



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SOFTWARE DE ADQUISICIÓN Y MONITOREO DE
DATOS, PARA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
EN LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.”**

ACÁN CHAZO ÁNGEL VINICIO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2009-07-27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ÁNGEL VINICIO ACÁN CHAZO

Titulada:

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE
ADQUISICIÓN Y MONITOREO DE DATOS, PARA MEDICIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán G.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pablo Montalvo J.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Santillán G.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ÁNGEL VINICIO ACÁN CHAZO

TÍTULO DE LA TESIS: “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE ADQUISICIÓN Y MONITOREO DE DATOS, PARA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.”

Fecha de Examinación: 2015-08-19

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González P. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Pablo Montalvo J. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Marco Santillán G. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Fernando González P.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ángel Vinicio Acán Chazo

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado mis padres Esteban y María por el apoyo y el esfuerzo incondicional que realizaron para poder culminar una etapa más de mi vida.

A mis hermanos y compañeros quienes me apoyaron en todo momento, de mi vida estudiantil y laboral.

Ángel Vinicio Acán Chazo

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser un persona útil a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros de trabajo del área de Servicios Generales de Plasticaucho Industrial S.A. y a los ingenieros Pablo Montalvo, Marco Santillán como director y asesor respectivamente personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de mi vida.

Ángel Vinicio Acán Chazo

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO TEORICO	
2.1 Definición de energía eléctrica	3
2.2 Tipos de medidores de energía	3
2.2.1 <i>Medidores electromecánicos o medidores de inducción</i>	3
2.2.2 <i>Medidores electromecánicos con registrador electrónico</i>	4
2.2.3 <i>Medidores totalmente electrónicos</i>	4
2.2.3.1 <i>Medidores de demanda</i>	4
2.2.3.1 <i>Medidores multitarifa</i>	4
2.3 Definición de sistema SCADA	4
2.3.1 <i>Necesidad de un sistema SCADA</i>	6
2.3.2 <i>Componentes de un sistema</i>	7
2.4 Protocolo de comunicación industrial.....	8
2.4.1 <i>Protocolo modbus RTU, ASCII</i>	10
2.4.2 <i>Interfaz de comunicación</i>	12
2.4.3 <i>Convertidores de protocolo</i>	13
2.5 Medios de transmisión de datos.....	15
2.5.1 <i>Medios de transmisión guiados</i>	16
2.5.2 <i>Medios de transmisión no guiados (vía inalámbrica)</i>	17
2.5.3 <i>Perturbaciones de la transmisión</i>	20
3. SITUACIÓN ACTUAL DEL MÉTODO DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL	
3.1 Método de medición de energía eléctrica actual.....	25
3.2 Reconocimiento de puntos de medición de energía.....	26
3.3 Conexión de los medidores.....	27
3.3.1 <i>Conexión medidor faltante</i>	27
3.3.2 <i>Diagrama de cableado de red de comunicación Modbus RS485</i>	28
3.4 Información técnica de los equipos existentes.....	32
3.5 Medidores Schneider	40
3.5.1 <i>Medidor ION</i>	40
3.6 Pasarela Ethernet EGX100 de Power Logic	42
4. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE ADQUISICIÓN Y MONITOREO DE DATOS, PARA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
4.1 Configuración de los equipos a utilizar	44
4.1.1 <i>Configuración de medidores de energía eléctrica</i>	44
4.1.2 <i>Pasos para configurar pasarela EGX100</i>	49

	Pág.
4.1.3 <i>Instalación software de programación</i>	56
4.2 Herramienta de programación	58
4.3 Funciones de las herramientas de programación	58
4.4 Adquisición de datos a través de LabView.....	73
4.4.1 <i>OPC Server</i>	73
4.5 Pruebas del software desarrollado	76
4.6 Resultados.....	82
4.7 Alcances.....	87
4.8 Limitaciones.....	87
4.9 Mantenimiento	87
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones.....	89
5.2 Recomendaciones	89

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Diferencias típicas entre sistemas SCADA y DCS.....	5
2 Registro medición energía actual.....	25
3 5504FE CMR Cable, CMG FT4: Multi-Conductor.....	29
4 Características medidor ION6200	34
5 Características medidor PM810.....	35
6 Características EGX100.....	36
7 Características TC instalados.....	39
8 Parámetros configurados en los medidores ION6200	47
9 Parámetros configurados en los medidores PM810.....	49
10 Tipos comunes de cables	65
11 Plan de mantenimiento.....	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Convertidor Ethernet/RS-485	15
2 Transmisión paralelo.....	22
3 Transmisión serie.....	23
4 Ubicación puntos medición	26
5 Ubicación puntos de medición.....	26
6 Área para colocar medidor energía.....	27
7 Colocación TC	28
8 Cableado medidor	28
9 Cable comunicación.....	29
10 Red Modbus RS485	30
11 Tipos terminales.....	31
12 Uso de terminales.....	31
13 Identificadores cables	32
14 Propiedades del sistema.....	33
15 Transformado corriente núcleo partido.....	37
16 Medidor ION6200.....	41
17 Pasarela EGX100.....	43
18 Descripción general medidor ION6200.....	44
19 Descripción general medidor PM810	48
20 Página principal de la EGX100	50
21 Página Ethernet y TCP/IP	51
22 Página Puerto serie.....	51
23 Topología del modo maestro	52
24 Página de lista dispositivos en modo maestro	52
25 Página cuentas de usuarios	53
26 Página acceso a página web.....	54
27 Página filtrado de modbus TCP/IP	55
28 Desconexión red	55
29 Conexión EGX100 red interna	56
30 Pantalla instalación LabVIEW.....	56
31 Disco almacenamiento.....	57
32 Aceptación de condiciones programa	57
33 Panel frontal de VI.....	59
34 Paleta de control.....	60
35 VI diagrama de bloque.....	61
36 Paleta de funciones	64
37 Tipos datos.....	65
38 Estructuras case.....	66
39 Control ciclos.....	66
40 Ciclo for	66
41 Estructura secuencia	67
42 Gráficos y propiedades	67
43 Tipos archivos.....	68
44 Ventana de dialogo de errores	72
45 NI OPC Servis.....	74
46 Asignación IP medidores	75

	Pág.
47 Configuración de datos	75
48 Configuración OPC en el entorno LabVIEW	76
49 Panel Frontal	77
50 Diagrama unifilar de medidores generales	77
51 Diagrama unifilar medidor TR04	78
52 Datos de variables eléctricos en tiempo real.....	78
53 Pantalla de reporte de consumo de energía eléctrica	79
54 Reporte de medidor de energía eléctrica.....	79
55 Generación de reporte consumo eléctrico.....	80
56 Historial de gráficos.....	80
57 Adquisición de datos tiempo real.....	81
58 Lectura de kWh y fp.	81
59 Generación reporte consumo energía eléctrica.....	82
60 Datos en tiempo real	82
61 Gráfico de voltajes tiempo real.....	83
62 Gráfico corrientes tiempo real	83
63 Gráfica potencias	84
64 Almacenamiento de datos medidores energía	84
65 Reporte de consumo de energía eléctrica	85

LISTA DE ABREVIACIONES

SCADA:	Control de Supervisión y Adquisición de Datos
DCS:	Sistemas de Control Distribuido
RTU:	Unidad de Terminal Remota
ASCII:	Código Americano para el Intercambio de Información
TCP:	Protocolo de Control de Transmisión
IP:	Protocolo de Internet
TC:	Transformador de corriente
TT:	Transformador de tensión
EGX100:	Pasarela Ethernet X100

LISTA DE ANEXOS

A Conexión eléctrica trifásica del medidor ION 6200

B Dirección Modbus ION6200

C Conexión eléctrica trifásica del medidor PM810.

D Dirección Modbus PM810

RESUMEN

Se ha desarrollado e implementado el software de adquisición y monitoreo de datos, para medición de energía eléctrica en la Empresa Plasticaucho Industrial S.A., con la finalidad de monitorear las variables eléctricas en tiempo real y tener registros, con el objetivo de realizar un análisis continuo de los datos de energía eléctrica y enviar reportes de consumo de energía mensual a cada una de las plantas de producción. El sistema de monitoreo y adquisición visualiza y registra variables eléctricas, que los medidores de energía envían a través de la red modbus RS485, el cual lleva la información a una pasarela EGX100 para permitir la comunicación entre modbus y Ethernet y obtener los datos en un ordenador. El OPC server de LabView permite visualizar los valores en tiempo real en un SCADA de LabView, donde se encuentra desarrollado la programación con las funciones de visualización en tiempo real de datos, gráficos, almacenamiento de variables eléctricas en una base de datos y generación de reportes. Con la implementación del software se reduce el tiempo de realización de reportes de energía eléctrica de cada fin de mes y además permite llevar un historial de variables eléctricas. Se recomienda borrar el historial de la base de datos al menos una vez al año, para evitar que el disco de almacenamiento se sature de información.

ABSTRACT

It has developed and implemented a software of acquisition and monitoring data to measure electrical energy in the Plasticaucho Company S.A., in order to monitor electrical variables in real time and to have records to carry out a continuous analysis of electrical energy data and send monthly consumption reports to each one of the production plants. The software and acquisition system display and recorder electrical variables that the meters ship through the modbus RS485 network, which carries information by means of a bridge EGX100 to allow communication between modbus and Ethernet and get data into a computer. The OPC server of LabView allow to display the programming with the visualization functions in real time of data, graphics, and electrical variable in storage a database and report generation. Through software implementation, time for reports on monthly energy carryng out is diminished and besides in permits a record of electrical variables. It is recommended to delete the database recorder at least once a year, in order to avoid the storage disk defaults.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es una de las formas de energía más empleadas en la vida cotidiana y la facilidad para transformar en otros tipos de energía como energía mecánica (motores, maquinas), en energía calorífica(calefactores, estufas) o en energía lumínica(luz) y tiene la gran ventaja de la facilidad de transporte, la energía eléctrica es elemento muy importante a tomar en cuenta dentro del proceso de producción de una determinada empresa, siendo este el costo bastante representativo en el proceso de elaboración del producto, nace la necesidad de monitorear y controlar el consumo de la energía eléctrica.

1.1 Antecedentes

PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A., es una empresa privada cuya actividad industrial es la comercialización y fabricación de calzado y productos de caucho, en el cual, el control del consumo de energía eléctrica se realiza utilizando medidores de marca PowerLogic ION6200 y Central de medida PowerLogic PM810, los cuales están ubicados en cada área de actividad de la empresa, cada vez que se necesita el reporte del consumo, se realiza en forma personal, recolectando datos del consumo de kWh (kilovatio/hora), de cada medidor, para luego realizar el cálculo y finalmente enviar el reporte del consumo de energía eléctrica, por lo que la empresa, requiere del desarrollo de un software que realice la medición de la energía eléctrica, capaz de asegurar un control continuo de la energía eléctrica.

1.2 Justificación

Siendo la energía eléctrica uno de los costos más representativos para cualquier industria de nuestro país, en el cual, PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A., es una de ellas, donde nace la necesidad de desarrollar un software que realice el control de la

energía eléctrica, mediante el monitoreo continuo de datos de los medidores, PowerLogic ION6200 y Central de medida PowerLogic PM810.

Al desarrollar e implementar el software, se podrá visualizar los datos del medidor de energía en tiempo real, guardar los datos en un servidor, graficar los datos adquiridos, crear reportes de consumo de energía eléctrica a cada una de las áreas de actividad de la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Desarrollar e implementar un software de adquisición y monitoreo de datos, para medición de energía eléctrica en la empresa Plasticaucho Industrial S.A.

1.3.2 Objetivos específicos:

Determinar el método de medición de energía eléctrica actual.

Revisar las conexiones de los medidores.

Realizar las conexiones de los medidores faltantes y del cable RS-485 en los medidores.

Realizar pruebas del software.

Implementar un plan de mantenimiento del sistema de monitoreo de datos de energía.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de energía eléctrica

Es la energía que se produce como resultado de una diferencia de potencial entre dos puntos, estableciéndose así entre ellos una corriente eléctrica y obteniéndose un trabajo.

La Energía eléctrica se puede transformar fácilmente en otras formas de energía como la luz, el calor.

La electricidad es una de las formas de energía más empleada por el hombre, con ella se iluminan viviendas, funcionan electrodomésticos, medios de transporte, sistemas de comunicaciones, máquinas, procesos industriales, etc.

El éxito de la electricidad como fuente de energía se encuentra en la facilidad para obtenerla, trasportarla y transformarla en otros tipos de energía. (<https://es.wikipedia.org>)

2.2 Tipos de medidores de energía

En la actualidad la energía eléctrica es uno de los principales factores que rige la vida moderna y los sistemas de medición de energía juegan un papel preponderante en la relación económica entre las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras de energía y los consumidores.

Los medidores de energía eléctrica, o contadores, utilizados para realizar el control del consumo, pueden clasificarse en tres grupos:

2.2.1 *Medidores electromecánicos o medidores de inducción*, compuesto por un conversor electromecánico (básicamente un vatímetro con su sistema móvil de giro

libre) que actúa sobre un disco, cuya velocidad de giro es proporcional a la potencia demandada, provisto de un dispositivo integrador.

2.2.2 *Medidores electromecánicos con registrador electrónico*, el disco giratorio del medidor de inducción se configura para generar un tren de pulsos (un valor determinado por cada rotación del disco, p.e. 5 pulsos) mediante un captador óptico que censa marcas grabadas en su cara superior. Estos pulsos son procesados por un sistema digital el cual calcula y registra valores de energía y de demanda. El medidor y el registrador pueden estar alojados en la misma unidad o en módulos separados.

2.2.3 *Medidores totalmente electrónicos*, la medición de energía y el registro se realizan por medio de un proceso análogo-digital (sistema totalmente electrónico) utilizando un microprocesador y memorias. A su vez, de acuerdo a las facilidades implementadas, estos medidores se clasifican como:

2.2.3.1 *Medidores de demanda*: miden y almacenan la energía total y una única demanda en las 24 h. (un sólo períodos, una sólo tarifa).

2.2.3.2 *Medidores multitarifa*: miden y almacenan energía y demanda en diferentes tramos de tiempo de las 24 h., a los que le corresponden diferentes tarifas (cuadrantes múltiples). Pueden registrar también la energía reactiva, factor de potencia, y parámetros especiales adicionales.

Para los pequeños consumidores, industriales y domiciliarios, se mantiene aún el uso de medidores de inducción de energía activa y reactiva. Para los medianos consumidores se instalan generalmente medidores electrónicos. Para los grandes consumidores, a fin de facilitar la tarea de medición y control, el medidor permite además la supervisión a distancia vía módem (en muchas marcas incorporado al medidor). (Gasca, 2001)

2.3 Definición de sistema SCADA

Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control

Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador. Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador. En la tabla, se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y los sistemas de Control Distribuido (DCS)

Tabla 1. Diferencias típicas entre sistemas SCADA y DCS

Aspecto	SCADA	DCS
Tipo arquitectura	Centralizada	Distribuida
Tipo control predominante	<i>Supervisión:</i> Supervisión y monitoreo a lazo cerrado. No es aconsejable lazos cerrados de control Adicionalmente: control secuencial y regulatorio.	<i>Regulatorio:</i> Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente: control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc.
Tipos de variables	Desacopladas	Acopladas
Área de acción	Áreas geográficamente distribuidas.	Área de la planta.
Unidades de adquisición de datos y control	Remotas, Plcs.	Controladores de lazo, Plcs.
Medios de comunicación	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, Lan, Wan.	Redes de área local, conexión directa.
Base de datos	Centralizada	Distribuida

Fuente: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT4/4.htm>

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación:

El fenómeno físico lo constituye la variable que deseamos medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, pH, densidad, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los sensores o transductores.

Los sensores o transductores convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia.

Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan acondicionadores de señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislación eléctrica y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de transientes y ruidos originados en el campo.

Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de conversión de datos. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. El computador almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de decisiones. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real.

Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una salida de control, el cual funciona como un acondicionador de señal, la cual la escala para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, setpoint de un controlador, etc. (<http://www.monografias.com>)

2.3.1 Necesidad de un sistema SCADA: Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- a) El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- b) El proceso está geográficamente distribuido. Ésta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- c) La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.

d) La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.

e) Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA.

Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, de los niveles de seguridad, etc.

f) La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un DCS, PLC's, controladores a lazo cerrado o una combinación de ellos.

Funciones:

a) Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.

b) Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.

c) Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.

d) Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

2.3.2 Componentes del sistema: Los tres componentes de un sistema SCADA son:

- Múltiples Unidades de Terminal Remota (también conocida como UTR, RTU o Estaciones Externas).
- Estación maestra y computador con HMI.
- Infraestructura de comunicación.

2.4 Protocolo de comunicación industrial

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

Un importante número de empresas en nuestro país presentan la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes y los protocolos de comunicación industrial indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso. (<http://www.alumnos.usm.cl>)

Cada protocolo está optimizado para diferentes niveles de automatización y en consecuencia responden al interés de diferentes proveedores, cada protocolo tiene un rango de aplicación, fuera del mismo disminuye el rendimiento y aumenta la relación costo/prestación.

La irrupción de los microprocesadores en la industria ha posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

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

La integración de las mencionadas islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a una estructura de redes industriales, las cuales es posible agrupar en tres categorías:

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

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo.

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4-20mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión.

Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal.

Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son:

- HART.
- Profibus.
- FieldbusFoundation.

Ventajas

- Posibilidad de intercambio de información entre equipos que controlan fases sucesivas de un mismo proceso.
- Facilidad de comunicación hombre máquina.
- Uso de una base de datos.

2.4.1 Protocolo modbus RTU, ASCII: Es 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 lógicos programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones en la industria que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales, razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones porque maneja bloques de datos sin suponer restricciones, su implementación es fácil y requiere poco desarrollo.

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).

El protocolo soporta dos modos de comunicaciones: RTU y ASCII. Modbus RTU utiliza datos binarios y CRC (detección de error). El protocolo Modbus ASCII es más sencillo y fácil de leer, aunque menos eficiente debido a que cada byte requiere de dos bytes ASCII y utiliza un código menos eficiente LRC. La versión Modbus/TCP es muy semejante al formato RTU, pero estableciendo transmisión mediante paquetes TCP/IP.

Las comunicaciones son iniciadas por el maestro Modbus utilizando protocolos de polling, query/response. Normalmente el maestro consultara a cada esclavo periódicamente.

Modbus TCP: Fue diseñado para soportar este protocolo en redes TCP/IP. Este modo soporta solamente una conexión punto a punto entre el Maestro y el esclavo. Para comunicarse con varios esclavos, se requieren de diferentes conexiones TCP/IP para cada uno de éstos.

MODBUS101: Es un gateway MODBUS permite a dispositivos MODBUS RTU/ASCII operar en una red MODBUS TCP. Soporta maestros y esclavos MODBUS para comunicarse con otros dispositivos MODBUS TCP maestros o esclavos.

Maestros Modbus TCP a esclavos Modbus RTU/ASCII: MODPort101 soporta varios Maestros MODBUS TCP conectados a la misma red. Para soportar varios maestros en la misma red utiliza una cola de consultas.

Maestro Modbus RTU/ASCII Maestro a esclavo Modbus TCP: Funcionando el MODBUS101 como Maestro MODBUS RTU/ASCII puede conectarse hasta con 8 esclavos MODBUS TCP.

Timeout: MODBUS101 soporta el timeout de conexiones, desconectando la conexión TCP automáticamente.

Herramientas de configuración: El software de manejo permite configurar fácilmente el serial device server MODBUS101. Posee funciones de búsqueda de puertos MODBUS en la red. El MODBUS101 puede ser configurado por medio de una conexión Telnet.

Modbus Plus (Modbus+ o MB+), es una versión extendida del protocolo que permanece propietaria de Modicon. Dada la naturaleza de la red precisa un coprocesador dedicado para el control de la misma. Con una velocidad de 1 Mbit/s en un par trenzado sus especificaciones son muy semejantes al estándar EIA/RS-485 aunque no guarda compatibilidad con este.

Cada dispositivo de la red Modbus posee una dirección única. Cualquier dispositivo puede enviar órdenes Modbus, aunque lo habitual es permitirlo sólo a un dispositivo maestro. Cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden. Todos los dispositivos reciben la trama pero sólo el destinatario la ejecuta (salvo un modo especial denominado "Broadcast"). Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción. Los comandos básicos Modbus permiten controlar un dispositivo RTU para modificar el valor de alguno de sus registros o bien solicitar el contenido de dichos registros.

Existe gran cantidad de modems que aceptan el protocolo Modbus. Algunos están específicamente diseñados para funcionar con este protocolo. Existen implementaciones

para conexión por cable, wireless, SMS o GPRS. La mayoría de problemas presentados hacen referencia a la latencia y a la sincronización.

Variaciones: Todas las implementaciones presentan variaciones respecto al estándar oficial. Algunas de las variaciones más habituales son:

Tipos de datos:

- Coma Flotante IEEE
- Entero 32 bits
- Datos 8 bits
- Tipos de datos mixtos
- Campos de bits en enteros
- Multiplicadores para cambio de datos a/de entero. 10, 100, 1000, 256 ...

Extensiones del protocolo:

- Direcciones de esclavo de 16 bits.
- Tamaño de datos de 32 bits (1 dirección = 32 bits de datos devueltos.). (<https://www.google.com.ec>).

2.4.2 Interfaz de comunicación: La interfaz de comunicación se trata de la entrada y salida de toda la información recibida y enviada por los diferentes dispositivos.

Cuando hablamos con alguien, en primer lugar llamamos su atención y entonces se transmite el mensaje, una palabra cada vez. Cuando terminamos, realizamos una pausa para indicar que hemos concluido. Lo mismo se cumple con la lectura o la escritura, se comienza una oración con la letra mayúscula, y lee o escribe una palabra cada vez, con intervalos de cierto período. Estas formas de comunicación humanas son serie, no paralelas.

Los sistemas micro programables basados en CPU internamente están diseñados para la transferencia de datos en buses o líneas de 8 bits o múltiplos de 8. Así el bus de datos

está optimizado para el tratamiento de datos en paralelo lo cual es mucho más rápido que el tratamiento serie.

Si la velocidad de transferencia de datos en paralelo es mucho más rápida, ¿por qué se utiliza la transmisión de datos serie? Algunas respuestas se dan a continuación:

Para realizar la comunicación de datos en paralelo se requiere gran cantidad de hilos conductores, pues debe ser establecido un hilo para cada bit de datos, además de las señales de control. Esto encarece notablemente la comunicación en función de la distancia. La comunicación serie requiere 2, 3 ó 4 hilos.

Una entrada salida/serie puede ser transmitida a través de pares de cobre, cable coaxial, fibra óptica, vía radio o vía satélite, lo que proporciona comunicación con equipos remotos (redes locales) o muy remotos (Internet a través de las redes telefónicas y de datos).

La comunicación paralela no posee el alto grado de estandarización que ha alcanzado la comunicación serie, lo que permite la intercomunicación entre equipos, por ejemplo mediante RS232, USB o FireWire. (<http://perso.wanadoo.es>)

2.4.3 Convertidores de protocolo: Un convertidor de protocolo es un mecanismo que cambia un protocolo estándar de un dispositivo a un protocolo que se puede utilizar para facilitar la función de otro dispositivo. Convertidores de protocolo también se les conoce como traductores de protocolo.

Proceso convertidores de protocolo son esencialmente el software instalado en los routers que se usan para convertir la velocidad de datos , o la velocidad a la que los datos se transmiten y protocolos existentes en una red a los protocolos de la otra red que está enviando o recibiendo los datos.

Protocolo de software de convertidor se utiliza en una variedad de industrias para aplicaciones tales como construcción y automatización de procesos. Convertidores de protocolo también se utilizan para la automatización de subestaciones, o un sistema para

la gestión y el control de equipos en un sistema de energía eléctrica.
(<http://ordenador.wingwit.com>)

Funciones Principales de los Protocolos:

- Establecer el canal de comunicaciones en caso de ser conmutado.
- Establecer la transmisión (modo control).
- Efectuar la transmisión (modo información).
- Verificar la transmisión.
- Fin de la transmisión.
- Corte del canal.

Tipos de Protocolos:

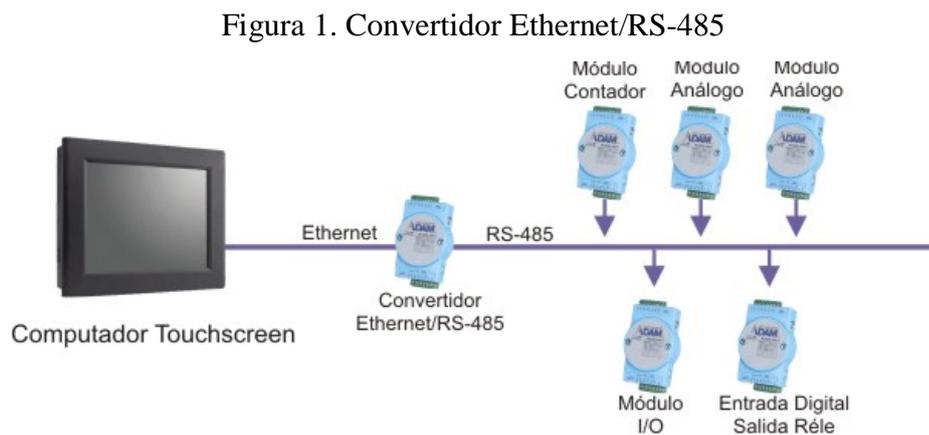
Existen básicamente dos tipos de protocolos:

- Para comunicaciones sincrónicas.
- Para comunicaciones asincrónicas.

Actualmente existen diferentes fabricantes que desarrollan conversores de protocolos, ejemplo de estos Expsilon, Moxa, BrainBoxes además de otros fabricantes. A nivel mundial, el más reconocido es Moxa, debido a que presenta una amplia gama de este tipo de productos, dentro de los que se encuentran CN2610/2650, NPort_6450, MGate MB3000. Con el fin de integrar las redes Modbus, el MGateMB3000 incluye un puerto Ethernet y un máximo de cuatro puertos serie que soportan las normas seriesRS-232, RS-422 y RS-485. Automáticamente y de forma inteligente traduce entre Modbus TCP (Ethernet) y los protocolos Modbus ASCII o RTU (serie). Con el protocolo Modbus, los dispositivos deben estar claramente definidos, ya sea como amos o esclavos. A diferencia de otros conversores de Modbus, los modos de funcionamiento del MGate MB3000 permiten a los usuarios seleccionar el funcionamiento amo o esclavo para cada puerto serie. No sólo el MGate3000 permite amos Ethernet para el control de los

esclavos en serie, sino que también permite amos de serie para el control de los esclavos Ethernet.

Los conversores no son más que sistemas embebidos que poseen un elemento inteligente capaz de ejecutar la tarea de conversión entre estas interfaces. Esta tarea debe ser ejecutada en tiempo real, lo que implica que se necesite utilizar sistemas operativos con este tipo de características además del uso de bibliotecas para el manejo de las conexiones.



Fuente: <http://ordenador.wingwit.com/Redes/other-computer-networking/78426.html#.VYMqsLeHddh>

2.5 Medios de transmisión de datos

Los medios de transmisión de datos juegan un papel importante dentro del manejo de las comunicaciones siendo ellos los determinantes de su buen o mal funcionamiento.

Por otro lado, no siempre lo más costoso es justamente lo adecuado para montar cualquier tipo de red; se debe tener en cuenta los beneficios frente a la inversión, además cada tipo de medio está hecho a la medida del tamaño de la red en construcción, y aunque alguna opción sea más atractiva que otra no siempre significa que realmente cumpla con todo su potencial. Las alternativas de medio de comunicación son:

- Sistemas guiados (vía cable).
- Sistemas no guiados (vía inalámbrica aire o vacío).

Dentro de los medios de transmisión guiados se tienen:

- Par trenzado
- Cable coaxial
- Fibra óptica
- Par telefónico

2.5.1 Medios de transmisión guiados

a) Par trenzado

Existen 2 tipos de pares trenzados que son el UTP y el STP. El cable UTP constituye un cable no blindado de bajo costo y el cable STP es blindado, trabaja a altas velocidades, es inmune al ruido y tiene un alto costo.

Las aplicaciones del par trenzado son para líneas Telefónicas conmutadas y dedicadas.

b) Cable coaxial

Presenta un mejor blindaje que el par trenzado y puede alcanzar distancias mayores, tiene ancho de banda el cual depende de su longitud y excelente inmunidad al ruido.

Existen 2 tipos de cable coaxial:

Banda base: puede llegar a una velocidad de 1 a 2 Gbps en 1 Km. D distancia, se podría usarlos a mayores alcances con velocidades más bajas y regeneradores periódicos, sus aplicaciones principales son la televisión por cable y redes de área local.

Banda ancha: puede llegar a tener una frecuencia de operación de hasta 450 MHz y tener alcances de hasta 100 a.m., tiene una velocidad de transmisión de 2 – 30 MHz - -1 GHz. A diferencia del cable de banda base, cubre un área mayor y necesita de amplificadores analógicos para reforzar la señal.

c) Fibra óptica

Existen 2 tipos de fibra óptica:

Monomodo y multimodo. Sus aplicaciones son para redes de transporte, acceso e interconexión que pueden transportar datos, voz, video, internet, etc. Siempre para volúmenes grandes de información.

Ventajas:

- Tiene un gran ancho de banda.
- Casi total inmunidad al ruido.
- Inmunidad a la interferencia y atenuación casi nula.
- Se usan para grandes y pequeñas distancias.
- Tiene una gran velocidad de transmisión.

Desventajas:

- Costos elevados en equipos y cableado de fibra, así también para el tendido, instalación, adecuación y perforación de canales para encaminar los enlaces de fibra.
- Complejidad de instalación debido a la geografía de los sitios remotos.
- Son muy vulnerables a robos, rompimientos, excavaciones, terremotos, etc., que produciría pérdida de enlace y pérdida económica.
- Necesita de obras civiles complementarias para su funcionamiento.

2.5.2 Medios de transmisión no guiados (vía inalámbrica): Se utiliza medios no guiados, principalmente en el aire. Se radia energía electromagnética por medio de una antena y luego se recibe esta energía con otra antena.

Hay dos configuraciones para la emisión y recepción de esta energía: direccional y omnidireccional.

En el método direccional, toda la energía se concentra en un haz que es emitida en una cierta dirección, por lo que tanto el emisor como el receptor deben estar alineados.

En el método omnidireccional, la energía es dispersada en múltiples direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla. Cuando mayor es la frecuencia de la señal a transmitir, más factible es la transmisión unidireccional.

Los medios de transmisión usados son:

- El aire.
- El vacío o espacio.

Entre los sistemas que se usan como medio de transmisión el aire son:

- Enlaces de radio.
- Enlaces de microonda.

Los sistemas que usan el vacío como medio de transmisión son los enlaces satelitales.

a) Enlaces de radio

Sus propiedades dependen de la frecuencia, así, a bajas frecuencias las ondas de radio cruzan bien los obstáculos, pero la potencia se reduce drásticamente con la distancia a la fuente. Pero a frecuencias altas las ondas de radio tienden a viajar en línea recta y a rebotar en los obstáculos y son absorbidas en el espacio libre. Las bandas HF, VHF y UHF son las más usadas por su ancho de banda, mejor directividad que las otras bandas y por qué permiten mejores velocidades de transmisión.

b) Enlaces de microonda

Las microondas no atraviesan bien los edificios, además cuando las ondas de recepción llegan desfasadas al receptor, se pueden cancelar las señales recibidas por el efecto del desvanecimiento por trayecto múltiple. También hay que tomar en cuenta, que a frecuencias mayores de 8 GHz existe el problema de la absorción que se hace más crítico al aumentar la frecuencia.

c) Enlaces satelitales

Un satélite actúa como una estación de relevación (relaystation) o repetidor.

Un transponedor recibe la señal de un transmisor, luego la amplifica y la retransmite hacia la tierra a una frecuencia diferente. Debe notarse que la estación terrena transmisora envía a un solo satélite. El satélite, sin embargo, envía a cualquiera de las estaciones terrenas receptoras en su área de cobertura o huella (footprint).

La transmisión por satélite ofrece muchas ventajas para una compañía. Los precios de renta de espacio satelital es más estable que los ofrecidos por las compañías telefónicas. Ya que la transmisión por satélite no es sensitiva a la distancia. Y además existe un gran ancho de banda disponible.

Los beneficios de la comunicación por satélite desde el punto de vista de comunicaciones de datos podrían ser los siguientes:

- Transferencia de información a altas velocidades (Kbps, Mbps)
- Ideal para comunicaciones en puntos distantes y no fácilmente
- Accesibles geográficamente.
- Ideal en servicios de acceso múltiple a un gran número de puntos.
- Permite establecer la comunicación entre dos usuarios distantes con
- La posibilidad de evitar las redes públicas telefónicas.
- Entre las desventajas de la comunicación por satélite están las siguientes:
- Un cuarto (1/4) de segundo de tiempo de propagación (retardo).
- Sensibilidad a efectos atmosféricos.
- Sensibles a eclipses.
- Falla del satélite (no es muy común).
- Requieren transmitir a mucha potencia.
- Posibilidad de interrupción por cuestiones de estrategia militar.
- A pesar de las limitaciones, la transmisión por satélite sigue siendo muy popular.

Los satélites de órbita baja (LowEarthOrbit LEO) ofrecen otras alternativas a los satélites geostacionarios (GeosynchronousEarthOrbit GEO), los cuales giran alrededor de la tierra a más de 2,000 millas. Los satélites de este tipo proveen comunicaciones de datos a baja velocidad y no son capaces de manipular voz, señales de video o datos a altas velocidades.

Pero tienen las ventajas que los satélites GEO no tienen. Por ejemplo, no existe retardo en las transmisiones, son menos sensibles a factores atmosféricos, y transmiten a muy poca potencia. Estos satélites operan a frecuencias asignadas entre los 1.545 GHz y los 1.645 GHz (Banda L). (<https://es.wikipedia.org>)

2.5.3 Perturbaciones de la transmisión: Será necesario que tengamos en cuenta una serie de factores que van a afectar a nuestra transmisión, de forma que la señal emitida nunca coincidirá exactamente con la recibida. En el caso de señales analógicas el medio introduce ciertas alteraciones aleatorias que degradan la calidad de la señal; en el caso de señales digitales se producen errores de bits (Aparece un 0 en lugar del 1 original, y viceversa).

Las perturbaciones más importantes son:

- Atenuación y distorsión de atenuación.
- Distorsión de retardo.
- Ruido.

Atenuación: La energía de la señal es inversamente proporcional a la distancia, de manera que disminuye con ésta. En medios guiados la atenuación es logarítmica, por lo que se suele expresar en dB / km. En medios no guiados su dependencia no es sólo de la distancia, sino también de las condiciones atmosféricas.

La atenuación perjudica la comunicación por tres razones:

- La circuitería electrónica necesita un mínimo de señal para detectarla.
- Para que los errores sean mínimos y la calidad de la comunicación sea aceptable.
- La atenuación crece directamente con la frecuencia a la que se transmite

Los dos primeros problemas se superan con amplificadores y regeneradores. Para resolver el tercero es corriente el uso de ecualizadores que discriminan ciertas frecuencias en la señal.

Distorsión de retardo: En medios guiados la velocidad de propagación varía con la frecuencia, esto hace que las distintas componentes espectrales de la señal no viajen todas a la misma velocidad, y que aquellas más cercanas a la frecuencia central vayan más deprisa. Consecuentemente la llegada al receptor no será simultánea, sino que ciertas componentes llegarán con retraso y es lo que llamamos distorsión de retraso (ISI en la transmisión de bits,...). Para resolver este problema recurriremos de nuevo al uso de ecualizadores.

Ruido: El ruido es la perturbación más importante; se define como el conjunto de señales que se introducen durante la transmisión entre emisor y receptor.

El ruido se clasifica en:

Térmico: Debido a la agitación de los electrones por efecto de la temperatura, es uniforme en el espectro (ruido blanco) y no se puede eliminar.

Intermodulación: Esta clase de ruido aparece cuando el sistema de transmisión es no lineal, lo que provocará la aparición de nuevas frecuencias. Las nuevas frecuencias se suman o restan con las originales dando lugar a componentes frecuenciales que antes no existían y que distorsionan la verdadera señal.

Diafonía: Se produce al tener señales viajando por medios adyacentes. La señal de una línea se acopla a otra línea cercana distorsionando la señal que viajaba por allí. Esto puede ocurrir por el acoplamiento entre pares de cables cercanos, o cuando antenas de microondas captan señales no deseadas.

Impulsivo: Hasta ahora los tres tipos de ruido que habíamos visto eran predecibles y se podían modelar. Sin embargo este último tipo no es así, se trata de un rumor continuo formado por picos irregulares de una cierta duración que afectan notablemente a la señal

Un medio de transmisión puede ser:

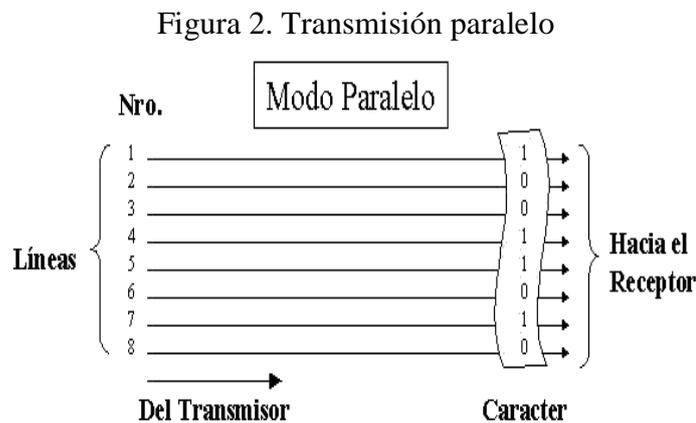
Simplex: la transmisión se realiza son en una dirección, siendo una estación la emisora y otra la receptora.

Half – duplex: ambas estaciones pueden transmitir pero no simultáneamente.

Full – duplex: ambas estaciones pueden igualmente transmitir pero ahora simultáneamente. El medio transporta señales en ambos sentidos al mismo tiempo.

2.5.4 Modos de transmisión: Existen dos formas de transmitir, paralelo y en serie.

a) **Modo de transmisión paralela:** Los bits que componen a un byte o carácter se transmiten un solo ciclo.



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Medio_de_transmisi%C3%B3n

Características principales

- La transferencia interna de datos se hace de este modo.
- Cada conjunto de bits es separado por un espacio de tiempo.
- Este tipo de transmisión puede hacer uso de la línea de dos formas distintas:
- Usar n líneas (una por bits).
- Usar una línea usando Múltiplex acción.
- Se usa para transmisión de altas velocidades.

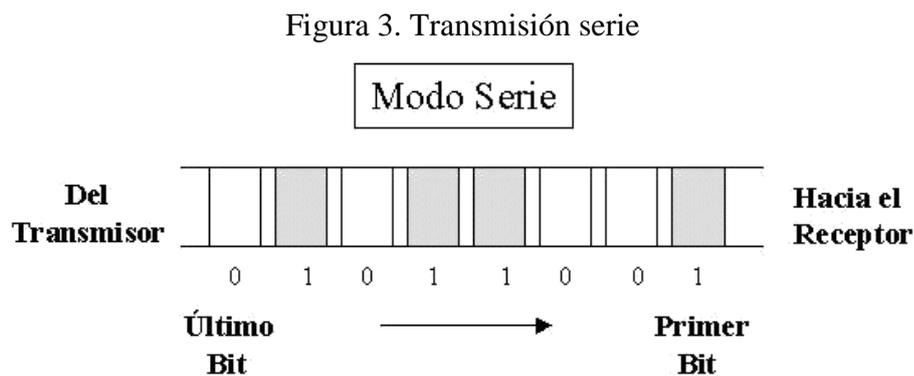
b) Modo de transmisión en serie: Los bits que componen cada carácter se transmiten en “n” ciclos de 1 bits cada uno.

Características principales:

Se envía un bit después de otro, hasta completar un carácter.

Se utiliza en las comunicaciones de datos.

Se usa el proceso de “Deserialización”.



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Medio_de_transmisi%C3%B3n

Concepto de sincronismo.

Que tanto la fuente como el receptor de datos, tengan una base de tiempo común para poder reconocer de forma inequívoca la transmisión de un 1 y de un 0.

La sincronización puede llevarse en tres niveles:

Sincronismo por bits.

Sincronismo por byte.

Sincronismo por bloque

La transmisión en serie utiliza dos procedimientos, asíncrona y sincronía.

Transmisión en serie Asíncrona: Cada carácter a ser transmitido es delimitado por un bits denominado “Cabecera, inicio o arranque”, y uno o dos bits denominados “terminación o parada”.

El desarrollo de la comunicación es el siguiente:

- La línea de comunicación está siempre en estado de tensión máxima (equivale a un 1).
- El bit de arranque activa el mecanismo de muestreo para saber a partir de donde empieza el carácter transmitido. Este bit corresponde a una señal de tensión mínima, lo cual cambia el estado de la línea.
- Se transmiten los bits de datos, y se almacenan en una memoria intermedia para ser procesados.
- El bit de parada se encarga siempre de volver a colocar la señal de la línea al nivel máximo

CAPÍTULO III

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL MÉTODO DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.

3.1 Método de medición de energía eléctrica actual.

La medición se realiza con medidores PowerLogic ION6200 y Central de medida PowerLogic PM810, los cuales están ubicados en los tableros principales de distribución eléctrica a los diferentes consumidores, lo cual cada fin de mes se realiza una toma de lecturas de consumo de energía eléctrica en todos los medidores instalados, para luego estos valores transcribir a Excel y enviarlos a sus respectivas plantas productivas, para que puedan verificar los datos de consumo.

Tabla 2. Registro medición energía actual

Registro de consumo de energía eléctrica			
		may-15	jun-15
Centro costos	Código	kW/h	kW/h
Mezclas caucho(JA03)	MEC01		
Mezclas caucho(TALLER)	MEC02		
Mezclas caucho(TD02)	MEC03		
Mezclas caucho(TD01)	MEC04		
Mezclas caucho(TD04)	MEC05		
Mezclas caucho(DS01)	MEC06		
Mezclas caucho(general TR01)	MEC07		
Servicios generales (general TR18)	MEC13		
Mezclas caucho(TR11)	MEC15		
Mezclas caucho(TR11)	MEC16		
Barras calzado clásico(TR04)	MEC27		
Calzado clásico (general TR04)	MEC28		
Principal suelas(TR04)	MEC29		
Calzado clásico (general TR05)	MEC30		

Fuente: Archivos Plasticaucho Industrial S.A.

3.2 Reconocimiento de puntos de medición de energía

El reconocimiento de los puntos de medición de la energía eléctrica, se los hizo gracias al plano general de Plasticaucho Industrial, donde se encontraban dibujados la ubicación física de los transformadores y junto a ellos los tableros de distribución general con sus respectivos medidores de energía eléctrica.

Figura 4. Ubicación puntos medición



Fuente: Autor

Figura 5. Ubicación puntos de medición



Fuente: Autor

3.3 Conexión de los medidores, de la empresa

Actualmente se encuentran instalados 13 medidores ION6200 y PM810, los cuales están instalados en los diferentes tableros centralizados de distribución eléctrica a las plantas de producción.

3.3.1 *Conexión medidores faltante:* Al inicio del proyecto se contaba con 13 medidores de energía eléctrica instalados en la planta. Se instaló 1 medidor modelo PM800 para el tablero TDG3.

Proceso de instalación del medidor PM810:

- 1 Se procedió a recortar el área donde se va ubicar el medidor, con las medidas de 92cm por 92 cm.

Figura 6. Área para colocar medidor energía



Fuente: Autor

- 2 Luego de haber cortado en área donde se va alojar el medidor de energía eléctrica, se introdujo el equipo PM810 y se los sujeto con las vichas de seguridad que vienen incorporados en el equipo.
- 3 Se procedió a colocar los transformadores de corriente en los cables de la salida del transformador de servicios, justo en el ingreso del breikers principal.

- Figura 7. Colocación TC



- Fuente: Autor

- 3 Una vez colocados el medidor y los transformadores de corriente, se procedió a realizar el cableado respectivo y sus respectivos identificadores de cables.

Figura 8. Cableado medidor



- Fuente: Autor

3.3.2 Diagrama de cableado de red de comunicación Modbus RS485: Para el cableado de comunicación Modbus RS485, se utilizó en el cable con las siguientes características:

Tabla 3. 5504FE CMR Cable, CMG FT4: Multi-Conductor

Belden 5504FE Specifications: (subject to change without notice)	
AWG Size	22
No. of Cond.	6
Conductor Stranding	7
Nom. Insul. Thick. (in)	0.01
Jacket Thick	0.015
Nom. O.D. of Cable (in)	0.179
Color Code Chart	Black, Red, White, Green, Brown, Blue
NEC Type	CMR
Cond. Material	Bare Copper
Insul. Material	Polyvinylchloride (PVC)
Jacket Material	Polyvinylchloride (PVC)
Jacket Color	Grey
Max. Temp	75°C
Voltage	300
Shield	Overall Foil Shield
Shield Material	Beldfoil
Shield Coverage	100%, foil facing out
Approx LBS/MFT	29

Fuente: <http://www.awcwire.com/mfg/belden/part/5504fe>

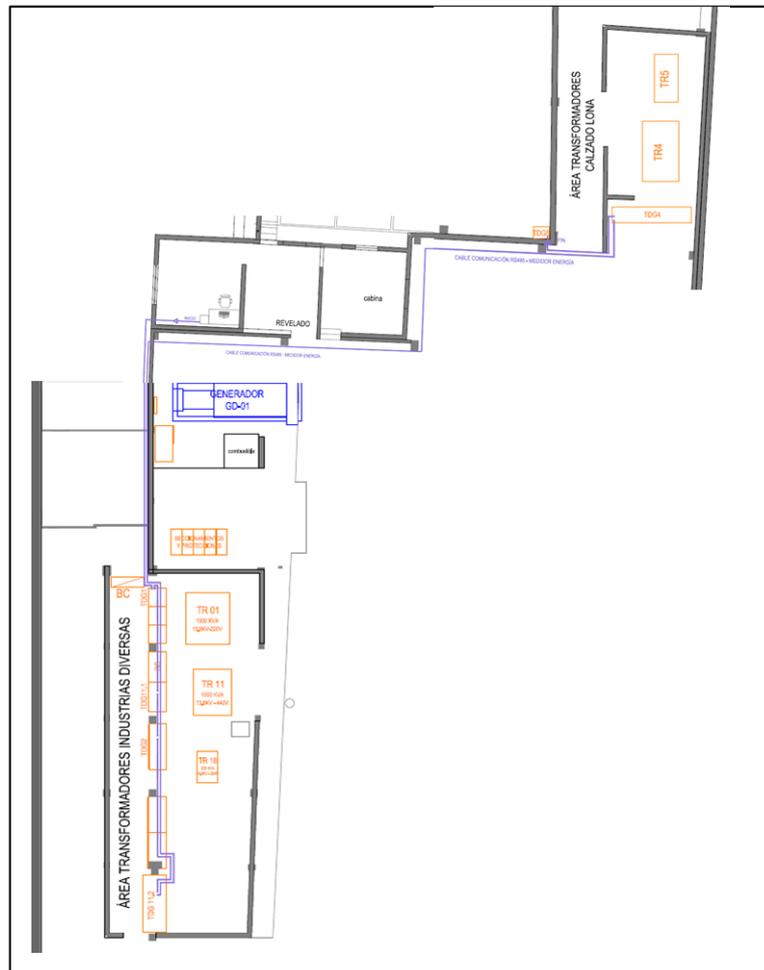
Figura 9. Cable comunicación



Fuente: Autor

Con el cual se procedió al tendido del cableado desde el área de monitoreo de datos hasta los dispositivos de medición de energía eléctrica que están ubicados en los tableros principales del cuarto de transformadores, quedando de la siguiente manera como se puedes apreciar en la figura 10.

Figura 10. Red Modbus RS485



Fuente: Autor

a) Terminales de cables

Un terminal es el punto en que un conductor de un componente eléctrico, dispositivo o red llega a su fin y proporciona un punto de conexión de circuitos externos.

El terminal puede ser simplemente el final de un cable o puede estar equipado con un conector o tornillo.

Figura 11. Tipos terminales



Fuente: Autor

En las conexiones de del cableado de comunicación y del medidor instalado se utilizaron terminales de tipo punteras y de tipo u como se puede observar en la gráfica.

Figura 12. Uso de terminales

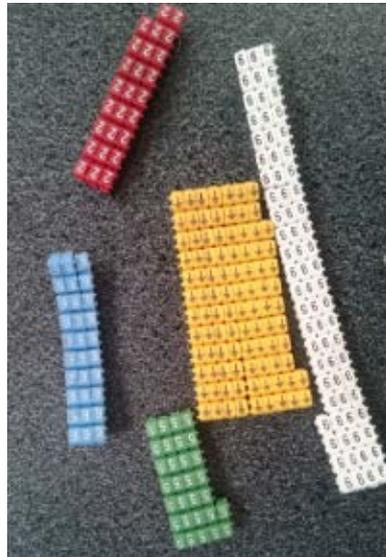


Fuente: Autor

b) Identificadores de cables

En los cableados de tablero se utilizaron gran cantidades de cables de conexiones, los cuales se identificaron para no confundir en las instalaciones de los mismos, para ello se utilizan los identificadores de cables.

Figura 13. Identificadores cables



Fuente: Autor

3.4 Información técnica de los equipos existentes

Se cuenta con los siguientes equipos:

a) Un computador

SISTEMA

Microsoft Windows XP Profesional

Versión 2002

Service Pack 3

Build SO 5.1.2600

Registrado a nombre de:

DEPARTAMENTO DE SISTE PLASTICAUCHO INDUSTRIAL

55690-640-0840754-23729

Equipo

Intel(R) Core(TM)2 DUO CPU

E8400 @ 3.00Hz

Extensión de dirección física

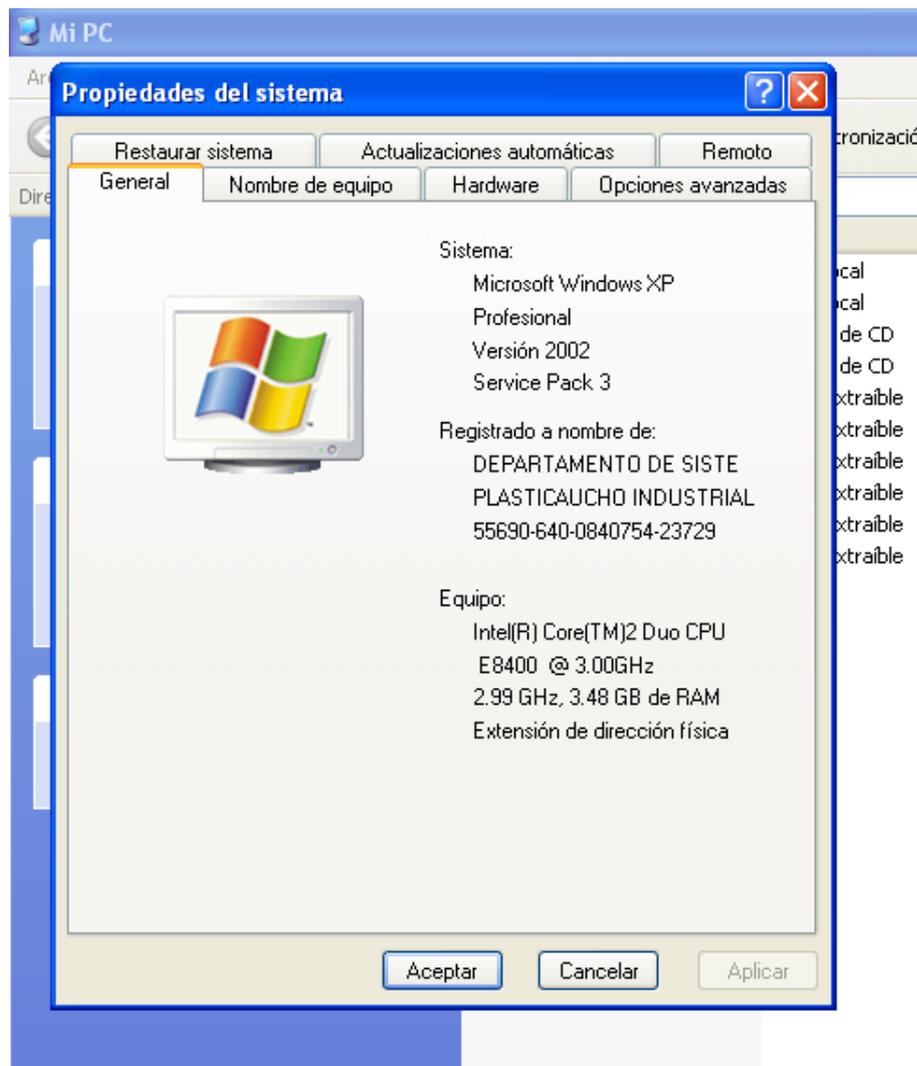
Adaptador de red 0 Intel(R) 82566DM Gigabit Netw

Dirección IP: 10.10.2.164

Máscara subred: 255.255.248.0

Puerta enlace: 10.10.1.200

Figura 14. Propiedades del sistema



Fuente: Autor

b) Medidor ION 6200

El medidor de energía eléctrica ION 6200 tiene las siguientes características como se puede verificar en la tabla 4.

Tabla 4. Características medidor ION6200

Características eléctricas	
Voltaje y corriente	3 fases por entrada
Muestras	64 muestras por ciclo
Impedancia	2 MΩ
Voltaje	L-N 0,3% lectura L-L 0,5% lectura
Frecuencia	+/- 0,1 Hz
Corriente	≥ 5% de escala máx. 0,3% lectura
	< 5% de escala máx. 0,3% lectura+0.05% escala máx.
	I4 derivada 0,6% lectura+0.05% escala máx.
Factor de potencia	1,0% lectura
THD	+/- 1,0%
Medición potencia y energía	kW, kVA, kVAR, kWh, kVAh, kVARh
Normas	IEC 60687 Clase 0,5S
	ANSI 12.20 Clase 0,5
Alimentación, entradas y salidas	
Alimentación de Control VAC/VDC	100-240 VAC / 110-300 V CC
Medida directa de voltaje LN / LL	60-400 VAC
Comunicaciones	
Puertos de comunicación	RS-485
Protocolos de comunicación	Modbus
Condiciones ambientales	
Temperatura de operación	-20 °C a 70 °C
Almacenado	-40 °C a 85 °C
Humedad	5% a 95% no condensada
Dimensiones y peso	
Unidad base	106,7 x 106,7 x 40,6 mm.
Peso	0,68 kg.

Fuente: Autor

c) **Central de medida PowerLogic PM810**

Tabla 5. Características medidor PM810

Características eléctricas		
Tipo de medida		Verdadero valor eficaz hasta el armónico 63. En red alterna trifásica (3P, 3P+N) 128 muestras por ciclo
Precisión de la medida	Corriente	0,325 % desde 1A a 10 ^a
	Voltaje	0,375 % desde 50V a 277V
	Factor de potencia	0.1% desde 1A a 10 ^a
	Potencia	0.2%
	Frecuencia	± 0,02 % desde 45 a 67 Hz
	Energía activa	IEC 62053-22 Clase 0.5 S
	Energía reactiva	IEC 62053-22 Clase 2
Características de la entrada de tensión	tensión de medida	0 a 600 V CA (directo F-F)
		0 a 347 V CA (directo F-N)
		0 a 3,2 MV CA (con transformador de tensión externo)
	Rango de medida	0 a 1.5 Un
	Impedancia	2MF-F/1M F-N
	Rango de medida en frecuencia	45 a 67 Hz y 350 a 450 Hz
Características de la entrada de intensidad	Calibres de los TC	Regulable de 5 A a 32700 ^a
	Rango de medida	5 mA a 10 ^a
	Sobre carga admisible	15 A en continuo
		50 A durante 10 segundos por hora
		500 A durante 1 segundos por hora
	Impedancia	< 0,1
Carga	< 0,15 VA	
Alimentación	Alterna	100 a 415 V CA, 15VA
	Continua	125 a 250 V CC, 10W
	Tiempo de	45 ms a 120 v CA mantenimiento
Entradas/Salidas	Salida Digital	6 a 200 10 % V CA, o 3 a 250 10% V CC, 100mA máx a 25 °C
	Entrada de estado	1 entrada digital (24 a 125 10% V CA/CC)
Alimentación, entradas y salidas		
Alimentación de Control VAC/VDC	115-415 VAC / 125-250 VDC	
Medida Directa de Voltaje LN / LL	10-347/10-600 V	
Entrada Digital / Salida Digital	1 / 1 (ampliable con módulo "PM8M26")	
Entrada Digital / Salida Analógica	necesita módulo adicional "PM8M2222"	
Comunicaciones		
Puertos de comunicación	RS-485	
Protocolos de comunicación	Modbus	
Pasarela Ethernet	necesita módulo adicional "PM8ECC"	

Características mecánicas	
Peso	0,6 kg
Grado de protección IP (CEI 60529)	IP52 pantalla
	IP30 resto de la central de medida
Dimensiones	96 x 96 x 70 mm(central con pantalla)
	96 x 96 x 90 mm(parte posterior panel)
Condiciones ambientales	
Temperatura de medidor	-25 °C a + 70 °C (1)
Funcionamiento pantalla	-10 °C a + 50 °C
Temperatura medidor + pantalla	-40 °C a + 85 °C
Categoría de instalación	III, para sistemas de distribución 347 V F-N/600V CA F-F
Resistencia dieléctrica	Según EN 61010, UL 508

Fuente: Autor

d) Pasarela Ethernet EGX100 de PowerLogic

Tabla 6. Características EGX100

Número de puertos	1
Tipo de puertos	RS232 o RS485 (2 o 4 hilos), dependiendo de la configuración.
Protocolo	ModBus RTU/ASCII, Jbus, PowerLogic (Sy/Max)
Velocidad máxima	2400 a 38400 baud (configurable)
Número máximo de equipos conectados	32
Número de puertos	1
Tipo de puertos	Tipo de Puertos Puerto 10/100 Base TX (802.3af)
Protocolo	HTTP, SNMP (MIB2), FTP, Modbus
TCP/IP	TCP/IP
Velocidad máxima	10/100 Mb
Memoria	Ninguna

Fuente: Autor

e) Transformadores de corriente

Un transformador de corriente o “TC” es el dispositivo que nos alimenta una corriente proporcionalmente menor a la del circuito.

Un transformador de corriente por su aplicación se puede subdividir en transformador de medición y transformador de protección, no obstante los transformadores se diseñan

para realizar ambas funciones y su corriente nominal por secundario puede ser de 1 ó 5 Amperios, es decir desarrollan dos tipos de funciones, transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

El primario del transformador se conecta en serie con el circuito cuya intensidad se desea medir y el secundario se conecta en serie con las bobinas de corriente de los aparatos de medición y de protección que requieran ser energizados.

Su principio de funcionamiento puede ser obtenido a través del modelo del transformador ideal, haciendo algunas consideraciones derivadas de su diseño y conexión dentro del sistema. (<http://www.google.com.ec>)

Transformador de núcleo partido

Los Transformadores de Corriente de núcleo partido de relación $I_p/5$, están disponibles para ser aplicados en sistemas existentes, donde es complejo hacer modificaciones o bien no se puede intervenir la infraestructura eléctrica.

La principal diferencia respecto de un Transformador de Corriente tipo Toroide, es que el núcleo de hierro se puede abrir, facilitando su instalación dado que no se requiere desconectar cables de fuerza o barras de distribución para la conexión de los TC Núcleo Partido.

Figura 15. Transformado corriente núcleo partido



Fuente: Autor

Elección de un transformador de corriente

Depende de 2 criterios:

3.2 La relación de transformación $I_p/5$ A.

3.3 El tipo de instalación.

La relación de transformación $I_p/5$ A

Se recomienda elegir como intensidad primaria (I_p) del transformador, la inmediatamente superior a la corriente máxima a medir.

Ejemplo: $I_n = 1.103$ A; $I_p = 1.250$ A.

La elección de un modelo de TC depende del tipo de instalación.

Cables aislados.

Embarrado vertical Prisma G, GX, GK.

Fleje flexible aislado.

Embarrado vertical Linergy.

Barra rígida.

Determinar la clase de precisión de un TC

La clase de precisión es función de la potencia del transformador y del consumo del equipo de medida.

Este último tiene en cuenta el consumo de los aparatos y de los cables. Para una clase de precisión dada, el consumo del equipo de medida no debe sobrepasar la potencia del transformador TC.

Transformadores de corriente de relación $I_p/5$, para aparatos de medida (amperímetros, contadores de energía, centrales de medida...).

Características comunes de los TC:

- Corriente de secundario: 5 A.
- Tensión de empleo máx. U_e : 720 V.
- Frecuencia: 50...60 Hz.

- Sobrecarga permanente: 1,2 In.
- Temperatura de funcionamiento:
 - 25 °C a + 60 °C, humedad > 95% (tipo tropicalizado).
- Factor de seguridad:
 - 40 a 4.000 A: fs ≤ 5.
 - 5.000 a 6.000 A: fs ≤ 10.
 - IP20.
 - Normas de referencia: IEC 44-1, NFC42502, VDE 0414, BS 7626 y CEI 38-1.

Tabla 7. Características TC instalados

Medidor 1				Medidor 13			
A	400/5 ^a			TA80P			
Cl	0.5-1-3	VA	7,5-20-30	kn	600/5A		
Hz	50/60	kV	0,6/30	Ith	60	In	0,72/3-kV
Ith	20 kA			Fs	<5	Hz	50/60
Medidor 2				Cl	0.5-1-3	VA	5-7,5-20
Type	18			Medidor 15			
A	300/5 ^a			TA80P			
Hz	50/60			kn	300/5A		
Cl	0.5-1-3	VA	5-7,5-10	Ith	60	In	0,72/3-KV
Ith	16 kA			Fs	<5	Hz	50/60
Fs	<5 0.72/3kV			Cl	0.5-1-3	VA	5-7,5-20
Medidor 3				Medidor 16			
Type	4NF 0434			TA125P			
Ip-Is	300/5 ^a			Ith	60	In	0,72/3/-kv
HZ	50/60			kn	3000/5A		
Umáx.	0.6kV	NI	4/-/-kV	Fs	<5	Hz	50-60
Ft	1,2			Cl	0,5-1-3	VA	30-45-60
Medidor 4							
A	800/5A	0,6/3kV		Medidor 27			
CL	1.0	VA	10	Ip-Is	1000/5A		
Hz	50/60				Umáx	0,6KV	
Medidor 5				F	50/60Hz		
RATIO	800/5 ^a			Medidor 28			
CLASS	0.5	VA	15	TA125R			
TYPE	CGECT-3			Ith	60	In	0,72/3/-kV
600V	50/60Hz			kn	2500/5A		
Medidor 6				Fs	<5	Hz	50-60
RATIO	800/5 ^a			Cl	0,5-1-3	VA	30-45-60
CLASS	0.5	VA	15	Medidor 29			

TYPE	CGECT-3			TA125R			
600V	50/60Hz			Ith	60	In	0,72/3/-kv
Medidor 7				kn	1000/5A		
TA125P				Fs	<5	Hz	50-60
Ith	60	In	0,72/3/-kv	CI	0,1-1-3	VA	10-20-30
Kn	2500/5 ^a			Medidor 30			
Fs	<5	Hz	50-60	kn	1000/5A		
CI	0,5-1-3	VA	30-45-60	Ith	36Ka		
				Fs	<5	Hz	50-60
				CI	0,1-1-3	VA	10-20-30

Fuente: Autor

3.5 Medidores Schneider

Medidores de energía

- Contadores de energía de riel DIN **ME**.
- Centros de medidores **Tipo EZM**.

Monitores de circuito PowerLogic

- Monitores de circuitos **PowerLogic CM3000**.
- Monitores de circuitos **PowerLogic CM4000**.
- Medidor básico de circuitos **PowerLogic ION6200**.
- Medidor de energía y calidad de la energía para alimentadores y cargas críticas **ION7300**.
- Medidor de energía y calidad de la energía para redes y cargas críticas **ION7550/ION7650**.
- Medidor de energía y calidad de la energía para redes y cargas críticas **ION8600**.
- Medidor compacto de energía para redes de media y baja tensión **PM700**.
- Medidor compacto de energía para redes de media y baja tensión **PM800**.

3.5.1 Medidores ION: Las centrales de medida PowerLogic serie ION 6200 ofrece gran calidad, versatilidad y funcionalidad a un bajo costo en el mercado, y unida ultra compacta.

Figura 16. Medidor ION6200



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=medidor+ion+6200>

Ofrece una medición completa en cuatro cuadrantes de potencia, demanda, energía, factor de potencia y frecuencia, es una unidad versátil y fácil de montar y alambrear.

Características (algunas son opcionales):

- Indicador LED montado en panel.
- Medición en 4 cuadrantes y 3 fases, precisión clase 0,5 (IEC, ANSI).
- Voltaje, corriente, alimentación, frecuencia, factor de potencia, demanda, energía
- Distorsión armónica total.
- salidas de impulsos digitales.
- Puerto de comunicación RS-485.
- Protocolo: Modbus RTU esclavo.

Beneficios: El PowerLogic ION6200 lo ayuda a reducir los costos relacionados con la energía optimizar el uso del equipo reemplazar los medidores de panel análogos para la administración óptima de su instalación eléctrica y una mejor productividad.

Aplicaciones Típicas: Monitoreo de infraestructura, edificios e industrias, permitiendo evaluar el ahorro de energía, tomar medidas de eficiencia energética y poner de manifiesto las oportunidades de ahorro.

Evaluar los consumos de los distintos centros de costos o clientes.

Reducir la demanda máxima en hora pico.

Reducir recargo por bajo factor de potencia.

3.6 Pasarela Ethernet EGX100 de PowerLogic

La EGX100 es un dispositivo de comunicación que ofrece conectividad entre Ethernet (Modbus TCP/IP) y dispositivos en línea serie, permitiendo que los clientes Modbus TCP/IP accedan a la información desde dispositivos esclavos en serie. También permite que los dispositivos maestros serie accedan a información desde dispositivos esclavos serie distribuidos en una red Ethernet.

La EGX acepta los siguientes protocolos Ethernet:

Modbus TCP/IP: Modbus TCP/IP es una combinación del protocolo Modbus, que proporciona comunicación maestro-esclavo entre dispositivos, y TCP/IP, que proporciona comunicación a través de una conexión Ethernet. Se utiliza Modbus TCP/IP para intercambiar datos entre la EGX y otros dispositivos compatibles con Modbus TCP/IP por medio del puerto TCP 502.

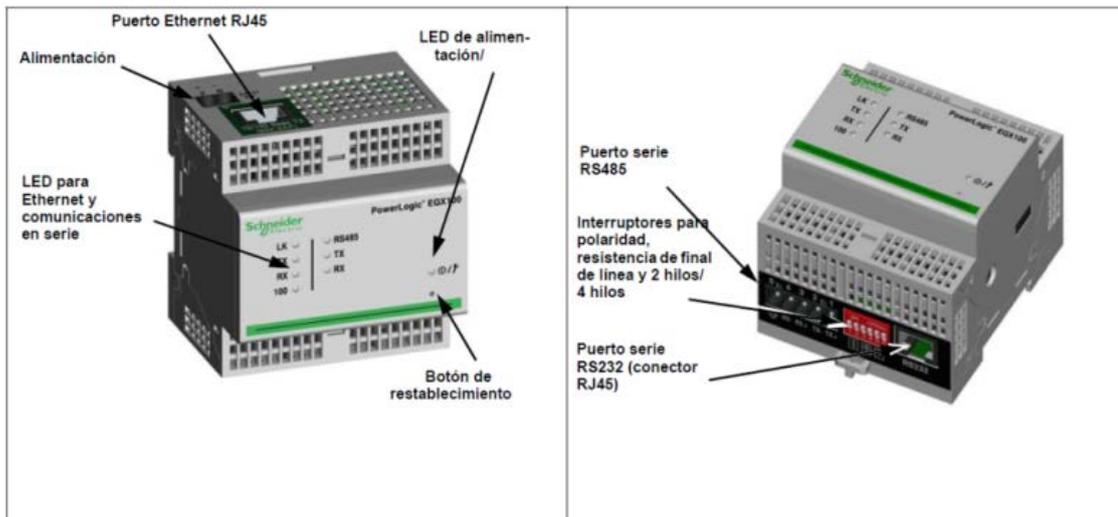
Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP): HTTP es un protocolo de red que realiza los envíos de archivos y datos en Internet. Proporciona funcionalidad de servidor Web por medio del puerto TCP 80. Con un explorador Web, es posible configurar la EGX y ver los datos de diagnóstico de manera remota.

Protocolo de transferencia de archivos (FTP): FTP es un protocolo que ofrece la capacidad de transferir archivos por Internet de un ordenador a otro. Se utiliza FTP para transferir las actualizaciones del firmware a la EGX por medio del puerto TCP 21.

Protocolo simple de administración de redes (SNMP): SNMP se basa en el formato MIB2 y proporciona la capacidad de almacenar y enviar información de identificación y diagnóstico utilizada en la red por razones de administración por medio del puerto UDP 161.

Protocolo de resolución de dirección (ARP): ARP se utiliza para convertir las direcciones IP en direcciones Ethernet. Las solicitudes de ARP se envían a través de la EGX para determinar si su dirección es el duplicado de una dirección IP.

Figura 17. Pasarela EGX100



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=pasarela+gx100>

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE ADQUISICIÓN Y MONITOREO DE DATOS, PARA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

4.1 Configuración de los equipos a utilizar

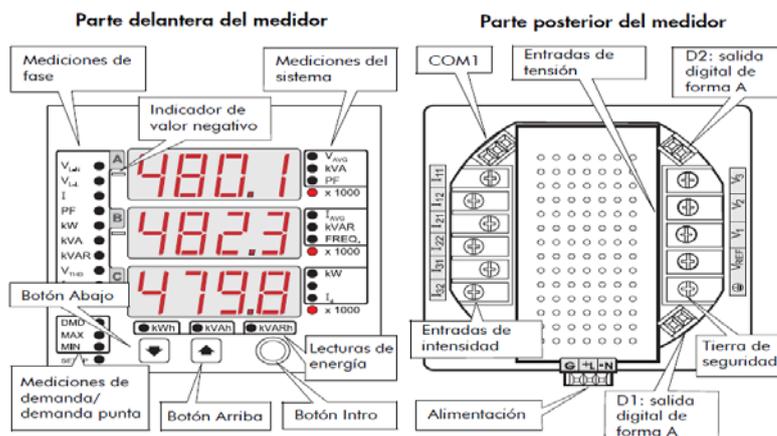
A continuación se presenta la configuración de los equipos que se utilizaron en el desarrollo del proyecto de adquisición y monitoreo de datos de energía eléctrica en la planta productiva.

4.1.1 Configuración de medidores de energía eléctrica: Para que los equipos de medición de energía eléctrica nos den los valores reales de medida del control de energía se necesitó configurarlos, de acuerdo a las los voltajes de alimentación, la relación de transformación de los transformadores y sobre todo el tipo de comunicación que se utilizó en el proceso de adquisición de datos.

A continuación se presenta la configuración de los medidores de energía.

a) Procedimiento para configurar medidor ION6200.

Figura 18. Descripción general medidor ION6200



Fuente: <http://www.global-download.schneider-electric.com>

A continuación se detalla los pasos para configurar un medidor ION6200:

1. Para ENTRAR en el modo de selección de configuración se pulsa los botones Arriba y Abajo al mismo tiempo durante 2 segundos.
2. Aparece la pantalla TYPE, selecciono 4W.
3. Pulso flecha abajo.
4. Aparece la pantalla Tt1, selecciono 0.480.
5. Pulso flecha abajo.
6. Aparece la pantalla Pt5, selecciono 1.
7. Pulso flecha abajo.
8. Aparece la pantalla Pt2, selecciono 0.480.
9. Pulso flecha abajo.
10. Aparece la pantalla Ct1, selecciono 1.000x1000.
11. Pulso flecha abajo.
12. Aparece la pantalla Ct2, selecciono 0.005x1000.
13. Pulso flecha abajo.
14. Aparece la pantalla UPL1, selecciono nor.
15. Pulso flecha abajo.
16. Aparece la pantalla UPL2, selecciono nor.
17. Pulso flecha abajo.
18. Aparece la pantalla UPL3, selecciono nor.
19. Pulso flecha abajo.
20. Aparece la pantalla CPL1, selecciono nor.
21. Pulso flecha abajo.
22. Aparece la pantalla CPL2, selecciono nor.
23. Pulso flecha abajo.
24. Aparece la pantalla CPL3, selecciono nor.
25. Pulso flecha abajo.
26. Aparece la pantalla dPr, selecciono 15.
27. Pulso flecha abajo.
28. Aparece la pantalla ndPr, selecciono 1
29. Pulso flecha abajo.
30. Aparece la pantalla Prot, selecciono Mod.
31. Pulso flecha abajo.

32. Aparece la pantalla bAud, selecciono 9600.
33. Pulso flecha abajo.
34. Aparece la pantalla unid, selecciono 27.
35. Pulso flecha abajo.
36. Aparece la pantalla rts, selecciono 100.
37. Pulso flecha abajo.
38. Aparece la pantalla PUS, selecciono 10.
39. Pulso flecha abajo.
40. Aparece la pantalla PCS, selecciono 10.
41. Pulso flecha abajo.
42. Aparece la pantalla PPS, selecciono 1.
43. Pulso flecha abajo.
44. Aparece la pantalla PnS, selecciono 10.
45. Pulso flecha abajo.
46. Aparece la pantalla out1, selecciono Wh.
47. Pulso flecha abajo.
48. Aparece la pantalla tc1, selecciono 1.0.
49. Pulso flecha abajo.
50. Aparece la pantalla out2, selecciono VArh.
51. Pulso flecha abajo.
52. Aparece la pantalla tc2, selecciono 1.0.
53. Pulso flecha abajo.
54. Aparece la pantalla outlr, selecciono ET1.
55. Pulso flecha abajo.
56. Aparece la pantalla tctlr, selecciono 1.0.
57. Pulso flecha abajo.
58. Aparece la pantalla dScr, selecciono 1.0.
59. Pulso flecha abajo.
60. Aparece la pantalla dUPd, selecciono 2.
61. Pulso flecha abajo.
62. Aparece la pantalla PSEt.
63. Finalmente para SALIR del modo de selección de configuración se pulsa los botones Arriba y abajo al mismo tiempo durante 2 segundos.

Tabla 8. Parámetros configurados en los medidores ION6200

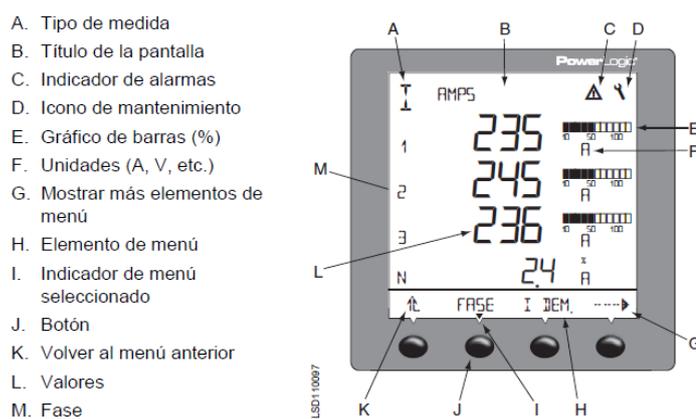
Configuración ION 6200							
Parámetro							
Type	4W						
Pt1	0.480x100 0						
Pt2	0.480x100 0						
Ct1	0.400x100 0	0.300x100 0	0.600x100 0	0.800x100 0	0.800x100 0	0.800x100 0	1.000x100 0
Ct2	0.005x100 0						
UPL1	nor						
UPL2	nor						
UPL3	nor						
CPL1	nor	inv	nor	inv	inv	nor	nor
CPL2	nor	inv	nor	inv	inv	nor	nor
CPL3	nor	inv	nor	inv	inv	nor	nor
dPr	15	15	15	15	15	15	15
Ndpr	1	1	1	1	1	1	1
Prot	Mod						
bAud	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
Unid	1	2	3	4	5	6	27
Rts	100	100	100	100	100	100	100
Pus	10	10	10	10	10	10	10
Pcs	10	10	10	10	10	10	10
PPs	1	1	1	1	1	1	1
PnS	10	10	10	10	10	10	10
out1	Wh						
tc2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Otr	VARhx100 0						
Tclr	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
dscr	0	0	0	0	0	0	0
dupr	2	2	2	2	2	2	2
Pset							

Fuente: Autor

b) Pasos para configurar medidor PM810.

La configuración de la central de medida se lleva normalmente a cabo mediante la pantalla del panel frontal del medidor.

Figura 19. Descripción general medidor PM810



Fuente: http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=785175309&p_File_Name=63230-500-226A2_PM800_User_Guide_ES.pdf

A continuación se detalla los pasos para configurar un medidor PM810:

1. Se pulsa →: para desplazarse por el menú hasta que aparezca MANT.
2. Se pulsa MANT.
3. Se pulsa CONF.
4. Se introduce la contraseña que es 0000 y después OK. Aparece la pantalla CONFIGURACIÓN.
5. Se pulsa →: hasta que sea visible COM.
6. Se pulsa COM.
7. Selecciono el protocolo MBUS.
8. Se pulsa OK.
9. Se introduce el valor DIREC. 16.
10. Se pulsa OK.
11. Se selecciona el valor de BAUD. 9600.
12. Se pulsa OK.
13. Se selecciona la paridad: NINGU.
14. Se pulsa OK.
15. Se sigue pulsando → hasta q aparezca MEDID.
16. Se pulsa OK.
17. Luego se pulsa TI.
18. Selecciono el valor del TI. PRIM:300, SECUN: 5.
19. Se pulsa OK.

20. Luego pulso TT.
21. Selecciono el valor TT. ESCAL:1, PRIM:120, SECUN:120.
22. Luego pulso →, hasta que aparezca F, selecciono el valor de 60Hz.
23. Pulso OK.
24. Luego pulso SIST, selecciono 4HILOS, 3TI, 3TT.
25. Pulso ok.
26. Luego pulso ←, hasta que aparezca GUARDAR CAMBIOS.
27. Pulso SI.
28. Se guarda todos los cambios.
29. Finalmente regresa a la pantalla principal.

Tabla 9. Parámetros configurados en los medidores PM810

Configuración COM							
	Modbus						
	7	13	15	16	28	29	30
	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
Relación TI							
PRIM.	2500	600	300	3000	3000	1000	600
SECUN.	5	5	5	5	5	5	5
Relación TT							
ESCAL.	1	1	1	1	1	1	1
PRIM.	120	120	120	120	120	120	120
SECUN.	120	120	120	120	120	120	120
Frecuencia línea							
Hz	60	60	60	60	60	60	60
Sist. trifásico							
HILOS	4	4	4	4	4	4	4
TI	3	3	3	3	3	3	3
TT	3	3	3	3	3	3	3
SIST.	40	40	40	40	40	40	40

Fuente: Autor

4.1.2 Pasos para configurar pasarela EGX100: A continuación se describe los pasos para configura la pasarela EGX100.

ACCESO A LA EGX A TRAVÉS DE UNA RED

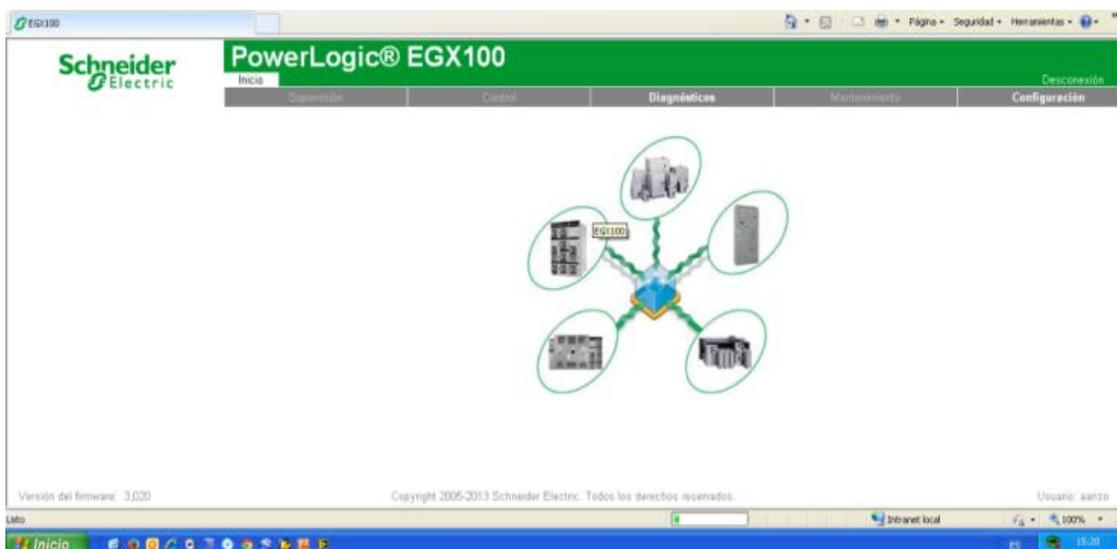
Una vez configurado los parámetros Ethernet, se puede acceder a la EGX100 mediante una LAN de Ethernet con Internet Explorer 6.0 o posterior.

Conexión a la EGX

Para ingresar por primera vez a la EGX100, se procedió a seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

1. Se inicia Internet Explorer 6.0 o superior
2. En cuadro de texto se escribe la dirección 169.254.0.10 que es la dirección predeterminada.
3. Se escribe el nombre del usuario que es **Administrator** que es el valor predeterminado y la contraseña **Gatewayen** cuadro de texto y luego **Aceptar**.
4. Finalmente se da clic en **Configuración** y se accede a la página de configuración de la EGX

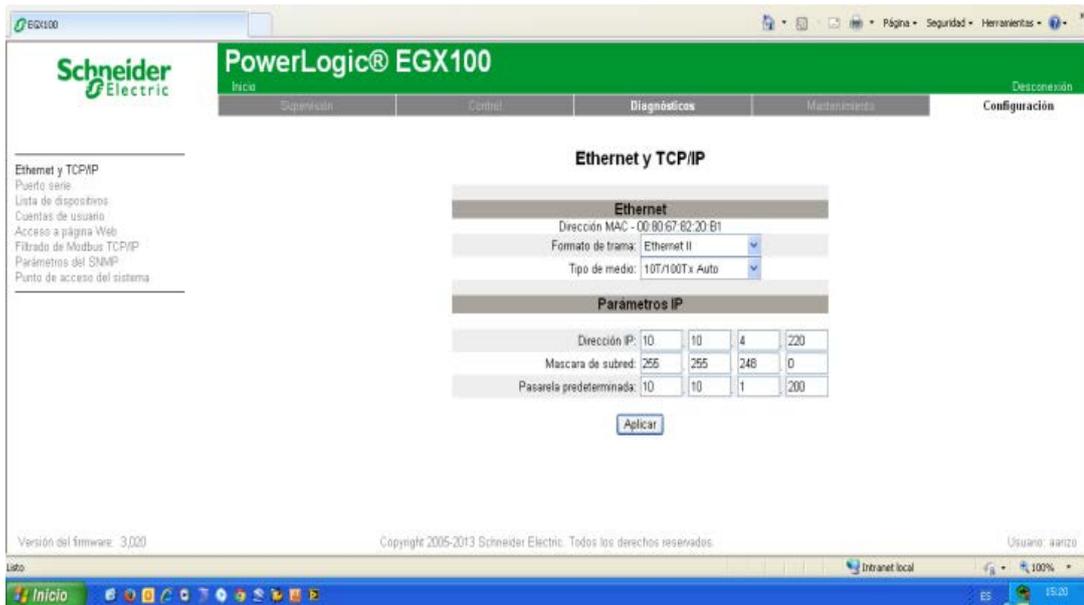
Figura 20. Página principal de la EGX!00



Fuente: Autor

Para acceder a los enlaces de la página Web de configuración, se hizo clic en **Configuración** en la barra de menús de la **EGX**, se hizo clic nuevamente en **Ethernet** y **TCP/IP**, se introdujo la dirección IP, Mascara sub red y la Pasarela predeterminada que se utilizó en el proyecto de adquisición y monitoreo de datos de energía.

Figura 21. Página Ethernet y TCP/IP

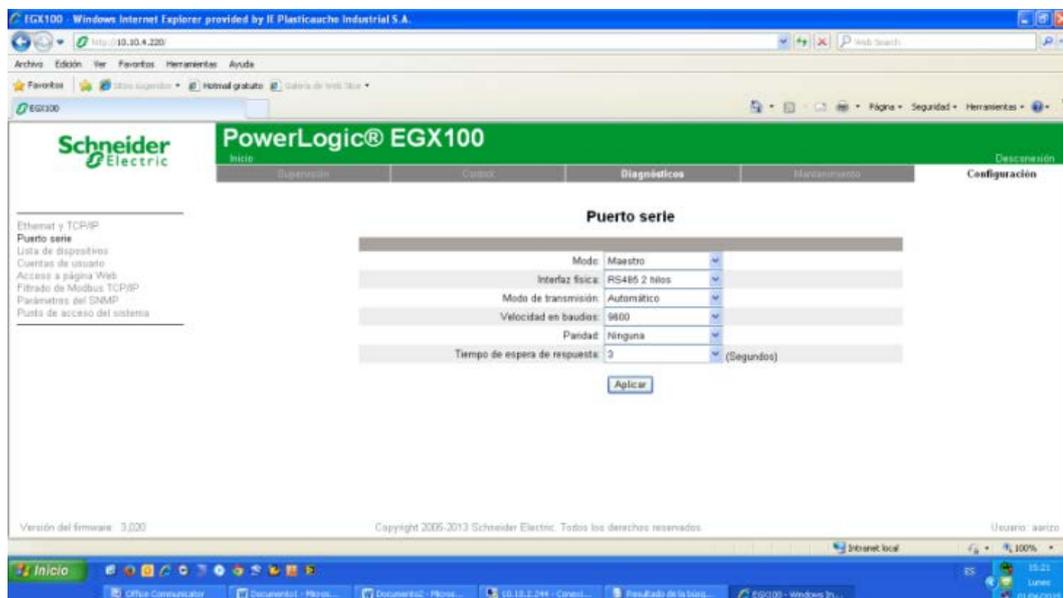


Fuente: Autor

Puerto serie

1. En la página de configuración, se hizo clic en **Puerto serie**, se abre la página Puerto serie.
2. Se seleccionó: el modo, la interfaz física, el modo de transmisión, la velocidad en baudios, la paridad y el tiempo de espera de respuesta
4. Se dio clic en **Aplicar**. Se actualiza la configuración del puerto serie de la EGX.

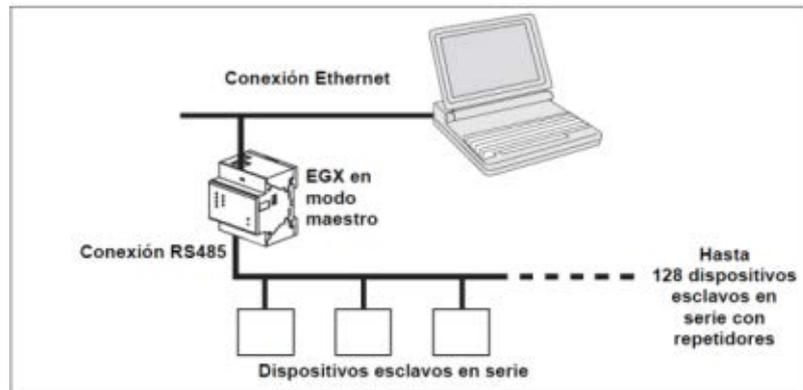
Figura 22. Página Puerto serie



Fuente: Autor

Configuración de la lista de dispositivos en modo maestro

Figura 23. Topología del modo maestro



Fuente: Autor

1. En la página de configuración, se hizo clic en **Lista de dispositivos**. Se abre la página Lista de dispositivos.
2. Se seleccionó el número de dispositivos visualizables (1-14), y después se hizo clic en **Aplicar**.
3. En el cuadro de texto **ID local**, se escribió la dirección de los medidores esclavos.
4. Se seleccionó el **Protocolo**.
5. Se repite los pasos 3 y 4 hasta introducir todos los dispositivos.
6. Se hizo clic en **Aplicar**. Se actualiza los valores de la Lista de dispositivos.

Figura 24. Página de lista dispositivos en modo maestro

PowerLogic® EGX100

Inicio Supervisión Control Diagnósticos Mantenimiento Configuración

Lista de dispositivos

Número de dispositivos visualizables: 32

Protocolo	ID local
Modbus	1
Modbus	2
Modbus	3
Modbus	4
Modbus	5
Modbus	6
Modbus	7
Modbus	8
Modbus	9
Modbus	10
Modbus	11
Modbus	12
Modbus	13

Versión del firmware: 3.020 Copyright 2005-2013 Schneider Electric. Todos los derechos reservados. Usuario: aarizo

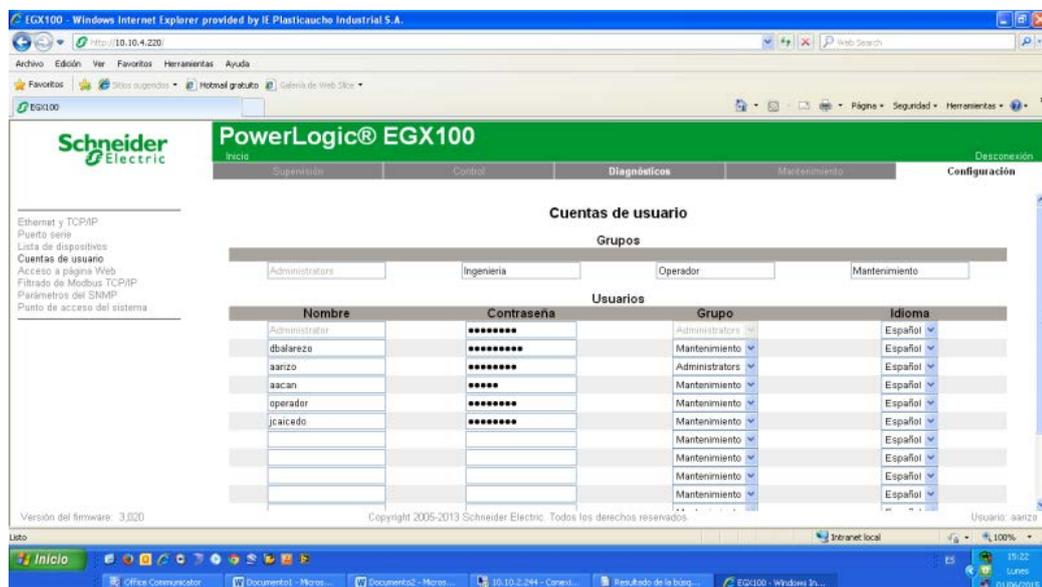
Fuente: Autor

Cuentas de usuario

A los usuarios de la EGX se les asigno nombres de usuario y contraseñas. Cada usuario pertenece a un grupo, cuyos derechos de acceso a las páginas Web de la EGX los asigna el administrador de la EGX.

1. En la página de configuración, se hizo clic en **Cuentas de usuario**, se abre la página Cuentas de usuario.
2. Si se desea cambiar el nombre de un grupo, se escribe el nuevo nombre en uno de los cuadros de texto **Grupos** (no se puede cambiar el nombre del grupo Administradores).se introduce un nuevo nombre de grupo.
3. En la sección usuarios, se introdujo los nombres de los usuarios y contraseñas.
4. Se hizo clic en **Aplicar**, y se guarda toda la configuración de las cuentas de usuario

Figura 25. Página cuentas de usuarios



Fuente: Autor

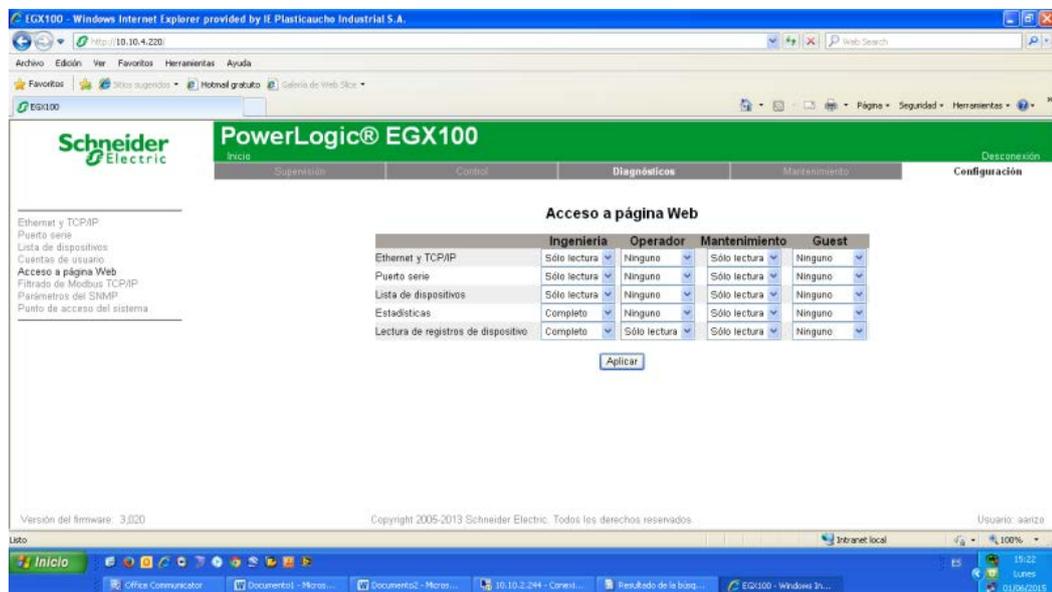
Acceso a página Web

1. En la página de configuración, se hace clic en **Acceso a página Web**, se abre la página Acceso a página Web.
2. En la fila **Ethernet y TCP/IP**, se seleccionó el nivel de acceso (Ninguno, Sólo lectura o Total) que tiene un grupo de usuarios para la página Web Ethernet y TCP/IP.
3. Para permitir el acceso de invitados a la página Web, se seleccionó **Sólo lectura** en la columna **Invitado**.

4. Se repite los pasos 2 y 3 para las filas puerto serie, lista de dispositivos, estadísticas y lectura de registros de dispositivo. Se seleccionó el nivel de acceso para cada página Web.

5. Se hizo clic en **Aplicar**, guarda los valores de las contraseñas.

Figura 26. Página acceso a página web



Fuente: Autor

Filtrado de Modbus TCP/IP

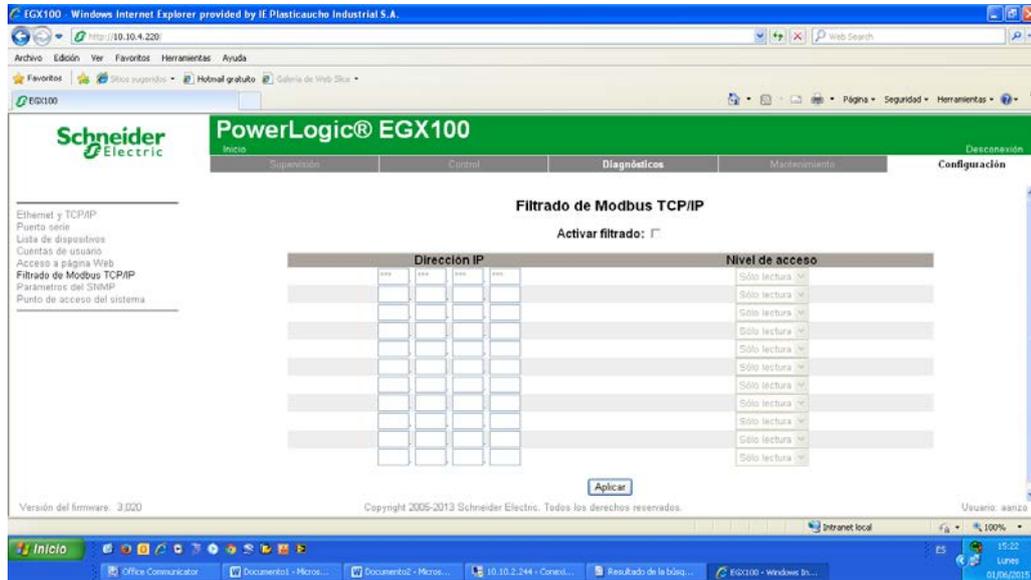
Esta función permite que el administrador especifique los dispositivos clientes Modbus TCP/IP que tienen o no tienen acceso a los dispositivos esclavos en serie conectados a la EGX.

NOTA: Existe una dirección Modbus TCP/IP anónima (***.***.***.**) que se puede configurar como Sólo lectura o Ninguno. Si la configura como **Sólo lectura**, permite que cualquier cliente Modbus TCP/IP que no esté en la lista de filtrado acceda a los dispositivos esclavos en serie con acceso de sólo lectura. Si lo configura como **Ninguno**, bloquea a todos los clientes Modbus TCP/IP que no estén en la lista de filtrado.

1. En la página de configuración, se hace clic en **Filtrado de Modbus TCP/IP**.
2. Se hace una marca de verificación en **Activar filtrado**.
3. En la columna **Dirección IP**, se introduce la dirección del cliente Modbus TCP/IP.

4. En la columna **Nivel de acceso**, se selecciona **Sólo lectura**.
5. Se repite los pasos 3 y 4 para agregar más direcciones IP.
6. Se hace clic en **Aplicar**

Figura 27. Página filtrado de modbus TCP/IP

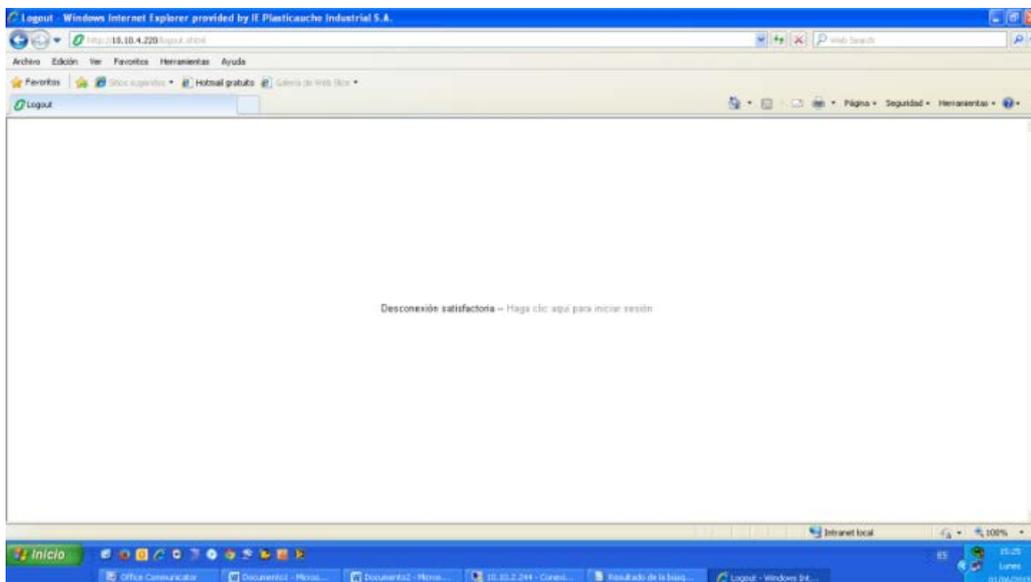


Fuente: Autor

Salir de sistema

Finalmente en la ventana derecha se da clic en desconectar, aparece inmediatamente desconexión satisfactoria y el equipo queda configurado.

Figura 28. Desconexión red



Fuente: Autor

Luego de la configuración de la EGX100, se etiquetó la dirección IP en la carcasa del equipo y luego se conectó al a la red interna de la empresa, como se indica en la gráfica.

Figura 29. Conexión EGX100 red interna



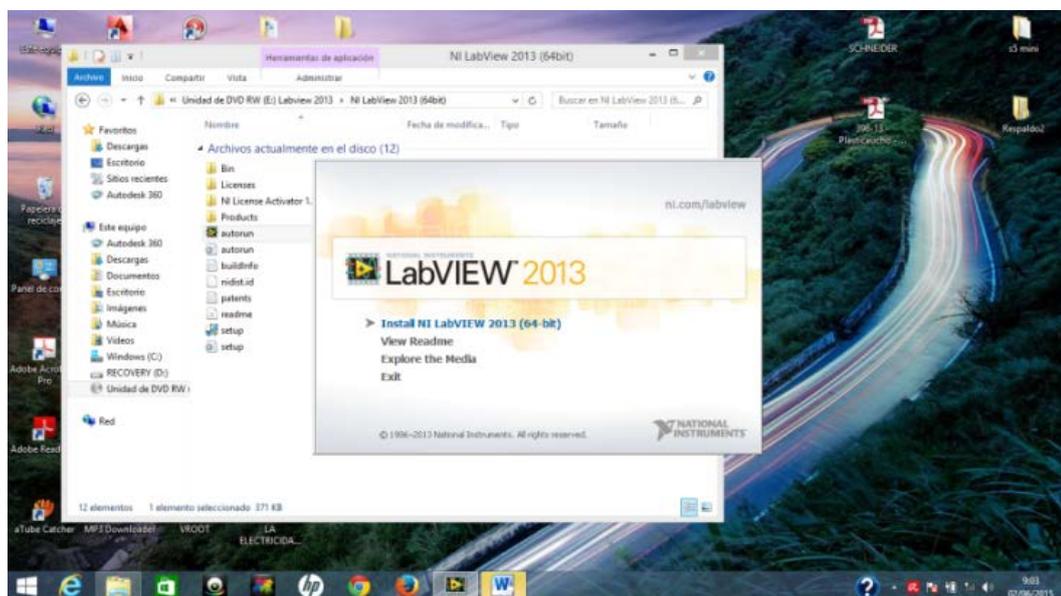
Fuente: Autor

4.1.3 Instalación software de programación en el computador

Para la instalación del software en el computador, se siguió los siguientes pasos:

1. Insertar el CD en el computador, esperar que se reproduzca automáticamente hasta que aparece la figura 30.
2. Escoger la opción Install NI LabVIEW2013, se dio klik.

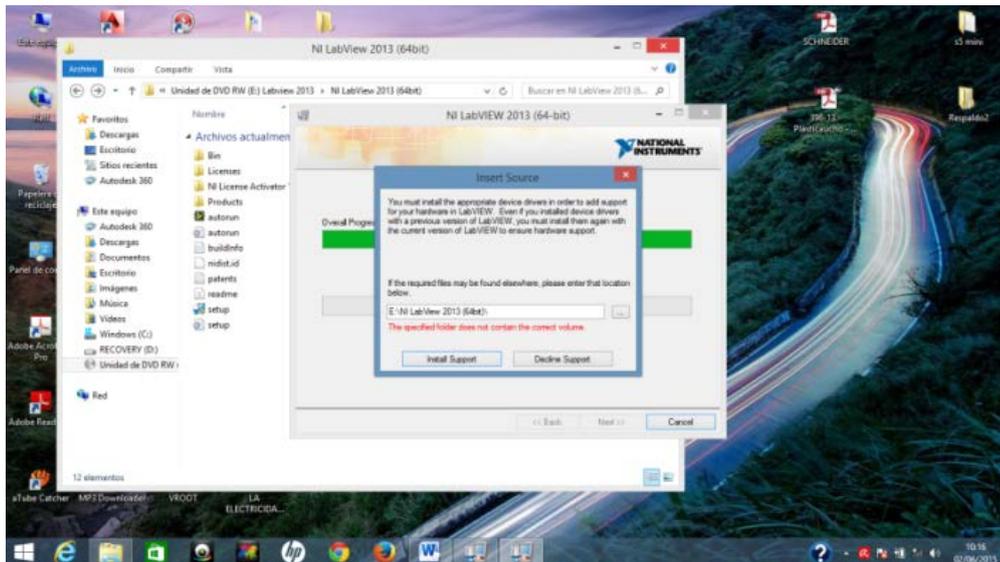
Figura 30. Pantalla instalación LabVIEW



Fuente: Autor

3. Se escoge el lugar del disco de almacenamiento

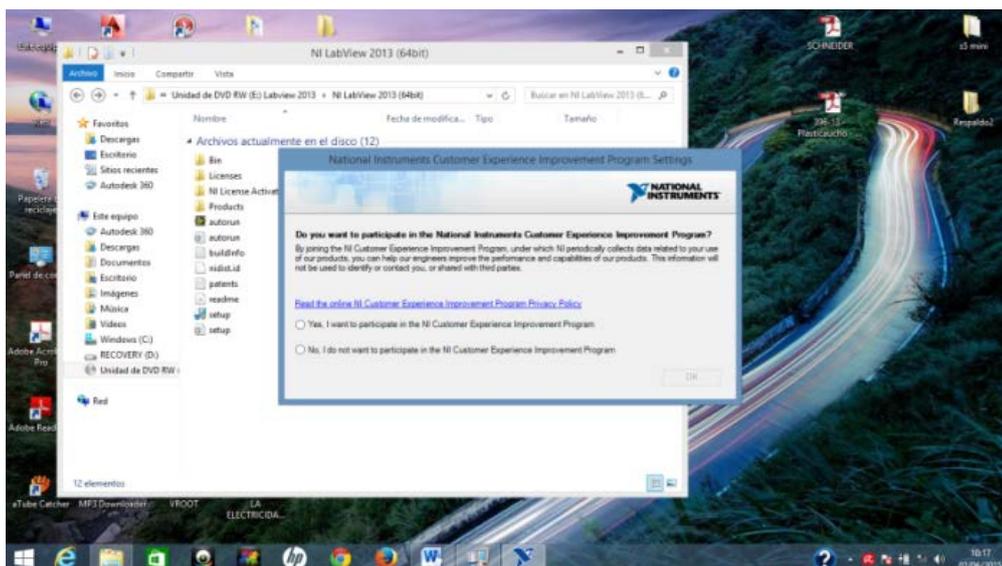
Figura 31. Disco almacenamiento



Fuente: Autor

4. Se dio clic en aceptar las condiciones de programa

Figura 32. Aceptación de condiciones programa



Fuente: Autor

5. Se instalaron todos los paquetes del programa.
6. Finalmente cuando se terminó de instalar el programa se reseteo el computador.
7. Una vez reseteado el equipo se procedió abrir el programa.

4.2 Herramienta de programación.

LabView constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.
- 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 posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.

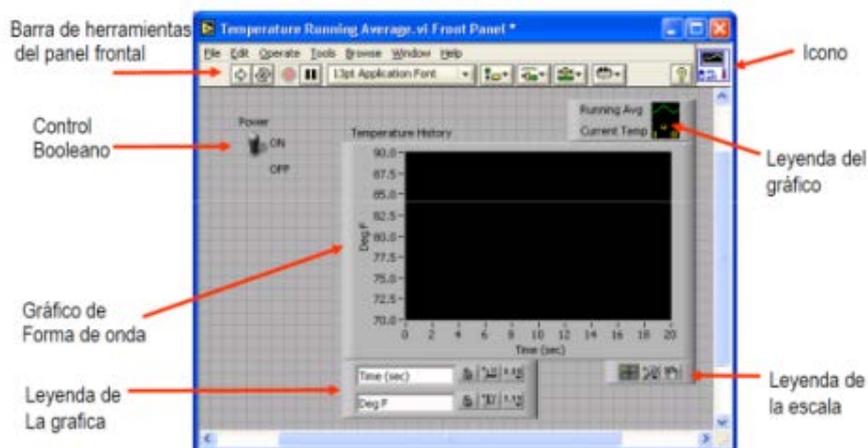
4.3 Funciones de las herramientas del software de programación.

Entorno de trabajo de LabVIEW: En cualquier VI de LabVIEW existen dos caras bien diferenciadas: el Front Panel (Panel Frontal) y el Block diagram (Diagrama de Bloque).

Las *paletas* de LabVIEW son las que proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el *panel frontal* como el *diagrama de bloques*. (<http://www.ni.com>).

Cuando abre un VI nuevo o existente, aparece la ventana del panel frontal del VI. La ventana del panel frontal es la interfaz de usuario para el VI.

Figura 33. Panel frontal de VI



Fuente:<http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

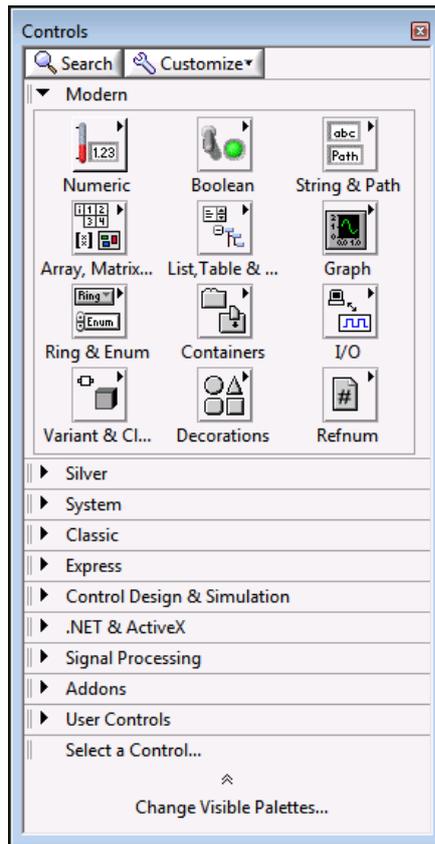
Paleta de Controles

La paleta de Controles contiene los controles e indicadores que utiliza para crear el panel frontal. Puede tener acceso a la paleta de Controles de la ventana del panel frontal al seleccionar **View»ControlsPalette** o al dar clic con botón derecho en cualquier espacio en blanco en la ventana del panel frontal.

La paleta de Controles está dividida en varias categorías; puede exponer algunas o todas estas categorías para cumplir con sus necesidades.

La Figura 27 muestra la paleta de Controles con todas las categorías expuestas y la categoría Moderna expandida.

Figura 34. Paleta de control



Fuente:<http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Controles e Indicadores

Cada VI tiene un panel frontal que se puede diseñar como una interfaz de usuario. También puede usar paneles frontales como la manera de transmitir entradas y recibir salidas cuando se llama al VI desde otro diagrama de bloque. Se crea la interfaz de usuario de un VI al colocar controles e indicadores en el panel frontal de un VI. Cuando interactúa con un panel frontal como una interfaz de usuario, puede modificar los controles para transmitir entradas y ver los resultados en los indicadores. Los controles que definen las entradas y los indicadores muestran las salidas.

Los controles generalmente son perillas, botones, perillas, deslizadores y secuencias. Simulan dispositivos de entrada de instrumentos y suministran datos al diagrama de bloques del VI. Los indicadores generalmente son gráficas, tablas, LEDs y secuencias de estado. Los indicadores simulan dispositivos de salida de instrumentos y muestran los datos que diagrama de bloques adquiere o genera.

Controles e Indicadores Numéricos

El tipo de datos numérico pueden representar números de varios tipos como un entero o real.

Controles e Indicadores Booleano

El tipo de datos Booleano representa datos que solamente tienen dos estados posibles, como TRUE y FALSE u ON y OFF. Se los controles e indicadores Booleano para proporcionar y visualizar valores Booleano. Los objetos Booleano simulan interruptores, botones y LEDs.

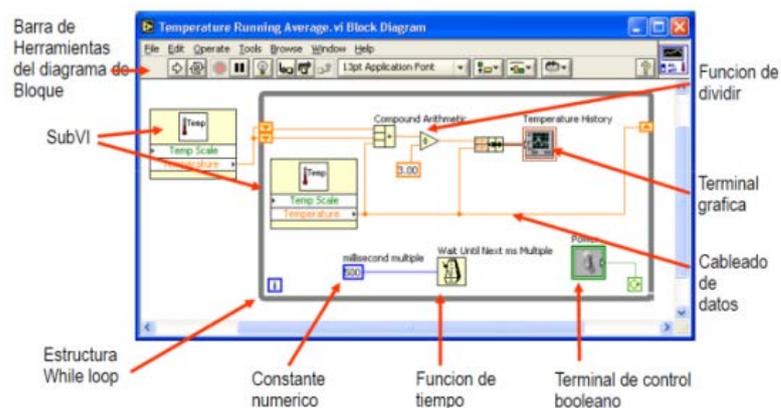
Controles e Indicadores de Cadena de Caracteres

El tipo de datos cadena de caracteres es una secuencia de caracteres ASCII. Se usa controles en cadena para recibir texto desde el usuario como una contraseña o nombre de usuario. Use indicadores en cadena para mostrar texto al usuario.

Diagrama de Bloques

Los objetos del diagrama de bloques incluyen terminales, subVIs, funciones, constantes, estructuras y cables, los cuales transfieren datos junto con otros objetos del diagrama de bloques

Figura 35. VI diagrama de bloque



Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Terminales

Los objetos en la ventana del panel frontal aparecen como terminales en el diagrama de bloques. Las terminales son puertos de entrada y salida que intercambian información entre el panel frontal y diagrama de bloques. Son análogos a parámetros y constantes en lenguajes de programación basados en texto. Los tipos de terminales incluyen terminales de control o indicador y terminales de nodo. Las terminales de control e indicador pertenecen a los controles e indicadores del panel frontal.

Controles, Indicadores y Constantes

Los controles, indicadores y constantes se comportan como entradas y salidas del algoritmo del diagrama de bloques.

Nodos de Diagrama de Bloques

Los nodos son objetos en el diagrama de bloques que tienen entradas y/o salidas y realizan operaciones cuando el VI se ejecuta. Son análogos a instrucciones, operaciones, funciones y sub rutinas en lenguajes de programación basados en texto. Los nodos pueden ser funciones, subVIs, Express VIs o estructuras. Las estructuras son elementos de control de procesos, como Estructuras de Casos, Ciclos For o Ciclos While.

Funciones

Las funciones son los elementos de operación fundamentales de LabVIEW. Las funciones no tienen ventanas del panel frontal o ventanas del diagrama de bloques pero no tienen paneles conectores. Al hacer doble clic en la función solamente selecciona la función. Una función tiene un fondo amarillo pálido en su ícono.

SubVIs

Después de desarrollar un VI, se puede usarlo en otro VI. Un VI llamado desde el diagrama de bloques de otro VI es llamado un subVI. También se puede reutilizar un subVI en otros VIs. Para crear un subVI, necesita desarrollar un panel conector y crear un ícono.

Un nodo de subVI corresponde a una llamada de subrutina en lenguajes de programación basados en texto. El nodo no es subVI, solamente una instrucción de llamada de subrutina en un programa que no es la propia subrutina. Un diagrama de bloques que contiene varios nodos de subVI idénticos llama al mismo subVI varias veces.

Los indicadores y controles de subVI reciben datos y regresan datos al diagrama de bloques del VI que hace el llamado. Cuando hace doble clic en un subVI en el diagrama de bloques, aparece la ventana del panel frontal. El panel frontal incluye controles e indicadores. El diagrama de bloques incluye cables, íconos, funciones, subVIs probables u otros objetos de LabVIEW.



Cada VI muestra un ícono en la esquina superior derecha de la ventana del panel frontal y la ventana del diagrama de bloques. Un ejemplo del ícono predeterminado se muestra aquí. Un ícono es una representación gráfica de un VI. El ícono puede contener texto e imágenes. Si usa un VI como un subVI, el ícono identifica al subVI en el diagrama de bloques del VI. El ícono predeterminado contiene un número que indica cuántos nuevos VI abrió después de iniciar LabVIEW.



Para usar un VI como un subVI, necesita construir un panel conector, como se muestra arriba. El panel conector es un conjunto de terminales en el ícono que corresponde a los controles e indicadores de ese VI, similares a la lista de parámetros de una función llamada en lenguajes de programación basados en texto. Se obtiene acceso al panel conector al dar clic con botón derecho en el ícono en la parte superior derecha de la ventana del panel frontal. También se puede tener acceso al panel conector desde el ícono en la ventana del diagrama de bloques. Un ícono de subVI tiene un fondo blanco en su ícono.

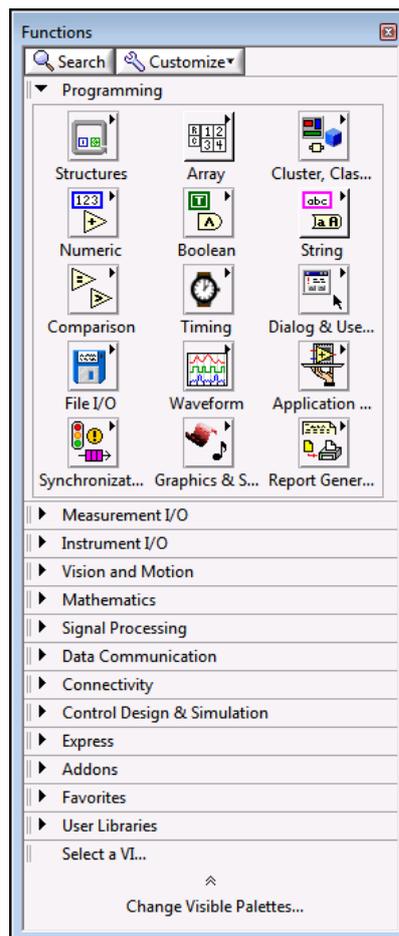
Express Vis

Los Express VIs son nodos que requieren cableado mínimo ya que se configura con ventanas de diálogo. Use Express VIs para tareas de medidas comunes.

Paleta de Funciones

La paleta de Funciones contiene los VIs, funciones y constantes que se utiliza para crear el diagrama de bloques. Se tiene acceso a la paleta de Funciones del diagrama de bloques al seleccionar View»FunctionsPalette. La paleta de Funciones está dividida en varias categorías; lo cual se puede mostrar y esconder categorías para cumplir con sus necesidades. La Figura 35 muestra la paleta de Funciones con todas las categorías expuestas y la categoría de Programación expandida.

Figura 36. Paleta de funciones



Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Cables

Transfiere datos entre objetos del diagrama de bloques a través de cables. Cada cable tiene una sola fuente de datos, pero puede cablearlo a varios VIs o funciones que leen los datos. Los cables son de diferentes colores, estilos y grosores dependiendo de sus tipos de datos.



Un cable roto aparece como una línea negra punteada con una X roja a la mitad, como se muestra arriba. Los cables rotos ocurren por una variedad de razones, como cuando intenta cablear dos objetos con tipos de datos no compatibles.

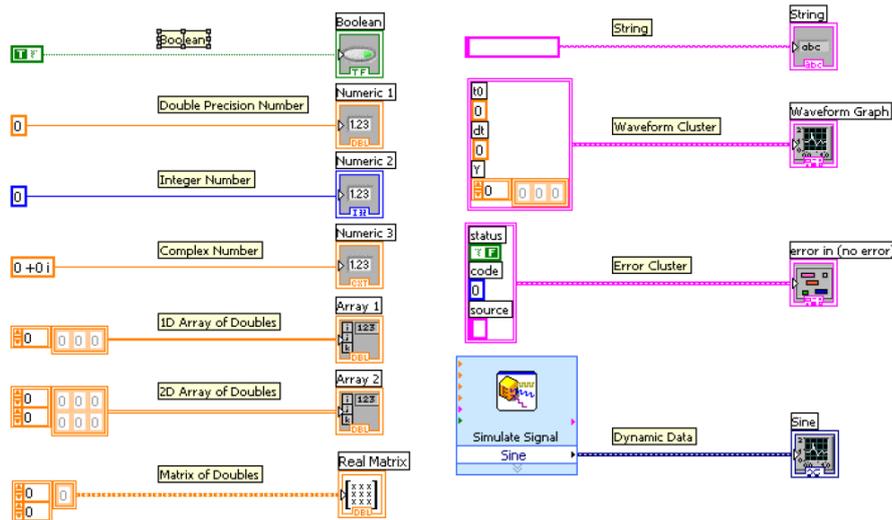
Tabla 10. Tipos comunes de cables

Tipo de Cable	Escalar	Arreglo de 1D	Arreglo en 2D	Color
Numérico				Naranja (punto flotante), Azul (entero)
Booleano				Verde
Cadena de caracteres				Rosa

Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Tipos de datos en LabVIEW

Figura 37. Tipos datos



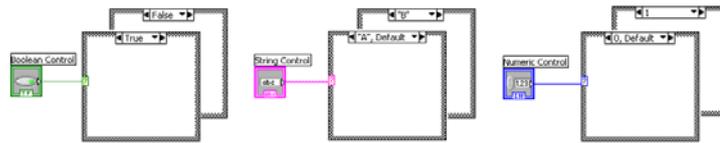
Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Estructuras Case

Las estructuras Case permiten elegir un curso de acción dependiendo del valor de entrada, semejante a los enunciados if-then-else en otros lenguajes.

Se encuentra en la subpaleta Execution Control de la paleta Functions.

Figura 38. Estructuras case



Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

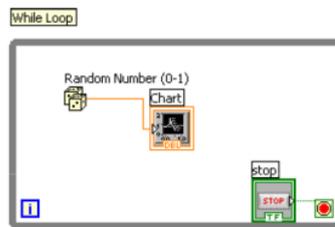
Controles para ciclos

Localizados en la paleta Functions»StructuresCiclowhile

Tiene una Terminal de Iteración

Se ejecuta al menos una vez

Figura 39. Control ciclos



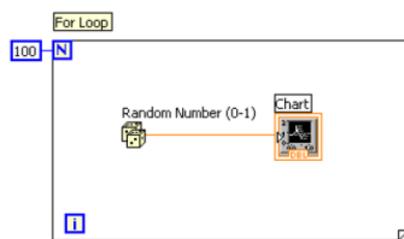
Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Ciclo for

Tiene una terminal de iteración.

Se ejecuta de acuerdo a la entrada N de la Terminal de Contador.

Figura 40. Ciclo for



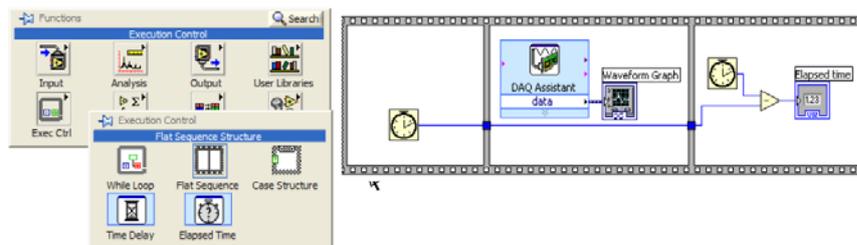
Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Estructuras Sequence

En LabView un nodo se ejecuta cuando los datos están disponibles en todas sus terminales de entrada.

Cuando se necesita controlar el orden de la ejecución del código en el diagrama de bloques, se puede utilizar una Sequence Structure (Flat). Se encuentra en la paleta de Execution Control

Figura 41. Estructura secuencia



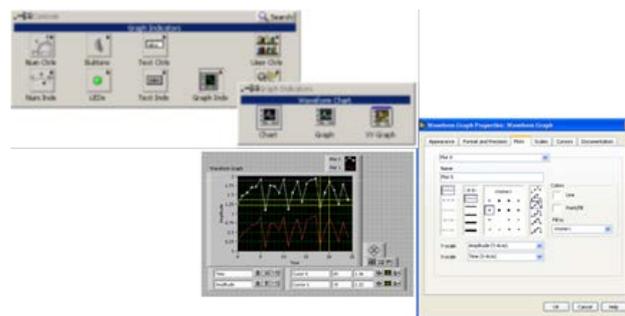
Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Gráficos

Gráfico Waveform: indicador numérico especial que puede mostrar una historia de valores, se encuentra en la paleta **Controls»GraphIndicators**.

Los gráficos Waveform muestran gráficos simples o múltiples. Se puede cambiarlos valores min y máx del eje x e y entre otras propiedades.

Figura 42. Gráficos y propiedades



Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Gráficos – Propiedades

Para personalizar interactivamente el componente gráfico hacer clic derecho en el gráfico y seleccionar Properties

Archivos

Las operaciones de Entrada/Salida de archivo (I/O), transfieren datos desde y hacia archivos. Se usan los VI de File I/O y las funciones localizadas en la paleta Functions »File I/O para manejar todos aspectos de I/O de archivo.

Los Archivos pueden ser binarios, texto, hojas de cálculo o Archivos LabVIEW Measurements (*.lvm)

Figura 43. Tipos archivos



Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Barras de Herramientas de la Ventana del Panel Frontal

Cada ventana tiene una barra de herramientas asociada con ella. Utilice los botones de la barra de herramientas de la ventana del panel frontal para ejecutar y editar el VI.

La siguiente barra de herramientas aparece en la ventana del panel frontal.



Haga clic en el botón **Run** para ejecutar un VI. LabVIEW compila el VI, si es necesario. Puede ejecutar un VI si el botón **Run** aparece como una flecha en blanco,

como se muestra a la izquierda. La flecha blanca también indica que se puede usar el VI como subVI si crea un panel conector para el VI.



Mientras el VI se ejecuta, el botón **Run** aparece como se muestra arriba, si el VI es un VI de alto nivel, lo cual significa que no tiene callers y por consiguiente no es un subVI.



Si el VI que se está ejecutando es un subVI, el botón **Run** aparece como se muestra arriba.



El botón **Run** aparece roto cuando el VI que está creando o editando contiene errores. Si el botón **Run** aún aparece roto después de que terminó de cablear el diagrama de bloques, el VI está roto y no se puede ejecutar. Haga clic en este botón para mostrar la ventana **Error list**, la cual enlista todos los errores y advertencias.



Haga clic en el botón **RunContinuously** para ejecutar el VI hasta que usted finalice o detenga la ejecución. También puede hacer clic en el botón otra vez para deshabilitar la ejecución continua.

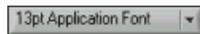


Hasta que el VI se ejecuta, aparece el botón **AbortExecution**. Haga clic en este botón para detener el VI inmediatamente si no hay otra manera de detener el VI. Si más de uno de los VIs de alto nivel ejecutándose utiliza el VI, el botón está en color tenue.

Precaución: El botón **AbortExecution** detiene al VI inmediatamente, antes que el VI termine la actual iteración. Al detener un VI que utiliza recursos externos, como hardware externo, puede dejar los recursos en un estado desconocido sin restablecerlos o liberarlos adecuadamente. Diseñe VIs con un botón de paro para evitar este problema.



Haga clic en el botón **Pause** para detener un VI ejecutándose. Cuando hace clic en el botón **Pause**, LabVIEW resalta en el diagrama de bloques la ubicación donde usted detuvo la ejecución y aparece en rojo el botón **Pause**. Haga clic en el botón **Pause** otra vez para continuar ejecutando el VI.



Seleccione el menú desplegable **Text Settings** para cambiar las configuraciones de la fuente para las porciones seleccionadas del VI, incluyendo tamaño, estilo y color.



Seleccione el menú desplegable **AlignObjects** para alinear los objetos a lo largo de los ejes, incluyendo vertical, orilla de arriba y así sucesivamente.



Seleccione el menú desplegable **DistributeObjects** para espaciar los objetos uniformemente, incluyendo intervalos, compresión y así sucesivamente.



Seleccione el menú desplegable **ResizeObjects** para cambiar el tamaño de múltiples objetos del panel frontal al mismo tamaño.



Seleccione el menú desplegable **Reorder** cuando tiene objetos que se traslapan entre ellos y quiere definir cuál está enfrente o atrás de cada uno. Seleccione uno de los objetos con la herramienta de Posicionamiento y después seleccione entre **Move Forward**, **MoveBackward**, **MoveTo Front** y **MoveTo Back**.



La Búsqueda en LabVIEW puede ubicar información en LabVIEW Help, en las paletas Funciones y Controles y desde las secciones de soporte de NI, soporte de la comunidad, descargas e información de productos en ni.com.

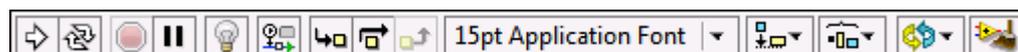


Seleccione el botón **Show ContextHelpWindow** para visualizar la ventana **ContextHelp**.



Enter Text aparece para recordarle que un nuevo valor está disponible para reemplazar uno viejo. El botón **Enter Text** desaparece cuando hace clic en él, presiona la tecla <Enter> o hace clic en el área del panel frontal o del diagrama de bloques.

Barras de Herramientas de la Ventana del Diagrama de Bloques



 Haga clic en el botón **Clean Up Diagram** para enrutar automáticamente todos los cables existentes y para reorganizar los objetos en el diagrama de bloques para generar un diseño más limpio. Para configurar las opciones de limpieza, seleccione **Tools»Options** para mostrar la ventana de diálogo de Opciones y seleccione **Block Diagram: Cleanup** en la lista **Category**.

Los otros botones únicos de la barra de herramientas del diagrama de bloques son usados principalmente para resolver problemas y se habla de ellos en el documento Herramientas de Depuración.

 Haga clic en el botón **HighlightExecution** para mostrar una animación de la ejecución del diagrama de bloques cuando ejecute el VI. Note el flujo de datos a través del diagrama de bloques. Haga clic en el botón otra vez para deshabilitar la ejecución animada.

La ejecución resaltada muestra el movimiento de los datos en el diagrama de bloques desde un nodo a otro usando burbujas que se mueven a lo largo del cable. Use la ejecución resaltada con la herramienta single-stepping para ver cómo los valores de los datos se mueven de nodo a nodo a través del VI.

 Haga clic en el botón **StepInto** para abrir un nodo y hacer pausa. Cuando hace clic en el botón **StepInto** otra vez, ejecuta la primera acción y hace pausa en la siguiente acción del subVI o estructura. También puede presionar el <Ctrl> y la flecha hacia abajo. Avance a través de los pasos de VI por medio del VI nodo por nodo. Cada nodo se prende para denotar cuando está listo para ejecutarse.

 Haga clic en el botón **StepOver** para abrir un nodo y hacer pausa al siguiente nodo. También puede presionar el <Ctrl> y la flecha hacia arriba. Al presionar el nodo, ejecuta el nodo sin avance simple a través del nodo.

 Haga clic en el botón **StepOut** para terminar de ejecutar un nodo actual y hacer pausa. Cuando el VI termina de ejecutarse, el botón **StepOut** está en color tenue.

También puede presionar el <Ctrl> y la flecha hacia arriba. Al presionar un nodo, completa el avance en el nodo y navega al siguiente nodo.

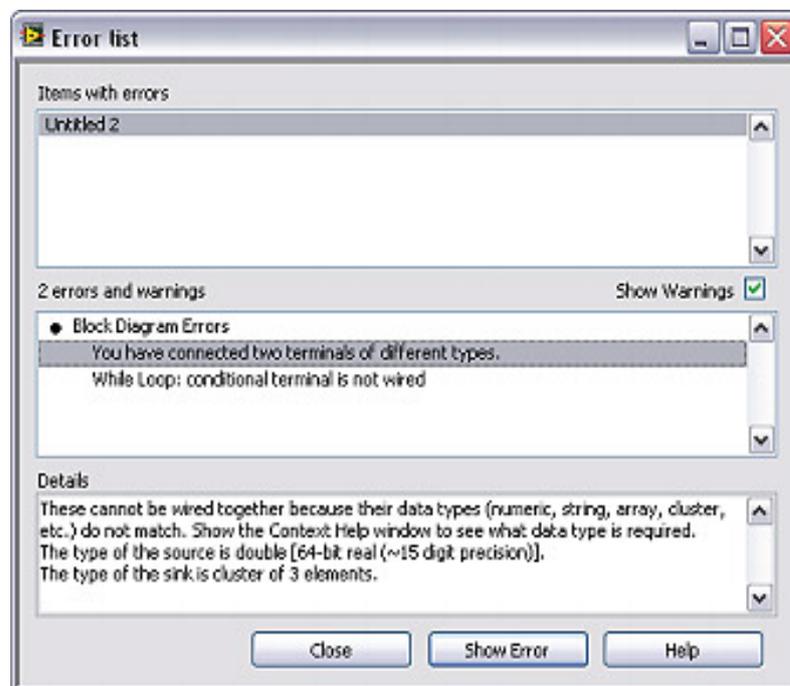
 El botón de Advertencia aparece si un VI incluye una advertencia y si colocó una marca en la casilla Show Warnings en la ventana Error List. Una advertencia indica que hay un problema potencial con el diagrama de bloques, pero no detiene al VI.

Arreglar VIs Rotos

Si un VI no se ejecuta, es un VI roto o no ejecutable, se hace clic en este botón para mostrar la ventana Error list, la cual enlista todos los errores y advertencias.

Las advertencias no evitan que un VI se ejecute. Están diseñados para ayudarle a evitar problemas potenciales en VIs. Los errores, sin embargo, pueden romper un VI. Primero debe resolver cualquier error para poder ejecutar el VI.

Figura 44. Ventana de dialogo de errores



Fuente: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>

Causas Comunes de VIs Rotos

La siguiente lista contiene razones comunes por las que el VI está roto mientras usted lo edita:

- El diagrama de bloques contiene un cable roto debido a la discrepancia del tipo de datos o una terminal desconectada
- Una terminal de diagrama de bloques requerida no está cableada.
- Un subVI está roto o editó su panel conector después de colocar su ícono en el diagrama de bloques del VI.

4.4 Adquisición de datos través de la LabVIEW.

La adquisición de datos consiste básicamente en captar una señal física y llevar la a una computadora, esto significa tomar un conjunto de variables mensurables en forma física y convertir las tensiones eléctricas, de tal manera que se puedan utilizar o puedan ser leídas en la PC.

Es necesario que la señal física pase por una serie de etapas que le permitan a la computadora ser capaz de interpretar la señal enviada. Una vez que las señales eléctricas se transformaron en digitales dentro de la memoria de la PC, se las puede procesar con un programa de aplicación adecuado al uso que el usuario desea.

De la misma manera que se toma una señal eléctrica y se transforma en una digital dentro del ordenador, se puede tomar una señal digital o binaria y convertirla en una eléctrica, de esta manera la PC puede enviar señales hacía dispositivos actuadores.

Una vez realizado el cableado de comunicación y las respectivas configuraciones y direccionamientos de los medidores y del convertidor. Se procedió con el desarrollo del programa.

4.4.1 OPC Server: El OPC (Ole Process Control) es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, basado en la tecnología Microsoft, que ofrece un interface común para comunicación que permite que componentes software individuales interaccionen y compartan datos. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura Cliente-servidor. El servidor OPC es la fuente de datos (como un dispositivo hardware a nivel de planta) y cualquier aplicación basada en OPC puede acceder a dicho servidor para leer/escribir cualquier variable que ofrezca el servidor.

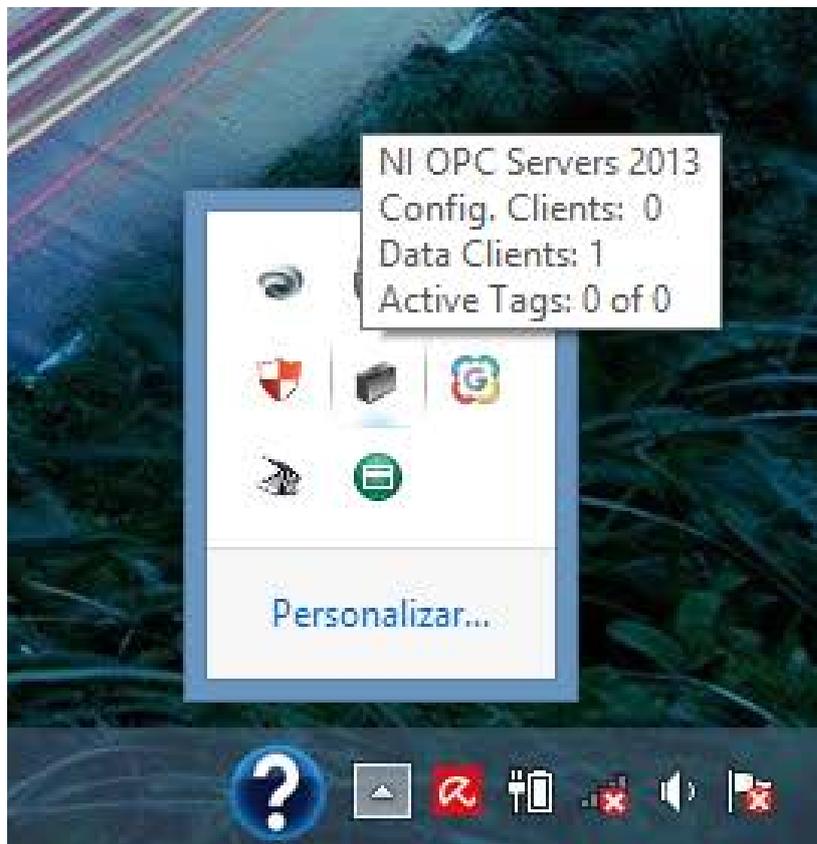
National Instruments dispone de software de supervisión y control de procesos industriales LabView, el cual, mediante el OPC Server desarrollado por la National Instruments permite el enlace y por lo tanto, el intercambio de datos entre cualquier cliente/servidor sin ningún tipo de restricción.

OPC SERVER EN LABVIEW

Para poder realizar la configuración de la red Modbus se deben proceder de la siguiente manera:

1. Ubicar en el icono de aplicación NI OPC Servers

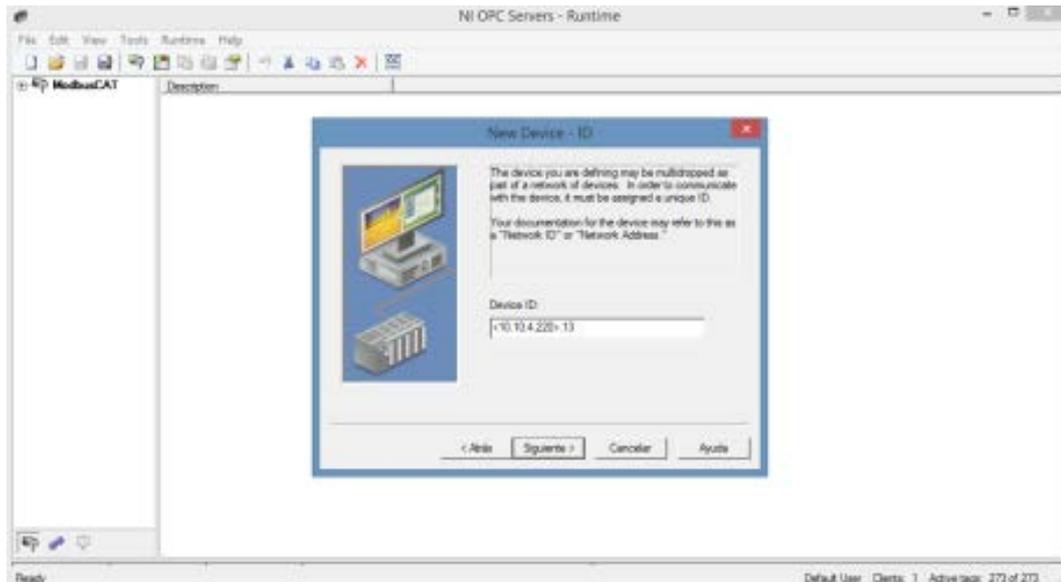
Figura 45. NI OPC Serves



Fuente: Autor

2. Seleccionar Nueva Conexión
3. Seleccionar Modbus TCP/IP Ethernet
4. Se introduce la dirección <IP 10.10.4.220>1.....14, con la dirección de cada medidor, hasta llegar a los 14 medidores que se van utilizar en el proyecto.

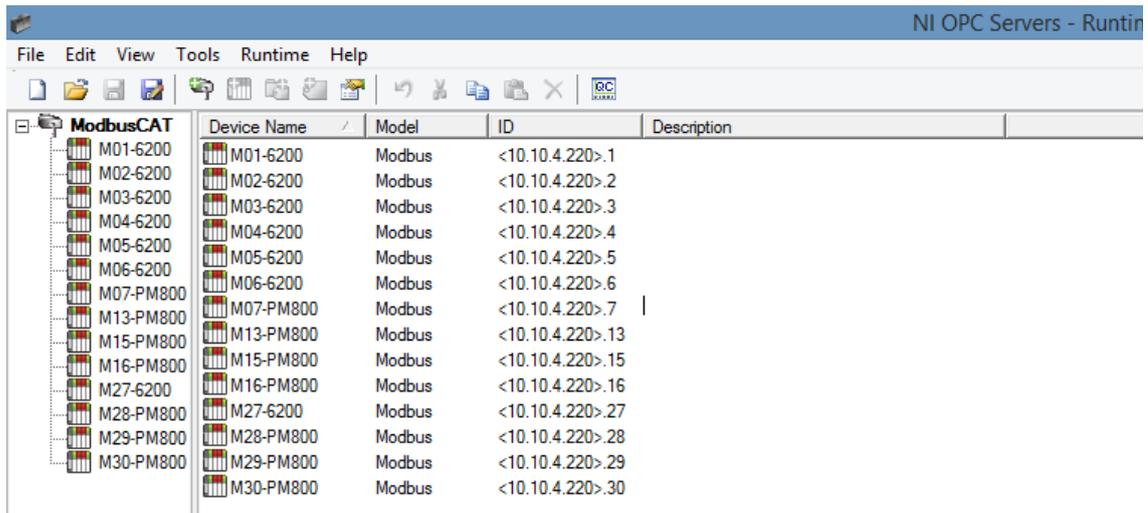
Figura 46. Asignación IP medidores



Fuente: Autor

5. Finalmente se tiene toda la configuración de la adquisición de datos en el OPC, como se muestra en la gráfica.

Figura 47. Configuración de datos



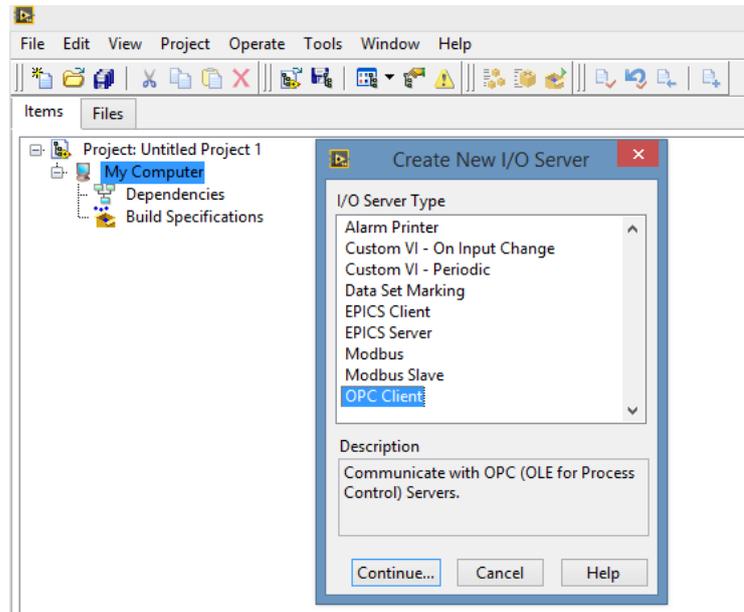
Device Name	Model	ID	Description
M01-6200	Modbus	<10.10.4.220>.1	
M02-6200	Modbus	<10.10.4.220>.2	
M03-6200	Modbus	<10.10.4.220>.3	
M04-6200	Modbus	<10.10.4.220>.4	
M05-6200	Modbus	<10.10.4.220>.5	
M06-6200	Modbus	<10.10.4.220>.6	
M07-PM800	Modbus	<10.10.4.220>.7	
M13-PM800	Modbus	<10.10.4.220>.13	
M15-PM800	Modbus	<10.10.4.220>.15	
M16-PM800	Modbus	<10.10.4.220>.16	
M27-6200	Modbus	<10.10.4.220>.27	
M28-PM800	Modbus	<10.10.4.220>.28	
M29-PM800	Modbus	<10.10.4.220>.29	
M30-PM800	Modbus	<10.10.4.220>.30	

Fuente: Autor

Luego de la configuración del OPC Servers es necesario configurar en el entorno de LabView para poder manejar las variables que los medidores de energía eléctrica proporcionan, para ello se debe seguir los siguientes pasos:

1. Creo un I/O Server en un nuevo proyecto de LabView.
2. Configuración del OPC Server

Figura 48. Configuración OPC en el entorno LabVIEW



Fuente: Autor

3. Creación de variables.

4.5 Pruebas del software desarrollado.

A continuación se muestra las figuras del programa desarrollado:

En la figura 49 se puede observar la pantalla principal con sus respectivos accesos a las diferentes pantallas de monitoreo de datos, generación de reportes y gráficos de datos almacenados.

La pantalla principal tiene un diseño interactivo y sencillo para que el usuario lo pueda monitorear o ejecutar cualquiera de las opciones que presenta la interfaz, sin ningún inconveniente en el momento que lo desee.

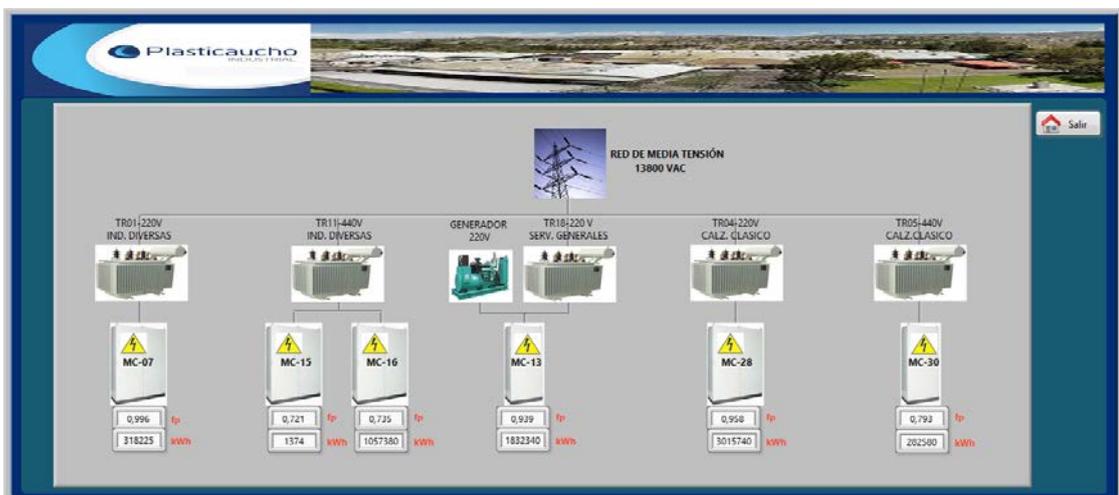
Figura 49. Panel Frontal



Fuente: Autor

En la pantalla de la figura 50 muestran los valores de kWh y fp, en tiempo real de los medidores principales de los transformadores.

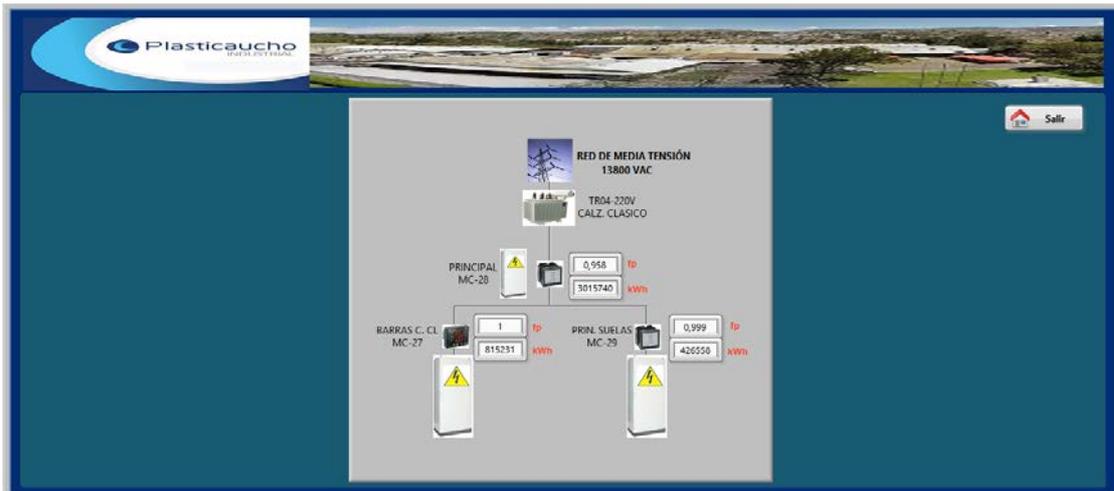
Figura 50. Diagrama unifilar de medidores generales



Fuente: Autor

La pantalla de figura 51 muestra los valores en tiempo real, al dar un clic en la gráfica del medidor aparece otra pantalla donde muestran los valores de lecturas del medidor seleccionado y sus respectivas graficas en tiempo real.

Figura 51. Diagrama unifilar medidor TR04



Fuente: Autor

Figura 52. Datos de variables eléctricas en tiempo real



Fuente: Autor

La pantalla muestra los valores de kWh en tiempo real, tiene un cuadro de texto en el cual se puede escribir el nombre de la persona que va a realiza el reporte de energía y un icono para pulsar en el momento que se desee realizar el reporte. Cuando pulse el icono generar reporte automáticamente un texto en Excel con los códigos del medidor y su respectivo dato de kWh.

Figura 53. Pantalla de reporte de consumo de energía eléctrica



Fuente: Autor

En la pantalla de figura 54, se visualiza los datos de cada medidor cuando se selecciona la dirección del mismo, estos valores son en tiempo real, también se encuentra un cuadro de texto para escribir el nombre de la persona quien va a realizar el reporte, cuando se pulsa generar reporte, automáticamente se crea un archivo en Excel con los valores que visualiza en la pantalla.

Figura 54. Reporte de medidor de energía eléctrica



Fuente: Autor

En la pantalla de figura 55, se puede generar el reporte de consumo mensual de energía eléctrica en un archivo de Word.

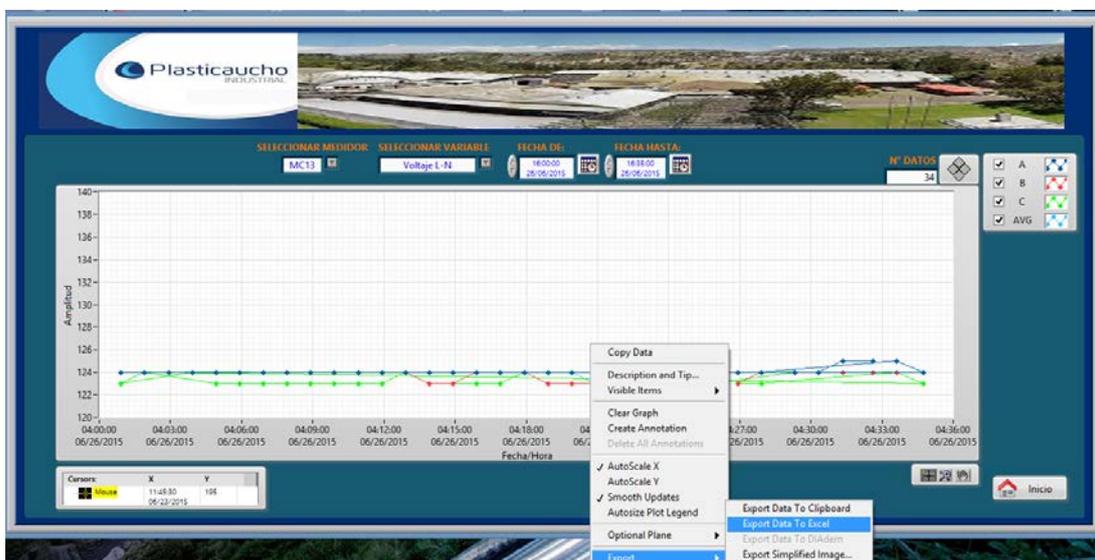
Figura 55. Generación de reporte consumo eléctrico



Fuente: Autor

En la figura 56, se puede visualizar el historial de las gráficas de voltajes, corrientes, factor de potencia, potencia y energía, además la gráfica permite exportar los datos mostrados a un archivo de Excel.

Figura 56. Historial de gráficos

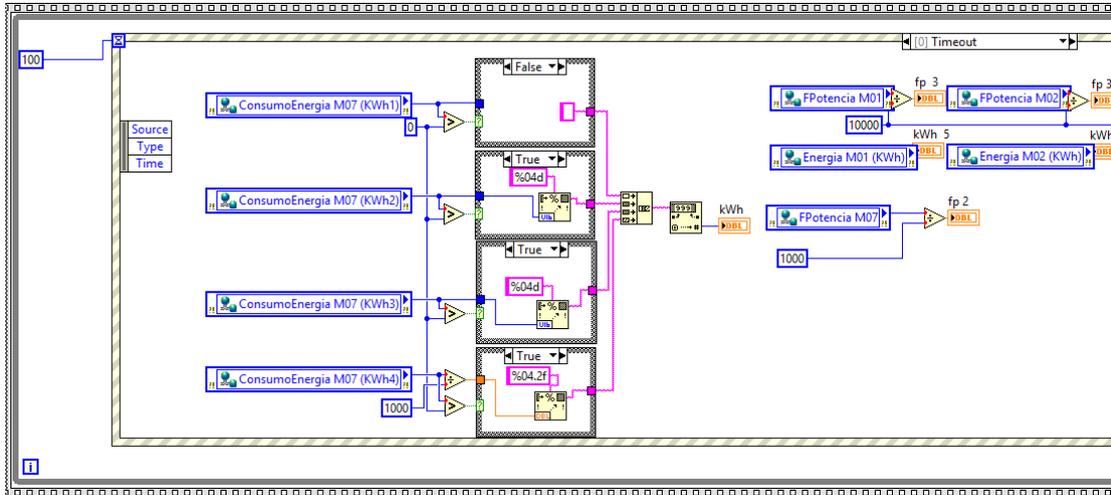


Fuente: Autor

Diagrama de bloques.

En el diagrama de bloque se muestra la programación de adquisición de datos de los medidores.

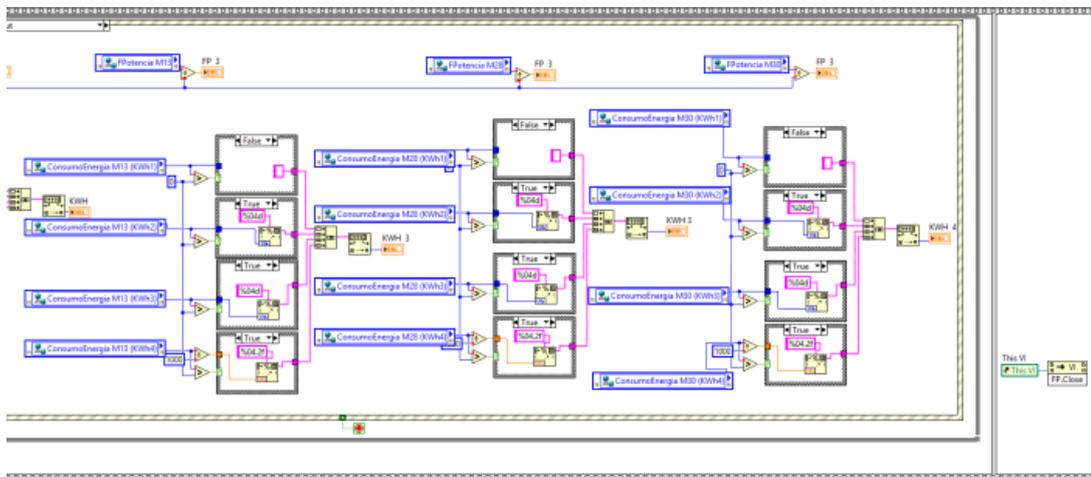
Figura 57. Adquisición de datos tiempo real



Fuente: Autor

En la figura 58, se muestra la programación de la pantalla de lecturas de kWh y fp en tiempo real.

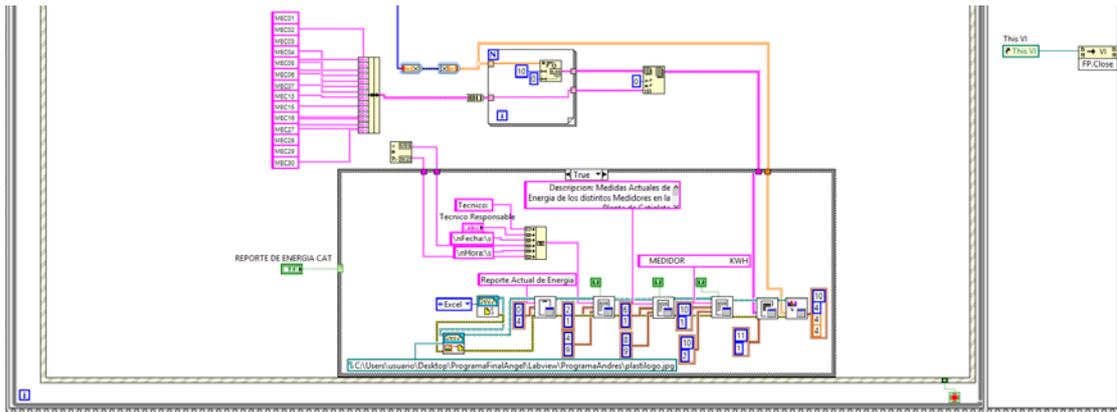
Figura 58. Lectura de kWh y fp.



Fuente: Autor

En la figura 59, se muestra la programación para realizar el reporte en un archivo de Excel del consumo de energía en tiempo real.

Figura 59. Generación reporte consumo energía eléctrica



Fuente: Autor

Luego de haber realizado la programación de todas las pantallas y generación de archivos se procedió a ejecutar el programa, obteniendo resultados satisfactorios.

4.6 Resultados.

Los resultados del desarrollo alcanzados en el presente proyecto fueron muy satisfactorios con los resultados siguientes:

Adquisición de datos en tiempo real, como se muestra en la figura 60.

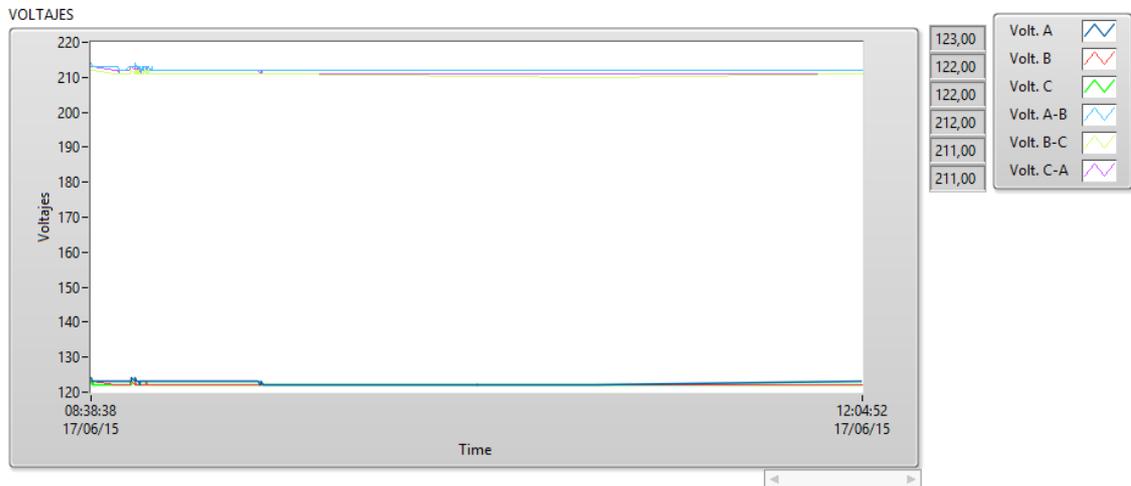
Figura 60. Datos en tiempo real



Fuente: Autor

En la figura 61, se puede observar la curva de comportamiento de los voltajes de líneas y entre líneas.

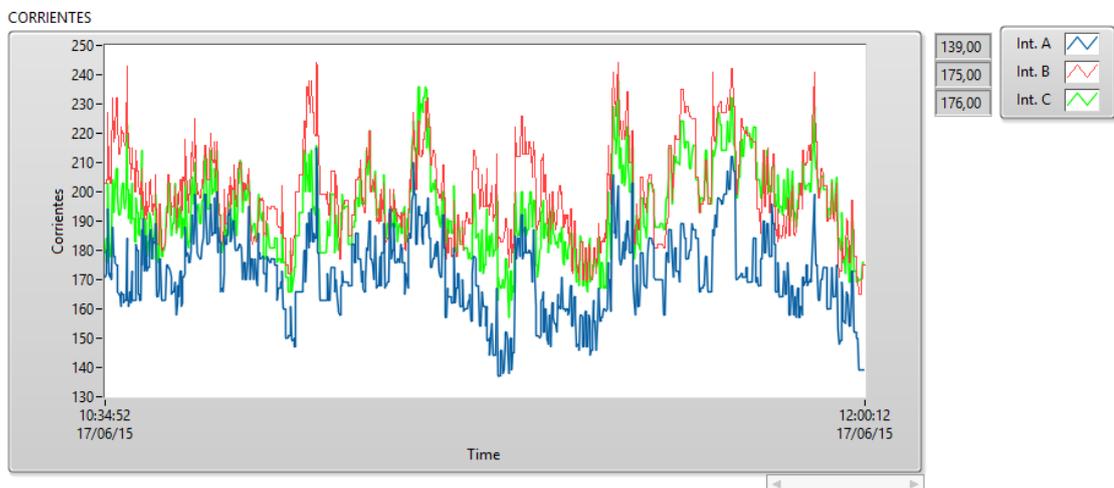
Figura 61. Gráfico de voltajes tiempo real



Fuente: Autor

En la figura 62, se puede observar la curva de comportamiento de las corrientes de cada una de las líneas en los colores de azul, rojo y verde, adicionalmente también muestra los valores en numéricos frente a cada línea.

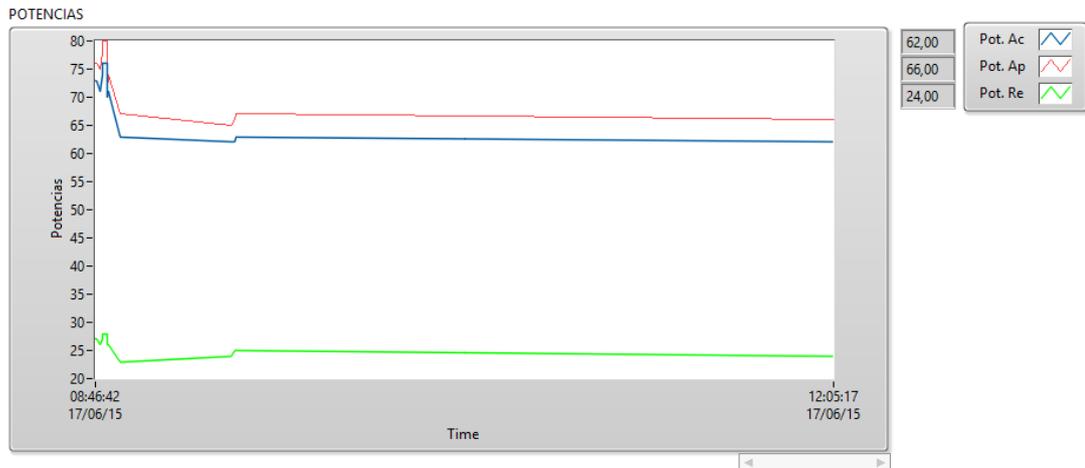
Figura 62. Gráfico corrientes tiempo real



Fuente: Autor

En la figura 63, se observa la curva de consumo de las potencias activa, aparente y reactiva.

Figura 63. Gráfica potencias



Fuente: Autor

En la figura 64, muestra los registros de todos los datos de los medidores almacenados en la base de datos local Access del computador en el cual se desarrolló el proyecto implementado.

Figura 64. Almacenamiento de datos medidores energía

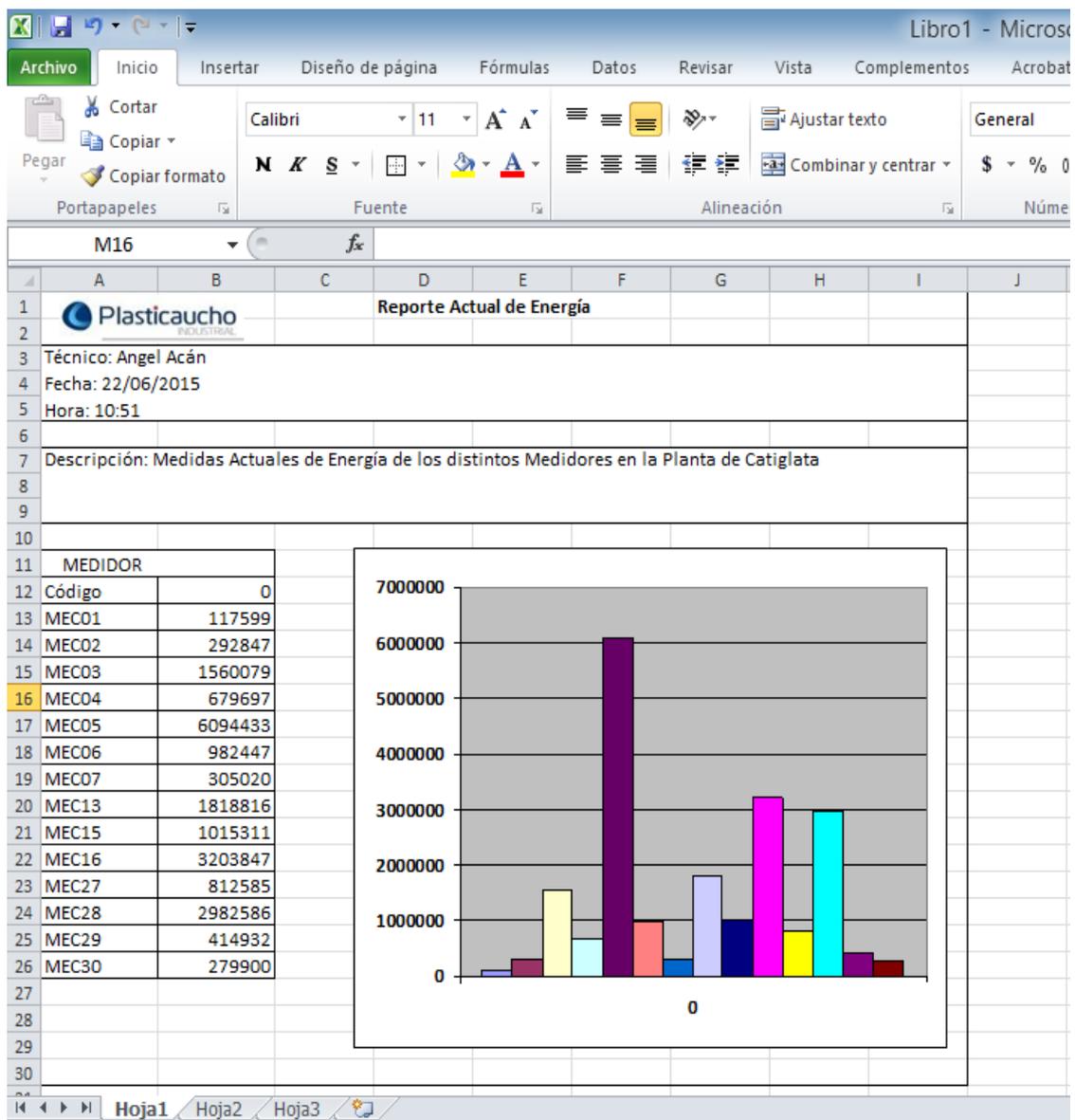
Fecha	Hora	Medidor	Voltaje_A	Voltaje_B	Voltaje_C	Voltaje_1N_Avg	Voltaje_A_B	Voltaje_B_C	Voltaje_C_P	Voltaje_1L_Avg
15/06/2015	15:54:25	MKG01	134	133	134	231	231	232	231	10
15/06/2015	15:54:25	MKG02	134	133	134	231	231	232	231	10
15/06/2015	15:54:25	MKG03	134	133	134	231	231	232	231	10
15/06/2015	15:54:25	MKG04	134	132	134	231	230	232	231	91
15/06/2015	15:54:25	MKG05	134	133	134	232	231	232	232	20
15/06/2015	15:54:25	MKG06	134	133	134	231	231	232	232	0
15/06/2015	15:54:25	MKG07	134	133	133	232	230	231	231	19
15/06/2015	15:54:25	MKG13	124	124	123	215	213	214	214	17
15/06/2015	15:54:25	MKG15	258	256	257	445	444	447	445	71
15/06/2015	15:54:25	MKG16	0	0	0	0	0	0	0	0
15/06/2015	15:54:25	MKG27	127	127	127	221	220	219	220	18
15/06/2015	15:54:25	MKG28	127	127	127	220	220	219	220	69
15/06/2015	15:54:25	MKG29	127	127	127	220	220	219	220	27
15/06/2015	15:54:25	MKG30	259	260	259	449	450	448	449	22

Fuente: Autor

En la figura 65, se presenta el reporte de consumo de energía eléctrica en un formato de Excel.

En figura la tabla de Excel muestra los valores de registros en tiempo real del consumo de energía de cada uno de los medidores instalados en diferentes partes de la planta de producción, así ahorrando el tiempo de tomas de lecturas de consumo.

Figura 65. Reporte de consumo de energía eléctrica



Fuente: Autor

Reporte de consumo de energía eléctrica por fechas.



Reporte De Consumo Eléctrico Mensual

MEDIDOR: MC13 ENTRE: 29/06/2015 HASTA: 29/06/2015

ENERGÍA CONSUMIDA: 109 kWh.

Técnico: Angel Acán

Fecha: 29/06/2015

Hora: 16:27:57

DESCRIPCIÓN: Medidas Eléctricas Por Medidor en la Planta de Catiglata.

VOLTAJE	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
Voltaje A	125	123	124
Voltaje B	124	123	124
Voltaje C	124	123	124
Voltaje LN	124	123	124
Voltaje A-B	216	214	215
Voltaje B-C	215	213	214
Voltaje C-A	216	213	214
Voltaje LL	215	213	214

CORRIENTE	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
Corriente A	217	154	186
Corriente B	244	166	205
Corriente C	252	180	216
Corriente Avg	85	59	72

POTENCIA	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
Potencia Reactiva	89	62	76
Potencia Aparente	31	20	26
Potencia Activa	236	168	202

PARÁMETROS ELÉCTRICOS	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
Frecuencia	60	60	60
Factor de Potencia	0,957	0,922	0,940
ENERGÍA	1832310	1832201	109

4.7 Alcances.

Los alcances de este proyecto son varios:

El software es capaz de monitorear en tiempo real los datos de energía eléctrica que los medidores de energía eléctrica proporcionan.

Generar reportes de consumo de energía eléctrica (kWh) de todos los medidores en un archivo de Excel en tiempo real.

Generar reportes de energía eléctrica por cada medidor de energía eléctrica, que el medidor envía los datos en una archivo de Excel en tiempo real.

Guardar los datos de energía eléctrica en una base de datos de Access.

4.8 Limitaciones

No se puede implementar más números medidores de energía para monitorearlos, para añadir más cantidad de medidores, necesita una programación.

La pasarela EGX100 solo admite 32 dispositivos

4.9 Mantenimiento.

El mantenimiento de todos los elementos que conforman el sistema de monitoreo, consiste en mantener en óptimas condiciones todo los elementos para que puedan brindar lecturas fiables y que se mantengan en buen estado.

Los elementos que conforman en el sistema de monitoreo requieren las siguientes actividades:

- Limpieza general del equipo.
- Inspección de cables eléctricos de los medidores.

- Inspeccionar los cables de comunicación.
- Reajuste de terminales y cables.
- Revisar las configuraciones de los medidores de energía.
- Inspeccionar los transformadores de corriente y sus respectivas conexiones.

Tabla 11. Plan de mantenimiento

Actividades	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Limpieza general del equipo			X	
Inspección de cables eléctricos de los medidores			X	
Inspeccionar cables de comunicación	X			
Reajuste de terminales y cables				X
Revisar las configuraciones de los medidores de energía		X		
Inspeccionar los transformadores de corriente y sus respectivas conexiones.			X	

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se revisó las conexiones de los medidores de energía eléctrica.

Se instaló un medidor de energía eléctrica modelo PM810.

Se realizó el plano del bus de datos de comunicación modbus Rs485.

Se realizó las pruebas del software desarrollado obteniendo buenos resultados.

Permitió llevar un historial de consumos y datos de energía eléctrica.

5.2 Recomendaciones

Seguir desarrollando más proyectos industriales con LabView, ya que el sistema dota de gran flexibilidad, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.

Capacitar al personal sobre en el uso y manejo del sistema para el buen funcionamiento a futuro.

Borrar los datos de registros al menos una vez al año, para evitar que el disco de memoria se llene.

Realizar el plan de manteamiento recomendado.

BIBLIOGRAFÍA

TOLEDANO GASCA, José; & ZAENZ SERRANO, Luis. *Instalaciones Eléctricas de Enlace y Centros de Transformación.* 4ª ed. Madrid-España: Thomson Editores, 2001, pp 187-191

ORDENADOR [En línea]. Redes ordenadores [Consulta: 28 mayo 2015]. Disponible en: <http://ordenador.wingwit.com/Redes/other-computer-networking/78426.html#.VYMqsLeHddh>.

COMUNICACIÓN [En línea] [Consulta: 28 mayo 2015.]. Disponible en: <http://perso.wanadoo.es/pictob/bibliografia.htm>.

PROTOCOLOS INDUSTRIALES [En línea] [Consulta: 17 julio 2015.]. Disponible en: http://www.alumnos.usm.cl/~ignacio.morande/descargas/PROTOCOLOS_INDUSTRIALES.pdf.

CISCO [En línea] [Consulta: 25 mayo 2015.]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/sisco/sisco.shtml>.

LabVIEW [En línea] Introducción [Consulta: 16 julio 2015.] Disponible en: <http://www.ni.com/getting-started/labview-basics/esa/environment>.

MEDIOS TRANSMISIÓN [En línea] [Consulta: 25 mayo 2015.]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Medio_de_transmisi%C3%B3n.

PROTOCOLO COMUNICACIÓN INDUSTRIAL [En línea] [Consulta: 28 mayo 2015.]. Disponible en: https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=QieDVYWGBMKw8weO5YCICQ&gws_rd=ssl#q=protocolo+de+comunicacion+industrial&start=30.