

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado para la obtención del título en Ingeniería Electrónica de Automatización y Control titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO CON INTERNET PARA UNA CENTRAL DE MEDIDA DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS”** fue desarrollado en su totalidad por los señores **LENIN ALEJANDRO HERRERA NARANJO** y **MARCELO PAUL SALGUERO SANDOVAL**.

Atentamente,

Ing. Rodolfo Gordillo
DIRECTOR

Ing. Paúl Ayala
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarnos cada día de salud y alegría, y a nuestros padres y hermanos por ser el pilar fundamental de nuestras vidas y estar siempre presentes en todos los momentos.

A los Ing. Luis Urbina y Eduardo Urbina gerentes de Servicios Eléctricos Industriales SEIUS S.A quienes hicieron posible el desarrollo de este proyecto, y a los trabajadores quienes colaboraron incondicionalmente para sacar adelante el mismo.

Al director y codirector de tesis quienes apoyaron y fueron respaldo constante para el desarrollo del mismo.

A todos nuestros buenos amigos, y todas las personas que no han sido nombradas y que forman parte importante de nuestras vidas. Gracias por el apoyo constante.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a las personas más importantes de nuestras vidas, nuestros padres en agradecimiento a su esfuerzo, cariño y sacrificio, de quienes nos llevamos el mejor ejemplo de esfuerzo y superación. A nuestros hermanos por su solidaridad y apoyo en todos los buenos y malos momentos.

PRÓLOGO

Actualmente las industrias tratan de mejorar la calidad de su energía para una reducción de costos en sus planillas, para lo cual utilizan sistemas de monitoreo analógicos que permiten leer ciertos parámetros de las redes eléctricas que no son los más adecuados para hacer un análisis profundo del sistema eléctrico.

De este modo, el presente proyecto ofrece una solución general a partir de un sistema de monitoreo de variables eléctricas a ser implementado con una gran cantidad de variables a ser monitoreadas y que han sido tomadas en cuenta en un sistema de monitoreo con la ventaja de tener una visualización remota de los inconvenientes de las redes eléctricas.

El sistema de monitoreo automático propuesto tiene como alcance la implementación de un prototipo electrónico para automatizar el proceso de monitoreo de las redes eléctricas.

Ofrece una solución operativa y funcional ante el sistema análogo de lectura de variables eléctricas. Como características el sistema permitirá la auditoría permanente como un medio para lograr la aclaración de cualquier evento que ocurriera en el monitoreo de las variables eléctricas. El diseño responde ampliamente a las necesidades de control de parámetros eléctricos dándole mayor confiabilidad al sistema haciéndolo más robusto, permitiendo un margen de error mínimo, para poder monitorear los eventos no afortunados en la red eléctrica a analizar.

Así, se pudo realizar un sistema de monitoreo fiable, altamente flexible, con capacidad de expansión, bajo el cumplimiento de normas técnicas, constituido de dispositivos que ofrecen un gran desempeño, alto rendimiento y larga vida útil. La implementación del sistema requiere de un costo de inversión mínimo comparado con los gastos correspondientes al consumo de energía eléctrica mal utilizado.

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 IMPORTANCIA	1
1.2 LINEAMIENTOS BÁSICOS DEL PROYECTO.....	3
1.2.1 Automatizar el informe mensual de energías.....	4
1.2.2 Imputación del consumo real.....	5
1.3 ASPECTOS GENERALES.....	6
1.4 COSTOS.....	6
1.4.1 Costos de distribución de potencia.....	6
1.4.2 Costes energéticos	6
1.4.3 Costes de corte de suministro	7
1.5 CALIDAD ENERGIA ELECTRICA.....	8
1.5.1 Disturbios en el Sistema	8
1.5.2 Disturbios por Sobretensiones Transitorias.....	9
1.6 GESTION DE LA ENERGIA ELECTRICA.....	10
1.6.1 La gestión de la energía eléctrica	11
1.6.2 Los costes de la energía eléctrica	12
1.6.3 El análisis y el control de la energía reducen los costes globales:	13
1.6.4 Instalar las herramientas correctas.....	15
1.6.5 Riesgos asociados a los diferentes segmentos del mercado	20
1.6.6 Continuidad de suministro.....	22
CAPÍTULO 2	23
2.1 Introducción.....	23
2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	23
2.3 Lineamientos Generales	25
2.3.1 Sistemas de monitoreo utilizados en el mercado.....	25
2.3.2 Sistemas basados en MODBUS	26
2.3.3 Sistemas basados en GSM/GPRS.....	27
2.4 Características.....	28
2.4.1 Características del sistema de monitoreo realizado.....	28
2.4.2 Central de Medida PM 500.....	28
2.4.3 Comunicación MODBUS.....	34
2.4.4 Programación desde el PM500.....	34
2.4.5 Protocolo MODBUS RTU	35
2.4.6 Acceso a los registros del PM500	36
2.4.7 Acceso a los registros de parámetros de programación mediante software	37
2.4.8 Características eléctricas PM500.....	39
2.4.9 Valores THD	39
2.4.10 Características mecánicas.....	40
2.4.11 Rangos de medidas	40
2.5 CONVERSIÓN PARA COMUNICACIÓN CON LA PC	41
2.6 SOFTWARE INTOUCH.....	42
2.6.1 Convertidor RS485/ RS232.....	44
2.6.1.1 COMUNICACIÓN CON LA PC.....	44
2.6.2 Ethernet Gridconnect conversor 485/Ethernet	47

2.6.2.1 Características.....	48
2.6.2.2 Aplicaciones	48
2.6.2.3 Especificaciones generales	49
2.6.2.4 Protocolos que soporta el módulo	50
CAPÍTULO 3	51
ANÁLISIS Y DISEÑO	51
3.1 General	51
3.2 Específicos.....	51
3.3 Diagrama de Bloques	53
3.3.1 General del sistema.....	53
3.4 Diseño de hardware del sistema	53
3.5 Conexión de la central de medida PM500.....	54
Topología utilizada para el sistema del HMI	54
3.6 Diseño del Software del Sistema.....	54
3.6.2 Pantallas de Visualización.....	56
3.6.2.1 Pantalla de Inicio	56
3.6.2.2 Pantalla del Menú del HMI	57
3.6.2.3 Pantalla de la Tensión.....	58
3.6.2.4 THD (tasa de distorsión armónica).....	58
3.6.2.5 THD V (tasa de distorsión armónica significado)	58
3.6.2.6 Instantánea U12	59
3.6.2.7 Frecuencia.....	59
3.6.2.8 Pantalla de la Intensidad.....	59
3.6.2.9 Instantánea.....	59
3.6.2.10 THD I (tasa de distorsión armónica)	60
3.6.2.11 Factor de Potencia	60
3.6.2.12 Potencia activa.....	60
3.6.2.13 Potencia reactiva.....	61
3.6.2.14 Pantalla de Potencias	62
3.6.2.15 Potencia Instantánea	62
3.6.2.16 Potencia Media	62
3.6.2.17 Pantalla del detalle de todas las Medidas	63
3.6.2.18 Pantalla de informes y gráficos	63
3.6.2.19 Pantalla de gráficos e históricos	64
3.6.2.19.1 Procedimiento:.....	64
3.6.2.19.2 Históricos.....	64
3.6.2.20 Pantalla de configuración de comunicaciones.....	65
3.6.20.1 Software de Monitoreo Remoto a través de Internet.....	66
3.7.1 Justificación del uso de LogMeIn.....	67
3.8 Sistema de Comunicación	67
CAPÍTULO 4	69
Pruebas de Comunicación	69
PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	69
4.1 Telnet.....	69
4.2 Direccionamiento IP.....	70
4.3 Pruebas con el Software y el dispositivo del Conversor Ethernet.....	70
4.4 Prueba para el Acceso Remoto a través del Internet	71

4.5 Prueba de continuidad mediante el uso del multímetro.....	73
4.6 Pruebas de continuidad y aislamiento	73
4.7 Pruebas de Funcionamiento de la Central de medida.....	73
4.8 Pruebas de los Módulo de Protección	73
4.9 Pruebas de aislamiento eléctrico en conductores	74
CAPÍTULO 5	77
Costos, Alcances y Limitaciones.....	77
5.1 Costo del Sistema Implementado.	77
5.2 Alcances	78
5.3 Limitaciones	79
5.4 Verificación de las Comunicaciones con el PC.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
ANEXOS.....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1. 1. Figura de Sobretensión en una señal alterna,	16
Figura. 2. 1. Funcionamiento básico de un sistema de monitoreo remoto.....	32
Figura. 2. 2. Esquema de red típico en una planta al utilizar.....	33
Figura. 2. 3. Esquema de red típico al utilizar la red GSM/GPRS,.....	34
Figura. 2. 4. PM500 unidad central de medida.....	36
Figura. 2. 5. Visualización de la pantalla principal del PM500,	39
Figura. 2. 7. Conexión con salida RS-232,	48
Figura. 2.8. Tarjeta con salida RJ45,	49
Figura. 2. 9. Convertidor 485/232,	51
Figura. 2. 10. Convertidor 485/232/Ethernet.....	54
Figura. 2. 11. Características físicas del conversor 485/ethernet.....	53
Figura. 3. 2. Diagrama del Sistema,	60
Figura. 3.1. Diagrama de Bloques del Sistema,	60
Figura. 3.18. Visualización de la Pantalla Principal del Software del Sistema.,	63
Figura. 3.19. Visualización de la Pantalla del Menú del HMI,	64
Figura. 3.20. Visualización de la Pantalla animado del Menú del HMI,	65
Figura. 3.21. Visualización de la Pantalla de tensiones,	66
Figura. 3.22. Triangulo de Potencias,	67
Figura. 3.23. Visualización de la Pantalla de intensidades,	68
Figura. 3.24. Visualización de la Pantalla de potencias,	69
Figura. 3.25. Visualización de la Pantalla del detalle total de medidas,	70
Figura. 3.27. Visualización de la Pantalla de gráficos e históricos,	72
Figura. 3.28. Visualización de la Pantalla de configuraciones de comunicación,	73
Figura. 3.54. Diagrama de conexión de la RED,	75
Figura. 3.7. Topología del HMI.,	63
Figura. 4.1. Dispositivo Ethernet Encontrado,	78
Figura. 4.19. Pagina de configuración de pines,	79
Figura. 4.2. Pagina abierta un navegador externo,	79

INDICE DE TABLAS

Tabla. 1. 1. Características de Perturbación,	28
Tabla. 1. 2. Edificios terciario e Industrial,	28
Tabla. 1. 3. Energía e Infraestructura,	29
Tabla. 1. 4. Industria,	30
Tabla. 2. 1. Direcciones de los registros de acceso a valores de THD,	47
Tabla. 2. 1. Direcciones de los registros de acceso al PM500,	44
Tabla. 2. 2. Características Eléctricas del PM500,	48
Tabla. 2. 2. Direcciones de los registros de acceso a variables del PM500,	47
Tabla. 2. 3. Características Mecánicas del PM500,	8
Tabla. 2. 4. Rango de Medidas PM500 Valores Instantáneos,	48
Tabla. 2. 5. Rango de Medidas PM500 Valores de Demanda,.....	49
Tabla. 2.6. Especificaciones básicas del módulo NET485,	57
Tabla. 3.1. Cuadro de fórmulas de potencias,	69
Tabla. 5.1. Presupuesto, 8.....	5
Tabla.2.7. Distribución de pines,.....	57

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 IMPORTANCIA

El fuerte aumento de los precios de la energía eléctrica durante el último tiempo, ha obligado a las empresas a tomar medidas para realizar un eficiente uso de la energía dentro de sus plantas. Una de estas medidas es monitorear los índices eléctricos dentro de sus instalaciones, ya que permiten obtener información importante para una eficiente toma de decisiones, generando ahorros a largo plazo. En este trabajo se utilizó una búsqueda sistemática de soluciones para resolver el problema.

En la situación económica mundial actual, la reducción de los costes de producción resulta indispensable para mantener e incrementar las cuotas de mercado. Por esta razón es importante analizar todos aquellos factores del ciclo productivo que son susceptibles de conducir a este objetivo. La empresa SEIUS detectó la necesidad, por parte del departamento de ingeniería, de monitorear de forma automática los consumos de energía eléctrica. De esta forma se puso en marcha el Proyecto “Implementación de un sistema de monitoreo con Internet para una central de medida de parámetros eléctricos”, con el objetivo de realizar un análisis más detallado de las necesidades y de las posibles vías de solución.

La problemática de la mayoría de las empresas en cuanto a sus instalaciones industriales es que no se posee un adecuado control de las mismas, para poder detectar si existe un correcto funcionamiento de las instalaciones sin un gasto innecesario de funcionamiento.

Con la implementación de este sistema se solucionara el problema de ahorro y verificación de las instalaciones industriales de las diferentes empresas a nivel nacional obteniendo así un campo de investigación muy extenso, ya que este tipo de investigación no se ha realizado. Hasta el momento, recoger esta información era un trabajo manual, poco preciso y que suponía un coste significativo en efectivos y tiempo (se tomaban más de 200 lecturas al mes). El responsable del control de consumos del área de ingeniería, mediante la recogida de estos datos, pretende controlar e incentivar a los diferentes departamentos y procesos de producción.

Todos los procesos de producción en plantas industriales requieren un alto consumo energético, sin embargo, en la actualidad ninguna empresa ha encontrado un sistema de control eficiente que permitiese conocer con certeza los niveles energéticos que se están utilizando. Por tal motivo, surgió la inquietud de supervisar subestaciones de energía eléctrica en plantas industriales para poder saber los datos de costes energéticos, y así poder realizar un sistema de monitoreo que supervise los costes eléctricos. Con la implementación de esta solución, la compañía ha sido capaz de regular el gasto energético, supervisar en línea las barras de alimentación y evitar el sobre consumo y las penalidades, es decir, realizar la gestión energética completa de una planta industrial.

La aplicación ha permitido a SEUIS organizar y controlar el gasto energético, pero además ofrece la alternativa de lograr mayor claridad respecto al consumo de una planta industrial. Se conoce cuánto se está consumiendo, qué línea de producción está sobrecargada y cual no y en cuál hay distorsión. Es como una especie de gran termómetro que nos permite regular el consumo eléctrico. Tenemos la información y las herramientas necesarias para verificar el consumo eléctrico en línea que realiza una planta.

La realización de este proyecto tiene como finalidad proporcionar las medidas necesarias para el control de las instalaciones industriales con la implementación de

hardware y software, con la facilidad de supervisar, de forma sencilla y a distancia, los consumos energéticos de cada uno de los procesos que posea cualquier empresa en el país; con el fin de optimizar costes. Las necesidades estaban claras: supervisar, de forma sencilla y a distancia, los consumos energéticos de cada uno de los procesos, en las plantas industriales de producción y de procesos; con el fin de optimizar costes.

Una Central de medida permite obtener parámetros eléctricos de las líneas de producción en las fábricas, además es la encargada de recoger las señales en las diferentes líneas de producción de una planta, tales como intensidades, tensiones, frecuencias, factores de potencia etc. Estas señales son procedentes de interruptores de potencia, diferenciales, analizadores de redes, plc's, con la finalidad de controlar los consumos de energía eléctrica.

La central de medida PM500 proporciona las medidas necesarias para el control de las instalaciones eléctricas de baja tensión (monofásicas o trifásicas) para la supervisión eléctrica, mediante la sustitución indicadores analógicos.

Para la implementación del sistema se utilizará equipos de última tecnología que son aptos para trabajos en circuitos monofásicos, trifásicos, en este caso se utilizará la central de medida PM500, la cual se encarga de obtener los valores de las señales de corriente y voltaje de las diferentes líneas de producción.

1.2 LINEAMIENTOS BÁSICOS DEL PROYECTO

Las necesidades del cliente son: supervisar, de forma sencilla y a distancia, los consumos energéticos de cada uno de los procesos, en una fábrica con varias líneas de producción.

El principal objetivo de este trabajo es implementar un sistema de monitoreo remoto de energía eléctrica a través de Internet en una zona especificada.

Los objetivos son:

1.2.1 Automatizar el informe mensual de energías.

Con este proyecto se pretende automatizar el informe mensual del consumo de energía de las instalaciones eléctricas por líneas de producción existentes, que posea un empresa mediante el sistema de monitoreo de una central de medida, con la presentación real del consumo real de los distintos procesos en las respectivas empresas que requieran el sistema de monitoreo, para poder determinar los costes de energía que posee la empresa. La problemática de la mayoría de las empresas en cuanto a sus instalaciones industriales es que no se posee un adecuado control de las mismas, para poder detectar si existe un correcto funcionamiento de las instalaciones sin un gasto innecesario de funcionamiento. Hasta el momento, recoger esta información era un trabajo manual, poco preciso y que suponía un coste significativo en efectivos y tiempo (se tomaban más de 200 lecturas al mes). El responsable del control de consumos del área de ingeniería, mediante la recogida de estos datos, pretende controlar e incentivar a los diferentes departamentos y procesos de producción.

En el sistema de monitoreo se obtendrá los valores de consumo, por día, por hora. Para la empresa para la cual se desarrolla el sistema de monitoreo mediante la utilización del software diseñado, para la generación de informes de una manera detalla, fácil de ser revisada y comprendida. Lo que permitirá controlar fenómenos eléctricos como transitorios de voltaje y corriente, que pueden deteriorar las instalaciones y equipos eléctricos en una planta.

En un mercado específico, las variables de interés cambian dinámicamente. Si los actores que participan no se informan de los cambios oportunamente, las decisiones

que toman pueden traducirse en una asignación ineficiente de los recursos. A modo de ejemplo, la introducción de competencia en el sector eléctrico ha motivado el desarrollo de herramientas para supervisar el mercado, de manera de detectar conductas anticompetitivas. Asimismo, los agentes de un mercado hacen uso de distintas fuentes de información e indicadores que les permiten desarrollar sus estrategias de negocios. En este sentido, el presente trabajo propone un esquema general para elaborar un sistema de monitoreo de mercado, evaluando su desempeño en una aplicación realizada al sector eléctrico.

Los pasos esenciales para construir un sistema de monitoreo de mercado son: identificar los requerimientos del negocio, modelar los datos adecuadamente, diseñar una arquitectura para editar y mostrar los datos, implementar el sistema en un lenguaje de programación adecuado y distribuir la información a los actores. Para lograr informar oportunamente sobre la situación del mercado, los resultados calculados deben mostrarse en un ciclo de monitoreo de corta duración enfocado en los elementos de interés.

La eficiencia energética es un concepto que llegó a Ecuador hace algunos años y tomó mayor importancia en este último tiempo, por el fuerte aumento de los precios de la energía eléctrica. Este problema es tan grande que los proveedores de este tipo de servicios, tanto en Ecuador como el resto del mundo, han tenido que expandir sus áreas de negocio de manera de poder cumplir con la demanda actual de las empresas.

1.2.2 Imputación del consumo real

Por medio de la implementación de la unidad central de medida la toma de medidas, la verificación de los valores en las diferentes líneas de producción se obtendrán en tiempo real, obteniendo así los valores de una manera eficaz y eficiente de los valores de gasto eléctrico y así poder corregir si es que hay algún problema, un

sobre gasto en alguna línea de producción en la fábrica. La utilización en tiempo real nos es muy útil para tener un constante control de los valores de consumo energético de una fábrica.

1.3 ASPECTOS GENERALES

1.3.1 COSTOS

Los costes de potencia tienen tres componentes principales:

1.3.1.1 Costes energéticos

Son fáciles de identificar, están anotados en la factura eléctrica de la instalación. La gestión de la energía es la razón que prima para que las compañías instalen equipos de análisis y supervisión de potencia. Pero los ahorros en costes de energía son normalmente una pequeña parte de la oportunidad total de ahorro.

1.3.1.2 Costos de distribución de potencia

Estos costos son los que representan una inversión enorme para la empresa es decir se debería hacer la pregunta.

¿Cuánto dinero gasta una industria en mantenimiento del equipamiento eléctrico, relacionado con la calidad de energía?

Armónicos, caídas de tensión, desequilibrios, Sobrecarga de las fuentes de alimentación y un factor de potencia desfavorable, aceleran el deterioro y la pérdida de vida útil de los componentes de la instalación. La mayoría de los presupuestos de las plantas para recambios de los equipos, modernizaciones y modificaciones aumentan cada año. ¿Cuánto de este capital invertido puede ser evitado o pospuesto?

1.3.1.3 Costes de corte de suministro

La pérdida de producción o de productividad debida a fallos de suministro, equipamiento y cortes inexplicables puede significar un gran costo para la empresa. Por lo que se debe saber cuál es el verdadero coste de un corte de suministro en su instalación.

Para la visualización de los valores y cambios en el sistema energético se analizará el manejo un software en el cuál se tendrá todo lo referente a medidas de tensiones, potencias, intensidades, gráficos de las diferentes señales, todo esto será analizado en Intouch de Wonderword, que mediante el uso de Internet se tendrá la facultad de poder ingresar a la PC de la central de medida, y así acceder a la base de datos para que dependiendo de los requerimientos del sistema puedan ser analizados.

SEUIS realiza un estudio y analiza las instalaciones eléctricas de plantas industriales con el fin de definir una solución. Esta se basa en la central de medida PM500 conectada en cada una de las salidas a supervisar y en los transformadores de potencia de las estaciones transformadoras. La comunicación de datos se realizará utilizando una red de alto nivel como es la red Ethernet.

La central de medida adecuada para la supervisión energética y el análisis general de la instalación es la PM500. Además de la energía proporciona parámetros básicos de la instalación: intensidades por fase, tensiones simples y compuestas.

El financiamiento del hardware y software que involucre el proyecto corre por cuenta de la Empresa SEUIS S.A., mientras que los gastos administrativos son financiados personalmente.

1.3.2 CALIDAD ENERGIA ELECTRICA

El término "*calidad de energía eléctrica*" se emplea para describir la variación de la tensión, corriente, y frecuencia en el sistema eléctrico.

Históricamente, la mayoría de los equipos son capaces de operar satisfactoriamente con variaciones relativamente amplias de estos tres parámetros. Sin embargo, en los últimos diez años se han agregado al sistema eléctrico un elevado número de equipos, no tan tolerantes a estas variaciones, incluyendo a los controlados electrónicamente.

Los disturbios en el sistema, que se han considerado normales durante muchos años, ahora pueden causar desorden en el sistema eléctrico industrial, con la consecuente pérdida de producción. Adicionalmente, deben tomarse en cuenta nuevas medidas para desarrollar un sistema eléctrico confiable, mismas que anteriormente no se consideraron significativas.

1.3.2.1 Disturbios en el Sistema

Los disturbios en el sistema son variaciones generalmente temporales en la tensión del sistema. Que pueden causar mala operación o fallas del equipo. La variación de frecuencia puede ocasionalmente ser un factor en los disturbios del sistema, especialmente cuando una carga es alimentada por un generador de emergencia u ocurre un desequilibrio entre la carga de la planta industrial y la generación debido a la pérdida del suministro eléctrico. Sin embargo cuando el sistema eléctrico del usuario está interconectado a una red de potencia relativamente fuerte, la variación de frecuencia resulta a veces de preocupación insignificante.

1.3.2.2 Disturbios por Sobretensiones Transitorias

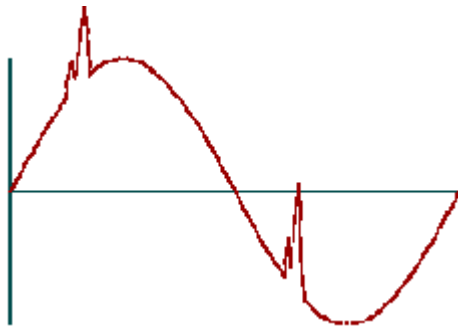


Figura. 1. 1. Figura de Sobretensión en una señal alterna

Las sobretensiones transitorias se refieren a variaciones en la forma de onda de tensión. Que dan como resultado condiciones de sobretensión durante una fracción de ciclo de la frecuencia fundamental. Las fuentes comunes de estos transitorios son los rayos, operación de los dispositivos de interrupción de los sistemas eléctricos y el arqueado de conexiones flojas o fallas intermitentes.

Las consideraciones claves:

- Para equipos eléctricos tradicionales estas sobretensiones han sido manejadas diseñando el equipo para soportar sobretensiones de magnitudes de varias veces la tensión pico normal y al mismo tiempo aplicar pararrayos y algunas veces capacitores para frente de onda, con objeto de asegurar que las tensiones no excedieran los niveles de diseño del equipo.
- La conmutación de bancos de capacitores, ya sea en la planta industrial o en la red del sistema eléctrico puede causar el funcionamiento defectuoso de algunos equipos. Ya que muchos bancos de capacitores de empresas eléctricas son conmutados diariamente, este problema podría ocurrir en forma

muy frecuente. Este indeseable problema de disparo puede usualmente remediarse agregando un reactor en serie con el dispositivo sensible, o modificando su característica de disparo. Otras soluciones pueden incluir la reducción del transitorio en el banco de capacitores. La operación de los capacitores se asocia también ocasionalmente, con el funcionamiento defectuoso o falla de otros equipos además de los controladores.¹

1.3.3 GESTION DE LA ENERGIA ELECTRICA

Una de las propiedades particulares de la electricidad es que varias de sus características dependen a la vez del productor/distribuidor, de los fabricantes de equipos y del usuario. El número importante de protagonistas y la utilización de terminología y definiciones a veces aproximadas, explican la complejidad del tema tratado.

La calidad de la energía está convirtiéndose en un tema estratégico para las compañías eléctricas, el personal de mantenimiento, explotación o gestión de entornos terciarios o industriales, y los constructores de equipos, esencialmente por las siguientes razones:

- La necesidad económica por parte de las empresas de aumentar la competitividad.
- La generalización del uso de equipos sensibles a las perturbaciones.
- La liberalización del mercado eléctrico. En efecto, actualmente las redes de baja tensión se encuentran muy contaminadas y sometidas a múltiples agresiones que pueden conllevar un funcionamiento defectuoso e incluso el deterioro de componentes eléctricos y receptores sensibles como los aparatos electrónicos.

¹Martín José, Diseño de Subestaciones Eléctricas, 2 Edición, Editorial McGraw-Hill, 1987

En un contexto de gran competitividad es indispensable para la empresa reducir los costes relativos a la pérdida de la continuidad de servicio y a la falta de calidad, así como los relativos al dimensionamiento excesivo de las instalaciones y a las facturas energéticas. Por consiguiente, los profesionales de la electricidad necesitan cada vez más optimizar el funcionamiento de sus instalaciones eléctricas. Al mismo tiempo, la liberalización del mercado de la energía modifica sensiblemente las reglas del juego. Con la apertura a la competencia de la producción de la electricidad, la producción descentralizada y la posibilidad para los grandes consumidores de elegir a su proveedor, la calidad de la energía eléctrica es ahora un factor diferencial y su garantía se convierte en un criterio importante para la elección del proveedor de energía. Disponer de una calidad adaptada a las necesidades es, por tanto, uno de los objetivos del personal de explotación, mantenimiento y gestión de los emplazamientos terciarios e industriales. Para ello, los sistemas de medida facilitan el diagnóstico de las instalaciones. Asociados a herramientas de software complementarias que llevan a cabo el control y la supervisión permanente de las instalaciones, garantizan el correcto funcionamiento de los procesos y una gestión adecuada de la energía, dos factores que dependen de la calidad de la energía eléctrica y que resultan indispensables para incrementar la productividad.

1.3.3.1 La gestión de la energía eléctrica

La gestión de la energía eléctrica se basa en la premisa de que no se puede gestionar aquello que no se puede examinar. Los costes eléctricos tradicionales, como la factura de la compañía y la distribución eléctrica, son los más visibles y aparentemente fáciles de gestionar. Los costes ocultos, como los cortes de suministro y la calidad de la energía son más difíciles de medir y por tanto de gestionar.

1.3.3.3 Los costes de la energía eléctrica

Un análisis inteligente de la información energética previene los problemas en el sistema eléctrico y disminuye costes. Una primera aproximación puede dar a entender que cuando se habla del coste de la energía eléctrica total se hace referencia únicamente del coste de la energía. Pero en realidad, el concepto de dicho coste va mucho más allá.

Efectivamente, en dicho término está incluido lo que se entiende por coste de la energía: el usuario puede negociar un contrato con la compañía suministradora en función de una estimación de la demanda y definiendo un calendario energético con diferentes períodos y diferentes precios del Kw-h. Es decir, son los costes relacionados.

- Gestión de la Energía
- Control de la Demanda
- Negociación del Contrato
- Alternar fuentes de energía (compañía, cogeneración,...etc)

Otro coste que está relacionado con el coste de la energía eléctrica total y que hay que saber ponderar adecuadamente, es el coste de la distribución de potencia, ya que está directamente relacionado con la gestión de los equipos y la productividad de la instalación eléctrica. No es más que conocer y saber imputar adecuadamente el coste que conlleva la explotación de la instalación eléctrica por el mero hecho de existir: mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo, futuras ampliaciones, etc. Es decir, hay que tener en cuenta:

- La baja calidad reduce la vida de los equipos
- Oportunidades de mejorar la eficiencia
- Justificar las inversiones en equipos
- Mantenimiento productivo

Otro coste que hay que tener en cuenta, y mucho, en el término del coste total es el de la no continuidad del suministro eléctrico, o lo que es lo mismo, la fiabilidad del suministro eléctrico. Hay que saber cuantificar las pérdidas originadas en el caso de que una sobretensión haya provocado la avería de una máquina y, en consecuencia, la línea de producción X se haya visto afectada. Es decir, para conocer los costes de la no disponibilidad debemos considerar:

- Puntas de tensión
- Interrupciones
- Huecos
- Protecciones adecuadas

1.3.3.3 El análisis y el control de la energía reducen los costes globales:

1.3.3.3.1. Optimización de los costes energéticos

- Análisis de tarifas
- Proyectos de cogeneración
- Gestión del consumo
- Conservación de la energía
- Asignación de costes
- Optimización de la climatización
- Rendimiento energético de motores
- Electricidad o combustibles fósiles

1.2.3.3.2. Disminución de los efectos de cortes, continuidad de servicio

- Calidad de energía
- Subtensiones momentáneas
- Distorsión de armónicos
- Huecos de tensión
- Cortes momentáneos
- Puesta a tierra
- Potencia crítica y de emergencia
- Sistema SAI
- Desequilibrio de tensiones
- Transitorios

1.2.3.3.3. Maximizar las inversiones en la instalación

- Distorsión de armónicos
- Sobrecarga de la instalación
- Calentamiento de los transformadores
- Sobrecarga de los transformadores
- Capacidad de los conductores
- Flujo de cargas
- Coordinación de las protecciones
- Filtros de armónicos
- Corrección del factor de potencia
- Transformadores no lineales

El primer paso en el proceso de gestión de la energía es empezar a conocer los costes ocultos en la instalación. En este primer paso se debe hacer lo siguiente:

- Inspeccionar y catalogar el equipo eléctrico según su antigüedad y sus condiciones. Intentar evaluar el equipo en una escala del 1 al 6, haciéndolo de forma sencilla, pero intentando identificar la debilidad potencial de la instalación.
- Catalogar, poner al día y organizar los esquemas eléctricos. ¿Cuánto tiempo se desperdicia intentando encontrar los esquemas, o averiguando qué circuitos se han modificado sin ninguna documentación?
- Poner al día las placas de los equipos y establecer rutinas de mantenimiento para los equipos críticos. Mantener los programas de mantenimiento a mano y disponibles para consultas, y establecer un delicado sistema para llevar el mantenimiento al día. Existen programas para hacer esto, aunque también puede hacerse mediante un programa propio.
- Realizar un estudio analítico, durante un mes, de los circuitos de la instalación. Estos pasos pueden parecer una pérdida de tiempo, pero es absolutamente necesario para iniciar los conocimientos sobre la instalación y establecer una línea a seguir. Aunque no se tenga el personal adecuado ni la experiencia para llevarlo a cabo, el dinero gastado en contratar los servicios de una ingeniería cualificada, será dinero bien empleado. Veamos los siguientes pasos del proceso para comprender las formas de mejorar la instalación.²

1.3.3.4 Instalar las herramientas correctas

² Fink Donald, y otros, Manual práctico de Electricidad para Ingenieros, 1 Edición, 1986

Un programa efectivo de gestión es la instalación permanente de un sistema de análisis y supervisión de energía, potente y de fácil uso. A menos que se sea muy afortunado, la próxima anomalía de la instalación tendrá lugar cuando no esté inspeccionando ni tomando datos, por lo que se habrá perdido una magnífica ocasión de mejorar la instalación. Además, si no se cuenta con una “red” para recoger la información en una base de datos, no es probable que la próxima vez que se tenga un problema, se halle con un bolígrafo y un papel en mano para anotar las lecturas.

La clave para mejorar, está en la habilidad para registrar los fenómenos electromagnéticos que puedan causar problemas en la instalación. Por tanto, se necesita un sistema permanente que capture automáticamente estos fenómenos. También se debe incluir un programa de fácil uso, para el análisis instantáneo, con un sistema de comunicaciones avanzado y una capacidad para trabajar en red, con el fin de compartir la información con varios departamentos. Es importante que sea preciso y que pueda registrar armónicos y formas de onda.

A partir del primer paso detallado anteriormente, ya se debe tener una buena idea de cuáles son los “puntos problemáticos” y las áreas donde puede ser conveniente un análisis permanente. Se debe asegurar la toma de medidas en la acometida de servicio de la compañía, en los generadores de emergencia, en las líneas de suministro y en las cargas críticas. A parte de estos, no hay más límite a la cantidad de puntos de medida, que la habilidad para “digerir” toda la información. Esto es en lo que hay que fijarse a la hora de elegir un programa de análisis de la energía, capaz de comunicarse, que proporcione información excepcional y tablas útiles de las que seleccionar datos para convertirlos en información útil.

Los requisitos mínimos exigibles, de un sistema de análisis y supervisión eléctrica según la Regulación No. CONELEC 004/01, Calidad del Servicio Eléctrico de

Distribución son las siguientes:³

Precisión de medida: Buscar lecturas reales de valores eficaces y una precisión mejor al 0,25% en las lecturas de energía. Recordar que un 2% de error en una factura de 600.000 \$, son 12.000 \$. Asegurarse además de que el factor de potencia no afecta a la precisión del sistema, y buscar un medidor que no necesite ser calibrado.

Información de la calidad de la energía: Se necesitará un sistema que pueda mostrar formas de onda. Si las formas de onda de la tensión y la intensidad son tomadas simultáneamente, el sistema podrá comparar y analizar los armónicos.

Comunicaciones: Asegurarse también de que la red de comunicaciones a la que se conectarán los medidores, es robusta y capaz de soportar las peores condiciones ambientales. La velocidad y el número de dispositivos conectados no debe ser una limitación. Además, hay que verificar que tanto el “software” como el “hardware”, soportan redes de alto nivel y múltiples usuarios.

“Software”: El paquete informático debe ser fácil de reconfigurar y debe poder ser utilizado por diversos usuarios. Además debe funcionar con los sistemas operativos más populares, y debe incluir un año de garantía y soporte técnico telefónico directo del vendedor.

Registro de datos: Esta es una de las funciones más utilizadas en un sistema de análisis y supervisión, por tanto habrá que examinar cuidadosamente como se lleva a cabo. El sistema debe proporcionar una combinación entre memoria no volátil (en el dispositivo) y memoria del programa, para informes y dibujos automatizados. También habrá que exigir un sistema que permita registrar formas de onda y datos de la instalación, en el momento en que tiene lugar un suceso.

³http://www.conelec.gov.ec/normativas2.php?categ=1&subcateg=3&menu=2&submenu1=15&submenu2=7&idom=1&_pagi_pg=2

Tendencias: La habilidad de mostrar dibujos y datos en tiempo real es extremadamente útil a la hora de resolver problemas o planificar reformas.

Flexibilidad: El sistema necesitará crecer y cambiar, a medida que lo haga la instalación. Rechazar programas que requieran una habilidad especial para ser programados.

Alarmas y claves de acceso: Existen varias opciones al respecto, pero es necesaria, como mínimo, una clave de protección, si se trabaja en red, una notificación automática de alarma, un registro separado de alarmas y la posibilidad de notificación de alarma mediante fax, e-mail, etc.

Fenómenos de No Calidad: Las perturbaciones electromagnéticas susceptibles de perturbar el buen funcionamiento de los equipos y los procedimientos industriales son en general ordenadas en varias clases pertenecientes a las perturbaciones conducidas y radiadas:

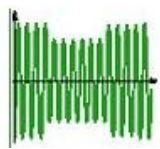
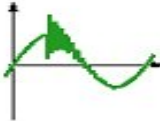

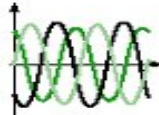

- Baja frecuencia (< 9 KHz)
- Alta frecuencia (> 9 KHz)
- Descargas electrostáticas

La medida de la Calidad de la Energía Eléctrica consiste habitualmente en caracterizar las perturbaciones electromagnéticas conducidas a baja frecuencia:

- Huecos y cortes de tensión
- Armónicos e interarmónicos
- Sobretensiones temporales
- Picos de tensión
- Sobretensiones transitorias
- Fluctuaciones de tensión

- Desequilibrios de tensión
- Variaciones de la frecuencia de alimentación
- Tensión continua en las redes alternas
- Tensión de señalización

En general, no es necesario medir la totalidad de estas perturbaciones. Pueden estar agrupadas en cuatro categorías según como afecten a la amplitud, a la forma de onda, a la frecuencia o a la simetría de la tensión. Varias de estas características se modifican simultáneamente por una misma perturbación Tabla. 1. 1.

Perturbaciones	Huecos de Tensión	Sobretensiones	Armónicos	Desequilibrios	Fluctuaciones de tensión
Formas de onda características					
Origen de la perturbación	¿?????				

Red					
Defecto de aislamiento					
Maniobras					

Equipamientos					
Motor Asíncrono					
Motor Síncrono					
Maquinas de Soldadura					
Horno de arco					
Convertidor					
Cargas Informáticas					
Alumbrado					

Ondulador					
Batería de condensadores					

	Fenómeno Ocasional		Fenómeno Frecuente
--	--------------------	--	--------------------

Tabla. 1. 1. Características de Perturbación

Riesgos asociados a los diferentes segmentos del mercado

A continuación se muestran varias tablas en las que se hace un resumen de qué riesgos y qué importancia tienen los mismos en los diferentes segmentos del mercado:

Sector	Riesgos	Importancia
Construcción edificios elevación	Fluctuaciones de tensión	Baja
Edificios terciarios e industriales privados	Sobretensiones	Media
Salud	Huecos y cortes de tensión	Alta
	Armónicos	Media
	Sobretensiones	Alta
Cultura y deporte	Huecos y cortes de tensión	Media
	Armónicos	Media

Tabla. 1. 2. Edificios terciario e Industrial

Sector	Riesgos	Importancia
Electricidad gas calor. Producción-distribución	Armónico	Media
Agua: Producción y distribución	Armónico	Media
Agua: Tratamiento	Armónico	Alta

	Sobretensión	Baja
Transporte e Infraestructura	Huecos y cortes de tensión	Media
	Armónico	Alta
	Sobretensión	Media
	Fluctuaciones de tensión	Baja

Tabla. 1. 3. Energía e Infraestructura

Sector	Riesgos	Importancia
Agroalimentario	Huecos y cortes de tensión	Baja
	Desequilibrios	Media
Textil	Huecos y cortes de tensión	Media
	Armónicos	Alta
	Desequilibrios	Baja
Madera	Sobretensiones	Media
Papel cartón	Armónicos	Alta
	Sobretensiones	Baja
Química	Huecos y cortes de tensión	Media
	Armónicos	Alta
	Sobretensiones	Alta
	Fluctuaciones de tensión	Baja
	Desequilibrios	Media
Neumáticos-plásticos	Huecos y cortes de tensión	Media
	Armónicos	Alta
	Sobretensiones	Media
	Fluctuaciones de tensión	Baja
Vidrio cerámica	Armónicos	Alta
Siderurgia Metalurgia	Armónicos	Alta
	Fluctuaciones de tensión	Media
	Huecos y cortes de tensión	Baja
	Armónicos	Media
	Fluctuaciones de	Muy alta

	tensión	
Fabricación eléctrica y electrónica	Huecos y cortes de tensión	Muy alta
	Armónicos	Media
	Sobretensiones	Muy alta
Automóvil	Armónicos	Media
	Fluctuaciones de tensión	Muy alta
Material de transporte	Armónicos	Media
	Fluctuaciones de tensión	Muy alta
Otras fabricaciones manufactureras	Huecos y cortes de tensión	Media
Industria de extracción	Armónicos	Media
	Sobretensiones	Baja

Tabla. 1. 4. Industria

1.3.3.5 Continuidad de suministro

La continuidad de suministro viene determinada por:

El tiempo de interrupción: Igual al tiempo transcurrido desde que la misma se inicia hasta que finaliza, medido en horas. El tiempo de interrupción total será la suma de todos los tiempos de interrupción durante un plazo determinado.

El número de interrupciones: El número de interrupciones total, será la suma de todas las interrupciones habidas durante un plazo determinado.

Las interrupciones pueden ser imprevistas o programadas para permitir la ejecución de trabajos programados para permitir la ejecución de trabajos programados en la red, en cuyo caso los consumidores deberán ser informados de antemano por la empresa distribuidora. 4

⁴ Electrical Distribution – System Protection Textbook, 3 Edición, Editorial McGraw-Hill, 1990

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

2.1 Introducción

En la industria existe un gran desconocimiento de que se puede optimizar en el consumo de la energía eléctrica, no teniendo que migrar a nuevas formas de generación de energías, sino que simplemente haciendo un buen uso de la electricidad. Los estudios de eficiencia energética definen un conjunto de acciones que permiten a las empresas, optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esta mayor eficiencia se puede alcanzar en la empresa, a través de la implementación de diversas medidas en el ámbito técnico y de recursos humanos. Desde luego estas acciones deben estar acompañadas en muchos casos de inversiones en tecnología de punta, en gestión de procesos y en la modificación de hábitos conductuales de los supervisores y trabajadores de la empresa.

Así, cuando se habla de eficiencia energética en el área de la electricidad, la idea es mejorar gradualmente los índices eléctricos de desempeño del negocio, utilizando de forma óptima los transformadores, redes y motores más importantes de la planta. De esta manera, cuando una empresa decide optimizar el consumo eléctrico de una planta, el primer paso es dar un diagnóstico del estado de funcionamiento de ésta, en donde el monitoreo de parámetros eléctricos juega un papel fundamental. En base a

los resultados entregados por el registro de variables tales como: voltaje, corriente, potencia activa y reactiva, armónicos, factor de potencia, etc. es posible obtener una imagen a nivel local o general del estado de funcionamiento eléctrico de una planta.

Todos estos datos son registrados por instrumentos diseñados especialmente para realizar esta tarea, a los que se les conoce como analizadores de calidad de la energía. El registro de estas variables es almacenado en un equipo central (servidor) encargado de la adquisición de datos y de la administración de los analizadores. Es en el proceso de adquisición de datos en donde se encuentra el desarrollo de este trabajo, dando a conocer las etapas de la implementación de un sistema de monitoreo remoto de analizadores de energía utilizando tecnologías no convencionales en el área.

En la Figura. 2. 1 se puede observar el esquema del funcionamiento básico de un sistema de monitoreo remoto, dividido en 3 etapas. En la etapa marcada con (1) el servidor del sistema se encarga de recolectar los datos de todos los equipos de medición. En la etapa marcada con (2) el servidor procesa los datos recolectados y los almacena en una base de datos. Finalmente en la etapa (3) la información es desplegada en un formato legible (gráficos) para el usuario.

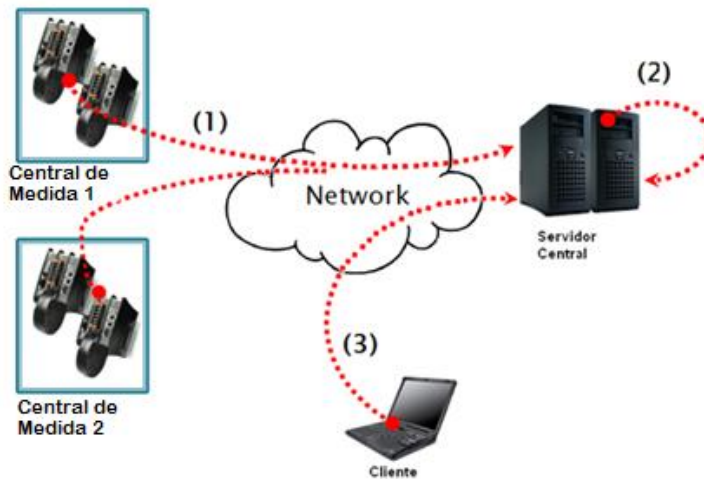


Figura. 2. 1. Funcionamiento básico de un sistema de monitoreo remoto.

Cabe destacar que las empresas que solicitan auditorías de eficiencia energética generalmente no cuentan con un sistema de monitoreo, sin embargo existe una tendencia mundial en las grandes empresas a la instalación de estos servicios, debido a los ahorros que se obtienen a largo plazo (tiempo de vida de la maquinaria) y a la importante información que se obtiene para realizar una eficiente toma de decisiones.

2.2 Lineamientos Generales

2.2.1. Sistemas de monitoreo utilizados en el mercado

En la actualidad, existen en el mercado diversas soluciones que apuntan a resolver problemas asociados a comunicaciones industriales. La gran mayoría de estas soluciones se orientan a comunicar dispositivos utilizando comunicación serial, debido a que los equipos que adquieren los datos han sido diseñados para trabajar bajo este esquema. Una de las soluciones más ocupadas hoy en día es la comunicación entre dispositivos utilizando el protocolo de comunicación MODBUS, debido a la simplicidad con que opera y la cantidad de equipos electrónicos

industriales en que se encuentra aplicado. Otra plataforma comúnmente utilizada es comunicar los dispositivos utilizando módems serial, que se conectan a la red utilizando tecnología GSM (Global System for Mobile communications) ó GPRS (General Packet Radio Service), para transmitir los datos inalámbricamente a un servidor central.

A continuación se detallan las características de estas implementaciones, mencionando sus ventajas y sus desventajas.

2.2.1.1. Sistemas basados en MODBUS

Típicamente la implementación de este protocolo en empresas se realiza incorporando los analizadores a la LAN (Local Area Network) de la compañía, tal como se aprecia en la Figura. 2. 2. Aquí el servidor del sistema es el encargado de comunicarse con cada analizador para recolectar los datos registrados y cada cliente se comunica con el servidor para acceder a los datos registrados en el sistema.

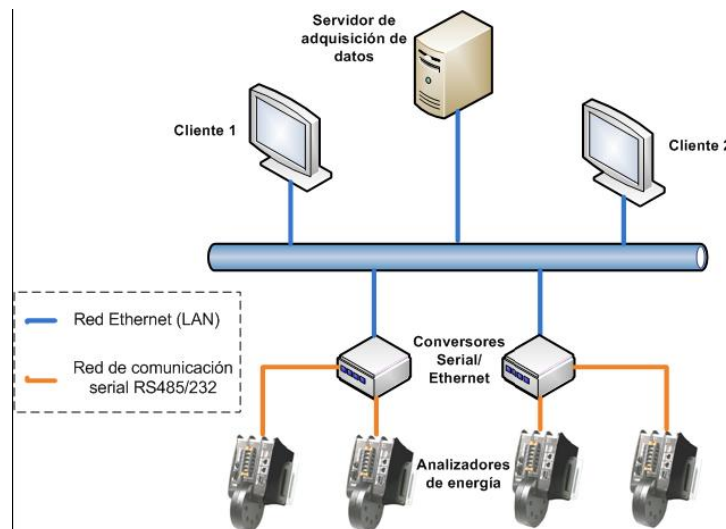


Figura. 2. 2. Esquema de red típico en una planta al utilizar MODBUS.

De esta manera se aprovechan las instalaciones ya existentes en una compañía, pero se requiere de la configuración de algunos dispositivos dentro de la red. Una común variación sobre este esquema es implementar redes inalámbricas (WiFi, o Bluetooth,) entre los dispositivos centrales de la red y de esta manera se crean enlaces más flexibles dentro de la empresa lo que permite una alta escalabilidad para futuras ampliaciones de la red.

Una de las ventajas de utilizar comunicación serial es que permite comunicar dispositivos que se encuentran separados una gran distancia sacrificando velocidad en la transmisión de los datos (100kbps para 1200 metros, bajo RS485). Sin embargo, todas estas arquitecturas en base a MODBUS presentan problemas típicamente de latencia y sincronización, por lo que para análisis en que se requiera una gran precisión en los tiempos y datos obtenidos o que se necesite transmitir a una gran velocidad es necesario contar con un sistema distinto.

2.2.1.2. Sistemas basados en GSM/GPRS

La arquitectura típica de estos sistemas se puede apreciar en la Figura 1.3, en donde cada equipo se conecta al servidor central utilizando un enlace único independiente al del resto.

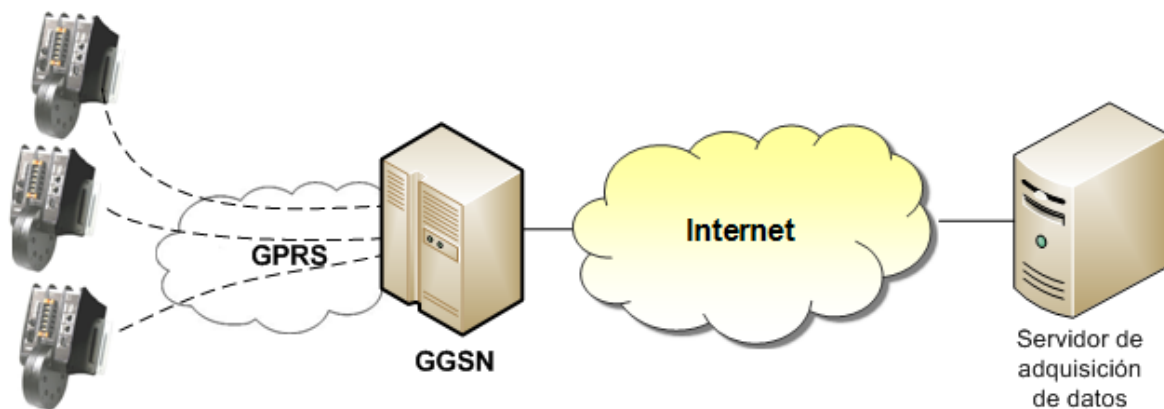


Figura. 2. 3. Esquema de red típico al utilizar la red GSM/GPRS.

En este esquema, el GGSN (Gateway GPRS Support Node) es el principal componente de la red, que actúa como router con los equipos, enviando y recibiendo los datos hacia y desde Internet. Este tipo de arquitecturas se utiliza cuando se necesita enviar datos desde dispositivos en movimiento (por ejemplo en camiones de carga) o cuando los equipos de medición se encuentran en lugares muy alejados como montañas o desiertos. La principal desventaja de estas arquitecturas es la baja velocidad de transmisión de datos que alcanzan, llegando a un máximo de 40 kbps (5 kBps) para el canal de subida.

2.2.2. Características del sistema de monitoreo realizado

El sistema de monitoreo ofrecido por SEUIS es un sistema MODBUS con una arquitectura cliente-servidor, cuyo funcionamiento se basa principalmente en 4 componentes:

- Central de Medida PM 500 Merlin Gerin Schneider.
- Comunicación PC – PM500
- Servidor: Software de administración HMI, desarrollado en INTOUCH.
- Control remoto a través del internet.

A continuación se detallan las características y las principales funciones de cada uno de los componentes del sistema.

2.3 Central de Medida PM 500

Para mayor información acerca del módulo PM500 se detallan en el Anexo 1.

2.3.1 Características

La central de medida PM500 proporciona las medidas necesarias para el control de las instalaciones eléctricas de baja tensión (monofásicas o trifásicas) o de media tensión. PM500 realiza las medidas en verdadero valor eficaz y sobre 4 cuadrantes proporcionando, de base, la energía y la tasa de distorsión armónica (THD) en intensidades y en tensión.



PM500
PowerLogic System range

Figura. 2. 4. PM500 unidad central de medida

La central de medida PM500 concentra en una unidad compacta de 96x96 mm todas las medidas necesarias para la supervisión de una instalación eléctrica. Sustituye a los indicadores analógicos ofreciendo más prestaciones. Al ser modular y ergonómica, responde de manera óptima a las necesidades. El usuario adquiere las funciones que le resultan útiles. Se pueden añadir módulos opcionales, en cualquier momento para responder a nuevas necesidades o para escalar las inversiones. La central se adapta a la perfección a las aplicaciones de medida y de supervisión, y si se asocia a un sistema PowerLogic, la instalación será más segura y económica.

La adquisición de datos en la fábrica que se instale la central de mediad se lo realiza a través del PM500 que posee las siguientes características:

Optimización de display y tamaño

El display retro iluminado del PM500 es de última generación que permite visualizar hasta 8 parámetros eléctricos a la vez. Se destaca que en todo momento se visualiza el porcentaje de carga por fase.

Modularidad

PM500 dispone de distintos módulos empotrables como alarmas, comunicaciones, salidas de señales de corriente de 4 a 20 mA para distintas aplicaciones.

Multiplicación

La central PM500 a diferencia del resto de centrales de medida del mercado, puede ser instalada indistintamente en circuitos monofásicos o trifásicos en baja o media tensión.

Sistema.

PM500 forma parte del sistema de supervisión System Manager Software, de esta manera podremos complementar la información proporcionada por la central con la precedente de interruptores de potencia, diferenciales, analizadores de redes, plc's.

Acceso Directo.

Visualización directa e inmediata de los parámetros eléctricos:

- Intensidades
- Tensiones y frecuencias

- Potencias Activa, Reactiva, y aparente.
- Factor de potencia
- Intensidad y Tensión
- Máximos de los promedios de intensidad y potencia
- Contador horario y energético.

Los valores de parametrización son fáciles configurables, estando el menú de configuración protegido por password.

Aplicaciones

- Medidas para cuadro eléctrico.
- Subcontaje / asignación de costes.
- Vigilancia a distancia de la instalación.
- Vigilancia de los armónicos (THD).

Características

- Modular y ergonómica
- Funciones y E/S disponibles como opción para responder de forma óptima a las necesidades.
- Compacta de 96x96x60 mm.
- 60 mm de fondo u 80 mm con los módulos opcionales, para conseguir una integración sencilla en el cuadro.
- Visualizador de gran tamaño retroiluminado con gráficos de barras integrados.

- Visualizador de 5 medidas simultáneas para obtener información de forma rápida y directa.
- Corrientes y potencias medias, THD incluido en la versión básica.
- Una central de medida que ofrece muy buenos resultados para vigilar con plena confianza la instalación eléctrica.

Presentación del display

PM500 presenta una gran pantalla retro iluminada que permite visualizar hasta 5 medidas simultáneamente Proporcionando la información de manera rápida y directa.

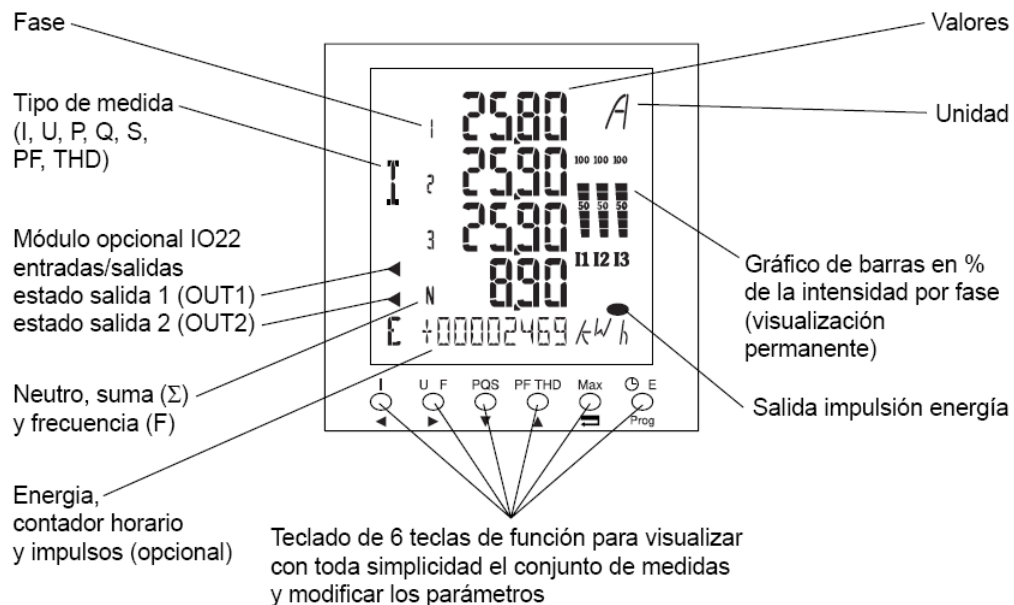


Figura. 2. 5. Visualización de la pantalla principal del PM500

Visualización de las medidas

Las visualizaciones se realizan a través de pulsaciones sucesivas de los diferentes botones ubicados en la pantalla principal de la central de medida, los valores a visualizarse son los siguientes:

- Intensidades Instantáneas
- Intensidades medias (AVG)
- Tensiones compuestas y frecuencia
- Tensiones simples y frecuencia
- Potencia activa (P) por fase y total
- Potencia reactiva (Q) por fase y total
- Potencia aparente (s) por fase y total
- Potencia activa media (P AVG)
- Potencia reactiva media (Q AVG)
- Potencia aparente media (S AVG)
- Factor de Potencia con indicación de red inductiva o capacitiva
- Tasa de Distorsión Armónica en Intensidad (THD I)
- Tasa de Distorsión Armónica en Tensión (THD U)
- Máximo de intensidades medias (MAX)
- Máximo de potencia activa media (P MAX AVG)
- Máximo de potencia reactiva media (Q MAX AVG)
- Máximo de potencia aparente media (S MAX AVG)
- Energía activa consumida (+)
- Energía reactiva consumida (+)
- Energía aparente consumida (+)
- Energía activa generada (-)
- Energía reactiva consumida (-)
- Energía aparente consumida (-)

- Contador horario

2.3.2 Programación desde el PM500

El modo programación permite:

- Visualizar o modificar los parámetros del PM500 y de sus módulos opcionales, poner a cero los distintos contadores (energía, contador horario, etc.)
- Hacer el reset de los valores máximo y mínimos.

La operación se desarrolla en 3 etapas principales:

- Entrar en modo programación,
- Visualizar o modificar los parámetros,
- Salir del modo programación.

2.3.3. Comunicación MODBUS

La opción de comunicación RS485 Modbus permite controlar a distancia todas las funciones de su PM500 así como las opciones:

- Visualización de la medidas
- Visualización de los contadores y estado de las entradas
- Control de las salidas
- Puesta a cero de los contadores e inicialización de los máximos y mínimos
- Programación a distancia de la PM500

La opción RS485 Modbus utiliza una conexión física de tipo RS485 y el protocolo de comunicación Modbus/Jbus en modo RTU. La norma RS485 limita el número de conexiones físicas por segmento, con un máximo de 32 puntos de conexión física. Posibilitando superar este límite mediante la unión de los segmentos con repetidores.

Protocolo MODBUS RTU

La opción de comunicación RS485 Modbus permite controlar a distancia todas las funciones de su PM500 así como las opciones:

- Visualización de la medidas
- Visualización de los contadores y estado de las entradas
- Control de las salidas
- Puesta a cero de los contadores e inicialización de los máximos y mínimos
- Programación a distancia de la PM500

La opción RS485 Modbus utiliza una conexión física de tipo RS485 y el protocolo de comunicación Modbus/Bus en modo RTU.

La norma RS485 limita el número de conexiones físicas por segmento, con un máximo de 32 puntos de conexión física. Posibilitando superar este límite mediante la unión de los segmentos con repetidores.

El protocolo de Comunicación Modbus /Bus Modbus es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control

centralizado, puede comunicarse con una o varias estaciones remotas (RTU) con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso.

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

- Modo RTU
- Modo ASCII

2.3.3.1. Acceso a los registros del PM500

Dirección decimal	Dirección hexadecimal	Tipo de datos	Formato	Función Modbus
512 567	200 237	Parámetros de programación	16 bits 32 bits	Lectura N palabras (3)
788 912	300 390	Mediciones (no incl. THD)	32 bits	Lectura N palabras (3)
1024 1024	400 400	Inicialización de máximos mínimos y contadores	16 bits	Lectura N palabras (3) Escritura 1 palabras (6) Escritura N palabras (16)
1280 1337	500 539	Alarmas, históricos de alarmas y estado de las entradas/salidas	16 bits 32 bits	Lectura N palabras (3)
2304 2319	900 90F	Valores de los THD	16 bits	Lectura N palabras (3)
64646 64651	FC86 FC8B	Identificación PM500 y módulos opcionales	16 bits	Lectura N palabras (3)

Tabla. 2. 1. Direcciones de los registros de acceso al PM500

2.3.3.2. Acceso a los registros de parámetros de programación mediante software

Dirección decimal	Dirección hexadecimal	Número de palabras	Descripción	Unidades
768	300	2	I1: intensidad instantánea, fase 1	mA
770	302	2	I2: intensidad instantánea, fase 2	mA
772	304	2	I3: intensidad instantánea, fase 3	mA
774	306	2	IN: intensidad del neutro	mA
776	308	2	U12: tensión fase a fase, fase 1 a 2	V/100
778	30A	2	U23: tensión fase a fase, fase 2 a 3	V/100
780	30C	2	U31: tensión fase a fase, fase 3 a 1	V/100
782	30E	2	U1N: tensión fase a neutro, fase 1	V/100
784	310	2	U2N: tensión fase a neutro, fase 2	V/100
786	312	2	U3N: tensión fase a neutro, fase 3	V/100
788	314	2	F: frecuencia	Hz/100
790	316	2	ΣP : potencia activa total \pm	Kw/100
792	318	2	ΣQ : potencia reactiva total \pm	kvar/100
794	31A	2	ΣS : potencia aparente total \pm	kVA/100
798	31E	2	P1: potencia activa, fase 1 \pm	Kw/100
800	320	2	P2: potencia activa, fase 2 \pm	Kw/100
802	322	2	P3: potencia activa, fase 3 \pm	Kw/100
804	324	2	Q1: potencia reactiva, fase 3 \pm	kvar/100
806	326	2	Q2: potencia reactiva, fase 2 \pm	kvar/100
808	328	2	Q3: potencia reactiva, fase 3 \pm	kvar/100
810	32A	2	S1: potencia aparente, fase 1 \pm	kVA/100
812	32C	2	S2: potencia aparente, fase 2 \pm	kVA/100
814	32E	2	S3: potencia aparente, fase 3 \pm	kVA/100
822	336	2	I1 AVG: intensidad media, fase 1	mA
824	338	2	I2 AVG: intensidad media, fase 2	mA
826	33A	2	I3 AVG: intensidad media, fase 3	mA
836	344	2	ΣS AVG: sumatorio Potencia aparente media	kVA/100
838	346	2	I1 MAX AVG: intensidad media máxima, fase 1	mA
840	348	2	I2 MAX AVG: intensidad media máxima, fase 2	mA
842	34A	2	I3 MAX AVG: intensidad media máxima, fase 3	mA
844	34C	2	P MAX AVG +: Potencia activa media máxima +	Kw/100
846	34E	2	P MAX AVG -: Potencia activa media máxima -	Kw/100

848	350	2	Q MAX AVG +: Potencia reactiva media máxima +	kvar/100
850	352	2	Q MAX AVG -: Potencia reactiva media máxima -	kvar/100
852	354	2	S MAX AVG : Potencia aparente media máxima	kVA/100
854	356	2	Contador horario	1/100 h
856	358	2	EA +: energía activa consumida (+)	Kwh
858	35A	2	ER+: energía reactiva consumida (+)	Kvarh
860	35C	2	ES: energía aparente	kVAh
862	35E	2	EA -:energía activa salida (-)	kWh
864	360	2	ER -:energía reactiva salida (-)	kvarh
866*	362	2	C1: contador de impulsos de entrada 1	-
868*	364	2	C2: contador de impulsos de entrada 2	-
870	366	2	PF: factor de potencia total	0.001
872	368	2	PF1: factor de potencia, fase 1	0.001
874	36A	2	PF2: factor de potencia, fase 2	0.001
876	36C	2	PF3: factor de potencia, fase 3	0.001
878	36E	2	IN AVG: intensidad media del neutro	mA
880	370	2	ΣP AVG: sumatorio de potencia activa media \pm	Kw/100
882	372	2	ΣQ AVG: sumatorio de potencia reactiva media \pm	kvar/100
884	374	2	IN MAX AVG: intensidad media máxima en el neutro	mA
886*	376	2	I MIN: intensidad mínima en las tres fases	mA
888*	378	2	IN MIN: intensidad mínima en el neutro	mA
890*	37A	2	U MIN: tensiones mínimas fase a fase en las tres fases	V/100
892	37C	2	F MIN: frecuencia mínima	Hz/100
894*	37E	2	PF MIN: factor de potencia mínimo	0.001
896*	380	2	P MIN potencia activa mínima \pm	Kw/100
898*	382	2	Q MIN potencia reactiva mínima \pm	kvar/100
900*	384	2	I MAX: intensidad instantánea máxima en las tres fases	mA
902*	386	2	IN MAX: intensidad máxima en el neutro	mA
904*	388	2	U MAX: tensiones máximas fase a fase en las tres fases	V/100
906*	38A	2	F MAX: frecuencia máxima	Hz/100
908*	38C	2	PF MAX: factor de potencia máximo	0.001
910*	38E	2	P MAX: potencia activa total máxima \pm	Kw/100
912*	390	2	Q MAX: potencia reactiva total máxima \pm	kvar/100

(*) el registro no se actualizará si el Módulo opcional IO11 Plus no está instalado

Tabla. 2. 2. Direcciones de los registros de acceso a variables del PM500

2.3.3.3. Valores THD

Dirección decimal	Dirección hexadecimal	Número de palabras	Descripción	Unidades
2304	900	1	THD I1	1/10 %
2305	901	1	THD I2	1/10 %
2306	902	1	THD I3	1/10 %
2307	903	1	THD IN	1/10 %
2308	904	1	THD U12	1/10 %
2309	905	1	THD U23	1/10 %
2310	906	1	THD U31	1/10 %
2311	907	1	THD V1	1/10 %
2312	908	1	THD V2	1/10 %
2313	909	1	THD V3	1/10 %
2314	90A	1	MIN THD I: mínima THD en intensidad en las tres fases	1/10 %
2315	90B	1	MIN THD IN: mínima THD en intensidad en el neutro	1/10 %
2316	90C	1	MIN THD U: mínima THD fase a fase en tensión, en las tres fases	1/10 %
2317	90D	1	MAX THD I: máxima THD en la intensidad en las tres fases	1/10 %
2318	90E	1	MAX THD IN: máxima THD en intensidad en el neutro	1/10 %
2319	90F	1	MAX THD U: máxima THD en tensión fase a fase, en las tres fases	1/10 %

Tabla. 2. 1. Direcciones de los registros de acceso a valores de THD

2.3.4. Características eléctricas PM500

Alimentación auxiliar	PM500	110 a 440 V AC ($\pm 10\%$), 10 VA	
		120 a 350 V DC ($\pm 20\%$), 10 W	
		24 a 48 V DC ($\pm 20\%$), 10 W	
Entrada de tensiones	Fases/fases (directa)	50 a 480 V AC	
	Fases/neutro (directa)	28 a 277 V AC	
	Fases/fases (con TT extremos):	Primario	Hasta 400 kV AC
		Secundario	58, 64, 66, 69, 100, 110, 115, 120 V AC
	Frecuencia	45 a 65 Hz	

Entrada de intensidades	CT:	(In)	1 a 10000 A	5 a 9995 A
			con paso de 1 A	con paso de 5 A
		Secundario	1A	5A
	Sobrecarga admisible		20 A permanente	
	Consumo		0,1 VA	

Tabla. 2. 2. Características Eléctricas del PM500

2.3.5. Características mecánicas

Dimensiones	PM500: dimensiones totales	96x96x80 mm
	PM500: dimensiones montadas en el panel	96x96x60 mm
	PM 500 con módulo opcional: dimensiones totales	96x96x100 mm
	PM 500 con módulo opcional: dimensiones montadas en el panel	96x96x80 mm
Peso	PM500 sin módulo opcional	0,4 kg
Vibración	IEC 60068 2-6	5 a 13,2 Hz: ± 1 mm
		13,2 a 100 Hz: 0,7 g

Tabla. 2. 3. Características Mecánicas del PM500

2.3.6. Rangos de medidas

Valores instantáneos	Rangos de medida	Período de actualización	Visualización
Tensiones	50 V a 400 kV	1 s	00,00 V a 400 kV
Intensidades	18 mA a 10 A	1 s	0,000 A a 20 KA
Gráfico de barras	10 a 120 % de In	1 s	1 bar por 10 %
Frecuencia	45 a 65 Hz	1 s	45,00 Hz a 65,00 Hz
Potencias	Por fase	1 s	00,00 kW a 1660 MW / Mvar / MVA / MVA
	Total		
	0 a 1660 MW / Mvar / MVA 4 cuadrantes	1 s	00,00 kW a 8000 MW / Mvar / MVA
Factor de potencia	-1 a +1,4 cuadrantes	1 s	- 1,000 a 1,000
Tipo de carga	a cuadrantes		capacitiva o resistiva
THD	Intensidad	1 s	000,0 % a 999,9 %
	Tensión	1 s	000,0 % a 999,9 %

Tabla. 2. 4. Rango de Medidas PM500 Valores Instantáneos

Valores de demanda	Rangos de medida	Periodo de actualización	Visualización
Intensidad de demanda	18 mA a 10 A	Duración del intervalo	0, 000 A a 20 kA
Demanda total de Potencia	0 a 8000 MW / Mvar / MVA 4 cuadrantes	Duración del intervalo	00,00 kW a 8000 MW / Mvar / MVA
Energía	0 a 99999999 kWh/kvarh / kVAh, 4 cuadrantes	1s	000000000 a 99999999 kWh / kvarh / kVAh
Contador horario	0 a 99999,99 h	1s	00000,00 a 99999.99 h
Contadores C1 y C2 (entradas IO22)	0 a 999999	1s	000000 a 999999

Tabla. 2. 5. Rango de Medidas PM500 Valores de Demanda

2.4 CONVERSIÓN PARA COMUNICACIÓN CON LA PC

Dependiendo de las opciones de comunicación que tenga el PM500 puede comunicarse de dos maneras. A continuación se muestran las figuras 2.7, 2.8 las características de cada una respecto a otras conexiones.

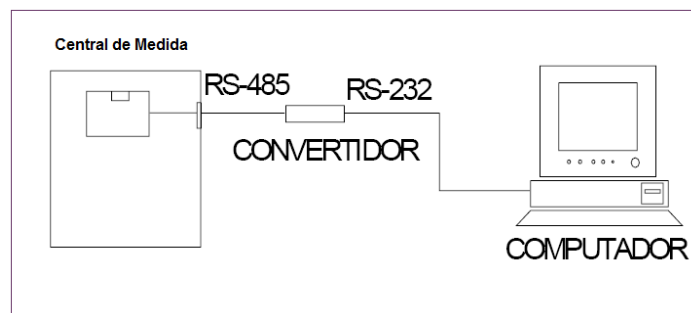


Figura. 2. 7. Conexión con salida RS-232

Si el computador tiene tarjetas con entrada RS-232, al tener como salida del PM500 al puerto serie RS-485, se necesitará de un convertidor como se muestra en la Figura 2.7 lo que agregará otro dispositivo al sistema, pero se debe mencionar que los dispositivos con salida RS-485 pueden manejar distancias de 30 metros aproximadamente, para la comunicación.

En lecturas como la Figura 2.7 de la comunicación es directa pero cabe señalar que tiene un limitante de 8 metros de cable aproximadamente para la comunicación entre los equipos. Sean el computador y la central de medida.

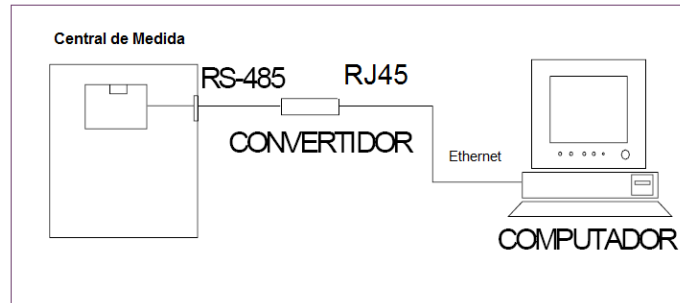


Figura. 2.8. Tarjeta con salida RJ45

En la figura 2.8 se muestra la salida de la central de medida un puerto RJ45 para una red Ethernet la cual puede ser monitoreada una distancia de 100 metros con cable directo.

2.5 SOFTWARE INTOUCH

INTOUCH es una herramienta potente y flexible de desarrollo para interfaces de operador hombre máquina para la creación de sistemas personalizados, procesos, y otros.

Permite ver por pantalla representaciones gráficas de los procesos en tiempo real. Tiene varias funciones como: alarmas distribuidas, datos históricos distribuidos, desarrollo y mantenimiento remoto de aplicaciones de grandes redes basadas en PC.

Gráficos orientados a objetos.

InTouch posee herramientas de desarrollo orientado a gráficos y objetos, lo que facilita dibujar, organizar alinear, disponer en capas, espaciar, rotar, duplicar, cortar,

borrar, etc. Intouch admite resoluciones gráficas EGA, VGA, y Súper VGA, permitiendo varios objetos animados en cada ventana.

Enlaces de Animación.

Permiten combinar tamaño, colores, movimientos y cambios de posición complejos. Incluye entradas de contacto discretas, analógicas, deslizadores horizontales y verticales, pulsadores discretos y de acción, pulsadores para ocultar o mostrar ventanas; enlaces de color de línea, relleno y texto para valores y alarmas discretas y analógicas.

Asistentes.

Existe una biblioteca de asistentes complejos preconfigurados como interruptores, deslizadores, y medidores que los usuarios pueden modificar. El "Extensibility Toolkit" permite a los usuarios y desarrolladores sin dependientes, crear asistentes muy complejos, en este Tópico se ha utilizado el monitor de EPM, el cual muestra por pantalla todos los parámetros monitoreados por el equipo.

Programación (Scripts).

El lenguaje "script" de programación permite un potente, flexible y fácil trabajo, pues sin necesidad de tocar el teclado se desarrolla las funciones más difíciles, facilitando la aplicación.

Referencia dinámica.

Es una función que permite cambiar referencias de bases de datos a etiquetas de entrada / salida durante la ejecución, lo que significa que los usuarios en todo

momento pueden cambiar las referencias de datos para direcciones PLC, celdas de hoja de cálculo de Excel y referencias de intercambio de datos DDE.

Alarmas distribuidas

Esta función admite varios servidores o suministradores de alarmas simultáneas, lo que da la capacidad de ver información de alarmas desde varias ubicaciones remotas al mismo tiempo.

Tendencia histórica distribuida

Es una función que permite especificar de forma dinámica diferentes fuentes de datos de archivos históricos para cada una de las plumas de un gráfico de tendencias. Como Intouch permite usar ocho plumas por gráfico, los usuarios pueden disponer de una cantidad sin precedentes de datos históricos en un instante.

2.6 COMUNICACIÓN CON LA PC

2.6.1. Convertidor RS485/ RS232



Figura. 2. 9. Convertidor 485/232

Modelo 232/485; es un equipo que realiza la conversión del protocolo RS-485 (modbus) al protocolo RS-232. Las ventajas de trabajar con el protocolo RS-485

(Modbus) es que la distancia de monitoreo es mucho más grande que la permitida por el protocolo RS-232.

Características

- Alta Velocidad de Comunicaciones. Soporta datos mayores a 115.2 kbps.
- 500W Supresión de sobretensiones.
- Compatible con MODBUS ó ASCII RTU.

Descripción de Funcionamiento

El 485LDRC9 es un convertidor industrial de RS-232 a RS-422/485. La captación de señales RS-232 se la tiene a través de una interfaz o un bloque de terminales conveniente DB9 (DCE) conector hembra. Las señales RS-422/485 se conectan a un bloque de terminales. B & B de envío automático de datos de control de los circuitos se elimina el requisito para el software de control de las señales. La Posición de los interruptores DIP, de conformidad con las tablas de uno y dos para cambiar el modo de comunicaciones de datos y tipo.

También puede utilizar un par de estos convertidores para ampliar y aislar las señales RS-232. Externo 10 - 30 VCC de alimentación (no incluida), es obligatorio.

Operación

Velocidad de datos y seleccionar el modo de posicionamiento de los interruptores DIP de conformidad con el cuadro 1 y 2.

- Enviar Datos de Control Automático: El primer bit de datos del lado de RS-232 permite el transmisor y el desactiva el receptor. Después de recibir los últimos datos RS-232 bits, el tiempo de un circuito de espera caracteres y, a

continuación, desactiva el transmisor y el receptor permite. Seleccione el tiempo de posicionamiento de los interruptores DIP o cambiar el valor de R-11. Consulte la Tabla 2 para R-11 y valores Interruptor DIP posiciones.

- Si es necesario, el uso de alta resistencia para la terminación de los tipos de datos o largos de cable de posicionamiento por Switch 5 a "on." Consulte a B & B RS-422/485 Application.
- Las cifras son una a través de cuatro ejemplos de una conexión DTE a DCE. El conector DB9 hembra este convertidor hará el mismo uso de conexiones a través de una recta a DB9F cable DB9M. Si el RS-232 es el dispositivo de cable DCE, y luego cruzar los pines 2 y 3. Consulte a B & B 485LDRC9 Converter FAQ para más detalles con respecto a RS-232 de cableado.

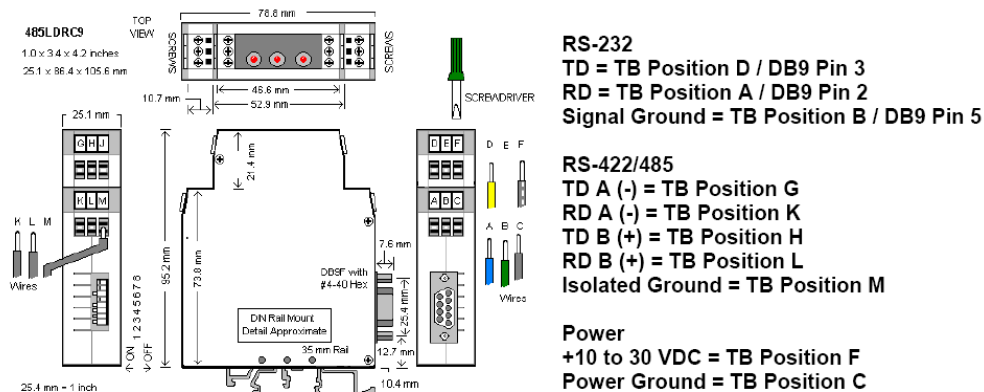


Figura. 2. 11. Características físicas del convertidor 485/ethernet

2.6.2. Ethernet Gridconnect conversor 485/Ethernet



Figura. 2. 10. Convertidor 485/232/Ethernet

Net485 inteligente es un dispositivo plug-and-play RS485-a-adaptador de Ethernet que permite a cualquier dispositivo RS485 para convertirse en una red Ethernet e Internet habilitada. Configuración sencilla a través de Telnet o página web. Las versiones OEM están disponibles para una cantidad mínima pequeñas.

El NET485 se basa en la XPort potente servidor de dispositivo, con todas las funciones de un alto el rendimiento del servidor de dispositivo incluyendo un servidor web integrado para las páginas web de usuario personalizada.

El NET485 es alimentado por tensión de corriente externo (rango de 8 -- 30VDC) que está conectado a la bloque de terminales. El NET485 ha pliego de condiciones de temperatura -- 30 a 65 grados C. Estas especificaciones permiten a los NET485 a ser utilizado en comerciales y aplicaciones industriales.

El NET485 tiene muchos usos y puede utilizarse en cualquier dispositivo de servidor se utiliza. Esto incluye aplicaciones como el fuego y la seguridad paneles, terminales de venta, control remoto la gestión de equipos, gestión, control de acceso, de control industrial, hogar automatización, instrumentación y muchas otras aplicaciones que requieren un dispositivo de serie simple de en red.

2.6.2.1 Características

- Flexibilidad de conexión a Internet 10/100Mbit
- Ethernet - Auto-Sensing Velocidades de serie (2400, 4800, 9600, 19.2k, 38.4k, 115.2, ... 921K),
- Actividad Ethernet, Power LED
- Web Server, la configuración y las páginas de usuario
- RS485 o RS485 El soporte multi-red Drop
- Soporte RS422 (-half-duplex solamente)
- 7-bloque de terminales polo de poder y de las líneas de datos
- Puentes para permitir opcional Tx / Rx resistencias de terminación 128 -, 192 - o 256-bit AES Encryption Rijndael (opcional)
- Opcional riel DIN y clips de montaje de superficie disponible

2.6.2.2 Aplicaciones

- Fuego y Paneles de Seguridad
- Máquinas expendedoras
- Gestión de equipos remotos
- Control de Acceso
- Control Industrial
- Domótica
- Instrumentación
- Edificio de Control
- Gestión de energía

2.6.2.3 Especificaciones generales

En la Tabla. 2.6. se detallan las características básicas del módulo.

Especificación	RS- 485
Tipo de transmisión	Diferencial
Máxima velocidad de datos	10 MB/segundo
Máxima longitud de cable	1220 metros
Máxima tensión de salida	$\pm 1,5$ V
Impedancia de carga del controlador	54 ohms
Resistencia de entrada del receptor	12 Kohms mínimo
sensibilidad de entrada del receptor	± 200 mV
Rango de voltaje de entrada	-7 Vcd a +12Vcd
Número de conductores por línea	32
Número de receptores por línea	32

Tabla. 2.6. Especificaciones básicas del módulo NET485

En la Tabla. 2.7. se muestra la distribución de pines del módulo NET485 con el cual se realizará la conexión de la comunicación con el módulo RS-232/RS-485.

Señales del NET485	Pines
TXDA	7
TXDB	6
RXDA	5
RXDB	4
SGND	3
GND	2
8 - 24 VCD	1

Tabla.2.7. Distribución de pines

El módulo NET485 usa el protocolo Internet (IP) para la red de comunicación y el protocolo de control de transmisión (TCP) para asegurar que ningún dato se perdido o duplicado y que cualquier dato sea enviado correctamente a su destino.

2.6.2.4 Protocolos que soporta el módulo

Un protocolo es un método estándar que permite la comunicación entre procesos (que potencialmente se ejecutan en diferentes equipos), es decir, es un conjunto de reglas y procedimientos que deben respetarse para el envío y la recepción de datos a través de una red. Existen diversos protocolos de acuerdo a cómo se espera que sea la comunicación. Algunos protocolos, por ejemplo, se especializarán en el intercambio de archivos (FTP); otros pueden utilizarse simplemente para administrar el estado de la transmisión y los errores (como es el caso de ICMP).

En Internet, los protocolos utilizados pertenecen a una sucesión de protocolos o a un conjunto de protocolos relacionados entre sí. Este conjunto de protocolos se denomina TCP/IP que es el utilizado en la central de medida.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISEÑO

3.1 General

Para el presente proyecto la empresa SEIUS requiere un sistema que permita el monitoreo de variables eléctricas tanto local como remoto a través de una central de medida como es el PM500 que proporcionará la lectura de las variables eléctricas a ser mostradas en una PC y almacenadas mediante históricos, estas variables son monitoreadas a través del internet por una red Ethernet.

3.2 Específicos

El sistema de una central de medida a ser implementado deberá constar con los siguientes parámetros:

- Una central de medida PM500 que permita el acceso a las variables eléctricas especificadas en el capítulo 2 en la tabla Tabla. 2. 1.
- Visualización local de la red eléctrica a ser monitoreada y analizada, para esto el PM500 cuenta con un display en la parte frontal del panel que da la facilidad de obtener una lectura de los datos mediante el acceso local al PM500.
- Visualización remota tanto digital como gráfica de las variables eléctricas analizadas a través de una red Ethernet, el módulo PM500 posee una comunicación vía RS 485 la cual será cambiada a RS 232 y Ethernet mediante conversores.

- Además para la visualización de las variables eléctricas se requerirá un programa que sirva de interfaz en la lectura de datos para lo cual se ha optado por el Software de WONDERWARE como es INTOUCH una herramienta aplicada en el entorno industrial, utilizando el protocolo de comunicación Modbus a través del puerto físico RSR232 o Ethernet.
- Almacenamiento de las variables eléctricas a través de una PC que servirá como base de datos para la adquisición de datos de la red eléctrica a ser analizada para lo cual se requerirá una computadora con los siguientes parámetros:
 - Sistema Operativo: Windows 95, 98, 2000 XP, o similares.
 - Disco duro como mínimo 60 GB.
 - Memoria RAM 512MB en adelante.
 - Procesador desde Pentium 4 en adelante, si el procesador es de mejores características se optimizará la lectura de datos en un tiempo más cercano al real.
- Estos datos serán almacenados en documento de Excel de Microsoft Office.
- Finalmente el sistema podrá ser monitoreado a través del servicio de internet, este monitoreo se realizará con el software llamado LOGMEIN el cual permite acceder a los datos de la PC que se encuentra conectada remotamente a la central de medida PM500.⁵

⁵ Barreto Raúl y Jaramillo Jorge, Tesis: Estudio de Fallas y Coordinación de Protecciones de sistemas SCADA, Universidad de Cuenca, Marzo de 1995

3.3 Diagrama de Bloques

3.3.1 General del sistema

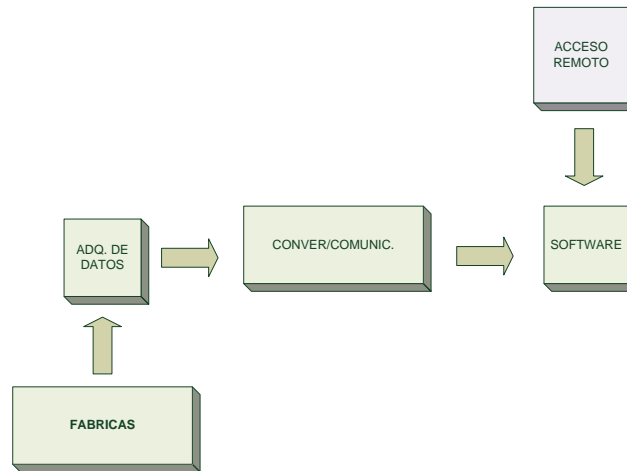


Figura. 3.1. Diagrama de Bloques del Sistema

3.4 Diseño de hardware del sistema

El diseño del hardware del sistema se encuentra basado en las etapas de comunicación, adquisición, visualización, y acceso, como se muestra en la figura 3.2.

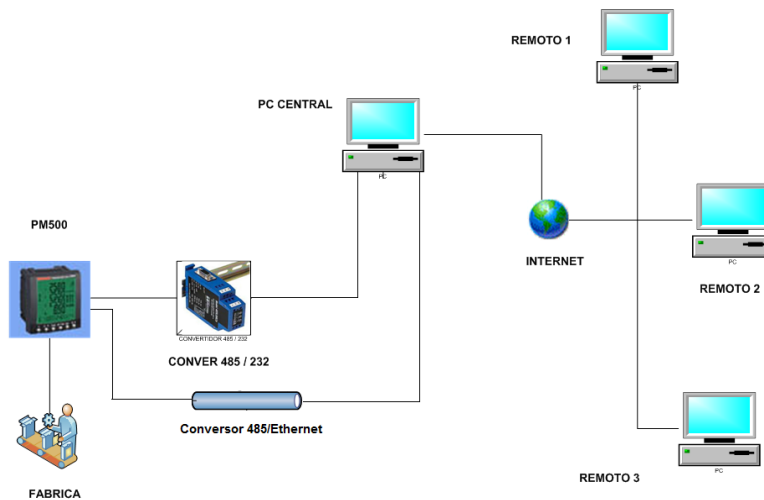


Figura. 3. 2. Diagrama del Sistema

3.5 Conexión de la central de medida PM500

La conexión de la central de medida PM500 consta de dos partes, la parte eléctrica, y la parte de comunicaciones.

En las conexiones eléctricas el módulo PM500 consta de la parte de alimentación de tensiones y la de corrientes con las cuales el módulo internamente realiza los cálculos correspondientes para así presentar los datos de energía, potencias, factor de potencia y las demás variables especificadas anteriormente.

Las comunicaciones del módulo PM500 con la PC se realizan a través de los módulos de conversión 232/485 y el 485/Ethernet para la comunicación con la PC a través de la red Ethernet.

El detalle de conexiones eléctricas y de comunicación se especifican en el Anexo 2.

3.6 Diseño del Software del Sistema

3.6.1 Topología utilizada para el sistema del HMI

El HMI que se presenta hace referencia a un sistema de adquisición de datos y control para poder supervisar parámetros eléctricos de la central de medida PM500. Para dicho efecto el HMI desarrollado tiene como objetivo específico monitorear los datos obtenidos por el PM500 y asociarlos con la misma. La topología tipo árbol es la utilizada en el diseño de HMI por las facilidades que brinda al usuario.

El interfaz está desarrollado de acuerdo a los principios de diseño que son:

- Usabilidad

- Navegabilidad
- Teoría del color
- Manejo de la información
- Consistencia.

Usabilidad

La posibilidad que el usuario manipule fácilmente el interfaz alcanzando los objetivos de funcionalidad del sistema con poca experiencia de manejo.

Navegabilidad

Tiene por objetivo que el usuario se desenvuelva en el entorno del interfaz sin ningún problema, con la ayuda visual de los parámetros a ser monitoreados.

Teoría del color

Los colores utilizados en el interfaz son considerados son los óptimos para la presentación visual.

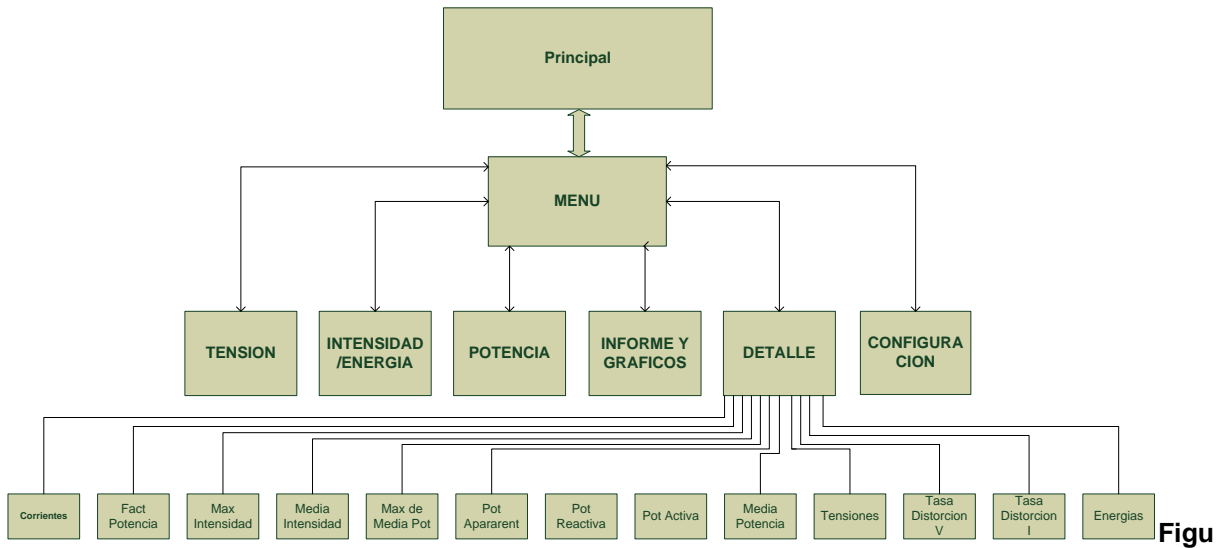
Manejo de información

El manejo de la información presentada en el interfaz está basado en información interna (valores históricos de las variables).

Consistencia

La consistencia del interfaz se encuentra establecida por los valores leídos desde el PM500 hacia la PC de manera inmediata⁶.

⁶ *Curso de Automatización II Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín*
Rafael Larios Restrepo – 200054700 Guillermo León Ospina – 200056888



ra. 3.7. Topología del HMI.

3.6.2 Pantallas de Visualización

3.6.2.1 Pantalla de Inicio

El HMI del sistema ofrece una pantalla inicial para el ingreso al software de monitoreo.



Figura. 3.18. Visualización de la Pantalla Principal del Software del Sistema.

3.6.2.2 Pantalla del Menú del HMI

El menú tiene un entorno gráfico que permite una mejor diferenciación de operación, la interacción es más amigable con el usuario de fácil manejo y entendimiento, la pantalla tiene gráficas de las líneas de tensión, la central de medida PM500, el disyuntor local de la fábrica y los botones de ingreso a las diferentes pantallas de monitoreo de medida que posee el HMI.

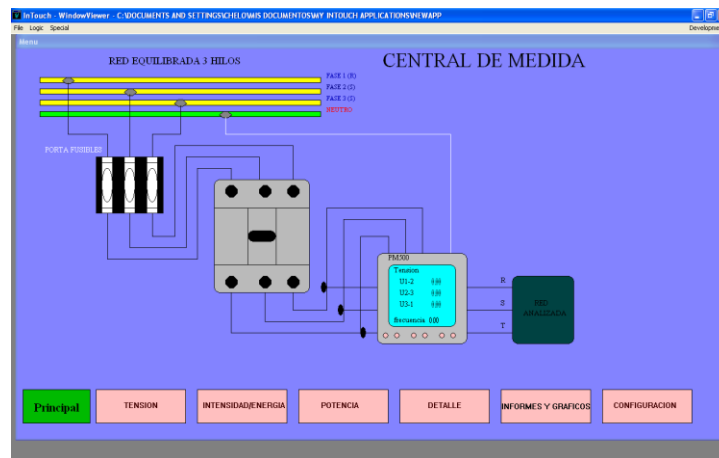


Figura. 3.19. Visualización de la Pantalla del Menú del HMI

La pantalla *Menú* tiene animación, cuando se conecta el PM500 y si el funcionamiento es correcto las líneas de tensión cambian de color, se tiene una visualización real del proceso que se está analizando para facilitar el entendimiento del funcionamiento tanto en el HMI como de la implementación del equipo a la red que se está analizando.

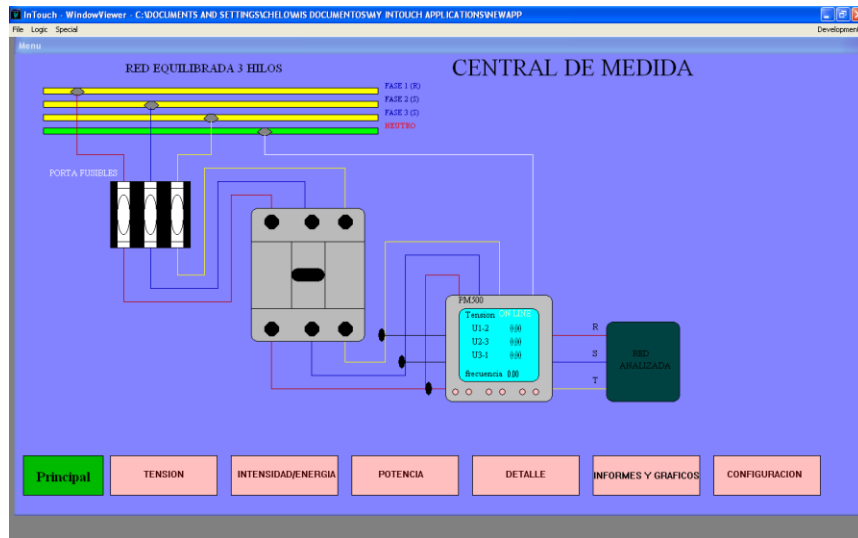


Figura. 3.20. Visualización de la Pantalla animado del Menú del HMI

3.6.2.3 Pantalla de la Tensión

Al ingresar al enlace de *Tensión* en el HMI se tiene la pantalla de voltajes con sus diferentes variables expresadas en medidas numéricas de fácil lectura y apreciación para cada una de las fases que están siendo analizadas por la central de medida. Entre las variables que se observa en la pantalla de tensiones se tiene:

3.6.2.4 THD (tasa de distorsión armónica)

Es el valor instantáneo de la tensión que posee cada fase o cada hilo y el punto neutro, este valor dependerá del tipo de conexión y de la configuración de valores de voltaje.

3.6.2.5 THD V (tasa de distorsión armónica significado)

Las siglas *THD* equivalen a Total Harmonic Distortion, tasa de distorsión total armónica, y es un indicador ampliamente utilizado en la definición del nivel de contenido armónico en señales senoidales. Relación entre el valor eficaz de las componentes armónicas de tensión y el correspondiente valor fundamental.

3.6.2.6 Instantánea U12

Es el valor instantáneo de la tensión entre la fase 1 y la fase 2. Es el valor que existe entre una línea y otra línea en este caso entre la línea 1 y la línea 2.

3.6.2.7 Frecuencia.

Es el valor de la frecuencia, que por lo general para la red eléctrica tiene un valor de 60 Hz.

	Instantanea [V]	THD [V]	Instant U12[V]	THD U12[V]	Instant U23[V]	THD U23[V]	Instant U31[V]	THD U31[V]	Frecuencia [Hz]
PM500			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FASE 1	0.00	0.00							
FASE 2	0.00	0.00							
FASE 3	0.00	0.00							

Figura. 3.21. Visualización de la Pantalla de tensiones.

3.6.2.8 Pantalla de la Intensidad

La pantalla de visualización de las intensidades tiene variables que son tomadas por el PM500, las cuáles son muy importantes en el análisis de una red eléctrica.

3.6.2.9 Instantánea.

Los valores instantáneos de intensidad para cada fase y adicionalmente para el neutro. Es el valor que circula por cada uno de las fases.

3.6.2.10 THD I (tasa de distorsión armónica)

Relación entre el valor eficaz de las componentes armónicas de intensidad y el correspondiente valor fundamental.

3.6.2.11 Factor de Potencia

Se define factor de potencia como la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S, si las corrientes y tensiones son señales perfectamente sinusoidales, el factor de potencia será igual a $\cos \phi$ o como el coseno del ángulo que forman los fasores de la intensidad y el voltaje, designándose en este caso como $\cos \phi$, siendo ϕ el valor de dicho ángulo. De acuerdo con el triángulo de potencias de la Figura 3.22:

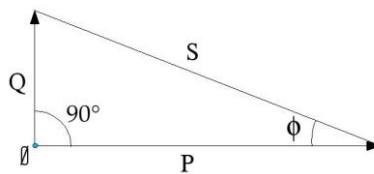


Figura. 3.22. Triangulo de Potencias

$$f.d.p. \equiv \cos \phi = \frac{P}{S}$$

Ecuación 3.1. Factor de potencia.

(Si las corrientes y tensiones son señales perfectamente sinusoidales)

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

$$P = I \cdot V \cdot \cos \phi = I \cdot Z \cdot I \cos \phi = I^2 \cdot Z \cdot \cos \phi = I^2 \cdot R \quad \text{Ecuación}$$

Ecuación. 3.2. Potencia Activa.

3.6.2.13 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 voltiamperios reactivos (**VAR**) y se designa con la letra **Q**.

	Potencia Activa	Potencia Reactiva	Potencia Aparente
Primera fase	$P1=UF1*IF1*\cos\phi1$	$Q1=UF1*IF1*\sin\phi1$	$S1=UF1*IF1*$
Segunda fase	$P2=UF2*IF2*\cos\phi2$	$Q2=UF2*IF2*\sin\phi2$	$S2=UF2*IF2*$
Tercera fase	$P3=UF3*IF3*\cos\phi3$	$Q3=UF3*IF3*\sin\phi3$	$S3=UF3*IF3*$
Sistema Trifasico	$P=P1+P2+P3$	$Q=Q1+Q2+Q3$	$S=\sqrt{P^2 + Q^2}$

Tabla. 3.1. Cuadro de fórmulas de potencias

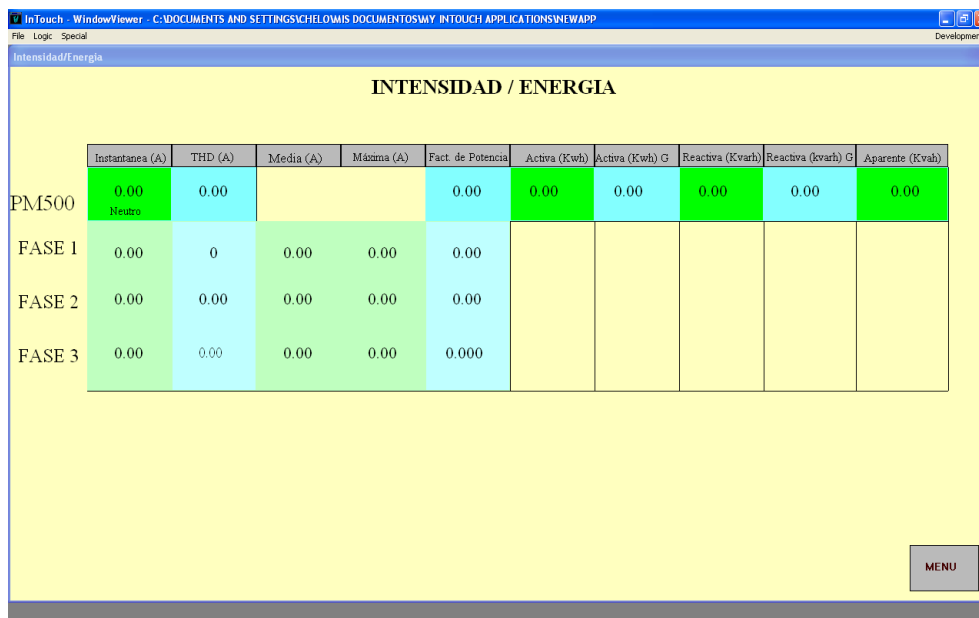


Figura. 3.23. Visualización de la Pantalla de intensidades

3.6.2.14 Pantalla de Potencias

La pantalla de potencias tiene las variables medidas de cada fase o hilo analizado.

3.6.2.15 Potencia Instantánea

La potencia instantánea suministrada a una carga es el producto de la corriente instantánea a través de la carga y la diferencia de potencial en sus terminales.

3.6.2.16 Potencia Media

En los circuitos de A.C. la corriente y la diferencia de potencial varían con el tiempo tenemos una cantidad más usual que es la potencia media que el producto de los valores eficaces de la corriente I y la diferencia de potencial V y el coseno del ángulo de fase f entre la corriente y la diferencia, es decir:

$$P=IV \cos\phi \dots\dots\dots \text{Potencia Activa}$$

	Instantanea (Kw)	Media (Kw)	Maxima (Kw)	Instantanea (Kvar)	Media (Kvar)	Maxima (Kvar)	Instantanea (KVA)	Media (KVA)	Maxima (KVA)
PM500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FASE 1	0.00			0.00			0.00		
FASE 2	0.00			0.00			0.00		
FASE 3	0.00			0.00			0.00		

Figura. 3.24. Visualización de la Pantalla de potencias

3.6.2.17 Pantalla del detalle de todas las Medidas

En la pantalla de *Detalle* se tiene las variables de tensión, intensidad, potencia, donde son presentadas en una sola pantalla para una mejor verificación de estos valores relacionándolos con los otros parámetros de medida, y sin la necesidad de salir de la misma. En esta pantalla se tiene una simplificación de visualización de variables.

The screenshot shows a software interface titled 'DETALLE TOTAL' with three data tables. The first table, 'TENSIONES', shows voltage and frequency data. The second table, 'INTENSIDADES / ENERGIA', shows current, power factor, and energy data. The third table, 'POTENCIAS', shows active, reactive, and complex power data. All values are currently 0.00.

TENSIONES								
	Instantanea [V]	THD [V]	Instan U12[V]	THD U12[V]	Instant U23[V]	Instant U31[V]	THD U31[V]	Frecuencia [Hz]
PM500			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FASE 1	0.00	0.00						
FASE 2	0.00	0.00						
FASE 3	0.00	0.00						

INTENSIDADES / ENERGIA									
	Instantanea (A)	THD (A)	Media (A)	Máxima (A)	Fact. de Potencia	Activa (Kwh)	Reactiva (Kvarh)	Reactiva (kvarh) G	Aparente (Kvah)
PM500	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FASE 1	0.00	0	0.00	0.00	0.00				
FASE 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
FASE 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				

POTENCIAS									
	Instantanea (Kw)	Media (Kw)	Maxima (Kw)	Instantanea (Kvar)	Media (Kvar)	Maxima (Kvar)	Instantanea (KVA)	Media (KVA)	Maxima (KVA)
PM500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FASE 1	0.00			0.00			0.00		
FASE 2	0.00			0.00			0.00		
FASE 3	0.00			0.00			0.00		

Figura. 3.25. Visualización de la Pantalla del detalle total de medidas

3.6.2.18 Pantalla de informes y gráficos

En la pantalla de *Informes y Gráficos* se tiene un menú organizado en relación a la diferente presentación de informes, gráficos y adquisición de datos, esta pantalla tiene todas las variables con su respectivo enlace simplificando para la visualización de cada una de las variables a ser consideradas.

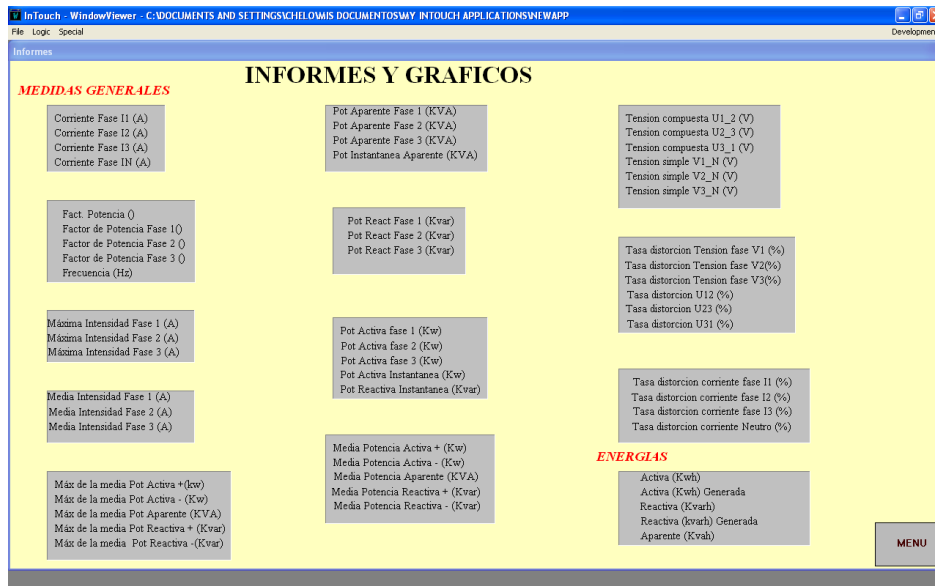


Figura. 3.26. Visualización de la Pantalla de menú de gráficos e históricos

3.6.2.19 Pantalla de gráficos e históricos

Las gráficas, permiten visualizar en tiempo real y registrar en un fichero para visualizarlo posteriormente.

3.6.2.19.1 Procedimiento:

- Las tres etiquetas de memoria entero, creados para la pantalla de alarmas, marcar la opción de registro de datos (Log Data).
- Los tres *Sliders* utilizados en la pantalla anterior, copiarlos en la pantalla de históricos. Modificar el color de relleno y de texto, colocar el texto adecuado y sobre ellos, colocar un texto indicativo.

3.6.2.19.2 Históricos

La realización de los Históricos en INTOUCH para este sistema se encuentra descrita en el anexo 5.

La presentación de la pantalla de históricos se presenta en la Figura 3.27

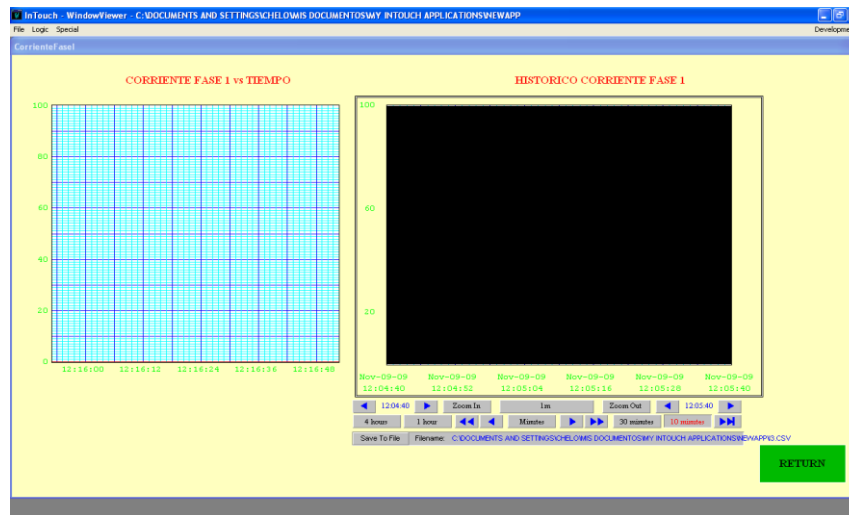


Figura. 3.27. Visualización de la Pantalla de gráficos e históricos

3.6.2.20 Pantalla de configuración de comunicaciones

En la pantalla de *Comunicaciones* se tiene la configuración de puertos, velocidad, paridad con la que se va usar la Central de medida en la red a ser analizada, esto es para la comodidad del usuario para que configure el equipo, el software con la comunicación que este desee, lo principal de la central de medida es que no tiene ningún problema con la configuración siendo flexible en estos casos. Por lo cual se ha provisto al software de esta configuración para que el usuario tenga la opción de configurar la comunicación a su manera.

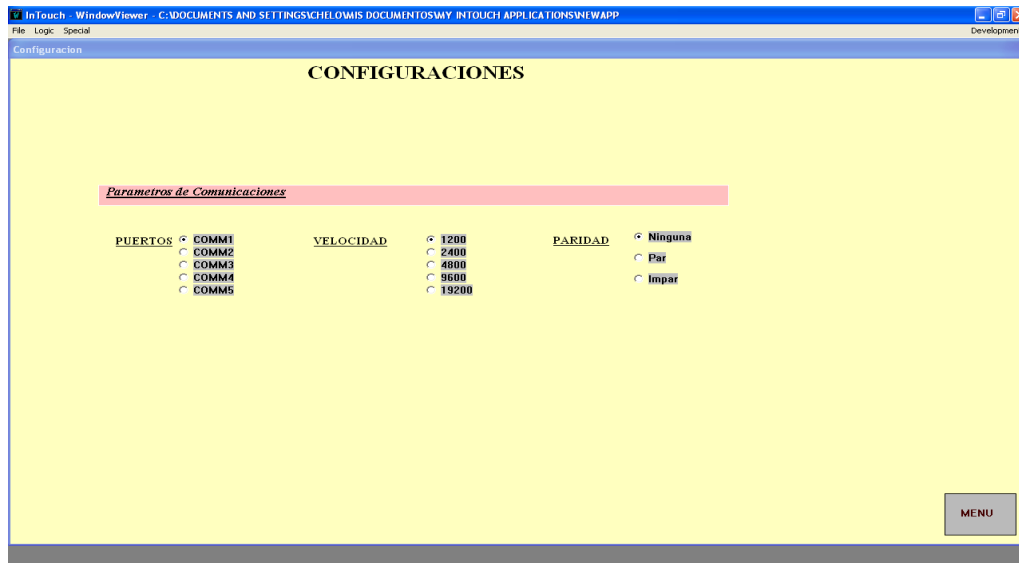


Figura. 3.28. Visualización de la Pantalla de configuraciones de comunicación.

3.7 Software de Monitoreo Remoto a través de Internet

Para el monitoreo y control vía Internet se utilizó el software **LogMeIn**, que es una eficaz herramienta con la que se puede acceder a la computadora que controla los procesos desde cualquier lugar del mundo sin necesidad de estar frente a ella. LogMeIn es especialmente útil al momento de realizar la supervisión de los procesos vía Internet, aprovechando las pantallas HMI realizadas en INTOUCH se puede obtener un acceso remoto a las aplicaciones realizadas, permitiéndole al usuario manipular con libertad los procesos.

LogMeIn es una aplicación que permite acceder a un ordenador de forma remota desde cualquier lugar. Proporciona un control total del equipo al que se accede y sólo es necesario que los dos equipos dispongan de una conexión a Internet.

Para información detallada de cómo crear una cuenta y su configuración respectiva se detalla en el Anexo 8.

3.7.1 Justificación del uso de LogMeIn.

Para escoger el programa ideal para el Escritorio Remoto se llegó a la conclusión que se necesitaba un programa que cumpla con algunas características esenciales:

- Ver todo lo que se está haciendo en el equipo
- Gestionar carpetas y archivos (crear, copiar, mover)
- Instalar y desinstalar software según lo queramos
- Abrir páginas web, correos electrónicos, etc.
- Ofrecer asistencia técnica al usuario
- Arreglar y configurar el ordenador remotamente
- Proteja la información de los ordenadores.
- Que utilice una única solución remota de copias de seguridad para todos sus ordenadores, sin importar donde se encuentre.

Entre todos los programas que se analizó y revisó, se llegó a la conclusión que el más indicado para el proyecto es el Programa LogMeIn porque es una aplicación bastante fácil de usar en la cual se puede controlar remotamente un equipo sin conocer la IP del equipo, y otros datos más extraños para los cuales se necesitaría conceptos avanzados de informática, por todas estas ventajas que nos ofrece se determinó que el mejor programa para nuestro proyecto es el mencionado anteriormente.

3.8 Sistema de Comunicación

La comunicación del sistema está basada en una red Ethernet utilizando un conversor NET485 que establece una red a través de una IP ofrecida por el mismo, y

con la ayuda de un OPC server permite la comunicación mediante el protocolo Modbus TCP/IP con la PC como se muestra en la Figura. 3.54.

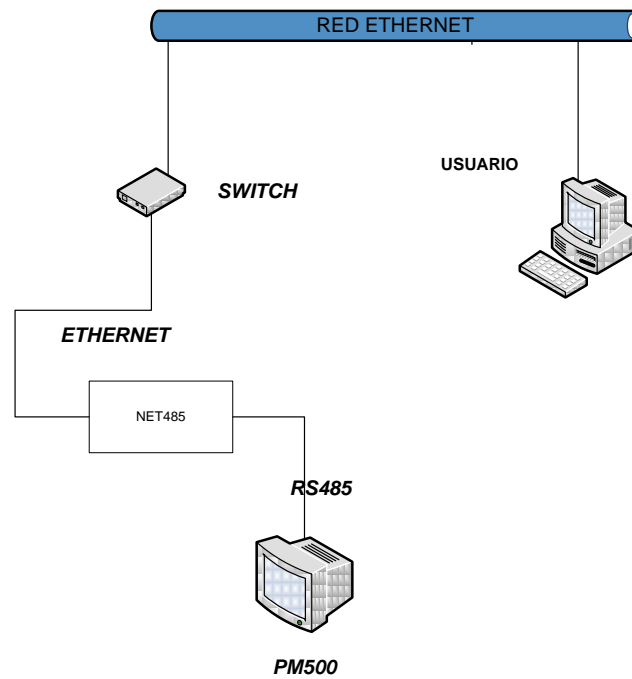


Figura. 3.54. Diagrama de conexión de la RED

El sistema está basado en una topología tipo mixta a la cual se le puede adjuntar otras centrales de medida dependiendo los requerimientos del sistema a ser monitoreado.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS EXPERIMENTALES

La verificación del perfecto funcionamiento del sistema se lo hizo mediante la realización de pruebas.

- ✓ Pruebas de Comunicación.
- ✓ Prueba de Funcionamiento de Equipos.
- ✓ Pruebas de Conexiones y Aislamientos.
- ✓ Pruebas de Acceso Remoto.

4.1 Pruebas de Comunicación

4.1.1 Telnet

Mediante el comando Telnet permite acceder a una máquina remota como si se estuviese accediendo físicamente a ella, de esta manera se realizó una prueba de comunicación con la Computadora y el Sistema, pudiendo verificar en que parte hay una falla de comunicación. Con este protocolo se verificó la comunicación a Internet siendo exitosa sin ninguna falla de Comunicación.

4.1.2 Direccionamiento IP

Para las Pruebas de direccionamiento IP se realizó las conexiones correctas para poder tener una asignación IP del sistema.

Para comprobar el perfecto direccionamiento del sistema se verificó que algunos parámetros se encuentre correctos, siendo los siguientes:

- ✓ Asignación de Dirección IP
- ✓ Ajuste del Pin 0 (CP0) configurando para RS485_TXEN.
- ✓ Ajuste del RS485_TXEN en activar para nivel alto.
- ✓ Ajuste del protocolo serial para RS48 – 2 líneas (ó RS422/485 – 4 líneas si la opción del puente esta ajustado a 422).
- ✓ Ajuste los parámetros del puerto serial para elegir el controlador.
- ✓ Mover los terminales de RX y TX puenteados para líneas de corto alcance

Las pruebas de Direcciones IP fueron exitosas el sistema tiene una dirección IP lista para utilizarse y funcionar para la comunicación.

4.1.3 Pruebas con el Software y el dispositivo del Conversor Ethernet.

Para las pruebas del software con el dispositivo Ethernet se debe utilizar el programa propio del conversor, su instalación esta explicada en el anexo 6. En la Figura. 4.1. se muestra un aparato encontrado en la red, con la dirección IP asignada por el DHCP server. El aparato esta normalmente con la dirección IP 0.0.0.0 de fábrica. La dirección del hardware es una dirección permanente individual asignada para el

aparato particular en la red. La dirección del hardware puede ser encontrada en la etiqueta del producto.⁷

La prueba fue exitosa, el software encontró el dispositivo Ethernet su configuración, su dirección IP, su dirección MAC, con los cuáles se comprobó que es el dispositivo utilizado en el sistema.

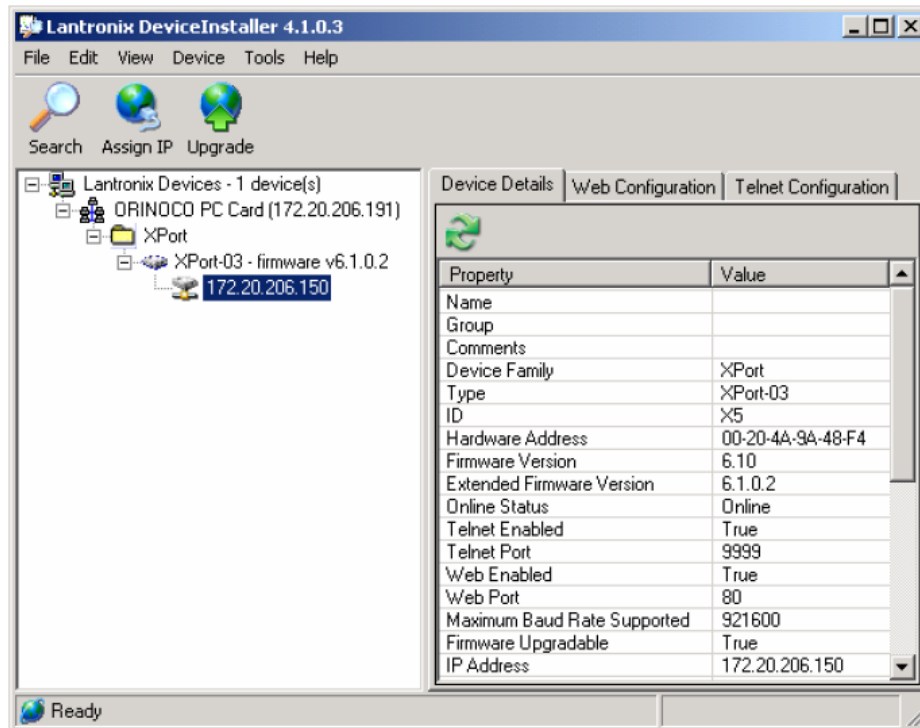


Figura. 4.1. Dispositivo Ethernet Encontrado.

4.1.4 Prueba para el Acceso Remoto a través del Internet

Para la prueba puede de acceso remoto a través de Internet se utilizó un navegador externo con el cual se puede ver la configuración web. Para el sistema se realizo la prueba con una página web abierta en un navegador externo Figura. 4.2.

⁷ http://site.gridconnect.com/docs/PDF/XPort-EIP-MB_UG.pdf

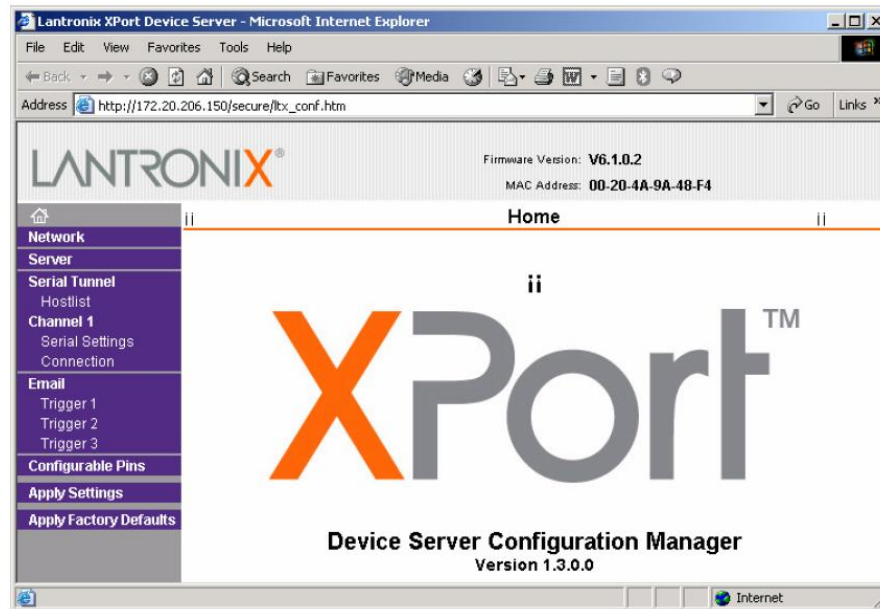


Figura. 4.2. Pagina abierta un navegador externo

Mediante el navegador externo se puede comprobar que la prueba para acceso remoto a través de internet fue exitosa el sistema se encuentra listo para la comunicación remota, figura 4.3.

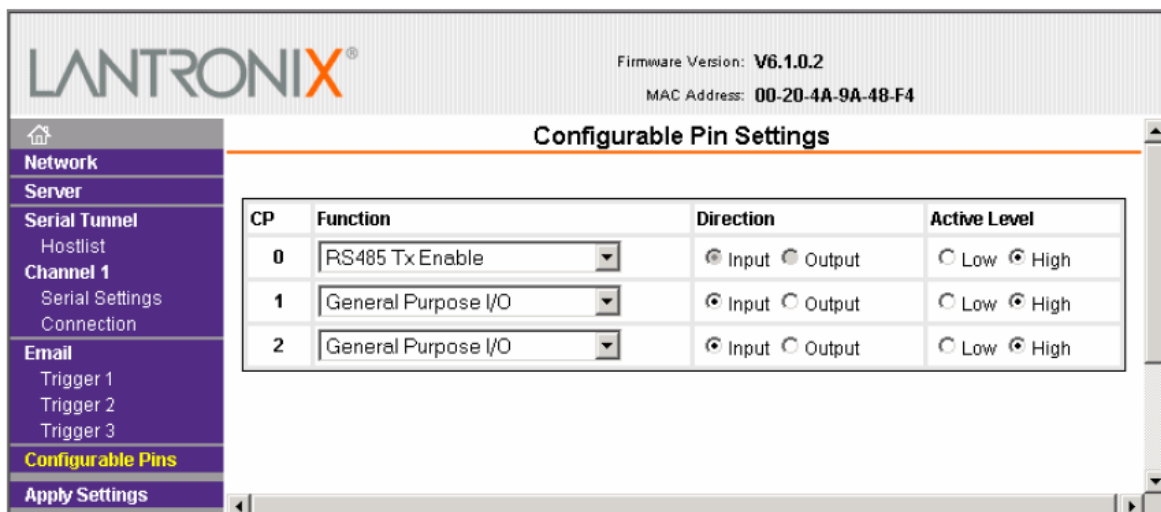


Figura. 4.19. Pagina de configuración de pines

4.1.5 Pruebas de los Módulo de Protección

Para realizar la prueba de los módulos de protección se puso a prueba al disyuntor aplicando una sobre carga a la que soportaba en el disyuntor.

La prueba realizada fue exitosa los equipos no tuvieron ningún daño con el cortocircuito.⁸

4.2 Pruebas de Funcionamiento de la Central de medida

Para las pruebas de funcionamiento se debe tener en cuenta que lo primordial en una conexión eléctrica son las perfecta unión entre borneras y el correcto aislamiento de sus terminales.

4.2.1 Pruebas de continuidad y aislamiento

Esta es la medida más simple que se puede realizar con un multímetro. En los circuitos y aparatos eléctricos a una medida de resistencia muy baja, generalmente del orden de cero ohmios que indica conducción o unión directa entre dos elementos. La continuidad generalmente se utiliza para la comprobación del buen estado o conducción de un fusible, una lámpara, un conductor, etc.

4.2.1.1 Prueba de continuidad mediante el uso del multímetro

Control de seguridad:

- Asegurarse siempre que se usa el equipo de protección adecuado antes de comenzar el trabajo. Es muy fácil lastimarse aun cuando se toman las más exhaustivas medidas de protección.

⁸ <http://www.feriazaragoza.es/almacenFiles/Schneider%20COMPLETO.pdf>

- Asegurarse siempre que el área/ ambiente de trabajo este lo más seguro posible. No usar equipo de Taller dañado, roto o gastado.
- Seguir siempre instrucciones de seguridad personal del fabricante para prevenir daño al vehículo al que se le está haciendo el servicio.
- Asegurarse que se entiendan y se observen todos los procedimientos de seguridad personal cuando se llevan a cabo las siguientes tareas. Si no se conocen cuales son estos procedimientos o existen dudas, consultar con el supervisor.

Puntos a tener en cuenta:

- DVOM significa en ingles Multímetro digital
- Los multímetros digitales vienen en muchas formas. Síganse siempre las instrucciones del fabricante en el uso del medidor, o podrá causarse serio daño al medidor y/o al circuito eléctrico.
- Cuando se controla continuidad con un multímetro digital, la potencia suministrada al circuito durante la operación debe estar apagada.

4.2.1.2 Pruebas de aislamiento eléctrico en conductores

Cada uno de los conductores eléctricos de la instalación sea que se encuentre alimentado un motor, generador, transformador, etc. esta cubierta cuidadosamente con alguna forma de aislamiento eléctrico. El alambre en sí, generalmente de cobre o aluminio, es un buen conductor de la corriente eléctrica que da potencia a sus

equipos. El aislamiento debe ser justamente lo opuesto de un conductor. Debe resistir la corriente y mantenerla en su trayectoria a lo largo del conductor. Las pruebas de aislamiento se basan en la Ley de Ohm. El propósito del aislamiento que envuelve a un conductor es similar al de un tubo que lleva agua, y la Ley de Ohm en electricidad puede ser entendida más fácilmente por comparación. La presión del agua de una bomba ocasiona el flujo a lo largo del tubo. Si el tubo tuviera fuga, se gastaría agua y se perdería cierta presión.

En la electricidad, el voltaje es similar a la presión de la bomba y ocasiona que la electricidad fluya a lo largo de los alambres de cobre. Como en un tubo de agua, existe cierta resistencia al flujo, pero es mucho menor a lo largo del alambre que a través del aislamiento.

El sentido común nos dice a mayor voltaje se tendrá mayor corriente, También, que a menor resistencia del alambre se tendrá más corriente con el mismo voltaje. Realmente, esta es la Ley de Ohm, que se expresa de esta manera en forma de ecuación, como:

$$V = I * R$$

Ecuación. 4.1. Ley e Ohm

Donde: V= Voltaje en voltios.

I= Corriente en amperios.

R= Resistencia en Ohm.

Sin embargo, ningún aislamiento es perfecto (su resistencia no es infinita), de modo que cierta cantidad de electricidad fluye a lo largo del aislamiento o a través de él a tierra. Tal corriente puede ser solo de un millonésimo de amperio (un microamperio) pero es la base del equipo de prueba del aislamiento. Esta pequeña cantidad de corriente, por supuesto no dañaría un buen aislamiento pero sería un problema si el aislamiento se ha deteriorado.

En el aislamiento de la central de medida se obtuvo una alta resistencia tendiendo al infinito entre sus aislantes y los conductores eléctricos siendo exitosa la verificación.

4.3 Verificación de las Comunicaciones con el PC

Para la verificación de comunicaciones con el PC se realizó las asignaciones de variables eléctricas a través de un software de interfaz llamado lockout ya que el software utilizado como presentación INTOUCH no permite leer valores directo desde el PM500 por lo que se ha utilizado el modbus TCP/IP del programa LOOKOUT como driver de comunicación como se explica en el anexo 7.

Las pruebas fueron exitosas, los valores leídos desde el PM500 son los mismos que se muestran en el software del sistema desarrollado, y los datos obtenidos se presentan en el Anexo 4.

CAPÍTULO 5

Costos, Alcances y Limitaciones

5.1 Costo del Sistema Implementado.

En la tabla 5.1 se muestra el costo actual de cada uno de los elementos utilizados en la central de medida.

No	Descripción	Precio unitario	Precio
1	Central PM500 schneider	\$ 600,00	\$ 600,00
5	Canaletas plásticas	\$ 20,00	\$ 100,00
1	Fuente de voltaje 24V	\$ 190,00	\$ 190,00
1	Convertor 485 a 232	\$ 220,00	\$ 220,00
1	Convertor 232 a Ethernet	\$ 200,00	\$ 200,00
1	Panel de Seguridad	\$ 100,00	\$ 100,00
60	Borneras	\$ 0,33	\$ 20,00
120	Etiquetas	\$ 0,08	\$ 10,00
1	Caja de Herramientas	\$ 50,00	\$ 50,00
1	Plástico de Seguridad	\$ 10,00	\$ 10,00
	100 metros de cable de 1 x 14mm		\$ 25,00

TOTAL \$ **1.525,00**

Tabla. 5.1. Presupuesto

AL existir una infinidad de centrales de medida con diferentes características se ha realizado un breve detalle técnico-económico de los diferentes POWERMETER de la serie PM de Merlin Gerin, analizando sus funciones precios y características técnicas, detallados en el anexo 9.

5.2 Alcances

Una Central de medida permite obtener parámetros eléctricos de las líneas de producción de las fábricas, como intensidades, tensiones, frecuencias, factores de potencia etc, con la finalidad de controlar los consumos de energía eléctrica. La central de medida PM500 proporciona las medidas necesarias para el monitoreo de las instalaciones eléctricas de baja tensión (monofásicas o trifásicas) para la supervisión eléctrica, sustituyendo indicadores analógicos.

Con la implementación de este sistema se solucionó el problema de verificación de las instalaciones eléctricas industriales de las diferentes empresas a nivel nacional, obteniendo así un campo de investigación muy extenso, ya que este tipo de investigación no se ha realizado en la mayoría de empresas en este país.

La realización de este proyecto tiene como finalidad proporcionar las medidas necesarias para el control de las instalaciones industriales con la implementación de hardware y software, con la facilidad de supervisar, de forma sencilla y a distancia, los consumos energéticos de cada uno de los procesos que posea cualquier empresa en el país; con el fin de optimizar costes.

La información sobre las condiciones de funcionamiento de instalaciones industriales hoy en día se lo realiza de forma manual, poco preciso y que suponía un coste significativo en efectivos y tiempo. Este sistema pretende automatizar la toma de datos, registros de energía, y así proporcionar un informe detallado de los mismos, solucionando la falta de información de consumo energético, teniendo en cuenta las horas de funcionamiento, las líneas de producción que posee la empresa en la que va ser implementada el sistema.

Con este proyecto se automatizó el informe mensual del consumo de energía de las instalaciones eléctricas por líneas de producción existentes, que posea un empresa

mediante el sistema de monitoreo de una central de medida, con la presentación real del consumo real de los distintos procesos en las respectivas empresas que requieran el sistema de monitoreo, para poder determinar los costes de energía que posee la empresa.

El sistema obtuvo los valores de consumo, por día, por hora. Para la empresa en la que se analiza el monitoreo mediante la utilización del software diseñado, para la generación de informes de una manera detallada, fácil de ser revisada y comprendida. Lo que permitirá controlar fenómenos eléctricos como transitorios de voltaje y corriente, que pueden deteriorar las instalaciones y equipos eléctricos en una planta.

5.3 Limitaciones

Para el presente proyecto las limitaciones son muy pocas entre las cuales se puede destacar la no implementación por parte de las empresas en sistemas de monitoreo para optimizar la calidad de energía que tiene cada una de ellas en el mercado nacional pues no existe un presupuesto establecido por parte de estas empresas en sistemas de mejoramiento de la calidad de energía eléctrica.

La falta de conocimiento de la existencia de centrales de medida por parte de las personas encargadas de mantenimiento eléctrico en las empresas o fábricas no hace posible el análisis y monitoreo de los sistemas eléctricos, líneas de producción, para su mejor rendimiento con la reducción de costos a largo plazo.

El análisis de las redes en las empresas e industrias se los realiza mediante sistemas analógicos ya que por su bajo costo son de mayor accesibilidad económica que los sistemas digitales como lo es la central de medida, es por esto que se opta por no utilizar estos sistemas desconociendo las diferentes ventajas presentadas en este proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha logrado establecer una central de medida que monitorea continuamente las variables eléctricas con acceso en cualquier lugar del mundo a través de internet.
- Las variables que monitorea la central de medida son todas las que intervienen en una red eléctrica para poder controlar el consumo de energía, por lo que la central de medida se convierte en una herramienta importante en el análisis de redes eléctricas.
- En cuanto a los estándares de comunicación, la central de medida tiene dos formas de enlazarse con otros dispositivos a través de los conversores de Ethernet y RS-232 lo que permite el intercambio de datos de una u otra forma dependiendo el puerto de comunicación del otro dispositivo a vincularse.
- El monitoreo remoto se lo realizó de forma que el operador pueda acceder a través de internet sin la necesidad de tener instalado el software del HMI y el driver de comunicación que se utilizó para enlazar la central de medida con la PC.
- La sencillez del HMI permite al operador una supervisión fácil de las variables eléctricas a través de la navegación organizada y bien distribuida de los parámetros que se involucran en el monitoreo.
- El análisis de la red eléctrica realizados en el edificio “Plaza Roca”, con el uso de la central de medida dio como resultado una correcta lectura de los parámetros eléctricos y de los consumos de energía allí generados siendo una herramienta primordial en el monitoreo digital de estas señales.
- Con la realización del proyecto se recomienda a las empresas invertir en proyectos de análisis y monitoreo de sus instalaciones, para poder lograr una

correcta utilización de la energía suministrada por la empresa eléctrica, para no tener que pagar altas sumas en el coste de energía.

- En el uso del PM500 se recomienda verificar la correcta lectura de los registros de los parámetros eléctricos para no tener problemas en la visualización en la HMI.
- Es estrictamente necesario considerar sistemas de protección eléctrica, para garantizar el buen desempeño de los elementos que constituyen el sistema y la vida útil de los mismos.

GLOSARIO

DISPLAY Dispositivo electrónico que permite desplegar mensajes variables luminosos, escritos o imágenes a los usuarios de la autopista. Pueden ser vistos a cualquier hora del día y en circunstancias de escasa visibilidad.

TURNO El turno es la jornada de 8 horas en que se divide un día de trabajo en las Plazas de Cobro

ETHERNET Es el nombre de una tecnología de redes de computadoras de área local (LANs) basada en tramas de datos. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

MAC (Media Access Control) Dirección de control de acceso al medio. Es un identificador hexadecimal de 48 bits que corresponde de forma única a una tarjeta o interfaz de red.

OSI (OSI, Open System Interconnection) modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos. Sirve de marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

RED Es un conjunto de nodos y enlaces que proporcionan conexiones entre dos o más puntos definidos para facilitar la telecomunicación entre ellos.

RJ-45 interfaz física comúnmente usada para conectar redes de cableado estructurado, (categorías 4, 5, 5e y 6). RJ es un acrónimo inglés de Registered Jack que a su vez es parte del Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos.

RS-232 Estándar para la conexión serial de señales de datos binarias entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Equipo de terminación del circuito de datos)

RS-422 Estándar aprobado por la EIA para conectar dispositivos en forma serial.

TCP/IP Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet de capa de Transporte que asegura la entrega satisfactoria de extremo a extremo de paquetes de datos sin error, como lo define el IETF.

USB (Universal Serial Bus) Es un puerto que sirve para conectar periféricos a un computador.

UTP Definido en el estándar EIA/TIA 568, soporta velocidades de transmisión de 10 Mbps en Ethernet 10Base-T, y 4 Mbps. Este cable tiene cuatro pares y su impedancia es de 100.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

CAPITULO I

[1] CONTROLES ELECTROMECAÑICOS S.A. Sistemas Mexicanos de alta tecnología para detección, clasificación y auditoría en peajes, Junio de 1998.

[2] DYETRON MANUAL DE SOLUCIONES PARA EL MANEJO INTEGRAL DE CONESIONES VIALES.

[3] ENGINEERED PARKING SYSTEMS, INC. parking gate model P301, Operation & Instalación manual.

[4] CAME CANCELLI AUTOMATICI Fotocélulas documentación técnica 42 Rev. 5.019R42

[5] CAME CANCELLI AUTOMATICI Controladores para campo magnético documentación técnica T20 Rev. 1.0 119RT20-E

[6] www.mzsistemas.com

[7] www.intecar.com.ar/spanish/Indexsp.htm

[8] www.rabbit.com/products/PowerCore/

CAPITULO II

[1] PowerCore Flex, Introduction, página 1, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[2] PowerCore Flex, appendix A, Electrical and Mechanical Characteristics, página 94, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[3] PowerCore Flex, Hardware Reference, página 27, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[4] PowerCore Flex, Advantages, página 5, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[5] Rabbit 3000 Microprocessor, Rabbit 3000 Design Features, página 12, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[6] PowerCore Flex, Internal and External Buses, página 32, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[7] PowerCore Flex, use of Rabbit 3000 Ports, página 29, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 112

[8] PowerCore Flex, Hardware Reference, páginas 34-38, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[9] Prototyping Board, Appendix B, página 112, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[10] Prototyping Board, Appendix B, páginas 110-111, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.

[11] PowerCore Flex, PowerCore Digital Inputs and Outputs, página 28, user's manual, 2004. www.rabbitsemiconductor.com.

- [12] Prototyping Board, Appendix A, página 94, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.
- [13] PowerCore Flex, Memory, página 43, user's manual, 2004, www.rabbitsemiconductor.com.
- [14] <http://www.forest.ula.ve/~mana/cursos/redes/protocolos.html>
- [15] http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_red#Introducci.C3.B3n
- [16] http://es.wikipedia.org/wiki/Familia_de_protocolos_de_Internet
- [17] <http://cisco.com/web/learning/netacad/index.html>, CCNA1, Capítulo 9 Ethernet Estándares e implementación
- [18] Microsoft ® Encarta ® 2007. © 1993--2006 Microsoft Corporation.
- [19] <http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>
- [20] <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1#422>
- [21] <http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>
- [22] http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_serial
- [23] Networking Solutions TCP/IP, Dynamic C TCP/IP User's Manual Vol. 1, TCP Socket Functions, página 34, www.rabbitsemiconductor.com.
- [24] Networking Solutions TCP/IP, An Introduction to TCP/IP, TCP Socket Interface, página 26, www.rabbitsemiconductor.com.
- [25] RabbitCore RCM3000 User's Manual, Software Reference, página 20, www.rabbitsemiconductor.com.

CAPITULO III

- [1] www.intecar.com.ar/spanish/Indexsp.htm

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 113

CAPITULO IV

- [1] http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/EMC/trabajos_02_03/Proteccion_contra_descargas_atmosfericas/12/12.htm

[2] <http://html.rincondelvago.com/sistemas-de-puesta-a-tierra.html>

