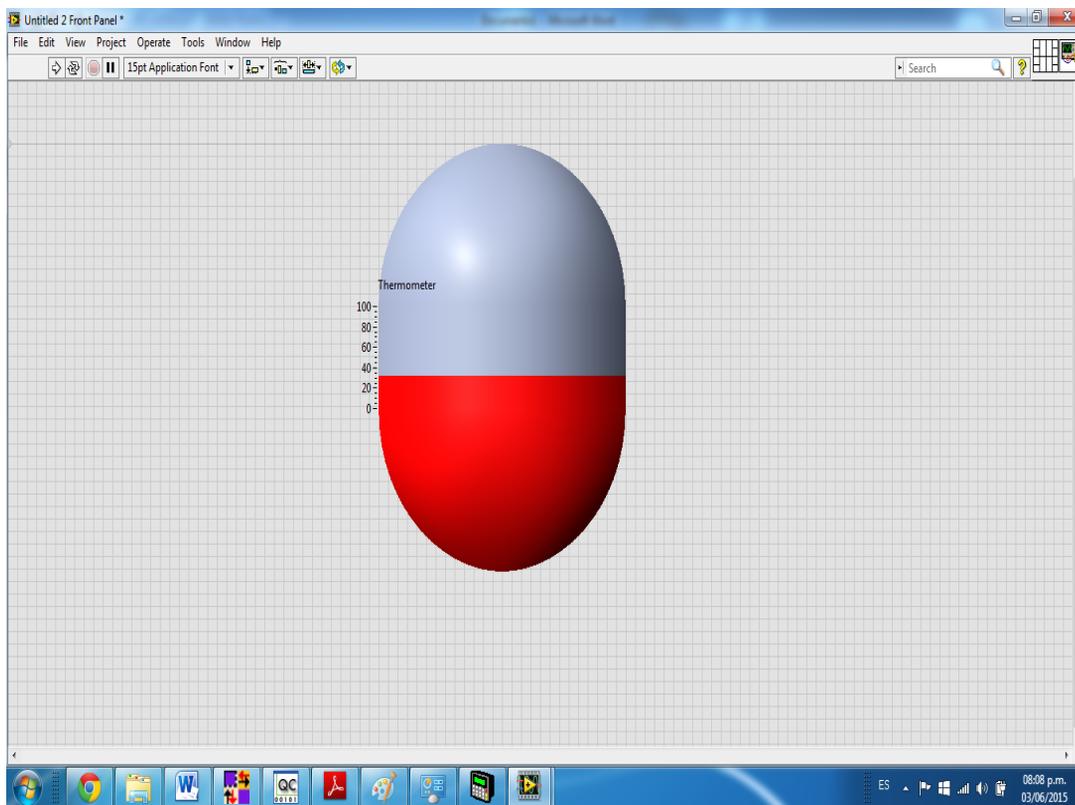


Figura 56: Pantallazo de la terminación del proceso de configuración de una red Scada.

Fuente: Los autores.

6.2 CONFIGURACIÓN JZ20-R16 ETHERNET

Para la configuración del JZ20-R16 se necesitan los siguientes elementos

- Programa U90 LADDER
- OPLC JZ20-R16
- Módulo MJ20-ET1
- Cable Ethernet
- Esquema de conexiones



Fuente: OPC (2015) <http://www.mathworks.com/help/opc/opc-foundation-hda-reference.html>

Abrimos el programa como se muestra en la siguiente figura seleccionamos Unitronics, U90 Ladder

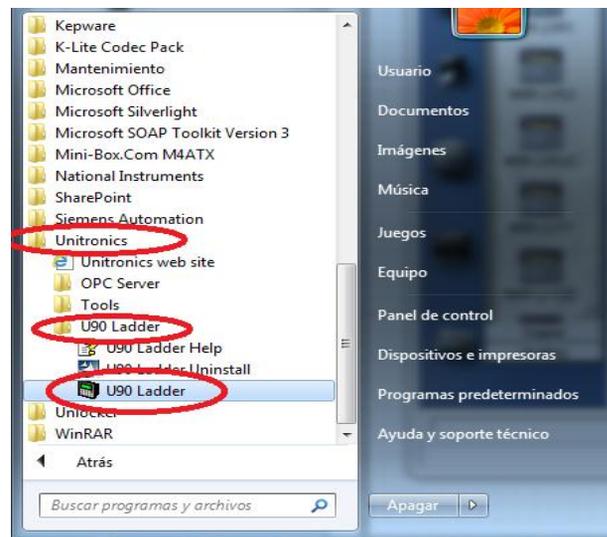


Figura 57: Apertura Unitronics, U90 Ladder en inicio.

Fuente: Los autores.

Se inicia el siguiente programa

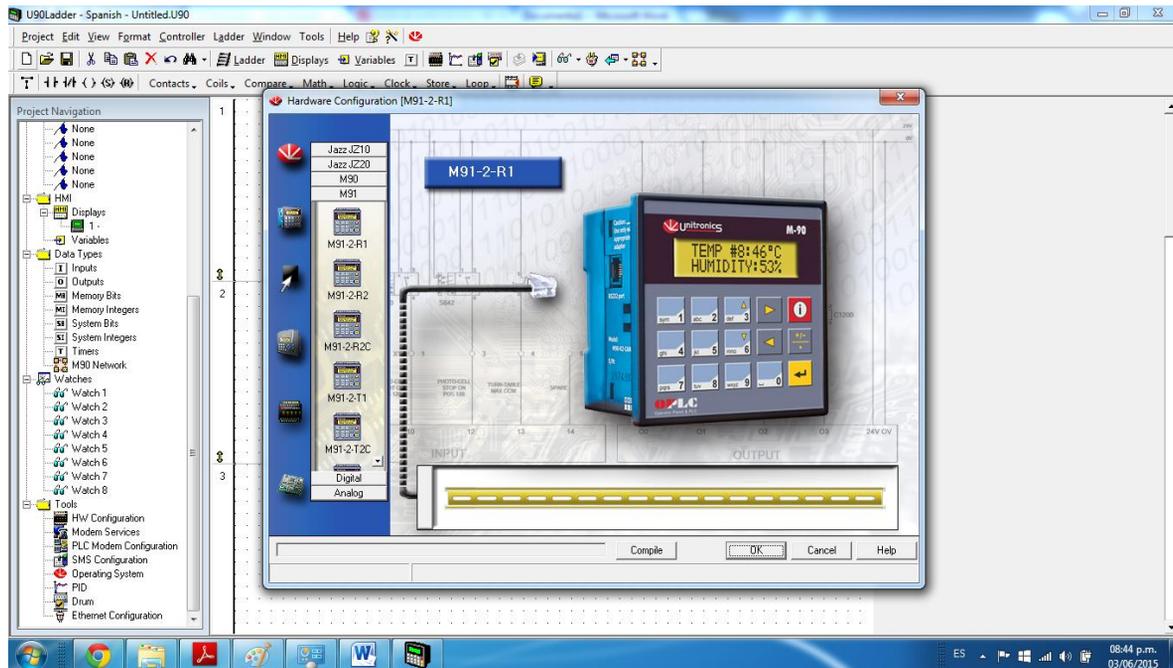


Figura 58. Pantalla de apertura Unitronics, U90 Ladder.

Fuente: Los autores.

Seleccionamos el OPLC con el cual vamos a trabajar que en nuestro caso es el JZ20-R16 y click en OK



Luego damos click en ladder

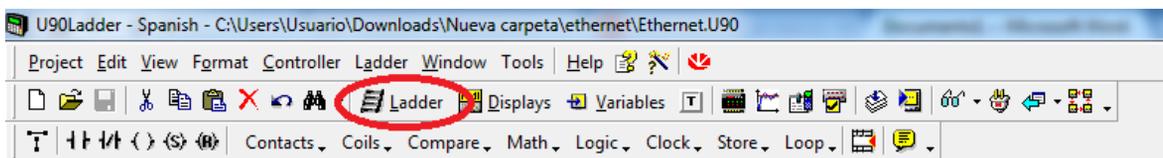


Figura 59: Selección en OPLC del JZ20-R16.

Fuente: Los autores.

Y procedemos a escribir el siguiente programa

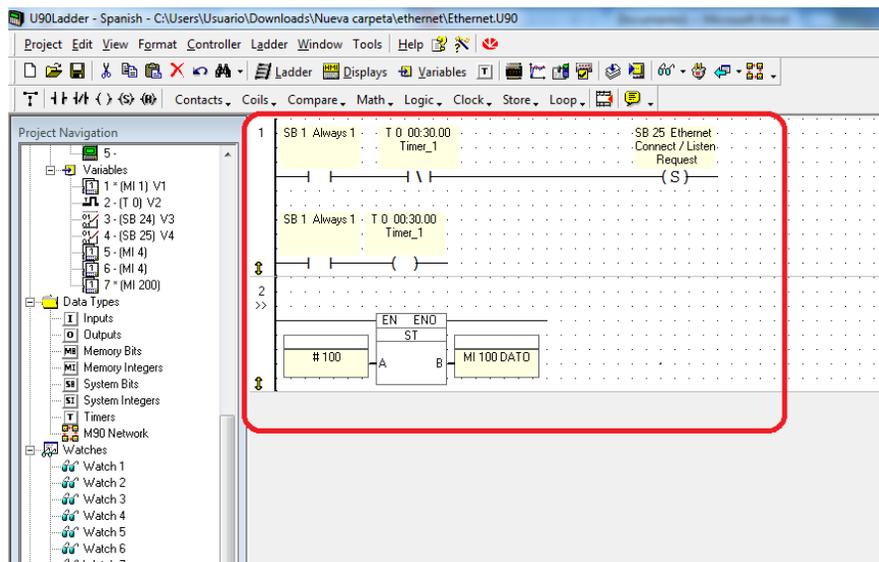


Figura 60: Programa para la selección en OPLC del JZ20-R16.

Fuente: Los autores.

Compilamos el programa y Verificamos que el programa esté correcto.

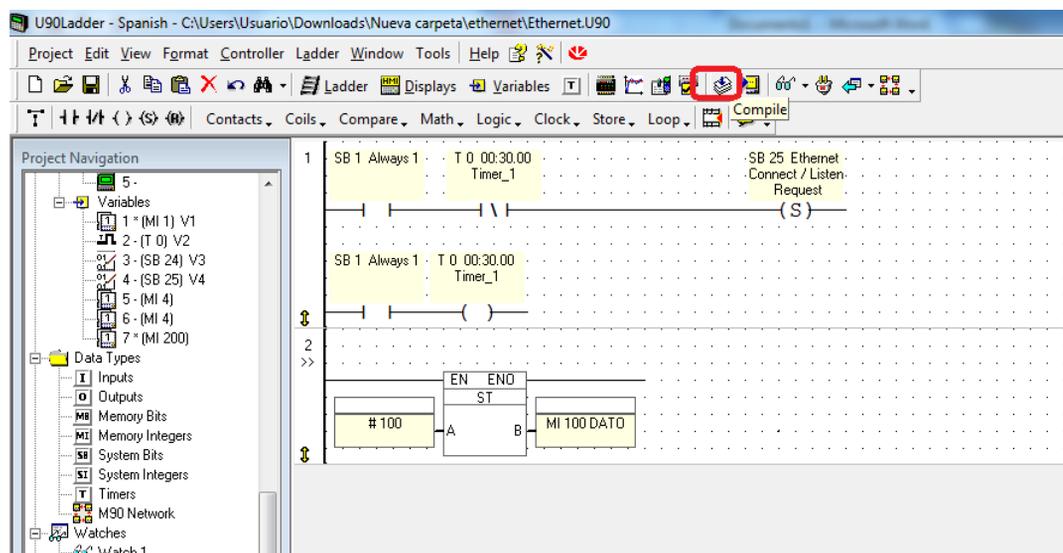


Figura 61: Compilación programa y verificación para la selección.

Fuente: Los autores.

Luego lo enviamos al PLC por medio del cable serial debido a que el JZ20-R16 viene predeterminado para la comunicación RS232 Serial.

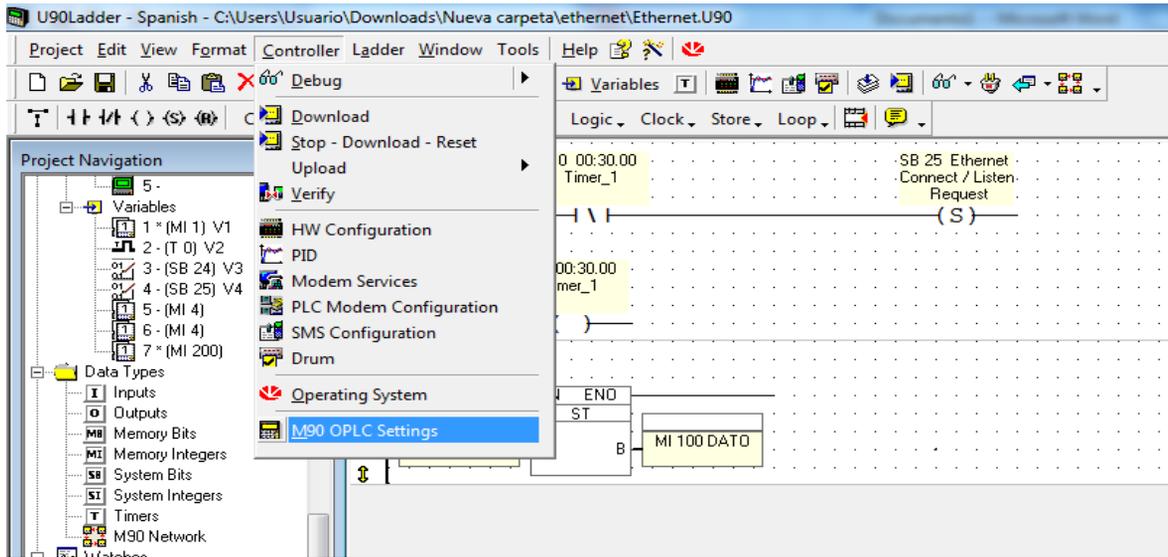


Figura 62: Envío al PLC por medio de cable serial.

Fuente: Los autores.

Nos dirigimos a Controller, M90 OPLC Setting para verificar que el PLC si se encuentra en el puerto asignado por el PC

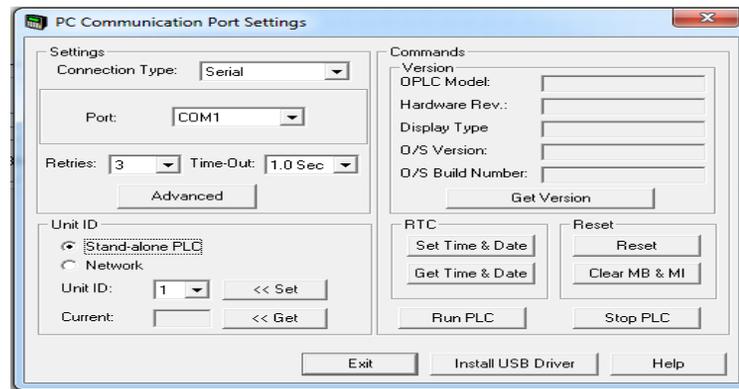


Figura 63: Verificación PLC en puerto asignado por el PC

Fuente: Los autores.

Cuando estamos seguros que el OPLC esté correcto el puerto damos click en Download.

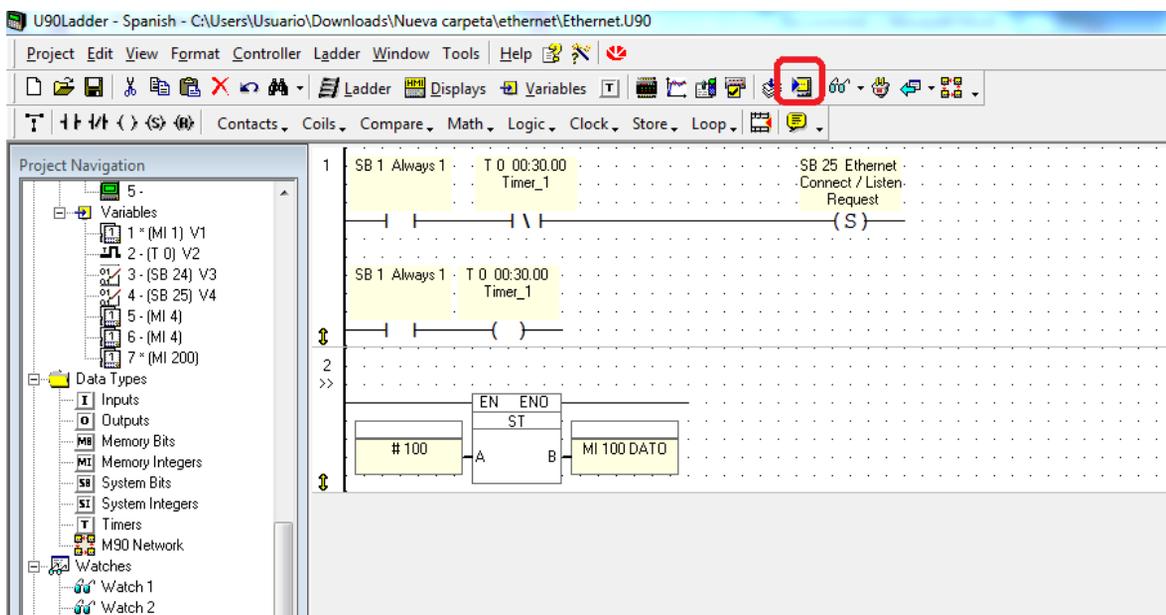


Figura 64: Download tras verificación de OPLC en puerto correcto.

Fuente: Los autores.

Esperamos que el OPLC termine la configuración del programa anterior luego de haber terminado procedemos a configurar el modo Ethernet, el programa anterior lo que hicimos es activar el listen Ethernet del OPLC, apagamos el OPLC y conectamos el módulo MJ20-ET1, conectamos el cable Ethernet al PC.

- Procedimiento configuración Ethernet.

Para realizar la configuración del Ethernet en un Oplc Jazz de Unitronics es necesario habilitar características y darles propiedades a estas en el software de programación U90 Ladder.



Figura 65: Propiedades para el Ethernet.

Fuente: Los autores.

Instrucciones:

- Desplegar las ventanas en el menú (Project Navigation) en el cual buscaremos la opción (Tools) y daremos clic en (Ethernet Configuration).

Realizando el paso anterior nos aparecerá la ventana de (Ethernet Configuration)

- Habilitaremos La característica (Using Ethernet) y le asignaremos las siguientes propiedades de red.

a) Asignación de una dirección IP y habilitar cada una de las características de (ForceonCard

Init).

b) Asignar Puerto local.

c) Colocar SubnetMask (Mascara de subred).

d) Asignar dirección del Gateway.

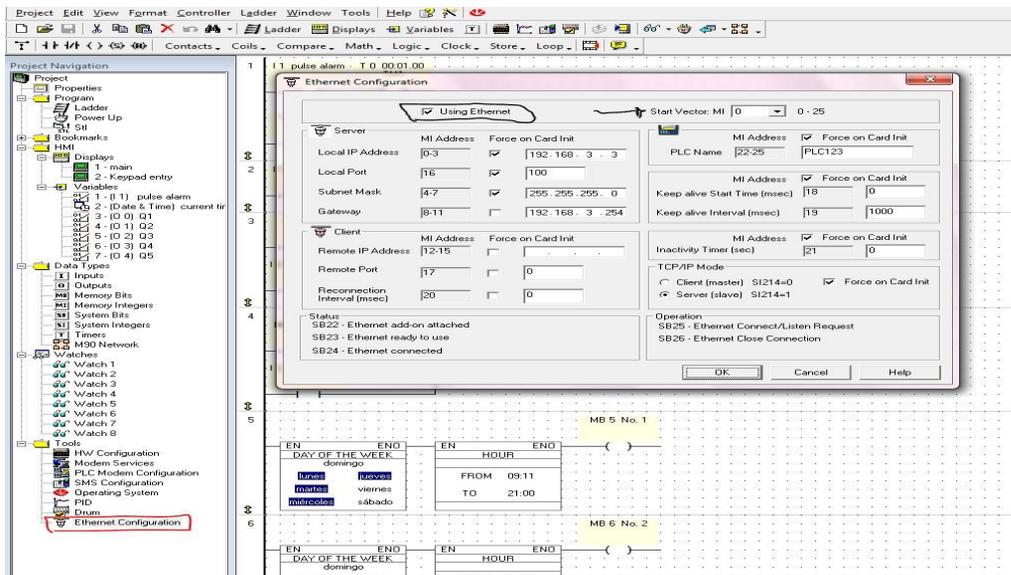
e) Asignación Remote IP Address.

f) Asignar Remoteport.

g) Asignar intervalo de Reconexión ; ReconnectionInterval (msec)

(Las características asignadas serán almacenadas en el vector (MI 0) el cual ira del 0 – 25 en este caso, tener en cuenta en la programación.

- Asignar nombre al PLC; en este caso PLC123 y habilitar la característica ForceonCardInit.
- Habilitar modo TCP/IP Client (Master); Server (Slave) (Habilitar ForceonCardInit) y finalizar dando OK.



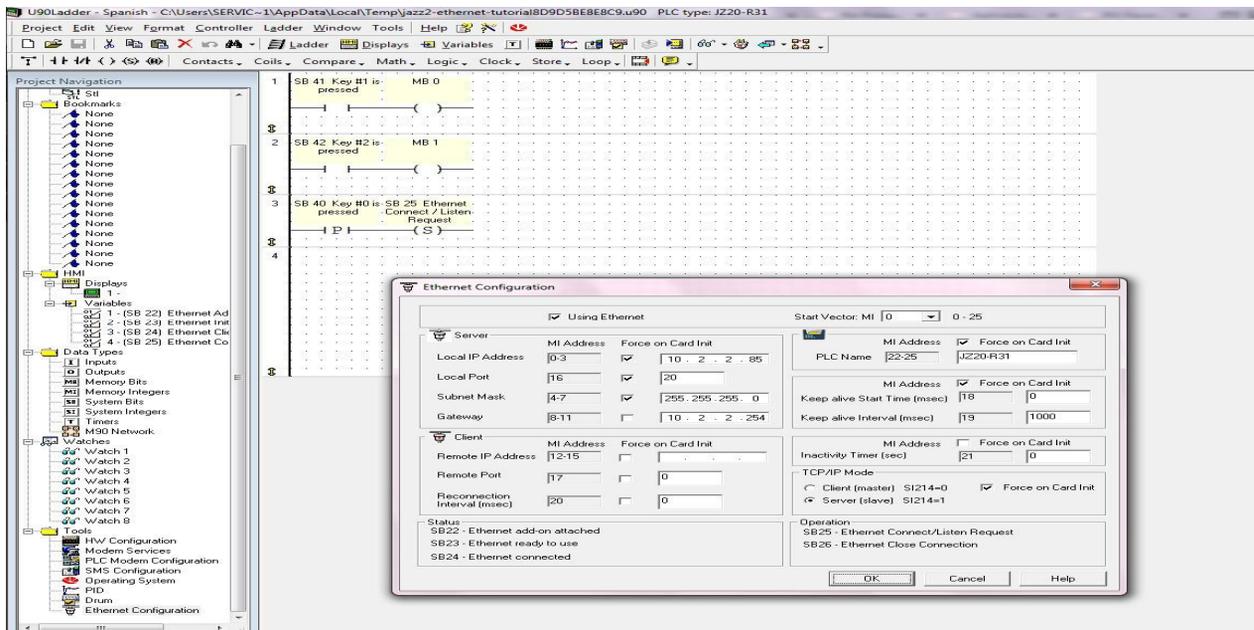


Figura 66: Habilitación del modo TCP/IP Client (Master);

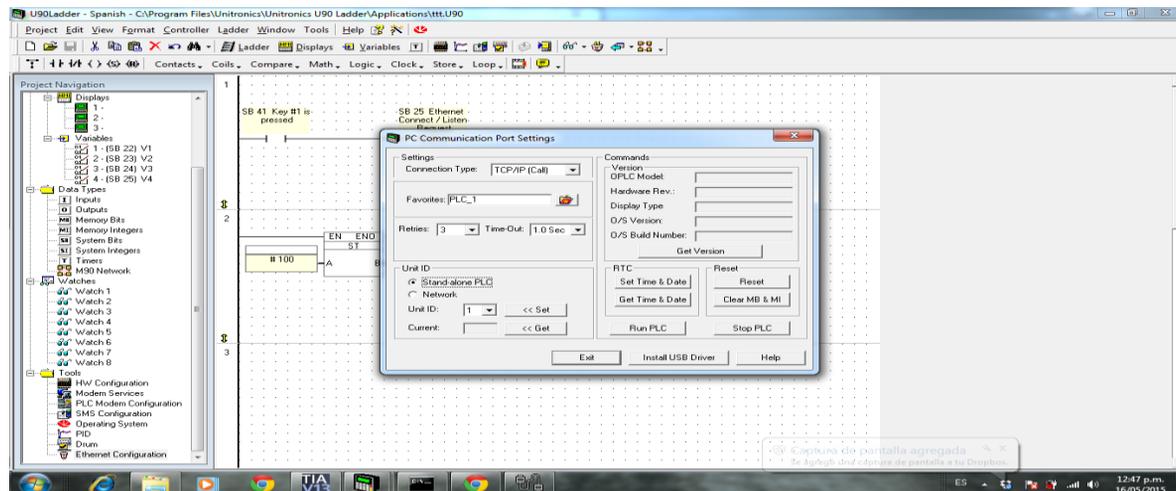
Fuente: Los autores.

En estas imágenes se muestra como hacer la configuración del PLC: JAZ RJ20- R16 por medio del programa ladder para PLC de la línea Unitronics.

Configuramos dándole una dirección IP Ethernet configuración aparece un recuadro donde se configura la dirección IP ,” 192.168.0.50 como ejemplo”.

Damos nombre al PLC en este caso será PLC 1, se configura su máscara 255.255.255.0

Configuración del Gateway 162 168.0.2054



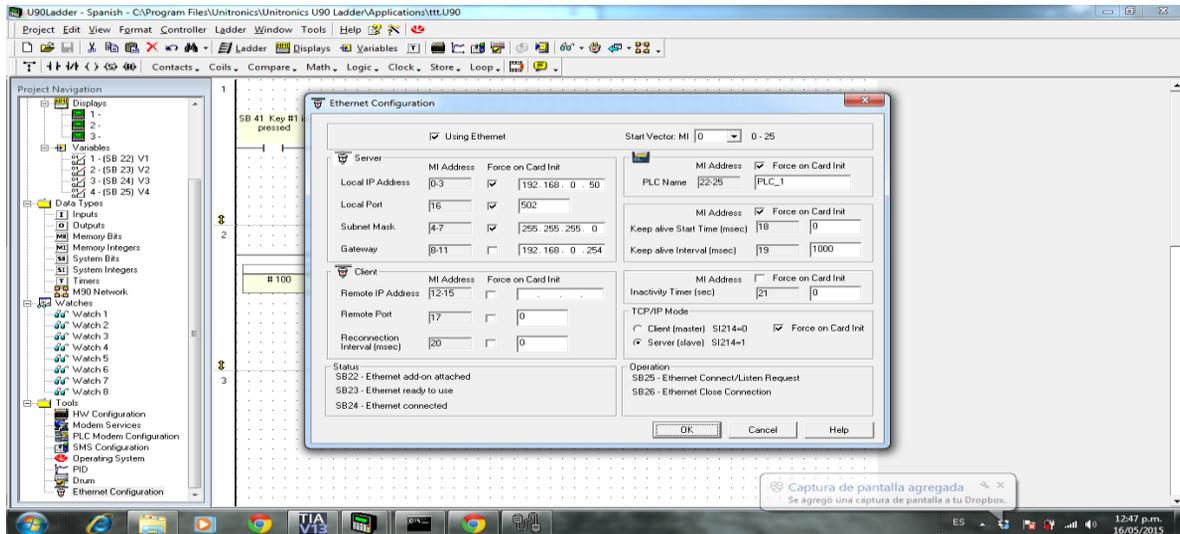
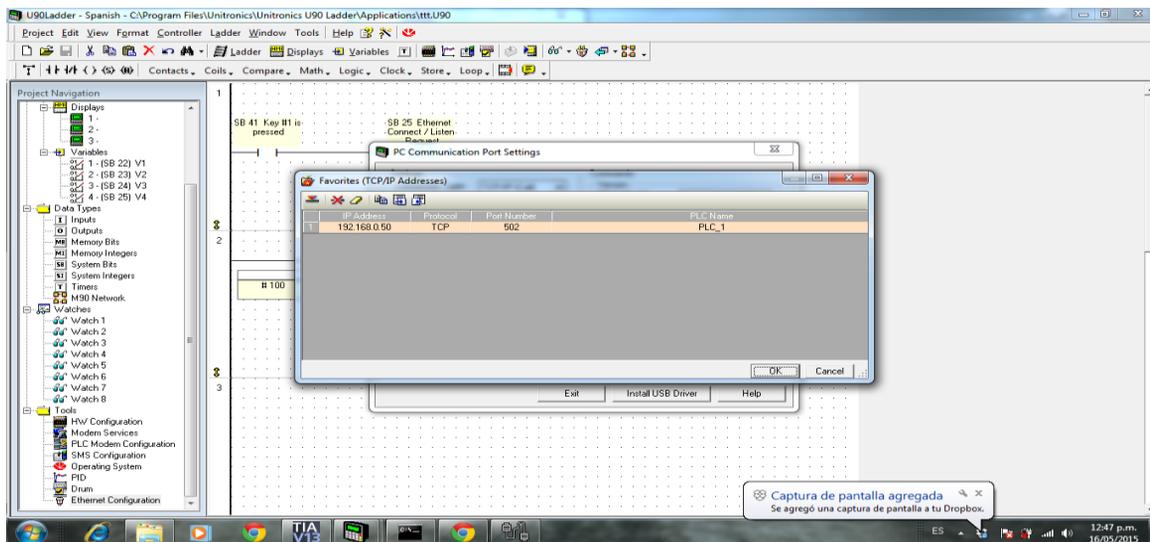


Figura 67: Configuración dirección IP Ethernet.

Fuente: Los autores.

En esta imagen muestra la forma para configurar el nombre del JAZ RJ20- R16. Damos el nombre de PLC -1.



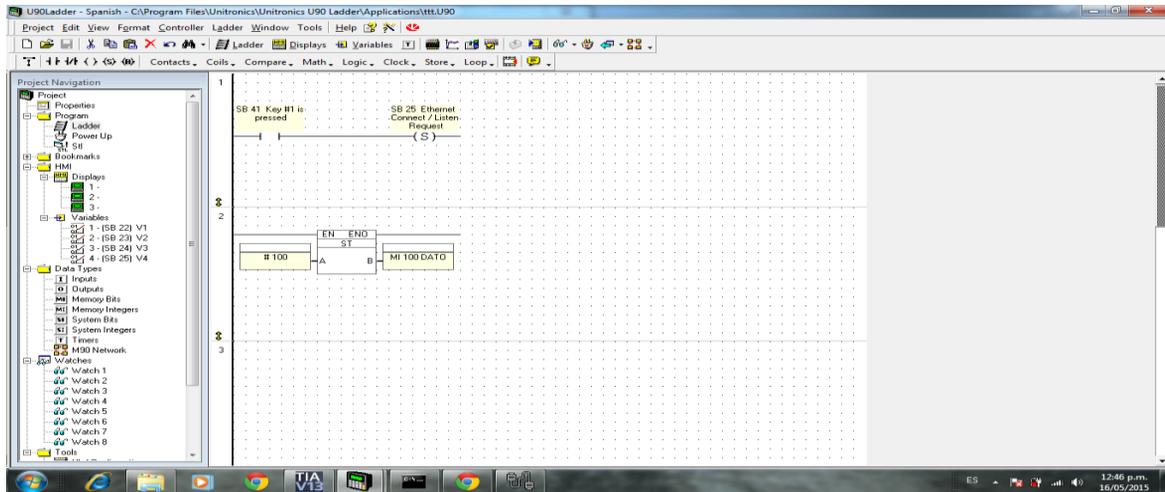


Figura 68: Configurar el nombre del JAZ RJ20- R16.

Fuente: Los autores.

Seguidamente se le da clic en runt y debe mostrar comunicación entre el PLC y el PC.

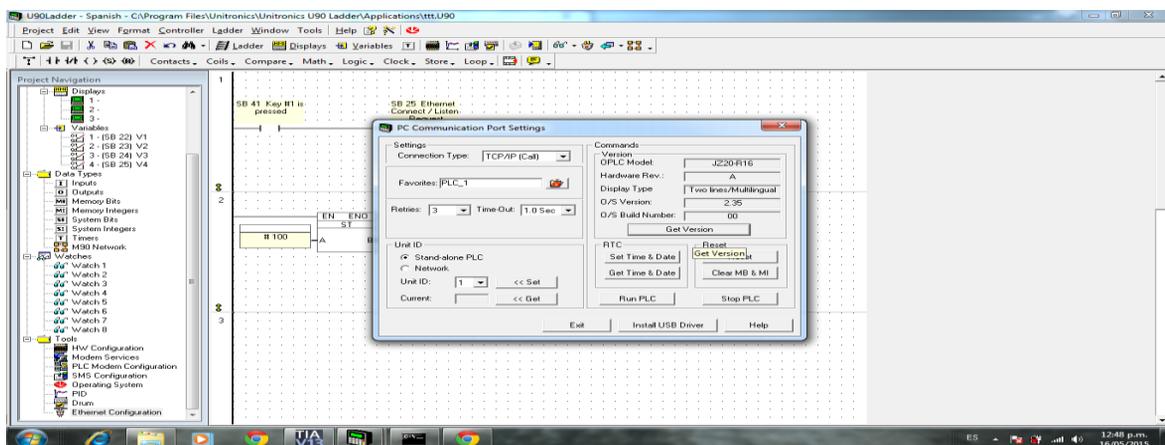


Figura 69: Verificación de comunicación entre el PLC y el PC.

Fuente: Los autores.

Para mayor facilidad de configuración de este PLC por medio de comunicación Ethernet se deja como guía el siguiente link para un paso a paso en su configuración.

<https://www.youtube.com/watch?v=kxIVjtlI25g>

Se procedió a realizar la configuración del Ethernet en un Oplc Jazz de Unitronics, es necesario habilitar características y darles propiedades a estas en el software de programación U90 Ladder.



Figura 70: Configuración Ethernet Oplc Jazz de Uniconics

Fuente: Los autores.

- Desplegar las ventanas en el menú (Project Navigation) en el cual buscaremos la opción (Tools) y daremos clic en (Ethernet Configuration).

Realizando el paso anterior nos aparecerá la ventana de (Ethernet Configuration). (Ver imagen 2).

- Habilitaremos La característica (Using Ethernet) y le asignaremos las siguientes propiedades de red.

a. Asignación de una dirección IP y habilitar cada una de las características de (ForceonCardInit).

b. Asignar Puerto local.

c. Colocar SubnetMask (Mascara de subred).

d. Asignar dirección del Gateway.

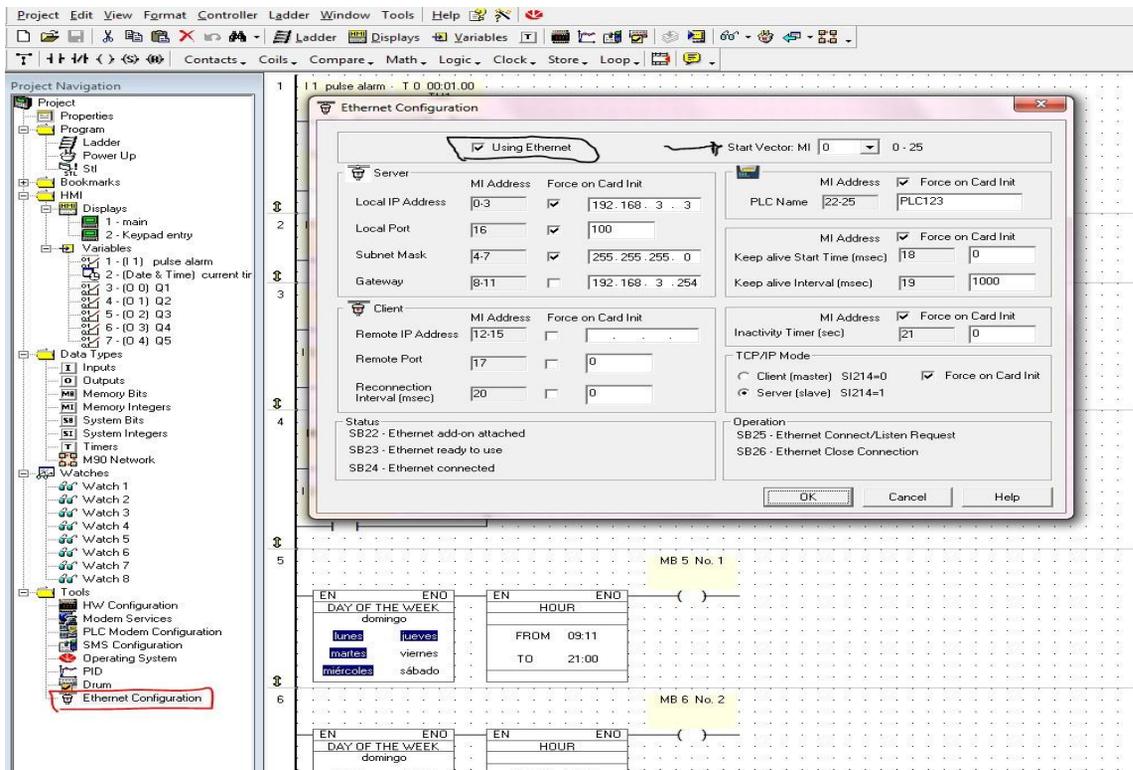
e. Assigation Remote IP Address.

f. Asignar Remote port.

g. Asignar intervalo de Reconexión; Reconnection Interval (msec) (Las características asignadas serán almacenadas en el vector (MI 0) el cual ira del 0 – 25 en este caso, tener en cuenta en la programación.

- Asignar nombre al PLC; en este caso PLC123 y habilitar la característica ForceonCardInit.

Habilitar modo TCP/IP Client (Master); Server (Slave) (Habilitar ForceonCardInit) y finalizar dando OK.



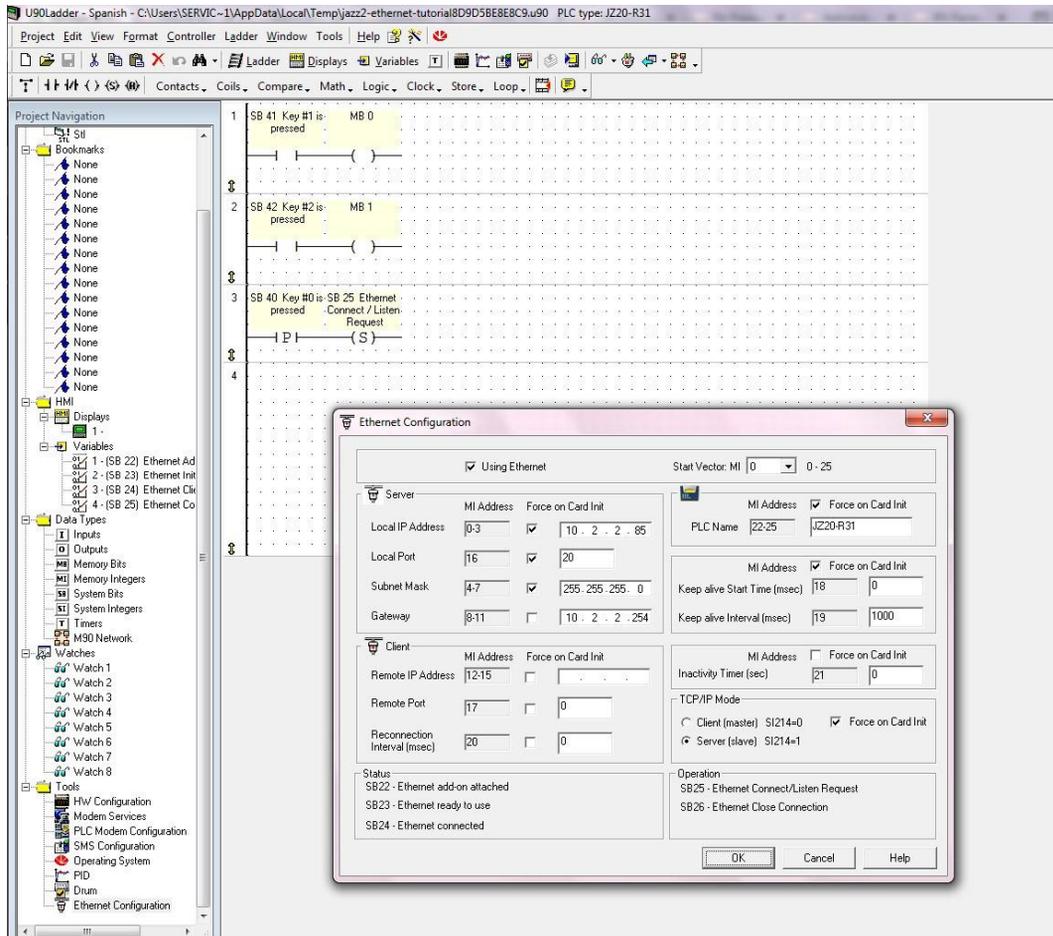


Figura 71: Asignación de nombre al PLC.

Fuente: Los autores.

En estas imágenes se muestra como hacer la configuración del PLC: JAZ RJ20- R16 por medio del programa ladder para PLC de la línea Unitronics.

Configuramos dándole una dirección IP Ethernet configuración aparece un recuadro donde se configura la dirección IP ,” 192.168.0.50 como ejemplo”.

Damos nombre al PLC en este caso será PLC 1, se configura su máscara 255.255.2.55 0

- Configuración del Gateway 162 168.0.2054

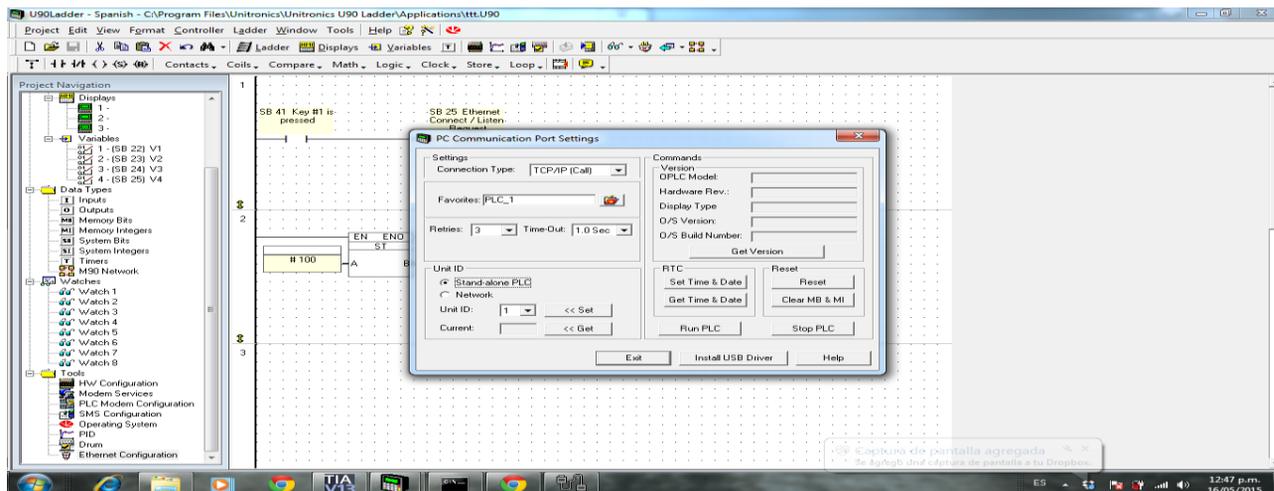


Figura 72: Configuración del puerto de comunicación.

Fuente: Los autores.

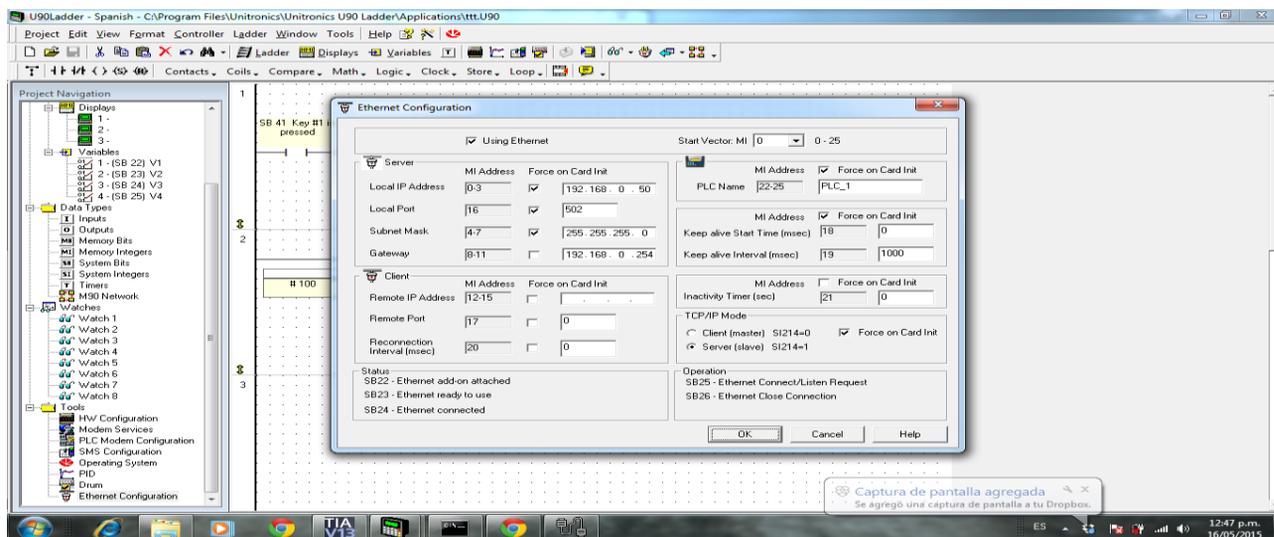


Figura 73: Configuración del nombre.

Fuente: Los autores.

En esta imagen muestra la forma para configurar el nombre del JAZ RJ20- R16. Damos el nombre de PLC -1.

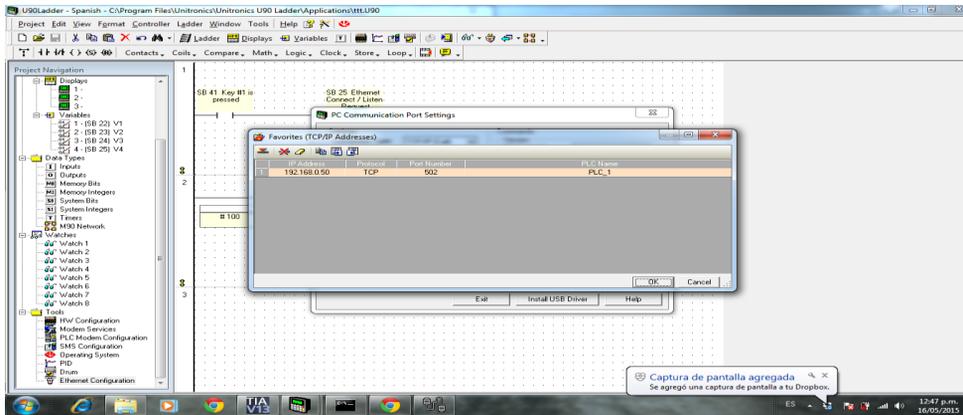


Figura 74: Asignación de nombre PLC-1.

Fuente: Los autores.

Seguidamente se le da clic en RUN y debe mostrar comunicación entre el PLC y el PC.

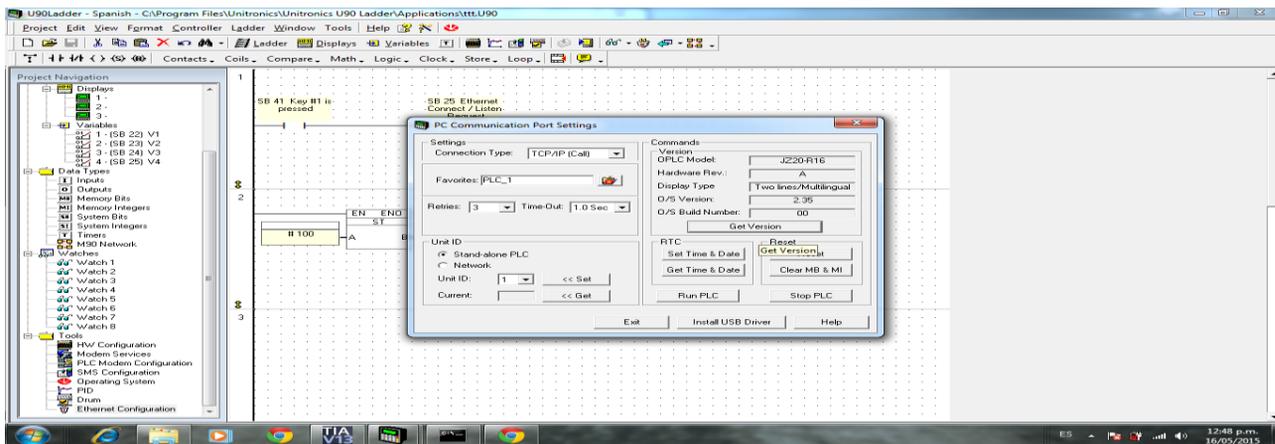
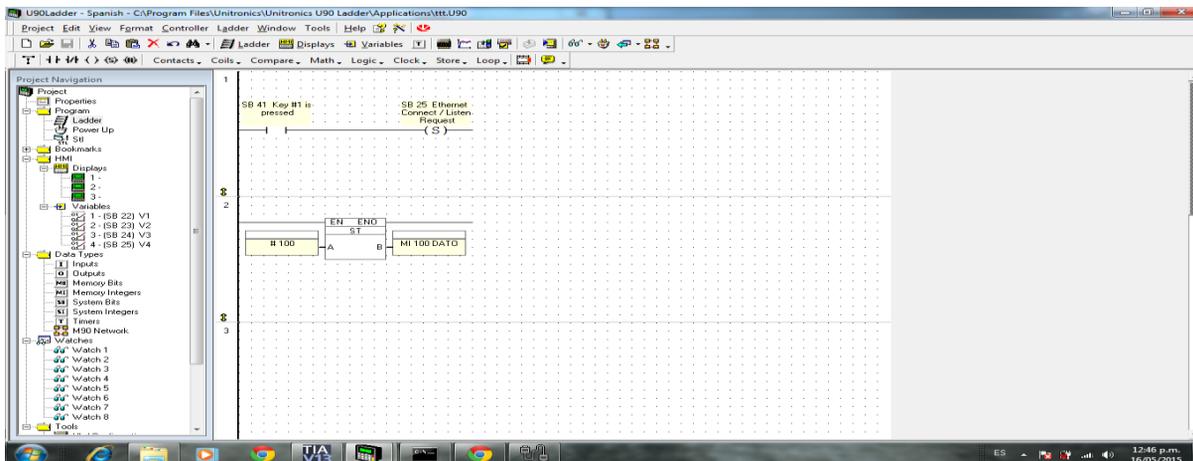


Figura 75: Despliegue de señal de comunicación PLC – PC.

Fuente: Los autores.

Para mayor facilidad de configuración de este PLC por medio de comunicación Ethernet se deja como guía el siguiente link para un paso a paso en su configuración.

<https://www.youtube.com/watch?v=kxIVjtlI25g>

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través de la investigación realizada en este proyecto se ha logrado poner, en primer lugar, en red dos PLC del laboratorio de electrónica con una nueva dirección IP; aprovechando conexión a internet de la computadora del laboratorio se procedió a hacer una sola red a los elementos involucrados en el montaje, para que quienes los utilicen, puedan realizar su programación desde su ordenador (PC) hacia los PLC

Al realizar la configuración Modbus/TCP se pueden inferir importantes aplicaciones en el ámbito de control industrial, debido a que este diseño permite supervisar controladores o PLC distribuidos alrededor de la planta haciendo posible, por ejemplo, que un sólo operario pueda atender remotamente diversos procesos simultáneamente desde un mismo puesto de trabajo, además del monitoreo tradicional de variables es posible cambiar los parámetros operativos individuales de los controladores, para así reunir datos experimentales que faciliten la construcción de modelaciones matemáticas de comunicación industrial con ajustes de regresión, que permitan realizar proyecciones acertadas, para el diseño de políticas de gestión empresarial.

La dificultad que se pudo observar en la red de comunicación industrial implementada, fueron las prestaciones respecto al ancho de banda, reflejadas en la reducida velocidad de transmisión de datos de la entrada analógica de cada uno de los PLC a la PC, a diferencia de una red del tipo industrial que posee una alta efectividad. pero una vez implementada la estructura maestro/esclavo y conectando el PC al switch, fue posible aprovechar de mejor manera las prestaciones de la red, dado que las velocidades de respuesta aumentaron considerablemente pues ahora solo se extraen los datos de un único PLC (master), a diferencia de las primeras pruebas realizadas en las que el computador extraía los datos de cada uno de los 2 PLC, dicha modificación permitió verificar el correcto funcionamiento de la red, dado que fue posible establecer la comunicación del computador con cada uno de los PLC y también la comunicación entre los PLC.

La conexión de los dispositivos de automatización y control industrial a Ethernet, Permiten supervisar sistemas de automatización a través de un browser Web desde un PC interconectado y, en caso dado, manejarlos también. Aparte de ello, existe la posibilidad de transmitir mensajes de diagnóstico desde un sistema mediante e-mail. Por último, con ayuda de las funciones IT puede intercambiarse

sencillamente archivos enteros con otros ordenadores y controladores, además, brinda la posibilidad de obtener acceso a datos en el nivel de los dispositivos mediante la Internet. Ethernet se está moviendo rápidamente hacia el mercado de los sistemas de control de procesos y la automatización para la interconexión de sensores y actuadores a nivel de campo, reemplazando de esta forma a los buses de campo en las industrias.

En aplicaciones industriales al igual que en esta práctica, Ethernet es usado en conjunto con TCP/IP (protocolos usados en Internet), suministrando un mecanismo de transporte de datos entre maquinas confiable y permitiendo interoperabilidad entre diversas plataformas. Usar TCP/IP sobre Ethernet a nivel de campo en la industria permite tener una verdadera integración la red corporativa y de esta forma se puede ejercer un control estricto sobre la producción, por lo cual es posible acceder a los datos y/o realizar el control de una planta que se encuentra en otra parte del mundo.

El medio Industrial-Ethernet y TCP/IP no permite flujos de datos deterministas respecto al tiempo. No se puede prever cuándo una CPU remota ejecuta las peticiones solicitadas. Las respuestas de la CPU remota son asíncronas al ciclo CPU locales (PLC). Debido a ello, las comunicaciones basadas en TCP/IP sólo son adecuadas bajo determinadas circunstancias para aplicaciones distribuidas que no requieren exactitud en cuanto al tiempo.

Realmente la realización de esta investigación unida a la sabia y paciente orientación de nuestros asesores, nos aportaron grandes conocimientos en materia de comunicación de datos y despertaron nuestro interés para continuar y profundizar, en el estudio de automatización y redes de comunicaciones industriales, además fue mediante su ejecución, donde pudimos aplicar muchos de los conocimientos adquiridos en diferentes asignaturas, por ejemplo en cuanto a tecnologías de la información como: configuración, programación y sincronización del controlador en un computador; así como de aspecto técnico al realizar la conexión de las entradas y salidas al PLC para manipular las variables del sistema, tomar lectura de los dispositivos y hacer un estudio de manuales para conocimiento de los dispositivos que se manejan.

Teóricamente se hizo uso de técnicas de control para el cual debimos realizar cálculos y análisis basados en las características de los equipos y del sistema de automatización. Al ver realizado nuestro

trabajo sentimos una gran satisfacción al saber que alumnos de generaciones posteriores puedan aprovechar, complementar y trabajar en el desarrollo de nuevas prácticas, donde se les facilite llevar al contexto, todos los conocimientos teóricos adquiridos en diferentes asignaturas, para el análisis y solución de problemas reales de la industria.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABC ELECTRONICS (s.f.) ¿Qué es un PLC? Disponible en: <http://www.abcinnova.com/articulos-e-informacion/18-ique-es-un-plc-y-que-beneficios-tiene.html> consultado el 12 de diciembre de 2014.

ÁREA TECNOLOGÍA (2009) La comunicación y los sistemas de comunicación. Disponible en: <http://es.slideshare.net/areatecnologia/los-sistemas-de-comunicacion>

BASE – SISTEMAS Y SUMINISTRO S. A. (2012) Automatización industrial. Disponible en: http://www.basesistemas.com/automatizacion_industrial.html, 2015

BORGER, Alexander (s.f.) Controladores Lógicos Programables Disponible en: <http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/trabajos%202002/PLC/plc.htm> consultado el 8 de diciembre de 2014.

DAKOL (2013) CLP COM IHM incorporada. Disponible en: <http://www.dakol.com.br/novo/produtos.php?grup=18&subgrupo=317&codLinha=89>

DELGADO, José María (2014) Referencias de multivelocidad desde terminal en Siemens Micromaster 440. Disponible en: <http://www.elec2.es/?tag=siemens>

DREAMSTIME (s.f.) Lámpara de la luz de emergencia de la sirena. Disponible en: <http://es.dreamstime.com/fotograf%C3%ADa-de-archivo-l%C3%A1mpara-de-la-luz-de-emergencia-de-la-sirena-image32520092>

DRIVERS SOLUTIONS (2011) Manual de funcionamiento VLT2800. Disponible en: <http://www.ramonrusso.com.ar/documentos/VLT2800.pdf>

HARMEETM (s.f.) Hardware Research. Disponible en: <http://harmeetm.weebly.com/work-examples.html>

HOLGUÍN, Sebastián (2011) Variador de velocidad Micromaster 420 [Video] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=y30fXCDU9sY>

IRIDIUM (2012) Funcionamiento básico de iRidium con los controladores Modbus. Disponible en: http://wiki2.iridiummobile.net/Basic_Operation_of_iRidium_with_Modbus_Controllers

LEME MOTORS (2011) Motores asíncronos. Disponible en: <http://www.lememotores.com.br/es/produtos/motores/15/motor-trifasico-uso-com-inversor>

MOORTHY, Vijay (1997) Gigabit Ethernet. Washington University in st. Louis. Department of computer science. Documento disponible en: http://www.cs.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/gigabit_ethernet/

OPC (2015) OPC Foundation HDA Reference. Disponible en: <http://www.mathworks.com/help/opc/opc-foundation-hda-reference.html>

PANDATRON. (2012) AnybusCompactComModbus TCP switch de 2 puertos. Disponible en: http://pandatron.cz/?2775&anybus_compactcom_modbus_tcp_s_2_portovym_switchem

PLAY-ZONE (2012) Termopar de tipo K GlassBraid aislamiento – K. <http://www.play-zone.ch/de/elektronik-kit-zubehoer/sensoren/wetter-temperatur/thermocouple-type-k-glass-braid-insulated-k.html>

QUIROGA CABREJO, Alberto (2011) Variador de Velocidad Siemens micromaster 420. [Video] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=GcDPAD4HHVI>

REDONDO, Ignacio (2013) Curso programación micro OPLCS Unitronics Jazz. Disponible en: <http://es.slideshare.net/NachoRedondo/curso-programacion-micro-oplcs-unitronics-jazz>

ROA MARTÍNEZ, Jessica (2009) Técnico en sistemas. Disponible en: <http://solucionesparaelfuturo.blogspot.com/2009/09/las-unidades-de-cd-y-dvd.html>

SENA (2014) Aplicación de los PLC en la automatización de procesos. Disponible en: <http://www.senavirtualcursos.com.co/op-de-eqindustrial-de-transporte-y-oficios-univ/automatizacion-y-control/aplicacion-de-los-plc-en-la-automatizacion-de-procesos-industriales> consultado el 8 de diciembre de 2014.

SIEMENS (2000) Micromaster 420. Instrucciones de uso. Disponible en: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/704/6515704/att_95840/v1/opsa.PDF

TIC EN CENTROS EDUCATIVOS (2010) Aplicaciones informáticas para el procesamiento de la información. Disponible en <http://ticcentroeducativosanta-teresa.blogspot.com/> consultado el 2 de diciembre de 2014.

TORRADO, Cristina. (2013) Tecnólogo diseño, implementación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones [Video] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=j8n0LLaNIDk> consultado el 30 de noviembre de 2014.

USINAGES (s.f.) CablageMicromaster 440.Disponible en: <http://www.usinages.com/threads/cablage-micromaster-440.5527/>

CIBERGRAFIA

AUTOMATISMOS, B. S. (2015). *Red de automatización*.

automatización, r. d. (s.f.). *re4d de automatización*. Recuperado el 30 de 05 de 2015, de <http://www.infoblox.es/products/infoblox-appliances>.

BaSe. (2015). http://www.basesistemas.com/automatizacion_industrial.html.

computadores, R. e. (s.f.). *eHow*. Recuperado el 30 de 05 de 2015, de http://www.ehowenespanol.com/configurar-red-computadoras-como_351883/.

computadores, r. e. (s.f.). *Tecnología*. Recuperado el 30 de 05 de 2015, de http://www.ehowenespanol.com/configurar-red-computadoras-como_351883/.

FRECUENCIA & VELOCIDAD. (s.f.). Recuperado el 2015 de 05 de 2015, de <http://www.frecuenciayvelocidad.com/>.

http://www.basesistemas.com/automatizacion_industrial.html. (2015). *Base*.

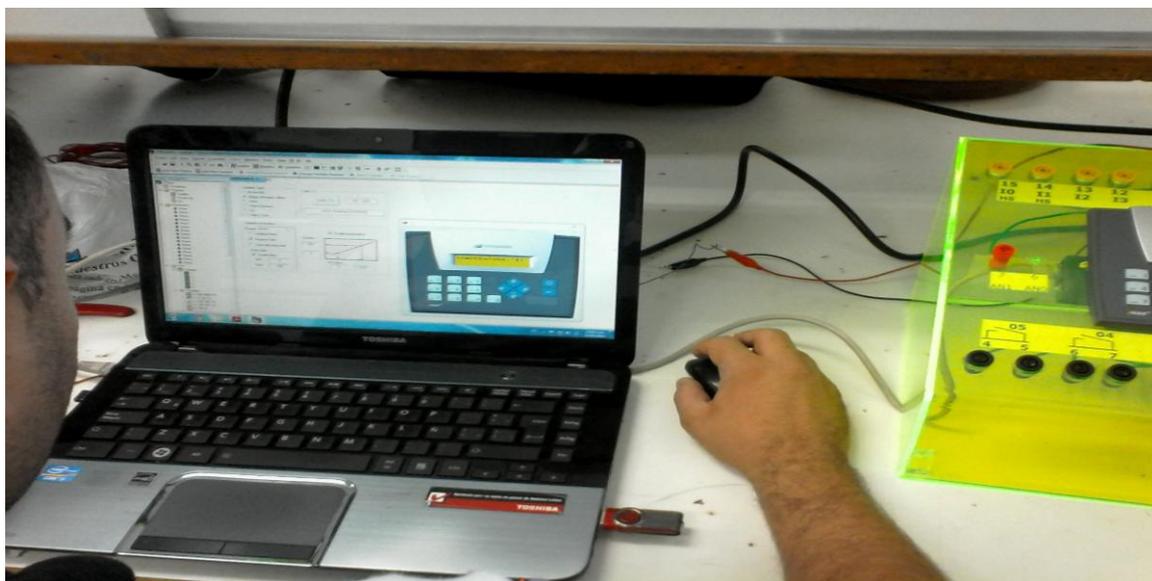
Libre, M. (s.f.). <http://listado.mercadolibre.com.co/variador-de-velocidad-siemens>. Recuperado el 30 de 05 de 2015

PLC, i. (s.f.). <http://www.infopl.net/descargas/19-delta/217-ejemplo-control-vfd-por-rs485-mediante-modulo-de-temperatura-dvp-04pt>. Recuperado el 30 de 05 de 2015

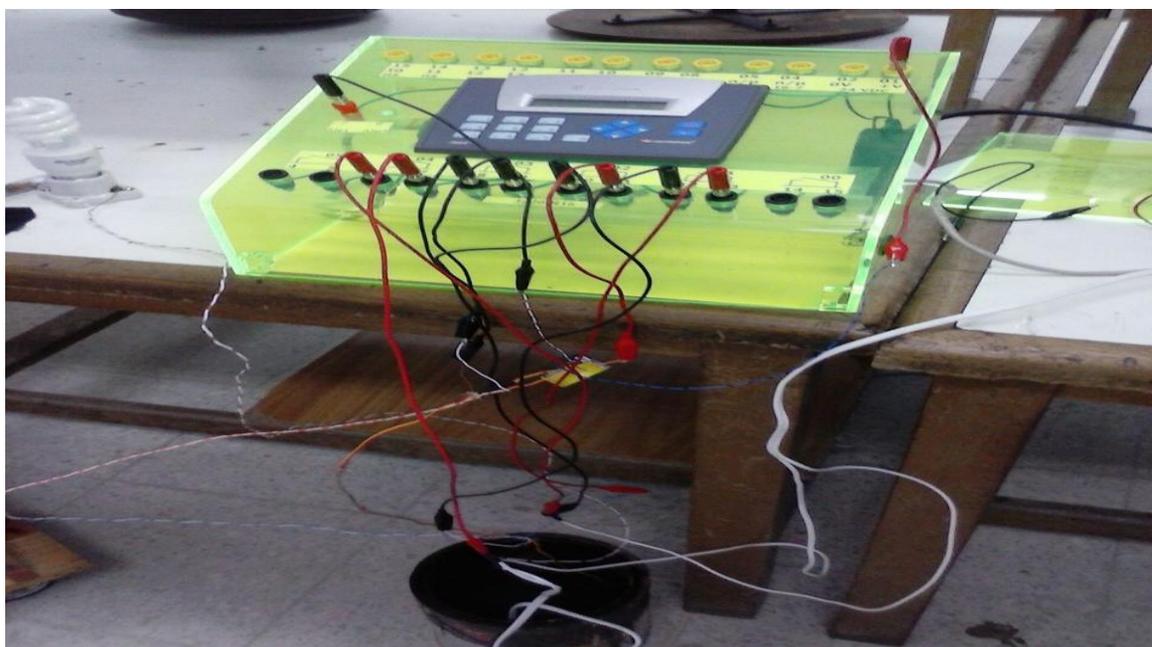
PLC, i. (s.f.). <http://www.infopl.net/descargas/19-delta/217-ejemplo-control-vfd-por-rs485-mediante-modulo-de-temperatura-dvp-04pt>. Recuperado el 30 de 05 de 2015

velocidad, V. d. (s.f.). *Frecuencia & velocidad*. Recuperado el 30 de 05 de 2015, de <http://www.frecuenciayvelocidad.com/>.

ANEXO. IMÁGENES DEL MONTAJE



Seguido de la configuración de los módulos de PLC, variador y configuración de la comunicación Ethernet para establecer comunicación con el variador, la termocupla y la alarma.





Posterior a la configuración se realiza una práctica aplicativa a la configuración con el fin de dar demostración al teórico

La práctica consiste en simular un proceso industrial que funciona de la siguiente forma:

Se tiene un programa configurado con el PLC que nos da función activar una resistencia que nos da una temperatura en ascenso, que a su vez es mostrado por el PLC cuando la temperatura llega a un punto de 60°C nos activa un motor que está regulado con una frecuencia de 60 Hertz, la temperatura debe seguir estable, pero si excede el límite de 90°C se activa una alarma que nos indica que la temperatura se ha excedido.

