ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HMI PARA LA MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMBUSTIBLES EN LAS MAQUINARIAS DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A."

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO EN INSTRUMENTACIÓN

Byron Paúl Corrales Bastidas

Andrés Sebastián León Caicedo

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre, 2008

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado fue desarrollado en su totalidad por los señores BYRON PAÚL CORRALES BASTIDAS y ANDRÉS SEBASTIÁN LEÓN CAICEDO, bajo nuestra supervisión.

Latacunga, Septiembre de 2008

Ing. Julio Acosta
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Galo Ávila
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. por auspiciar el proyecto, en forma especial al personal Administrativo, a las personas que conforman el Departamento de Mantenimiento, sus supervisores y en particular al Ing. Jorge Medina por su incondicional apoyo para la realización de este proyecto.

A los Ingenieros Julio Acosta y Galo Ávila, director y codirector del proyecto de grado, por su acertada guía y amistad brindada a lo largo de nuestra carrera universitaria.

A la Escuela Politécnica del Ejército de forma especial a nuestros profesores por los consejos y enseñanzas brindadas.

A nuestros amig@s por su apoyo y estar presentes en los buenos y malos momentos de nuestras vidas.

Paúl C.

Andrés L.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres Carlos y Gladys quienes me han brindado todo su amor y cariño, y han inculcado en mí valores fundamentales para llegar a este punto de mi vida, a mis hermanos Juan y Eddy quienes siempre me ofrecieron su apoyo incondicional, a mis familiares y amigos quienes estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos.

Paúl C.

Dedico este trabajo a toda mi familia por su invalorable apoyo y confianza mi querida madre por ser mi fuente de fortaleza a María Fernanda mi hermana, mi abuelita Laurita por ser mi guía y consejera, a mi tío Hernán que ha sido y seguirá siendo mi ejemplo de perseverancia y rectitud.

Andrés L.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

Pág.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS

1.1 ANTECEDENTES ……. 1

1.1.1 Procesos que intervienen en la fabricación de los perfiles de aluminio 1

1.1.1.1 Extrusión ……... 2

1.1.1.2 Fundición …….. 2

1.1.1.3 Anodizado ……. 3

1.1.1.4 Pintura Electrostática …… 3

1.1.2 Descripción del problema …… 4

1.2 PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÁQUINAS INDUSTRIALES ……. 4

1.2.1 Introducción ……..... 4

1.2.2 Sistemas Trifásicos ……... 5

1.2.2.1 Voltajes trifásicos balanceados ……. 9

1.2.2.2 Circuito trifásico balanceado …… 9

1.2.3 Tensión ……..... 9

1.2.4 Corriente Eléctrica …… 10

1.2.5 Potencia ……..... 10

1.2.5.1 Potencia en corriente continua ……. 11

1.2.5.2 Potencia en corriente alterna ……. 11

1.2.5.3 Potencia fluctuante …… 12

1.2.5.4 Potencia Aparente ……. 12

1.2.5.5 Potencia Activa ……. 13

1.2.5.6 Potencia Reactiva …….. 13

1.2.5.7 Potencia Trifásica …….. 14

1.2.6 Factor de Potencia ……. 14

1.2.6.1 Influencia del tipo de carga ……... 15

1.2.6.2 Mejora del factor de potencia …… 15

1.2.7 Índices de Distorsión Armónica …… 16
1.2.8 Frecuencia ……. 17
1.3 MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA …… 17
1.3.1 Introducción …….. 17
1.3.2 Tipos …….. 18
1.3.2.1 Medidores Electromecánicos …… 18
1.3.2.2 Medidores Electrónicos ……. 19
1.3.3 PowerMonitor3000 ……... 20
1.3.3.1 Características del PM3000 …….. 21
1.4 MEDIDORES DE COMBUSTIBLE ……. 21
1.4.1 Introducción …….. 21
1.4.2 Medidores de Caudal …… 22
1.4.3 Tipos Medidores de Caudal …….. 22
1.4.3.1 Medidores de Presión Diferencial ……. 22
1.4.3.2 Medidores de Área Variable ……. 27
1.4.3.3 Medidores de Velocidad ……... 28
1.5 REDES INDUSTRIALES ……. 32
1.5.1 Introducción …….. 32
1.5.2 Clasificación de las redes industriales …….. 34
1.5.2.1 Buses de alta velocidad y baja funcionalidad ……... 34
1.5.2.2 Buses de alta velocidad y funcionalidad media ……..... 35
1.5.2.3 Buses de altas prestaciones ……... 35
1.5.2.4 Buses para áreas de seguridad intrínseca …….. 36
1.5.3 Componentes de las redes industriales …….. 36
1.5.3.1 Bridge …… 37
1.5.3.2 Repetidor ……... 37
1.5.3.3 Gateway …… 38
1.5.3.4 Enrutadores ……...…… 38
1.5.4 Concentradores de Información …… 38
1.5.4.1 Los concentradores ……... 39
1.5.4.2 Conmutadores ……... 39
1.5.4.3 Switch Industrial ……... 40

1.5.5 Redes industriales con PLC …….. 41
1.5.6 Soluciones con Ethernet …… 41
1.5.7 Controladores Lógicos Programables ……... 42
1.5.7.1 Estructura básica de un PLC ……. 42
1.5.7.2 Programación en los PLCs …… 45
1.5.7.3 Comunicaciones …… 46
1.6 SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE INTERNET …….. 46
1.6.1 Generalidades …… 46
1.6.2 Principales aplicaciones …… 47
1.6.3 Internet …….. 47
1.6.3.1 Estructura de la Red de Internet …… 48
1.6.3.2 Protocolo TCP/IP …….. 48
1.6.3.3 Ventajas e Inconvenientes ……. 49
1.6.3.4 Direcciones IP y Nombres de Dominio …… 49
1.6.4 Servicios que ofrece Internet ……. 51
1.6.4.1 World Wide Web (www) …….. 52
1.6.4.2 Correo electrónico ……. 52
1.6.4.3 Transferencia de ficheros (FTP) …… 52
1.6.4.4 Grupos de Noticias (Newsgroups) …… 53
1.6.4.5 IRC (Internet Relay Chat) ……. 53
1.6.5 Posibilidades y Limitaciones de Internet …….. 54

CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y DISEÑO

2.1 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA …….. 57
2.1.1 Situación Actual ……... 57
2.1.2 Parámetros Utilizados …….. 57
2.1.2.1 Mediciones Eléctricas ……... 57
2.1.2.2 Consumo de Diesel ……... 58
2.1.3 Requerimientos del Sistema ……. 59
2.1.4 Visión General del Proyecto ……. 59
2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA ……. 61
2.3 DISEÑO DEL HARDWARE …… 62

2.3.1 Diseño e Implementación del Sistema de Medición de Energía Eléctrica ……. 62
2.3.2 Selección de los Transformadores de Corriente …… 62
2.3.3 Selección del Módulo de Entradas Análogas del SLC 5/05 ……. 63
2.3.4 Dimensionamiento de la Fuente de Poder del PLC SLC 5/05 …….. 64
2.4 DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES …… 65
2.4.1 Conexión del PLC SLC-500, PowerMonitor3000 y PC para una Red Ethernet …….. 65
2.4.2 Morfología del cable ……. 67
2.4.3 Cable de Par Trenzado …….. 68
2.4.3.1 Estructura del cable ……... 68
2.4.3.2 Tipos de cable …….. 69
2.4.3.3 Capa Física 100Base-TX …….. 72
2.5 SELECCIÓN DE COMPONENTES ……. 73
2.6 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL ……... 74
2.6.1 Introducción ……. 74
2.6.2 Selección del Paquete RSLinx Classic ……. 74
2.6.2.1 RSLinx Classic Lite …….. 75
2.6.2.2 RSLinx Classic Single Node ……. 75
2.6.2.3 RSLinx Classic OEM …… 76
2.6.2.4 RSLinx Classic Professional ……. 76
2.6.2.5 RSLinx Classic Gateway ……. 77
2.6.3 Configuración del RSLinx …… 78
2.6.4 Selección del número de tags a emplearse en el RSView32 …… 86
2.7 DISEÑO DE LAS INTERFACES HMI …… 91
2.7.1 Pasos para la configuración del RSView32 …….. 93
2.7.2 Diseño de las Pantallas en RSView32 …….. 98
2.7.3 Reportes en Excel …….. 103
2.8 DISEÑO DE LA INTERFASE DE SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE INTERNET ……. 105
2.8.1 Configuración del WEBServer para la Supervisión a través de Internet . ……. 106

2.8.2 Diseño de las pantallas para la Supervisión a través de Internet ……... 106

CAPÍTULO III: PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA …….. 112

3.2 PRUEBAS EXPERIMENTALES …….. 113

3.2.1 Mediciones Eléctricas ……... 113

3.2.2 Mediciones de Diesel ……... 116

3.2.3 Pruebas experimentales de la comunicación del sistema SCADA 116

3.3 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO …….. 119

3.4 ALCANCES Y LIMITACIONES …….. 120

3.4.1 Alcances ……... 120

3.4.2 Limitaciones ……. 121

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES ……. 123

4.2 RECOMENDACIONES …… 125

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES ……

ANEXOS

ANEXO A: Glosario de Términos. ……..

ANEXO B: Manual de usuario del sistema HMI para la medición del consumo de energía eléctrica y combustibles en las maquinarias de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. ……...

ANEXO C: Datos de parametrización del Sistema HMI para la medición del consumo de energía eléctrica y combustibles en las maquinarias de la corporación ecuatoriana de aluminio CEDAL S.A. ...……..

ANEXO D: Planos Eléctricos …….

ANEXO E: Hojas de Especificaciones Técnicas ……....

ANEXO F: Listado de programa del PLC …….

ANEXO G: Listado de programa en Visual Basic for Application …….

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto desarrollado e implementado en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. tiene como finalidad obtener un valor real del consumo diario de energía eléctrica y de diesel en todos los procesos de la planta. Para ello se utilizó medidores electrónicos que disponen de comunicación Ethernet con el propósito de visualizar toda la información en un SCADA desarrollado en RSView32.

Para el efecto el proyecto se ha dividido en cuatro capítulos como sigue:

En el capítulo I, Fundamentos, se presenta el marco teórico referencial: principios, leyes, definiciones y nomenclatura propia relacionada con el proyecto y demás aspectos relacionados con el mismo.

El capítulo II, Análisis y Diseño, se indica una visión del hardware utilizado en el proyecto, se detalla las fases de análisis y diseño del proyecto tanto en RSLinx, en RSView32, en el PLC SLC5/05 y en la herramienta RSView WEBServer de supervisión a través de un navegador de Internet. Además este capítulo describe la generación de reportes diarios en Microsoft Excel.

El capítulo III, Pruebas Experimentales, detalla todas las pruebas a las que fue sometido el sistema a fin de comprobar su correcto funcionamiento tanto en la parte de comunicaciones como en la adquisición y visualización de los datos.

Otro componente primordial son los Anexos, donde se encuentra información complementaria sobre la programación del PLC, la programación del sistema SCADA, los planos eléctricos, el manual de usuario etc.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS

1.7 ANTECEDENTES

CEDAL S.A. (Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A.) es una compañía ecuatoriana constituida en el año 1974 en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi con el fin de producir y comercializar perfiles de aluminio estructurales y arquitectónicos. CEDAL forma parte de la Corporación Empresarial S.A. CORPESA.

CEDAL es líder en la producción y comercialización de perfiles de aluminio en el Ecuador, contando con más de 40 distribuidores exclusivos localizados en todo el país, además de mantener una sólida presencia comercial en Colombia desde 1979 a través de su compañía afiliada VITRAL, que posee centros de distribución en la ciudad de Bogotá y Cali.

CEDAL es ampliamente reconocida en el mercado nacional y extranjero por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa y su valiosa contribución al desarrollo de la industria del aluminio y la construcción en el Ecuador.

1.7.1 PROCESOS QUE INTERVIENEN EN LA FABRICACIÓN DE LOS PERFILES DE ALUMINIO

La empresa CEDAL S.A. presenta varias etapas con el objetivo de elaborar perfiles de aluminio entre las que se destacan:

- Extrusión
- Fundición
- Anodizado
- Pintura.

1.7.1.1 Extrusión

Es una deformación plástica en donde un bloque de metal es forzado por compresión a pasar a través de la abertura de un molde (matriz) que tiene un área seccional menor a la del bloque de metal.

Fig. 1.1 Proceso de Extrusión

1.7.1.2 Fundición

En esta etapa el aluminio recuperado del proceso de extrusión y la perfilaría rechazada durante el proceso de producción son nuevamente fundidos, manteniendo las características de su aleación para ser reutilizados en el proceso de producción.

Fig. 1.2 Proceso de Fundición

1.7.1.3 Anodizado

Es un proceso electroquímico por el cual se forma sobre la superficie del perfil un recubrimiento de oxido de aluminio, al mismo que se le puede impartir varias tonalidades cromáticas empleando distintos parámetros de corriente, pH de las soluciones químicas, tiempo y sales minerales.

Fig. 1.3 Proceso de Anodizado

1.7.1.4 Pintura Electrostática

Es un proceso de acabado superficial que protege a los perfiles de aluminio con una capa de pintura en polvo depositada electro-estáticamente y que luego es fundida y curada en un horno[1].

Fig. 1.4 Proceso de Pintura Electrostática

[1] http://www.cedal.com.ec

1.7.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad en las etapas de anodizado y pintura no existe ningún equipo para realizar la medición de los parámetros eléctricos[2] en las máquinas, mientras que en la etapa de fundición existe un medidor eléctrico, pero este no presenta ningún tipo de comunicación industrial[3]. El proceso de extrusión consta de dos prensas, la primera tiene instalado un medidor de parámetros eléctricos y la segunda no presenta ningún tipo de medidor.

En tanto que la medición del consumo de diesel solo se la realiza en el proceso de fundición pero con medidores análogos, a pesar de que son requeridos en los procesos de extrusión, anodizado y envejecimiento.

1.8 PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÁQUINAS INDUSTRIALES

1.8.1 INTRODUCCIÓN

El monitoreo de energía eléctrica es un campo que ha surgido debido a la necesidad de la industria de tener un conocimiento del estado de la maquinaria que se está utilizando, además de saber justamente cual es el consumo eléctrico verdadero en la empresa en cada uno de los sectores en los cuales se hace el monitoreo; de esta forma existe un parámetro de comparación con las lecturas tomadas por el ente encargado de dar el servicio eléctrico en el país. Un sistema útil de monitoreo indica efectivamente donde se está gastando energía por línea de producción, de qué manera y qué oportunidades reales de ahorro se tiene, también permite obtener un perfil de costos de energía de acuerdo a horarios de operación.

Actualmente la reducción de costos en la producción y operación se ha convertido en una necesidad para la supervivencia en el mercado. Los usuarios de energía buscan soluciones que incrementen la utilidad y rentabilidad de sus negocios. Para el sector industrial es básico y fundamental el estar al pendiente del consumo de energía eléctrica, así como de sus parámetros eléctricos, para aumentar la eficiencia de su producción.

---

[2] Medición de los valores de potencia, voltaje, corriente, factor de potencia
[3] Ethernet Industrial o Comunicación RS-485

El primer paso en la mejora de todo proceso es la medición; sólo lo que se mide se puede administrar y, por tanto mejorar. No es posible la disminución y el mejor uso de la energía sin tener una fuente confiable de información. Ya no basta con poner a un personal que esté al pendiente del consumo de energía y que esté tomando mediciones de manera constante, sino el tener un equipo electrónico de medición las 24 horas recopilando información que sea almacenada para la justificación de las tomas de decisiones.

Una vez personalizada la información generada por el sistema de monitoreo es necesario que sea analizada para decidir las acciones que se van a tomar. Este análisis debe ser hecho en conjunto con los usuarios del sistema, operarios y gerentes de mantenimiento para hacer comparaciones, historiales y propuestas de costo-beneficio.

La ventaja principal del monitoreo de estos parámetros es básicamente fundamentar la toma de decisiones sobre el uso debido y planeación del consumo de la energía para cada sección de interés, así como la prevención de fallas en los equipos utilizados que se encuentren conectados a la misma línea de alimentación

1.8.2 SISTEMAS TRIFÁSICOS

Un sistema de corrientes trifásicas es el conjunto de tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente, valor eficaz[4]) que presentan una cierta diferencia de fase entre ellas, en torno a 120°, y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.

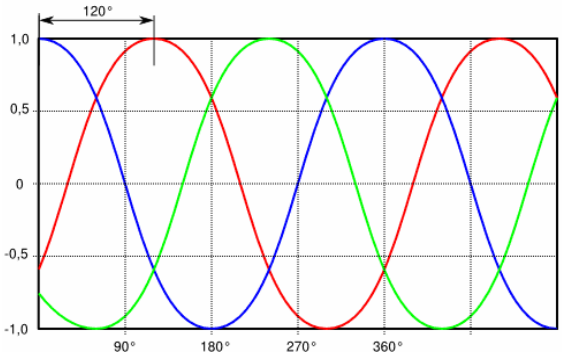
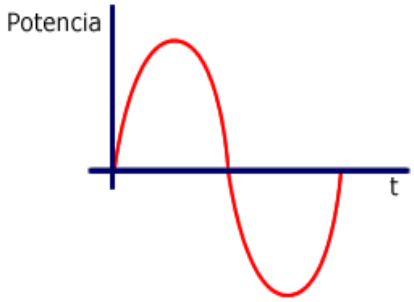


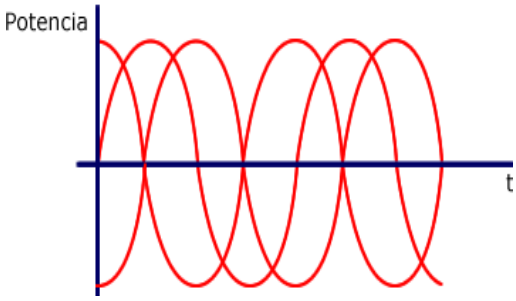
Fig. 1.5 Desfase de una señal trifásica

[4] Se define como el valor de corriente alterna que al circular por una determinada resistencia óhmica pura produce los mismos efectos caloríficos que al ser atravesada por una corriente continua.

La generación trifásica de energía eléctrica es la forma más común y que provee un uso más eficiente de los conductores. La utilización de electricidad en forma trifásica es mayormente empleada en industrias, debido a que la potencia proporcionada por un sistema monofásico cae tres veces por ciclo, mientras que la potencia proporcionada por un sistema trifásico nunca cae a cero por lo que la potencia enviada a la carga es siempre la misma.



Sistema Monofásico



Sistema Trifásico

Fig. 1.6 Potencia entregada a la carga

Los generadores trifásicos contienen tres fuentes sinusoidales de tensión de igual frecuencia pero desfasadas 120º unas con otras. Esto se realiza situando tres bobinas separadas 120º eléctricos en un mismo rotor. Normalmente, las amplitudes de las tres fases son también iguales. En este caso se dice que el generador está equilibrado. Como se aprecia en la Figura 1.7 las tres bobinas están igualmente distribuidas alrededor de la circunferencia del rotor, es decir, las bobinas están desplazada unas de otras en 120º mecánicos. Los terminales de las bobinas y los anillos rozantes no se han representado; sin embargo, es evidente que al girar en el sentido contrario a las agujas del reloj hace que los laterales A, B y C de las bobinas pasen bajo los poleos en el orden A-B-C-A-B-C… La polaridad de la tensión se invierte en cada cambio de polo. Suponiendo que la forma del polo y la correspondiente densidad de flujo magnético son tales que las tensiones inducidas son sinusoidales, el resultado en las tres bobinas es el que se ha representado en la Figura 1.8. La tensión B está 120º eléctricos retrasada respecto a la A, y la C retrasa 240º. Esta distribución se conoce como secuencia ABC. Cambiando el sentido de giro se obtendría A-C-B-A-C-B… que se denomina secuencia CBA.

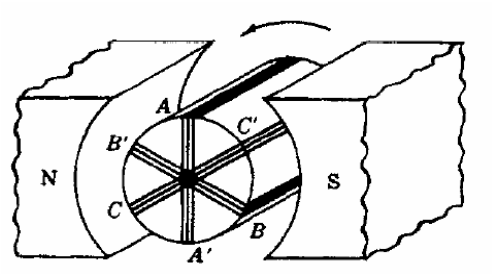


Fig. 1.7 Generador Trifásico

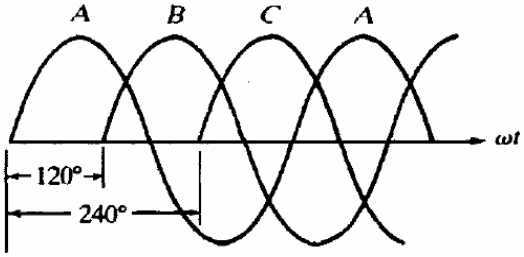
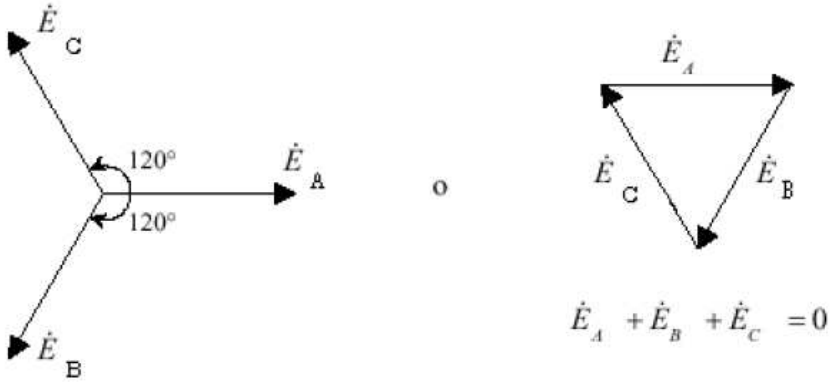


Fig. 1.8 Secuencia ABC

Analíticamente se puede expresar:

$$\begin{cases} e_A(t)=\sqrt{2}\,U\,Cos(\omega t) & (1.1) \\ e_B(t)=\sqrt{2}\,U\,Cos\left(\omega t-\dfrac{2\pi}{3}\right) & (1.2) \\ e_C(t)=\sqrt{2}\,U\,Cos\left(\omega t+\dfrac{2\pi}{3}\right) & (1.3) \end{cases}$$

Fasorialmente:



Tenemos dos tipos de conexión de los circuitos que generan corrientes trifásicas:

a. Conexión en triángulo

Este tipo de conexión se denomina conexión triángulo, ya que los conductores se disponen en forma de triángulo. Para este tipo de conexión las tensiones de fase coinciden con las tensiones de línea. Las corrientes de fase (IAB, IBC, ICA) son distintas de las corrientes de línea (IA, IB, IC), de hecho será siempre $\sqrt{3}$ veces superior .

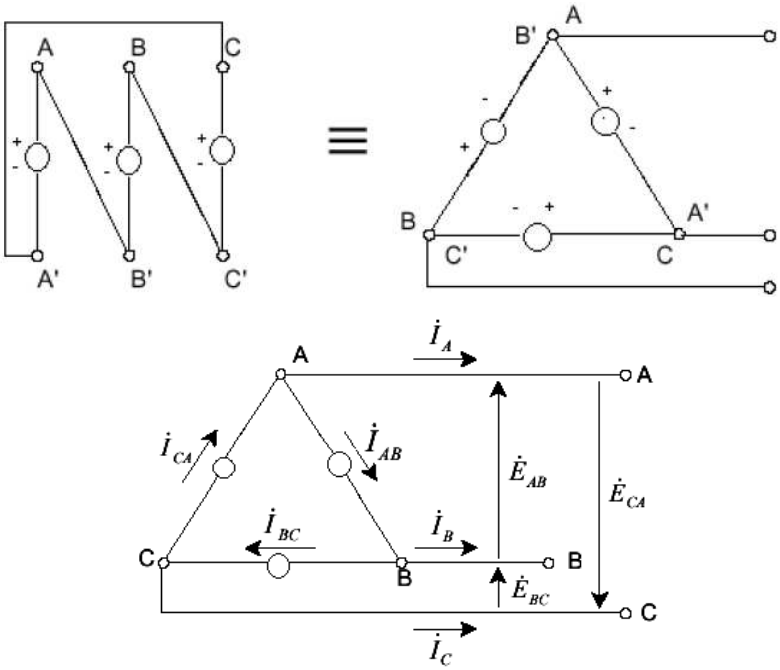


Fig. 1.9 Conexión en triángulo

b. Conexión en estrella

Para este tipo de conexión las corrientes de línea (IA, IB, IC) y de fase (IAB, IBC, ICA) coinciden en cambio las tensiones de línea (EAB, EBC, ECA)y de fase (EAN, EBN, ECN) son distintas.

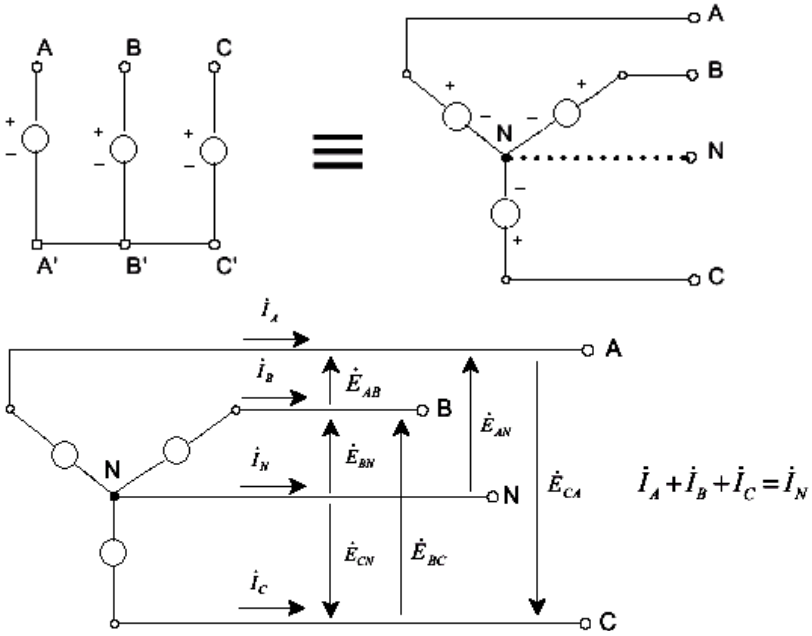


Fig. 1.10 Conexión en estrella

1.2.2.1 Voltajes trifásicos balanceados

Para que los tres voltajes de un sistema trifásico estén balanceados deberán tener amplitudes y frecuencias idénticas y estar fuera de fase entre sí exactamente 120°. En un sistema trifásico balanceado la suma de los voltajes es igual a cero:

$$Va + Vb + Vc = 0 \tag{1.4}$$

1.2.2.2 Circuito trifásico balanceado

Si las cargas se encuentran de manera que las corrientes producidas por los voltajes balanceados del circuito también están balanceadas entonces todo el circuito está balanceado.

1.8.3 TENSIÓN

La tensión o diferencia de potencial[5] es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito cerrado. La tensión entre dos puntos de un campo eléctrico es igual al trabajo que realiza dicha unidad de carga positiva para transportarla desde el punto A al punto B.

En el Sistema Internacional de Unidades, la diferencia de potencial se mide en voltios (V), al igual que el potencial. La tensión es independiente del camino recorrido por la carga, y depende exclusivamente del potencial eléctrico de los puntos A y B en el campo

La tensión se expresa por la fórmula:

$$V_A - V_B = E * r \tag{1.5}$$

Donde:

- V_A - V_B es la diferencia de tensión,
- E es la intensidad de campo en newton/culombio,
- r es la distancia en metros entre los puntos A y B.

[5] No es correcto denominarla voltaje, así como la masa, cuya unidad es el gramo, no se denomina gramaje, ni la distancia, cuya unidad es el metro, no se denomina metraje.

Un voltio es igual a la fuerza requerida para que se produzca una circulación de corriente de un amperio a través de una resistencia de un ohmio[6].

$$V = I * R \ [V] \tag{1.6}$$

V: Diferencia de Potencial en voltios [V].
I: Corriente en amperios [A].
R: Resistencia en ohmios [Ω].

1.8.4 CORRIENTE ELÉCTRICA

La corriente eléctrica es el flujo de portadores de carga eléctrica, normalmente a través de un cable metálico o cualquier otro conductor eléctrico, debido a la diferencia de potencial creada por un generador de corriente. La unidad de la intensidad de la corriente eléctrica es el amperio(A)[7].

$$i(t) = \frac{dq}{dt} \quad \left[\frac{C}{seg}\right] \tag{1.7}$$

La intensidad de la corriente eléctrica que circula por un dispositivo es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo[8].

$$I = \frac{V}{R} \ [A] \tag{1.8}$$

1.8.5 POTENCIA

La potencia eléctrica se define como la cantidad de trabajo realizado por una corriente eléctrica.

---

[6] Ley de Ohm.
[7] Equivale a un culombio de carga que pasa a través de una superficie en un segundo.
[8] Ley de Ohm.

1.2.5.1 Potencia en corriente continua

Cuando se trata de corriente continua la potencia eléctrica desarrollada en un cierto instante por un dispositivo de dos terminales es el producto de la diferencia de potencial entre dichos terminales y la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo.

$$P = V * I \quad [W] \tag{1.9}$$

Donde I es el valor instantáneo de la corriente y V es el valor instantáneo del voltaje. Igual definición se aplica cuando se consideran valores promedio para I, V y P.

Cuando el dispositivo es una resistencia de valor R o se puede calcular la resistencia equivalente del dispositivo, la potencia también puede calcularse como

$$P = R * I^2 = \frac{V^2}{R} \quad [W] \tag{1.10}$$

1.2.5.2 Potencia en corriente alterna

Cuando se trata de corriente alterna, el promedio de potencia eléctrica desarrollada por un dispositivo de dos terminales es una función de los valores eficaces o valores cuadráticos medios, de la diferencia de potencial entre los terminales y de la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo.

La potencia instantánea vendrá dada como el producto de las expresiones anteriores:

$$p(t) = V_0 \cdot I_0 \cdot Sen(\omega t) \cdot Sen(\omega t - \phi) \tag{1.11}$$

Mediante trigonometría, la anterior expresión puede transformarse en la siguiente:

$$p(t) = V_0 \cdot I_0 \cdot \frac{Cos(\phi) - Cos(2\omega t - \phi)}{2} \tag{1.12}$$

Y sustituyendo los valores de pico por los eficaces:

$$p(t)=V \cdot I \cdot Cos(\phi)-V \cdot I \cdot Cos(2\omega t-\phi) \qquad (1.13)$$

Se obtiene así para la potencia un valor constante, VICos(ϕ) y otro variable con el tiempo, VICos(2ωt − ϕ). Al primer valor se le denomina potencia activa y al segundo potencia fluctuante.

1.2.5.3 Potencia fluctuante

Al ser la potencia fluctuante de forma senoidal, su valor medio será cero. Para entender mejor qué es la potencia fluctuante, imaginemos un receptor que sólo tuviera potencia de este tipo. Ello sólo es posible si ϕ = ±90º (cos±90º= 0), quedando:

$$p(t)=V \cdot I \cdot Cos(2\omega t-\phi) \qquad (1.14)$$

en el caso que corresponde a un circuito inductivo puro o capacitivo puro. Por lo tanto la potencia fluctuante es la debida a las bobinas y a los condensadores. Efectivamente, las bobinas o los condensadores (ideales) no consumen energía sino que la "entretienen". La bobina almacena la energía en forma de campo magnético cuando la corriente aumenta y la devuelve cuando disminuye, y el condensador almacena la energía en forma de campo eléctrico cuando se carga y la devuelve cuando se descarga.

1.2.5.4 Potencia Aparente

La potencia aparente (también llamada compleja) de un circuito eléctrico de corriente alterna es la suma (vectorial) de la energía que disipa dicho circuito en cierto tiempo en forma de calor o trabajo y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes que fluctuará entre estos componentes y la fuente de energía.

Esta potencia no es la realmente consumida "útil", salvo cuando el factor de potencia es la unidad (cos φ=1), y señala que la red de alimentación de un circuito no sólo ha de satisfacer la energía consumida por los elementos resistivos, sino que también ha de contarse con la que van a "almacenar" bobinas y condensadores. Se la designa con la letra S y se mide en voltiamperios (VA).

$$S = I * V \left[VA\right] \tag{1.15}$$

1.2.5.5 Potencia Activa

Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos. Cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda.

Se designa con la letra P y se mide en vatios (W). De acuerdo con su expresión, la ley de Ohm y el triángulo de impedancias:

$$P = V.\ I.Cos(\phi) = I.Z.\ I.Cos(\phi) = I^2.Z.Cos(\phi) = I^2.R \quad \left[W\right] \tag{1.16}$$

Resultado que indica que la potencia activa es debido a los elementos resistivos.

1.2.5.6 Potencia Reactiva

Esta potencia no tiene tampoco el carácter realmente de ser consumida y sólo aparecerá cuando existan bobinas o condensadores en los circuitos. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo útil. Por ello que se dice que es una potencia desvatada (no produce vatios), se mide en voltamperios reactivos (VAR) y se designa con la letra Q. A partir de su expresión:

$$Q = V.\ I.Sen(\phi) = I.Z.\ I.Sen(\phi) = I^2.Z.Sen(\phi) = I^2.\ X = I^2.\left(X_L - X_C\right) \quad \left[VAR\right] \tag{1.17}$$

Lo que reafirma en que esta potencia es debida únicamente a los elementos reactivos.

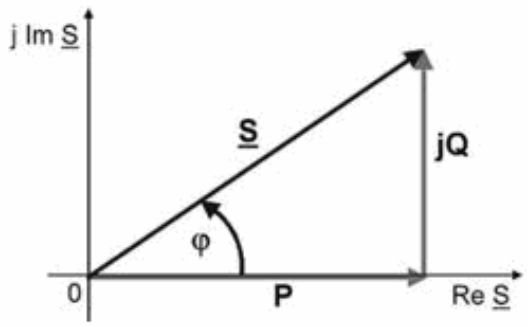


Fig. 1.11 Relación entre potencias activas, aparentes y reactivas

1.2.5.7 Potencia Trifásica

La representación matemática de la potencia activa en un sistema trifásico equilibrado, está dada por la ecuación:

$$P3\varphi = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot Cos\,\Phi \qquad (1.18)$$

1.8.6 FACTOR DE POTENCIA

Se define factor de potencia de un circuito de corriente alterna, como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, o bien como el coseno del ángulo que forman los fasores de la intensidad y el voltaje, designándose en este caso como cos ϕ, siendo φ el valor de dicho ángulo. De acuerdo con el triángulo de potencias de la figura 1.11:

$$fp = Cos(\phi) = \frac{P}{S} \qquad (1.19)$$

El dispositivo utilizado para medir el factor de potencia se denomina cosímetro.

Un factor de potencia bajo comparado con otro alto, origina, para una misma potencia, una mayor demanda de intensidad, lo que implica la necesidad de utilizar cables de mayor sección. La potencia aparente es tanto mayor cuanto más bajo sea el factor de potencia, lo que origina una mayor dimensión de los generadores.

1.2.6.1 Influencia del tipo de carga

El valor del factor de potencia viene determinado por el tipo de cargas conectadas en una instalación. De acuerdo con su definición, el factor de potencia es adimensional y solamente puede tomar valores entre 0 y 1. En un circuito resistivo puro recorrido por una corriente alterna, la intensidad y la tensión están en fase (ϕ=0), esto es, cambian de polaridad en el mismo instante en cada ciclo, siendo por lo tanto el factor de potencia la unidad[9]. Por otro lado, en un circuito reactivo puro, la intensidad y la tensión están en cuadratura (ϕ=90º) siendo nulo el valor del factor de potencia.

En la práctica los circuitos no pueden ser puramente resistivos ni reactivos, observándose desfases, más o menos significativos, entre las formas de onda de la corriente y el voltaje. Así, si el factor de potencia está cercano a la unidad, se dirá que es un circuito fuertemente resistivo por lo que su factor de potencia es alto, mientras que si está cercano a cero que es fuertemente reactivo y su factor de potencia es bajo. Cuando el circuito sea de carácter inductivo, caso más común, se hablará de un factor de potencia en retraso, mientras que se dice en adelanto cuando lo es de carácter capacitivo.

Las cargas inductivas, tales como transformadores, motores de inducción y, en general, cualquier tipo de inductancia (tal como las que acompañan a las lámparas fluorescentes) generan potencia inductiva con la intensidad retrasada respecto a la tensión.

Las cargas capacitivas, tales como bancos de condensadores o cables enterrados, generan potencia reactiva con la intensidad adelantada respecto a la tensión.

1.2.6.2 Mejora del factor de potencia

A menudo es posible ajustar el factor de potencia de un sistema a un valor muy próximo a la unidad. Esta práctica es conocida como mejora o corrección del factor de potencia y se realiza mediante la conexión a través de conmutadores, en general automáticos, de bancos de condensadores o de inductores. Por ejemplo, el efecto inductivo de las cargas de

[9] La potencia activa es igual a la potencia aparente debido a que no existe potencia reactiva.

motores puede ser corregido localmente mediante la conexión de condensadores. En determinadas ocasiones pueden instalarse motores síncronos con los que se puede inyectar potencia capacitiva o reactiva con tan solo variar la corriente de excitación del motor.

Las pérdidas de energía en las líneas de transporte de energía eléctrica aumentan con el incremento de la intensidad. Cuanto más bajo sea el factor de potencia de una carga, se requiere más corriente para conseguir la misma cantidad de energía útil. Por tanto las compañías suministradoras de electricidad, para conseguir una mayor eficiencia de su red, requieren que los usuarios, especialmente aquellos que utilizan grandes potencias, mantengan los factores de potencia de sus respectivas cargas dentro de límites especificados[10], estando sujetos, de lo contrario, a pagos adicionales por energía reactiva.

La mejora del factor de potencia debe ser realizada de una forma cuidadosa con objeto de mantenerlo lo más alto posible, pero sin llegar nunca a la unidad, ya que en este caso se produce el fenómeno de la resonancia que puede dar lugar a la aparición de tensiones o intensidades peligrosas para la red. Es por ello que en los casos de grandes variaciones en la composición de la carga es preferible que la corrección se realice por medios automáticos.

1.8.7 ÍNDICES DE DISTORSIÓN ARMÓNICA

El método más usado para medir la distorsión armónica en un sistema de potencia es la distorsión total armónica (THD), este puede ser calculado por la corriente o para la tensión, dependiendo de donde se quiera medir la distorsión.

La distorsión armónica total (THD) es una medida de la similitud entre la forma de onda y su componente fundamental, se define como: [11]

$$THD = \frac{1}{V1}\left(\sum_{n=2,3,\ldots}^{\alpha} V^2{}_n \right)^{1/2} \qquad (1.20)$$

[10] En nuestro país el factor de potencia mínimo exigido por el CONELEC es de 0,95
[11] Power Electronic - Mohan

1.8.8 FRECUENCIA

Se define como el número de ciclos que se efectúan por segundo. Su unidad es el hertz y se representa por Hz. La frecuencia es inversamente proporcional al período, su expresión es:

$$f = \frac{1}{T} \ [Hz] \tag{1.21}$$

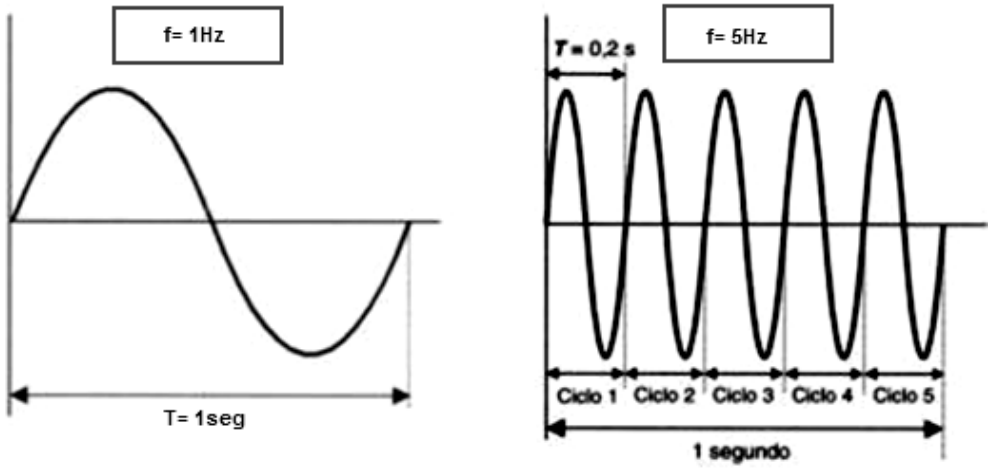


Fig. 1.12 Representación de ondas senoidales de la misma amplitud pero de distinta frecuencia

1.9 MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.9.1 INTRODUCCIÓN

El medidor eléctrico, medidor de consumo eléctrico o contador eléctrico, es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico, siendo esta la aplicación usual.

La medición de energía eléctrica que se efectúa mediante medidores o contadores, resulta de interés para calcular la cantidad de energía que la compañía suministradora debe facturar a los consumidores. También se utiliza para conocer la cantidad de energía a través de las redes de distribución que no son traducidas precisamente en trabajo útil o electromecánico por falta de compensación de cargas reactivas. Años atrás, la

comercialización de la energía eléctrica se efectuaba de manera muy simple porque se facturaba en función de la unidad de energía vigente (Ah, Wh, KWh). Sin embargo con el permanente desarrollo industrial, y la consecuente búsqueda del abaratamiento de la producción por parte de las fábricas, se hizo necesaria la aplicación de tarifas más complejas.

1.9.2 TIPOS

Existen medidores electromecánicos y electrónicos.

1.3.2.1 Medidores Electromecánicos

Los medidores electromecánicos utilizan bobinados de corriente y de tensión para crear corrientes parásitas en un disco que, bajo la influencia de los campos magnéticos, produce un giro que mueve las agujas de la carátula.

El medidor electromecánico utiliza dos juegos de bobinas que producen campos magnéticos; estos campos actúan sobre un disco conductor paramagnético en donde se producen corrientes parásitas.

La acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de corriente sobre el campo magnético de las bobinas de voltaje y la acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de voltaje sobre el campo magnético de las bobinas de corriente dan un resultado vectorial tal, que produce un par de giro sobre el disco. El par de giro es proporcional a la potencia consumida por el circuito.

El disco está soportado en campos magnéticos y soportes de rubí para disminuir la fricción, un sistema de engranes transmite el movimiento del disco a las agujas que cuentan el número de vueltas del medidor. A mayor potencia más rápido gira el disco, acumulando más giros conforme pasa el tiempo.

Las tensiones máximas que soportan los medidores eléctricos son de aproximadamente 600 voltios y las corrientes máximas pueden ser de hasta 200 amperios. Cuando las tensiones y las corrientes exceden estos límites se requieren transformadores de medición de tensión y de corriente. Se utilizan factores de conversión para calcular el consumo en dichos casos.

Existe una clasificación de los medidores eléctricos dependiendo de sus principales características. También es importante que hay una bobina de sombra que es una chapita la cual esta cortocircuitada. Dicha bobina posee una resistencia despreciable y por ende en esta se generará una corriente muy importante, la cual al estar sometida a un campo generara una cupla motora que eliminará el coeficiente de rozamiento de los engranajes. El medidor comenzará a funcionar con el 1 % de la carga y entre un factor de potencia 0,5 en adelanto y atraso.

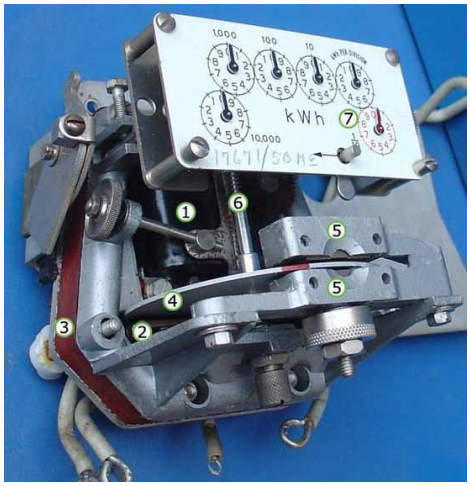


Fig. 1.13 Medidor Electromecánico

1.3.2.2 Medidores Electrónicos

Un medidor electrónico se refiere a un tipo de medidor avanzado que identifica el consumo en una forma más detallada que los medidores convencionales, y opcionalmente comunica esta información a través de alguna red a la compañía de servicios local para propósitos de facturación y monitoreo.

Los medidores electrónicos ofrecen mayor seguridad, eficiencia y flexibilidad para la medición de diferentes parámetros, y no solamente de energía. Estos equipos poseen memoria no volátil para almacenar datos referidos al comportamiento del sistema, que permiten realizar un seguimiento del mismo.

A pesar del constante desarrollo que han tenido los medidores electromecánicos en las últimas décadas, los medidores electrónicos o de estado sólido están abarcando el mercado

porque no sólo realizan la misma función que los anteriores, sino que no cuentan con partes móviles o electromecánicas, evitando el error por desgastes y deformaciones. Tienen más prestaciones porque miden potencia activa, reactiva y aparente, y la demanda de energía. Miden la tensión de línea, la corriente que está circulando, el factor de potencia, y otras características de la red.

Fig. 1.14 Medidor Electrónico

1.9.3 POWERMONITOR 3000

El Powermonitor 3000 de Allen-Bradley, filial de Rockwell Automation, actualmente es el medidor electrónico de parámetros eléctricos más avanzado de dicha empresa, que combina una alta funcionalidad y precisión de medición con una gran gama de redes industriales de comunicación. Por lo cual es muy útil para realizar análisis de calidad de potencia, monitoreo energético, control y monitoreo de sistemas distribuidos, etc.

Existen cuatro versiones disponibles en el mercado, las cuales se diferencian por las funcionalidades y precisión que presentan desde un análisis básico de la red eléctrica a un complejo análisis de armónicos y transitorios en su versión más avanzada.

Además pueden ser seleccionados con una gran variedad de redes industriales de comunicación como: EtherNet/IP, DeviceNet, ControlNet, Remote I/O, DF1 (RS485/RS232), Modbus RTU, Modbus TCP.

1.3.3.1 Características del PM3000

- Medición y visualización de voltaje, corriente y potencia.
- Compatible con PLC-5, SLC 500 y ControlLogix.
- Compatible con RSLinx, RSPower32, RSEnergyMetrix y RSView32.
- Salidas de control a través de relés de control o PLC.
- Modo DEMO para entrenamiento.
- 10 setpoints configurables en la versión básica (M4) y hasta 20 en la superior (M8).
- Monitoreo discreto a través de entradas de estado
- Salida de pulsos electrónicos KYZ.
- Almacenamiento configurable de datos de mediciones y eventos.
- Actualización de Firmware sin remover el módulo.
- Medición de la Distorsión Armónica Total (THD) y el Factor de Cresta.
- Sincronización automática a través de Ethernet Serie B.
- Precisión de hasta $\pm 0.05\%$.
- Medición del TIF[12] y el Factor K[13].
- Medición del factor de carga.
- Calcula la amplitud y el porcentaje de distorsión de armónicos del 1 al 63.

1.10 MEDIDORES DE COMBUSTIBLE

1.10.1 INTRODUCCIÓN

Los fluidos están presentes en la mayoría de los procesos industriales, ya sea porque intervienen en forma directa en el proceso de producción o porque pertenecen a los circuitos secundarios necesarios. Sea por la razón que sea, los fluidos están ahí y, por tanto, hay que controlarlos, para lo que es necesario saber en todo momento cuáles son las principales características de los fluidos, que pueden variar mucho de una aplicación a otra.

[12] Factor de Interferencia Telefónica, es usado para estimar el efecto que tienen los armónicos sobre las líneas telefónicas análogas.
[13] Mide el calentamiento adicional en transformadores producido por los armónicos.

La selección eficaz de un medidor de caudal exige un conocimiento práctico de la tecnología del medidor, además de un profundo conocimiento del proceso y del fluido que se quiere medir. Cuando la medida del caudal se utiliza con el propósito de facturar un consumo, deberá ser lo más precisa posible, teniendo en cuenta el valor económico del fluido que pasa a través del medidor, y la legislación obligatoria aplicable en cada caso.

1.10.2 MEDIDORES DE CAUDAL

La medida de caudal en tuberías, consiste en la determinación de la cantidad de masa o volumen que circula por ella por unidad de tiempo. Los instrumentos que llevan a cabo la medida de un caudal se denominan, habitualmente, caudalímetros o medidores de caudal, constituyendo una modalidad particular los contadores, los cuales integran dispositivos adecuados para medir y justificar el volumen que ha circulado por la conducción.

1.10.3 TIPOS MEDIDORES DE CAUDAL

En el mercado existe una gran variedad de medidores, tanto desde el punto de vista de tamaños y rangos de operación como de principios de funcionamiento. Esto es debido a que se intenta conseguir la máxima precisión para la mayor cantidad de aplicaciones.

Los medidores de caudal volumétrico pueden determinar el caudal de volumen de fluido de dos formas:

• Directamente, mediante dispositivos de desplazamiento positivo, o
• Indirectamente, mediante dispositivos de: presión diferencial, área variable, velocidad, fuerza, etc.

1.4.3.1 Medidores de Presión Diferencial

Esta clase de medidores presenta una reducción de la sección de paso del fluido, dando lugar a que el fluido aumente su velocidad, lo que origina un aumento de su energía cinética y, por consiguiente, su presión tiende a disminuir en una proporción equivalente,

de acuerdo con el principio de la conservación de la energía, creando una diferencia de presión estática entre las secciones aguas arriba y aguas abajo del medidor.

Se estima que, actualmente, al menos un 75% de los medidores industriales en uso son dispositivos de presión diferencial, siendo el más popular la placa de orificio.

Las principales ventajas de dichos medidores son:

- Su sencillez de construcción, no incluyendo partes móviles.
- Su funcionamiento se comprende con facilidad.
- No son caros, particularmente si se instalan en grandes tuberías y se comparan con otros medidores.
- Pueden utilizarse para la mayoría de los fluidos.

Sus principales desventajas son:

- La amplitud del campo de medida es menor que para la mayoría de los otros tipos de medidores.
- Pueden producir pérdidas de carga significativas.
- La señal de salida no es lineal con el caudal.
- Deben respetarse unos tramos rectos de tubería aguas arriba y aguas abajo del medidor que, según el trazado de la tubería y los accesorios existentes, pueden ser grandes.
- Pueden producirse efectos de envejecimiento, es decir, acumulación de depósitos o la erosión de las aristas vivas.
- La precisión suele ser menor que la de medidores más modernos, especialmente si, como es habitual, el medidor se entrega sin calibrar.

Principales medidores de presión diferencial

Entre los principales tipos de medidores de presión diferencial se pueden destacar los siguientes:

a. Placa Orificio

Es el medidor de flujo más popular. La placa orificio consiste en una placa perforada que se instala en la tubería. El orificio de la placa puede ser: concéntrico, excéntrico o segmentado. Con el fin de evitar arrastres de sólidos o gases que pueda llevar el fluido, la placa incorpora, normalmente, un pequeño orificio de purga

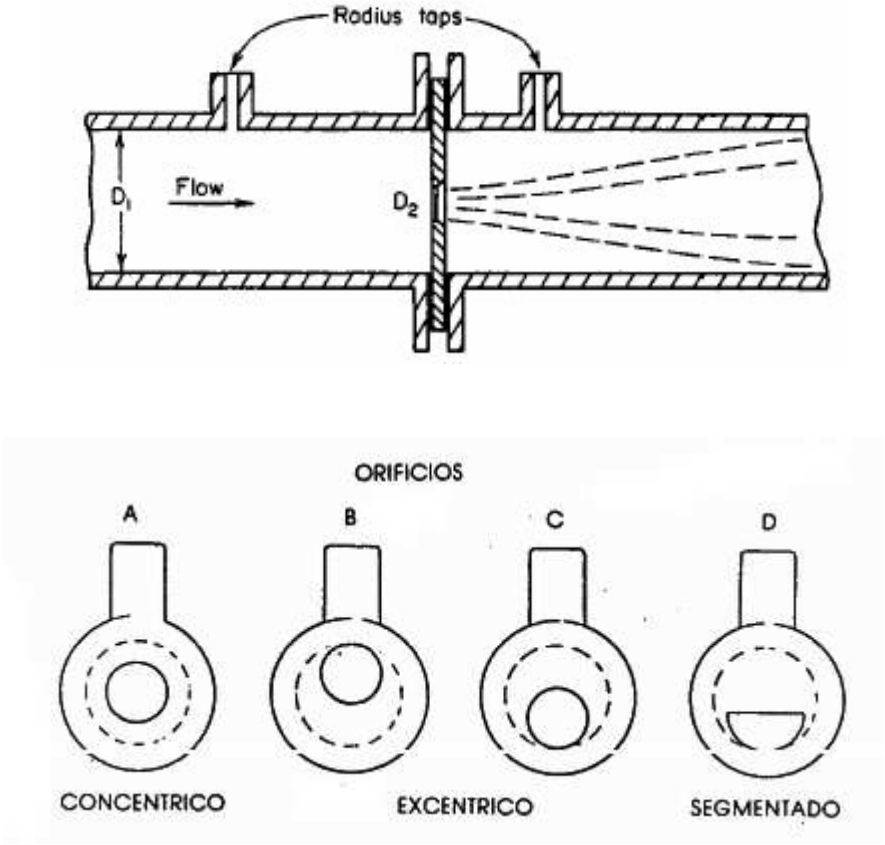


Fig. 1.15 Medidor de presión diferencial tipo Placa Orificio

b. Tubo Venturi

La función básica de este medidor consiste en producir un estrangulamiento en la sección transversal de la tubería, el cual modifica las presiones, con la medición de este cambio es posible conocer el gasto que circula por la sección, el estrangulamiento de ésta es muy brusco, pero la ampliación hasta la sección original es gradual. Son más exactos que las

placas orificio, adecuados para fluidos con sólidos en suspensión. Es más caro comparado con la placa orificio, su exactitud es de ± 0.75 %.

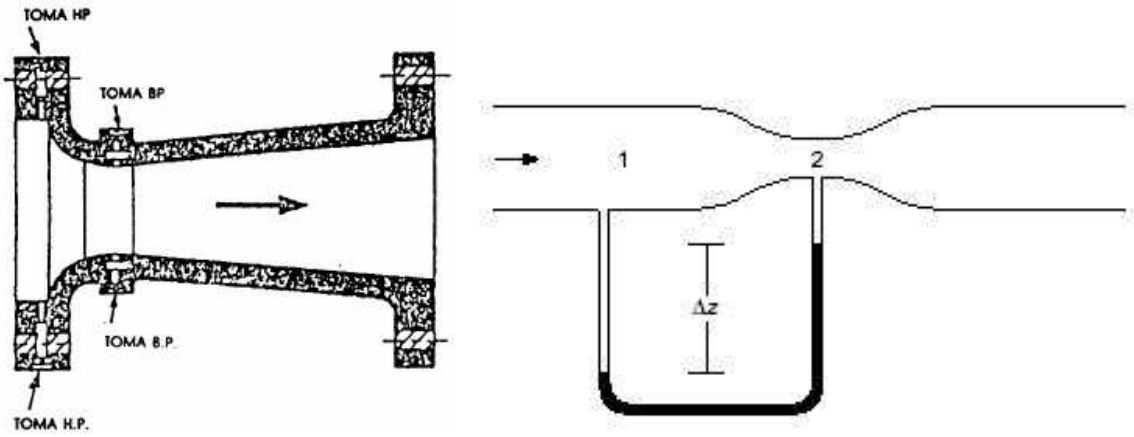


Fig. 1.16 Medidor de presión diferencial tipo Tubo Venturi

c. Toberas

Se trata de un dispositivo con una entrada perfilada por una garganta cilíndrica. La toma de alta presión se realiza en la pared de la tubería, a una distancia D de la entrada, mientras que la de baja presión suele colocarse a la salida, donde la sección del flujo es mínima. Esta toma se realiza directamente en la pared de la tubería y suele estar a ½D de la placa. También se hacen toberas en ángulo. Por medio de la tobera pueden medirse caudales superiores a 60% en aquellos que se pueden determinar mediante el diafragma o placa orificio, siendo menor la pérdida de carga permanente. Su instalación es muy simple, montándose entre las bridas de la tubería. Se utilizan en el caso de tuberías con diámetros mayores de 30cm. Es menos costoso que el tubo Vénturi y su exactitud es de ± 0.95 % a ± 1.5 %.

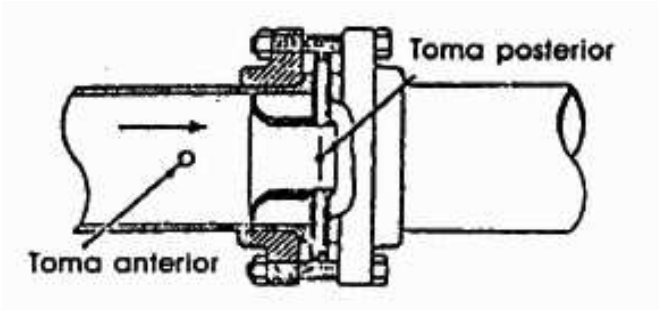


Fig. 1.17 Medidor de presión diferencial tipo Tobera

d. Tubo Pitot

El tubo Pitot está constituido por dos tubos que detectan la presión en dos puntos distintos de la tubería. Pueden montarse por separado o agrupados dentro de un alojamiento, formando un dispositivo único. Uno de los tubos mide la presión de impacto (presión dinámica más presión estática) en un punto de la vena. El otro mide únicamente la presión estática, generalmente mediante un orificio practicado en la pared de la conducción. Tiene muy poca importancia como sensor de flujo industrial. Se lo considera como un instrumento de laboratorio muy eficaz para mediciones instantáneas de flujos

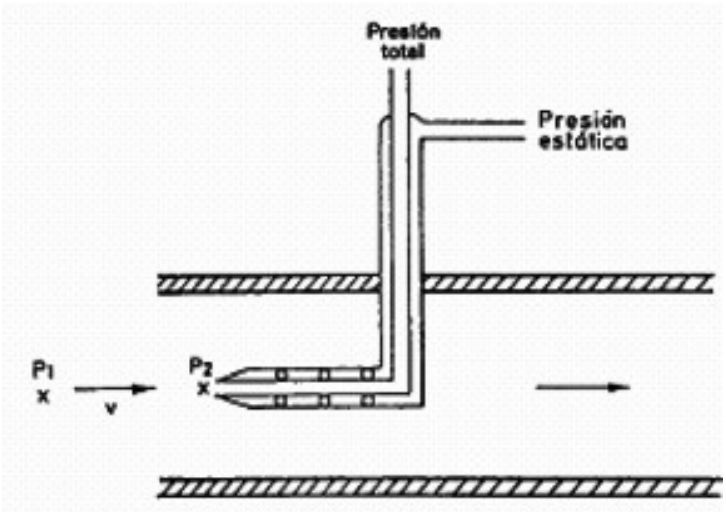


Fig. 1.18 Medidor de presión diferencial tipo Tubo Pitot

e. Tubo Annubar

Es una versión comercial del tubo Pitot. Puede aplicarse en las mediciones de flujos de líquidos, vapores y gases, consta de dos tubos, el de presión total y el de presión estática. El tubo que mide la presión total está situado a lo largo de un diámetro transversal de la tubería y consta de varios orificios de posición crítica determinados por computador. El tubo que mide la presión estática se encuentra detrás del anterior en el centro de la tubería y aguas debajo de la misma.

Es de mayor exactitud que el tubo Pitot del orden de ±1% a ± 3 %, además tiene una baja pérdida de carga.

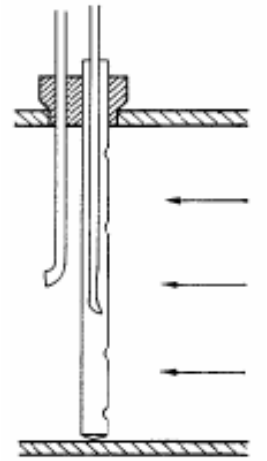


Fig. 1.19 Medidor de presión diferencial tipo Tubo Annubar

1.4.3.2 Medidores de Área Variable

Su principio de funcionamiento se basa en un flotador que cambia de posición dentro de un tubo de área variable. El área del tubo es pequeña en la parte inferior y va aumentando hasta alcanzar la mayor sección en la parte superior.

El flotador, sólido, tiende a bajar debido a la fuerza de gravedad (su peso) y el fluido, que circula de abajo hacia arriba, tiende a levantarlo debido a la fuerza de arrastre de este. Además de la fuerza de arrastre, existe una fuerza que ejerce el fluido sobre el flotador, que es igual al peso del volumen del fluido que desaloja. El flotador queda en la posición de equilibrio de fuerzas, indicando en el tubo el caudal del fluido que pasa. El tubo debe estar convenientemente graduado, además de permitir la visualización del flotador. El tubo se puede graduar teniendo en cuenta que la fuerza de arrastre depende de la velocidad del fluido, y una vez se conoce esta, se puede obtener el caudal. Como se puede intuir, la fuerza de arrastre depende de la viscosidad del fluido. La medida puede ser directa al estar la escala graduada en el tubo, pero también existen modelos en los que el flotador da una señal en función de su posición, y se puede utilizar esta para extraer la medida en otra escala graduada, o bien para acondicionar la señal y adecuarla para un bus de campo o bien transmitirla a un regulador. El medidor más representativo de esta clase es el rotámetro, el

cual opera con el mecanismo anteriormente descrito. Los medidores de caudal de área variable se deben instalar verticalmente.

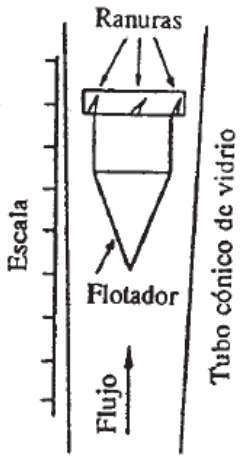


Fig. 1.20 Medidor tipo Rotámetro

1.4.3.3 Medidores de Velocidad

Principalmente existen tres elementos para caudalímetros que basan su principio de funcionamiento en la velocidad del fluido: Las turbinas, las sondas ultrasónicas y los electromagnéticos.

a. Tipo Turbina

Consisten de un rotor que gira al paso del fluido con una velocidad directamente proporcional al caudal. Para obtener la velocidad de giro del rotor se utilizan dos principios:

- El de reluctancia[14], en donde la velocidad viene determinada por el paso de las aspas de la turbina a través del campo magnético creado por un imán permanente montado en una bobina captadora exterior. La variación de reluctancia cambia el flujo induciendo una corriente en la bobina captadora que es proporcional al giro de la turbina.

---

[14] Resistencia que posee un material al verse influenciado por un campo magnético.

- El inductivo, en donde el rotor lleva un imán permanente y el campo magnético giratorio induce una corriente alterna en la bobina captadora.

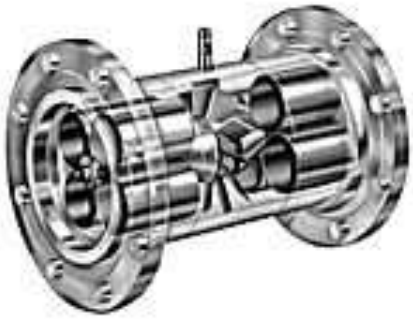


Fig. 1.21 Medidor de velocidad tipo turbina

b. Medidores Ultrasónicos

Dos tipos de medidores ultrasónicos son utilizados, fundamentalmente, para la medida de caudal en circuitos cerrados. El primero (tiempo de tránsito o de propagación) utiliza la transmisión por impulsos, mientras que el segundo (efecto Doppler) usa la transmisión continua de ondas.

- **Medidores ultrasónicos por impulsos**

Los medidores ultrasónicos modulados por impulsos son los más precisos y se utilizan, preferentemente, con líquidos limpios, aunque algunos tipos permiten medidas de líquidos con cierto contenido de partículas y gas. El método diferencial de medida por tiempo de tránsito, se basa en un sencillo hecho físico. Si imaginamos dos canoas atravesando un río sobre una misma línea diagonal, una en el sentido del flujo y la otra en contra del flujo, la canoa que se desplaza en el sentido del flujo necesitará menos tiempo en alcanzar su objetivo.

- **Medidores ultrasónicos utilizando el efecto Doppler**

El efecto Doppler puede entenderse fácilmente si se considera el cambio que se produce en la frecuencia cuando un tren se mueve hacia un observador con su bocina sonando. Cuando

el tren se acerca, la bocina es percibida por el observador con una graduación de tono más alta, ya que la velocidad del tren da lugar a que las ondas sonoras sean más próximas que si el tren estuviera parado. De igual manera, si el tren se aleja aumenta el espaciamiento, dando como resultado una graduación de tono o frecuencia más baja. Este aparente cambio en la frecuencia se denomina efecto Doppler y es directamente proporcional a la velocidad relativa entre el objeto móvil, el tren, y el observador.

Los medidores ultrasónicos de tipo Doppler utilizan el concepto de que si se deja pasar el ultrasonido en un fluido en movimiento con partículas, el sonido será reflejado de nuevo desde las partículas. La variación de frecuencia del sonido reflejado será proporcional a la velocidad de las partículas.

Al igual que en el caso de los medidores magnéticos, los medidores de caudal por ultrasonidos no presentan obstrucciones al flujo, no dan lugar a pérdidas de carga, por lo que son adecuados para su instalación en grandes tuberías de suministro de agua, donde es esencial que la pérdida de carga sea pequeña. Los transductores son incorporados en el cuerpo del medidor, sin necesidad de juntas en contacto con el fluido. No se necesita tubería en derivación ni válvulas de aislamiento, ya que todos los elementos activos pueden reemplazarse sin contacto alguno con el líquido. Para tuberías de diámetros superiores a 400mm ofrecen una solución competitiva.

Respecto a la precisión, los medidores de tipo magnético pueden llegar hasta un ± 0,25% del caudal real, mientras que los de tipo de ultrasonidos hasta un ± 0,5 %. Su fácil instalación reduce los costes de mantenimiento, y además la medición, sin apenas pérdida de carga, reduce los costes energéticos.

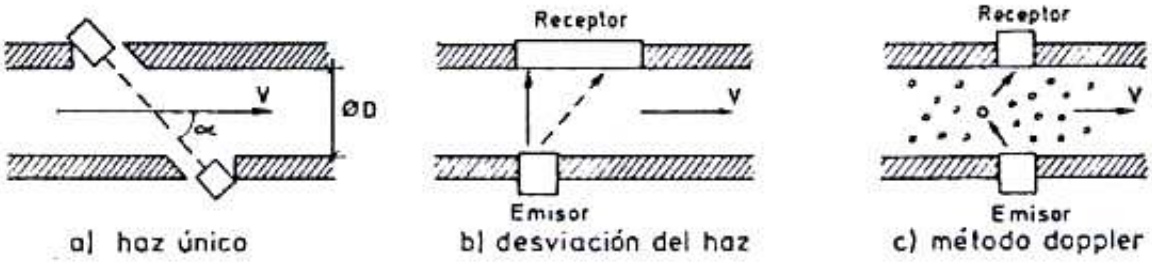


Fig. 1.22 Medición de caudal por ultrasonidos

c. Medidores de caudal electromagnético

El medidor de caudal electromagnético utiliza el mismo principio básico que el electrogenerador, es decir, cuando un conductor se mueve a través de un campo magnético se genera una fuerza electromotriz en el conductor, siendo su magnitud directamente proporcional a la velocidad media del conductor en movimiento. Si el conductor es una sección de un líquido conductor circulando por un tubo aislado eléctricamente, a través de un campo magnético y se montan los electrodos diametralmente opuestos en la pared de la tubería, la fuerza electromotriz generada a través de los electrodos es directamente proporcional a la velocidad media del fluido.

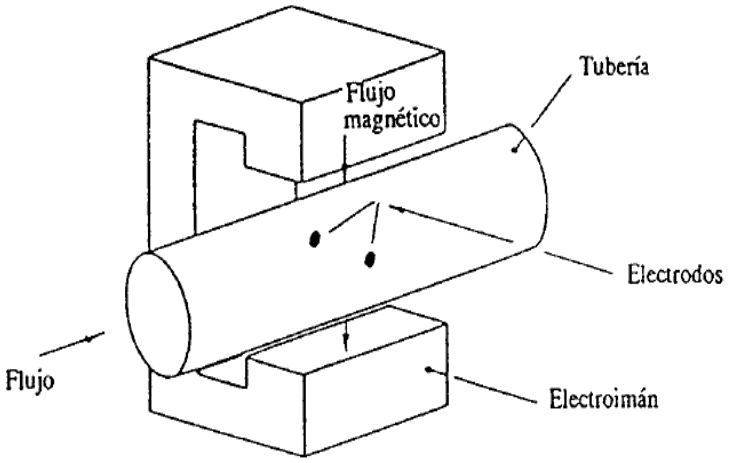


Fig. 1.23 Medidor electromagnético

Puesto que los electrodos tienen que hacer un contacto con el fluido, su material tiene que ser compatible con las propiedades químicas del fluido que circula. Entre los materiales más utilizados se pueden citar los siguientes: acero inoxidable no magnético, platino/iridio, monel, hasteloy, titanio y circonio para líquidos particularmente agresivos.

Entre las ventajas más fundamentales se pueden señalar las siguientes:

- No presentan obstrucciones al flujo, por lo que son adecuados para la medida de todo tipo de suspensiones, barros, melazas, etc.

- No dan lugar a pérdidas de carga, por lo que son adecuados para su instalación en grandes tuberías de suministro de agua, donde es esencial que la pérdida de carga sea pequeña.
- Se fabrican en una gama de tamaños superior a la de cualquier otro tipo de medidor.
- No son prácticamente afectados por variaciones en la densidad, viscosidad, presión temperatura y, dentro de ciertos límites, conductividad eléctrica.
- No son seriamente afectados por perturbaciones del flujo aguas arriba del medidor.
- La señal de salida es, habitualmente, lineal.
- Pueden utilizarse para la medida del caudal en cualquiera de las dos direcciones.

Entre las desventajas se pueden destacar las siguientes:

- El líquido cuyo caudal se mide tiene que tener una razonable conductividad eléctrica.
- La energía disipada por las bobinas da lugar al calentamiento local del tubo del medidor.

1.11 REDES INDUSTRIALES

1.11.1 INTRODUCCIÓN

Las redes de comunicación han revolucionado la forma como nos relacionamos. Es difícil imaginar nuestra sociedad sin la existencia de correo electrónico, Internet, celulares, etc. Esta revolución también ha alcanzado a la industria.

Las redes de comunicación reemplazan hoy en día muchas instalaciones que en aquellos entonces se realizaban mediante cableado. Hoy en día la industria está altamente integrada, los operadores y los sistemas supervisores cuentan cada vez con más información, y es utilizando esta información que los operadores, supervisores, mantenedores y ejecutivos toman decisiones.

Desde una perspectiva técnica es difícil imaginar un equipo que no esté “conectado al sistema”. Gracias a esta conectividad es posible (si es que se cuenta con una arquitectura integrada), por ejemplo, configurar un equipo a distancia utilizando la misma red por la cual se comunica al sistema de control.

Las redes de comunicación son y seguirán siendo la carretera de información por donde transitan comandos, estatus, mensajes, etc. Hoy en día no es posible prescindir del servicio de las redes de datos, por lo tanto su correcto mantenimiento es fundamental. El uso de redes industriales se ha extendido en los últimos años pues conectan sensores, actuadores, PLCs, etc.

Los beneficios que presenta una red industrial son:

- Reducción de la programación

  - Evitar el manejo de datos por el PLC en funciones de control.
  - Evitar la programación de nodos existentes al añadir nuevos nodos.

- Aumenta las prestaciones del sistema

  - Efectividad del ancho de banda.

- Reducción del cableado

  - Control, programación y diagnosis sobre la misma red.

- Soluciones escalables

  - Elección del controlador adecuado para el control, no para el manejo de datos.
  - Añadir o eliminar dispositivos sin influir en otros dispositivos del sistema.

- Reducción de los tiempos de paro

  - Diagnóstico de los dispositivos.
  - Información predictiva.

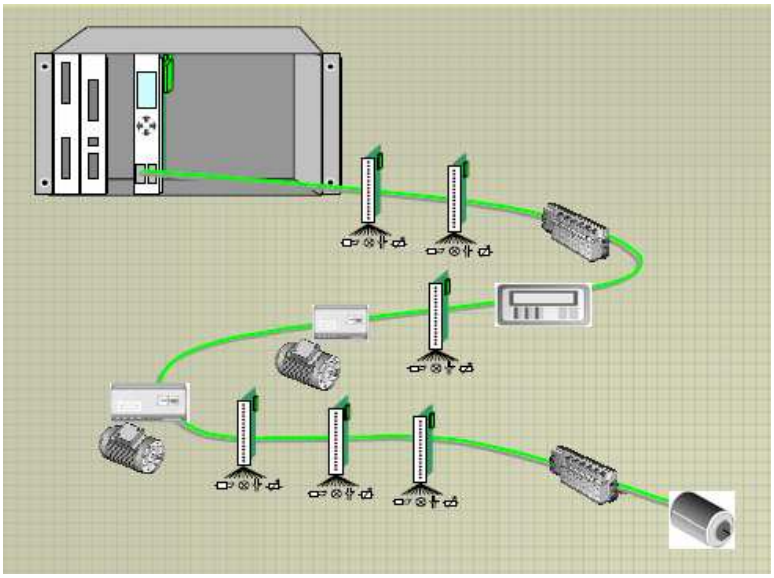


Fig. 1.24 Red Industrial

1.11.2 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES

Debido a la falta de estándares, diferentes compañías han desarrollado diferentes soluciones, cada una de ellas con diferentes prestaciones y campos de aplicación. En una primera clasificación podríamos dividirlos en los siguientes grupos:

1.5.2.1 Buses de alta velocidad y baja funcionalidad

Diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotoceldas, relés y actuadores funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de planta. Suelen especificar las capas física y de enlace del modelo OSI, es decir, señales físicas y patrones de bits de las tramas.

Algunos ejemplos son:

- CAN: Diseñado originalmente para su aplicación en vehículos.
- SDS: Bus para la integración de sensores y actuadores, basado en CAN.
- ASI: Bus serie diseñado por Siemens para la integración de sensores y actuadores.

1.5.2.2 Buses de alta velocidad y funcionalidad media

Se basan en el diseño de una capa de enlace para el envío eficiente de bloques de datos de tamaño medio. Estos mensajes permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad de modo que permite incluir aspectos como la configuración, calibración o programación del dispositivo. Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo coste. Normalmente incluyen la especificación completa de la capa de aplicación, lo que significa que se dispone de funciones utilizables desde programas basados en PCs para acceder, cambiar y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema. Algunos incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos que facilitan la interoperabilidad de dispositivos de distintos fabricantes. Algunos ejemplos son:

- DeviceNet: Desarrollado por Allen-Bradley, utiliza como base el bus CAN, e incorpora una capa de aplicación orientada a objetos.
- LONWorks: Red desarrollada por Echelon.
- BitBus: Red desarrollada por INTEL.
- DIN MessBus: Estándar alemán de bus de instrumentación, basado en comunicación RS-232.
- InterBus-S: Bus de campo alemán de uso común en aplicaciones medias.

1.5.2.3 Buses de altas prestaciones

Son capaces de soportar comunicaciones a nivel de toda la factoría, en muy diversos tipos de aplicaciones. Aunque se basan en buses de alta velocidad, algunos presentan problemas debido a la sobrecarga necesaria para alcanzar las características funcionales y de seguridad que se les exigen. La capa de aplicación oferta un gran número de servicios a la capa de usuario. Entre sus características incluyen:

- Redes multi-maestro con redundancia.
- Comunicación maestro-esclavo según el esquema pregunta-respuesta.
- Recuperación de datos desde el esclavo con un límite máximo de tiempo.

- Capacidad de direccionamiento unicast, multicast y broadcast.
- Petición de servicios a los esclavos basada en eventos.
- Comunicación de variables y bloques de datos orientada a objetos.
- Descarga y ejecución remota de programas.
- Altos niveles de seguridad de la red, opcionalmente con procedimientos de autentificación.
- Conjunto completo de funciones de administración de la red.

Algunos ejemplos son:

- Profibus
- FIP
- Fieldbus Foundation

1.5.2.4 Buses para áreas de seguridad intrínseca

Incluyen modificaciones en la capa física para cumplir con los requisitos específicos de seguridad intrínseca en ambientes con atmósferas explosivas. La seguridad intrínseca es un tipo de protección por la que el aparato en cuestión no tiene posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera circundante.

Algunos ejemplos son

- HART
- Profibus PA
- FIP.

1.11.3 COMPONENTES DE LAS REDES INDUSTRIALES

En grandes redes industriales un simple cable no es suficiente para conectar el conjunto de todos los nodos de la red. Deben definirse topologías y diseños de redes para proveer un aislamiento y conocer los requerimientos de funcionamiento.

1.5.3.1 Bridge

Un puente o bridge es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 del modelo OSI (nivel de enlace de datos). Este interconecta dos segmentos de red (o divide una red en segmentos) haciendo el pasaje de datos de una red hacia otra, con base en la dirección física de destino de cada paquete. Un bridge conecta dos segmentos de red como una sola red usando el mismo protocolo de establecimiento de red.

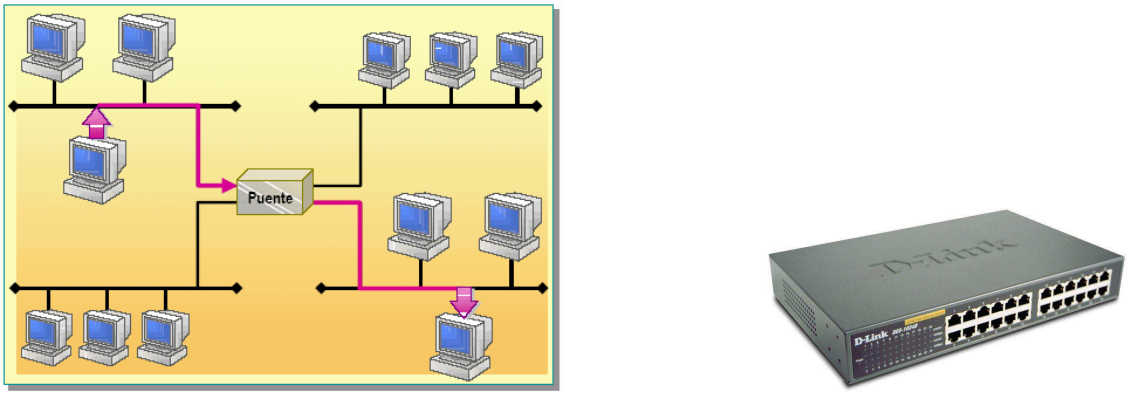


Fig. 1.25 Bridge

1.5.3.2 Repetidor

El repetidor o amplificador es un dispositivo que intensifica las señales eléctricas para que puedan viajar grandes distancias entre nodos. Con este dispositivo se pueden conectar un gran número de nodos a la red; además se pueden adaptar a diferentes medios físicos como cable coaxial o fibra óptica.

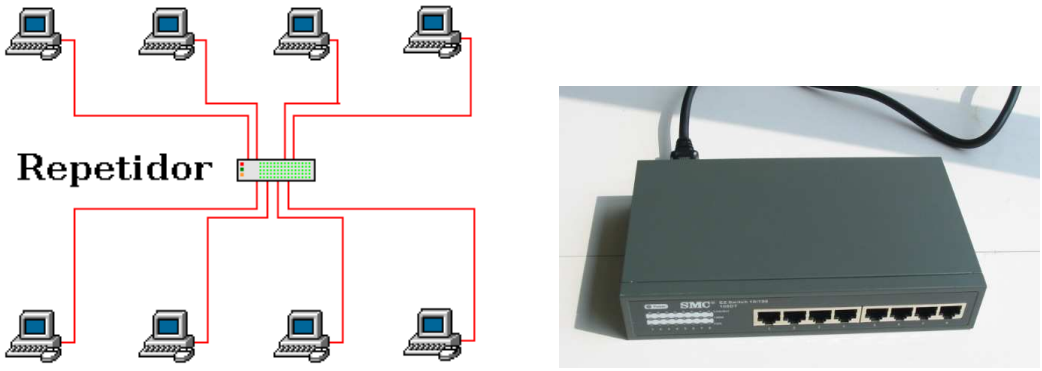


Fig. 1.26 Repetidor

1.5.3.3 Gateway

Un gateway es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.

Fig. 1.27 Gateway

1.5.3.4 Enrutadores

Es un switch "Enrutador" de paquetes de comunicación entre diferentes segmentos de red que definen la ruta.

Fig. 1.28 Enrutador

1.11.4 CONCENTRADORES DE INFORMACIÓN

Este tipo de dispositivo simplemente transmite (repite) toda la información que recibe, para que todos los dispositivos conectados a sus puertos reciban dicha información y se pueden utilizar para extender la red. No obstante, debido a esta acción, puede ser que se envíe gran cantidad de tráfico innecesario a todos los dispositivos de la red.

1.5.4.1 Los concentradores

Los concentradores transmiten el tráfico a la red sin tener en cuenta la supuesta dirección. Los PCs a los que se envían los paquetes, utilizan la información de la dirección de cada paquete para averiguar qué paquetes están destinados a ellos mismos. La repetición de la información en una red pequeña no representa un problema, pero para una red más grande y más utilizada, puede ser que sea necesario un componente de operación en red como un conmutador para que ayude a reducir la cantidad de tráfico innecesario generado.

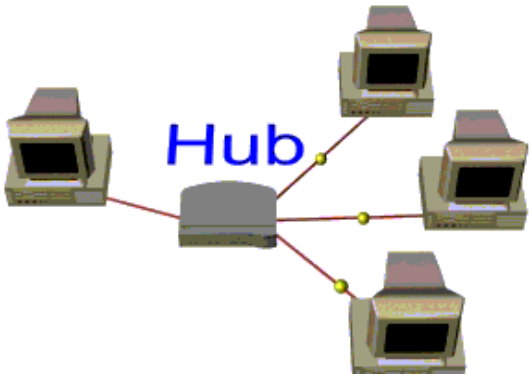


Fig. 1.29 Hub

1.5.4.2 Conmutadores

Los conmutadores controlan el flujo del tráfico de red basándose en la información de la dirección de cada paquete. Un conmutador averigua qué dispositivos están conectados a sus puertos (monitorizando los paquetes que recibe), y envía los paquetes solamente al puerto adecuado. Esta acción permite la comunicación simultánea a través del conmutador, con lo que se mejora el ancho de banda. Esta operación del conmutador reduce la cantidad de tráfico innecesaria que se habría generado si se hubiera enviado la misma información desde cada puerto (como ocurre con los concentradores).

A menudo, los conmutadores y concentradores forman parte de la misma red; los concentradores extienden la red proveyendo más puertos, y los conmutadores dividen la red en secciones más pequeñas y menos congestionadas.

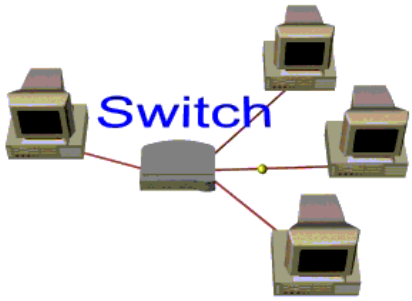


Fig. 1.30 Switch

1.5.4.3 Switch Industrial

Un Switch Industrial para Ethernet es un conmutador inteligente que reduce el tráfico de red a lo mínimo y mejora notablemente su rendimiento. Un switch aprende con el tiempo dónde están las diferentes direcciones de Ethernet en la red, y por ello hace un uso inteligente de las conexiones. Un switch Ethernet aprende las direcciones Ethernet al detectar las direcciones en todas las tramas de datos que van pasando, y una vez que las conoce, el switch entonces únicamente emite la trama hacia la dirección correcta en la red.

Un Switch Industrial para Ethernet es diferente a un switch de oficina debido a un posible mayor nivel de ruido eléctrico en un entorno industrial, el switch emite los datos con mayor potencia para elevar el radio de la señal frente al ruido eléctrico. Además las tramas de datos industriales son generalmente cortas, es decir, menos datos, pero datos más importantes. Esto permite recibir toda la trama y hacer una completa verificación de su validez, CRC de la trama antes de enviarla hacia su destino. Esta tecnología se conoce como "Store-and-Forward" y tiene como virtud eliminar tramas defectuosas antes de lleguen a causar problemas en algún sitio.

Fig. 1.31 Switch Industrial

1.11.5 REDES INDUSTRIALES CON PLC

Muchos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes y funcionan en diferentes niveles de automatización; además, a menudo se encuentran distanciados entre sí; pero sin embargo, se desea que trabajen en forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. El objetivo principal es la comunicación totalmente integrada en el sistema. Al usuario, esto le reporta la máxima flexibilidad ya que también puede integrar sin problemas productos de otros fabricantes a través de las interfaces software estandarizadas.

En los últimos años, las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado haciendo posible la conexión de sensores, actuadores y equipos de control en una planta de procesamiento.

De esta manera, la comunicación entre la sala de control y los instrumentos de campo se han convertido en realidad. La Comunicación digital debe integrar la información provista por los elementos de campo en el sistema de control de procesos.

1.11.6 SOLUCIONES CON ETHERNET

Aunque los buses de campo continuarán dominando las redes industriales, las soluciones basadas en Ethernet se están utilizando cada vez más en el sector de las tecnologías de automatización, donde las secuencias de procesos y producción son controladas por un modelo cliente/servidor con controladores y PLC, teniendo acceso a cada sensor que se conecta a la red.

Ethernet se está afianzando en el sector industrial. Ordenadores personales, impresoras y demás equipos periféricos con tarjetas de interfaz de red Ethernet se están utilizando cada vez más en el ambiente industrial y la aceptación de Ethernet va en aumento, en la misma medida del uso creciente de enrutadores y conmutadores inteligentes. Aún existen algunas barreras a la aceptación de Ethernet en el ambiente industrial, pero eso se debe a la falta de un nivel aceptable de software en las plantas y la falta de conocimiento acerca de la conectividad ofrecida por Ethernet en la automatización industrial.

Ethernet/IP es un protocolo de red en niveles para aplicaciones de automatización industrial. Basado en los protocolos estándar TCP/IP, utiliza los ya bastante conocidos hardware y software Ethernet para establecer un nivel de protocolo para configurar, acceder y controlar dispositivos de automatización industrial. Ethernet/IP clasifica los nodos de acuerdo a los tipos de dispositivos preestablecidos, con sus actuaciones específicas. El protocolo de red Ethernet/IP está basado en el Protocolo de Control e Información (Control and Information Protocol - CIP) utilizado en DeviceNet y ControlNet. Basados en esos protocolos, Ethernet/IP ofrece un sistema integrado completo desde la planta industrial hasta la red central de la empresa.

1.11.7 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Un controlador lógico programable es un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1 a 5 VDC, 4 a 20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos.

Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

1.5.7.1 Estructura básica de un PLC

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos.

El controlador Programable tiene la estructura típica de muchos sistemas programables, como por ejemplo una microcomputadora. La estructura básica del hardware de un PLC esta constituido por:

- Fuente de alimentación
- Unidad de procesamiento central (CPU)

- Módulos de interfases de entradas/salidas (E/S)
- Modulo de memorias
- Unidad de programación

En algunos casos cuando el trabajo que debe realizar el controlador es más exigente, se incluyen Módulos Inteligentes.

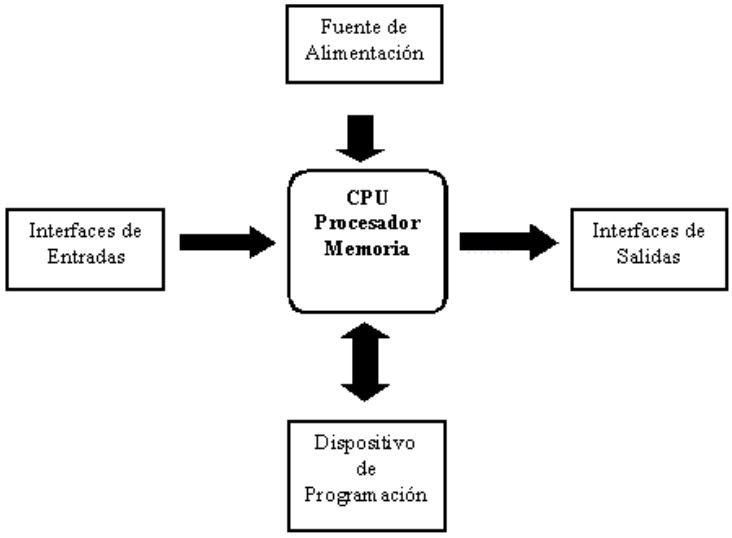


Fig 1.28 Estructura de un Controlador Lógico Programable

a. Fuente de Alimentación

La función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía a la CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC.

- + 5 V para alimentar a todas las tarjetas
- + 5.2 V para alimentar al programador
- + 24 V para los canales de lazo de corriente 20 mA.

b. Unidad de Procesamiento Central (CPU)

Es la parte más compleja e imprescindible del PLC, que en otros términos podría considerarse el cerebro del controlador.

La unidad central está diseñada a base de microprocesadores y memorias; contiene una unidad de control, la memoria interna del programador RAM, temporizadores, contadores,

memorias internas tipo relé, entradas/salidas, etc. Su misión es leer los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad.

c. Módulos o Interfases de Entrada y Salida (E/S)

Son los que proporcionan el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de máquinas del proceso.

Tipos de módulos de entrada y salida

Debido a que existen gran variedad de dispositivos externos, encontramos diferentes tipos de módulos de entrada y salidas, cada uno de los cuales sirve para manejar cierto tipo de señal (discreta o análoga) a determinado valor de tensión o de corriente en DC o AC.

- Módulos de entradas discretas
- Módulos de salidas discretas
- Módulos de entrada analógica
- Módulos de salida analógica

d. Módulos de Memorias

Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente
Se cuenta con dos tipos de memorias,

- Volátiles (RAM)
- No volátiles (EPROM y EEPROM)

e. Unidad de Programación

Los terminales de programación, son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina; estos aparatos están constituidos por teclados y dispositivos de visualización. Existen tres tipos de programadores los manuales (Hand Held) tipo de calculadora, Los de video tipo (PC), y la computadora.

1.5.7.2 Programación en los PLCs

Los primeros PLC, en la primera mitad de los 80, eran programados usando sistemas de programación propietarios o terminales de programación especializados, que a menudo tenían teclas de funciones dedicadas que representaban los elementos lógicos de los programas de PLC. Los programas eran guardados en cintas. Más recientemente, los programas PLC son escritos en aplicaciones especiales en un ordenador, y luego son descargados directamente mediante un cable o una red al PLC. Los PLC viejos usan una memoria no volátil pero ahora los programas son guardados en una RAM con batería propia o en otros sistemas de memoria no volátil como las memorias flash.

Los primeros PLC fueron diseñados para ser usados por electricistas que podían aprender a programar los PLC en el trabajo. Estos PLC eran programados con “lógica de escalera”("ladder logic"). Los PLC modernos pueden ser programados de muchas formas, desde la lógica de escalera hasta lenguajes de programación tradicionales como el BASIC o C. Otro método es usar la Lógica de Estados (State Logic), un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programas PLC basándose en los diagramas de transición de estados. Recientemente, el estándar internacional IEC 61131-3 se está volviendo muy popular. IEC 61131-3 define cinco lenguajes de programación para los sistemas de control programables: FBD (Function block diagram), LD (Ladder diagram), ST (Structured text, similar al lenguaje de programación Pascal), IL (Instruction list) y SFC (Sequential function chart).

Mientras que los conceptos fundamentales de la programación del PLC son comunes a todos los fabricantes, las diferencias en el direccionamiento E/S, la organización de la memoria y el conjunto de instrucciones hace que los programas de los PLCs nunca se puedan usar entre diversos fabricantes. Incluso dentro de la misma línea de productos de un solo fabricante, diversos modelos pueden no ser directamente compatibles.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolos que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

1.5.7.3 Comunicaciones

Las formas como los PLCs intercambian datos con otros dispositivos son muy variadas. Típicamente un PLC puede tener integrado puertos de comunicaciones seriales que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo al fabricante. Estos puertos pueden ser de los siguientes tipos:

- RS232C
- RS485
- RS422
- Ethernet

Sobre estos tipos de puertos de hardware las comunicaciones se establecen utilizando algún tipo de protocolo o lenguaje de comunicaciones. En esencia un protocolo de comunicaciones define la manera como los datos son empaquetados para su transmisión y como son codificados. De estos protocolos los más conocidos son:

- Modbus
- CANBus
- Profibus

Muchos fabricantes además ofrecen distintas maneras de comunicar sus PLCs con el mundo exterior mediante esquemas de hardware y software protegidos por patentes y leyes de derecho de autor.

1.12 SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE INTERNET

1.12.1 GENERALIDADES

La rápida evolución del Internet en los últimos años ha provocado que los sistemas basados en Internet jueguen un papel muy importante en nuestros días y en el futuro esta importancia crecerá aun más. El telecontrol facilita la optimización de los equipos ya que posibilita el uso compartido de recursos simultáneamente.

1.12.2 PRINCIPALES APLICACIONES

- Mantenimiento remoto y reparación de equipos e instalaciones. De esta manera los productores de maquinaria pueden proveer mantenimiento online de sus equipos.
- Interacción de procesos en las compañías que tienen varias plantas alrededor del mundo. El mismo operario puede manejar todos los procesos de una manera centralizada.
- En la actualidad existen algunas herramientas comerciales que permiten realizar telecontrol.

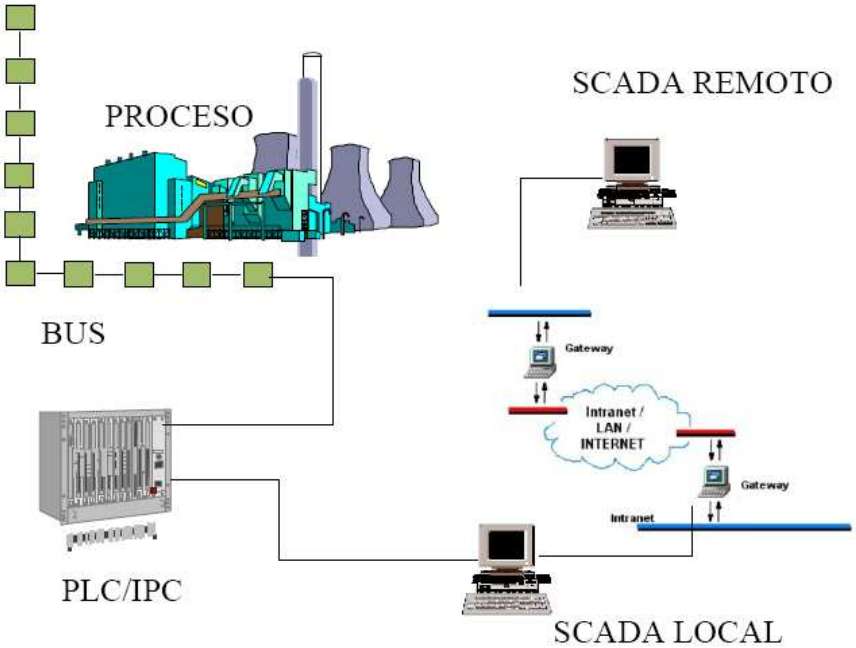


Fig 1.33 Supervisión a través de Internet

1.12.3 INTERNET

Internet es un método de interconexión descentralizada de redes de computadoras implementado en un conjunto de protocolos denominado TCP/IP y garantiza que redes físicas heterogéneas funcionen como una red lógica única, de alcance mundial. Sus orígenes se remontan a 1969, cuando se estableció la primera conexión de computadoras, conocida como ARPANET, entre tres universidades en California y una en Utah, EE. UU.

1.6.3.1 Estructura de la Red de Internet

En los últimos años se han desarrollado grandes redes que unían ordenadores de empresas o de particulares. Estas redes, eran de tipo LAN o WAN. Internet es otra Red que está por encima de éstas y que las une a todas.

Internet es una red de alcance mundial que une una gran cantidad de redes grandes de ordenadores. Esto afecta al usuario de Internet, puesto que le permite contactar con gente y ordenadores de todo el mundo desde su propia casa.

Internet funciona con la estrategia "Cliente/Servidor", lo que significa que en la Red hay ordenadores Servidores que dan una información concreta en el momento que se solicite, y por otro lado están los ordenadores que piden dicha información, los llamados Clientes.

Existe una gran variedad de "lenguajes" que usan los ordenadores para comunicarse por Internet. Estos "lenguajes" se llaman Protocolos. Se ha establecido que en Internet, toda la información ha de ser transmitida mediante el Protocolo TCP/IP.

1.6.3.2 Protocolo TCP/IP

TCP/IP son las siglas de "Transfer Control Protocol / Internet Protocol". Éste es el lenguaje establecido para la Red Internet. Antes de su creación, este protocolo tuvo mucho éxito en el campo de los grandes ordenadores (máquinas UNIX).

El protocolo TCP/IP presenta varias ventajas con respecto a otros protocolos de red, siendo quizá ésta, la razón de que se haya establecido como estándar en la red Internet.
La principal característica del TCP/IP es que establece la comunicación por medio de paquetes de información. Cuando un ordenador quiere mandar a otro un fichero de datos, lo primero que hace es partirlo en trozos pequeños (alrededor de unos 4 Kbytes) y posteriormente enviar cada trozo por separado. Cada paquete de información contiene la dirección en la Red donde ha de llegar, y también la dirección de remite, por si hay que recibir respuesta. Los paquetes viajan por la Red de forma independiente. Entre dos puntos de la Red suele haber muchos caminos posibles. Cada paquete escoge uno dependiendo de

factores como saturación de las rutas o posibles atascos. De este modo, encontramos normalmente situaciones como que parte de un fichero que se envía desde EE.UU. hasta España pase por cable submarino hasta el Norte de Europa y de allí hasta España, y otra parte venga por satélite directamente a Madrid. Esta importante característica permite que Internet sea la red más estable del Mundo. Al ser una red tan grande y compleja existen cientos de vías alternativas para un destino concreto. Así, aunque fallen algunos ordenadores intermediarios o no funcionen correctamente algunos canales de información, siempre existe comunicación entre dos puntos de la Red.

1.6.3.3 Ventajas e Inconvenientes

Otra notable y muy positiva consecuencia del uso del TCP/IP es que admite la posibilidad de que algún paquete de información se pierda por el camino. Puede ocurrir que un ordenador intermediario se apague o se sature justo cuando un fichero que estemos enviando o recibiendo pase por dicho ordenador. En algunos servicios de Internet, como el FTP, esto no es un problema, puesto que automáticamente se vuelve a pedir el envío del paquete perdido, para que el fichero solicitado llegue a su destino íntegramente. Sin embargo, en otros servicios como es la Navegación por la World Wide Web, la pérdida de uno de estos paquetes implica que en nuestras pantallas no aparezca una imagen o un texto en el lugar donde debería estar. De todos modos, siempre existe la posibilidad de volver a solicitar dicha información. Este punto, más que una ventaja, podría parecer un inconveniente. Sin embargo, no es así, puesto que es mejor que se pierda un pequeño porcentaje de la información a transferir, a que se pierda toda por un corte de la red. Como el TCP/IP funciona en base a paquetes, siempre queda abierta la posibilidad de volver a solicitar el paquete perdido, y completar la información sin necesidad de volver a transferir todo el conjunto de datos.

1.6.3.4 Direcciones IP y Nombres de Dominio

Cada computador que se conecta a Internet se identifica por medio de una dirección IP. Ésta se compone de 4 números comprendidos entre el 0 y 255 ambos inclusive y separados por puntos. Así, por ejemplo una dirección IP podría ser: 155.210.13.45.

No está permitido que coexistan en la Red dos ordenadores distintos con la misma dirección, puesto que de ser así, la información solicitada por uno de los ordenadores no sabría a cual de ellos dirigirse. Cada número de la dirección IP indica una sub-red de Internet. Hay 4 números en la dirección, lo que quiere decir que hay 4 niveles de profundidad en la distribución jerárquica de la Red Internet.

En el ejemplo anterior, el primer número, 155, indica la sub-red del primer nivel donde se encuentra nuestro ordenador. Dentro de esta sub-red puede haber hasta 256 "sub-subredes". En este caso, nuestro ordenador estaría en la "sub-sub-red" 210. Así sucesivamente hasta el tercer nivel. El cuarto nivel no representa una sub-red, sino que indica un ordenador concreto.

Resumiendo, los tres primeros números indican la red a la que pertenece nuestro ordenador, y el último sirve para diferenciar nuestro ordenador de los otros que "cuelguen" de la misma red.

Esta distribución jerárquica de la Red Internet, permite enviar y recibir rápidamente paquetes de información entre dos ordenadores conectados en cualquier parte del mundo a Internet, y desde cualquier sub-red a la que pertenezcan.

Un usuario de Internet, no necesita conocer ninguna de estas direcciones IP. Las manejan los ordenadores en sus comunicaciones por medio del Protocolo TCP/IP de manera invisible para el usuario. Sin embargo, necesitamos nombrar de alguna manera los ordenadores de Internet, para poder elegir a cual pedir información. Esto se logra por medio de los Nombres de Dominio.

Los nombres de dominio, son la traducción para las personas de las direcciones IP, las cuales son útiles sólo para los ordenadores. Así por ejemplo, yahoo.com es un nombre de dominio. Como se puede ver, los nombres de domino son palabras separadas por puntos, en vez de números en el caso de las direcciones IP. Estas palabras pueden darnos idea del ordenador al que nos estamos refiriendo.

No todos los ordenadores conectados a Internet tienen un nombre de dominio. Sólo suelen tenerlo, los ordenadores que reciben numerosas solicitudes de información, o sea, los ordenadores servidor. Por contra, los ordenadores cliente, los que consultan por Internet, no necesitan un nombre de dominio, puesto que ningún usuario de la Red va a pedirles información.

El número de palabras en el nombre de dominio no es fijo. Pueden ser dos, tres, cuatro, etc. Normalmente son sólo dos. La última palabra del nombre de dominio representa que tipo de organización posee el ordenador al que nos referimos:

com = Empresas
edu = Instituciones de carácter Educativo, mayormente Universidades.
org = Organizaciones no Gubernamentales.
gov = Entidades del Gobierno.
mil = Instalaciones Militares.

En el resto de los países, que se unieron a Internet posteriormente, se ha establecido otra nomenclatura. La última palabra indica el país:

es = España
fr = Francia
uk = Reino Unido (United Kingdom)
ec = Ecuador, etc.

Por lo tanto, con sólo ver la última palabra del nombre de dominio, podemos averiguar donde está localizado el ordenador al que nos referimos.
Por medio de lo que se llaman, "Servidores de Nombres de Dominio (DNS)", Internet es capaz de averiguar la dirección IP de un ordenador a partir de su nombre de dominio.

1.12.4 SERVICIOS QUE OFRECE INTERNET

En muchas ocasiones se tiende a identificar Internet con la navegación, las visitas a páginas web. La World Wide Web (www) es sólo uno de los servicios que ofrece Internet, aunque sin lugar a dudas es el más conocido y popular, junto con el servicio de correo

electrónico. Cada uno de estos servicios corresponde a una forma de interpretar la información transmitida, respondiendo a un estándar de comunicación determinado. A modo de ejemplo, podemos citar el http (HiperText Transfer Protocol), el estándar utilizado por las páginas web, o bien el ftp (File Transfer Protocol), utilizado para el intercambio de ficheros entre ordenadores.

1.6.4.1 World Wide Web (www)

Las páginas web son la parte más visual de toda la red. La combinación de texto, gráficos, sonido, animaciones, vídeo convierte este servicio en todo un espectáculo para nuestros sentidos. Se basa en la capacidad de enlazar la información que contiene una web mediante hipertexto, obra del científico europeo Tim Berners-Lee, autor del lenguaje HTML.

Para poder visualizar una página web se necesita un programa que interprete este lenguaje, el navegador. Los programas de este tipo más extendidos son el Explorer de Microsoft y Nestcape Navigator.

1.6.4.2 Correo electrónico

Junto con la www el correo electrónico es otro de los servicios más utilizados en Internet. Gracias a él, es posible enviar mensajes a cualquier persona del mundo que disponga de una cuenta en Internet. Un mensaje puede contener, a parte del propio texto, imágenes e incluso ficheros adjuntos. De hecho, algunos de los virus más extendidos han utilizado esta vía para introducirse en las máquinas de los usuarios. Para evitar cualquier tipo de problema, la recomendación más básica es la de no abrir ningún fichero del cual no se conozca su procedencia.

Para enviar y recibir mensajes de correo electrónico se necesita un cliente de email, la aplicación mediante la cual se realizan todas las operaciones de forma sencilla y cómoda.

1.6.4.3 Transferencia de ficheros (FTP)

En Internet es posible encontrar grandes cantidades de programas y ficheros almacenados en ordenadores accesibles mediante el protocolo FTP. Para acceder a estos ficheros es necesario utilizar una aplicación que utilice este protocolo, como el Explorador de

Windows. En la actualidad, desde el mismo navegador también se puede acceder a estos ordenadores, cambiando la etiqueta http:// por la de ftp://, aunque la velocidad y fiabilidad de la conexión es menor que utilizando programas específicamente diseñados con esta finalidad.

Con tantos ficheros almacenados en ordenadores diferentes, el problema puede ser encontrar aquello que se busca. Con la intención de solucionar este problema se creó Archie, una base de datos que dispone de información sobre los programas y su localización dentro de Internet.

1.6.4.4 Grupos de Noticias (Newsgroups)

Bajo el nombre de "Grupos de Noticias" se encuentran miles de grupos de discusión sobre los temas más dispares. Cada uno de estos grupos está formado por personas que desean intercambiar mensajes entre sí sobre una temática determinada. El funcionamiento de estos grupos es parecido al de un tablón de anuncios: alguien "cuelga" un mensaje que es leído por el resto de usuarios, que a su vez puede contestar a este mensaje o dejar nuevos comentarios para el grupo.

Para acceder a cualquier grupo de news se pueden utilizar programas especializados, como News Pro y FreeAgent, aunque los programas más habituales para la navegación o el correo también son capaces de gestionar este servicio.

1.6.4.5 IRC (Internet Relay Chat)

Las charlas (conversaciones mediante el teclado en tiempo real), es otro de los servicios de Internet que causa furor, y no sólo en el sector más joven de usuarios. Gracias a programas de IRC como el extendido mIRC, es posible "hablar" con personas de todo el planeta, siempre y cuando se conecten a los servidores dispuestos a tal efecto.

Los servidores de IRC se organizan en canales, cada uno con su temática e interés concreto. Cada servidor dispone de una lista de canales, y aunque tengan el mismo nombre, pueden ser diametralmente diferentes según el servidor al que conectemos.

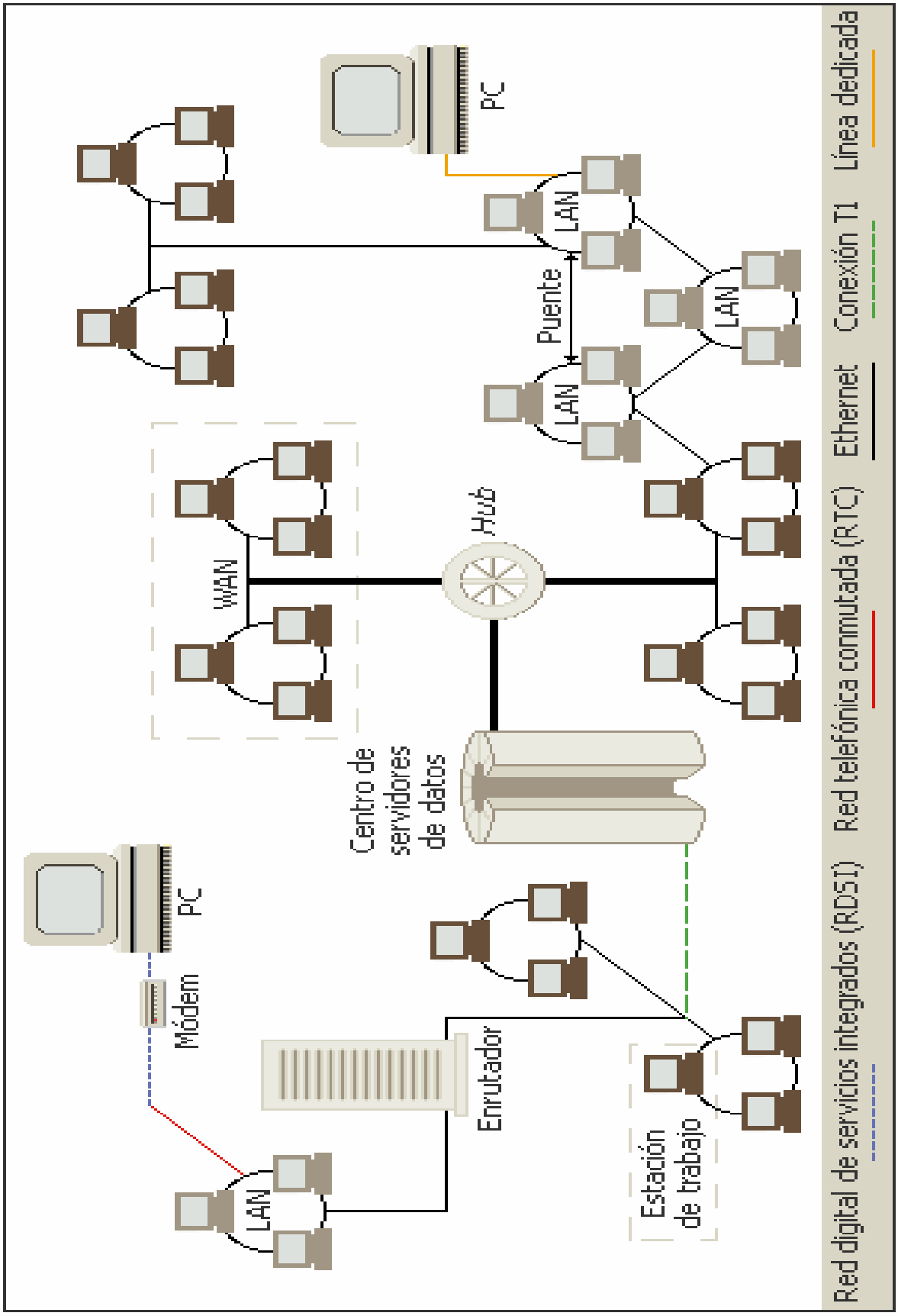


Fig 1.34 Topología de Internet

1.6.5 POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE INTERNET

Una valoración de la Internet implica la consideración de las posibilidades y limitaciones de la misma, en relación a temas tales como: privacidad, variedad y dinamismo de la información así como el crecimiento y estructura del medio, la libertad y el control. La privacidad del entorno Internet favorece al establecimiento de relaciones distantes entre miembros de una audiencia que se sienten libres para aportar, validar, poner posiciones individuales. La distancia, sin embargo puede limitar la fiabilidad de dichas relaciones. La variedad de información que ofrece la Internet tiene igualmente sus aspectos positivos y negativos.

El modo de actualización de las fuentes de información es incontrolado y esporádico. Los recursos informativos son volátiles y los servidores de las redes que los soportan cambian constantemente. Desde el punto de vista del crecimiento de la Internet, los datos son espectaculares: en abril de 1993 había alrededor de sesenta mil documentos electrónicos. Un año más tarde el número excedía los dos millones. Asociado con el crecimiento existe un problema de seguridad que hace que posibles contribuyentes valiosos declinen su participación y opten por medios tradicionales como en revistas impresas[15].

En lo que concierne a la estructura de la Internet, la conexión de los diversos documentos con hipervínculos permite la explotación ilimitada y multidireccional de los mismos.

En lo que se refiere a la libertad y el control personal, la Internet ofrece, en teoría acceso a la información y oportunidades para la libre expresión a niveles sin precedentes. En la práctica sin embargo el acceso a la tecnología está limitado a aquellos que poseen la información y los medios para filtrar información.

La mayoría de los servicios de la red no pueden vigilar y controlar constantemente lo que los usuarios exponen en Internet a través de sus servidores. A la hora de tratar con

[15] Postman, N. (1993). Technopoly: the surrender of culture to tehnology. New York: Vintage.

información procedente de otros países surgen problemas legales; incluso aunque fuera posible un control supranacional, habría que determinar unos criterios mundiales de comportamiento y ética.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS Y DISEÑO

2.9 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA

2.9.1 SITUACIÓN ACTUAL

La medición del consumo de energía eléctrica se la realiza a través de medidores facilitados por la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi (ELEPCO S.A.), estos equipos no disponen de comunicación industrial y la medición no se la realiza dentro del proceso de supervisión.

La medición del consumo de diesel se la realiza en el proceso de Fundición, pero éste medidor únicamente dispone de visualización de los valores mediante un display.

2.9.2 PARÁMETROS UTILIZADOS

2.1.2.1 Mediciones Eléctricas

Proceso de Extrusión: Prensa 1

Voltaje LL : 440 V
Voltaje LN : 220 V
Corriente : 250 A

Proceso de Extrusión: Prensa 2

Voltaje LL : 440 V
Voltaje LN : 220 V
Corriente : 250 A

Proceso de Fundición

Voltaje LL : 440 V
Voltaje LN : 220 V
Corriente : 250 A

Proceso de Anodizado

Voltaje LL : 440 V

Voltaje LN : 220 V

Corriente : 250 A

Proceso de Pintura

Voltaje LL : 440 V

Voltaje LN : 220 V

Corriente : 250 A

2.1.2.2 Consumo de Diésel

Proceso de Extrusión: Prensa 1

Máximo : 16 gph

Mínimo : 1,6 gph

Proceso de Extrusión: Prensa 2

Máximo : 16 gph

Mínimo : 1,6 gph

Proceso de Fundición

Máximo : 25,2 gph

Mínimo : 1,5 gph

Proceso de Anodizado

Máximo : 20 gph

Mínimo : 5 gph

Proceso de Envejecimiento

Máximo : 35 gph

Mínimo : 1,5 gph

Proceso de Homogenizado

Máximo : 25,2 gph

Mínimo : 1,5 gph

2.9.3 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Los siguientes requisitos fueron sugeridos por el Ing. Jorge Medina JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE CEDAL S.A. y se constató que para el funcionamiento del sistema son parámetros relevantes:

2.1.3.1 Medición de los siguientes parámetros en cada proceso de la planta:

- Voltajes entre líneas y voltajes línea – neutro.
- Corriente.
- Potencias: Activa, Reactiva y Aparente.
- Factor de Potencia.
- Frecuencia.
- THD V y THD I.
- Consumo Eléctrico.
- Consumo de Diésel.

2.1.3.2 Base de Datos

- Guardar la información diaria en archivos planos[16].
- Base de Datos realizada en Excel conectada con la base de datos que genera directamente RSView32.

2.1.3.3 Monitoreo Remoto

- Visualizar la información de cada proceso, a través de RSView32, en una computadora en la planta.
- Gráficos de tendencias de los parámetros a supervisar.
- Monitoreo a través de Internet mediante RSView WEBServer.

2.9.4 VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en monitorear el consumo diario de energía eléctrica y otros parámetros eléctricos necesarios para llevar un adecuado control de los procesos. Además

[16] Archivos con extensión .txt

otra parte fundamental del proyecto consiste en registrar el consumo diario de diesel en cada proceso de la planta.

Para ello se implementará y se sustituirá los medidores de energía eléctrica que no dispongan de comunicación industrial por un medidor electrónico “PowerMonitor 3000” de la marca Allen Bradley, el mismo que dispone de comunicación Ethernet y mide los parámetros solicitados en los Requisitos del Sistema.

Además se enlazará el medidor de flujo existente en el proceso de Fundición y se dejará diseñada la infraestructura para colocar cuatro flujómetros más en las otras áreas donde son requeridos a fin de obtener un monitoreo del consumo de diesel en la planta.

Las señales que llegan desde los flujómetros serán ingresadas en una nueva tarjeta de entradas análogas del PLC SLC 5/05, existente en la planta, a fin de realizar todas las operaciones necesarias y centralizar los datos en una computadora mediante una red Ethernet.

Tanto el PLC como los medidores PowerMonitor 3000 se comunicarán con el PC donde resida el software SCADA a través de una red industrial Ethernet/IP. Para ello es necesario ampliar la red existente de la planta ya que no se tiene acceso a todos los lugares donde van a ser implementados los medidores.

Se diseñará una interfase gráfica de usuario HMI que correrá en una PC utilizando la aplicación RSView32 de Rockwell Software. Mediante esta interfase el usuario podrá monitorear las variables necesarias y cumplir con los requerimientos sugeridos por el Departamento de Mantenimiento.

Finalmente se subirá toda la información obtenida en RSView32 a Internet empleando la aplicación RSView32 WEBServer de Rockwell Software, a fin de tener la posibilidad de realizar el monitoreo de los parámetros no únicamente en la computadora donde se centralizará la información sino que se podrá visualizar los datos en cualquier parte del mundo donde se tenga acceso a Internet.

2.10 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

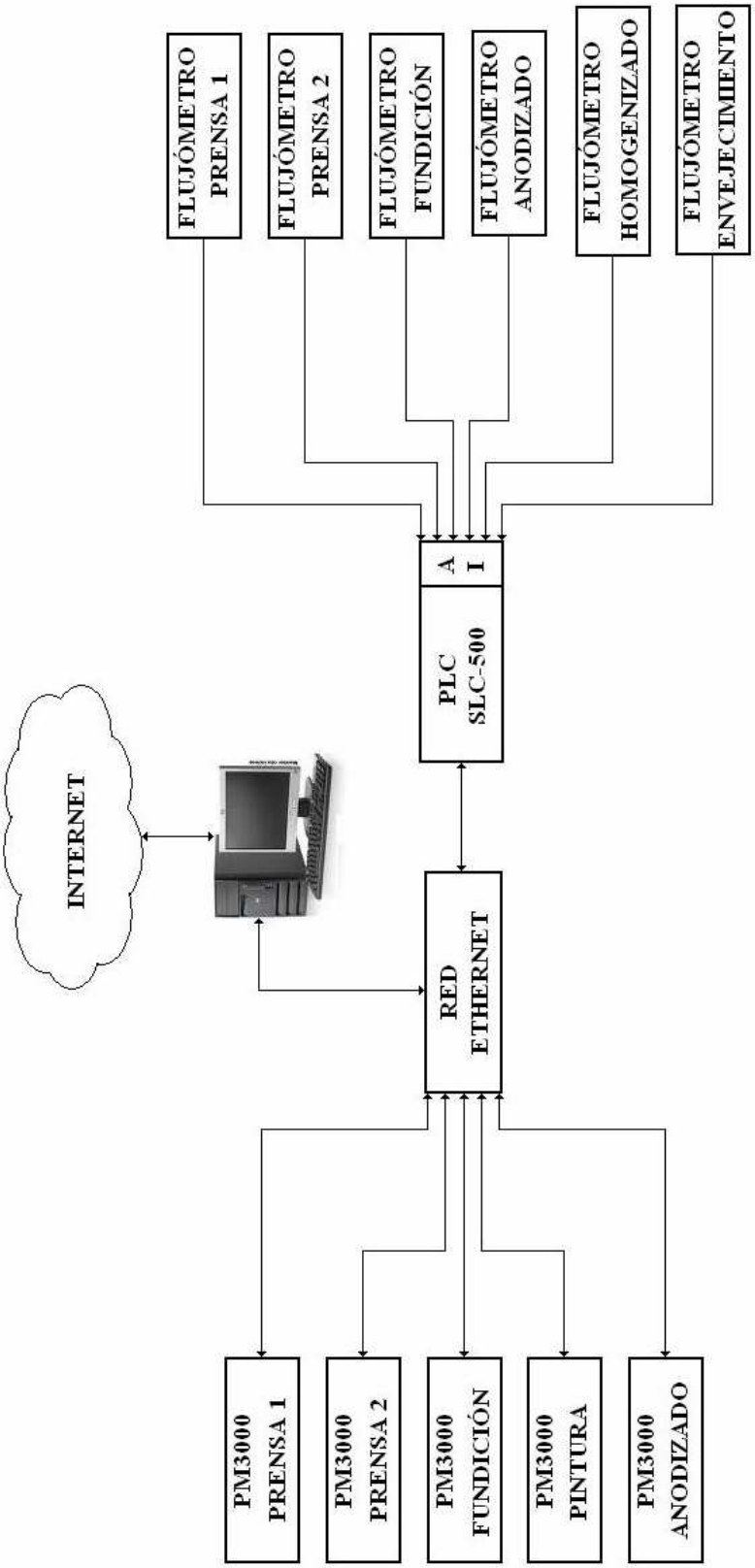


Fig 2.1 Diagrama de Bloques del Sistema

2.11 DISEÑO DEL HARDWARE

2.3.1 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Debido a que cumple con los Requerimientos necesarios del Sistema, a que posee comunicación Ethernet, y a la homologación tecnológica que se pretende mantener en la planta se ha seleccionado el medidor de energía eléctrica PowerMonitor 3000M5 (1404-M505A-ENT) de Rockwell Automation.

2.3.2 SELECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Para obtener una medición de la corriente utilizada en los procesos es necesario disponer de transformadores de corriente (TCs) a fin de reducir los elevados niveles de la corriente a niveles menores o iguales a 5A que son los que pueden ser ingresados en el PowerMonitor 3000.

A continuación se detallan los procesos con sus respectivos niveles de corriente promedio y los TCs elegidos para la utilización y conexión en el PowerMonitor 3000 de cada proceso.

PROCESO	CORRIENTE MEDIDA (A)	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DEL TC
Prensa 1	521	1500 A / 5 A
Prensa 2	532	1500 A / 5 A
Fundición	632	1500 A / 5 A
Anodizado	1092 A	1500 A / 5 A
Pintura	632	1500 A / 5 A

Tabla 2.1 Selección de los Transformadores de Corriente

2.3.3 SELECCIÓN DEL MÓDULO DE ENTRADAS ANÁLOGAS DEL SLC 5/05

Para seleccionar el tipo de módulo analógico a conectarse en el PLC SLC 5/05 es necesario establecer el número de entradas que van a ser utilizadas y además conocer la fuente de las señales, ya que estas señales pueden venir por ejemplo de una RTD, termocupla u otro dispositivo y en el mercado existen módulos específicos para la conexión de estos dispositivos.

En nuestro caso todas las señales provienen de transmisores de flujo, y el número de entradas a utilizare se detalla a continuación:

PROCESO	TIPO	CANTIDAD
Prensa 1	Analógica (entero)	1
Prensa 2	Analógica (entero)	1
Fundición	Analógica (entero)	1
Anodizado	Analógica (entero)	1
Homogenización	Analógica (entero)	1
Envejecimiento	Analógica (entero)	1
	TOTAL	**6**

Tabla 2.2 Selección del módulo de entradas análogas

De acuerdo a lo obtenido en la Tabla 2.2 y comparando con los módulos análogos existentes en el mercado, se ha optado por el módulo de 8 entradas análogas para PLC Allen Bradley SLC 5/05. (1746-NI8)

2.3.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA FUENTE DE PODER DEL PLC SLC 5/05

Para el correcto dimensionamiento de la fuente de poder del PLC es necesario conocer el consumo individual de los módulos y de la CPU del PLC que se conectan a la fuente, a fin de establecer su capacidad de corriente mínima.

CANTIDAD	MÓDULO I/O	CONSUMO INDIVIDUAL (mA)		CONSUMO TOTAL (mA)	
		5V	24V	5V	24V
1	CPU16K, Ethernet & RS232 1747-L551	1000	200	1000	200
1	Módulo de Entradas Analógicas 1746-NI8	200	100	200	100
1	Módulo de Entradas Analógicas 1746-NI4	25	85	25	85
1	Módulo de Salidas Analógicas 1746-NO4v	55	145	55	145
2	Módulo de Entradas Digitales 1746-IB32	50	0	100	0
1	Módulo de Entradas Digitales 1746-IB16	85	0	85	0
3	Módulo de Entradas Digitales 1746-OB16	280	0	840	0
TOTAL (mA)				**2305**	**530**

Tabla 2.3 Dimensionamiento de la Fuente de Poder del PLC SLC 5/05

Con los datos obtenidos en la Tabla 2.3 se ha determinado que la fuente de alimentación del PLC 5A/5V, 0.96A/24V (1746-P2) no presentará ningún problema en proveer la corriente necesaria si se incrementa el módulo de entradas analógicas 1746-NI8 en el PLC existente.

2.12 DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES

Para la comunicación entre el PLC SLC 5/05, el PowerMonitor 3000 y la computadora donde se residirá el programa, para el monitoreo del consumo de energía eléctrica y diesel, se ha elegido una red Ethernet/IP debido a que es la red con la que se está trabajando actualmente en la planta y también por la facilidad de la configuración y manejo de la misma para enlazar los dispositivos de campo ha emplearse con los niveles de gestión de la planta.

Además para la medición del consumo de diesel se ha implementado una red industrial de bucle de 4 a 20 mA entre el transmisor de caudal y el PLC SLC 5/05.

2.12.1 CONEXIÓN DEL PLC SLC 5/05, POWERMONITOR 3000 Y PC PARA UNA RED ETHERNET

Ethernet es una red de área local que provee comunicación entre varios dispositivos a una velocidad de 10 Mbps o más. Las opciones de los medios de comunicación física para el PLC son:

- Par trenzado (10 Base-T[17])
- Mediante hub
- Mediante switch
- Fibra óptica
- Cable coaxial (10Base-5)
- Cable coaxial (10Base-2)

El PLC SLC 5/05 soporta comunicación Ethernet vía el canal 1 de comunicación Ethernet que se muestra en la figura 2.2.

[17] Es una variedad del protocolo de red Ethernet recogido en la revisión IEEE 802.3i en 1990 que define la conexión mediante cable de par trenzado.

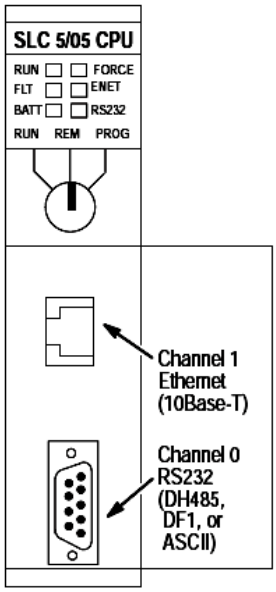


Fig 2.2 Puertos de comunicación del SLC 5/05

El conector Ethernet del SLC 5/05 utiliza una 10Base-T como medio. Las conexiones son hechas directamente a un hub Ethernet. Una topología típica de la red es la que se muestra en la figura 2.3.

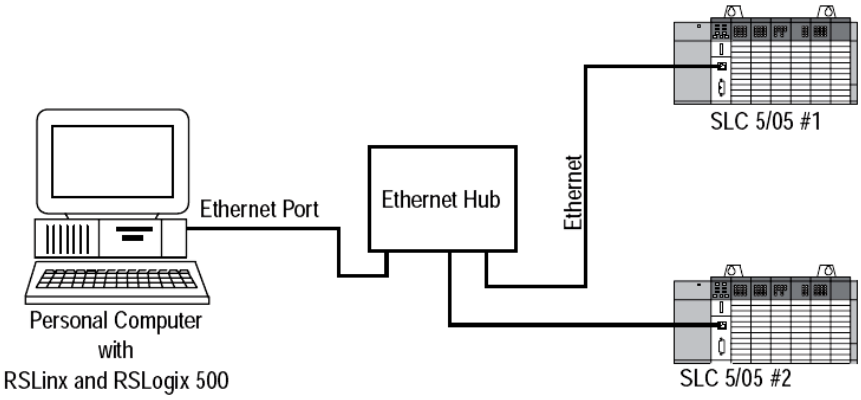


Fig 2.3 Topología de la red

El procesador SLC 5/05 contiene un conector Ethernet RJ-45 el cual se conecta a hubs para Ethernet estándar a través de cable directo de ocho alambres trenzados en pares. Para acceder a otros medios de Ethernet se debe utilizar convertidores de medios 10Base-T o hubs de Ethernet que pueden ser conectados juntos vía fibra, cable coaxial fino o grueso u otros medios físicos comerciales disponibles con los hubs para Ethernet.

Los pines de salida del conector RJ-45 10Base-T se muestran en la tabla 2.4

PIN	NOMBRE
1	TD+
2	TD-
3	RD+
4	No usado por 10Base-T
5	No usado por 10Base-T
6	RD-
7	No usado por 10Base-T
8	No usado por 10Base-T

Tabla 2.3 Distribución de pines del conector SLC 5/05

2.12.2 MORFOLOGÍA DEL CABLE

Un nodo 10BASE-T, como puede ser un ordenador, se comunicará enviando por los pines 1 y 2, y recibirá por el 3 y el 6, al contrario de como lo hará el switch o hub al que esté conectado, que recibirá en los pines 1 y 2, y emitirá a través del 3 y el 6.

El estándar de conexión de estos cables se muestra en la figura 2.4.

Pin	Par, T568A	Par, T568B	Cable	Color, T568A	Color, T568B	RJ45 pines
1	3	2	positivo	blanco/verde rayado	blanco/naranja rayado	
2	3	2	negativo	verde entero	naranja entero	
3	2	3	positivo	blanco/naranja rayado	blanco/verde rayado	
4	1	1	negativo	azul entero	azul entero	
5	1	1	positivo	blanco/azul rayado	blanco/azul rayado	
6	2	3	negativo	naranja entero	verde entero	
7	4	4	positivo	blanco/marrón rayado	blanco/marrón rayado	
8	4	4	negativo	marrón entero	marrón entero	

Fig 2.4 Morfología del cable

Desde el puerto Ethernet del SLC 5/05 al puerto de un hub se utiliza cable directo. Mientras que para conexiones directas punto a punto desde el puerto Ethernet de un SLC 5/05 al puerto Ethernet de otro SLC5/05 requiere cable cruzado.

2.12.3 CABLE DE PAR TRENZADO

El cable de par trenzado es una forma de conexión en la que dos conductores son entrelazados para cancelar las interferencias electromagnéticas de fuentes externas y la diafonía[18] de los cables adyacentes. El entrelazado de los cables disminuye la interferencia debido a que el área de bucle entre los cables, el cual determina el acoplamiento magnético en la señal, es reducido.

En la operación de balanceado de pares, los dos cables suelen llevar señales iguales y opuestas (modo diferencial), las cuales son combinadas mediante sustracción en el destino. El ruido de los dos cables se cancela mutuamente en esta sustracción debido a que ambos cables están expuestos a interferencias electromagnéticas similares.

---

[18] Se presenta debido a acoplamientos magnéticos entre los elementos que componen los circuitos perturbador y perturbado o por desequilibrios de admitancia entre los hilos de ambos circuitos.

La tasa de trenzado, usualmente definida en vueltas por metro, forma parte de las especificaciones de un tipo concreto de cable. Cuanto mayor es el número de vueltas, mayor es la atenuación de la diafonía. Donde los pares no están trenzados, como en la mayoría de conexiones telefónicas residenciales, un miembro del par puede estar más cercano a la fuente que el otro y, por tanto, expuesto a niveles ligeramente distintos de interferencia electromagnética.

2.4.3.1 Estructura del cable

Este tipo de cable, está formado por el conductor interno el cual está aislado por una capa de polietileno coloreado. Debajo de este aislante existe otra capa de aislante de polietileno la cual evita la corrosión del cable debido a que tiene una sustancia antioxidante. Normalmente este cable se utiliza por pares o grupos de pares, no por unidades, conocido como cable multipar. Para mejorar la resistencia del grupo se trenzan los cables del multipar.

Los colores del aislante están estandarizados, y son los siguientes: Naranja/ Blanco-Naranja, Verde/ Blanco-Verde, Azul/ Blanco-Azul, Marrón/Blanco-Marrón.

Cuando ya están fabricados los cables unitariamente y aislados, se trenzan según el color que tenga cada uno. Los pares que se van formando se unen y forman subgrupos, estos se unen en grupos, los grupos dan lugar a superunidades, y la unión de superunidades forma el cable.

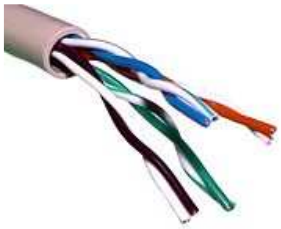


Fig 2.5 Cable de par trenzado

2.4.3.2 Tipos de cable

Hay varios tipos de cables y cada uno posee unas ventajas y unos inconvenientes, esto quiere decir que ninguno de estos tipos de cables es mejor que otro. Sobre todo se diferencian en su ancho de banda, en como les afectan las interferencias electromagnéticas, etc.

1.- Apantallado (STP/ Shielded Twisted Pair): Este tipo de cable se caracteriza porque cada par va recubierto por una malla conductora, la cual es mucho más protectora y de mucha más calidad que la utilizada en el UTP. La protección de este cable ante perturbaciones es mucho mayor a la que presenta el UTP. También es más costoso. Sus desventajas, son que es un cable caro, es fuerte. Este tipo de cable se suele utilizar en instalaciones de procesos de datos.

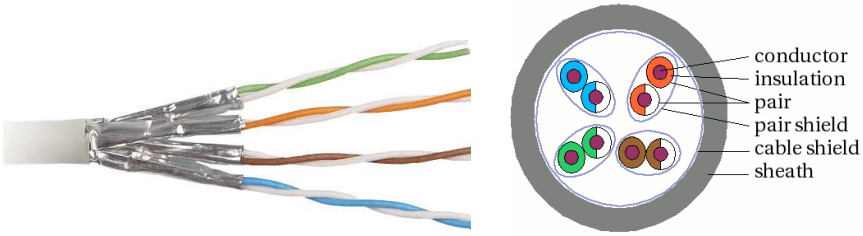


Fig 2.6 Cable STP (4 pares)

2.- No apantallado (UTP/ Unshielded twisted pair): Es el cable más simple. En comparación con el apantallado este, es más barato, además de ser fácil de doblar y pesa poco. Las desventajas de este tipo de cable, es que cuando se somete a altas temperaturas no es tan resistente a las interferencias del medio ambiente. Los servicios como: Red de Area Local ISO 802.3 (Ethernet) y ISO 802.5 (Token Ring), telefonía digital son algunos de los que puede soportar este tipo de cable.

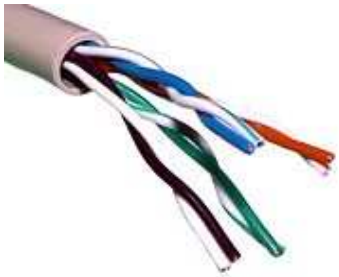


Fig 2.6 Cable UTP (4 pares)

Hay varias categorías dentro de los cables UTP, las cuales se diferencian en su atenuación, impedancia y capacidad de línea:

Categoría 1: (Cable UTP tradicional) Alcanza como máximo una velocidad de 100Kbps. Se utiliza en redes telefónicas.

Categoría 2: Alcanza una velocidad de transmisión de 4 Mbps. Tiene cuatro pares trenzados de hilo de cobre.

Categoría 3: Puede alcanzar como máximo en la transmisión 16 Mbps. Tiene un ancho de banda de 16 MHz.

Categoría 4: Velocidad de transmisión de hasta 20 Mbps, con un ancho de banda de 20 MHz.

Categoría 5: Velocidad de hasta 100 Mbps, con un ancho de banda de 100 MHz. Se utiliza en las comunicaciones de tipo LAN. La atenuación de este cable depende de la velocidad.

Velocidad de 4 Mbps → Atenuación de 13 dB
Velocidad de 10 Mbps → Atenuación de 20 dB
Velocidad de 16 Mbps → Atenuación de 25 dB
Velocidad de 100 Mbps → Atenuación de 67 dB

Categoría 6: Tiene un ancho de banda de 250 MHz. Puede alcanzar velocidades de transmisión de 1Gbps.

Categoría 7: Esta categoría esta aprobada para los elementos que conforman la clase F en el estándar internacional ISO 11801. Tiene un ancho de banda de 600 MHz. Puede alcanzar velocidades de transmisión superiores a 10Gbps.

Las clases determinan las distancias permitidas, el ancho de banda conseguido y las aplicaciones para las que es útil en función de estas características.

CLASES	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
ANCHO DE BANDA	**100 KHz**	**1 MHz**	**20 MHz**	**100 MHz**
Categoría 3	2 Km	500 m	100 m	No existe
Categoría 4	3 Km	600 m	150 m	No existe
Categoría 5	3 Km	700 m	160 m	100 m

Tabla 2.4 Características del cable UTP por categorías y clases[19]

3.- Con pantalla global (FTP) También llamado FUTP: En este tipo de cable sus pares aunque no están apantallados, tienen una pantalla global (formada por una cinta de aluminio) que provoca una mejora en la protección contra interferencias externas. Su precio es intermedio entre el del UTP y el del STP.

Se suele utilizar para aplicaciones que se van a someter a una elevada interferencia electromagnética externa, ya que este cable tiene un gran aislamiento de la señal.

Una de las ventajas que tiene el FTP es que puede ser configurado en topologías diferentes, como son la de estrella y la de bus, además es de fácil instalación.

También tiene algunas desventajas como son las siguientes: muestra gran sensibilidad al ruido y las grandes velocidades de transmisión no las soporta.

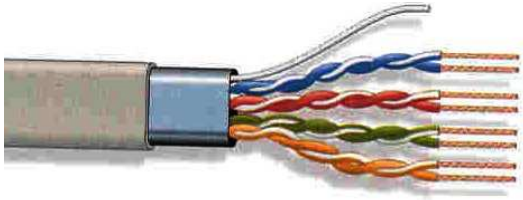


Fig 2.7 Cable FTP (4 pares)

[19] www.monografias.com/trabajo5/ponchado.shtml#cable2

2.4.3.3 Capa Física 100Base-TX

Esta capa física define las especificaciones para Ethernet 100Base-T sobre dos pares de cales UTP de Categoría 5, o dos pares de STP Tipo 1.

CAPA FÍSICA	ESPECIFICACIÓN DE CABLE	LONGITUD
100 BASE T4	UTP 3, 4 y 5 (4 pares)	1000m HALF FULL/DUPLEX
100 BASE TX	UTP 5 (2 pares) STP Tipo 1 y 2 (2 pares)	100m HALF FULL/DUPLEX
100 BASE FX	FIBRA MULTIMODO 625/125 (2 segmentos)	400m HALF /DUPLEX 2000m FULL /DUPLEX

Tabla 2.5 Clasificación de Ethernet a 100Mbps según la capa física[20]

Una red basada en el estándar Ethernet es una red tipo LAN[21], y como los dispositivos instalados se conectan a la red de la planta se puede emplear sin ningún inconveniente una red Ethernet 100Base –TX satisfaciendo de esta manera con los requisitos de velocidad, confiabilidad y flexibilidad requeridos. Así de esta manera los equipos seleccionados para el diseño de la red son:

- Cable UTP Categoría 5 Clase D
- Industrial Ethernet Switch 10/100Base TX

2.13 SELECCIÓN DE COMPONENTES

Después de haberse realizado el análisis del sistema a desarrollar y el dimensionamiento de los equipos requeridos para el efecto, se ha establecido que se emplearán los siguientes materiales:

[20] www.monografias.com/trabajo5/ponchado.shtml#cable2
[21] Red de Área Local

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	5	Powermonitor 3000, 5A, 120V/240V AC 50/60- Hz o 125V/250V DC, Ethernet. (1404-M505A-ENT)
2	1	Fuente de alimentación del PLC 5A/5V, 0.96 A/24V (1746-P2)
3	1	PLC Allen Bradley SLC 5/05, CPU 16k, Ethernet & RS232 (1747-L551)
4	1	Módulo Análogo de 8 entradas para PLC Allen Bradley SLC 5/05. (1746-NI8)
5	1	Sensor magnético marca SIGNET con display, Modelo 3-2100-1L, Presión máxima de trabajo 16 bar a 20 C. Salida 4-20 mA.
6	1	Fuente de Poder Sitop - Siemens 110 Vac/24Vdc, 10A (6EP1 334-3BA00)
7	9	Transformador de corriente, relación de transformación 1500/5A, (4NF0434-2JJ2)
8	1	Industrial Ethernet Switch 10/100Base TX, 4 In Marca N-TRON
9	300m	Cable UTP Categoría 5
10	100m	Cable flexible THHN 14
11	600m	Cable flexible THHN 12
12	100m	Par Apantallado 18 AWG / 2X18 AWG (tipo AR 5100)
13	1	DIN Symetrical Rail 199-DR1(100*3.5*1.5cm)
14	1	Computador
15	14	Conectores RJ-45

Tabla 2.6 Selección de Componentes

2.14 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL

2.14.1 INTRODUCCIÓN

Para el diseño e implementación del Software de Control del sistema a desarrollarse se ha optado por programas de la marca Rockwell Software debido a la estandarización

tecnológica que se lleva a cabo en la empresa CEDAL S.A. Los programas que se han utilizado son RSLinx, RSView32 y RSView32 WEBServer.

2.14.2 SELECCIÓN DEL PAQUETE RSLINX CLASSIC

RSLinx Classic es el software que se encarga de regular las comunicaciones entre los diferentes dispositivos. RSLinx Classic puede ser utilizado en los siguientes Sistemas Operacionales:

- Microsoft Windows XP
- Microsoft Windows 2000
- Microsoft Windows Me
- Microsoft Windows Server 2003
- Microsoft Windows 98
- Microsoft Windows NT

RSLinx Classic proporciona el acceso de los controladores Allen-Bradley a una gran variedad de aplicaciones de Rockwell Software, tales como RSLogix 500, RSView32, RSPower, etc.

Existen diferentes paquetes según la funcionalidad a la que se haya de destinar el software. RSLinx Classic está disponible en cinco versiones que nos permiten encontrar el equilibrio entre el costo y las funcionalidades requeridas, dependiendo de la versión algunas funciones pueden o no estar disponibles. Entre los diferentes paquetes tenemos:

2.6.2.1 RSLinx Classic Lite

Provee la mínima funcionalidad requerida para trabajar con RSLogix y RSNetWorx. Esta versión no es comercial, además no soporta OPC[22], DDE[23] o API[24].

[22] OLE for Process Control. Proporciona un mecanismo para extraer datos de una fuente y comunicarlos a cualquier aplicación cliente de manera estándar.

RSLinx Classic Lite es usado para las siguientes aplicaciones:

- Programación Ladder usando productos RSLogix.
- Configuración y diagnóstico de redes y dispositivos usando RSNetWorx.
- Actualización de firmware usando ControlFlash.
- Obtener información de dispositivos en red.
- Configuración de módulos bridge para PLCs Logix.

2.6.2.2 RSLinx Classic Single Node

Incluye la funcionalidad requerida para brindar servicios de comunicación para todos los productos de Rockwell Software. Soporta las interfases OPC y DDE, pero solo de un dispositivo. Además no soporta API o comunicación directa para aplicaciones HMI.

RSLinx Classic Single Node es usado para las siguientes aplicaciones:

- Adquisición de datos utilizando DDE u OPC de un solo dispositivo. Esto incluye clientes como RSView32, Microsoft Office, Visual Basic y páginas Web.
- Programación Ladder usando productos RSLogix.
- Configuración y diagnóstico de redes y dispositivos usando RSNetWorx.
- Configuración de módulos bridge para PLCs Logix.
- Actualización de firmware usando ControlFlash.
- Obtener información de dispositivos en red.

2.6.2.3 RSLinx Classic OEM

Incluye la funcionalidad requerida para brindar servicios de comunicación para todos los productos de Rockwell Software. Soporta las interfases OPC y DDE para cualquier

---

[23] Dynamic Data Exchange. Es un protocolo de comunicación para intercambio de información entre aplicaciones Microsoft Windows

[24] Application Programming Interface. Es el conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

número de dispositivos. Además soporta API o comunicación directa para aplicaciones HMI.

RSLinx Classic OEM es usado para las siguientes aplicaciones:

- Adquisición de datos utilizando DDE u OPC de varios dispositivos. Esto incluye clientes como RSView32, Microsoft Office, Visual Basic y páginas Web.
- Programación Ladder usando productos RSLogix.
- Configuración y diagnóstico de redes y dispositivos usando RSNetWorx.
- Configuración de módulos bridge para PLCs Logix.
- Actualización de firmware usando ControlFlash.
- Obtener información de dispositivos en red.

2.6.2.4 RSLinx Classic Professional

Incluye la funcionalidad requerida para brindar servicios de comunicación para todos los productos de Rockwell Software. Soporta las interfases OPC y DDE para cualquier número de dispositivos. Además soporta API o comunicación directa para aplicaciones HMI. Adicionalmente RSLinx Classic Professional contiene un monitor de datos para PLC, SLC y controladores ControlLogix, y un visor de lógica ladder para PLC y SLC.

RSLinx Classic Professional es usado para las siguientes aplicaciones:

- Monitoreo directo de los datos de PLC, SLC o ControlLogix.
- Monitoreo directo de lógica ladder de PLC o SLC.
- Adquisición de datos utilizando DDE u OPC de varios dispositivos. Esto incluye clientes como RSView32, Microsoft Office, Visual Basic y páginas Web.
- Comunicación con aplicaciones vía RSLinx´s C-API.
- Programación Ladder usando productos RSLogix.
- Configuración y diagnóstico de redes y dispositivos usando RSNetWorx.
- Configuración de módulos bridge para PLCs Logix.
- Actualización de firmware usando ControlFlash.

2.6.2.5 RSLinx Classic Gateway

Extiende las comunicaciones basadas en RSLinx a través de conexiones en redes TCP/IP. Admite que aplicaciones remotas de HMI y VB/VBA, incluyendo Microsoft Office, puedan usar OPC remoto para comunicarse a RSLinx Classic Gateway para adquisición de datos, esto permite tener múltiples computadoras que realicen adquisición de datos sin tener que instalar RSLinx en cada máquina.

Adicionalmente a las capacidades provistas por RSLinx Classic Professional, RSLinx Classic Gateway ofrece conectividad remota para:

- Múltiples clientes RSView32 accediendo a datos a través de un RSLinx Gateway (OPC remoto).
- PCs remotos con RSLogix conectados a la red de la planta a través de un módem para cambios de la programación on-line.
- Aplicaciones remotas Microsoft Office.
- Una página web mostrando información de la planta cuando WEBServer está en computadoras diferentes[25].

Para determinar el paquete de RSLinx requerido para la aplicación ha desarrollarse es necesario determinar el número de nodos ha emplearse y el tipo de enlace entre las aplicaciones.

En la tabla 2.7 se describen los nodos a emplearse para el sistema de monitoreo del consumo de energía eléctrica y diesel en la planta CEDAL S.A.

DESCRIPCIÓN	DISPOSITIVO	NÚMERO DE NODOS
Consumo Eléctrico Prensa 1	PowerMonitor 3000	1
Consumo Eléctrico Prensa 2	PowerMonitor 3000	1

[25] RSLinx Getting Results Guide

Consumo Eléctrico Fundición	PowerMonitor 3000	1
Consumo Eléctrico Anodizado	PowerMonitor 3000	1
Consumo Eléctrico Pintura	PowerMonitor 3000	1
Consumo Diésel: Prensa 1, Prensa 2, Fundición, Calderos, Homogenizado y Envejecimiento	SLC 5/05, Módulo de entradas analógicas 1746-NI8	1
TOTAL NODOS		**6**

Tabla 2.7 Descripción de los Nodos Requeridos

En vista al número de nodos que se desean monitorear, el tipo de intercambio de datos requerido por el PowerMonitor 3000 (DDE u OPC) y debido a que todos los programas requeridos están centralizados en una sola PC se ha elegido el RSLinx Classic OEM.

2.14.3 CONFIGURACIÓN DEL RSLINX

El RSLinx programa de Rockwell Software nos permite habilitar las comunicaciones del PowerMonitor 3000 y del PLC SLC5/05 para enlazarlos con el RSView32 donde residirá el programa de visualización del proyecto.

Para configurar el RSLinx para una red Ethernet se debe seguir el siguiente procedimiento:

1.- Configurar la dirección IP del computador donde residirá el programa de control, ésta dirección y máscara de subred deben pertenecer a la red de los dispositivos.

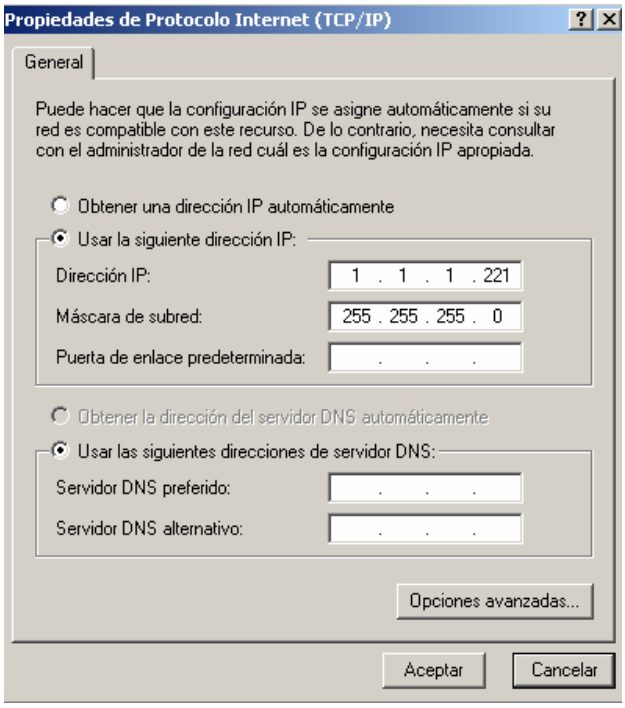


Fig 2.8 Configuración de la IP del computador

2.- Ingresar al RSLinx

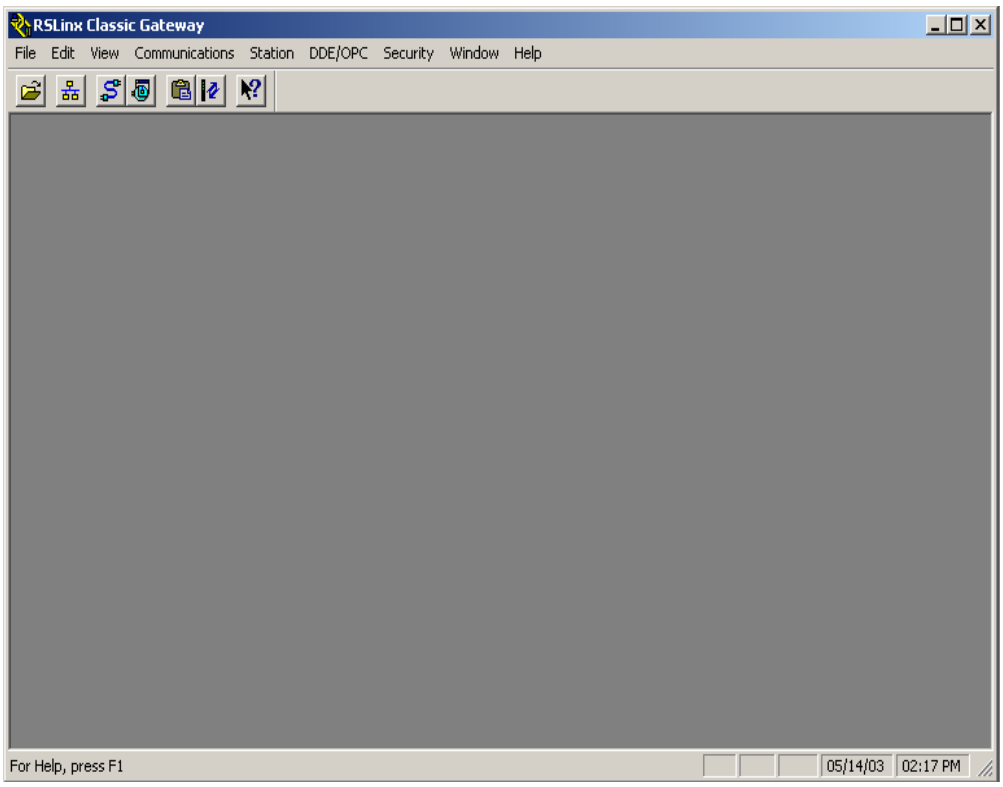


Fig 2.9 Pantalla principal de RSLinx

3.- Ingresar al RSWho de RSLinx para visualizar los dispositivos en red.

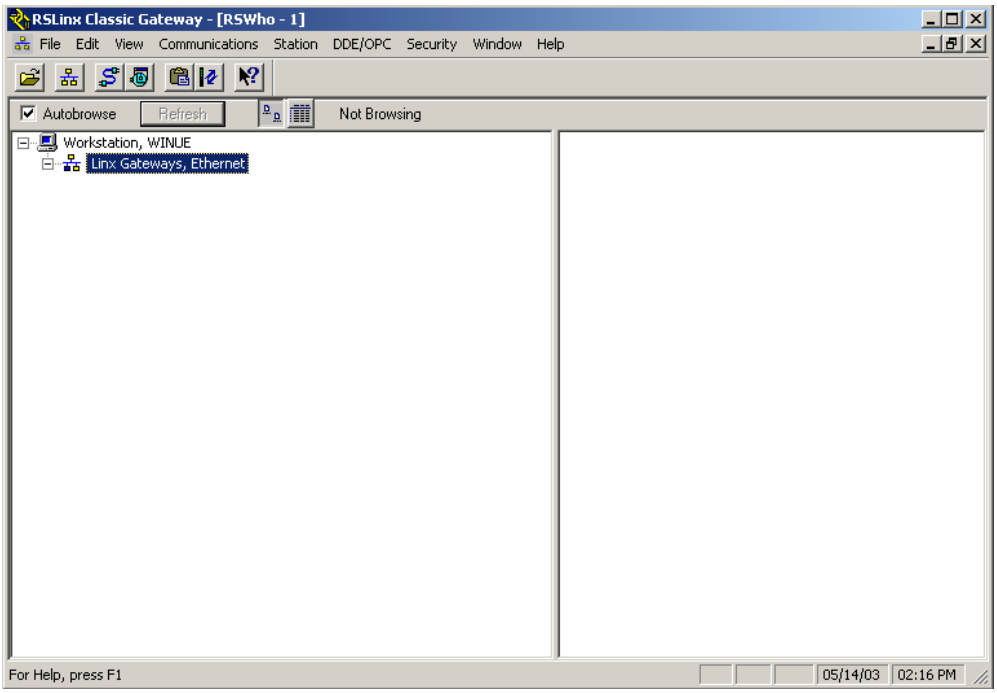


Fig 2.10 Pantalla principal de RSWho

4.- Ingresar a la opción de configuración de los drivers.

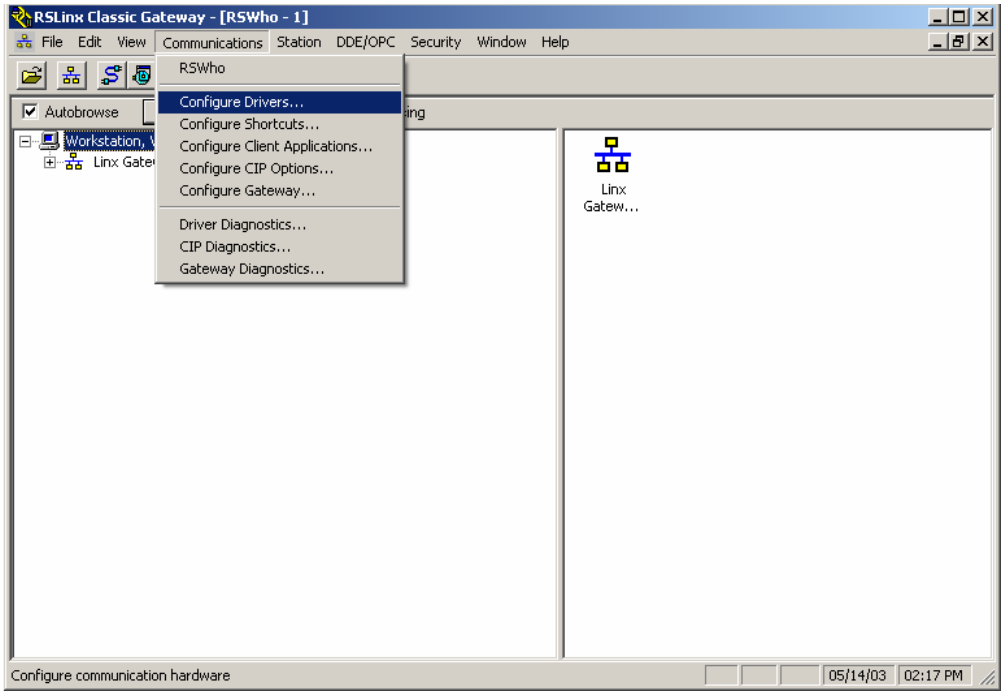


Fig 2.11 Configuración de los Drivers

5.- Como la red que se va a implementar es una red Ethernet elegir la opción Ethernet devices.

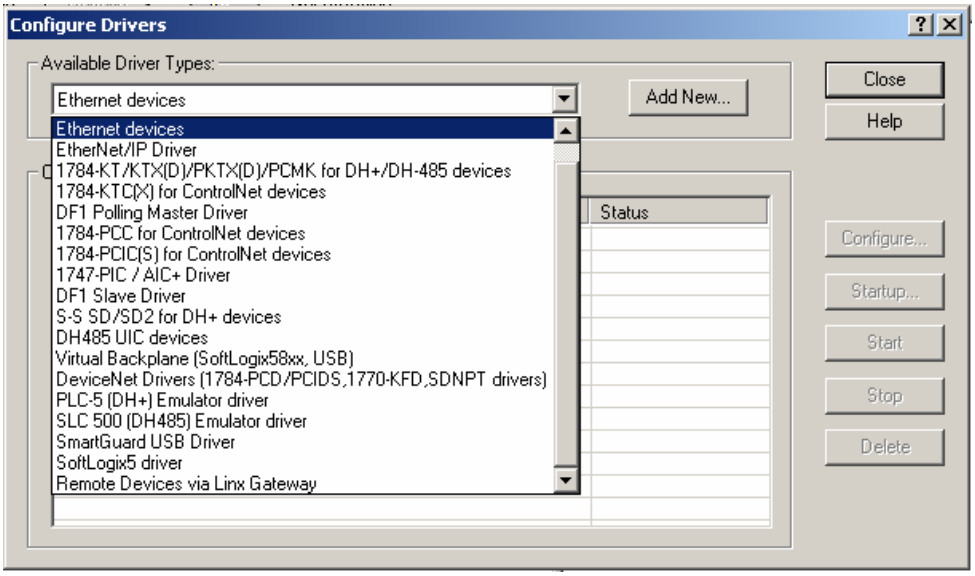


Fig 2.12 Selección del driver para una red Ethernet

6.- A continuación se asigna un nombre al driver seleccionado.

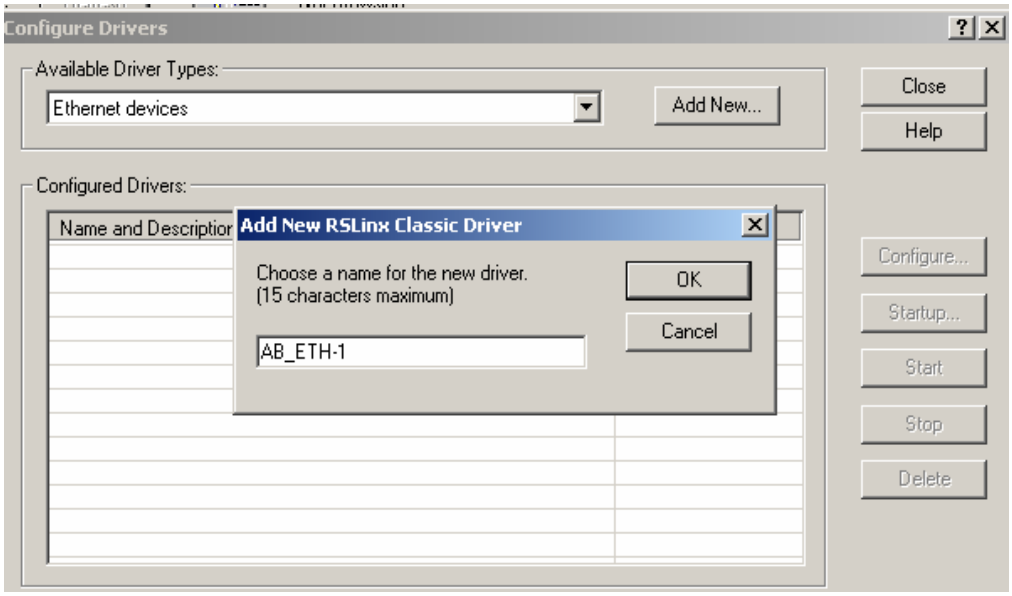


Fig 2.13 Asignación del nombre del driver de la red Ethernet

7.- Luego se configura el driver estableciendo la dirección IP del dispositivo, para el ejemplo la dirección 1.1.1.3[26] corresponde al PowerMonitor 3000 de la Prensa1.

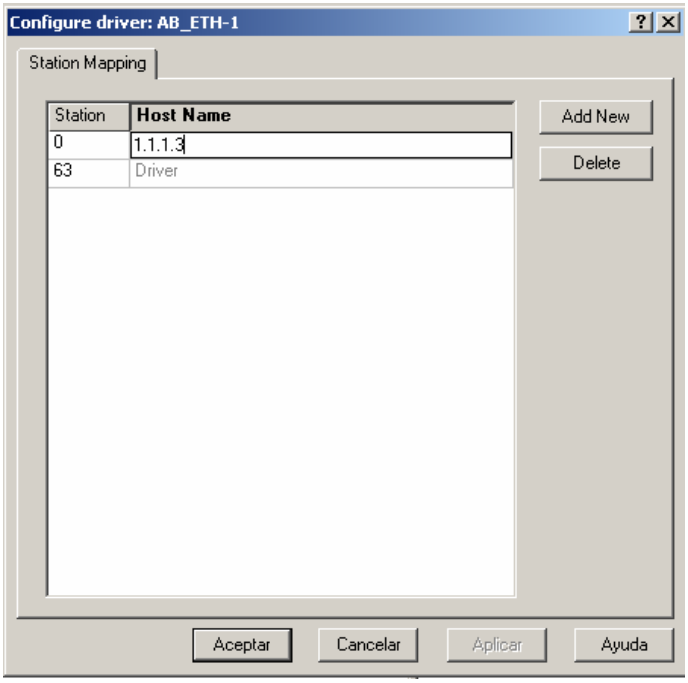


Fig 2.14 Direccionamiento del driver

8.- En la siguiente pantalla nos indica el estado del driver configurado.

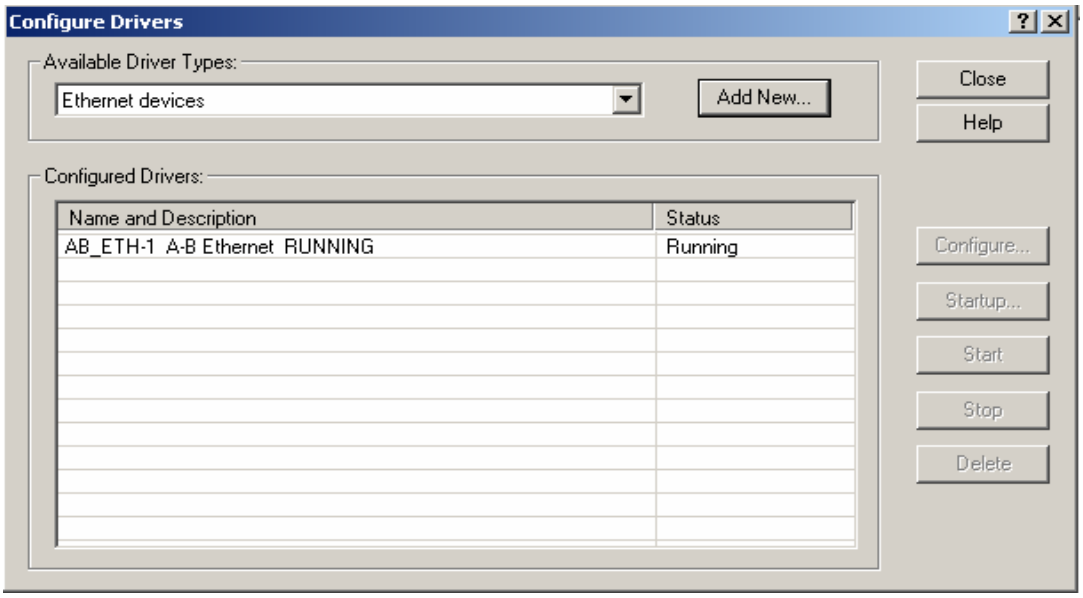


Fig 2.15 Estado del driver configurado

[26] Se aplicó esta dirección debido a los estándares de la empresa en lo referente a direcciones IP de equipos de campo.

9.- Una vez realizados los pasos anteriores nuevamente ingresar en el RSWho para verificar que el dispositivo (PowerMonitor 3000) está ya configurado en red y listo para comunicarse.

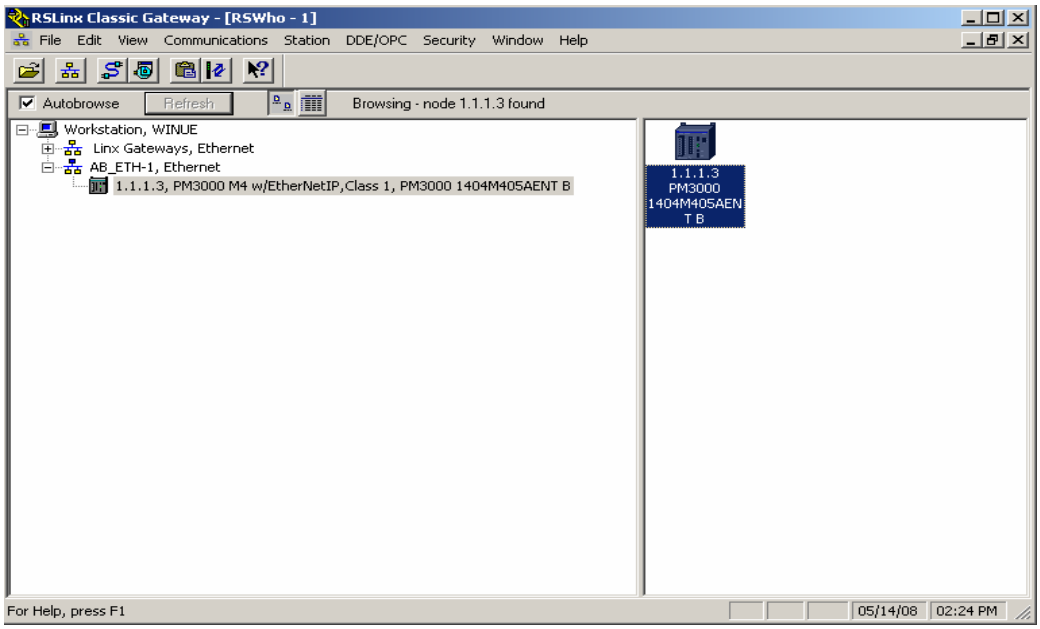


Fig 2.16 Visualización del driver en RSLinx

10.- Posteriormente se configuran los demás dispositivos a comunicarse ingresando sus direcciones IP en la configuración del driver.

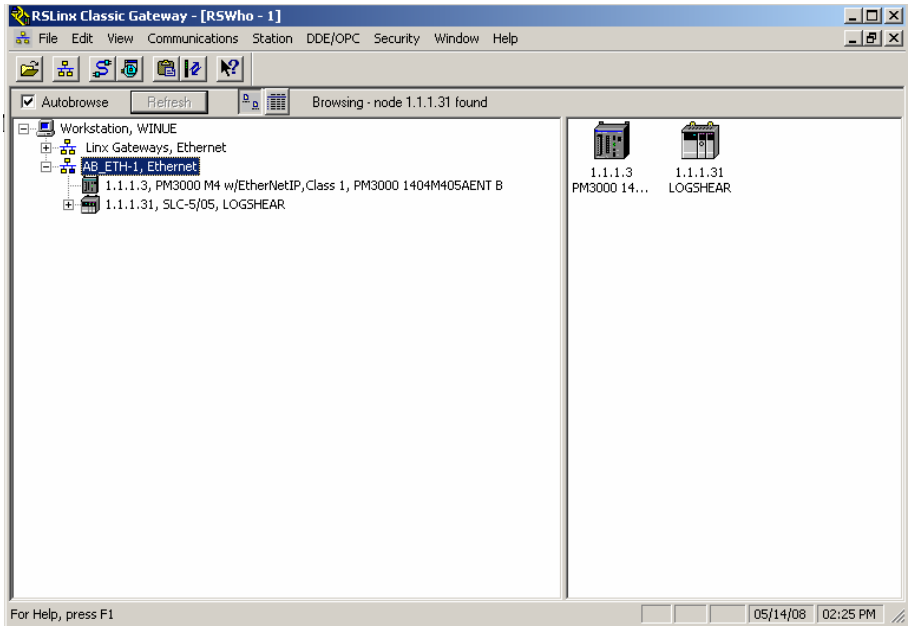


Fig 2.17 Visualización de los dispositivos en RSLinx

11.- Como siguiente paso se configura la DDE a utilizarse para la comunicación del PowerMonitor 3000 con el RSView32 para ello se debe ingresar en la opción de configuración de la DDE.

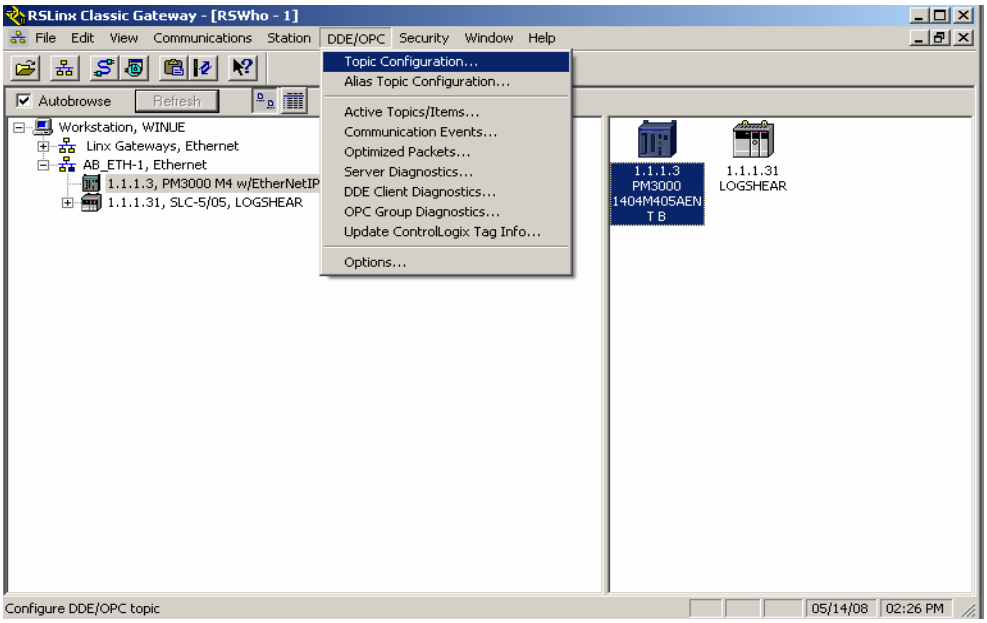


Fig 2.18 Configuración de la DDE en RSLinx

12.- Aquí se elige el dispositivo con el cual se va a realizar la DDE, en este caso con el PowerMonitor 3000 de la prensa 1.

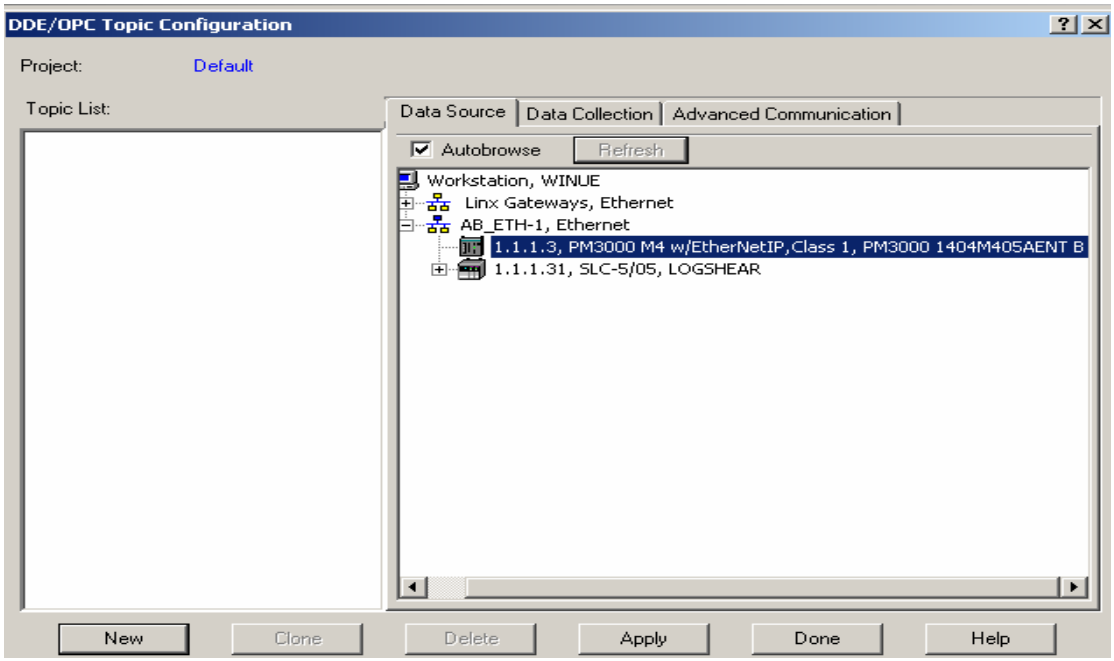


Fig 2.19 Selección del driver para configurar la DDE

13.- A continuación se asigna un nombre al tópico de la DDE creada.

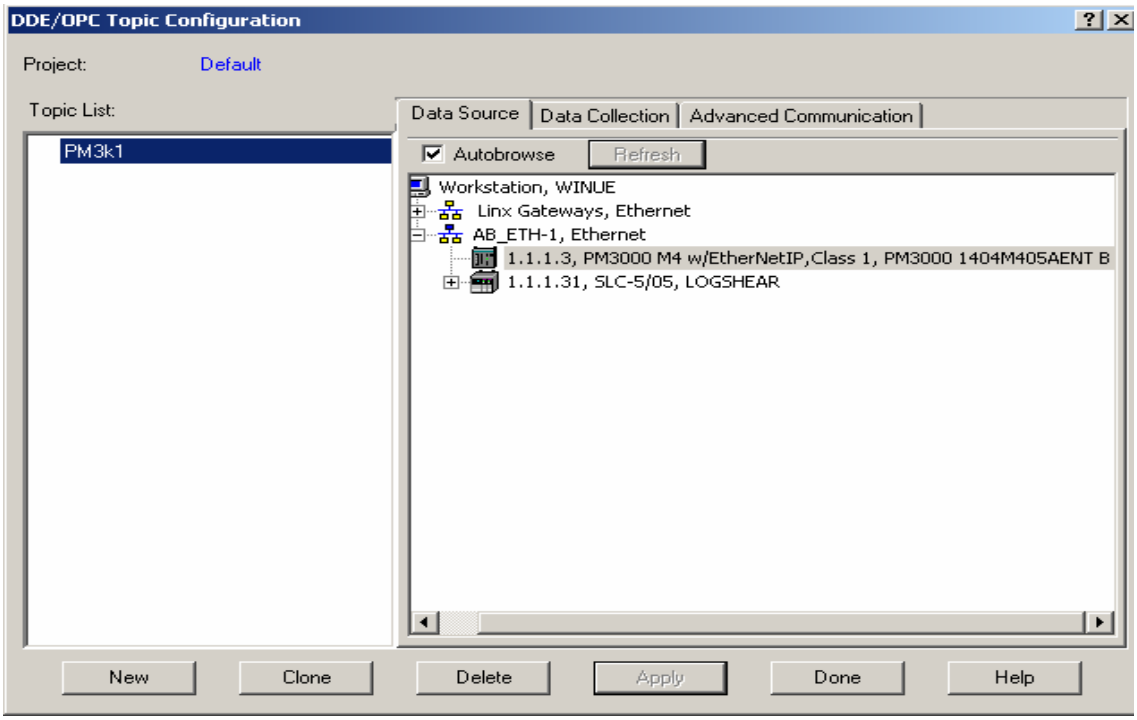


Fig 2.20 Asignación del nombre del tópico de la DDE

14.- Luego se establece el tipo de procesador y el tiempo de espera de la comunicación.

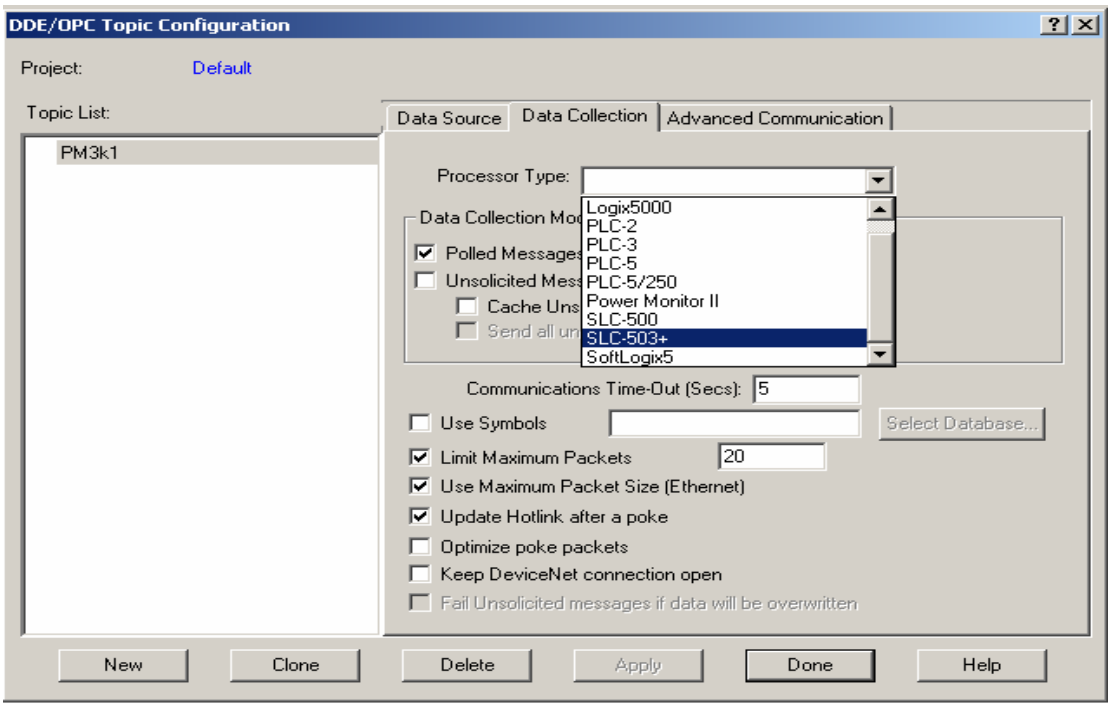


Fig 2.21 Selección del tipo de procesador

15.- Finalmente se configura el tiempo de adquisición de datos.

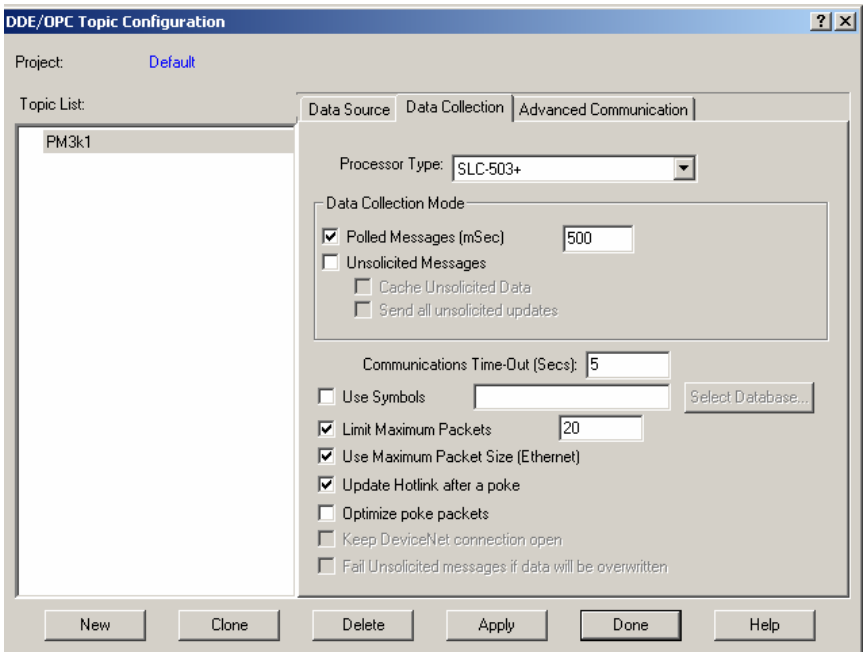


Fig 2.22 Configuración del tiempo de adquisición de datos

2.14.4 SELECCIÓN DEL NÚMERO DE TAGS A EMPLEARSE EN EL RSVIEW32

RSView32 es un programa de software basado en Windows para la creación y ejecución de aplicaciones de adquisición de datos, monitoreo y aplicaciones de control.

RSView32 contiene las herramientas necesarias para la creación de todos los aspectos de una interfase máquina-operador, incluyendo las pantallas de gráficos animados en tiempo real, tendencias, y resúmenes de alarma. RSView32 se integra fácilmente con los productos de Rockwell Software, Microsoft y de otros fabricantes para maximizar la potencia de las tecnologías ActiveX, VBA, OLE, ODBC, OPC y DDE.

El hardware y software a usar con RSView32 dependen de la exigencia del proyecto. Cuanto mayor sea la exigencia, más poderoso será el sistema que necesite.

RSView32 Works contiene software tanto de desarrollo como de ejecución. Este software es para desarrollar y ejecutar las aplicaciones de RSView32. RSView32 Runtime sólo contiene el software de ejecución. Este software es para ejecutar aplicaciones desarrolladas en RSView32 Works.

RSView32 se comercializa según el número de tags[27] (existen versiones de 75, 150, 300, 1500, 5000, 32000 y 100000 tags) por lo que es necesario determinar el número de variables a controlar en el proyecto. A continuación se detallan los tags a emplearse.

2.6.4.1 Prensa 1

DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATO
Voltaje Línea-Línea	Analógico
Voltaje Línea-Neutro	Analógico
Corriente	Analógico
Factor de Potencia	Analógico
Frecuencia	Analógico
Potencia Activa	Analógico
Potencia Aparente	Analógico
Potencia Reactiva	Analógico
THD V	Analógico
THD I	Analógico
Consumo Eléctrico	Analógico
Consumo de Diésel	Analógico
TOTAL	**12**

Tabla 2.8 Descripción de los tags requeridos en la Prensa1

2.6.4.2 Prensa 2

DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATO
Voltaje Línea-Línea	Analógico
Voltaje Línea-Neutro	Analógico
Corriente	Analógico
Factor de Potencia	Analógico
Frecuencia	Analógico
Potencia Activa	Analógico
Potencia Aparente	Analógico

[27] Es un nombre lógico para una variable contenida en un dispositivo o en la memoria local (RAM).

Potencia Reactiva	Analógico
THD V	Analógico
THD I	Analógico
Consumo Eléctrico	Analógico
Consumo de Diésel	Analógico
TOTAL	**12**

Tabla 2.9 Descripción de los tags requeridos en la Prensa2

2.6.4.3 Fundición

DESCRIPCIÓN	**TIPO DE DATO**
Voltaje Línea-Línea	Analógico
Voltaje Línea-Neutro	Analógico
Corriente	Analógico
Factor de Potencia	Analógico
Frecuencia	Analógico
Potencia Activa	Analógico
Potencia Aparente	Analógico
Potencia Reactiva	Analógico
THD V	Analógico
THD I	Analógico
Consumo Eléctrico	Analógico
Consumo de Diésel	Analógico
TOTAL	**12**

Tabla 2.10 Descripción de los tags requeridos en la Fundición

2.6.4.4 Anodizado

DESCRIPCIÓN	**TIPO DE DATO**
Voltaje Línea-Línea	Analógico
Voltaje Línea-Neutro	Analógico

Corriente	Analógico
Factor de Potencia	Analógico
Frecuencia	Analógico
Potencia Activa	Analógico
Potencia Aparente	Analógico
Potencia Reactiva	Analógico
THD V	Analógico
THD I	Analógico
Consumo Eléctrico	Analógico
Consumo de Diésel	Analógico
TOTAL	**12**

Tabla 2.11 Descripción de los tags requeridos en Anodizado

2.6.4.5 Pintura

DESCRIPCIÓN	**TIPO DE DATO**
Voltaje Línea-Línea	Analógico
Voltaje Línea-Neutro	Analógico
Corriente	Analógico
Factor de Potencia	Analógico
Frecuencia	Analógico
Potencia Activa	Analógico
Potencia Aparente	Analógico
Potencia Reactiva	Analógico
THD V	Analógico
THD I	Analógico
Consumo Eléctrico	Analógico
TOTAL	**11**

Tabla 2.12 Descripción de los tags requeridos en Pintura

2.6.4.6 Horno de Homogenizado

DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATO
Consumo de Diésel	Analógico
TOTAL	**1**

Tabla 2.13 Descripción de los tags requeridos en el Horno de Homogenizado

2.6.4.7 Horno de Envejecimiento

DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATO
Consumo de Diésel	Analógico
TOTAL	**1**

Tabla 2.14 Descripción de los tags requeridos en el Horno de Envejecimiento

2.6.4.8 Variables

DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATO
Varios	Analógico / Discreto
TOTAL	**62**

Tabla 2.15 Descripción de los tags requeridos en variables globales

2.6.4.9 Total

DESCRIPCIÓN	TIPO DE DATO
Prensa1	12
Prensa2	12
Fundición	12
Anodizado	12
Pintura	11
Horno de Homogenizado	1
Horno de Envejecimiento	1
Variables	62
TOTAL	**123**

Tabla 2.16 Descripción del total de los tags requeridos

Del resultado obtenido en la tabla 2.16 se puede determinar que el RSView32 necesario para el proyecto es el de 150 tags.

2.15 DISEÑO DE LAS HMI

Para el diseño e implementación del Software hecho en RSView32 en la tabla 2.17 se detallan los tags empleados para ello describiéndose tanto la dirección a la que hacen referencia, el tipo de dato así como el nombre de la variable empleada.

PRENSA 1			
DESCRIPCIÓN	**DIRECCIÓN**	**TIPO DE DATO**	**NOMBRE VARIABLE**
Voltaje Línea-Línea	F15:11	Analógico	Prensa1/Voltaje_LL1
Voltaje Línea-Neutro	F15:7	Analógico	Prensa1/Voltaje_LN1
Corriente	F15:3	Analógico	Prensa1/Corriente1
Factor de Potencia	F19:3	Analógico	Prensa1/FP1
Frecuencia	F16:8	Analógico	Prensa1/Frecuencia1
Potencia Activa	F17:3	Analógico	Prensa1/Potencia_Activa1
Potencia Aparente	F17:11	Analógico	Prensa1/Potencia_Aparente1
Potencia Reactiva	F17:7	Analógico	Prensa1/Potencia_Reactiva1
THD V	F31:0	Analógico	Prensa1/THDV1
THD I	F31:1	Analógico	Prensa1/THDI1
Consumo Eléctrico	N20:5	Analógico	Consumo_Electrico1
Consumo Diésel	F10:0	Analógico	Consumo_Diésel1

PRENSA 2			
DESCRIPCIÓN	**DIRECCIÓN**	**TIPO DE DATO**	**NOMBRE VARIABLE**
Voltaje Línea-Línea	F15:11	Analógico	Prensa2/Voltaje_LL2
Voltaje Línea-Neutro	F15:7	Analógico	Prensa2/Voltaje_LN2
Corriente	F15:3	Analógico	Prensa2/Corriente2
Factor de Potencia	F19:3	Analógico	Prensa2/FP2
Frecuencia	F16:8	Analógico	Prensa2/Frecuencia2
Potencia Activa	F17:3	Analógico	Prensa2/Potencia_Activa2
Potencia Aparente	F17:11	Analógico	Prensa2/Potencia_Aparente2
Potencia Reactiva	F17:7	Analógico	Prensa2/Potencia_Reactiva2
THD V	F31:0	Analógico	Prensa2/THDV2
THD I	F31:1	Analógico	Prensa2/THDI2
Consumo Eléctrico	N20:5	Analógico	Consumo_Electrico2
Consumo Diésel	F10:1	Analógico	Consumo_Diésel2

ANODIZADO			
DESCRIPCIÓN	**DIRECCIÓN**	**TIPO DE DATO**	**NOMBRE VARIABLE**
Voltaje Línea-Línea	F15:11	Analógico	Anodizado/Voltaje_LL3
Voltaje Línea-Neutro	F15:7	Analógico	Anodizado/Voltaje_LN3
Corriente	F15:3	Analógico	Anodizado/Corriente3
Factor de Potencia	F19:3	Analógico	Anodizado/FP3
Frecuencia	F16:8	Analógico	Anodizado/Frecuencia3
Potencia Activa	F17:3	Analógico	Anodizado/Potencia_Activa3
Potencia Aparente	F17:11	Analógico	Anodizado/Ptencia_Aparente3
Potencia Reactiva	F17:7	Analógico	Anodizado/Ptencia_Reactiva3
THD V	F31:0	Analógico	Anodizado/THDV3
THD I	F31:1	Analógico	Anodizado/THDI3
Consumo Eléctrico	N20:5	Analógico	Consumo_Electrico3
Consumo Diésel	F10:2	Analógico	Consumo_Diésel3

PINTURA			
DESCRIPCIÓN	**DIRECCIÓN**	**TIPO DE DATO**	**NOMBRE VARIABLE**
Voltaje Línea-Línea	F15:11	Analógico	Pintura/Voltaje_LL4
Voltaje Línea-Neutro	F15:7	Analógico	Pintura/Voltaje_LN4
Corriente	F15:3	Analógico	Pintura/Corriente4
Factor de Potencia	F19:3	Analógico	Pintura/FP4
Frecuencia	F16:8	Analógico	Pintura/Frecuencia4
Potencia Activa	F17:3	Analógico	Pintura/Potencia_Activa4
Potencia Aparente	F17:11	Analógico	Pintura/Potencia_Aparente4
Potencia Reactiva	F17:7	Analógico	Pintura/Potencia_Reactiva4
THD V	F31:0	Analógico	Pintura/THDV4
THD I	F31:1	Analógico	Pintura/THDI4
Consumo Eléctrico	N20:5	Analógico	Consumo_Electrico4

FUNDICIÓN			
DESCRIPCIÓN	**DIRECCIÓN**	**TIPO DE DATO**	**NOMBRE VARIABLE**
Voltaje Línea-Línea	F15:11	Analógico	Fundicion/Voltaje_LL5
Voltaje Línea-Neutro	F15:7	Analógico	Fundicion/Voltaje_LN5

Corriente	F15:3	Analógico	Fundicion/Corriente5
Factor de Potencia	F19:3	Analógico	Fundicion/FP5
Frecuencia	F16:8	Analógico	Fundicion/Frecuencia5
Potencia Activa	F17:3	Analógico	Fundicion/Potencia_Activa5
Potencia Aparente	F17:11	Analógico	Fundicion/Potencia_Aparente5
Potencia Reactiva	F17:7	Analógico	Fundicion/Potencia_Reactiva5
THD V	F31:0	Analógico	Fundicion/THDV5
THD I	F31:1	Analógico	Fundicion/THDI5
Consumo Eléctrico	N20:5	Analógico	Consumo_Electrico5
Consumo Diésel	F10:3	Analógico	Consumo_Diésel5

HORNO DE HOMOGENIZADO			
DESCRIPCIÓN	**DIRECCIÓN**	**TIPO DE DATO**	**NOMBRE VARIABLE**
Consumo Diésel	F10:4	Analógico	Consumo_Diésel6

HORNO DE ENVEJECIMIENTO			
DESCRIPCIÓN	**DIRECCIÓN**	**TIPO DE DATO**	**NOMBRE VARIABLE**
Consumo Diésel	F10:5	Analógico	Consumo_Diésel7

Tabla 2.17 Descripción de los tags empleados

2.7.1 PASOS PARA LA CONFIGURACIÓN EN RSVIEW32

1.- Para establecer la comunicación entre el RSView32 y el PLC SLC 5/05 se debe configurar el canal que se va a utilizar, en nuestro caso este canal será TCP/IP. Esto se realiza en System/Channel de RSView32.

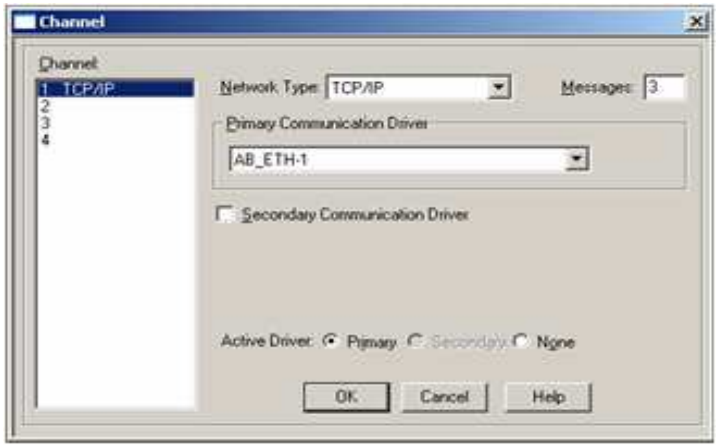


Fig 2.23 Configuración en RSView32 del canal a emplearse**.**

2.- Posteriormente se debe crear el nodo para la comunicación tanto del SLC 5/05 como de los PowerMonitor 3000.

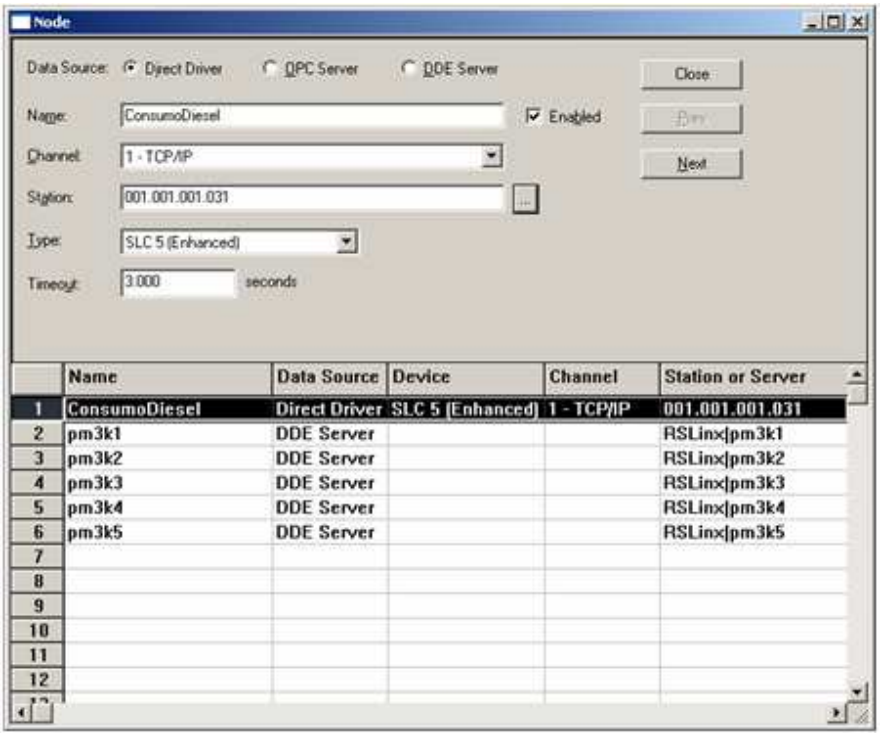


Fig 2.24 Configuración del nodo para el SLC 5/05**.**

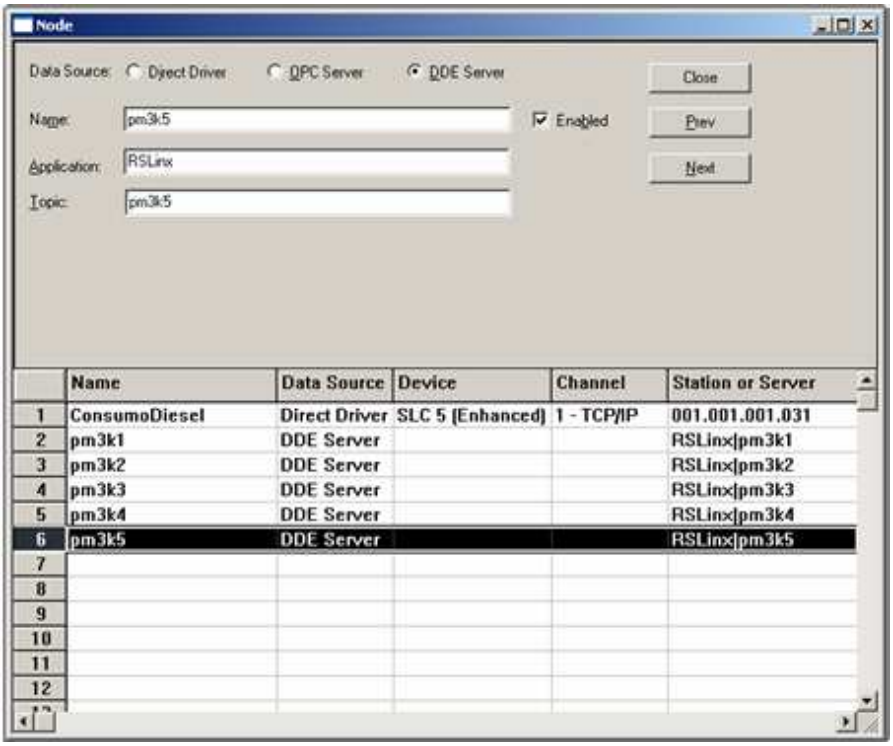


Fig 2.25 Configuración del nodo para los PowerMonitor 3000**.**

3.- Una vez realizado el nodo de comunicación con los diferentes dispositivos hay que crear los tags a utilizarse especificando el nombre, tipo de dato, el nivel de seguridad, los rangos de los valores que puede tomar el tag, la unidad y la fuente del dato. Este último ítem hace referencia a que si el dato es de memoria o de algún dispositivo, y si es de algún dispositivo se debe especificar el nodo y la dirección a la que pertenece.

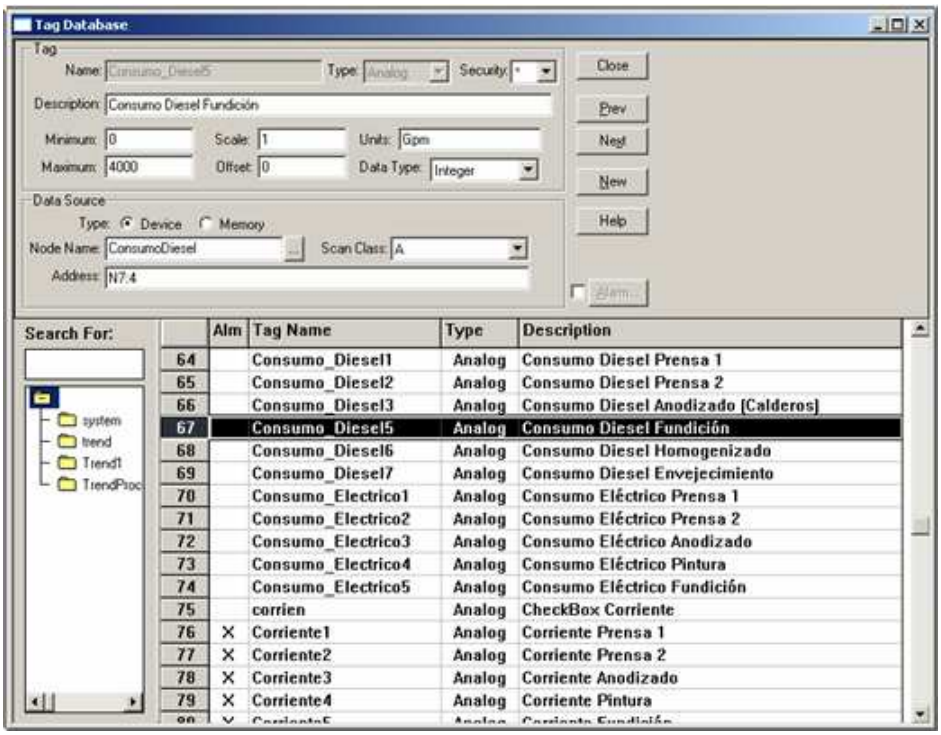


Fig 2.26 Creación de los tags ha utilizarse**.**

4.- En RSView32 se puede establecer cuentas de usuario y además a estas cuentas se las puede asignar privilegios, para ello debe ingresar en System/User Accounts.

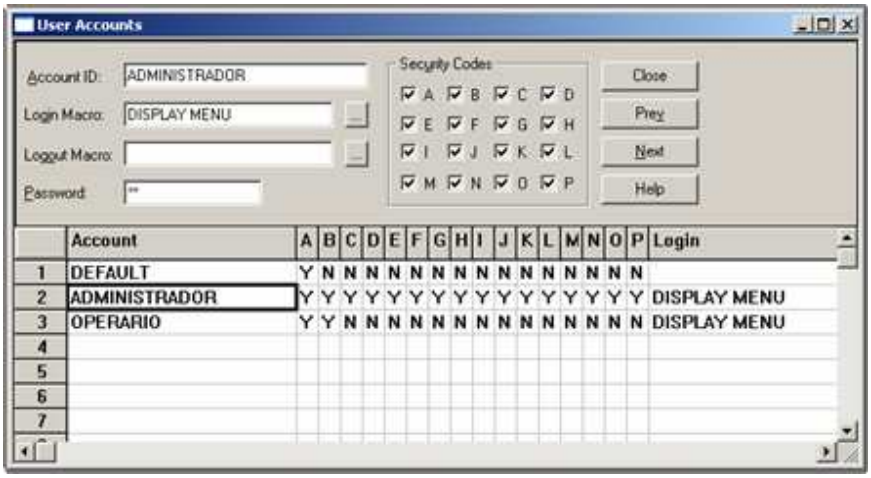


Fig 2.27 Creación de cuentas de usuario**.**

5.- Mediante la opción DTE (Tags Deivados) se puede programar el valor de un tag, en donde dicho valor es el resultado de una expresión. La expresión puede estar hecha de operaciones matemáticas, valores de tags, expresiones lógicas y otras funciones especiales.

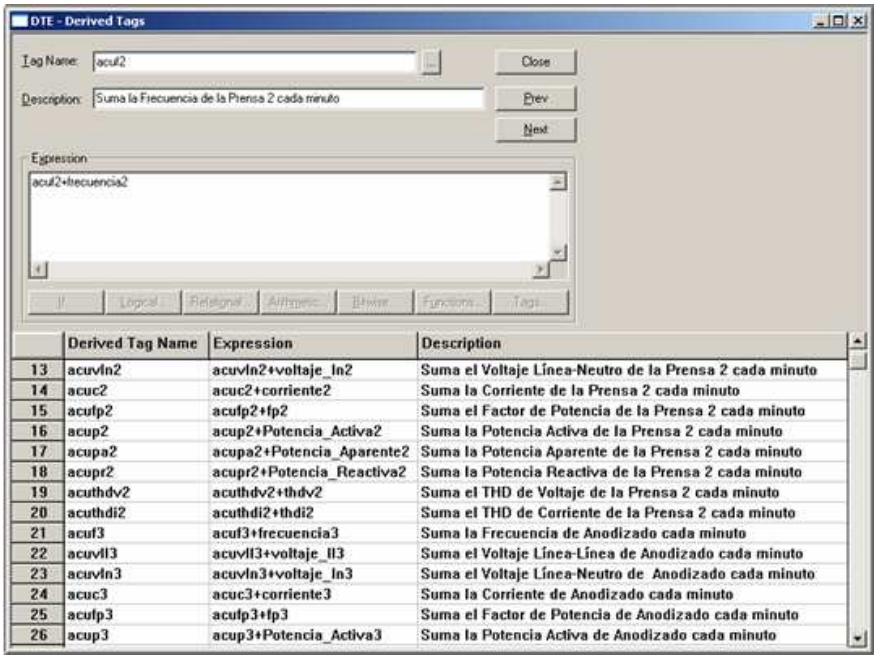


Fig 2.28 Creación de Tags Derivados**.**

6.- En la opción EVE (Eventos) se configura para que una acción específica dispare alguna otra acción. Las expresiones empleadas son ecuaciones que pueden contener valores de tags, operaciones matemáticas, lógicas y otras funciones especiales de RSView32.

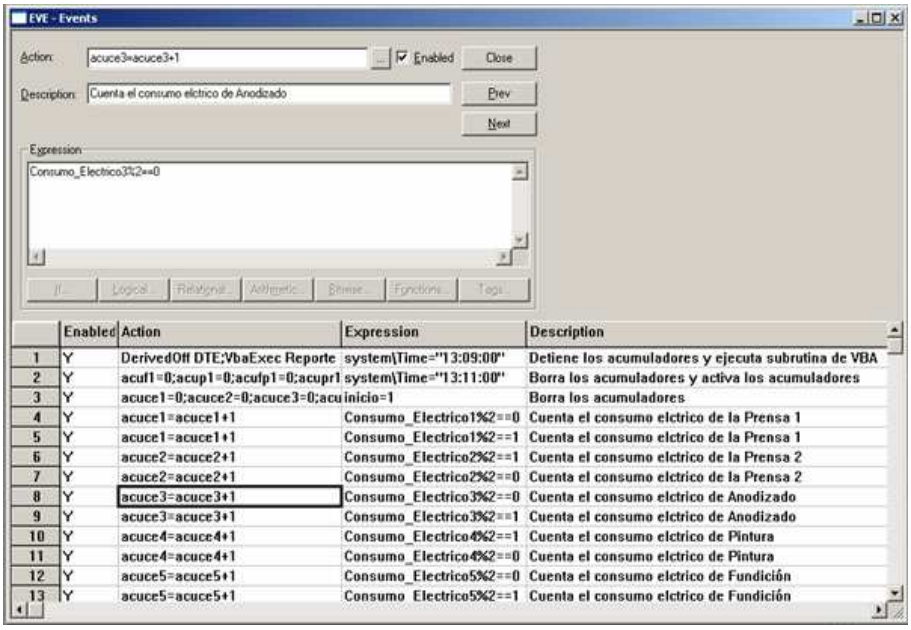


Fig 2.29 Creación de Eventos**.**

7.- Mediante VBAs (Visual Basic for Application) podemos ampliar la funcionalidad e interconectar nuestro programa de RSView32 con programas de Microsoft Office. En nuestro caso se ha utilizado una VBA para generar reportes y enlazarlos con Microsoft Excel. Esta opción la encontramos dentro de RSView32 en Logic and Control/Visual Basic Editor.

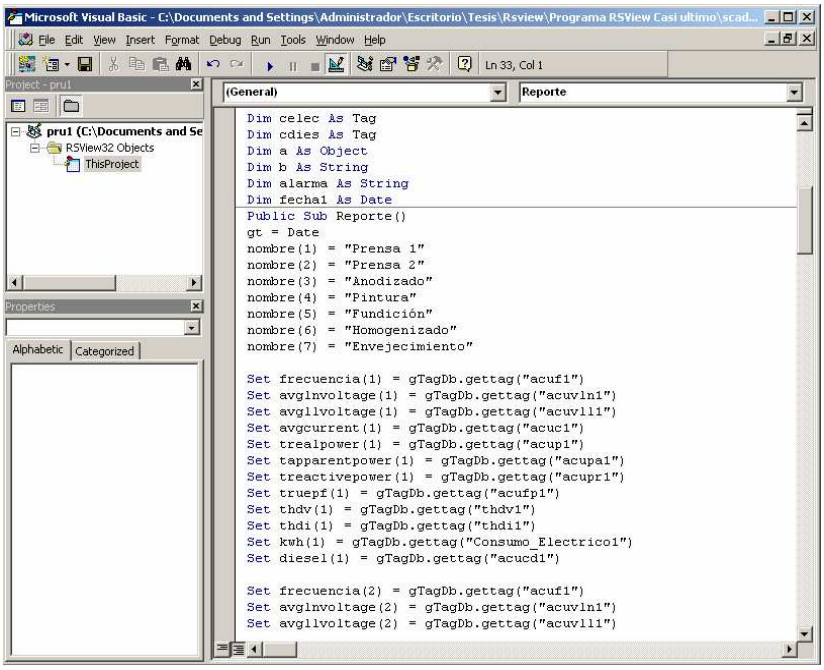


Fig 2.30 Creación de subrutina mediante una VBA**.**

8.- Para realizar un gráfico de tendencias históricas, se debe implementar una base de datos, en RSView32 se la configura en Data Log/Data Log Setup en la pestaña Tags in Model en donde se añaden los tags que corresponden a la base de datos.

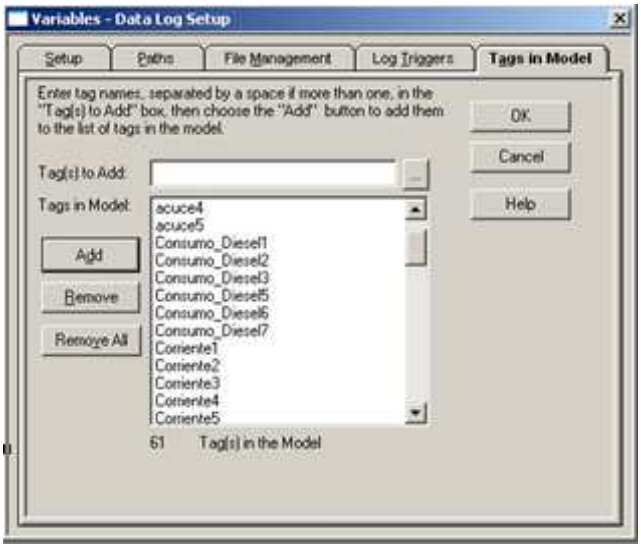


Fig 2.31 Creación de variables en el Data Log Setup**.**

2.7.2 DISEÑO DE LAS PANTALLAS EN RSVIEW32

La aplicación realizada en RSView32 permite el monitoreo en tiempo real del consumo de energía eléctrica y diésel de cada uno de los procesos de la planta de CEDAL. Además nos brinda información sobre las alarmas que se produzcan y nos permite generar reportes de los valores obtenidos.

A continuación se detallan cada una de las pantallas desarrolladas en RSView32 para la Prensa 1, para los otros procesos las pantallas son las mismas:

1.- Inicio

Es la pantalla inicial cuando se ejecuta la aplicación en RSView32, nos permite ingresar al menú general.

Fig 2.32 Pantalla de Inicio**.**

2.- Login

En esta pantalla debemos ingresar el usuario y la contraseña a fin de establecer privilegios en el uso del sistema.

Fig 2.33 Login**.**

3.- Menú Principal

Esta pantalla contiene todos los procesos y opciones a las que se puede acceder para monitorear el sistema.

Fig 2.34 Menú Principal

4.- Cambiar Clave

Nos permite cambiar el código de seguridad de cada usuario. Para acceder a esta opción se debe presionar en el icono en forma de llave situado en la parte inferior derecha de la pantalla.

Fig 2.35 Cambio de clave**.**

5.- Proceso

Esta pantalla se despliega cuando presionamos sobre cualquiera de los procesos que aparecen en el menú principal. Aquí encontramos toda la información de los valores instantáneos del proceso, así como también podemos tener acceso a visualizar las tendencias históricas del sistema. Además en esta pantalla podemos ingresar a generar los reportes, a monitorear las alarmas y a ver una foto del proceso.

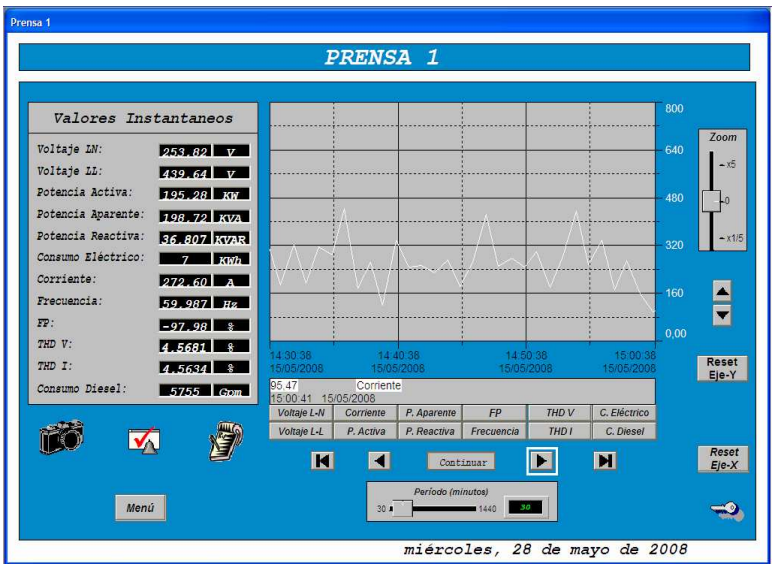


Fig 2.36 Proceso.

6.- Alarmas

Esta pantalla nos indica las alarmas que se han generado. Dentro de los tags que se configuraron como alarmas son los de corriente y de factor de potencia que servirán de información para el personal técnico en la planta.

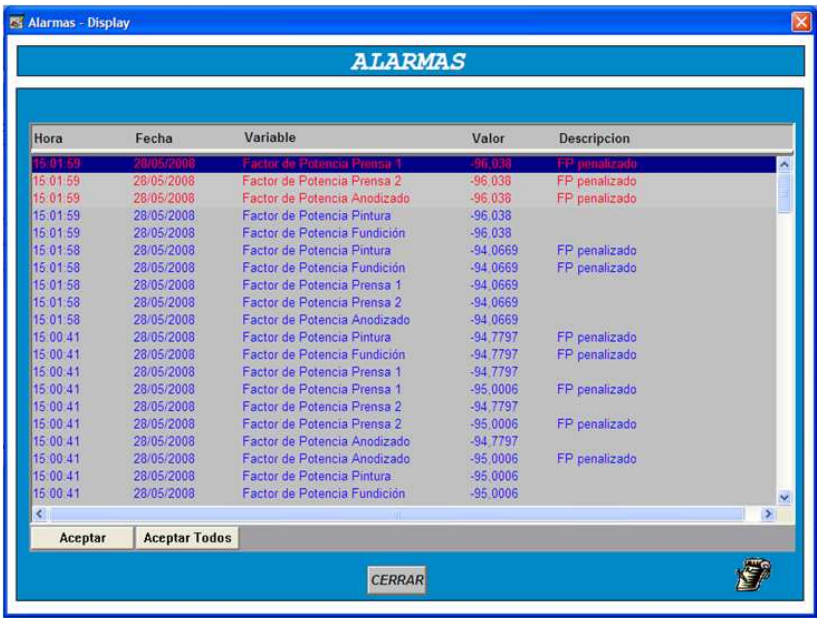


Fig 2.37 Alarmas**.**

7.- Reporte de Alarmas

Esta pantalla nos permite obtener un reporte en Excel de todas las alarmas producidas en un día determinado. En esta pantalla podemos escoger el día a obtener el reporte.

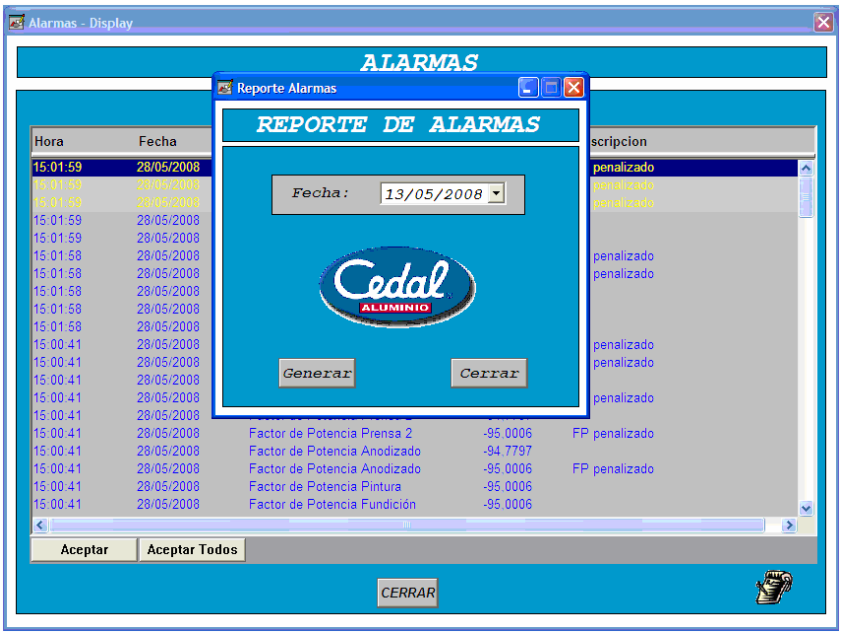


Fig 2.38 Reporte de Alarmas**.**

8.- Generación del Reporte

En esta pantalla obtenemos un reporte, de los parámetros seleccionados en un rango de fechas establecido, en Excel.

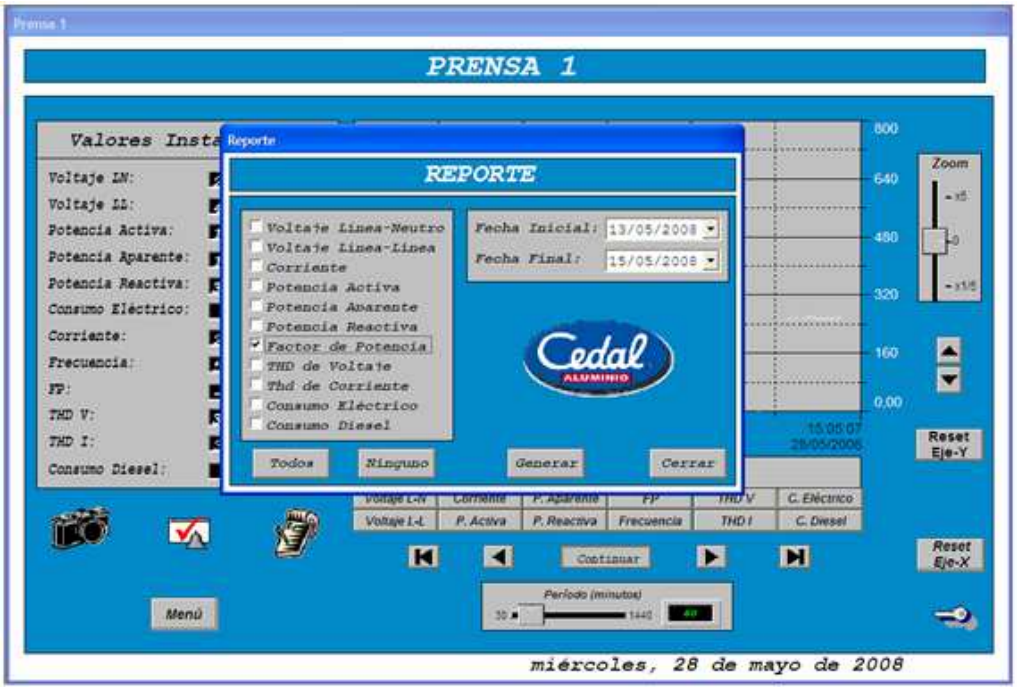


Fig 2.39 Generación del Reporte**.**

9.- Foto del Proceso

Aquí se muestra la foto del proceso seleccionado el cual permite visualizar el proceso.

Fig 2.40 Foto del Proceso**.**

2.7.3 REPORTES EN EXCEL

La aplicación realizada en Microsoft Excel permite la generación de reportes de los parámetros seleccionados en RSView32 en una fecha y proceso establecido. Esta aplicación tiene una pantalla de Inicio en la cual se presenta el proceso y el rango de fechas seleccionado para la generación de los reportes, además contiene otra hoja llamada Reporte en donde se presentan los reportes en forma de tabla de datos, y finalmente en la hoja llamada Gráfico se presenta una gráfica de los reportes.

A continuación se detallan cada una de las pantallas desarrolladas:

1.- Inicio

Es la pantalla inicial del Reporte en Excel, aquí se presenta el proceso seleccionado y los rangos de fechas deseados para visualizar el reporte.

Fig 2.41 Inicio en Excel.

2.- Reporte

En esta pantalla se presenta el proceso y los parámetros seleccionados con sus respectivos valores en las fechas deseadas.

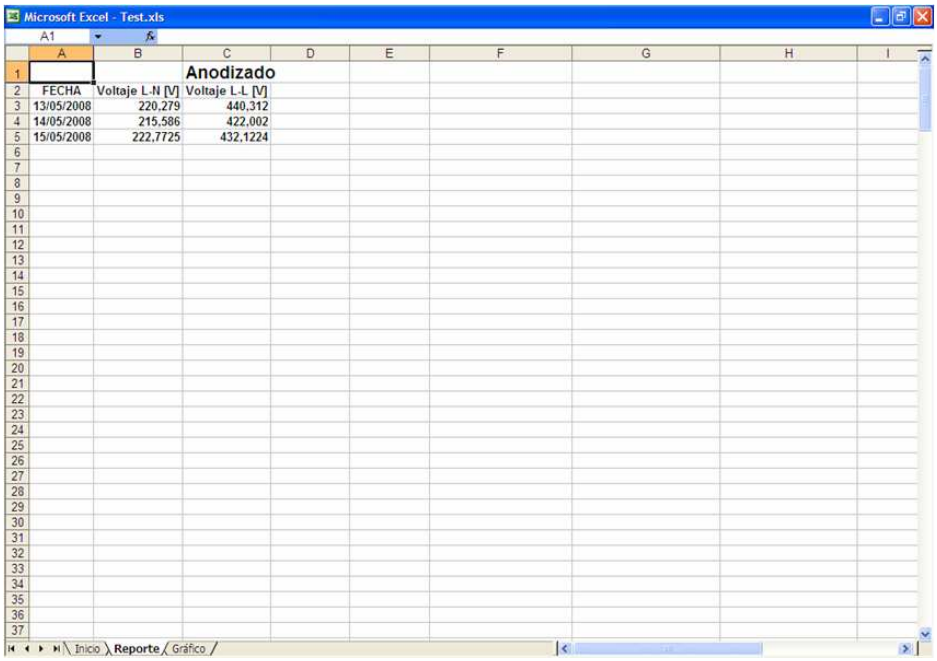


Fig 2.42 Reporte en Excel**.**

3.- Gráfico

Esta pantalla nos permite visualizar el reporte obtenido.

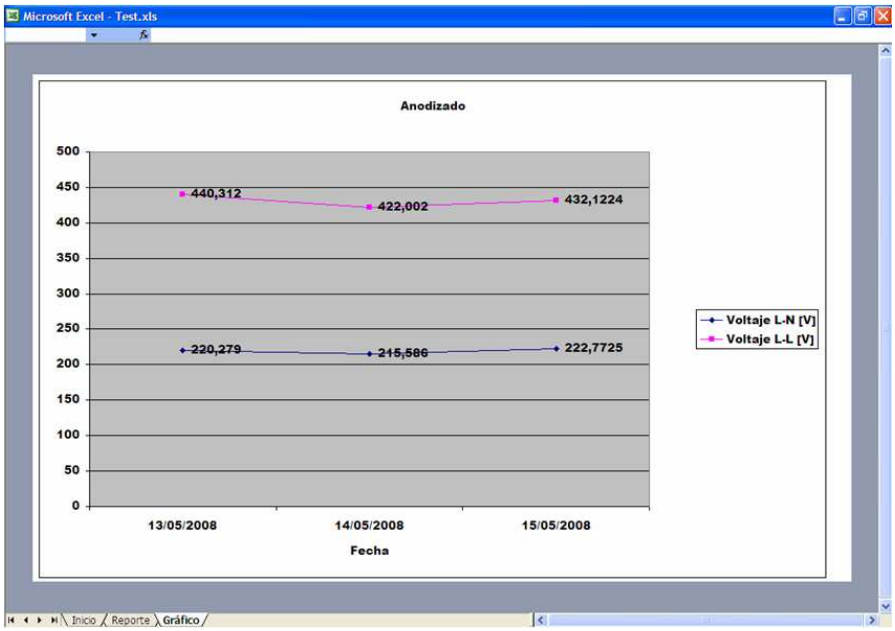


Fig 2.43 Gráfico en Excel**.**

2.16 DISEÑO DE LA INTERFASE DE SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE INTERNET

Para el diseño e implementación de la Interfase de Supervisión a través de Internet se utilizó el software RSView WEBServer el cual permite publicar imágenes estáticas de un proyecto realizado en RSView32 incluyendo graphic displays, tag data, y alarm data a través de cualquier navegador estándar de internet. RSView WEBServer habilita el Microsoft Personal WebServer del Microsoft Internet Information Service (IIS) en la computadora donde RSView32 está instalado.

RSView WEBServer no requiere instalación y configuración de los clientes. Cualquiera que tenga una cuenta de usuario válida de RSView32 puede conectarse al proyecto mediante Internet desde cualquier lugar, por medio de algún navegador que soporte HTML3.2 en cualquier sistema operativo.

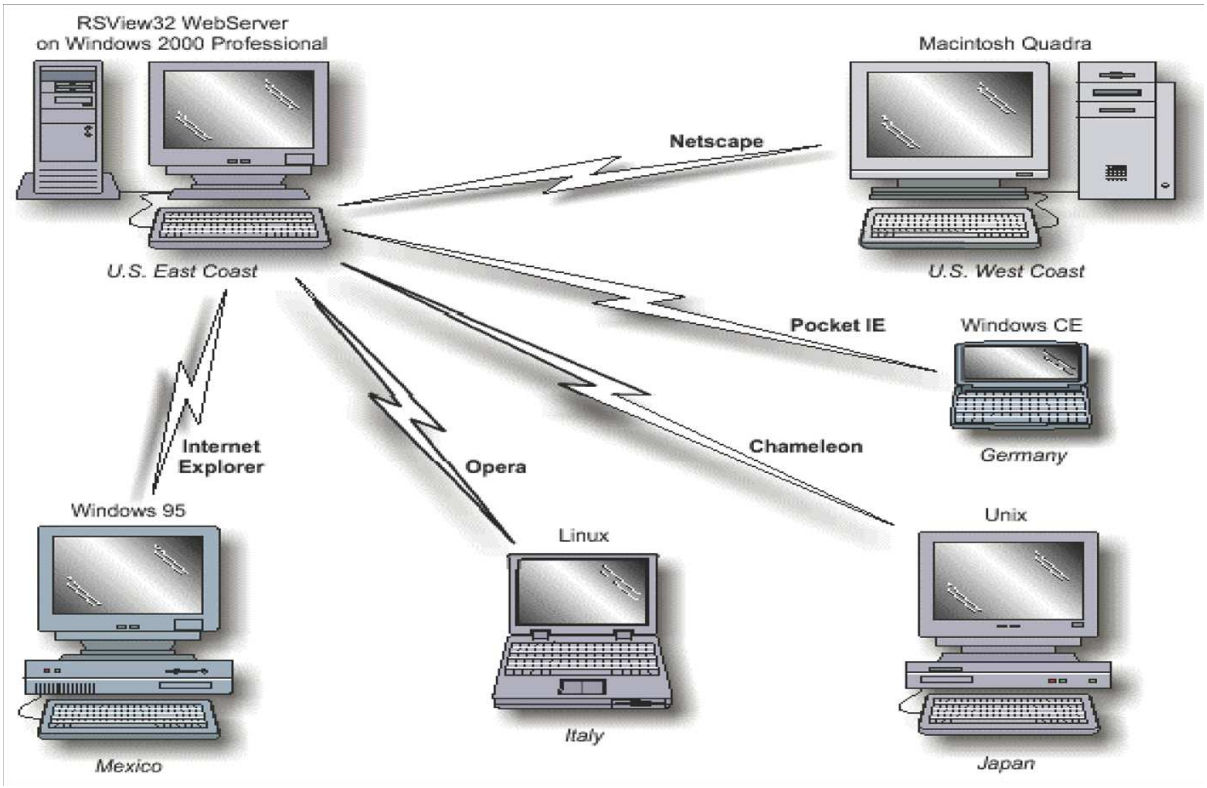


Fig 2.44 Supervisión mediante RSView WEBServer**.**

2.8.1 CONFIGURACIÓN DEL WEBSERVER PARA LA SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE INTERNET

Para establecer la supervisión a través de Internet se debe configurar en RSView32 la inicialización del WEBServer, esto se lo hace mediante el comando WEBSERVERON el cual ejecuta internamente la comunicación entre RSView32 y el servidor.

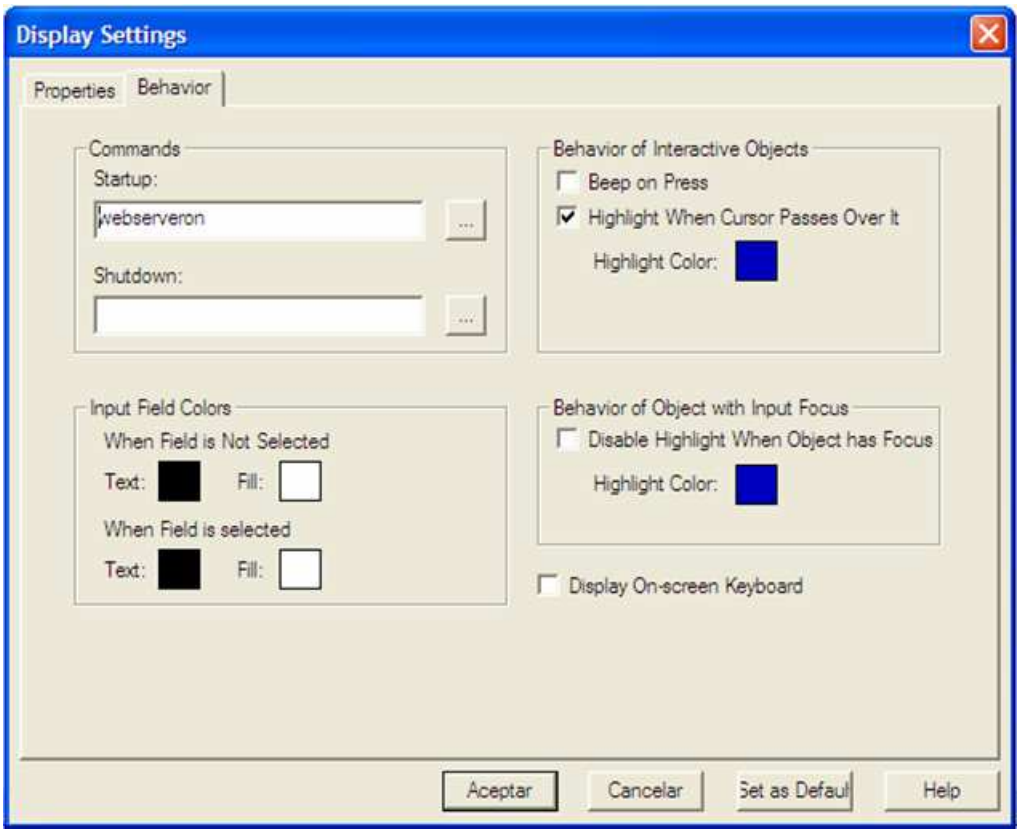


Fig 2.45 Inicialización del WEBServer**.**

2.8.2 DISEÑO DE LAS PANTALLAS PARA LA SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE INTERNET

La aplicación para el monitoreo a través de Internet fue realizada en Microsoft Front Page en donde se programó todas las acciones a ejecutarse dentro de la página html.

En esta página la información que está disponible es acerca de los valores instantáneos de cada proceso, la información detallada de cada tag empleado en RSView32, los niveles de alarma generados y una foto del proceso seleccionado.

A continuación se detallan cada una de las pantallas desarrolladas para la Prensa 1, para los otros procesos las pantallas son las mismas:

1.- Inicio

Esta pantalla es la que aparece cuando en el navegador de internet se ingresa en la dirección http://prensas/consumo o http://192.168.2.42/consumo. Esta página es la inicial del proceso y nos solicita ingresar el usuario y la contraseña del proyecto hecho en RSView32 a fin de establecer privilegios en el uso del sistema.

Fig 2.46 Pantalla inicial en Internet**.**

2.- Menú

Una vez ingresada correctamente el usuario y contraseña similares a los empleados en RSView32 la siguiente pantalla en ingresar es la de menú, en donde se despliegan unas imágenes de cada proceso y además podemos seleccionar para ingresar en ellos a visualizar la información requerida.

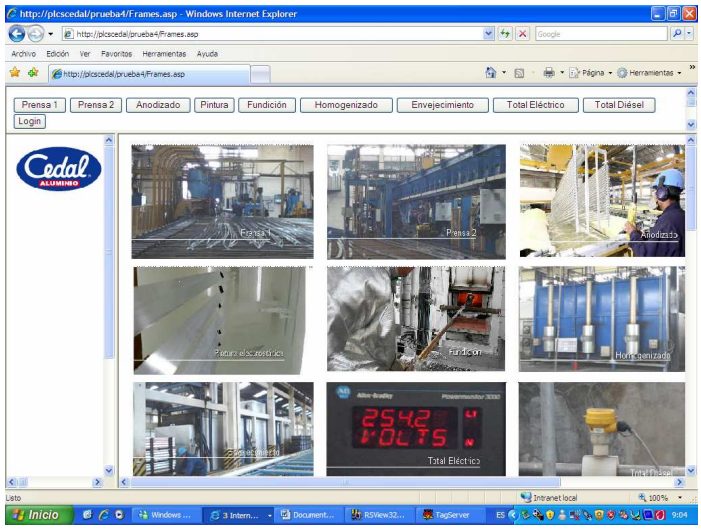


Fig 2.47 Menú Principal**.**

3.- Proceso

Aquí se ingresa a un submenú en donde se puede seleccionar las acciones a visualizar. Estas acciones pueden ser: desplegar la información instantánea de los valores del proceso, desplegar la información de los tags empleados en el proceso, desplegar una foto del proceso y finalmente desplegar la información general de las alarmas generadas.

Fig 2.48 Proceso**.**

4.- Display

Aquí se muestra una imagen estática de los valores del proceso seleccionado. Como vemos la presentación es la misma que la que se presentó en RSView32 en la figura 2.36

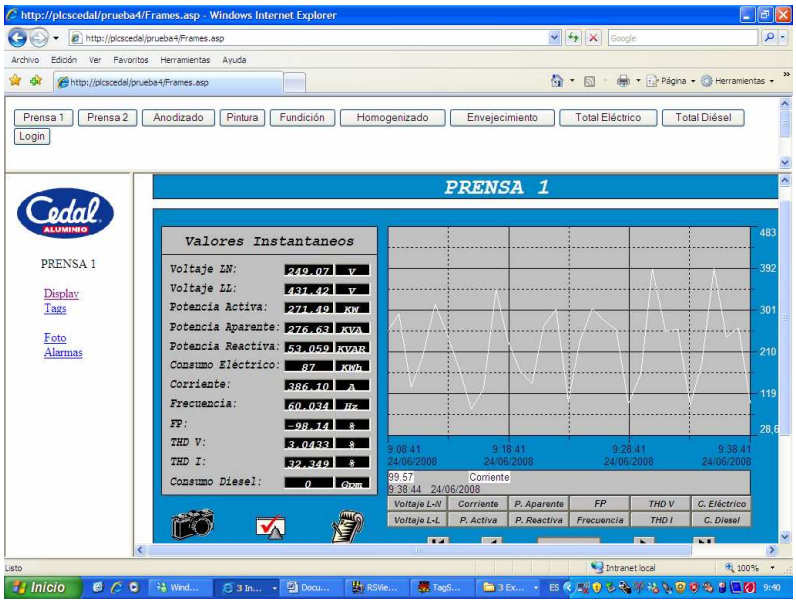


Fig 2.49 Valores instantáneos del proceso**.**

5.- Tags

Aquí se muestra una imagen estática de los valores de los tags empleados para el proceso seleccionado.

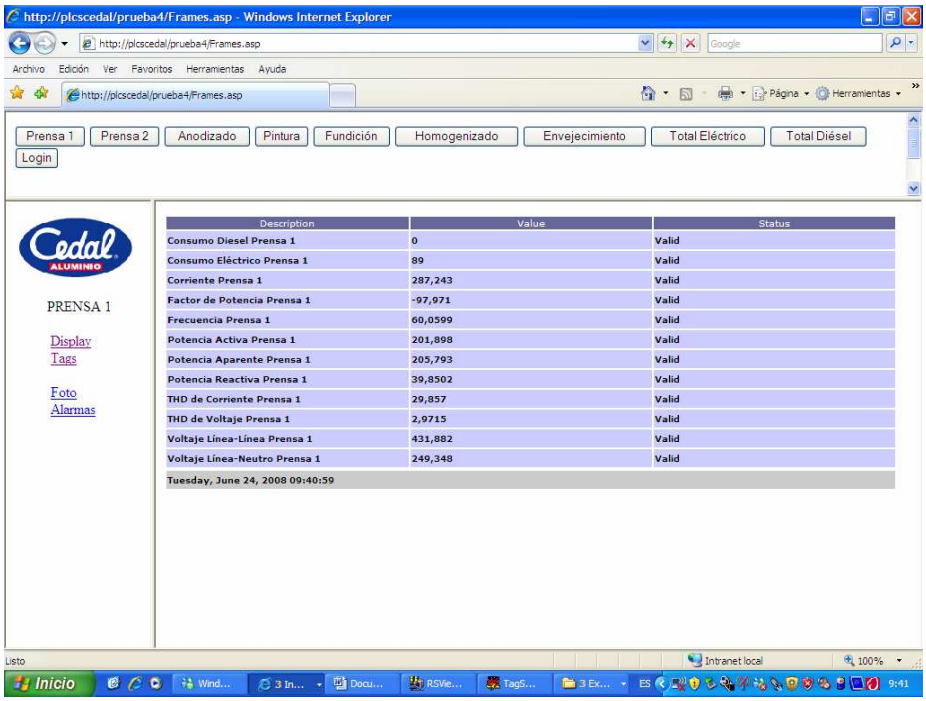


Fig 2.50 Tags empleados en el proceso**.**

6.- Alarmas

Esta pantalla despliega las alarmas generadas en el sistema, las cuales pueden ser supervisadas por Internet.

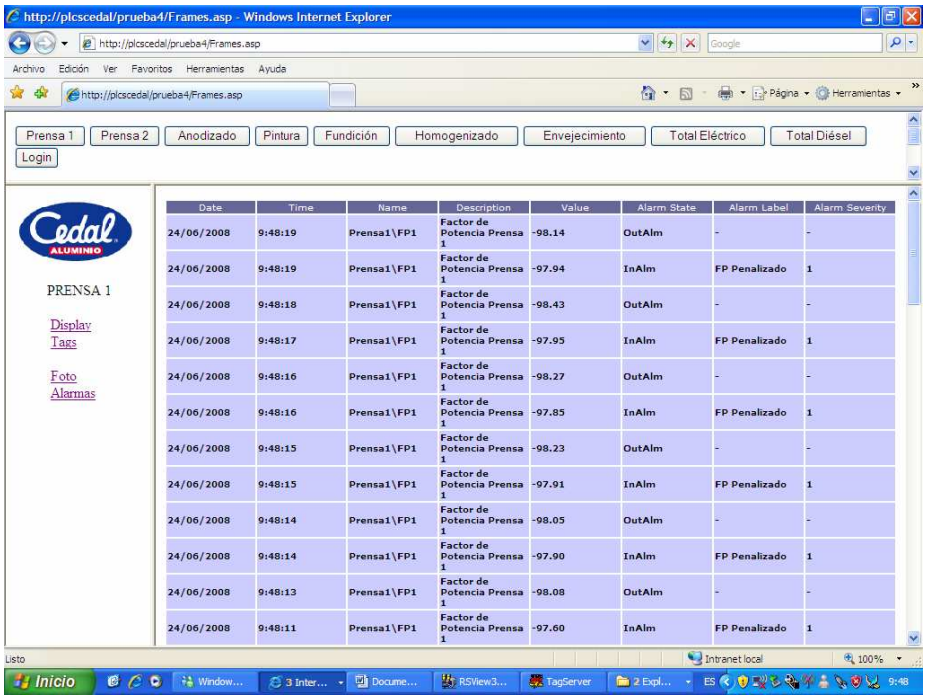


Fig 2.51 Alarmas del sistema**.**

7.- Foto

Esta pantalla nos muestra una imagen del proceso que se ha seleccionado.

Fig 2.52 Imagen del proceso-Fundición**.**

Adicionalmente al ingresar a la supervisión mediante el navegador de Internet y si la aplicación en RSView32 no se encuentra ejecutándose aparece un mensaje indicando tal situación.

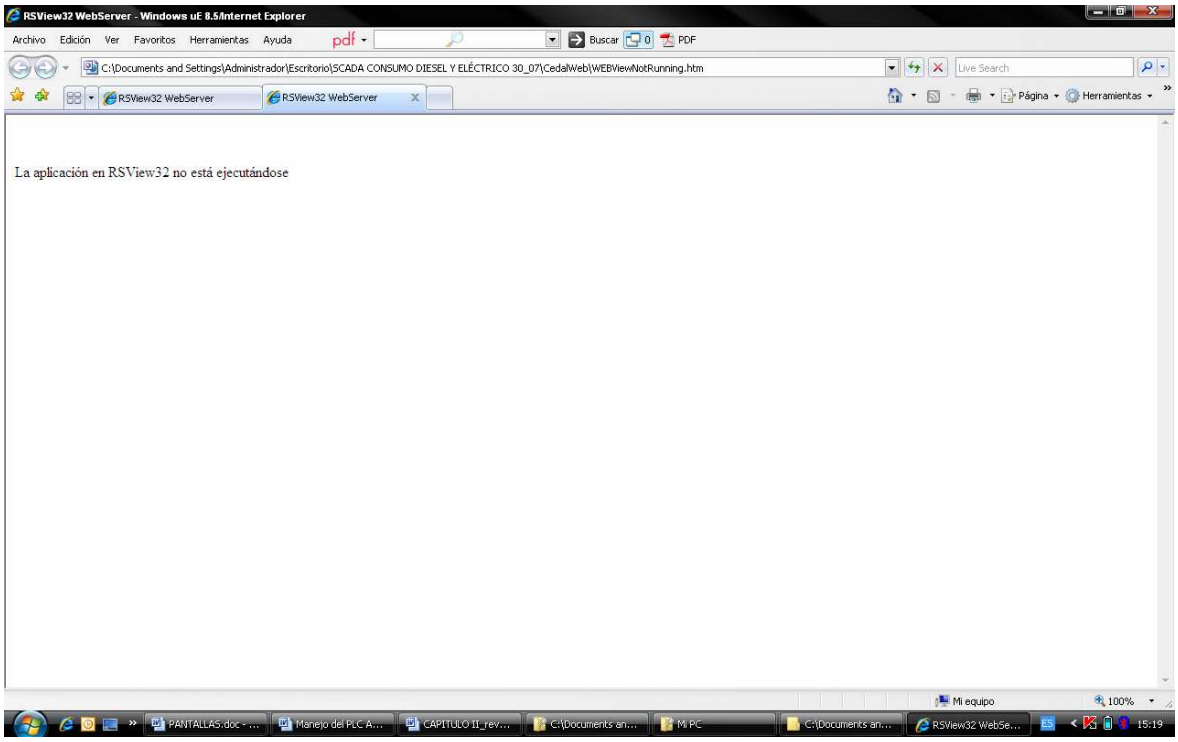


Fig 2.53 La aplicación no se está ejecutando**.**

CAPÍTULO III

PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.5 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA

Una vez terminada la etapa de análisis se procedió a la implementación de la comunicación de los equipos, en el caso del PowerMonitor3000 con la red Ethernet mientras que para el transmisor de caudal se estableció una red de 4 a 20mA con el módulo de entradas analógicas del SLC 5/05 el cual a su vez está conectado a una red Ethernet. La distancia entre el switch y el PowerMonitor3000 es de aproximadamente 12m, mientras tanto que la distancia entre el transmisor de caudal y el SLC 5/05 es de 50m. En la figura 3.1 se encuentra la configuración del sistema.

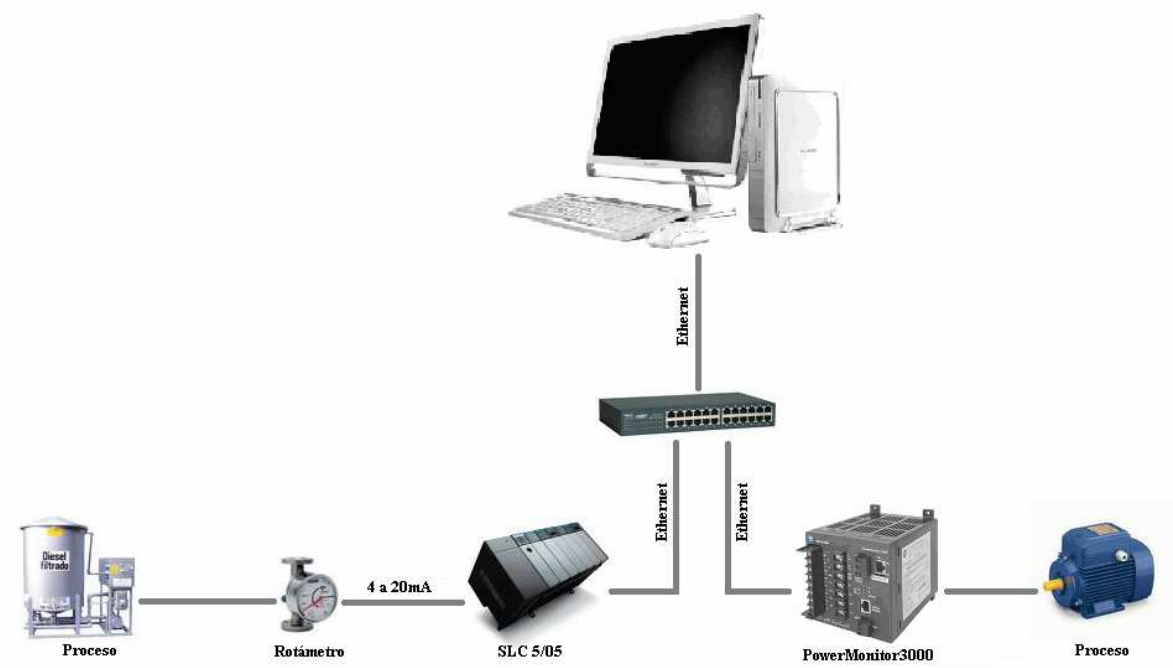


Fig 3.1 Descripción del Sistema

Después de haber implementado la comunicación entre los dispositivos se procedió a la implementación del programa en el SLC 5/05 a fin de adquirir y escalizar la señal proveniente del transmisor de caudal.

Posteriormente se realizó el programa en RSView32 el cual consta a más de las pantallas de visualización descritas en el Capítulo II de generación de reportes en Excel, una base de datos en archivos con la extensión txt.

3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.6.1 MEDICIONES ELÉCTRICAS

Utilizando los valores almacenados en la base de datos creada para este proyecto y que se actualiza cada minuto se obtuvieron los valores de corriente, voltaje entre líneas y voltaje línea-neutro correspondientes a la Prensa 1 del día miércoles 6 de Agosto de 2008 desde las 14:00:49 hasta las 14:27:50 los cuales han sido comparados con los valores medidos con un FLUKE 337 que es un medidor TRUE RMS. Los resultados de las mediciones se muestran en las tablas a continuación:

FECHA	HORA	CORRIENTE POWERMONITOR 3000 (A)	CORRIENTE MEDIDA (A)
06/08/2008	14:00:49	301,98	300,00
06/08/2008	14:01:49	263,03	249,00
06/08/2008	14:02:49	264,50	264,00
06/08/2008	14:03:49	249,46	248,00
06/08/2008	14:04:49	268,79	269,00
06/08/2008	14:05:49	137,37	137,00
06/08/2008	14:06:50	309,40	307,00
06/08/2008	14:07:50	219,98	221,00
06/08/2008	14:08:50	259,03	257,00
06/08/2008	14:09:50	237,75	239,00
06/08/2008	14:10:50	288,51	290,00
06/08/2008	14:11:50	214,51	218,00
06/08/2008	14:12:50	269,57	267,00
06/08/2008	14:13:50	290,56	298,00
06/08/2008	14:14:50	261,76	257,00
06/08/2008	14:15:50	246,14	247,00
06/08/2008	14:16:50	200,94	202,00
06/08/2008	14:17:50	307,16	304,00
06/08/2008	14:18:50	187,56	185,00
06/08/2008	14:19:50	290,07	290,00
06/08/2008	14:20:50	268,40	267,00
06/08/2008	14:21:50	263,42	261,00
06/08/2008	14:22:50	295,74	292,00

06/08/2008	14:23:50	252,00	257,00
06/08/2008	14:24:50	244,39	246,00
06/08/2008	14:25:50	137,66	138,00
06/08/2008	14:26:50	285,10	285,00
06/08/2008	14:27:50	109,53	107,00

Tabla 3.1 Comparación de los valores de corriente

FECHA	HORA	VOLTAJE ENTRE LÍNEAS POWERMONITOR3000 (V)	VOLTAJE ENTRE LÍNEAS MEDIDO (V)
06/08/2008	14:00:49	436,08	435,00
06/08/2008	14:01:49	436,43	437,00
06/08/2008	14:02:49	435,51	435,00
06/08/2008	14:03:49	435,65	435,00
06/08/2008	14:04:49	433,72	434,00
06/08/2008	14:05:49	436,04	435,00
06/08/2008	14:06:50	433,12	432,00
06/08/2008	14:07:50	433,37	433,37
06/08/2008	14:08:50	432,66	433,00
06/08/2008	14:09:50	434,04	434,00
06/08/2008	14:10:50	434,29	435,00
06/08/2008	14:11:50	433,51	434,00
06/08/2008	14:12:50	436,38	435,00
06/08/2008	14:13:50	434,96	433,00
06/08/2008	14:14:50	434,43	433,00
06/08/2008	14:15:50	432,41	434,00
06/08/2008	14:16:50	434,18	432,00
06/08/2008	14:17:50	431,06	432,00
06/08/2008	14:18:50	434,96	434,00
06/08/2008	14:19:50	430,11	432,00
06/08/2008	14:20:50	435,67	434,00
06/08/2008	14:21:50	431,42	433,00
06/08/2008	14:22:50	432,16	432,00
06/08/2008	14:23:50	432,59	432,00
06/08/2008	14:24:50	434,13	433,00
06/08/2008	14:25:50	432,71	433,00
06/08/2008	14:26:50	432,64	432,00
06/08/2008	14:27:50	437,14	435,00

Tabla 3.2 Comparación de los valores de voltaje entre líneas

FECHA	HORA	VOLTAJE LÍNEA NEUTRO POWERMONITOR3000 (V)	VOLTAJE LÍNEA NEUTRO MEDIDO (V)
06/08/2008	14:00:49	251,78	252,00
06/08/2008	14:01:49	251,99	250,00
06/08/2008	14:02:49	251,44	251,00
06/08/2008	14:03:49	251,52	250,00
06/08/2008	14:04:49	250,40	252,00
06/08/2008	14:05:49	251,77	249,00
06/08/2008	14:06:50	250,08	249,00
06/08/2008	14:07:50	250,22	251,00
06/08/2008	14:08:50	249,82	251,00
06/08/2008	14:09:50	250,60	249,00
06/08/2008	14:10:50	250,74	250,00
06/08/2008	14:11:50	250,28	251,00
06/08/2008	14:12:50	251,97	253,00
06/08/2008	14:13:50	251,12	253,00
06/08/2008	14:14:50	250,82	249,00
06/08/2008	14:15:50	249,67	251,00
06/08/2008	14:16:50	250,67	251,00
06/08/2008	14:17:50	248,88	250,00
06/08/2008	14:18:50	251,14	249,00
06/08/2008	14:19:50	248,33	250,00
06/08/2008	14:20:50	251,53	253,00
06/08/2008	14:21:50	249,08	250,00
06/08/2008	14:22:50	249,52	249,00
06/08/2008	14:23:50	249,75	249,00
06/08/2008	14:24:50	250,65	253,00
06/08/2008	14:25:50	249,83	251,00
06/08/2008	14:26:50	249,78	247,00
06/08/2008	14:27:50	252,39	249,00

Tabla 3.3 Comparación de los valores de voltaje línea-neutro

De los resultados obtenidos en las tablas se puede comprobar que los valores adquiridos por el PowerMonitor3000 son similares a los medidos por el FLUKE 337. La variación que se presenta entre los valores obtenidos y los medidos se debe a la precisión de los equipos y de la diferencia del intervalo de tiempo entre las mediciones de uno y otro equipo.

De esta manera se puede establecer que el PowerMonitor3000 presenta una alta confiabilidad y precisión brindando gran fiabilidad a los datos obtenidos en este proyecto.

3.6.2 MEDICIONES DE DIESEL

De a cuerdo a la base de datos que contiene los valores diarios de las mediciones del consumo de diesel se obtuvieron los valores correspondientes al proceso de Fundición de los días comprendidos entre el 6 de Agosto de 2008 y el 14 de Agosto de 2008 los cuales han sido comparados con los valores de consumo diario estimados por el Departamento de Mantenimiento de CEDAL S.A. Los resultados de las mediciones se muestran en la tabla a continuación:

FECHA	CONSUMO MEDIDO (GLS/DIA)
05- Sep -08	1214,63
06- Sep -08	1086,64
07- Sep -08	839,07
08- Sep -08	996,65
09- Sep -08	980,49
10- Sep -08	1014,63
11- Sep -08	1002,34
12- Sep -08	939,07
13-Sep-08	990,42
14- Sep -08	986,61

Tabla 3.4 Comparación de los valores de consumo de diesel

De los resultados obtenidos en las tabla3.4 se puede establecer que los valores adquiridos por el transmisor de caudal brindan una certera medición del consumo de diesel.

3.6.3 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA COMUNICACIÓN DEL SISTEMA SCADA

Una vez finalizada satisfactoriamente la instalación y configuración del PowerMonitor3000, el upgrade tanto de software como de hardware del SLC 5/05 y su respectiva comunicación Ethernet con el software SCADA desarrollado en RSView32 se llevaron a cabo las pruebas de comunicación entre el PLC el PowerMonitor3000 y la PC.

A continuación se detalla las configuraciones de los equipos para la red implementada.

	PLC SLC 5/05	PowerMonitor3000	Tarjeta 1 PC	Tarjeta 2 PC
IP	1.1.1.31	1.1.1.3	1.1.1.54	192.168.2.47
Máscara de Subred	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0

Tabla 3.5 Direcciones de los equipos

Una vez configuradas las direcciones de red de los equipos se constató la conectividad entre los dispositivos y la PC en la que reside el software SCADA por medio del programa RSLinx.

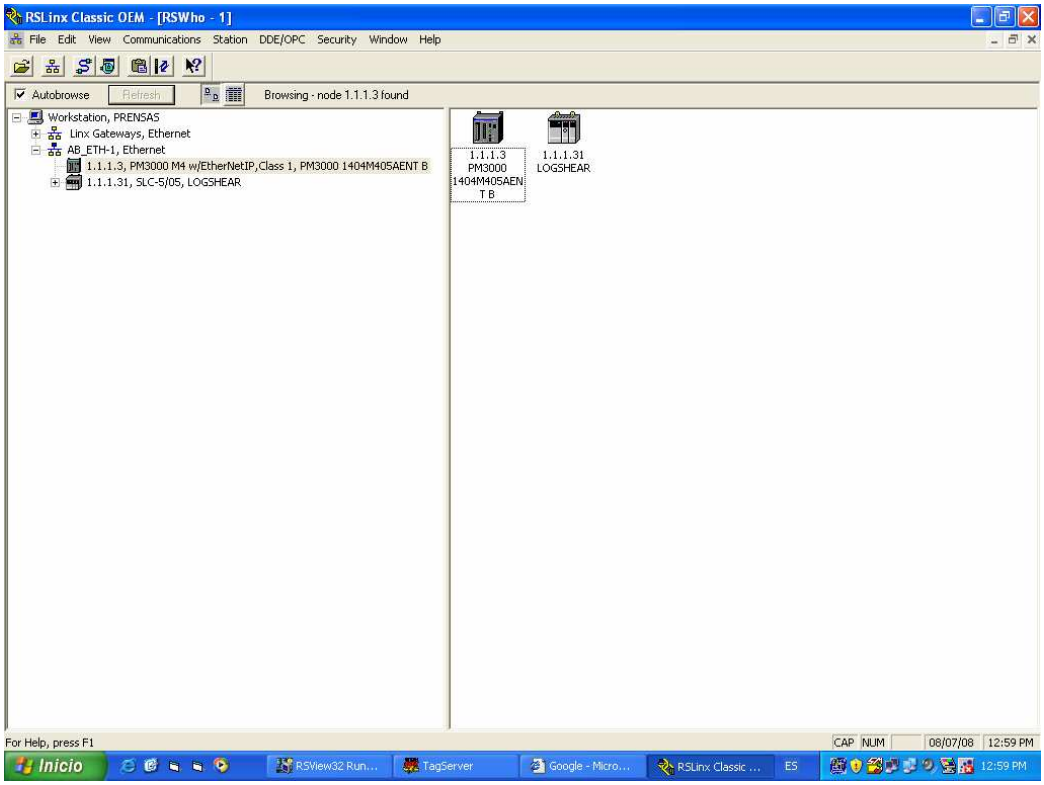


Fig 3.2 Prueba de conectividad en RSLinx

Como se puede ver en la figura 3.2 las direcciones establecidas no presentan ningún problema y la conexión es satisfactoria.

Posteriormente mediante el Driver Diagnostics del RSLinx se constató el tipo y calidad de conexión. Como se puede apreciar en la figura 3.3 la conexión es óptima y no existe ningún paquete de información perdido.

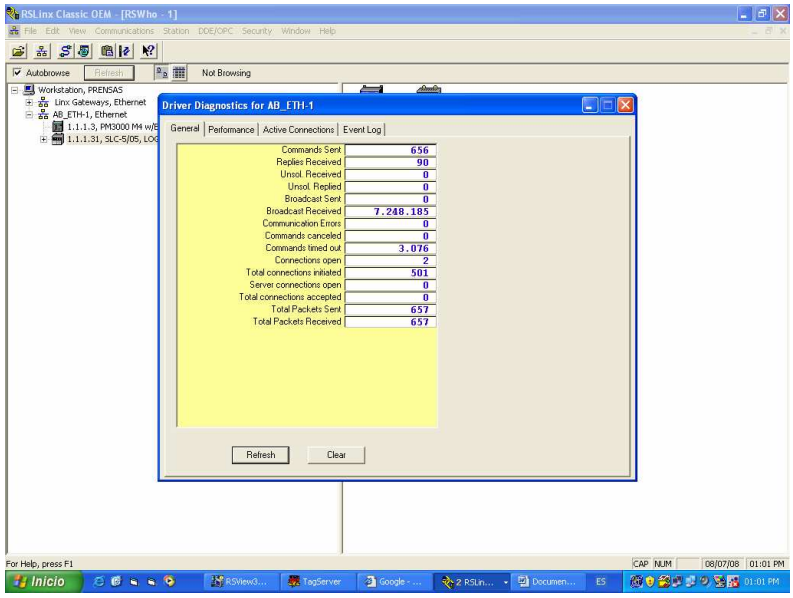


Fig 3.3 Diagnóstico de la comunicación

Debido a que se ha utilizado en el proyecto comunicación DDE con el objetivo de enlazar el PowerMonitor3000 con el software SCADA ya que no posee conexión directa con el dispositivo, a diferencia del SLC 5/05, se procedió a constatar su correcto funcionamiento en RSLinx a través del DDE/OPC Server Diagnostics.

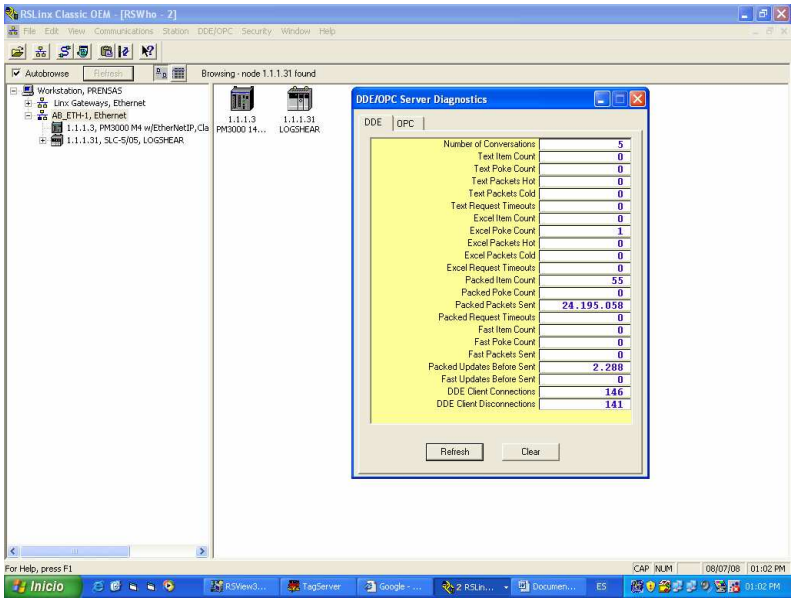


Fig 3.4 Diagnóstico de la comunicación DDE

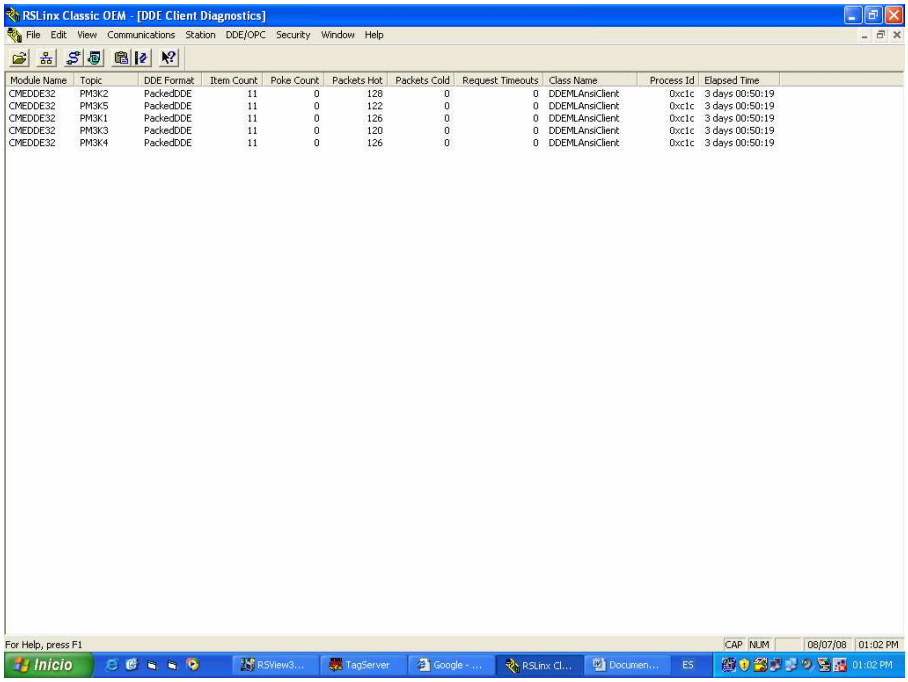


Fig 3.5 Diagnóstico de la comunicación DDE de cada topic

Como se puede apreciar en las figuras 3.4 y 3.5 respectivamente todos los paquetes de información solicitados llegaron a su destinatario que en nuestro caso es RSView32.

3.7 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

Para la realización del proyecto es necesario cuantificar el costo de los materiales a emplearse tanto en hardware como en software, los mismos que se detallan en la tabla 3.1 y 3.2 respectivamente.

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	4	Powermonitor 3000, Master Module with 3-Phase metering & setpoints & I/O, Data logging, upgradable to M6, 5 Amps, Control Power, 120V/240V AC 50/60- Hz or 125V/250V DC, Revenue metering compliance to 0.5% Accuracy	1728	6912
2	1	Modulo (8) Analog Input For Programmable Controller SLC-500	932,65	932,65
3	9	TC1500/5 A	55,65	500,85
4	1	Industrial Ethernet Switch 4 In	228,58	228,58
5	1	Fuente de Poder Sitop-Siemens 110Vac/24Vdc, 10 A	380	380

6	300m	Cable UTP Categoría 5	0,56	168
7	100m	Cable flexible THHN 14	0,399	39,9
8	600m	Cable flexible THHN 12	0,399	239,4
9	100m	Par apantallado 18 AWG / 2X18 AWG	1,129	112,9
10	18	Borneras de 1A para Rail DIN	0,9	16,2
11	18	Porta fusibles con fusibles de 0,5A para Rail DIN	3	54
12	1	Breaker de 6 A	15	15
13	1	DIN Symetrical Rail 199-1(100*3.5*1.5cm)	6,2	6,2
14	1	Ethernet Switch 16 In	80	80
15	20	Tubería tipo conduit de ½´´	5	100
16	20	Uniones para tubería tipo conduit de 1/2´´	0,5	10
17	8	Codos para tubería tipo conduit de 1/2´´	0,8	6,4
18	1	Libretín codificador	7,73	7,73
19	50	Abrazaderas para tubería conduit de ½´´	0,25	12,5
20	4	Conectores para tubería conduit de 1/2 ´´	1	4
			TOTAL	**$ 11.359,25**

Tabla 3.6 Costo de los componentes de hardware

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	1	RSVIEW32 WORKS 75-1500 UPGRADE IN-SUPT	4.942,30	4942,3
2	1	RSVIEW32 RUNTIME 150 TAGS W/RSLINX OEM	1766,3	1766,3
3	1	RSVIEW32 WEBSERVER	1998,17	1998,17
			TOTAL	**$ 8.706,77**

Tabla 3.7 Costo de los componentes de software

3.8 ALCANCES Y LIMITACIONES

3.8.1 ALCANCES

El sistema implementado es capaz de supervisar el consumo de energía eléctrica, el consumo de diesel y otros parámetros de interés como son potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, voltaje entre líneas, voltaje fase neutro,

corriente, THD de Voltaje, THD de Corriente, frecuencia de los diferentes procesos de producción en la planta de CEDAL S.A. mediante el sistema HMI-SCADA.

El programa diseñado en RSView32 permite visualizar todos los parámetros mencionados anteriormente en tiempo real de acuerdo al proceso al cual pertenece. Además presenta tendencias históricas de cada parámetro.

El software desarrollado dispone de dos bases de datos, la primera es una dBaseIV[28] propia de RSView32 la misma que adquiere los valores medidos cada minuto y los almacena en un archivo con la extensión .dbf, la otra almacena los valores promedios diarios de cada parámetro en archivos .txt separados por fecha y proceso los cuales se detallan en el nombre del archivo.

El programa desarrollado en RSView32 nos permite generar reportes y gráficos de cualquiera de los parámetros antes mencionados en un intervalo de días deseados en Microsoft Excel.

Además se puede visualizar la aplicación a través de un navegador de Internet que soporte páginas tipo html a través de la red corporativa de CEDAL que abarca las ciudades de Quito, Guayaquil y Latacunga.

3.8.2 LIMITACIONES

Debido al alto costo de los transmisores de caudal requeridos no se implementó la medición del consumo de diesel en los procesos de prensa1, prensa2, anodizado, homogenizado y envejecimiento, pero la infraestructura tanto de software como de hardware está diseñada a fin de que cuando se adquieran dichos elementos se puedan conectar y funcione normalmente.

Uno de los limitantes del software desarrollado es la generación de los archivos txt, los cuales se generan al final del día. En el caso de que el computador se encuentre apagado o

[28] Es un sistema de gestión de base de datos usado ampliamente para microcomputadoras.

la aplicación no se esté ejecutando el archivo correspondiente no se creará y no estará disponible la generación del reporte de dicho día.

La visualización por medio de un navegador que soporte html no se la pudo implementar a través de Internet debido a la topología de red de la empresa y al alto costo que implicaría la adquisición de una dirección IP pública y el contratar el servicio solo para dicha aplicación.

Finalmente las páginas html diseñadas no permiten una actualización automática y solo muestran los valores instantáneos y el consumo de energía eléctrica y de diesel de los últimos cinco días.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al término del desarrollo del presente trabajo realizado en la planta de CEDAL S.A. en la ciudad de Latacunga se ponen a consideración las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el proyecto a fin de aportar a futuros trabajos similares.

4.3 CONCLUSIONES

- Al finalizar el proyecto se logró cumplir el objetivo general trazado que fue el de diseñar e implementar un sistema integrado SCADA para medición de energía y combustible en las maquinarias de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A.

- Se instaló y se calibró satisfactoriamente el transmisor de caudal tipo rotámetro en el proceso de Fundición.

- Se logró adquirir la señal correspondiente al consumo de diesel proveniente del transmisor de caudal tipo rotámetro del proceso de Fundición a través de una tarjeta de entradas analógicas la cual fue instalada en el PLC SLC 5/05 existente en la planta.

- Se consiguió instalar con éxito los medidores electrónicos de parámetros eléctricos (PowerMonitor3000) en los procesos de Prensa 2, Fundición, Anodizado y Pintura.

- Se logró adquirir la información promedio correspondiente al voltaje entre líneas, voltaje línea neutro, corriente, frecuencia, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, THD de voltaje, THD de corriente, consumo de energía eléctrica de los procesos de Prensa 1, Prensa 2, Fundición, Anodizado y Pintura.

- El medidor PowerMonitor3000 de Allen-Bradley permite medir una gran variedad de parámetros eléctricos, con una excelente precisión, que son de gran importancia en el campo industrial ya que brinda la posibilidad de realizar un completo análisis de la calidad de la energía a través de los datos obtenidos. Además es muy versátil ya que permite configurar con facilidad el tipo de conexión a emplearse, los parámetros ha ser visualizados, las direcciones de red ha utilizarse y otras funciones que no han sido requeridas para este proyecto.

- El programa RSView32 de Rockwell Software para desarrollo del sistema SCADA es una gran herramienta para el desarrollo de este tipo de aplicaciones debido a que permite realizar con facilidad comunicación con otros dispositivos mediante DDE u OPC y comunicación directa con PLCs de la marca Allen-Bradley, además permite la generación de base de datos, generación de alarmas, reporte de eventos y presenta un ambiente amigable para el diseño y programación. Una de sus potencialidades es que presenta un Editor de Visual Basic for Application (VBA) el cual permite interaccionar con los programas de Microsoft.

- RSLinx Classic de Rockwell Software es un servidor de DDE/OPC el cual permite enlazar los dispositivos de campo de la marca Allen-Bradley con otros programas en los cuales se puede analizar la información obtenida de ellos. Además permite una conexión directa entre RSView32 y los PLCs de Allen-Bradley.

- RSView WEBServer es una herramienta de RSView32 la cual permite visualizar la información del proyecto realizado en RSView32 por medio de un navegador de Internet. Este programa presenta las pantallas diseñadas, tablas de los valores de los tags empleados e información de las alarmas configuradas en el proyecto. Sus desventajas son que no se actualiza automáticamente y las pantallas son solo imágenes de RSView32 por lo que no se puede interactuar con ellas.

- Los sistemas SCADA permiten adquirir y presentar información de diferentes procesos lo cual facilita su posterior análisis y la toma de decisiones en cada uno de los niveles jerárquicos de la empresa.

- El desarrollo de las pantallas de la aplicación HMI deben estar diseñadas de tal manera que desplieguen solo la información necesaria, permitiéndole al usuario una fácil comprensión e interacción con el sistema. Además no debe presentar colores fuertes ya que estos cansan la vista del operario.

- La adquisición de los materiales necesarios para el sistema pueden ser realizados en el mercado nacional a través de los distribuidores autorizados, con la limitante de los tiempos de entrega al tener que importarlos por no estar en stock.

- A nivel industrial se hace imprescindible tener datos de los factores que constituyen la calidad de energía ya que esto puede ayudar a encontrar y solucionar problemas y a tener una mayor eficiencia en el funcionamiento de las maquinarias lo cual se verá reflejado en un ahorro económico para la empresa.

4.4 RECOMENDACIONES

- Para la selección de los programas para el desarrollo de sistemas SCADA cuyo limitante está dado por el número de tags como es el caso de RSView32 es necesario tomar en cuenta que solo los tags de entrada/salida son los que se contabilizan más no los de memoria.

- Para la selección de los componentes a emplearse en el desarrollo de un proyecto es necesario llevar a cabo un análisis previo de las características de cada una de las variables y factores involucrados en el proceso.

- Cuando se realiza ampliaciones en los sistemas existentes se debe constatar de que no se sobrepasen los límites de funcionabilidad de los equipos con el aumento de nuevos dispositivos.

- Cuando se instala un transformador de corriente y no se lo emplea inmediatamente se debe cortocircuitar sus salidas ya que si no se lo hace se puede generar un voltaje elevado el cual destruirá los devanados del mismo.

- Cuando se trabaja con DDEs se debe considerar tres parámetros indispensables para su correcto funcionamiento como son: aplicación (corresponde al nombre de la aplicación del servidor DDE), el topic (corresponde en procesos industriales al nombre asignado al dispositivo en el servidor) y el ítem (corresponde a la variable a analizarse).

- Capacitar adecuadamente a los operadores a fin de que no tengan ningún problema con el manejo del sistema y sean capaces de corregir cualquier problema que se les presente a futuro.

- Antes de efectuar cualquier operación de supervisión en el proceso es necesario leer detenidamente los manuales adjuntos en esta tesis.

- Se recomienda continuar con la estandarización de equipos implantada en la empresa ya que la utilización de equipos de otros fabricantes puede derivar en la utilización de otros programas adicionales que incrementan el costo del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

[1] ROCKWELL AUTOMATION. “POWERMONITOR3000, User Manual”. USA, October 2004.

[2] ROCKWELL AUTOMATION. “POWERMONITOR3000, Product Profile”. USA, January 2006.

[3] ROCKWELL AUTOMATION. “RSView32, User’s Guide”. USA, September 2006.

[4] ROCKWELL AUTOMATION. “RSView32, Getting Results Guide”. USA, September 2006.

[5] ROCKWELL AUTOMATION. “RSLinx, Getting Results Guide” USA, June 2005.

[6] ROCKWELL AUTOMATION. “RSLogix 500, Getting Results Guide”. USA, July 2005.

[7] ROCKWELL AUTOMATION. “RSView32 WEBServer, Getting Results Guide” USA, August 2007.

[8] http://www.cedal.com.ec/index2.php

[9] http://www.rockwellautomation.com

[10] http://www.trifasicos.com/conceptos.php

[11] http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/electrotec/e1/CircuitosElectricosTrifasicos.pdf

[12] http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/07-Tecnologicas/T-043.pdf

[13] http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/medidores/medidoresdeqentuberias/medidoresdeqentuberias.html

[14] http://aguas.igme.es/igme/publica/libros2_TH/art2/pdf/teoria.pdf

[15] http://www.doschivos.com/trabajos/tecnologia/761.htm

[16] http://ph4nt0m.iespana.es/page1/sensores/fluca/fluca.htm

[17] http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable#Programaci.C3.B3n

[18] http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/index.html

[19] http://moncayo.unizar.es/ccuz/proced.nsf/0/5f94aec4f8aff02bc12569070046c1c1?OpenDocument

[20] http://www.angelfire.com/alt/arashi/conmu.htm

[21] http://www.mapla.cl/resumenes_07/17.pdf

[22] http://atc.inf-cr.uclm.es/Asignaturas/Grado/DSC/Buses%20de%20Campo.pdf

[23] http://es.wikipedia.org/wiki/Red_industrial

[24] http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/ftp/material_asignaturas/Laboratorio%20de%20Comunicaciones%20Industriales/Documentaci%F3n/Introducci%F3n%20a%20las%20Comunicaciones%20Industriales.pdf

[25] http://www.isa.uniovi.es/docencia/redes/Apuntes/tema9.pdf

[26] http://www.mailxmail.com/curso/informatica/cableado/capitulo2.htm

[27] http://ivangutierrez.nireblog.com/post/2007/03/07/interconexion-de-redes

[28] http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo1.htm

[29] http://www.monografias.com/trabajos55/sobre-internet/sobre-internet.shtml

[30] http://es.wikipedia.org/wiki/Internet

[31] http://www.arrakis.com/accesible/8f1a721732245ba2c55579d827a715d9

[32] http://www.infoplc.net/Ejemplos/Ejemplos.htm

[33] http://www.infoplc.net/Descargas/Descargas.htm

[34] http://www.citcea.upc.edu/projecte/labremot/cap8_RSLogix.pdf

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Anodizado: Es un proceso electroquímico por el cual se forma sobre la superficie del perfil un recubrimiento de oxido de aluminio, al mismo que se le puede impartir varias tonalidades cromáticas empleando distintos parámetros de corriente, pH de las soluciones químicas, tiempo y sales minerales.

B

Base de Datos: Es un conjunto exhaustivo no redundante de datos, estructurados organizados independientemente de su utilización y su implementación, pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

C

Caudal: Es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.

Consumo Eléctrico: Es la cantidad de energía eléctrica consumida en un determinado período de tiempo.

Consumo de Diesel: Es la cantidad de diesel consumida en un determinado período de tiempo.

Corriente Eléctrica: Es el movimiento de los electrones por el interior de un conductor. La unidad de la intensidad de la corriente eléctrica es el amperio [A].

D

Dirección IP: La dirección IP es un número de 32 bits que identifica a un dispositivo de red. Se compone de cuatro partes. En primer lugar, el identificador de una red concreta, y en

segundo lugar, un identificador del dispositivo determinado dentro de la red. Dado que el número de direcciones IP formadas por un número de 32 bits es finito.

Distorsión Armónica Total (THD): Es una medida de la similitud entre la forma de onda y su componente fundamental.

E

Ethernet: Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Extrusión: Es una deformación plástica en donde un bloque de metal es forzado por compresión a pasar a través de la abertura de un molde (matriz) que tiene un área seccional menor a la del bloque de metal.

F

Factor de Potencia: Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, o bien se define como el coseno del ángulo que forman los fasores de la intensidad y el voltaje.

Frecuencia: Se define como el número de ciclos que se efectúan por segundo. Su unidad es el hertz y se representa por Hz.

Fundición: En esta etapa el aluminio recuperado del proceso de extrusión y la perfilaría rechazada durante el proceso de producción son nuevamente fundidos, manteniendo las características de su aleación para ser reutilizados en el proceso de producción.

H

HMI: Interfaz humano-máquina. Interfaz del usuario que permite

I

Internet: Es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas, que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.

IP: El Internet Protocol (protocolo de Internet) transporta los paquetes de un nodo a otro sin tener en cuenta su contenido. IP envía cada paquete en función de una dirección de destino de cuatro bytes (la dirección IP).

L

LAN: Una red de área local es un grupo de ordenadores o dispositivos Ethernet que comparte una estructura de comunicaciones. El tamaño de las redes LAN oscila entre un par de dispositivos y varios cientos.

M

Máscara de subred: Cuando varios dispositivos Ethernet desean comunicarse por Internet o a través de un router, debe existir un método que permita al router comprobar si el destino del paquete se encuentra en la red local o en otra red. El router sabe qué bits de la máscara de subred debe comprobar, pues un «1» indica que forma parte de la ID de la red, mientras que un «0» indica que forma parte de la ID del servidor. El límite entre la ID de la red y la del servidor no se puede determinar analizando únicamente la dirección IP.

O

OPC: OLE Process Control. (OLE para control de procesos.) Estándar abierto que permite a los dispositivos comunicarse entre sí de forma totalmente abierta con independencia de quién haya fabricado cada uno de ellos.

P

Password: Cuadro para ingresar el texto, es decir el username y el password del usuario que va a navegar en la aplicación

PC: Computador personal.

Periodo: Es el tiempo necesario para que un ciclo de la señal se produzca, su fórmula es $T = 1 / f$, o sea el período es el inverso de la frecuencia.

Pintura Electrostática: Es un proceso de acabado superficial que protege a los perfiles de aluminio con una capa de pintura en polvo depositada electro-estáticamente y que luego es fundida y curada en un horno.

PLC: Controlador Lógico Programable.

Potencia: La potencia eléctrica se define como la cantidad de trabajo realizado por una corriente eléctrica.

Potencia Activa: Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo.

Potencia Aparente: También llamada potencia compleja, es la suma vectorial de la energía que disipa un circuito en cierto tiempo en forma de calor o trabajo y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes que fluctuará entre estos componentes y la fuente de energía.

Potencia Reactiva: Esta potencia no tiene tampoco el carácter realmente de ser consumida y sólo aparecerá cuando existan bobinas o condensadores en los circuitos. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo útil.

S

SCADA: Comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial

Sistemas Trifásicos: Es el conjunto de tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente, valor eficaz) que presentan una cierta diferencia de fase entre ellas, en torno a 120°, y están dadas en un orden determinado.

Switch Industrial: Es un conmutador inteligente que reduce el tráfico de red a lo mínimo y mejora notablemente su rendimiento, es diseñado para trabajar en ambientes industriales.

T

Tensión: Es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito cerrado. La tensión entre dos puntos de un campo eléctrico es igual al trabajo que realiza dicha unidad de carga positiva para transportarla desde el punto A al punto B.

TCP: El Transmission Control Protocol o protocolo de control de transmisión se encarga de entregar y verificar los datos transmitidos de un dispositivo a otro. El protocolo detecta los errores o datos perdidos y puede activar una retransmisión hasta que los datos se hayan recibido completos y sin errores.

Transmisor: Convierte la señal del transductor en una señal estándar que se transmite al sistema de control (al ser estándar es compatible con cualquier instrumento de control con independencia de su marca comercial).

V

V_{RMS}: Se define como el valor de corriente alterna que al circular por una determinada resistencia óhmica pura produce los mismos efectos caloríficos que al ser atravesada por una corriente continua.

ANEXO B

MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA HMI PARA LA MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMBUSTIBLES EN LAS MAQUINARIAS DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.

SUMARIO

MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA HMI PARA LA MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMBUSTIBLES EN LAS MAQUINARIAS DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA CEDAL S.A.

	Página
PRESENTACIÓN	B-2
DESCRIPCIÓN GENERAL	B-2
DIRECTORIOS EMPLEADOS	B-3
MANEJO DE LA APLICACIÓN DISEÑADA EN RSVIEW32	B-4
MANEJO DE LOS REPORTES EN EXCEL	B-10
SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE UN NAVEGADOR DE INTERNET	B-13

PRESENTACIÓN

Este manual tiene como objetivos primordiales evitar cualquier procedimiento incorrecto provocado por el mal uso del software y facilitar la comprensión de la información presentada en las diferentes pantallas del programa.

DESCRIPCIÓN GENERAL

El proyecto consiste en monitorear el consumo diario de energía eléctrica y otros parámetros eléctricos necesarios para llevar un adecuado control de los procesos. Además otra parte fundamental del proyecto consiste en registrar el consumo diario de diesel en cada proceso de la planta.

La aplicación realizada en RSView32 adquiere la información de los medidores de energía eléctrica "PowerMonitor 3000" de la marca Allen Bradley instalados en los procesos de Prensa 1, Prensa 2, Anodizado, Pintura y Fundición y del transmisor de caudal, del proceso de Fundición, a través de un módulo de entradas analógicas del PLC SLC 5/05.

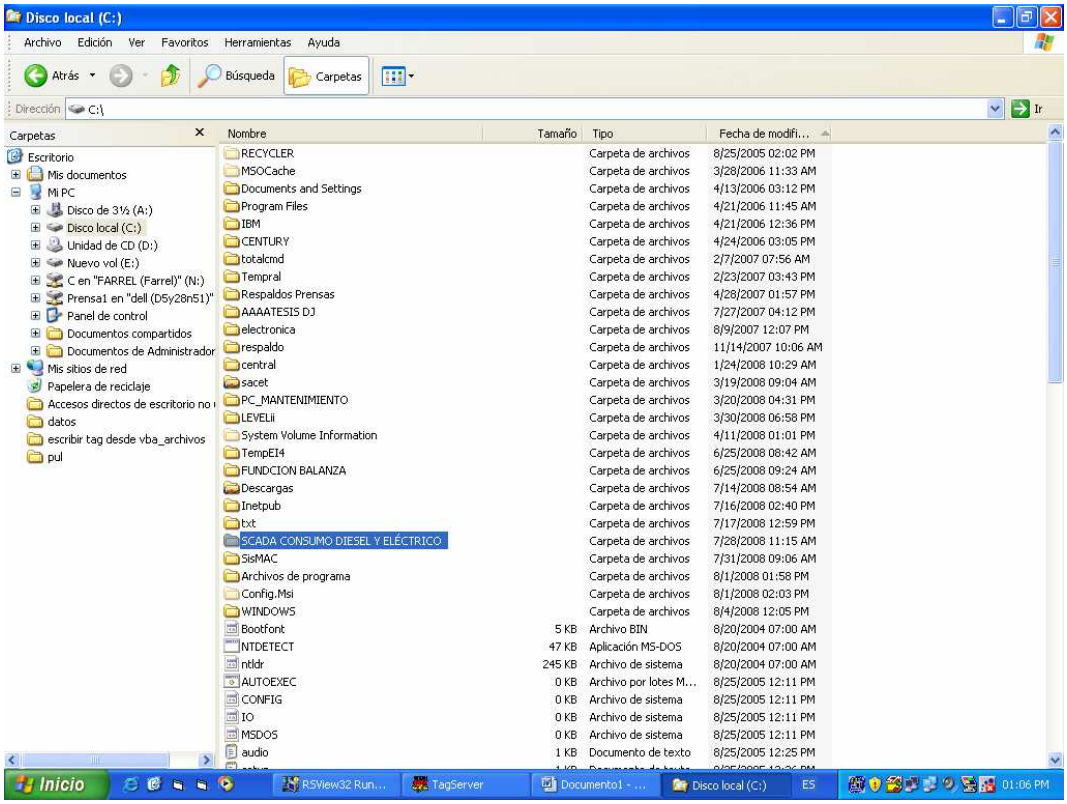
El programa permite visualizar la información adquirida de cada proceso en tiempo real, presenta tendencias históricas de cada parámetro, y genera reportes en Excel de los promedios diarios de cada parámetro así como también de las alarmas suscitadas.

Con el propósito de tener un respaldo de los datos obtenidos el programa genera dos bases de datos, una en archivos dbf los cuales pueden ser abiertos en Excel y la otra conformada por archivos txt.

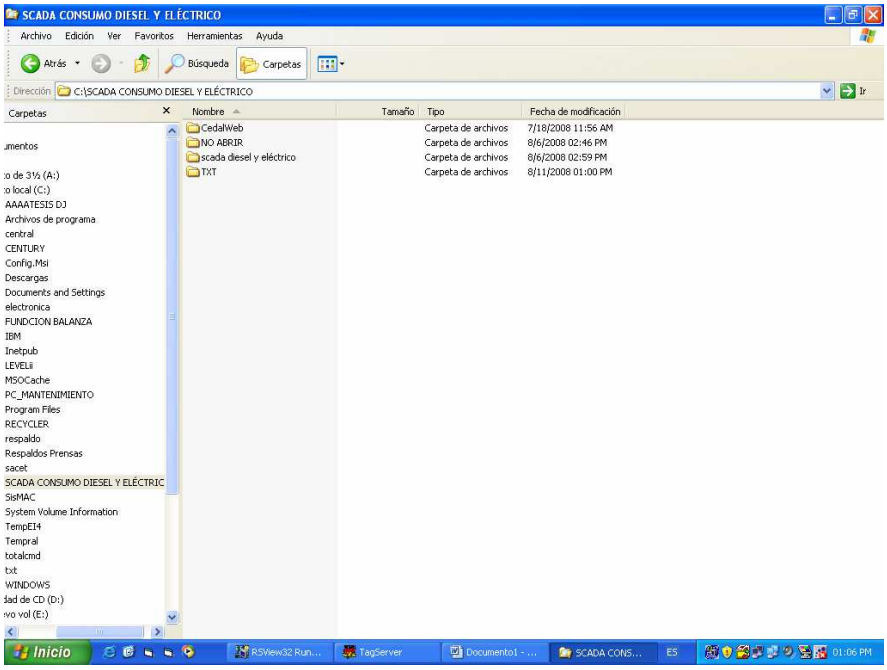
Además los procesos pueden ser monitoreados a través de un navegador de Internet en Latacunga, Quito o Guayaquil mediante cualquier computador conectado a la red corporativa de CEDAL.

DIRECTORIOS EMPLEADOS

El directorio donde se encuentra la aplicación es “C:\ SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO”



Dentro del directorio principal se encuentran otras subcarpetas las mismas que contienen información necesaria del proyecto. La primera carpeta “CedalWeb” contiene todos los archivos necesarios para la supervisión por medio de un navegador de Internet. La carpeta “NO ABRIR” contiene plantillas necesarias para la visualización de reportes en Excel y para el monitoreo de los consumos tanto de diesel como de energía Eléctrica de cada uno de los procesos de los cinco últimos días que se visualizan a través de la Intranet. La carpeta “scada diesel eléctrico” contiene toda la aplicación desarrollada en RSView32 aquí están las bases de datos propias de RSView32 almacenadas dentro de las carpetas ALMLOG y DLGLOG en donde la primera corresponde a las alarmas y la segunda a las variables medidas. Finalmente la carpeta “TXT” contiene los archivos planos generados diariamente con los promedios de cada variable, en donde cada archivo lleva el nombre del proceso y la fecha correspondiente.



MANEJO DE LA APLICACIÓN DISEÑADA EN RSVIEW32

Una vez ejecutada la aplicación, en ambiente Runtime, que se encuentra dentro del directorio "C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\scada diesel y eléctrico\scada diesel y eléctrico.rsv" aparecerá la pantalla principal.

Al hacer clic en el botón MENÚ aparece una ventana en la cual se debe ingresar el usuario y el password para ingresar a la aplicación.

Una vez ingresado de forma correcta el usuario y password se presenta la pantalla del menú principal donde se muestran todos los procesos disponibles.

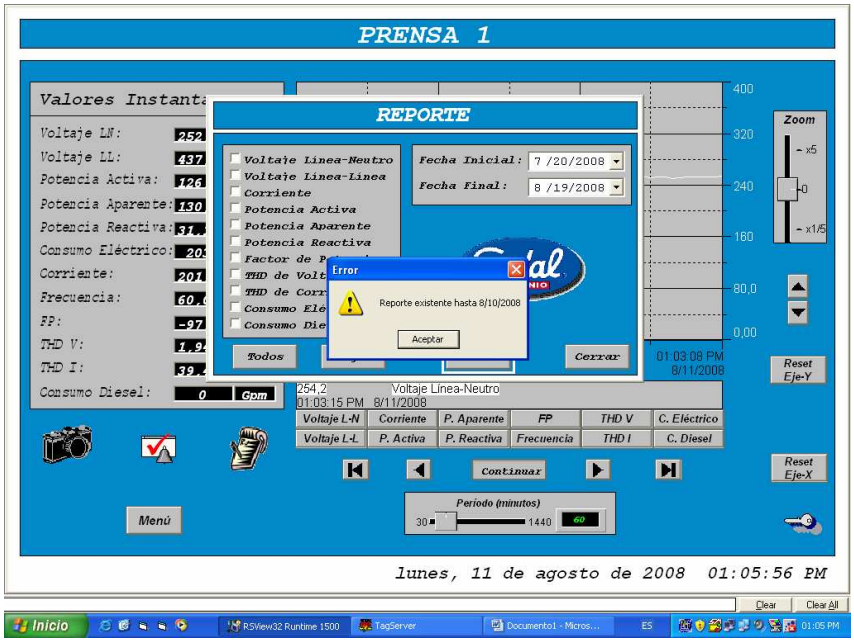
Dando clic sobre cualquiera de los procesos mostrado en el menú principal ingresamos a esta pantalla. Aquí encontramos toda la información de los valores instantáneos del

proceso, así como también podemos tener acceso a visualizar las tendencias históricas de cada parámetro del sistema. Además en esta pantalla tenemos los gráficos que nos permiten ingresar a generar los reportes, monitorear las alarmas y ver una foto del proceso.

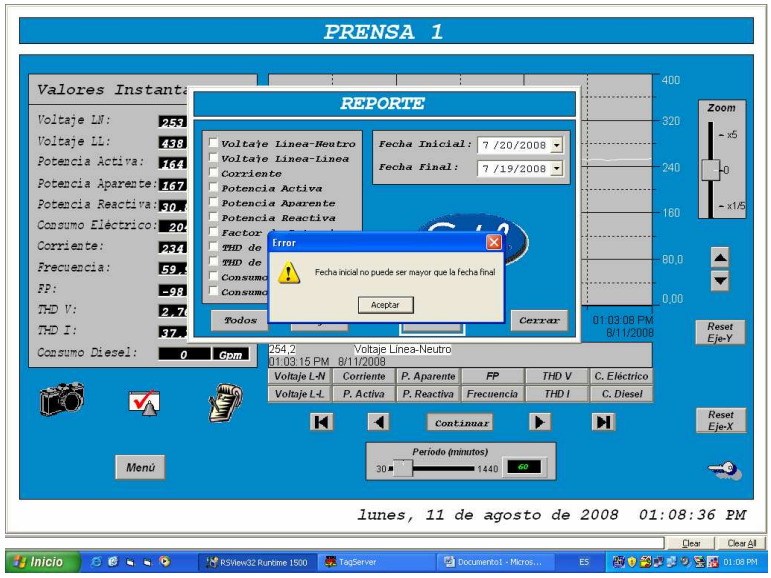
Al presionar sobre aparece una ventana en la cual podemos obtener un reporte en Excel de los parámetros seleccionados en un rango de fechas establecido.

Cuando no se selecciona ninguno de los parámetros establecidos aparece un mensaje de advertencia.

Uno de los factores que se debe tomar en cuenta al momento de establecer la fecha final del reporte es que debe ser máximo un día menor a la fecha actual, caso contrario aparecerá un mensaje de advertencia indicando la fecha tope del reporte que se puede generar.

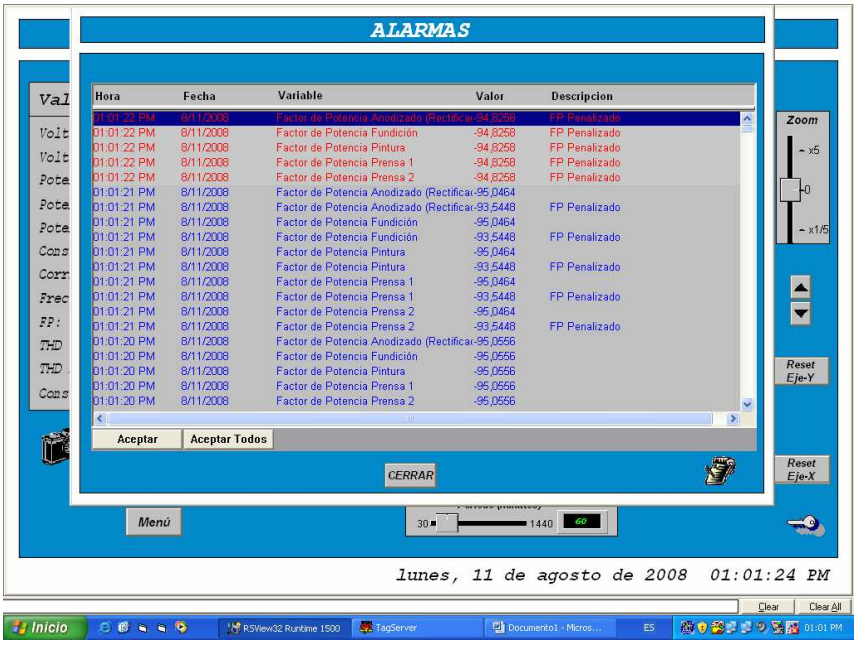


También no se puede dar el caso en el que la fecha de inicio sea mayor que la final caso contrario aparecerá un mensaje de advertencia.



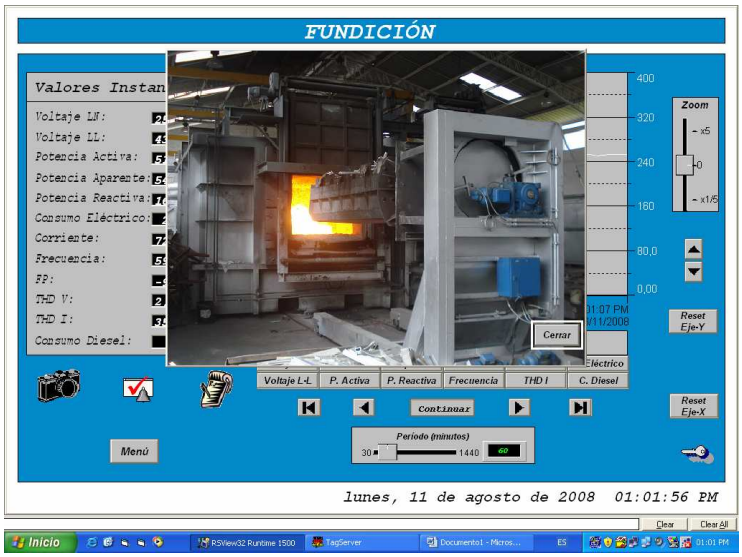
Nota: Los reportes existen a partir del 18 de Julio de 2008, por lo que no se puede seleccionar una fecha inferior a esta.

En el menú del proceso al presionar sobre aparece una ventana en la cual nos permite obtener un reporte en Excel de todas las alarmas producidas en un día determinado. En esta pantalla podemos escoger el día a obtener el reporte.

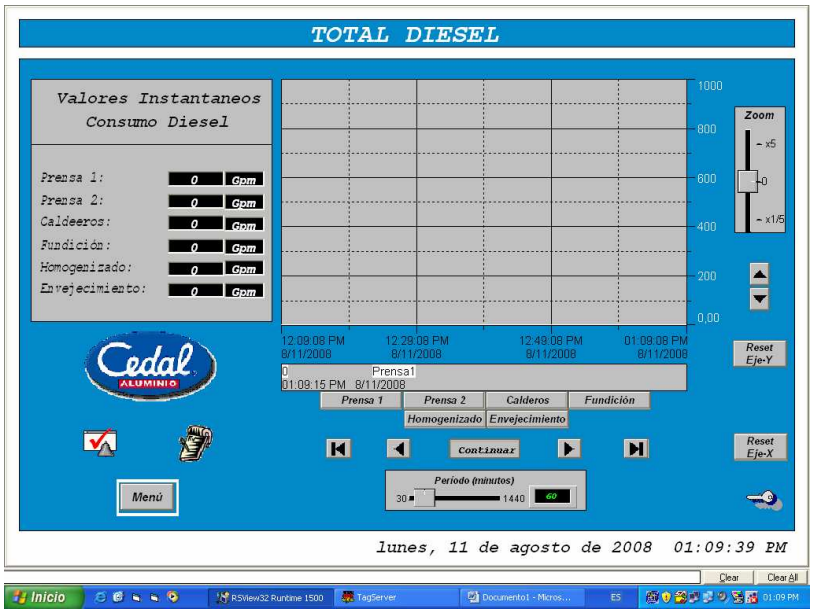


Nota: Las alarmas están configuradas de tal manera que se activan cuando se tenga un factor de potencia menor a 95% y cuando se tiene una corriente inferior a 30A.

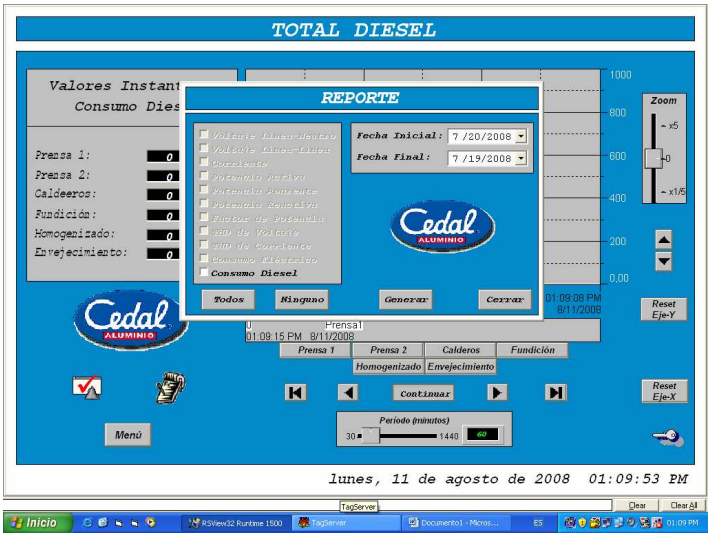
En el menú del proceso al presionar sobre se muestra la foto del proceso seleccionado.



En el menú principal al seleccionar Total Diesel ingresamos a la pantalla en la cual nos despliega información del consumo de diesel en cada uno de los procesos.



Al ingresar en Total Diesel y al presionar sobre nos aparece una ventana de manera similar a los otros procesos con la única diferencia que solo podemos seleccionar el reporte del consumo de diesel.



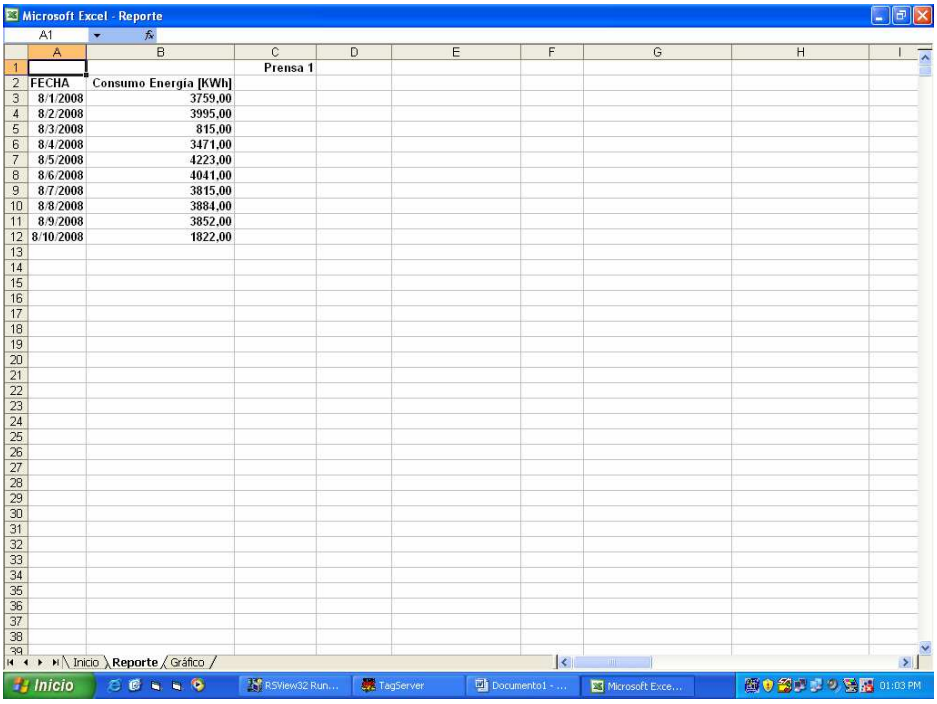
Nota: La pantalla de Total Eléctrico tiene las mismas funciones que la de Total Diesel.

MANEJO DE LOS REPORTES EN EXCEL

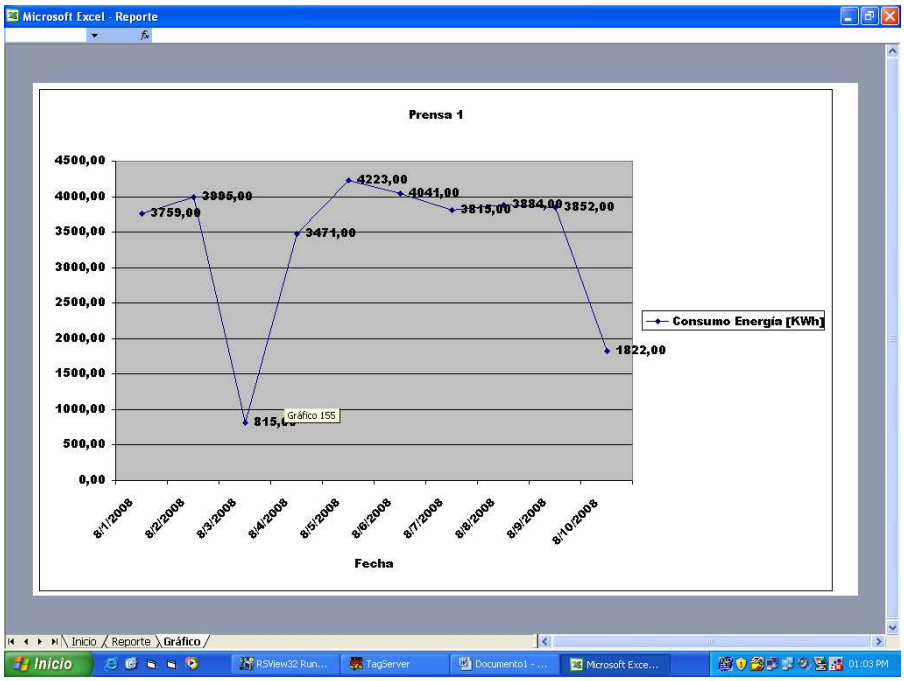
Después de haber seleccionado el parámetro y la fecha deseada y de haber presionado el botón Generar de la ventana Reporte.

Ingresamos directamente al archivo Reporte.xls el cual nos muestra tres hojas. La primera nos indica el proceso seleccionado y las fechas elegidas para el reporte.

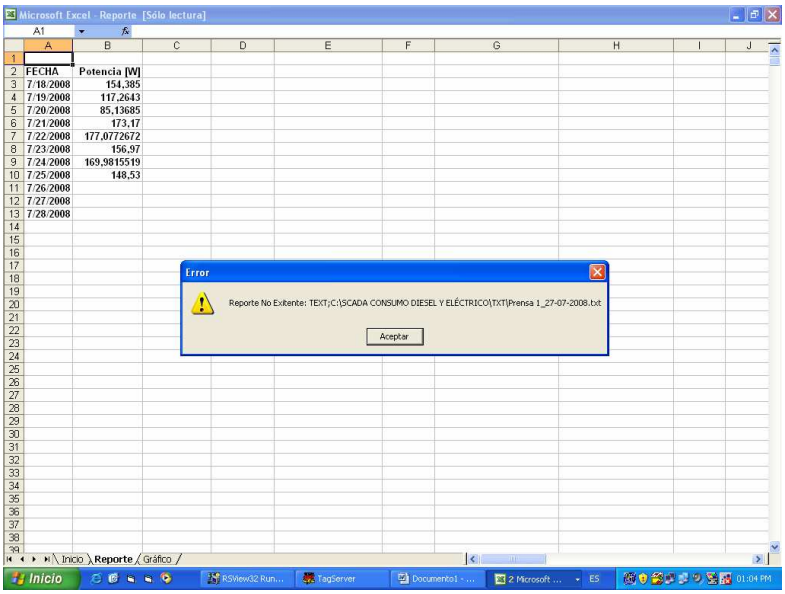
La siguiente hoja generada en Excel nos muestra la tabla de datos con el proceso, las fechas y los valores de cada uno de los parámetros elegidos.



La tercera hoja nos muestra una gráfica de los valores mostrados en la hoja Reporte.



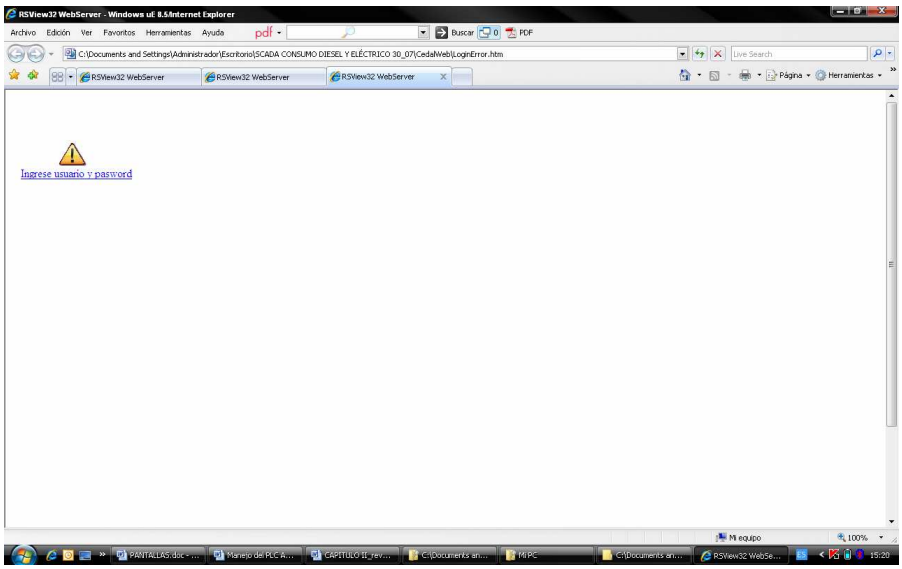
Si al momento de generarse los valores de cada proceso y parámetro seleccionado aparece un mensaje indicando que no existe el reporte correspondiente a la fecha indicada se debe a que ese día ocurrió algún inconveniente con el computador en el cual reside el programa y precisamente al momento de generarse el reporte (00:00:00) la PC estuvo apagada o la aplicación no estuvo siendo ejecutada.



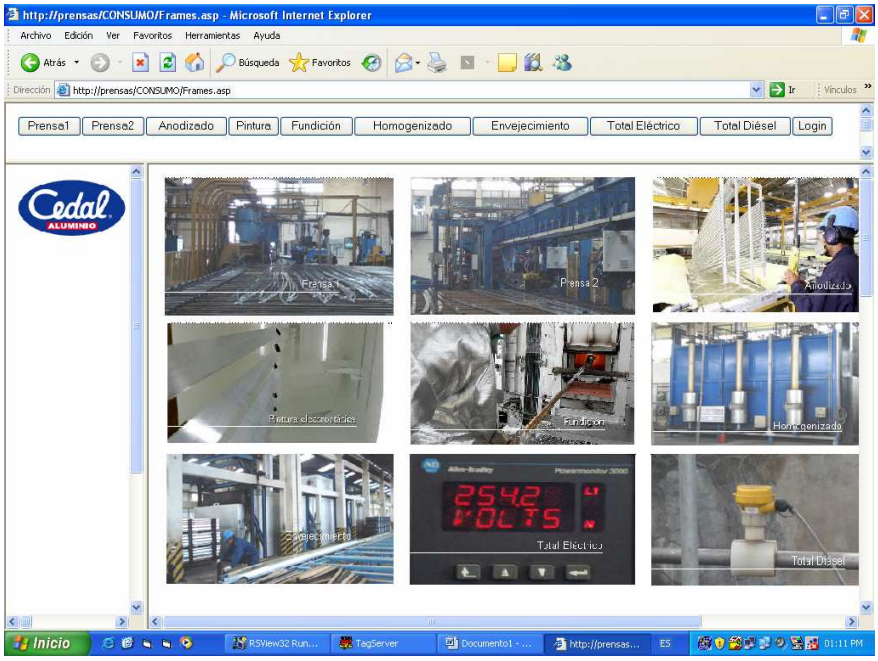
SUPERVISIÓN A TRAVÉS DE UN NAVEGADOR DE INTERNET

Para la supervisión del sistema a través de un navegador de Internet se debe escribir la dirección http:\\prensas\consumo o también http:\\192.168.2.42\consumo e ingresará a la pantalla mostrada en la cual se debe escribir el usuario y el password empleado en RSView32 para acceder a la visualización.

En el caso de que no se ingrese correctamente el usuario y el password aparecerá la siguiente pantalla.

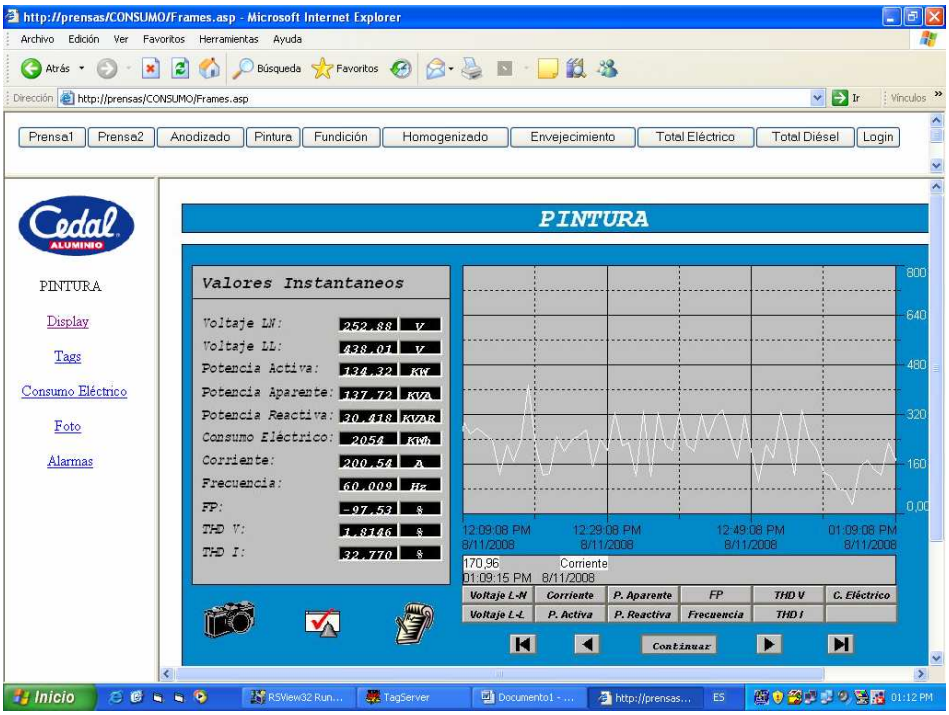


Esta pantalla es el menú principal dentro del navegador de Internet. Aquí se puede seleccionar cada uno de los procesos a visualizar.

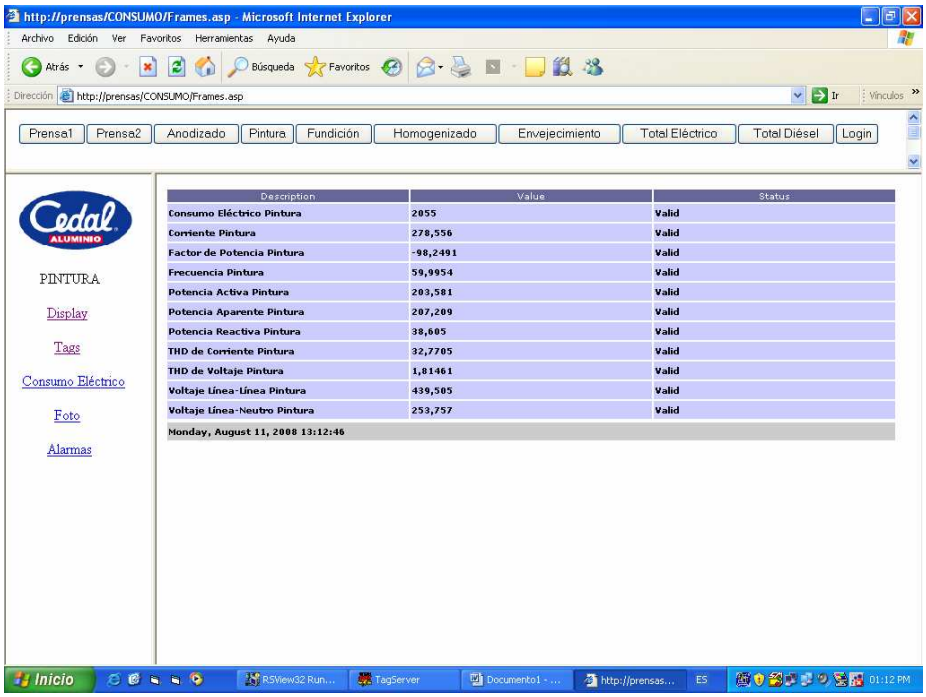


Una vez elegido algún proceso a visualizar ingresamos a un submenú en el cual tenemos otras opciones para desplegar información referente al proceso seleccionado.

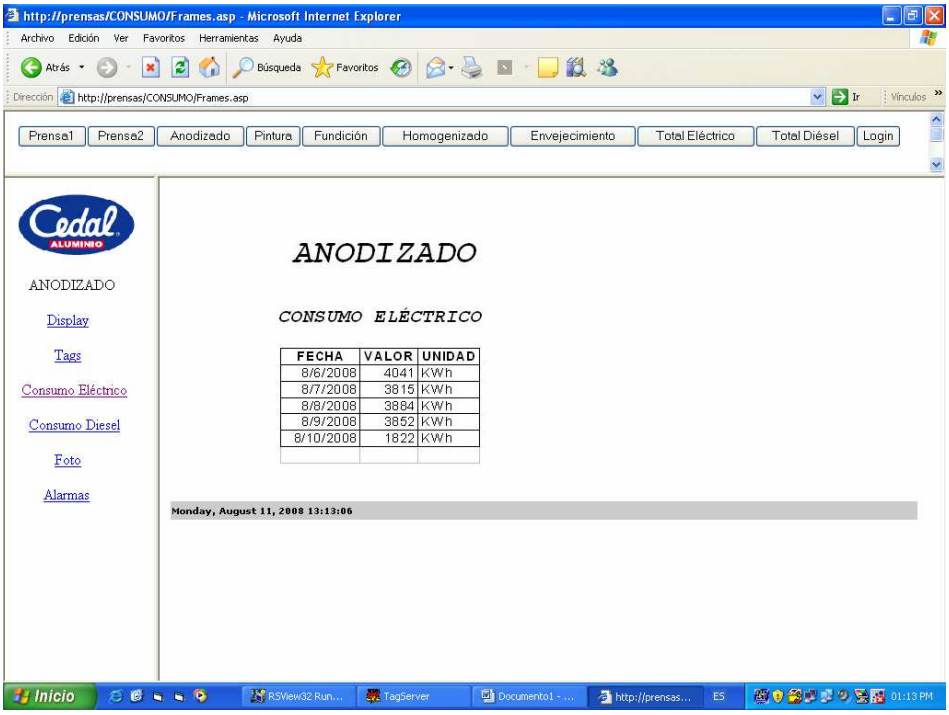
La opción display muestra la pantalla principal del proceso



La opción Tags muestra el valor de las variables de cada proceso.



La opción Consumo Eléctrico muestra el consumo de energía eléctrica de los últimos cinco días.



La opción Consumo Diesel muestra el consumo de Diesel de los últimos cinco días.

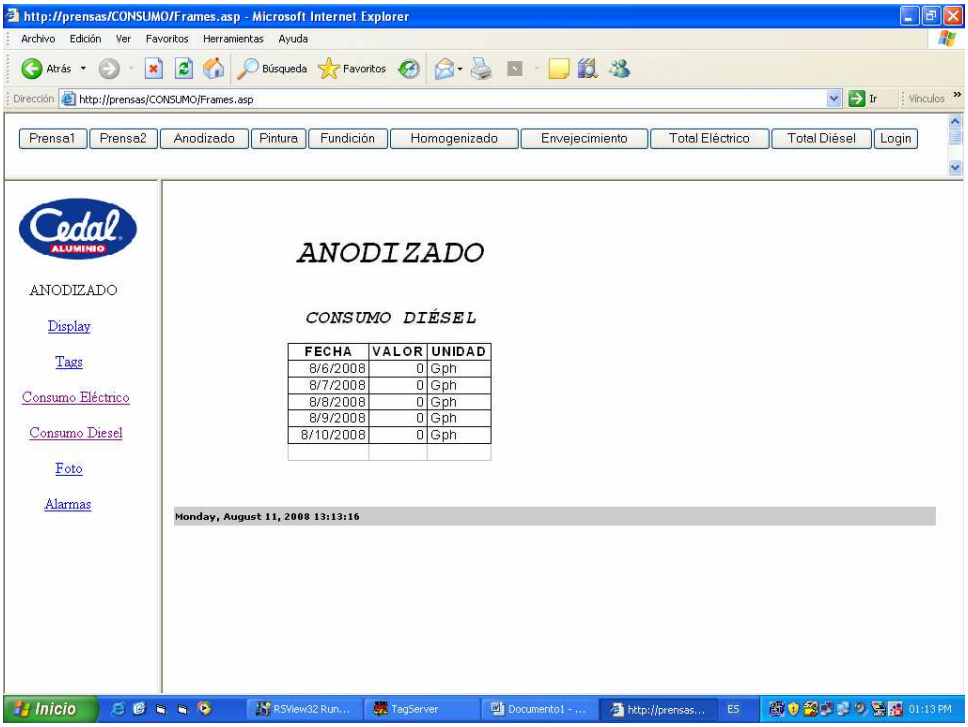
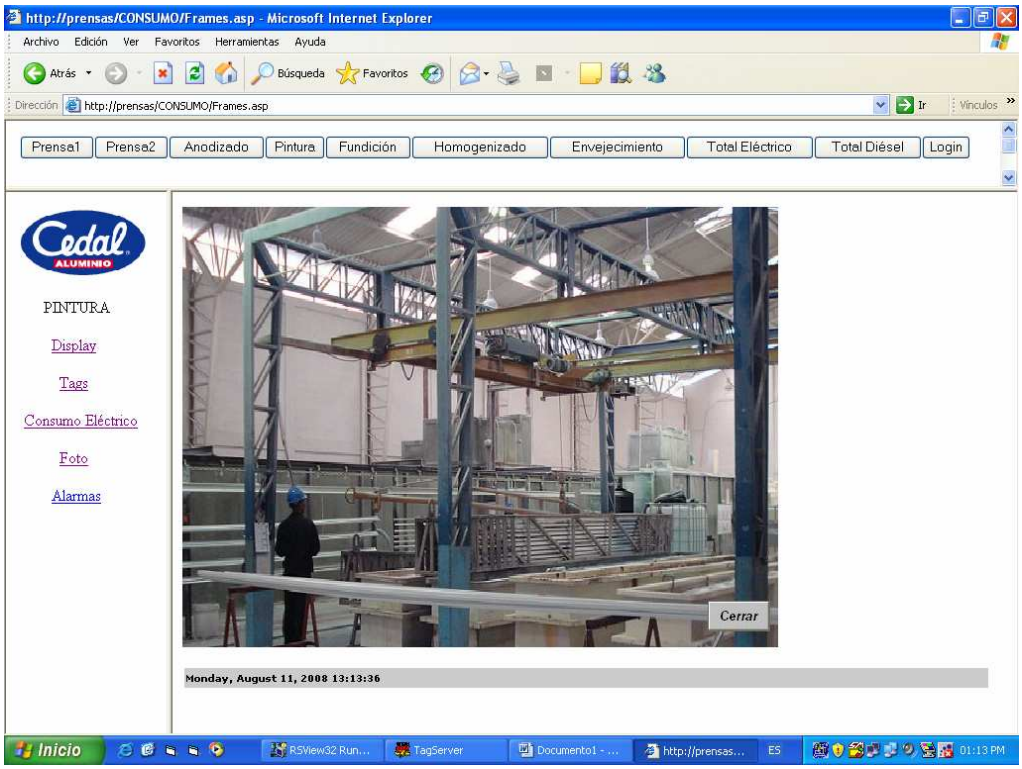
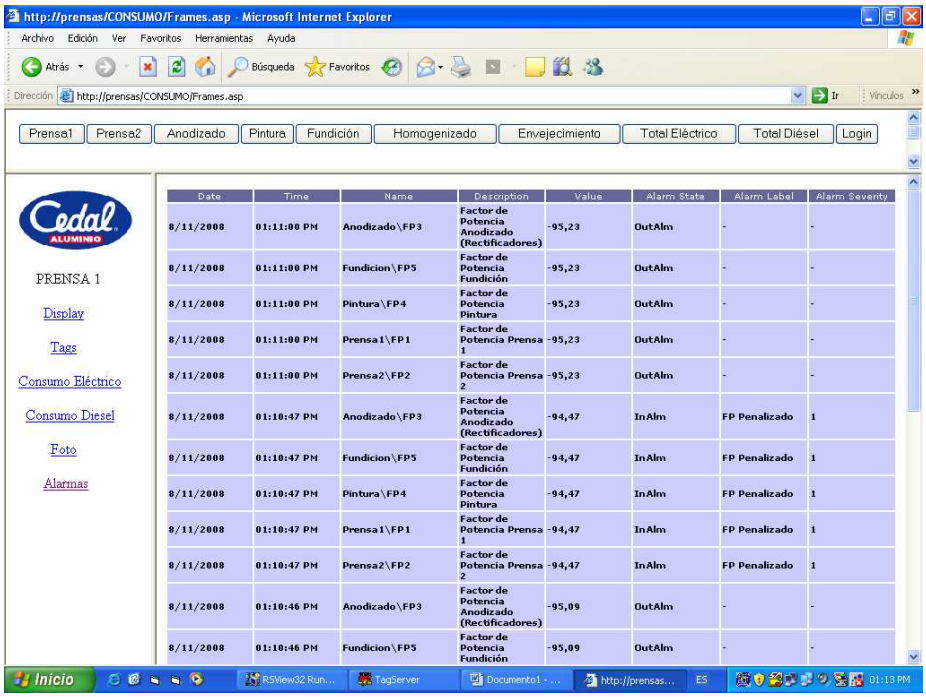


Foto muestra una imagen del proceso seleccionado.

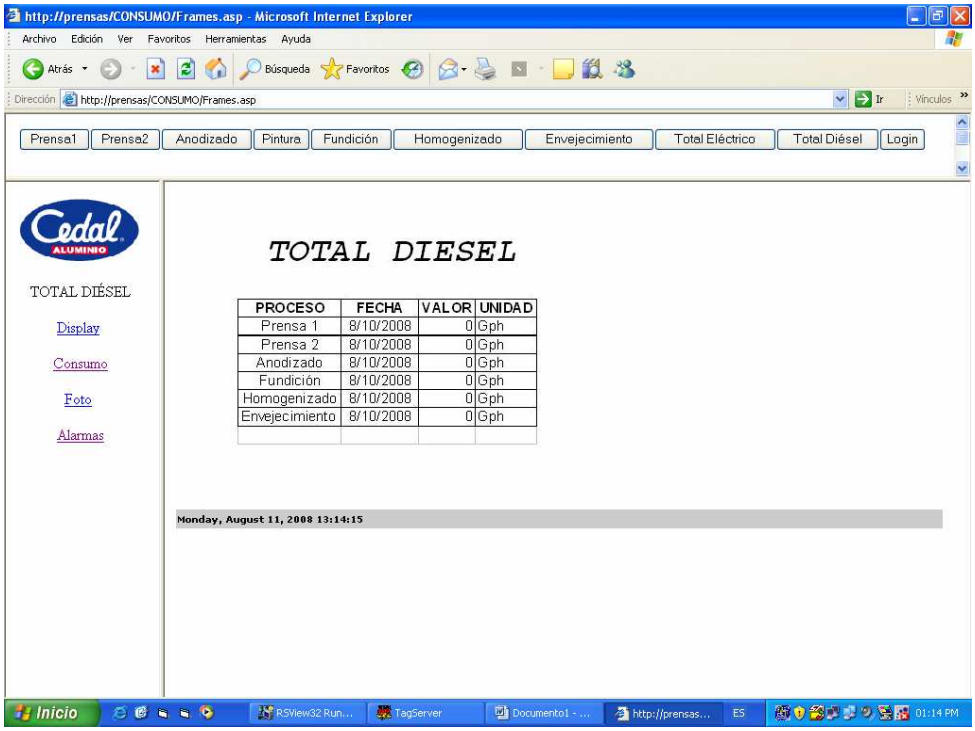


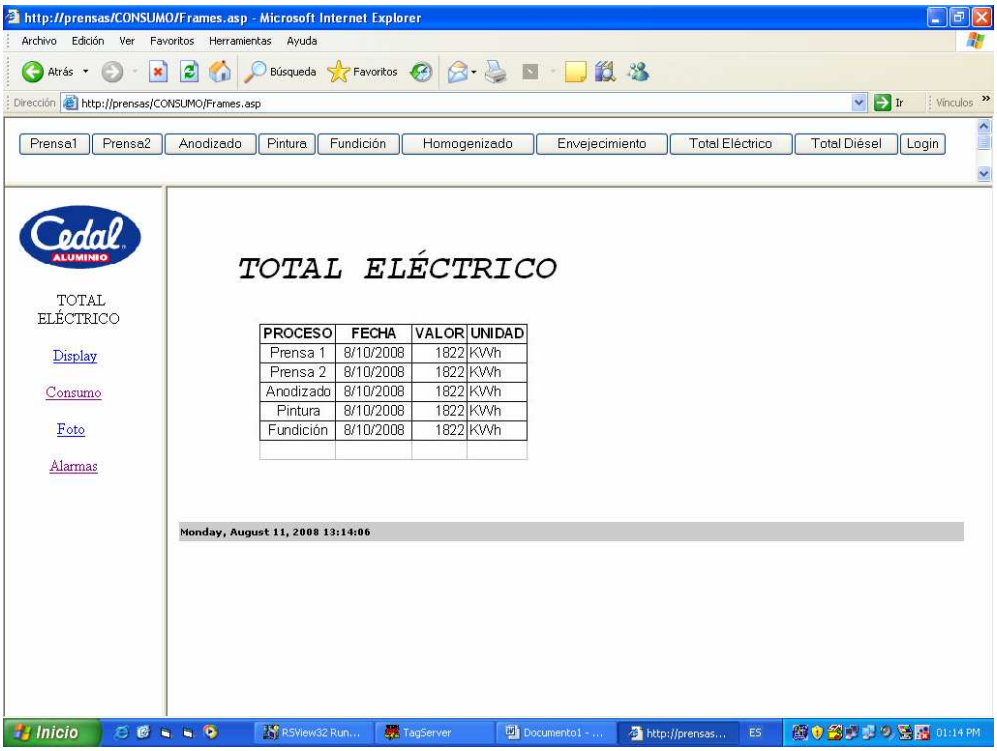
La opción Alarmas muestra todas las alarmas suscitadas en el día.



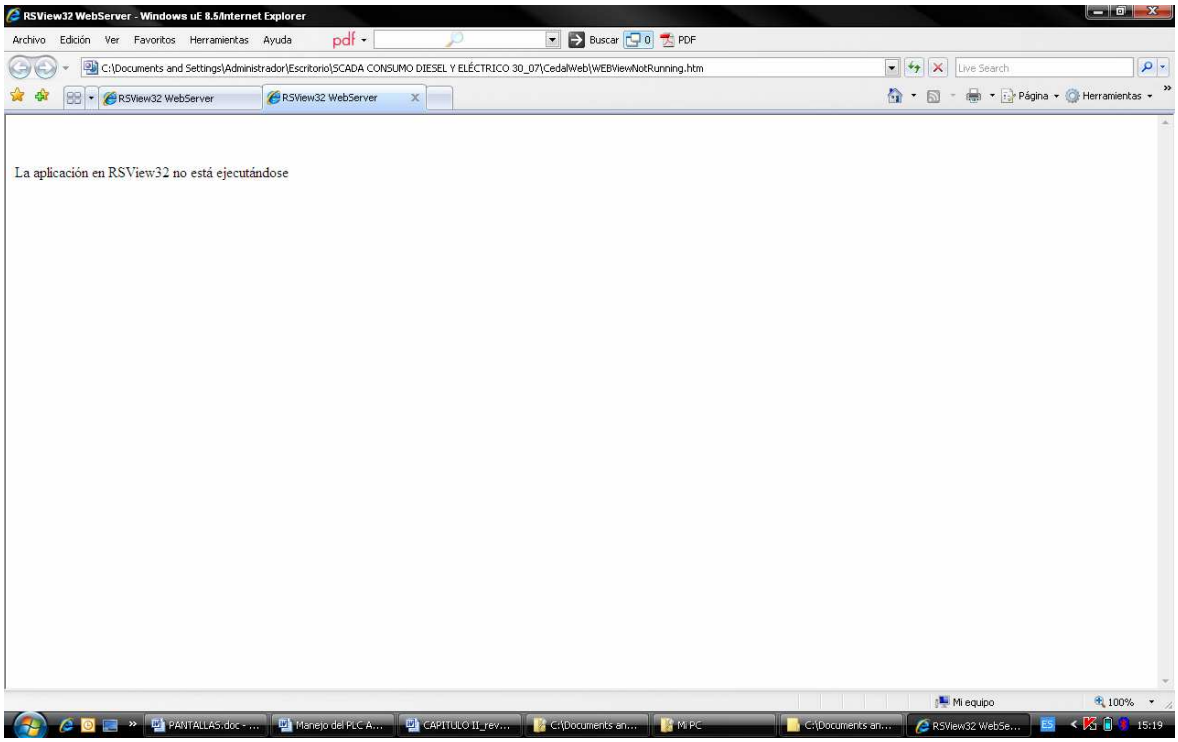
Date	Time	Name	Description	Value	Alarm State	Alarm Label	Alarm Severity
8/11/2008	01:11:00 PM	Anodizado\FP3	Factor de Potencia Anodizado (Rectificadores)	-95,23	OutAlm	-	-
8/11/2008	01:11:00 PM	Fundicion\FP5	Factor de Potencia Fundición	-95,23	OutAlm	-	-
8/11/2008	01:11:00 PM	Pintura\FP4	Factor de Potencia Pintura	-95,23	OutAlm	-	-
8/11/2008	01:11:00 PM	Prensa1\FP1	Factor de Potencia Prensa 1	-95,23	OutAlm	-	-
8/11/2008	01:11:00 PM	Prensa2\FP2	Factor de Potencia Prensa 2	-95,23	OutAlm	-	-
8/11/2008	01:10:47 PM	Anodizado\FP3	Factor de Potencia Anodizado (Rectificadores)	-94,47	InAlm	FP Penalizado	1
8/11/2008	01:10:47 PM	Fundicion\FP5	Factor de Potencia Fundición	-94,47	InAlm	FP Penalizado	1
8/11/2008	01:10:47 PM	Pintura\FP4	Factor de Potencia Pintura	-94,47	InAlm	FP Penalizado	1
8/11/2008	01:10:47 PM	Prensa1\FP1	Factor de Potencia Prensa 1	-94,47	InAlm	FP Penalizado	1
8/11/2008	01:10:47 PM	Prensa2\FP2	Factor de Potencia Prensa 2	-94,47	InAlm	FP Penalizado	1
8/11/2008	01:10:46 PM	Anodizado\FP3	Factor de Potencia Anodizado (Rectificadores)	-95,09	OutAlm	-	-
8/11/2008	01:10:46 PM	Fundicion\FP5	Factor de Potencia Fundición	-95,09	OutAlm	-	-

En las pantallas de Total Eléctrico y Total Diesel se tiene acceso a la opción Consumo la cual muestra el consumo del día anterior de todos los procesos respectivamente.





Adicionalmente al ingresar a la supervisión mediante el navegador de Internet y si la aplicación en RSView32 no se encuentra ejecutándose aparecerá un mensaje indicando tal situación.



Nota: No se actualiza automáticamente y las pantallas son solo imágenes de RSView32 por lo que no se puede interactuar con ellas.

ANEXO C

DATOS DE PARAMETRIZACIÓN DEL SISTEMA HMI PARA LA MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMBUSTIBLES EN LAS MAQUINARIAS DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.

El presente anexo tiene como objetivo indicar la configuración de los parámetros de los equipos empleados en el desarrollo del sistema.

ESPECIFICACIONES DE LA PC

DIRECCIÓN IP

Tarjeta 1: 192.168.2.42 Red corporativa

Tarjeta 2: 1.1.1.54 Red de los equipos de campo

MÁSCARA DE SUBRED

Tarjeta 1: 255.255.255.0 Red corporativa

Tarjeta 2: 255.255.255.0 Red de los equipos de campo

DIRECCIÓN DE LA PÁGINA HTML

Para supervisar por el navegador de Internet en la red de CEDAL Latacunga se puede acceder escribiendo cualquiera de las dos direcciones descritas. Mientras que para Quito y Guayaquil se debe escribir la segunda dirección:

- http://prensas/consumo
- http://192.168.2.42/consumo

POWERMONITOR 3000

PRENSA 1

Dirección IP : 1.1.1.3

Máscara de Subred : 255.255.255.0

Dirección IP Gateway : 0.0.0.0

Tarjeta de Comunicación opcional: Ethernet Serie B

Tarjeta de Comunicación nativa: RS 485

Modo de conexión de voltaje: Wye (Estrella)

Voltaje Primario: 480V

Voltaje Secundario: 480V

Corriente Primario: 1600 A

Voltaje Secundario: 5 A

PRENSA 2

Dirección IP : 1.1.1.53

Máscara de Subred : 255.255.255.0

Dirección IP Gateway : 0.0.0.0

Tarjeta de Comunicación opcional: Ethernet Serie B

Tarjeta de Comunicación nativa: RS 485

Modo de conexión de voltaje: Wye (Estrella)

Voltaje Primario: 480V

Voltaje Secundario: 480V

Corriente Primario: 1500 A

Voltaje Secundario: 5 A

ANODIZADO

Dirección IP : 1.1.1.103

Máscara de Subred : 255.255.255.0

Dirección IP Gateway : 0.0.0.0

Tarjeta de Comunicación opcional: Ethernet Serie B

Tarjeta de Comunicación nativa: RS 485

Modo de conexión de voltaje: Wye (Estrella)

Voltaje Primario: 480V

Voltaje Secundario: 480V

Corriente Primario: 1500 A

Voltaje Secundario: 5 A

PINTURA

Dirección IP : 1.1.1.93

Máscara de Subred : 255.255.255.0

Dirección IP Gateway : 0.0.0.0

Tarjeta de Comunicación opcional: Ethernet Serie B

Tarjeta de Comunicación nativa: RS 485

Modo de conexión de voltaje: Wye (Estrella)

Voltaje Primario: 480V

Voltaje Secundario: 480V

Corriente Primario: 1500 A

Voltaje Secundario: 5 A

FUNDICIÓN

Dirección IP : 1.1.1.83

Máscara de Subred : 255.255.255.0

Dirección IP Gateway : 0.0.0.0

Tarjeta de Comunicación opcional: Ethernet Serie B

Tarjeta de Comunicación nativa: RS 485

Modo de conexión de voltaje: Wye (Estrella)

Voltaje Primario: 480V

Voltaje Secundario: 480V

Corriente Primario: 1500 A

Voltaje Secundario: 5 A

PLC SLC 5/05

Dirección IP : 1.1.1.100

Máscara de Subred : 255.255.255.0

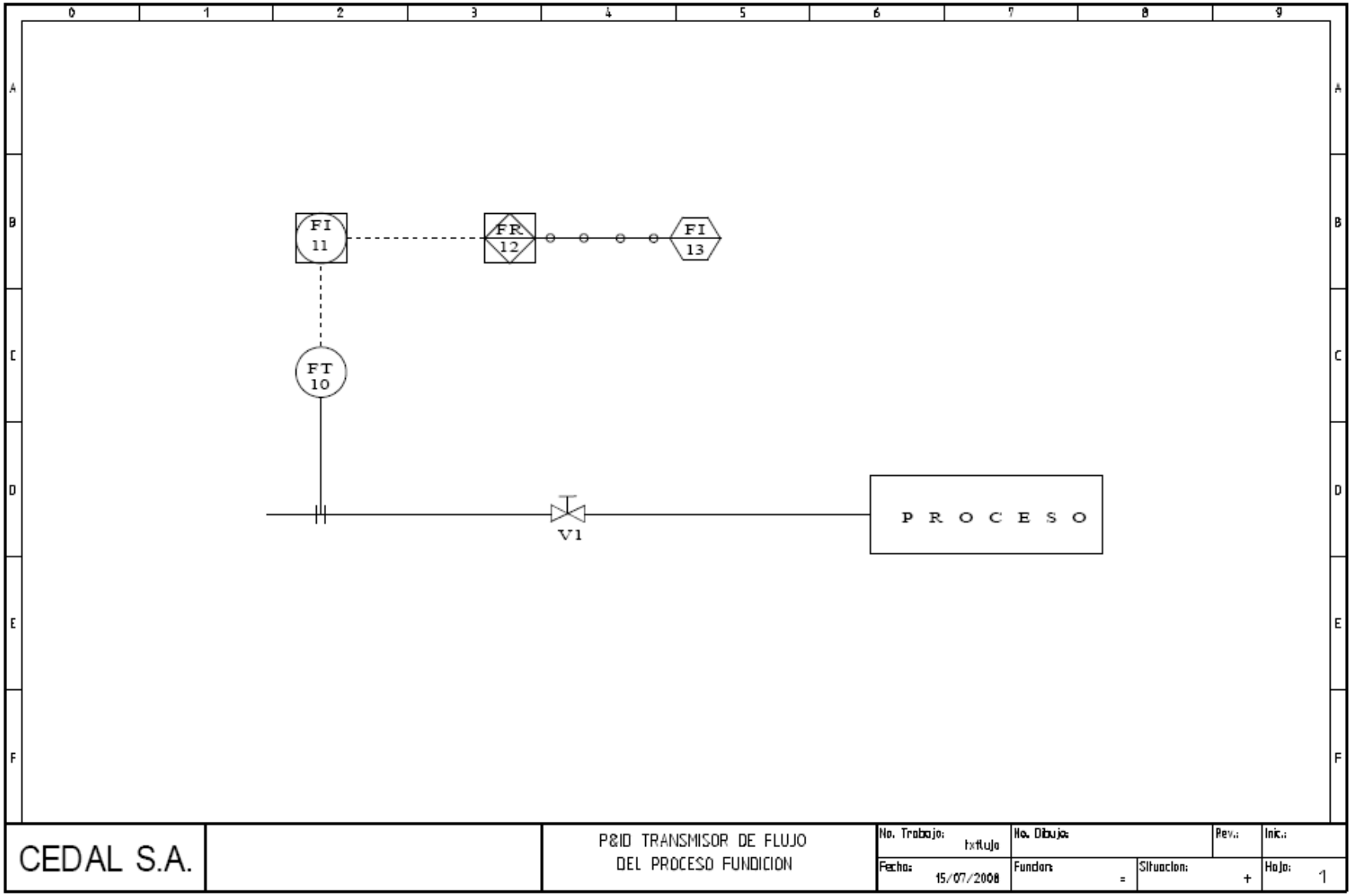
SLOT módulo 1746-NI8: 4

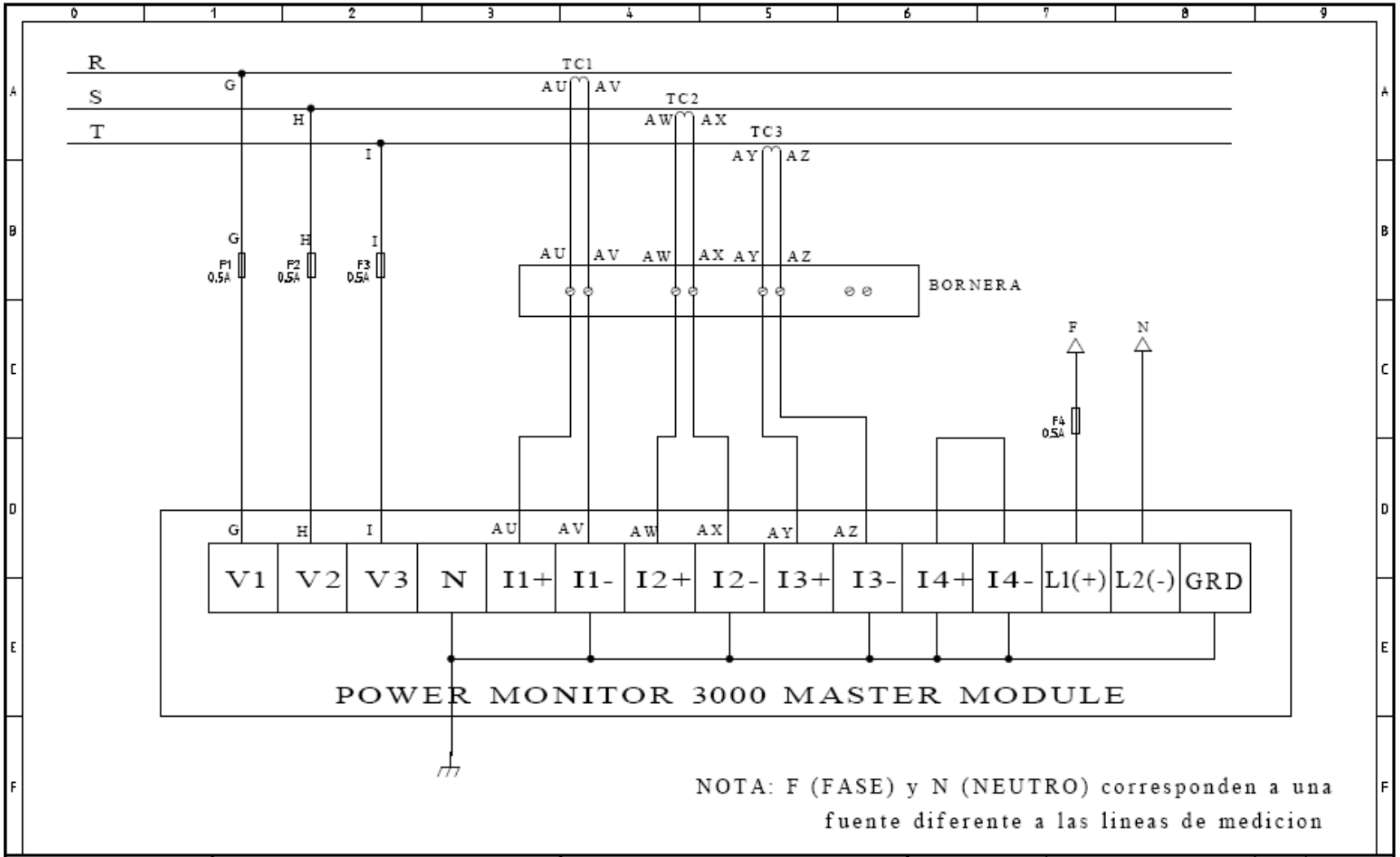
Tipo de entrada: Corriente (4 – 20 mA)

Canales habilitados: 0 al 5

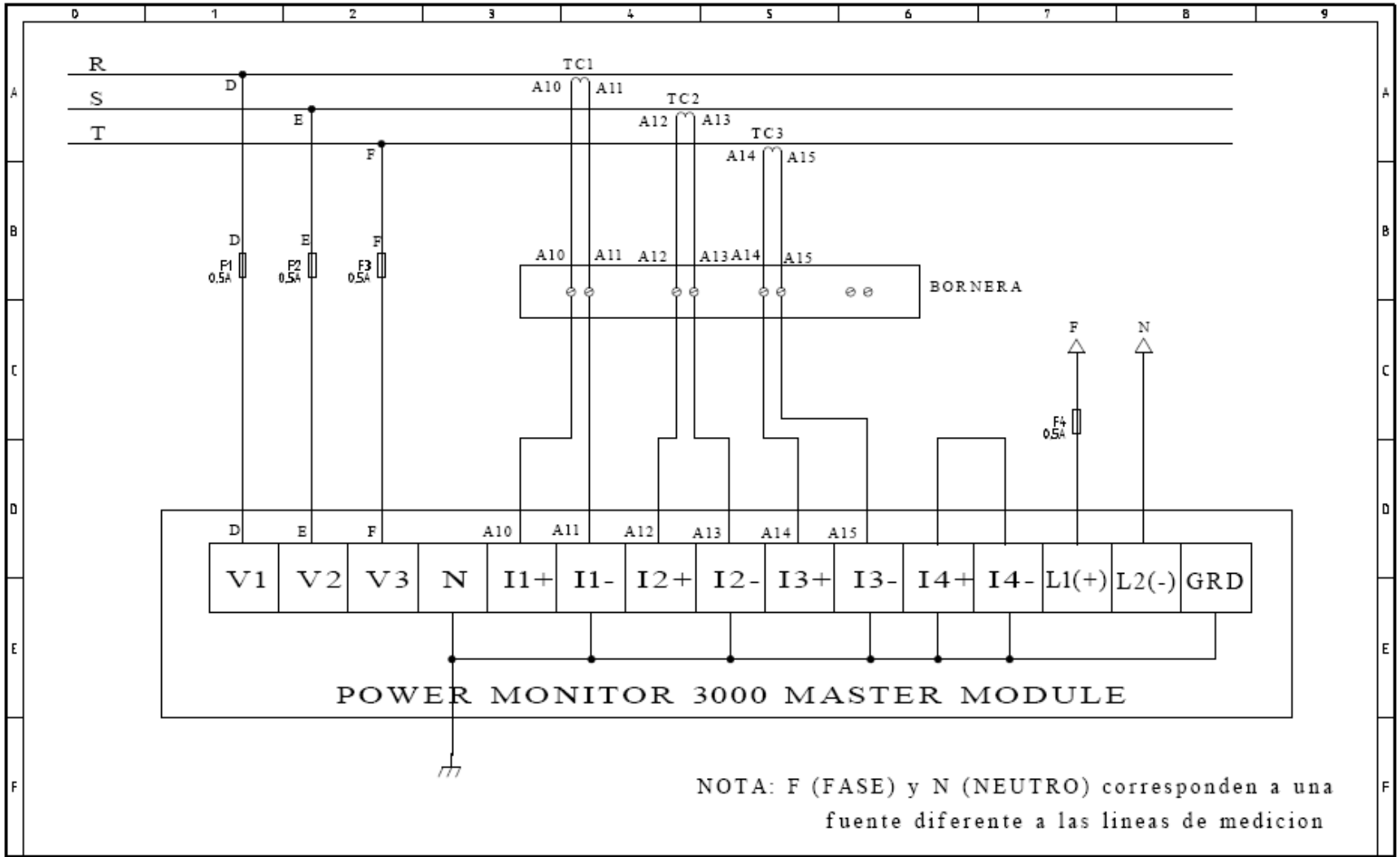
ANEXO D

PLANOS ELÉCTRICOS

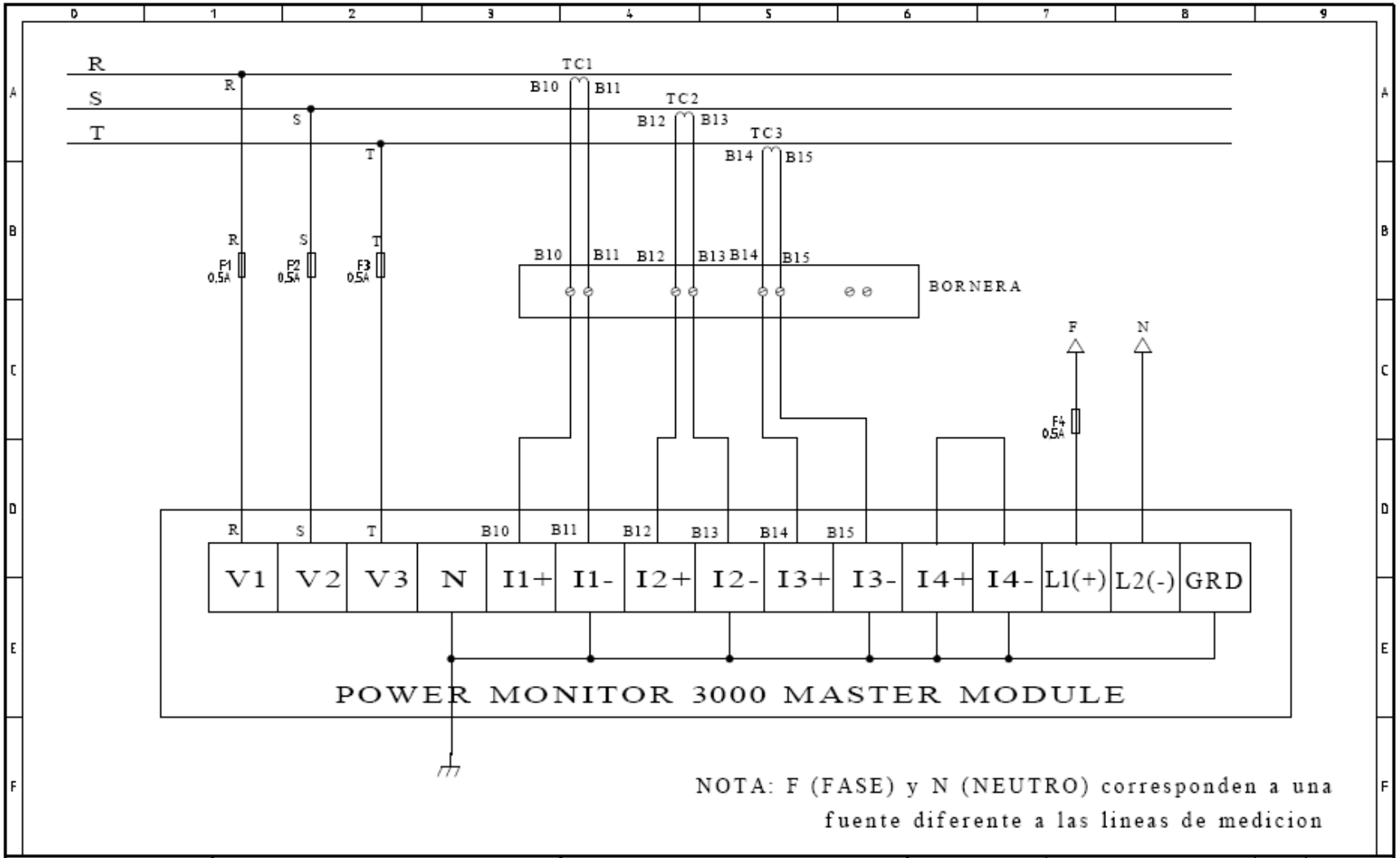

FI
11
FR
12
FI
13
FT
10
V1
P R O C E S O
CEDAL S.A.
P&ID TRANSMISOR DE FLUJO
DEL PROCESO FUNDICION
No. Trabajo: txflujo
No. Dibujo:
Rev.:
Inic.:
Fecha: 15/07/2008
Funcion: =
Situacion: +
Hoja: 1



CEDAL S.A.		ESQUEMA DE CONEXION DE VOLTAJES Y CORRIENTES EN EL POWERMONITOR 3000 PARA LA PRENSA 2	No. Trabajo: txtlujo	No. Dibujo:	Rev.:	Ini.:
			Fecha: 15/07/2008	Fundora: =	Situacion: +	Hoja: 2



CEDAL S.A.		ESQUEMA DE CONEXION DE VOLTAJES Y CORRIENTES EN EL POWERMONITOR 3000 PARA ANODIZADO	No. Trabajo: rxfluja	No. Dibujo:		Rev.:	Ink.:
			Fecha: 21/08/2008	Fundore: -	Situacion: +		Hoja: 3



CEDAL S.A.		ESQUEMA DE CONEXION DE VOLTAJES Y CORRIENTES EN EL POWERMONITOR 3000 PARA PINTURA	No. Trabajo: rxtuja	No. Dibujo	Rev.:	Ink.:
			Fecha: 21/08/2008	Fundore -	Situacion: +	Hoja: 4

ANEXO E

HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PRODUCT PROFILE

POWERMONITOR™ 3000

COMPACT POWER METER WITH ENHANCED COMMUNICATIONS

FEATURES

- Power and energy metering (voltage, current, power/energy, demand, power factor)
- Demand projection
- Configurable setpoints for alarming and control
- KYZ energy pulse output
- Two status inputs for external pulse counting
- One configurable relay output for alarming or breaker control
- External demand synchronization
- Trend logs, Min/Max logs, Event logs
- ANSI revenue metering accuracy (see specifications)
- Configurable via software (RSEnergyMetrix,™ RSPower™, RSPower™ Plus)
- Optional display module for local display and configuration

ADVANCED FEATURES

- Internal web page for real-time updates
- Voltage sag/swell detection
- Load factor calculation
- Waveform capture on software trigger or events (up to 408 cycles per channel)
- Sub-cycle transient detection and simultaneous waveform capture (up to 308 cycles per channel)
- Harmonic analysis (up to the 63rd order depending on model)
- Harmonic calculations: TIF, %THD, %DIN, K-factor, Crest factor
- IEEE-519 compliance
- SCADA friendly: OPC, CIP messaging, PCCC messaging

If you don't measure it, you can't manage it. Gain valuable insight and knowledge into your industrial electric power systems with the Allen-Bradley® Powermonitor™ 3000, a sophisticated three-phase power quality and energy meter.

The Allen-Bradley Powermonitor 3000 combines high functionality and accuracy metering with popular industrial network communications in a compact footprint to offer you the latest in industrial electric metering. Whether your application is power quality analysis, revenue metering, energy monitoring, or distribution system control, the Powermonitor 3000 can offer you the right functionality to meet your application needs.

AVAILABLE COMMUNICATIONS

- EtherNet/IP, DeviceNet, ControlNet, Remote I/O, DF1 (RS485/RS232), Modbus RTU, Modbus TCP

APPLICATIONS

- RSEnergyMetrix, RSPower, RSPowerPlus
- Energy accountability
- Power quality analysis
- Revenue accuracy metering
- Demand management
- Load shedding
- Distribution system monitoring and control

	M4 (Wye connection)	M5 (Wye connection)	M6 (Wye connection)	M8
Metering Accuracy				
Volts	±0.2%	±0.05%	±0.05%	±0.05%
Current	±0.2%	±0.05%	±0.05%	±0.05%
Frequency	±0.05 Hz	±0.05 Hz	±0.05 Hz	±0.05 Hz
Power	±0.4%	±0.10%	±0.10%	±0.10%
Energy	Class 1.0 - ANSI C12.16	Class 0.5 - ANSI C12.20 / IEC 60687 Class 0.2 also available	Class 0.5 - ANSI C12.20 / IEC 60687 Class 0.2 also available	Class 0.5 - ANSI C12.20 / IEC 60687 Class 0.2 also available
Metering Features				
Configurable Setpoints	10	10	20	20
Waveform Captures	-	-	8	2
Harmonic Analysis				
Order	-	-	41st	63rd
%THD	✓	✓	✓	✓
TIF	-	-	✓	✓
K-factor	✓	✓	✓	✓
Crest factor	-	-	✓	✓
IEEE 519 Compliance Check	-	-	✓	✓
Transient Detection	-	-	-	✓

Input and Output Ratings	
Parameter	Rating
Control Power Input	120V...240V at 50...60 Hz or 125V...250V dc (0.2 A maximum loading)
Voltage Input Impedance	1 Mohms minimum, 999V accelmum (V1, V2 and V3 to N)
Current Sense Inputs	Overload Withstand: 15 A continuous, 200 A for one second Burden: 0.05 VA Impedance: 0.002 ohms Maximum Crest Factor at 5 A is 3.0
Status Inputs	Contact Closure (Internal 24V dc)
Control Relay Output	IEC 61810-1:1997
KYZ Output	Solid State KYZ — 80 mA at 240V dc; —300V dc

Range		
Parameter	Nominal	Range
Volts	347V 600V	15...399V ⏚ RMS 26...691V ⏚ RMS
Current	5A	50 mA...10.6 A RMS
Frequency	50 or 60 Hz	40...75 Hz

Environmental Ratings	
Operating Temp, Ambient	
1404-M/X0050X-000, ONT, 1404-OM 1404-M/X0050X-RIO, RS232, BNT	-20...+60°C (-4...+140°F) -10...+55°C (+32...+131°F)
Storage Temperature	-40...+85°C (-40...+185°F)
Humidity	5...95%, Non-condensing
Vibration	10...500 Hz 3G Operational (±0.013 in) 2.5G Non-operational (±0.015 in)
Shock	1/2 Sine Pulse, 11 ms duration 30G Operational and 30G Non-operational

A Rockwell Automation, RSEnergyMetrix and RSPower are trademarks of Rockwell Automation, Inc.

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions Headquarters

Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation, Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36, 1170 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2.663.0600, Fax: (32) 2.663.0640
Asia Pacific: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Pub Number: 1404-BR001 Mod Ref1 - January 2004

Copyright 2004 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved. Printed in USA.

Controladores programables SLC™ 500

La mejor selección hoy. La mejor selección para el futuro.

Rockwell Automation

SLC™ 500 de Allen-Bradley®. Una inversión concreta.

Cuando se trata de la flexibilidad y la potencia, la familia SLC™ 500 de Allen-Bradley® y Rockwell Automation® constituye una solución probada para los controladores de lógica pequeños. Diseñado conforme a las necesidades de aplicaciones de automatización de tamaño mediano, el SLC 500 proporciona un rendimiento potente y confiable sin incurrir en los gastos por la capacidad y las funciones sin utilizar de un PLC normal.

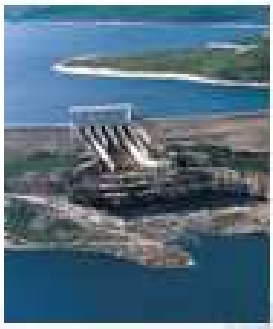
El SLC 500 fue uno de los primeros controladores pequeños en el mercado que ofreció una amplia gama de funciones y sigue siendo el patrón principal de controladores de lógica pequeños a más de diez años luego de su introducción. Es una plataforma robusta basada en chasis, lo cual permite que se pueda configurar el sistema autónomo o distribuido específico para el control confiable de la aplicación. De hecho, el SLC 500 ya proporciona control económico y confiable en miles de aplicaciones en todo el mundo, desde el sector de almacenamiento y micro-cervecerías hasta los procesos farmacéuticos y alimenticios.

Es más, siempre nos esforzamos por prever las tendencias futuras del sector de automatización, además de desarrollar y mejorar el sistema SLC 500 para atender predectivamente a las necesidades siempre en cambio de nuestros clientes. También brindamos servicios de soporte técnico inigualados luego de capacitar a más de 10.000 clientes satisfechos en los EE.UU. sin contar otros países. El resultado es una base instalada de 18 millones que siempre en crecimiento.

El controlador pequeño para aplicaciones grandes

El SLC 500 de Allen-Bradley es la familia modular pequeña basada en chasis de Rockwell Automation de controladores y E/S programables. El tamaño reducido del SLC posibilita la utilización de un SLC para aplicaciones en que el tamaño y los gastos generales de un PLC tradicional dotado de todas las funciones no son viables. El diseño modular le ofrece la flexibilidad de comprar exactamente lo que necesita.

No se deje engañar por el tamaño reducido de este producto. La plataforma SLC cuenta con la potencia para hacer funcionar todas sus aplicaciones industriales críticas. Cuando es cuestión de presupuestos reducidos, rendimiento, flexibilidad y confiabilidad aseguradas, la familia SLC 500 es la solución probada en que se puede confiar hoy y mañana.



El SLC 500 es un producto conocido por su rendimiento confiable y constante no únicamente en aeropuertos, en estadios y detrás de portadores, sino también en muchas otras aplicaciones. Elector de agua que ve el SLC 500 en su sistema de control interrumpido de 24 horas al día, el SLC es un producto en que usted se puede confiar.

Proteja sus inversiones de control

La protección de sus inversiones de controles de igual importancia. Continuamos desarrollando, mejorando y ampliando la plataforma SLC 500 con nuevas características críticas que minimizan el tiempo improductivo, reducen los costos de fabricación y mejoran la eficiencia funcional de la base instalada siempre creciendo del SLC.

Frente los desafíos del futuro

El SLC fue diseñado para adaptarse. Puede funcionar independientemente o conectado en red. Puede controlar una sola máquina o se puede distribuir ampliamente para las aplicaciones SCADA. Elija de un SLC para hacer funcionar su aplicación, le permite ampliar fácilmente las capacidades del procesador o añadir E/S conforme crezca el sistema. Y la plataforma SLC sigue creciendo.

Se puede confiar en que el SLC podrá satisfacer sus necesidades del futuro. El rendimiento excepcional y el desarrollo continuo ponen de manifiesto la razón por la cual el SLC 500 constituye una buena inversión. Rockwell Automation así como el innovador programa de nuevos productos y otras fabricantes Encompass™ brindan soporte técnico para toda la familia de productos SLC 500.

Procesadores SLC 500

La familia SLC demuestra nuestro compromiso a las normas más exigentes de confiabilidad de productos, innovación tecnológica y rendimiento. La escalabilidad y la calidad absoluta representan las características principales del SLC 500.

El SLC 500 respaldado y bien diseñado puede direccionar las aplicaciones de control de procesos de alta velocidad discretas y complejas desde una sola plataforma. Como resultado, es ideal para las operaciones rápidas tales como las líneas de embotellado y las máquinas de envasado. Es más, los diagnósticos completos simplifican la resolución de problemas de todos los procesos.

Gama de procesadores

Los procesadores SLC 500 están diseñados para ofrecer una amplia gama de memoria (desde 1 K hasta 64 K), opciones de chasis (4, 7, 10 ó 13 ranuras), conjunto de instrucciones fuertes de alimentación eléctrica y la posibilidad de redes incorporadas de modo que usted pueda personalizar el sistema de control según los requisitos específicos de la aplicación.

Estos procesadores cuentan con una gran base instalada que cubre una amplia gama de aplicaciones. Las mejoras continuas garantizan que la familia SLC siga creciendo al compás de su aplicación.

Opciones de procesadores

El SLC 500 es una plataforma flexible. La familia consta de cinco modelos de procesadores: el 5/01, 5/02, 5/03, 5/04 y 5/05. Como consecuencia de este gran abanico de procesadores, el SLC 500 ofrece la flexibilidad para controlar máquinas simples o un proceso complejo puesto que estos procesadores cuentan con la capacidad de escalado necesaria para diversas aplicaciones, independientemente de su tamaño.

El SLC 500 proporciona funcionalidad de control preciso a las comunicaciones Ethernet para conectividad de programas, editores de líneas y emuladores. Aprovecha la capacidad de desarrollo de líneas de componentes, la función "Select-Switch" entre paréntesis y un tamaño de memoria de 16 K, 32 K y 64 K.

HISTORIAL

Welding Technology Corporation

WTC inició su colaboración con Rockwell Automation en 1996 con la incorporación de los sistemas de controlador SLC 500 en sus unidades de soldadura por resistencia de fabricación automóvil. Gracias a ello todas sus soldadoras de 2000 puntos por automóvil, WTC aceleraremos el seguir integrando los SLC y los módulos de conectividad relacionados en su próxima generación de soldadoras que se implementarán en aplicaciones de los mercados de fabricación automóvil, de electrodomésticos y aeroespacial. "Confirma de emplear nuevos metales para la

fabricación de automóviles, jardines y otros productos, necesitábamos un método para controlar nuestra tecnología innovadora de soldadura", dice Dave Androvich, vicepresidente de control de WTC. La flexibilidad de los controladores SLC 500 y la automatización continua de la plataforma los convierte en inestimables para los OEM de alta tecnología".

Módulos E/S

Elija de más de 60 módulos para controlar señales digitales, analógicas y de temperatura. Están disponibles además un gran número de módulos especiales de Rockwell Automation y de otros fabricantes. Esta amplia selección de módulos le ayuda ofrecer la flexibilidad y la rapidez que necesita para configurar todas sus aplicaciones de control.

E/S digitales

Nuestros módulos digitales ofrecen una amplia gama de densidades. Estos módulos se pueden interconectar a diferentes niveles de voltaje y están disponibles en diversas combinaciones de entrada/salida. Estos módulos de alta calidad han sido diseñados y probados para las aplicaciones industriales y funcionan bien en una variedad de condiciones industriales hostiles.

E/S analógicas

Nuestros módulos analógicos están dotados con una precisión excepcional, una alta resolución y la opción de filtros de entrada para obtener respuestas rápidas o una alta inmunidad como ruido. Estos módulos analógicos son ideales para las aplicaciones de control de procesos gracias a su precisión y robustez inherentes.

E/S especiales

Está disponible una gama de módulos para aplicaciones especiales. Todos los módulos se integran directamente en el chasis SLC. Busque nuestros módulos especiales para satisfacer sus necesidades de control de temperatura, control de alta velocidad, movimiento y posicionamiento, hidráulicas o de prensa.

Opciones de E/S distribuidas

Existe una gran variedad de opciones de conexiones en red de E/S que posibilitan la conectividad a las redes ControlNet™, DeviceNet™ y E/S remotas. Se pueden usar estas redes para conectar el SLC 500 a FLEX™ I/O, POINT I/O™ y E/S SLC, los productos de clase mundial de Rockwell Automation.

Sistemas de cableado de E/S

La conexión a las E/S SLC 500 es sencilla con los módulos y cables de interface de Allen-Bradley. Nuestros módulos de interface (IFM), cables preconectados y cables sólidos para cablear reemplazan a los bloques de terminales, lo cual le ahorra un 50% en el cableado de punto a punto entre el controlador y los dispositivos de campo del mismo. Obtiene una instalación más rápida, menos errores de cableado y una resolución de problemas simplificada. Además, nuestros IFM le permiten incorporar terminaciones, indicadores LED de estado y protección contra sobrecorriente adicionales.

Configure su sistema para satisfacer sus necesidades específicas. Los productos de E/S SLC de Rockwell Automation y otros fabricantes ofrecen una amplia gama de opciones de E/S digitales y analógicas adaptadas en un compacto módulo robusto.

Integrated
Accessible

Opciones de comunicación

Muchas de nuestras opciones de control y comunicación ofrecen soluciones a través de toda la planta que satisfacen sus necesidades comerciales y de automatización.

Comunicaciones entre la planta y la administración

Gracias a la opción de Ethernet incorporado, las características integradas Web de ISLC 500 le permiten monitorear los datos de producción desde cualquier computadora usando un examinador de Web estándar. El procesador SLC 500 puede comunicar los datos de la planta en aplicaciones de adquisición de datos, control supervisor, gestión de programas, control de calidad estadística, programación de producción y seguimiento de materiales a través de una red Ethernet.

Versatilidad entre dispositivos similares

Una selección de opciones de conexión en red ofrece una excelente conectividad. Cada SLC 500 se ofrece dotado de comunicaciones incorporadas DH-485. Además, es posible seleccionar un procesador SLC 500 compatible con Ethernet, o bien uno que pueda ejecutar las comunicaciones de alta velocidad entre dispositivos similares con Data Highway Plus™ incorporado.

Control a nivel del dispositivo

Nuestro módulo escáner DeviceNet le permite conectar una interface de un solo cable a dispositivos inteligentes, incluso detectores, botones pulsadores, arrancadores de motor, interfaces de operador simples y variadores.

Compatibilidad con E/S remotas

Añade un escáner de E/S remotas RIO o un módulo adaptador a su sistema SLC para respaldar sus opciones digitales y de transferencia en bloques. Obtenga con facilidad acceso a los variadores, a la interface de operador y a los dispositivos de otros fabricantes, además de otros productos compatibles con RIO en su red de E/S remotas. Además, la función de paso "pass-thru" de E/S remotas simplifica las aplicaciones de carga o descarga a los productos de interface operador-máquina (HMI), tales como PanelView™, en su red de E/S remotas.

Los productos tales como el convertidor de interface de USB a DH-485 (a la izquierda) y la interface de red Ethernet (arriba) proporcionan múltiples opciones de conectividad y comunicación a su sistema basado en el SLC 500.

Simple
Productive

Opciones de programación

HISTORIAL

Instrument Control Systems

"Comprábamos los controladores dotados de todas las funciones para muchas de nuestras aplicaciones, pero hemos percibido que los SLC a menudo pueden realizar las tareas a un precio más abordable", afirma Warren Schimunek de Instrument Control Systems de Minneapolis.

Como integrador de sistemas de control, muchas de las aplicaciones de control de agua y de tratamiento de aguas residuales cuentan con múltiples procesadores SLC 500 conectados por medio de Ciea Highway Plus® o EtherNet/IP®.

Los procesadores controlan y monitorean diversas secciones de la arquitectura, incluso las bombas, los niveles del embalse y otras funciones clave. "Hemos ido implementando los SLC durante más de 10 años y nuestros clientes tiene la expectativa de que la plataforma SLC 500 siga siendo viable", comentó el Sr. Schimunek. "Nuestros clientes municipales son los más exigentes debido a los requisitos específicos relacionados con los componentes que serán respaldados por muchos años".

RSLogix™ 500

Gracias a sus editores fáciles de usar, su configuración de apuntar y hacer clic, y sus diagnósticos y resolución de problemas superiores, el RSLogix 500 incorpora la más reciente tecnología para ayudarle a maximizar el rendimiento y reducir el tiempo de desarrollo. La interface intuitiva y confiabilidad constante significan un aumento global de la productividad.

Personalice los programas de control SLC 500 según sus necesidades específicas. El software de programación RSLogix 500 le permite crear, modificar y monitorear eficazmente sus programas de aplicación para el SLC 500, así como para todos los productos MicroLogix™ de Allen-Bradley. RSLogix 500 simplifica la armonización en un solo paquete de software todas sus necesidades de controladores pequeños.

RSLogix™ 500 Professional

El paquete RSLogix 500 Professional incluye las herramientas de configuración RSNetWorx™, la interface de comunicación RSLinx® Lite y RSLogix™ Emulate 500 que es un software de emulación de alta productividad que le ayuda a probar y depurar fácilmente sus programas antes de la puesta en marcha. El RSLogix 500 Professional se ha actualizado muchas mejoras, incluso la función Logic Trace. Ahora es posible usar los botones de navegación semejantes a los de un examinador de Web para desplazarse rápidamente a través de su historial de lógica de escalera.

Visualización

Vigile los procesos controlados por SLC con nuestros productos PanelView e InView™. Estos dispositivos electrónicos de interface operador-máquina brindan capacidades insuperables de controlar la planta y monitorear los datos. En particular, el PanelView™ Plus flexible es perfecto cuando los operadores tienen que observar, controlar y visualizar información gráficamente para entender rápidamente el estado de la

Especificaciones de los controladores SLC 500

Especificaciones	SLC 501		SLC 502	SLC 503		SLC 504			SLC 505		
Número de catálogo 1747=	L511	L514	L524	L531	L532	L541	L542	L543	L551	L552	L553
Tamaño de memoria (palabras)	1K	4 K	4 K	8 K	16 K	16 K	32 K	64 K	16 K	32K	64 K
Corriente de backplane (mA) a 5 V	350 mA			500 mA		1000 mA			1000 mA		
Corriente de backplane (mA) a 24 V	105 mA			175 mA		0 mA			0 mA		
E/S digitales máx.	1280		8192								
Chasis / ranuras totales máx.	3/30										
Comunicaciones incorporadas	DH-485 aislado		DH-485	DH-485 y RS-232		DH+y RS-232			Ethernet y RS-232		
Opción de módulo de memoria	EEPROM			Flash EEPROM							
Programación	Relógica 500										
Instrucciones de programación	52		71	107							
Tiempo de escán típico*	8 ms/K		4.8 ms/K	1 ms/K		0.8 ms/K					
Tiempo de retención del estado de programa (después de interrupción de la fuente de alimentación, etc.)	20 ms...3 s (depende de la carga de la fuente de alimentación eléctrica)										
Ejecución de bit (K)	4 µs		2.4 µs	0.44 µs		0.37 µs					
Precisión de reloj/calendario	N/A			±54 segundos/mes @+25 °C (77 °F); ±81 segundos/mes @+60 °C (140°F)							

*Los tiempos de escán típicos están por encima de lógica de escalera de 1 K y suponen una lógica de escalera de simple y de sencillas de comunicación. Los tiempos de escán reales dependen del tamaño del programa, de las instrucciones usadas y del protocolo de comunicación.

Confianza total

La singular estrategia global de Rockwell Automation ayuda a sus clientes a conseguirse una ventaja competitiva, proporciona acceso a miles de representantes de ventas autorizados e integradores de sistemas de Rockwell Automation en todo el mundo, ofrece una red de soporte técnico de integración y servicios de sistemas de clase mundial. Estos servicios de gran utilidad incluyen el soporte de ventas y pedidos, ingeniería de aplicaciones, supervisión de instalación, puesta en marcha de sistemas, capacitación, servicios de campo y el soporte de productos continuo.

Para obtener más información: http://support.rockwellautomation.com/
Para obtener información sobre el SLC 500: http://www.ab.com/plc/slc/

Copyright Rockwell Automation. Todas las marcas registradas y marcas registradas son propiedad de Rockwell Automation, Inc.

www.rockwellautomation.com

Oficinas Corporativas
Rockwell Automation, 777 East Wisconsin Avenue, Suite 1400, Milwaukee, WI 53202-5302 USA, Tel: (1) 414.212.5200, Fax: (1) 414.212.5201

Oficinas Corporativas para Productos Allen-Bradley, Rockwell Software y Global Manufacturing Solutions
Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation SA/NV, Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36, 1170 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

Oficinas Corporativas para Productos Dodge y Reliance Electric
Americas: Rockwell Automation, 6040 Ponders Court, Greenville, SC 29615-4617 USA, Tel: (1) 864.297.4800, Fax: (1) 864.297.4803
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation, Pitfield Kiln Close Gloucester Gloucester 3, 58898 Dakota, Alabama, Tel: 49(0) 2234 379613, Fax: 49 (0) 2234 379614

España: Rockwell Automation S.A., Doctor Trueta 113-119, 08005 Barcelona, Tel: (34 93) 308 6300, Fax: (34 93) 309 1001, www.rockwellautomation.es
Argentina: Rockwell Automation S.A., Av. Del Libertador 6070, 1414 Buenos Aires, Tel: (54) 11.4775.8080, Fax: (54) 11.4775.8080, www.rockwellautomation.com.ar
Chile: Rockwell Automation S.A., Av. Antonio Varas 1001 Local 103, Las Condes, Santiago, Tel: (56) 2.582.0780, Fax: (56) 2.582.0787, www.rockwellautomation.cl
Colombia: Rockwell Automation S.A., Cr. 09 No. 32A-41, Bodega 8, Santa Fe de Bogotá D.C., Tel: (57) 1.403.3602, Fax: (57) 1.416.3138, www.rockwellautomation.com.co
México: Rockwell Automation S.A. de C.V., Boulevard Manuel Ávila Camacho 1000, DF, Tel: (52) 55.5.246.2000, Fax: (52) 55.5.251.0844, www.rockwellautomation.com.mx
Venezuela: Rockwell Automation C.A., Av. Gonzalez Rincones, La Trinidad, Caracas 1080, Tel: (58) 212.940.3311, Fax: (58) 212.940.3312, www.rockwellautomation.com.ve

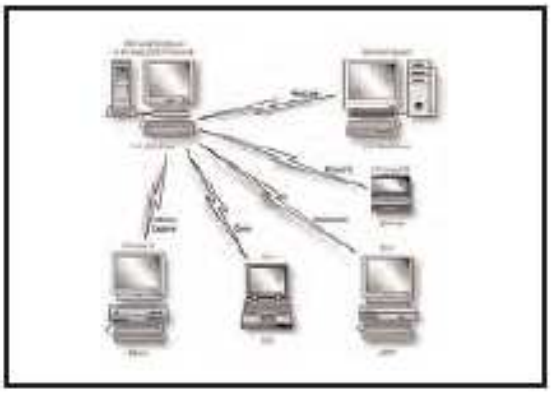
Publicación 1747-BR001A-ES-P - Agosto 2003

TECHNICAL DATA

RSVIEW32 WEBSERVER

RSVIEW32 WEBSERVER

RSView32® WebServer™ expands your view on the Web. Now you can quickly browse an RSView32 project, including graphic displays, tags, and alarms, through any standard Web browser.



FEATURES

CONNECTING CLIENTS TO RSVIEW32 WEBSERVER

The number of concurrent clients connected to RSView32 WebServer is limited only by the capacity of the Microsoft® Windows® system where RSView32 is installed, not by RSView32 or RSView32 WebServer. As a result, potentially hundreds of clients could connect to the same RSView32 project at the same time.

Clients connect to the computer running RSView32 WebServer through a default URL: http://machine name/RSViewWEB. From this ready-made default Web site, you can click links to navigate to any RSView32 graphic display, tags, or alarms allowed by their RSView32 security authorizations.

Although RSView32 WebServer comes ready to run with a default URL and Web site, you can also create your own WebServer site with a Web-authoring tool such as Microsoft FrontPage®. Using cascading style sheets and style tags, you can easily customize your WebServer Web site to accommodate special needs or different languages.

VIEWING PROJECT DATA

When RSView32 WebServer is running, clients can request snapshot views of the following types of project information:

- Graphic displays. RSView32 WebServer sends a snapshot view of a requested graphic display as a JPEG file. The content in the file is inactive; objects are not animated or interactive. The JPEG representation of a graphic display is identical to the output from an RSView32 PrintDisplay command.
- Tags. RSView32 WebServer sends a snapshot of selected tag fields in an HTML table. You can request a default list of all tags available in the currently loaded RSView32 project, and then click links to open tag folders and view data about selected tags. Or you can specify tag names (or partial tag names with wildcard characters) in the URL and include optional keywords to further define the data columns to be included in the resulting table.
- Alarms. RSView32 WebServer sends a snapshot of selected alarm fields in an HTML table. Alarm data available from RSView32 WebServer is identical to the data presented in the RSView32 alarm summary.

The client browser initiates all communication and requests for data between the client and RSView32 WebServer. To view updated project data, click the browser's Refresh button – RSView32 WebServer does not automatically send data to clients.

ENSURING SECURITY WITH RSVIEW32 WEBSERVER

When a client attempts to connect, RSView32 WebServer creates an HTTP session with the client browser and authenticates the session against either the RSView32 user list or the Windows NT security list. If the client does not log in with a valid RSView32 user name and password, RSView32 WebServer does not transmit data back to the client and the HTTP session times out after a few minutes.

Once connected to RSView32 WebServer, the RSView32 session login governs the client's access to requested graphic displays, tags, and alarms. If a client's RSView32 security levels prohibit access to certain information, WebServer does not send that information.

To prevent any client connections to RSView32 WebServer, simply issue a WebServerOff command.

BENEFITS

This low-cost, Web-based solution is easy to administer. Simply enable Microsoft Personal Web Server or Microsoft Internet Information Server on any computer where RSView32 is installed, install RSView32 WebServer, and issue a WebServerOn command. That's it.

RSView32 WebServer requires no installation or configuration on clients. Anyone with a valid RSView32 user account can connect to an RSView32 project over the Internet from anywhere – using any browser that supports HTML 3.2, running virtually any operating system – and view graphic displays, tag data, and alarm data.

RECOMMENDED REQUIREMENTS FOR RSVIEW32 WEBSERVER

RSView32 WebServer clients need only a standard Web browser that supports HTML 3.2, such as Microsoft® Internet Explorer 5.0 or 6.0 or Netscape® Navigator. Anyone with a valid RSView32 user account can connect to an RSView32 project without any special hardware or software.

RSView32 WebServer v7.20 requires RSView32 version 7.00 or later. Recommended requirements for RSView32 WebServer are based on the requirements for RSView32, but may require a faster processor or more RAM, depending on the size and complexity of your projects.

Recommended hardware. Personal computer with 200 MHz Intel® Pentium® processor and 64 MB of RAM. Individual applications may require a faster processor or more RAM. For detailed recommendations, check the Rockwell Software support Web site, http://support.rockwellautomation.com/; click the Online Tools Knowledgebase link, and then refer to tech note A6829.

Required operating system. Any of the following:

- Windows XP Professional with Service Pack 1 or later
- Windows 2000 Professional or Windows 2000 Server with Service Pack 3 or later
- Windows Server 2003 Standard Edition and Windows Server 2003 Enterprise Edition

Required Web server. If you are running Windows XP or Windows 2000, you also need Microsoft Internet Information Server (IIS) 5.0.

CATALOG NUMBER

RSView32 WebServer
9301RSVWSENE RSView32 WebServer

ORDERING INFORMATION

For ordering information, contact your local Rockwell Automation sales office or Allen-Bradley distributor.

RSView32 and RSView32 WebServer are trademarks of Rockwell Automation, Inc.
All trademarks and registered trademarks are property of their respective companies.

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions

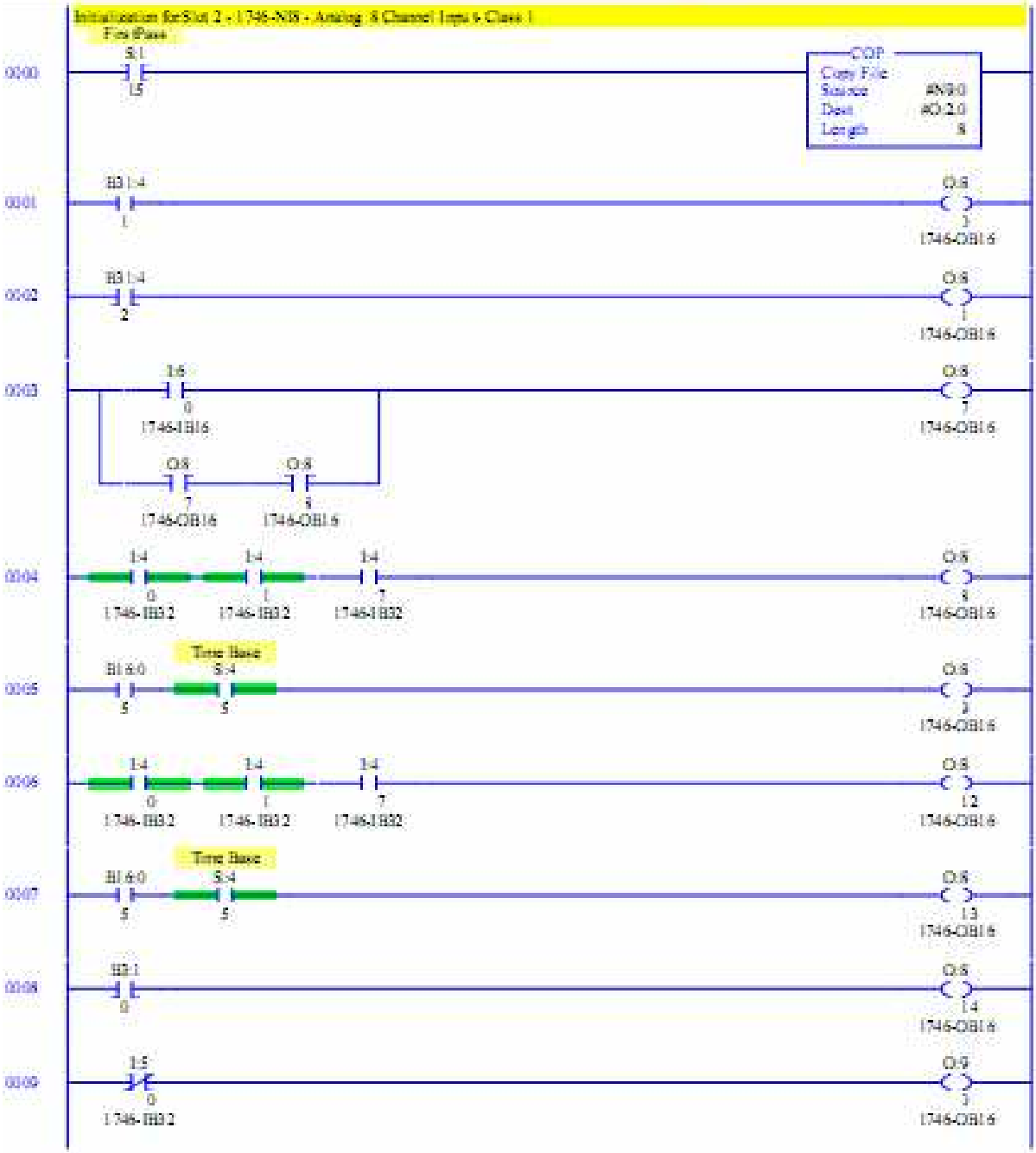
Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation SA/NV, Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36, 1170 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640
Asia Pacific: Rockwell Automation, Level 14, Core E Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

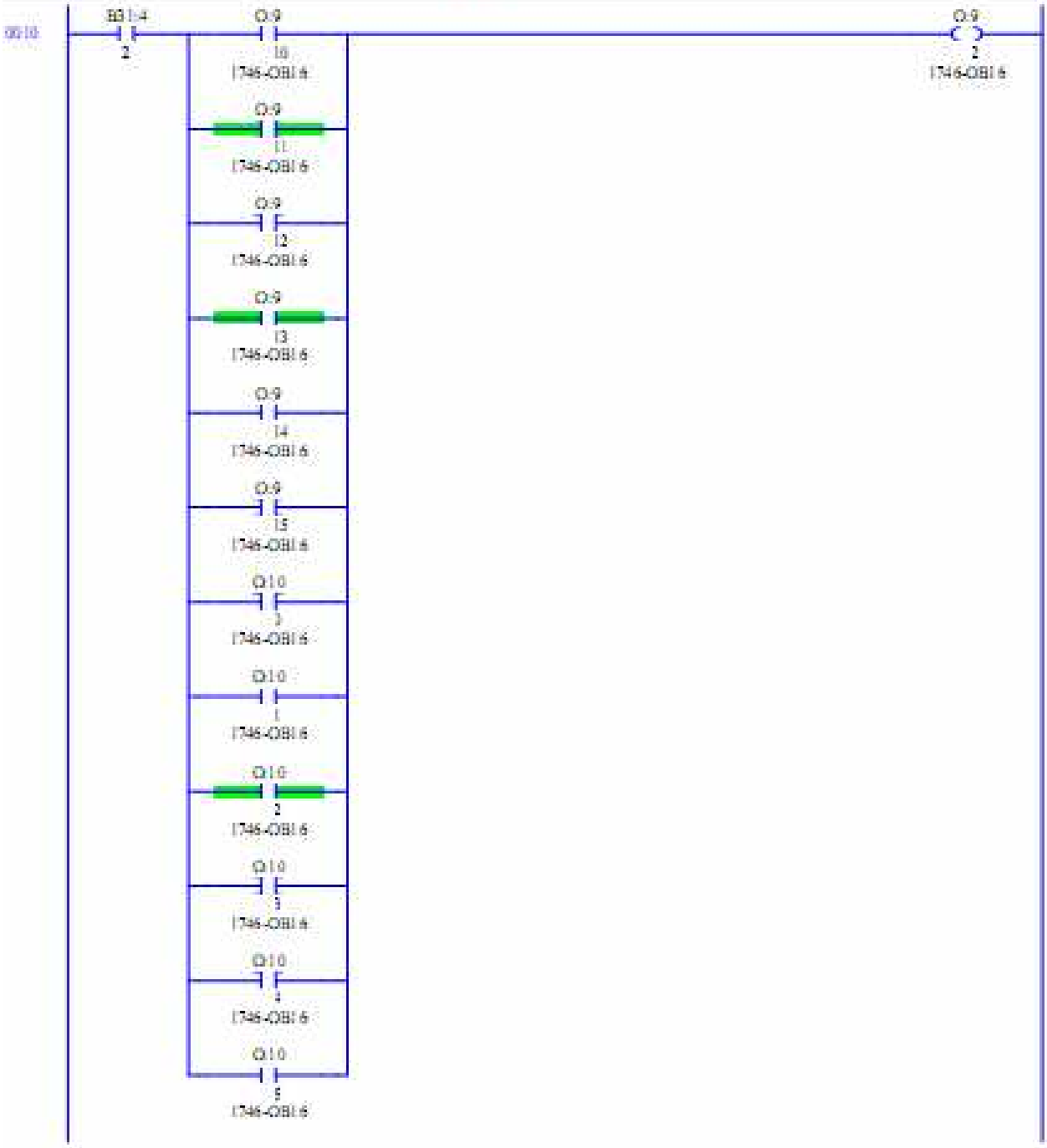
Publication WERSRV-TD001B-EN-P – October 2005
Supersedes WERSRV-TD001A-EN-D

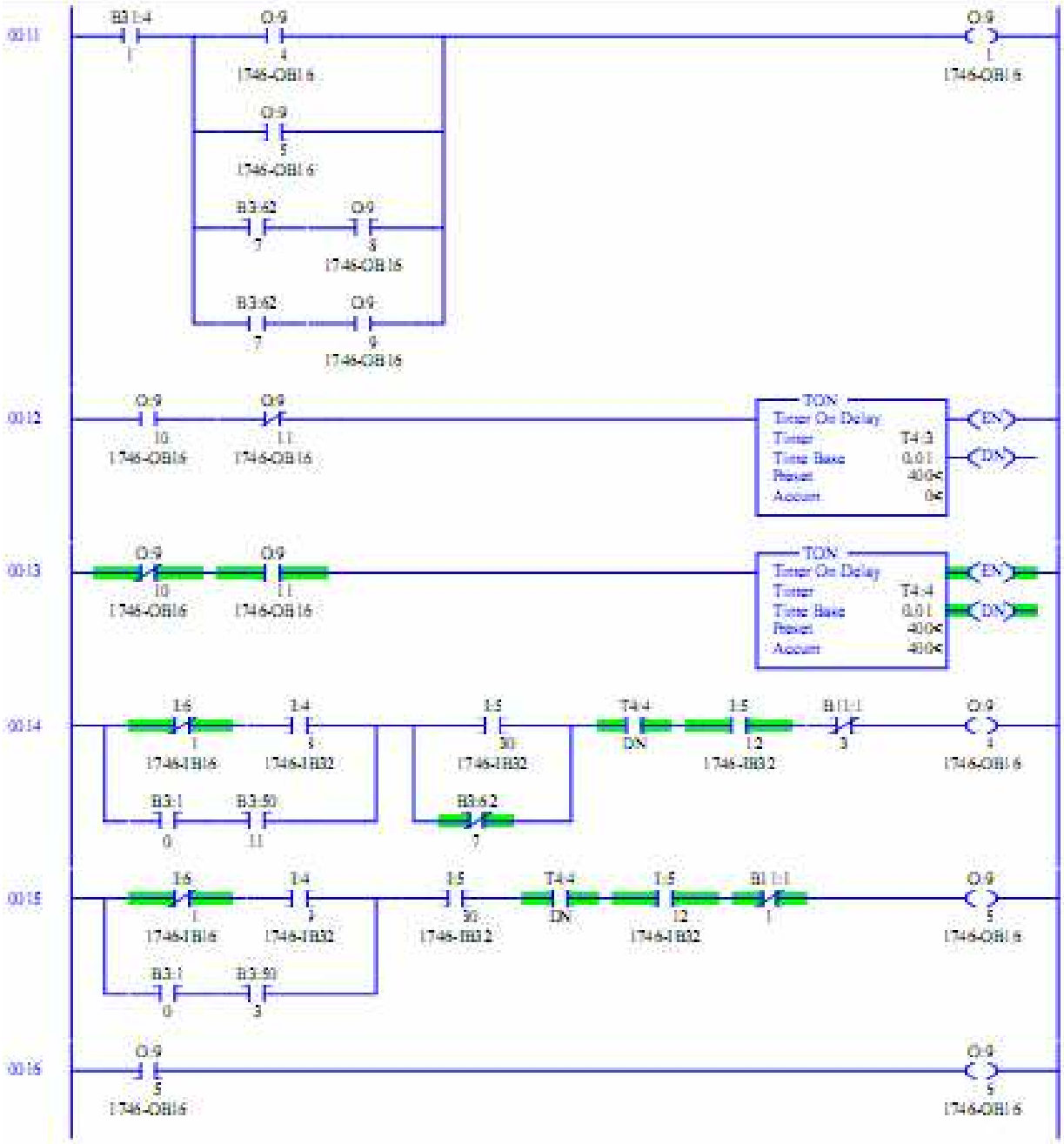
Copyright ©2005 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved. Printed in USA.

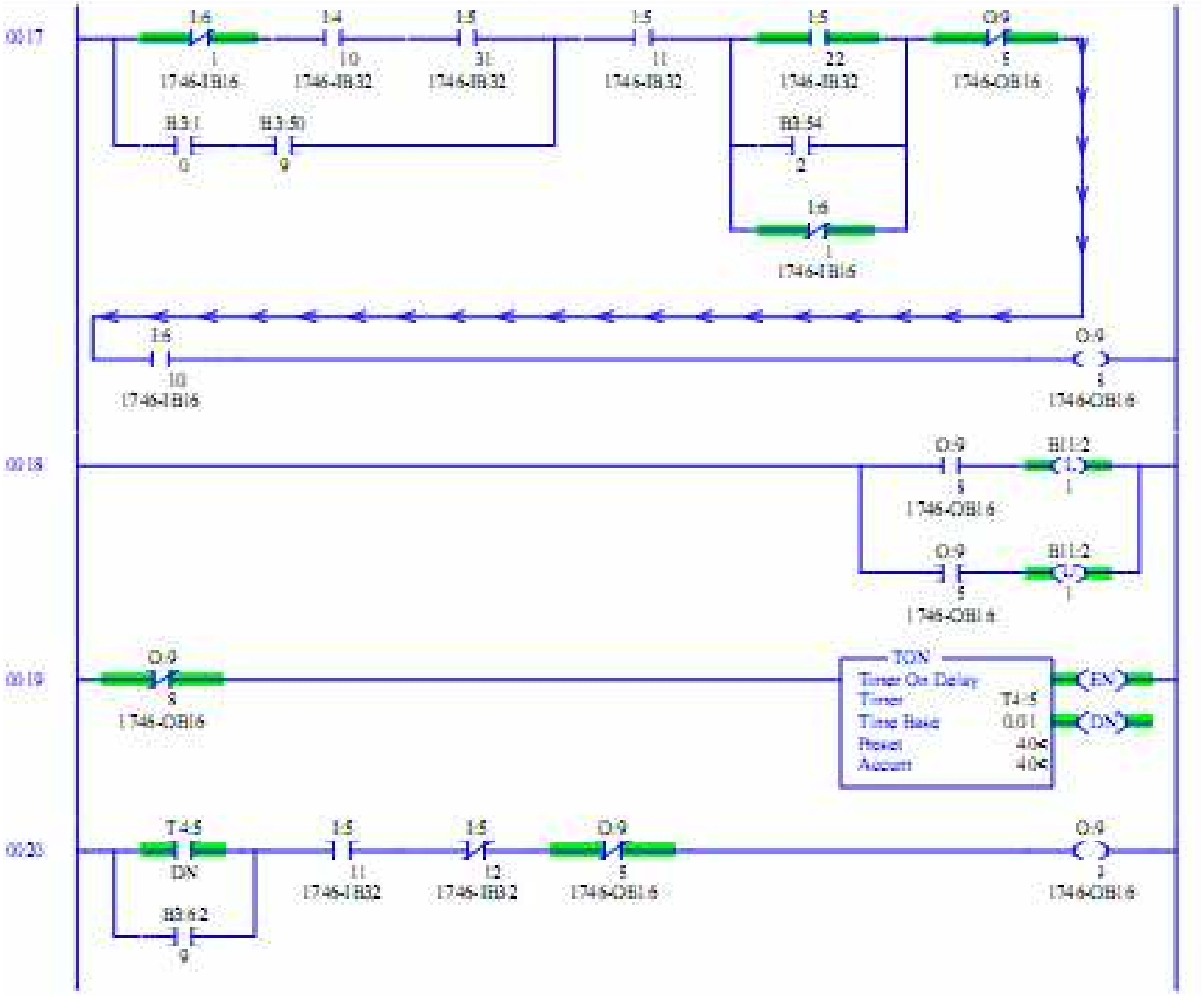
ANEXO F

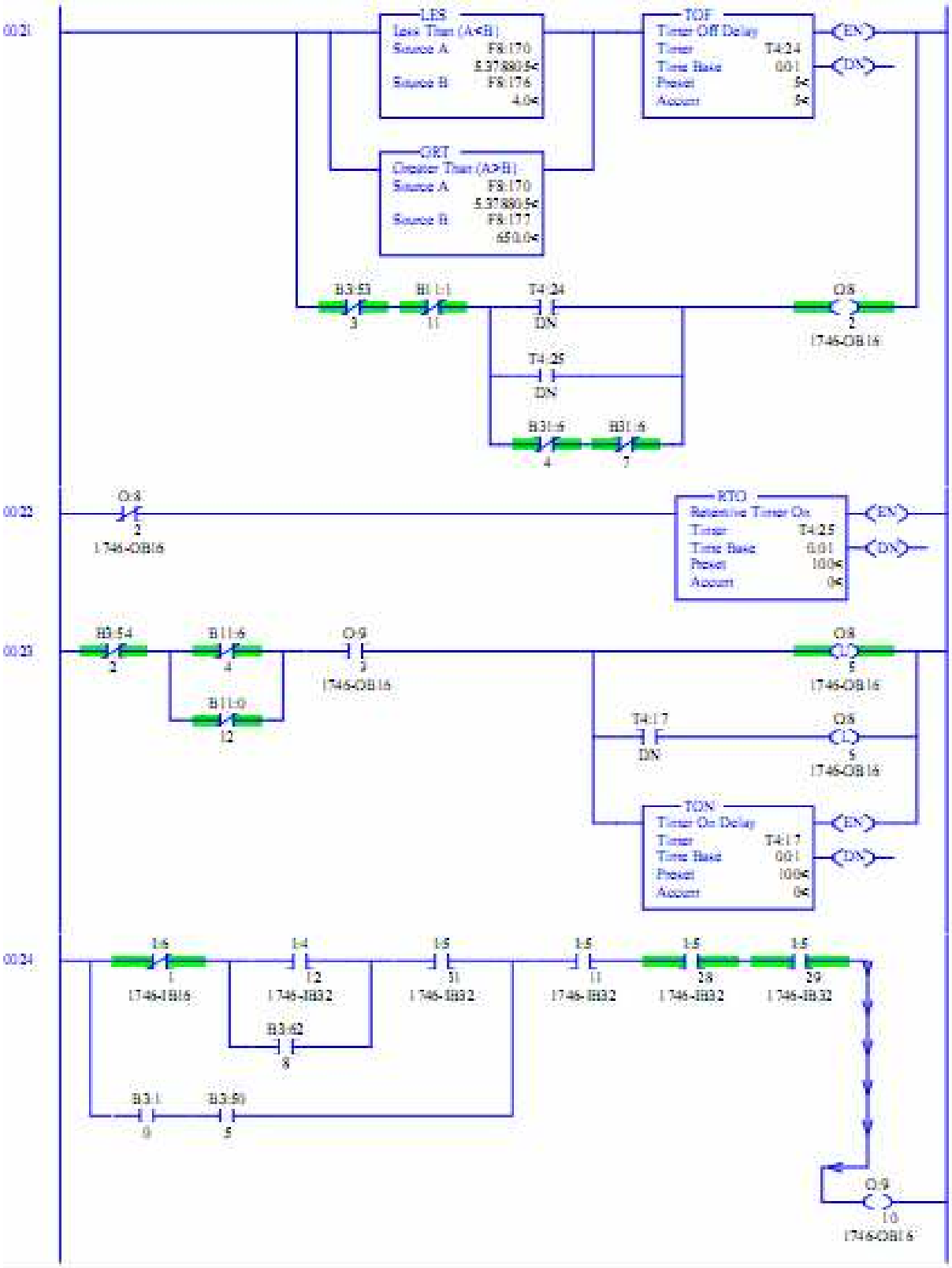
LISTADO DE PROGRAMA DEL PLC

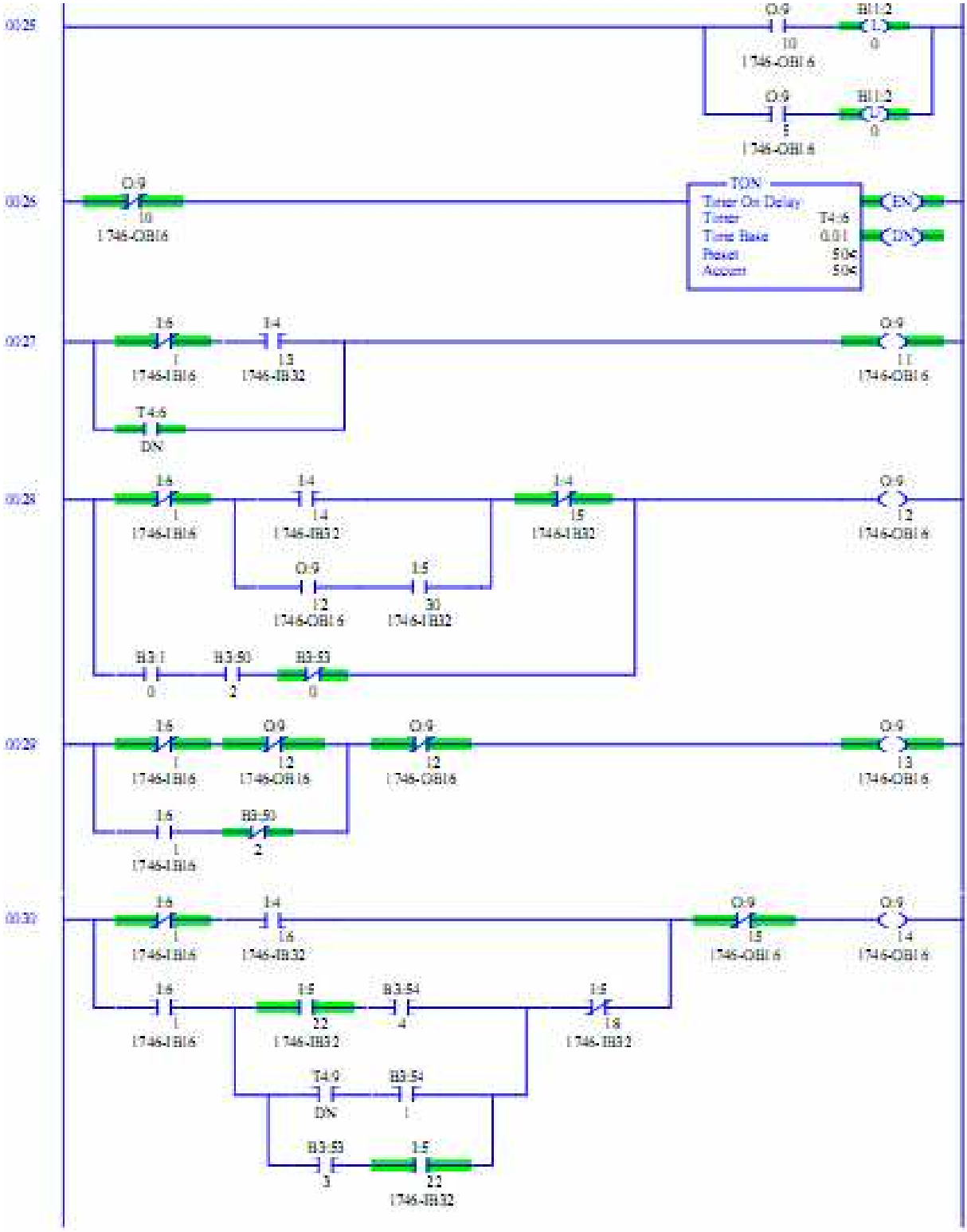

Initialization for Slot 2 - 1746-NI8 - Analog 8 Channel Input - Class 1
First Pass
0:00
S:1
15
COP
Copy File
Source #N9:0
Dest #O:2.0
Length 8
0:01
B3:1/4
1
O:6
1
1746-OB16
0:02
B3:1/4
2
O:6
1
1746-OB16
0:03
1:6
0
1746-IB16
O:6
7
1746-OB16
O:6
7
1746-OB16
O:6
8
1746-OB16
0:04
1:4
0
1746-IB32
1:4
1
1746-IB32
1:4
7
1746-IB32
O:6
8
1746-OB16
0:05
Time Base
B1:6/0
5
S:4
5
O:6
9
1746-OB16
0:06
1:4
0
1746-IB32
1:4
1
1746-IB32
1:4
7
1746-IB32
O:6
12
1746-OB16
0:07
Time Base
B1:6/0
5
S:4
5
O:6
13
1746-OB16
0:08
B3:1
0
O:6
14
1746-OB16
0:09
1:5
0
1746-IB32
O:9
3
1746-OB16

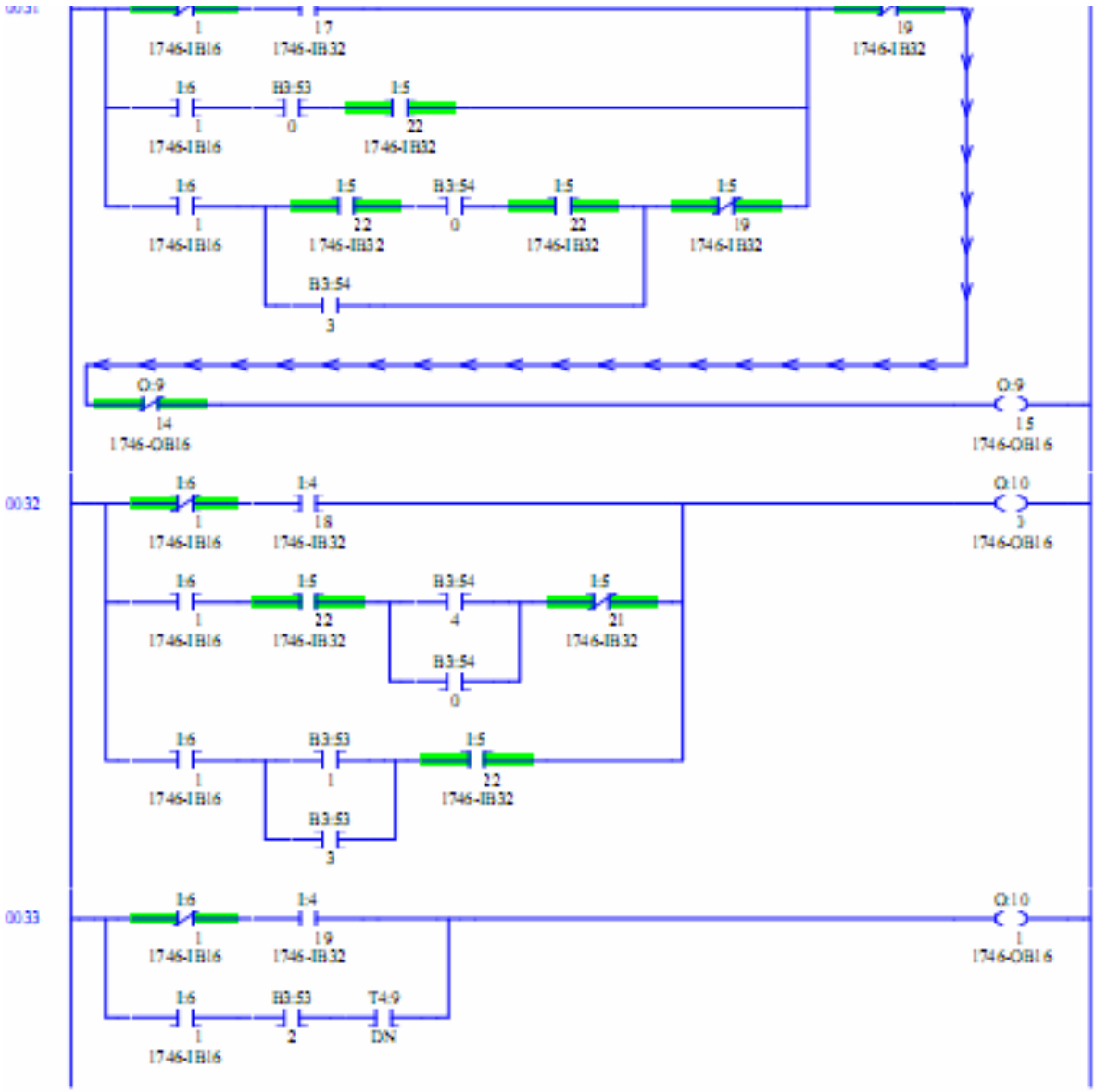

00:10
B3:4
2
O:9
10
1746-OB16
O:9
11
1746-OB16
O:9
12
1746-OB16
O:9
13
1746-OB16
O:9
14
1746-OB16
O:9
15
1746-OB16
O:10
3
1746-OB16
O:10
1
1746-OB16
O:10
2
1746-OB16
O:10
3
1746-OB16
O:10
4
1746-OB16
O:10
5
1746-OB16
O:9
2
1746-OB16


00:11
B3:4
1
O:9
4
1746-OB16
O:9
5
1746-OB16
B3:62
7
O:9
8
1746-OB16
B3:62
7
O:9
9
1746-OB16
O:9
1
1746-OB16
00:12
O:9
10
1746-OB16
O:9
11
1746-OB16
TON
Timer On Delay
Timer T4:3
Time Base 0.01
Preset 400<
Accum 0<
EN
DN
00:13
O:9
10
1746-OB16
O:9
11
1746-OB16
TON
Timer On Delay
Timer T4:4
Time Base 0.01
Preset 400<
Accum 400<
EN
DN
00:14
I:6
1
1746-IB16
I:4
3
1746-IB32
B3:1
0
B3:50
11
I:5
30
1746-IB32
B3:62
7
T4:4
DN
I:5
12
1746-IB32
B1:1
3
O:9
4
1746-OB16
00:15
I:6
1
1746-IB16
I:4
3
1746-IB32
B3:1
0
B3:50
3
I:5
30
1746-IB32
T4:4
DN
I:5
12
1746-IB32
B1:1
1
O:9
5
1746-OB16
00:16
O:9
5
1746-OB16
O:9
5
1746-OB16

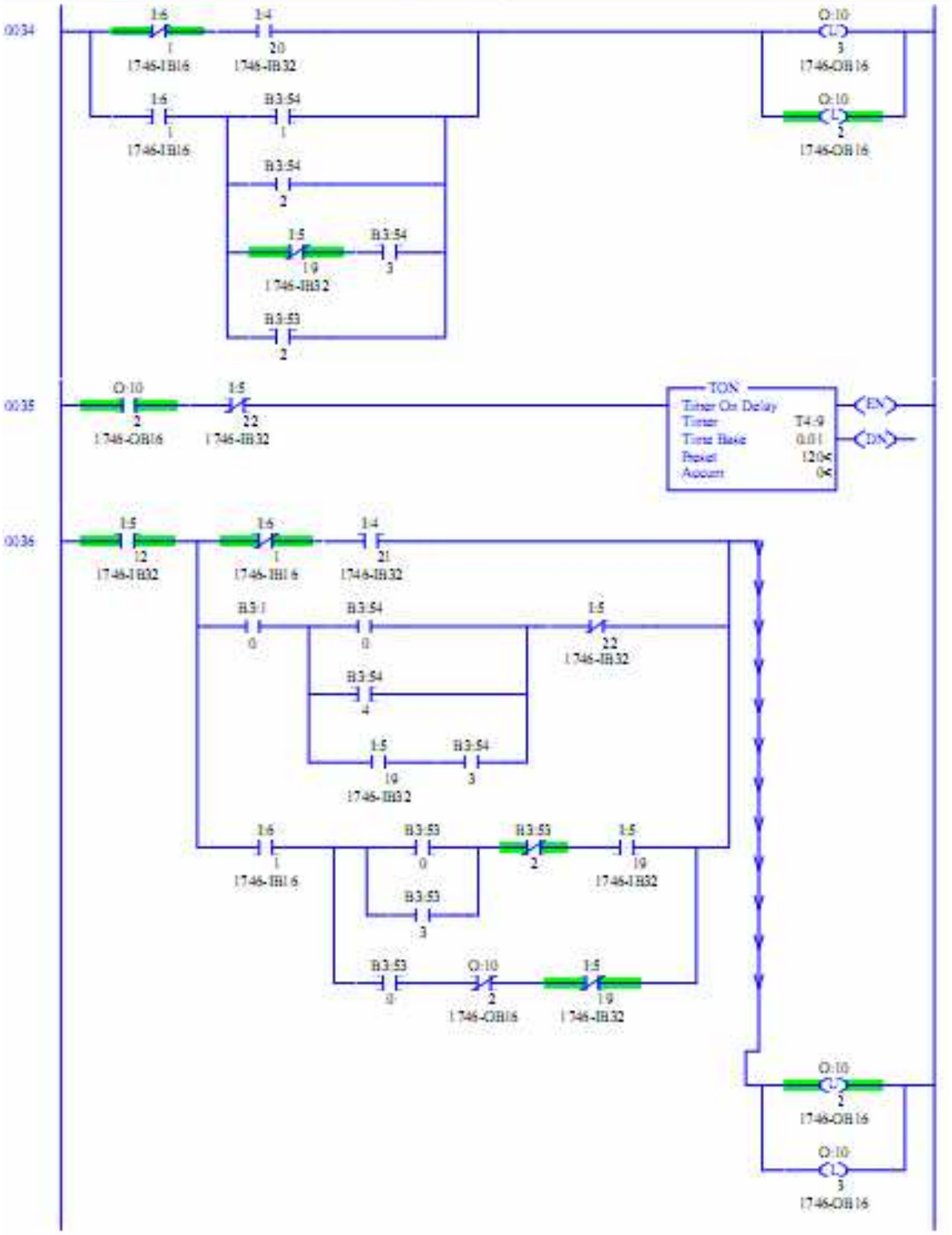

00:17
I:6
1
1746-IB16
I:4
10
1746-IB32
I:5
31
1746-IB32
I:5
11
1746-IB32
I:5
22
1746-IB32
O:9
5
1746-OB16
B3:1
0
B3:50
9
B3:54
2
I:6
1
1746-IB16
I:6
10
1746-IB16
O:9
5
1746-OB16
00:18
O:9
5
1746-OB16
B11:2
1
O:9
5
1746-OB16
B11:2
1
00:19
O:9
5
1746-OB16
TON
Timer On Delay
Timer T4:5
Time Base 0.01
Preset 40
Accum 40
EN
DN
00:20
T4:5
DN
B3:62
9
I:5
11
1746-IB32
I:5
12
1746-IB32
O:9
5
1746-OB16
O:9
3
1746-OB16

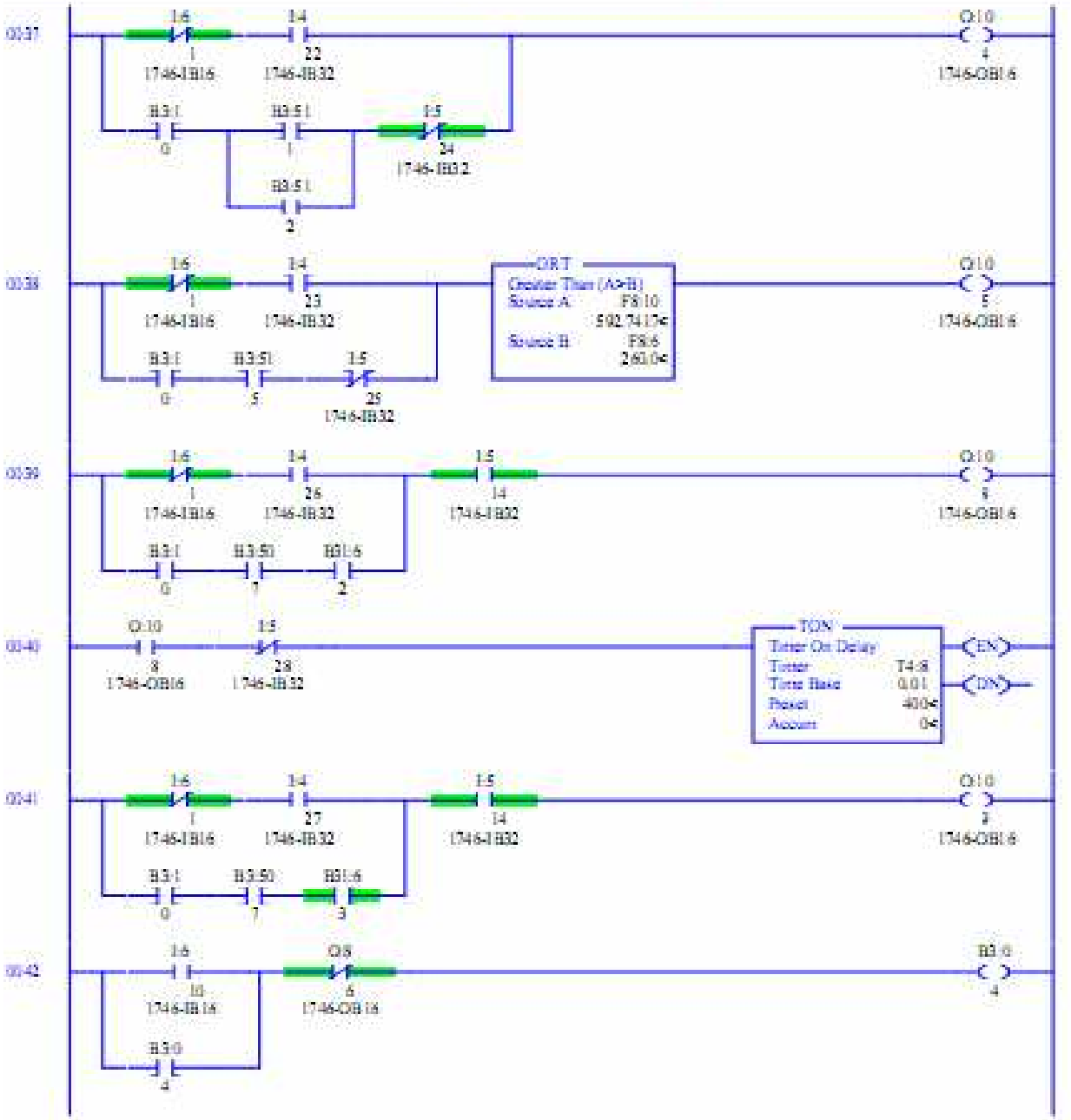

00:21
LES
Less Than (A<B)
Source A F8:170
537880.5<
Source B F8:176
4.0<
TOF
Timer Off Delay
Timer T4:24
Time Base 0.01
Preset 5<
Accum 5<
EN
DN
GRT
Greater Than (A>B)
Source A F8:170
537880.5<
Source B F8:177
650.0<
B3:53
3
B1:1
11
T4:24
DN
O:8
2
1746-OB16
T4:25
DN
B31:6
4
B31:6
7
00:22
O:8
2
1746-OB16
RTO
Retentive Timer On
Timer T4:25
Time Base 0.01
Preset 100<
Accum 0<
EN
DN
00:23
B3:54
2
B11:6
4
B11:0
12
O:9
3
1746-OB16
O:8
5
1746-OB16
T4:17
DN
O:8
5
1746-OB16
TON
Timer On Delay
Timer T4:17
Time Base 0.01
Preset 100<
Accum 0<
EN
DN
00:24
I:6
1
1746-IB16
I:4
12
1746-IB32
I:5
31
1746-IB32
I:5
11
1746-IB32
I:5
28
1746-IB32
I:5
29
1746-IB32
B3:62
8
B3:1
0
B3:50
5
O:9
10
1746-OB16

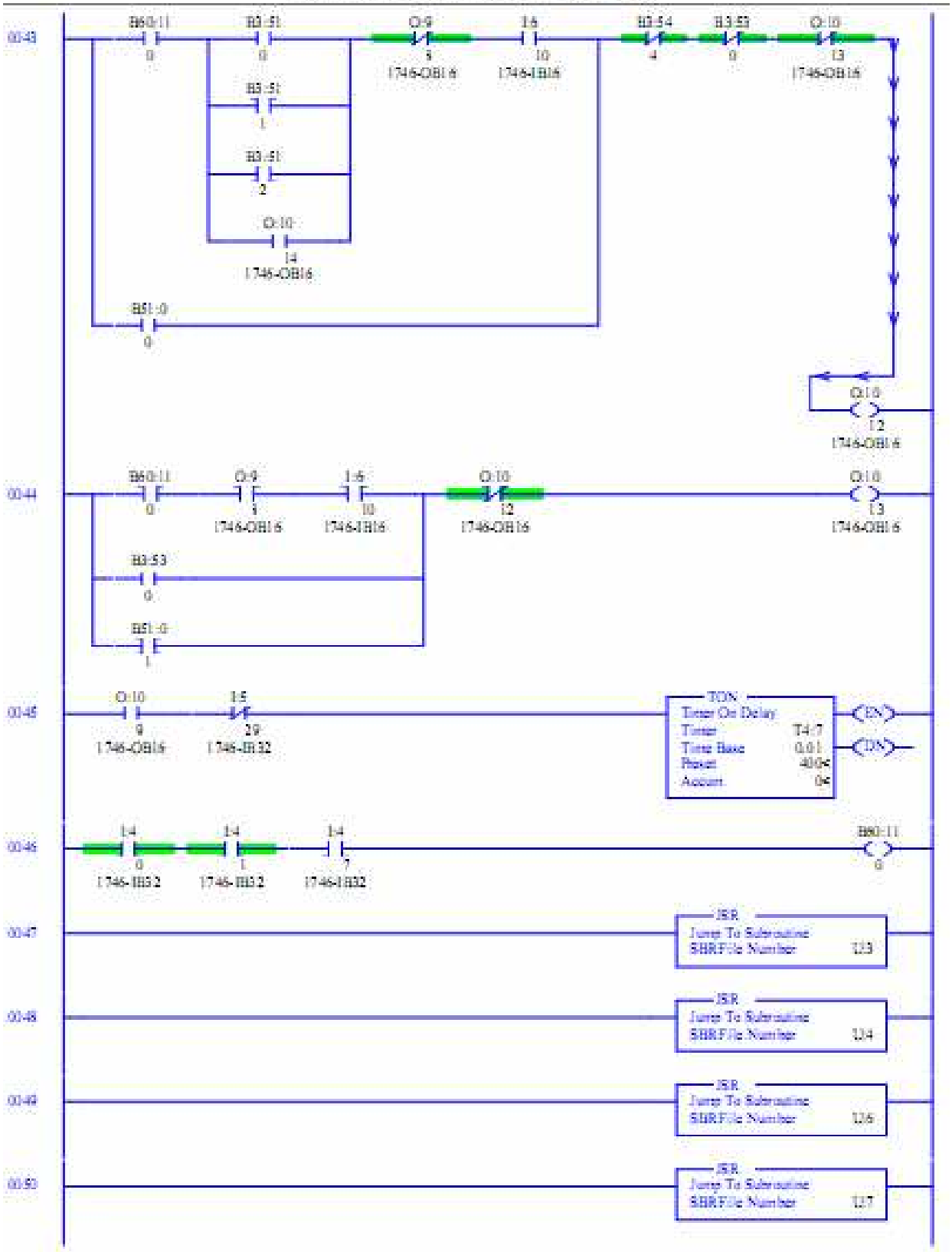

00:25
O:9
10
1746-OB16
B11:2
L
0
O:9
8
1746-OB16
B11:2
U
0
00:26
O:9
10
1746-OB16
TON
Timer On Delay
Timer T4:6
Time Base 0.01
Preset 500
Accum 500
EN
DN
00:27
I:6
1
1746-IB16
I:4
13
1746-IB32
T4:6
DN
O:9
11
1746-OB16
00:28
I:6
1
1746-IB16
I:4
14
1746-IB32
O:9
12
1746-OB16
I:5
30
1746-IB32
I:4
15
1746-IB32
O:9
12
1746-OB16
B3:1
0
B3:50
2
B3:53
0
00:29
I:6
1
1746-IB16
O:9
12
1746-OB16
O:9
12
1746-OB16
O:9
13
1746-OB16
I:6
1
1746-IB16
B3:50
2
00:30
I:6
1
1746-IB16
I:4
16
1746-IB32
O:9
15
1746-OB16
O:9
14
1746-OB16
I:6
1
1746-IB16
I:5
22
1746-IB32
B3:54
4
I:5
18
1746-IB32
T4:0
DN
B3:54
1
B3:53
3
I:5
22
1746-IB32

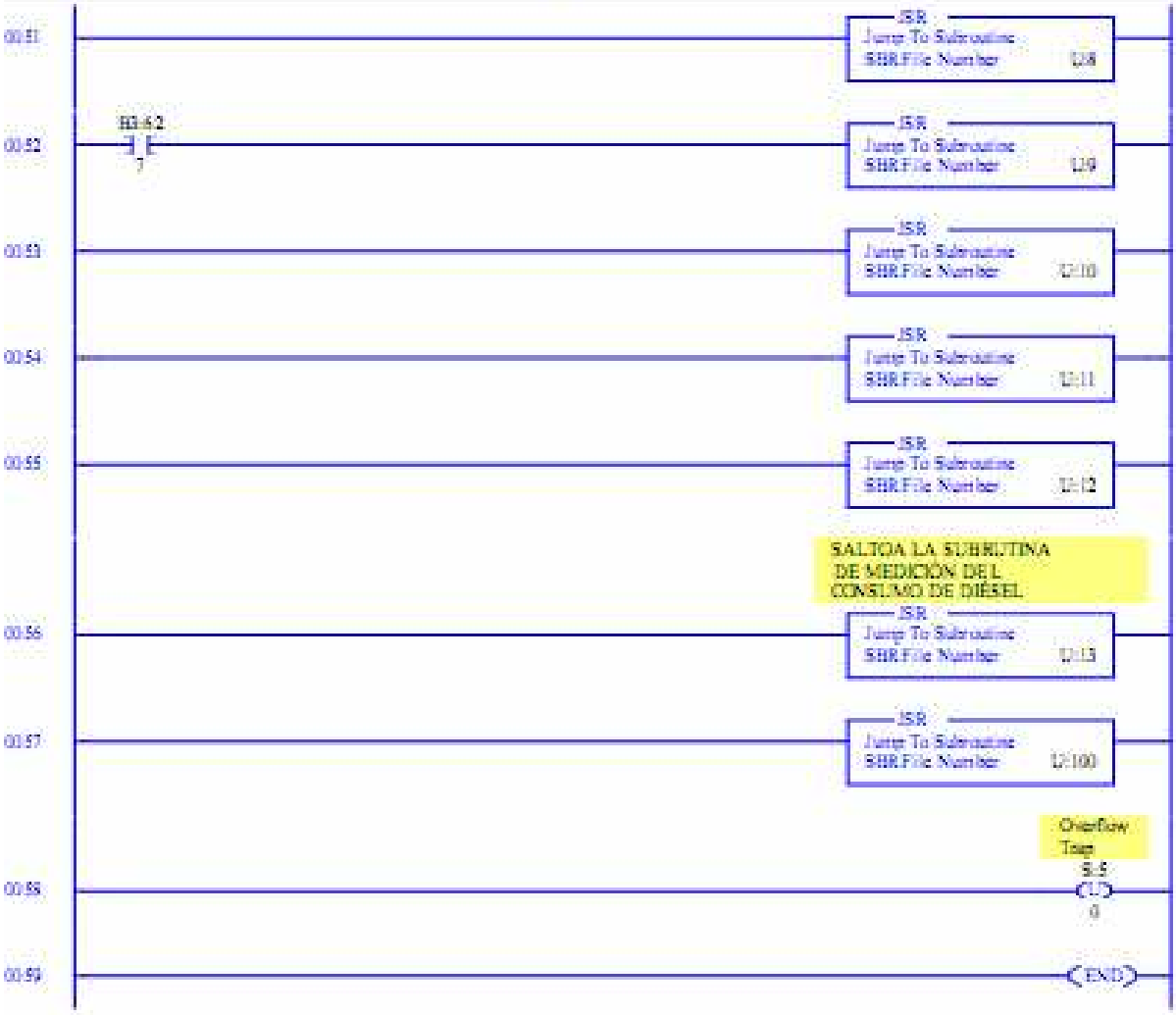

0031
1
1746-IB16
17
1746-IB32
19
1746-IB32
I:6
1
1746-IB16
B3:53
0
I:5
22
1746-IB32
I:6
1
1746-IB16
I:5
22
1746-IB32
B3:54
0
I:5
22
1746-IB32
I:5
19
1746-IB32
B3:54
3
O:9
14
1746-OB16
O:9
15
1746-OB16
0032
I:6
1
1746-IB16
I:4
18
1746-IB32
O:10
3
1746-OB16
I:6
1
1746-IB16
I:5
22
1746-IB32
B3:54
4
I:5
21
1746-IB32
B3:54
0
I:6
1
1746-IB16
B3:53
1
I:5
22
1746-IB32
B3:53
3
0033
I:6
1
1746-IB16
I:4
19
1746-IB32
O:10
1
1746-OB16
I:6
1
1746-IB16
B3:53
2
T4:9
DN

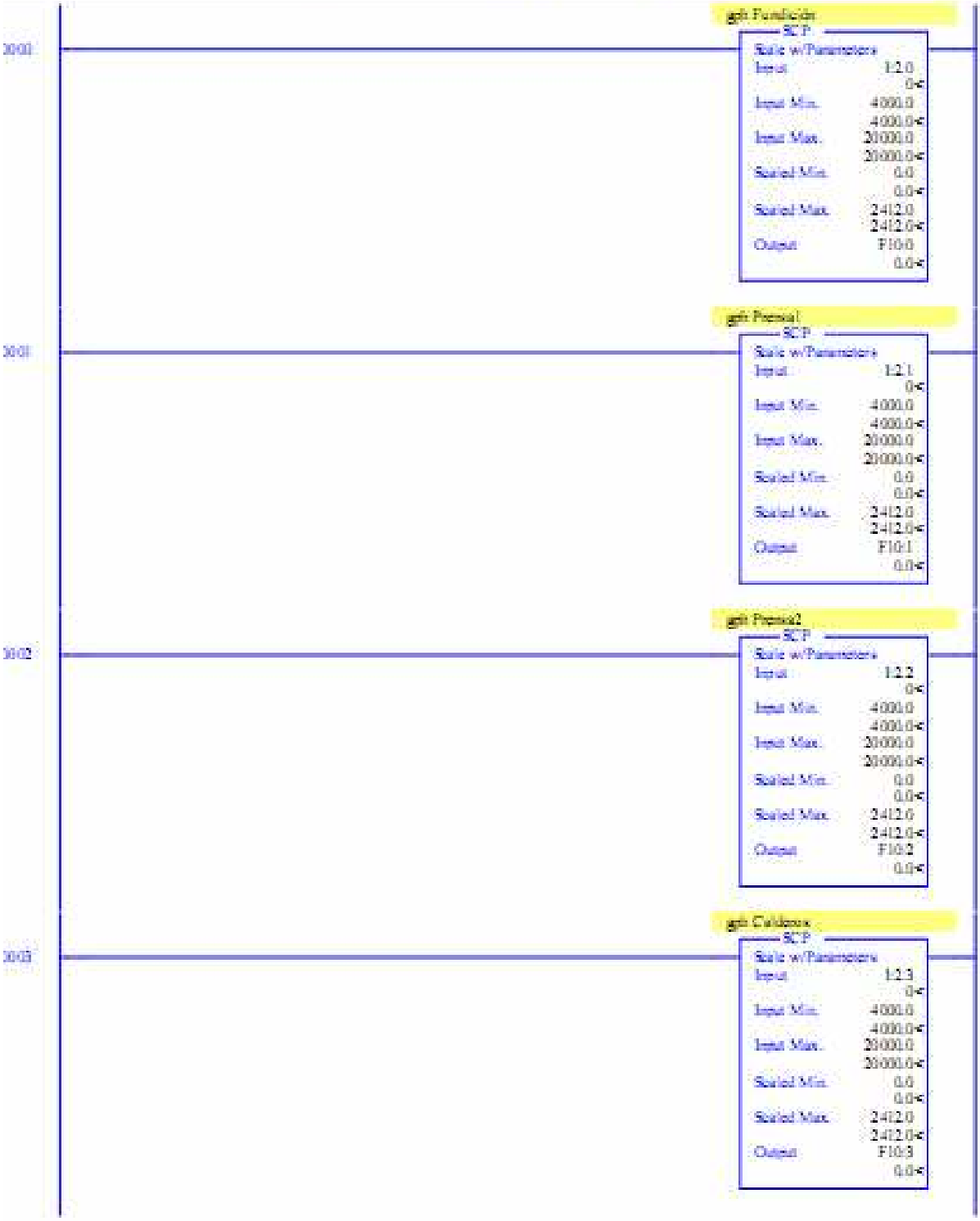
LAD 2 - *** Total Rungs in File = 80



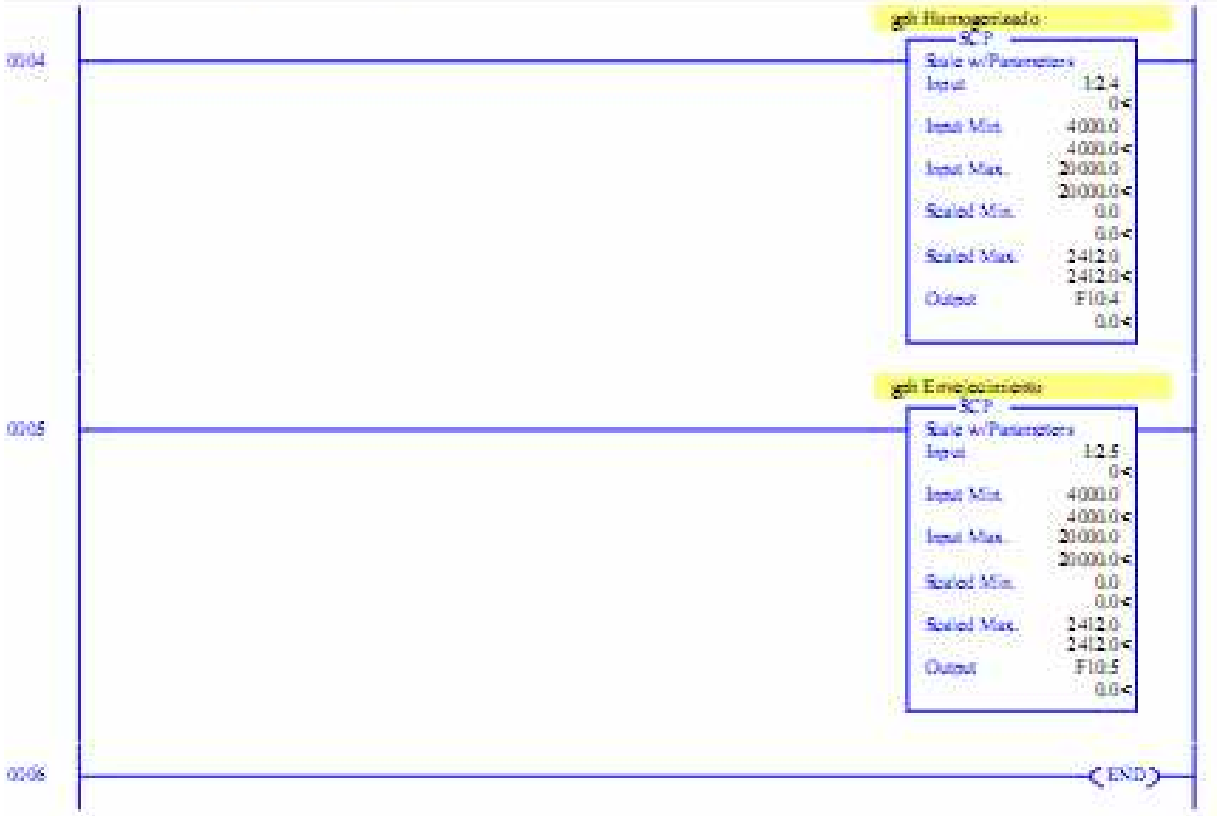

00:37
1:6
1
1746-IB16
1:4
22
1746-IB32
O:10
4
1746-OB16
B3:1
0
B3:51
1
1:5
24
1746-IB32
B3:51
2
00:38
1:6
1
1746-IB16
1:4
23
1746-IB32
GRT
Greater Than (A>B)
Source A F8:10
502.74 17<
Source B F8:6
260.0<
O:10
5
1746-OB16
B3:1
0
B3:51
5
1:5
25
1746-IB32
00:39
1:6
1
1746-IB16
1:4
26
1746-IB32
1:5
14
1746-IB32
O:10
6
1746-OB16
B3:1
0
B3:50
7
B31:6
2
00:40
O:10
8
1746-OB16
1:5
28
1746-IB32
TON
Timer On Delay
Timer T4:8
Time Base 0.01
Preset 400<
Accum 0<
EN
DN
00:41
1:6
1
1746-IB16
1:4
27
1746-IB32
1:5
14
1746-IB32
O:10
7
1746-OB16
B3:1
0
B3:50
7
B31:6
3
00:42
1:6
10
1746-IB16
O:8
6
1746-OB16
B3:0
4
B3:0
4


00:43
B60:11
0
B3:51
0
O:9
9
1746-OB16
I:6
10
1746-IB16
B3:54
4
B3:53
0
O:10
13
1746-OB16
B3:51
1
B3:51
2
O:10
14
1746-OB16
B51:0
0
O:10
12
1746-OB16
00:44
B60:11
0
O:9
9
1746-OB16
I:6
10
1746-IB16
O:10
12
1746-OB16
O:10
13
1746-OB16
B3:53
0
B51:0
1
00:45
O:10
9
1746-OB16
I:5
29
1746-IB32
TON
Timer On Delay
Timer T4:7
Time Base 0.01
Preset 4000<
Accum 0<
EN
DN
00:46
I:4
0
1746-IB32
I:4
1
1746-IB32
I:4
7
1746-IB32
B60:11
0
00:47
JSR
Jump To Subroutine
SBRFile Number 123
00:48
JSR
Jump To Subroutine
SBRFile Number 124
00:49
JSR
Jump To Subroutine
SBRFile Number 126
00:50
JSR
Jump To Subroutine
SBRFile Number 127


00:51
JSR
Jump To Subroutine
SBR File Number U:8
00:52
H3:6.2
7
JSR
Jump To Subroutine
SBR File Number U:9
00:53
JSR
Jump To Subroutine
SBR File Number U:10
00:54
JSR
Jump To Subroutine
SBR File Number U:11
00:55
JSR
Jump To Subroutine
SBR File Number U:12
SALTOA LA SUBRUTINA
DE MEDICIÓN DE L
CONSUMO DE DIÉSEL
00:56
JSR
Jump To Subroutine
SBR File Number U:13
00:57
JSR
Jump To Subroutine
SBR File Number U:100
Overflow
Trap
S:5
00:58
U
0
00:59
END


gph Fundición
SCP
Scale w/Parameters
Input 1:2.0
0<
Input Min. 4000.0
4000.0<
Input Max. 20000.0
20000.0<
Scaled Min. 0.0
0.0<
Scaled Max. 2412.0
2412.0<
Output F10:0
0.0<
gph Prensa1
SCP
Scale w/Parameters
Input 1:2.1
0<
Input Min. 4000.0
4000.0<
Input Max. 20000.0
20000.0<
Scaled Min. 0.0
0.0<
Scaled Max. 2412.0
2412.0<
Output F10:1
0.0<
gph Prensa2
SCP
Scale w/Parameters
Input 1:2.2
0<
Input Min. 4000.0
4000.0<
Input Max. 20000.0
20000.0<
Scaled Min. 0.0
0.0<
Scaled Max. 2412.0
2412.0<
Output F10:2
0.0<
gph Calderos
SCP
Scale w/Parameters
Input 1:2.3
0<
Input Min. 4000.0
4000.0<
Input Max. 20000.0
20000.0<
Scaled Min. 0.0
0.0<
Scaled Max. 2412.0
2412.0<
Output F10:3
0.0<

LAD 13 - DIESEL - Consumo de Diesel --- Total Runga in File = 7



ANEXO G

LISTADO DE PROGRAMA EN VISUAL BASIC FOR APPLICATION

```
Dim frecuencia(5) As Tag
Dim avgcurrent(5) As Tag
Dim avglnvoltage(5) As Tag
Dim avgllvoltage(5) As Tag
Dim trealpower(5) As Tag
Dim treactivepower(5) As Tag
Dim tapparentpower(5) As Tag
Dim truepf(5) As Tag
Dim thdv(5) As Tag
Dim thdi(5) As Tag
Dim kwh(5) As Tag
Dim diesel(7) As Tag
Dim nombre(7) As String
Dim proceso As Tag
Dim finicio As Tag
Dim ffinal As Tag
Dim fecha As Tag
Dim vln As Tag
Dim vll As Tag
Dim cte As Tag
Dim pact As Tag
Dim prea As Tag
Dim papa As Tag
Dim fpt As Tag
Dim thd_v As Tag
Dim thd_i As Tag
Dim celec As Tag
Dim cdies As Tag
'Dim minuto As Tag
Dim minuto As Integer
Dim a As Object
Dim b As String
Dim alarma As String
Dim fecha1 As Date
Dim fechap As Tag
Dim ini As Tag


Public Sub Reporte()
gt = Date
nombre(1) = "Prensa 1"
nombre(2) = "Prensa 2"
nombre(3) = "Anodizado"
nombre(4) = "Pintura"
nombre(5) = "Fundición"
```

```
nombre(6) = "Homogenizado"
nombre(7) = "Envejecimiento"

'Set minuto = gTagDb.gettag("minuto")

Set frecuencia(1) = gTagDb.gettag("acuf1")
Set avglnvoltage(1) = gTagDb.gettag("acuvln1")
Set avgllvoltage(1) = gTagDb.gettag("acuvll1")
Set avgcurrent(1) = gTagDb.gettag("acuc1")
Set trealpower(1) = gTagDb.gettag("acup1")
Set tapparentpower(1) = gTagDb.gettag("acupa1")
Set treactivepower(1) = gTagDb.gettag("acupr1")
Set truepf(1) = gTagDb.gettag("acufp1")
Set thdv(1) = gTagDb.gettag("acuthdv1")
Set thdi(1) = gTagDb.gettag("acuthdi1")
Set kwh(1) = gTagDb.gettag("Prensa1\acuce1")
Set diesel(1) = gTagDb.gettag("Prensa1\acucd1")

Set frecuencia(2) = gTagDb.gettag("acuf2")
Set avglnvoltage(2) = gTagDb.gettag("acuvln2")
Set avgllvoltage(2) = gTagDb.gettag("acuvll2")
Set avgcurrent(2) = gTagDb.gettag("acuc2")
Set trealpower(2) = gTagDb.gettag("acup2")
Set tapparentpower(2) = gTagDb.gettag("acupa2")
Set treactivepower(2) = gTagDb.gettag("acupr2")
Set truepf(2) = gTagDb.gettag("acufp2")
Set thdv(2) = gTagDb.gettag("acuthdv2")
Set thdi(2) = gTagDb.gettag("acuthdi2")
Set kwh(2) = gTagDb.gettag("Prensa2\acuce2")
Set diesel(2) = gTagDb.gettag("Prensa2\acucd2")

Set frecuencia(3) = gTagDb.gettag("acuf3")
Set avglnvoltage(3) = gTagDb.gettag("acuvln3")
Set avgllvoltage(3) = gTagDb.gettag("acuvll3")
Set avgcurrent(3) = gTagDb.gettag("acuc3")
Set trealpower(3) = gTagDb.gettag("acup3")
Set tapparentpower(3) = gTagDb.gettag("acupa3")
Set treactivepower(3) = gTagDb.gettag("acupr3")
Set truepf(3) = gTagDb.gettag("acufp3")
Set thdv(3) = gTagDb.gettag("acuthdv3")
Set thdi(3) = gTagDb.gettag("acuthdi3")
Set kwh(3) = gTagDb.gettag("Anodizado\acuce3")
Set diesel(3) = gTagDb.gettag("Anodizado\acucd3")

Set frecuencia(4) = gTagDb.gettag("acuf4")
```

```
Set avglnvoltage(4) = gTagDb.gettag("acuvln4")
Set avgllvoltage(4) = gTagDb.gettag("acuvll4")
Set avgcurrent(4) = gTagDb.gettag("acuc4")
Set trealpower(4) = gTagDb.gettag("acup4")
Set tapparentpower(4) = gTagDb.gettag("acupa4")
Set treactivepower(4) = gTagDb.gettag("acupr4")
Set truepf(4) = gTagDb.gettag("acufp4")
Set thdv(4) = gTagDb.gettag("acuthdv4")
Set thdi(4) = gTagDb.gettag("acuthdi4")
Set kwh(4) = gTagDb.gettag("Pintura\acuce4")

Set frecuencia(5) = gTagDb.gettag("acuf5")
Set avglnvoltage(5) = gTagDb.gettag("acuvln5")
Set avgllvoltage(5) = gTagDb.gettag("acuvll5")
Set avgcurrent(5) = gTagDb.gettag("acuc5")
Set trealpower(5) = gTagDb.gettag("acup5")
Set tapparentpower(5) = gTagDb.gettag("acupa5")
Set treactivepower(5) = gTagDb.gettag("acupr5")
Set truepf(5) = gTagDb.gettag("acufp5")
Set thdv(5) = gTagDb.gettag("acuthdv5")
Set thdi(5) = gTagDb.gettag("acuthdi5")
Set kwh(5) = gTagDb.gettag("Fundicion\acuce5")
Set diesel(5) = gTagDb.gettag("Fundicion\acucd5")

Set diesel(6) = gTagDb.gettag("Homogenizado\acucd6")

Set diesel(7) = gTagDb.gettag("Envejecimiento\acucd7")

If minuto = 1 Or minuto = 0 Then
   minuto = 2
End If

For i = 1 To 7
Open "C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\TXT\" & nombre(i) & "_" &
Format$(Date - 1, "dd-mm-yyyy") & ".txt" For Append As #1
If i > 5 Then
'   Print #1, "Frecuencia "
   Print #1, "Voltaje_LN "
   Print #1, "Voltaje_LL "
   Print #1, "Corriente "
   Print #1, "Potenicia "
   Print #1, "Potencia_Aparente "
   Print #1, "Potencia_Reactiva "
   Print #1, "Factor_de_Potencia "
   Print #1, "THD_V "
```

```
    Print #1, "THD_I "
    Print #1, "Consumo_Eléctrico "
    GoTo uno
End If
'Print #1, "Frecuencia " + CStr(frecuencia(i)/120)
'If (minuto <= 1) Then minuto = 2`
'
minuto = (frecuencia(1) / 60)

Print #1, "Voltaje_LN " + CStr(avglnvoltage(i) / (minuto))
Print #1, "Voltaje_LL " + CStr(avgllvoltage(i) / (minuto))
Print #1, "Corriente " + CStr(avgcurrent(i) / (minuto))
Print #1, "Potenicia " + CStr(trealpower(i) / (minuto))
Print #1, "Potencia_Aparente " + CStr(tapparentpower(i) / (minuto))
Print #1, "Potencia_Reactiva " + CStr(treactivepower(i) / (minuto))
Print #1, "Factor_de_Potencia " + CStr(truepf(i) / (minuto))
Print #1, "THD_V " + CStr(thdv(i) / (minuto))
Print #1, "THD_I " + CStr(thdi(i) / (minuto))
Print #1, "Consumo_Eléctrico " + CStr(kwh(i))
uno:
If i = 4 Then
    Print #1, "Consumo_Diesel "
    GoTo dos
End If
Print #1, "Consumo_Diesel " + CStr(diesel(i))
dos:
Close
Next i


End Sub

Sub Excel(proceso As String)

Set ffinal = gTagDb.gettag("fechafin")
Set finicio = gTagDb.gettag("fecha")
Set vln = gTagDb.gettag("voln")
Set vll = gTagDb.gettag("voll")
Set cte = gTagDb.gettag("corrien")
Set pact = gTagDb.gettag("pactiv")
Set prea = gTagDb.gettag("preactiv")
Set papa = gTagDb.gettag("paparent")
Set fpt = gTagDb.gettag("fp")
Set thd_v = gTagDb.gettag("thdv")
Set thd_i = gTagDb.gettag("thdi")
```

```
Set celec = gTagDb.gettag("cele")
Set cdies = gTagDb.gettag("cdie")



If CDate(finicio) >= Date Then
   fdfd = MsgBox("Reporte existente hasta " & Date - 1, vbExclamation, "Error")
   GoTo salto1
ElseIf CDate(ffinal) >= Date Then
   fdfd = MsgBox("Reporte existente hasta " & Date - 1, vbExclamation, "Error")
   GoTo salto1
End If



If finicio > ffinal Then
   fdfd = MsgBox("Fecha inicial no puede ser mayor que la fecha final ", vbExclamation,
"Error")

ElseIf vln = 0 And vll = 0 And cte = 0 And pact = 0 And prea = 0 And papa = 0 And fpt = 0
And thd_v = 0 And thd_i = 0 And celec = 0 And cdies = 0 Then
   s = MsgBox("Selecione un parámetro", vbExclamation, "Error")

Else

   b = "C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\NO ABRIR\Reporte.xls"
   Set a = CreateObject("Excel.Application")
   a.Visible = True
   a.Workbooks.Open (b)

   a.ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=False, Contents:=False, Scenarios:=False
   a.Worksheets("Inicio").cells(18, 6).value = finicio
   a.Worksheets("Inicio").cells(18, 8).value = ffinal
   a.Worksheets("Inicio").cells(12, 7).value = proceso
   a.Worksheets("Inicio").cells(4, 1).value = vln
   a.Worksheets("Inicio").cells(5, 1).value = vll
   a.Worksheets("Inicio").cells(6, 1).value = cte
   a.Worksheets("Inicio").cells(7, 1).value = pact
   a.Worksheets("Inicio").cells(8, 1).value = papa
   a.Worksheets("Inicio").cells(9, 1).value = prea
   a.Worksheets("Inicio").cells(10, 1).value = fpt
   a.Worksheets("Inicio").cells(11, 1).value = thd_v
   a.Worksheets("Inicio").cells(12, 1).value = thd_i
   a.Worksheets("Inicio").cells(13, 1).value = celec
```

```
    a.Worksheets("Inicio").cells(14, 1).value = cdies

    a.Run ("pegar")

End If
salto1:
End Sub

Sub Reporte_Alarma()

Set finicio = gTagDb.gettag("fecha")
fecha1 = CDate(finicio)
If fecha1 > Date Then
    s = MsgBox("La fecha no puede ser mayor que la actual", vbExclamation, "Error")
    fecha1 = Date
Else
    b = "C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\scada diesel y
eléctrico\ALMLOG\"
    Set a = CreateObject("Excel.Application")
    On Error GoTo e:
    alarma = b & Format$(fecha1, "yyyymmdd") & "AL.dbf"
    a.Workbooks.Open (alarma)
    a.Visible = True
    a.Columns("A:Q").EntireColumn.Autofit
End If
GoTo fin
e:
    s = MsgBox("Archivo no exixtente: " + alarma, vbExclamation, "Error")
fin:
End Sub


Sub inicio()



Dim numero(5) As String
Dim k As Integer
Dim fnum As Integer



Set ini = gTagDb.gettag("inicio")

    Set kwh(1) = gTagDb.gettag("Prensa1\acuce1")
```

```
    Set kwh(2) = gTagDb.gettag("Prensa2\acuce2")
    Set kwh(3) = gTagDb.gettag("Anodizado\acuce3")
    Set kwh(4) = gTagDb.gettag("Pintura\acuce4")
    Set kwh(5) = gTagDb.gettag("Fundicion\acuce5")

inic:

If ini = 1 Then
    Close #1
    Kill ("C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\NO ABRIR\electrico.txt")
    Open "C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\NO ABRIR\electrico.txt" For
Append As #1
    For i = 0 To 5
        If i = 0 Then
            Print #1, Date
        Else
            Print #1, CStr(kwh(i))
        End If
    Next
    Close #1

Else


    fnum = FreeFile
    Open "C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\NO ABRIR\electrico.txt" For
Input As fnum
    Do While Not EOF(fnum)
        Line Input #fnum, numero(k)
        k = k + 1
    Loop
    Close #fnum
    ini = 1
    If CDate(numero(0)) = Date Then
        For i = 1 To 5
            kwh(i) = CInt(numero(i))
        Next
    Else
        GoTo inic
    End If
End If

'sfsf = MsgBox(kwh(1) + kwh(2) + kwh(3) + kwh(4) + kwh(5))
```

```
End Sub


Sub inicio1()



Dim numero(7) As String
Dim k As Integer
Dim fnum As Integer



Set ini = gTagDb.gettag("inicio1")

    Set diesel(1) = gTagDb.gettag("Prensa1\acucd1")
    Set diesel(2) = gTagDb.gettag("Prensa2\acucd2")
    Set diesel(3) = gTagDb.gettag("Anodizado\acucd3")
    Set diesel(5) = gTagDb.gettag("Fundicion\acucd5")
    Set diesel(6) = gTagDb.gettag("Homogenizado\acucd6")
    Set diesel(7) = gTagDb.gettag("Envejecimiento\acucd7")


inic1:
If ini = 1 Then
    Close #1
    Kill ("C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\NO ABRIR\diesel.txt")
    Open "C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\NO ABRIR\diesel.txt" For
Append As #1
    For i = 0 To 7
        If i = 4 Then i = 5
        If i = 0 Then
            Print #1, Date
        Else
            Print #1, CStr(diesel(i))
        End If
    Next
    Close #1

Else


    fnum = FreeFile
   Open "C:\SCADA CONSUMO DIESEL Y ELÉCTRICO\NO ABRIR\diesel.txt" For Input
As fnum
```

```
    Do While Not EOF(fnum)
        Line Input #fnum, numero(k)
        k = k + 1
    Loop
    Close #fnum
    ini = 1
    If CDate(numero(0)) = Date Then
        For i = 1 To 6
            If i >= 4 Then
                diesel(i + 1) = CInt(numero(i))
            Else
                diesel(i) = CInt(numero(i))
            End If
        Next
    Else
        GoTo inic1
    End If
End If
End Sub
```

Latacunga, Septiembre del 2008

ELABORADO POR:

Byron Paúl Corrales Bastidas

Andrés Sebastián León Caicedo

APROBADO POR:

Ing. Armando Álvarez
COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO POR:

Dr. Eduardo Vásquez
SECRETARIO ACADÉMICO