

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DE CHIMBORAZO**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO



TESIS DE GRADO

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE MONITOREO MÓVIL DE
ENERGÍA PARA LA ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS
ELÉCTRICOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE
(HMI) INTOUCH”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

DEISY XIMENA PINDUISACA GUAIRACAJA

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

DERECHOS DE AUTORÍA

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

Deisy Ximena Pinduisaca Guairacaja

A G R A D E C I M I E N T O

Mis agradecimientos profundos, a mis compañeros técnicos de mantenimiento eléctrico y mantenimiento plástico de la empresa PISA, entre otros ex-alumnos de la escuela de ingeniería de mantenimiento, pues ellos, compartieron sus conocimientos y experiencia conmigo, brindándome su tiempo y su invaluable amistad; agradezco a Dios que es la inteligencia superior, verdadero amor, vida y bondad, por ser "Simple y maravillosamente Dios"

D X P G

DEDICATORIA

Esta vez la dedicatoria es para María Inés Guairacaja, para ella que, como madre y amiga me brinda su vida con amor, con firmeza y suavidad en mi formación constante, y la de mis hermanas, si tiene arte en sus bellas enseñanzas mas hermoso es "ese arte" que nos muestra su papel de madre al mirar y sentir su dura lucha con amor, seguridad y confianza, don maravilloso entregado de Dios para nosotras.

Sin olvidarme de José Cecilio mi padre apoyo fundamental para culminar con éxito una etapa de mi vida.

D X P G

TABLA DE CONTENIDOS

| <u>CAPÍTULO</u> | <u>PÁGINA</u> |
|---|---------------|
| 1. GENERALIDADES | |
| 1.1 ANTECEDENTES | 1 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 3 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | |
| 2.1 EL PROCESO DE MEDICIÓN | 4 |
| 2.2 AVANCES EN LOS SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL | 7 |
| 2.2.1. Evolución del hombre en los sistemas hombre-técnica-ambiente | 7 |
| 2.2.2. Aspectos generales del control automático industrial | 8 |
| 2.2.3. Definición del control automático | 9 |
| 2.3. AVANCES DE LA TECNOLOGÍA INFORMÁTICA | 9 |
| 2.3.1. ¿Qué es la informática? | 9 |
| 2.3.2. Elementos básicos | 10 |
| 2.3.3. Campos que son destacados de la informática | 11 |
| 2.4. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS | 11 |
| 2.4.1. Operaciones en una transferencia de datos | 12 |
| 2.4.2. Velocidades de transmisión | 12 |
| 2.4.3. Sistemas de transmisión | 12 |
| 2.5. PRINCIPIOS DE COMUNICACIÓN | 12 |
| 2.6. SINCRONIZACIÓN EN LA TRANSMISIÓN DE SERIE | 13 |
| 2.6.1. Sincronización de bit | 13 |
| 2.6.2. Sincronización de palabra | 14 |
| 2.6.3. Transmisión síncrona y asíncrona | 14 |
| 2.7. CONTROLADORES DE ENTRADA/SALIDA | 18 |

| | | | |
|-----------|---|----|--|
| | SERIE | | |
| 2.7.1 | Descripción de un controlador de comunicaciones genérico | 20 | |
| 2.7.2 | Señales de protocolo | 22 | |
| 2.8 | INTERFAZ DE COMUNICACIÓN NORMA RS-232 | 22 | |
| 2.9 | SERVIDORES DE ENTRADA SALIDA I/O SERVERS | 25 | |
| 3. | COMPONENTES DEL HARDWARE UTILIZADO EN EL EQUIPO DE MONITOREO | | |
| 3.1 | ALTERNATIVAS DE LA SELECCIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA | 26 | |
| 3.2 | MEDIDOR DE ENERGÍA PM 800 | 26 | |
| 3.2.1 | Características externas Pantalla | 28 | |
| 3.2.2 | Parámetros proporcionados por PM 800 | 29 | |
| 3.2.3 | Alarmas en PM 800 | 29 | |
| 3.2.4 | Registro de datos | 30 | |
| 3.3 | TRANSFORMADORES DE NÚCLEO PARTIDO | 31 | |
| 3.3.1. | Transformador de corriente | 31 | |
| 3.3.2. | Características destacadas | 32 | |
| 3.4 | CONVERTIDORES DE PROTOCOLO (RS232 A RS 422/485) | 33 | |
| 3.4.1. | La interfaz serial RS 232 | 33 | |
| 3.4.2 | El puerto serial de una PC | 36 | |
| 3.4.3 | La interfaz RS-485 | 38 | |
| 3.4.4 | Protección ESD | 40 | |
| 3.5 | TIPOS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS PARA EL MEDIDOR DE ENERGÍA | 41 | |
| 3.6 | SISTEMAS CONTROL DE ADQUISICIÓN DE DATOS | 43 | |
| 3.6.1 | Scada: Definición | 43 | |
| 3.6.2 | HMI o MMI | 44 | |
| 3.7 | ARQUITECTURA DEL SISTEMA SCADA | 44 | |
| 4. | SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL INTOUCH V 9.5 | | |

| | | | |
|-----------|--|-----|----|
| 4.1 | INTRODUCCIÓN | AL | 46 |
| | INTOUCH | | |
| 4.1.1 | Componentes | del | 47 |
| | InTouch | | |
| 4.1.2 | Herramientas para desarrollar aplicaciones... | | 49 |
| 4.2 | AMBIENTE DE DESARROLLO | DE | 49 |
| | APLICACIONES | | |
| 4.3 | DICCIONARIO DE NOMBRES | DE | 54 |
| | IDENTIFICACIÓN | | |
| 4.4 | ALARMAS | Y | 55 |
| | EVENTOS | | |
| 4.4.1 | Tipos | de | 56 |
| | alarmas | | |
| 4.4.2 | Visualización | de | 57 |
| | alarmas | | |
| 4.4.3 | Eventos | | 58 |
| | | | |
| 4.4.4 | Reportes | | 58 |
| | | | |
| 4.5 | TENDENCIAS EN TIEMPO REAL | E | 59 |
| | HISTÓRICOS | | |
| 4.5.1 | Tendencias en tiempo | | 59 |
| | real... .. | | |
| 4.5.2 | Tendencia en tiempo | | 60 |
| | histórico | | |
| 4.5.3 | Seguridades de las aplicaciones | | 61 |
| | desarrolladas | | |
| 4.6 | MODBUS | | 62 |
| | | | |
| 4.6.1 | Alcance | y | 62 |
| | Contexto | | |
| 4.6.2 | MODBUS en relación con | el | 64 |
| | InTouch | | |
| 4.6.3 | Descripción de los códigos | de | 66 |
| | Función | | |
| 5. | PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA IMPLEMENTADO | | |
| 5.1 | PROGRAMACION DEL SISTEMA SCADA-INTOUCH V9.5 | | 69 |
| 5.2 | CONFIGURACION DEL INTOUCH | | 69 |
| 5.3. | CONFIGURACIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PM 800 | | 73 |
| 5.4. | CONFIGURACIÓN DEL I/O SERVERS PARA INTOUCH V9.5 | | 75 |
| 5.5 | COMUNICACIÓN DEL INTOUCH V9.5 CON EL MEDIDOR DE ENERGÍA PM 810 | | 79 |
| 5.6 | PRUEBAS Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO | | 84 |
| 5.7. | MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA IMPLEMENTADO | | 86 |
| 5.7.1 | Partes | del | 86 |
| | Equipo | | |
| 5.7.2 | Montaje | | 87 |
| | | | |

| | | |
|-----------|---|----|
| 5.7.3 | Instalación del Software utilizado y procedimiento para adquisición de datos..... | 89 |
| | ... | |
| 5.7.4 | Seguridades del Equipo..... | 89 |
| 5.7.5 | Operación del Equipo..... | 90 |
| | Equipo..... | |
| 6. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| 6.1 | CONCLUSIONES..... | 93 |
| | ... | |
| 6.2 | RECOMENDACIONES..... | 94 |
| | | |

BIBLIOGRAFÍA
LINKOGRAFÍA
ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

| <u>FIGURA</u> | | <u>PÁGINA</u> |
|---------------|---|---------------|
| 2.1 (a) | Transmisión paralelo | 13 |
| 2.1 b | Transmisión serie | 13 |
| 2.2 | Señal representativa de la secuencia 01110010 | 14 |
| 2.3 | Esquema de la transmisión asíncrona | 15 |
| 2.5 (a) | Esquema básico de generación de una señal serie asíncrona | 16 |
| 2.5 (b) | Esquema básico del receptor de una transmisión serie asíncrona | 17 |
| 2.6 | Sistemas de transmisión del reloj en comunicaciones síncronas | 18 |
| 2.7 | Diagrama de bloques de un controlador de comunicaciones serie genérico | 20 |
| 2.8 | Equipos y conexiones en la norma RS-232C | 23 |
| 2.9 | Niveles lógicos en la RS-32C | 23 |
| 2.10 | Conectores 232 | RS- 24 |
| 2.11 | Conexión serie entre un PC y un dispositivo serie a 3 hilos configurado como DC | 25 |
| 3.1 | Características del PM 810 | 28 |
| 3.2 | Pantalla con visualización de alarma | 30 |
| 3.3 | Transformadores de núcleo partido | 32 |
| 3.4 | Trama TTL | 34 |
| 3.5 | Trama típica | RS-232 36 |
| 3.6 | Niveles de voltaje en el Tx y en el Rx | 36 |
| 3.7 | Trabajo del UART | 36 |
| 3.8 | RS-485 y su modo diferencial | 38 |
| 3.9 | Conversión RS-232 a RS-485 | 39 |
| 3.10 | Enlace entre una PC y un microcontrolador | 39 |
| 3.11 | Sistema monofásico de fase a neutro | 41 |
| 3.12 | Sistema monofásico de fase a fase | 41 |
| 3.13 | Conexión de tensión directa monofásico | 42 |

| | | | | | | | | |
|----------|--|------|------------|--------------|------------|---------------|------------|----|
| 3.14 | Conexión | 3 | fases | 3 | hilos | 2Tl | sin | 42 |
| | TT | | | | | | | |
| 3.15 | Conexión | 3 | fases | 3 | hilos | 3 Tl | sin | 42 |
| 3.16 | Conexión de entrada de tensión directa en estrella, trifásica de 4 hilos con | | | | | | | 43 |
| | 3 | | | | | | | |
| | Tl | | | | | | | |
| 4.1 | Entorno | | de | | ejecución | | del | 48 |
| | Window Marker | | | | | | | |
| 4.2 | Entorno | | de | | ejecución | | del | 48 |
| | Window Viewer | | | | | | | |
| 4.3 | Características | | | | de | | una | 49 |
| | pantalla | | | | | | | |
| 4.4 | Herramientas | | en | | el | toolbars | de | 49 |
| | Window Maker | | | | | | | |
| 4.5 | Ambiente | de | los | elementos | de | desarrollo | del | 50 |
| | Window Maker | | | | | | | |
| 4.6 | Propiedades | | | | de | | una | 51 |
| | ventana | | | | | | | |
| 4.7 | Ejemplo | de | una | pantalla | historical | trends | utilizando | 53 |
| | Wizards | | | | | | | |
| 4.8 | Ventana | con | las | propiedades | | | del | 53 |
| | objeto | | | | | | | |
| 4.9 (a) | Definir | | | un | | | nuevo | 55 |
| | tagname | | | | | | | |
| 4.9 (b) | Tipos | | | | | | de | 55 |
| | tagnames | | | | | | | |
| 4.10 | Visualización | | de | | una | | alarma | 58 |
| | reconocida | | | | | | | |
| 4.11 (a) | Pantalla | | | en | | | tiempo | 60 |
| | real | | | | | | | |
| 4.11 (b) | Pantalla | para | configurar | | en | | tiempo | 60 |
| | real | | | | | | | |
| 4.12 (a) | Pantalla | | con | | | | tendencia | 61 |
| | Histórica | | | | | | | |
| 4.12 (b) | Pantalla | para | configurar | | en | | tiempo | 61 |
| | Histórico | | | | | | | |
| 4.13 | Apilado | de | la | comunicación | | | de | 63 |
| | MODBUS | | | | | | | |
| 4.15 (a) | Configuración | | | del | | | topic | 64 |
| | Definition | | | | | | | |
| 4.15 (b) | Configuración | | | del | | | topic | 65 |
| | Definition | | | | | | | |
| 4.16 | Configuración | | | del | | Communication | | 65 |
| | Port | | | | | | | |
| 4.17 | Configuración | | del | | I/O | | Server | 66 |
| | Setting | | | | | | | |
| 5.1 | Acceso | | | | | | al | 70 |
| | InTouch | | | | | | | |
| 5.2 | Ícono | | | | | | de | 70 |
| | WINDOW MAKER | | | | | | | |
| 5.3 | Ícono | | | | | | de | 71 |
| | WINDOW VIEWER | | | | | | | |
| 5.4 | Crear | | | una | | | nueva | 71 |
| | aplicación | | | | | | | |
| 5.5 | Path | | | de | | | la | 71 |
| | aplicación | | | | | | | |

| | | |
|----------|--|--------|
| 5.6 | Propiedades de la pantalla menú para la adquisición de parámetros eléctricos | 72 |
| 5.7 | Pantalla Visualización utilizando diversos elementos del Window Maker..... | 72 |
| 5.8 | Lista abreviada de elementos de menú de la central de medida..... | 74 |
| 5.9 | Configuración de parámetros en el medidor..... | 75 |
| 5.10 | Configuración de parámetros en el puerto serial..... | 76 |
| 5.11 (a) | Figuración del I/O Server..... | 77 |
| 5.12 (b) | Figuración del I/O Server..... | 77 |
| 5.13 | Configurando MODBUS | 77 |
| 5.14 (a) | Configurando MODBUS | 78 |
| 5.14 (b) | Configurando MODBUS | 78 |
| 5.15 | Configurando MODBUS | 78 |
| 5.16 | Configurando MODBUS | 79 |
| 5.17 | Herramientas textos utilizados en el InTouch | 79 |
| 5.18 (a) | Propiedades configuración | de 80 |
| 5.18 (b) | Propiedades configuración | de 80 |
| 5.18 (c) | Propiedades configuración | de 81 |
| 5.18 (d) | Propiedades configuración | de 81 |
| 5.18 (e) | Propiedades configuración | de 82 |
| 5.19 (a) | Propiedades configuración | de 82 |
| 5.19 (b) | Propiedades configuración | de 82 |
| 5.19 (c) | Propiedades configuración | de 83 |
| 5.19 (d) | Propiedades configuración | de 83 |
| 5.20 | Visualización de pulsos del RS232 | 84 |
| 5.21 (a) | Visualización de la máscara en el Windows Maker..... | 85 |
| 5.21 (b) | Visualización de la pantalla Historicos en el Windows Maker..... | 85 |
| 5.21 (c) | Visualización de voltajes entre líneas en el medidor..... | 86 |
| 5.22 (a) | Materiales utilizar..... | a 87 |
| 5.22 (b) | Ensamblaje | del 87 |

| | | | |
|----------|--|------------|----|
| | Equipo | | |
| 5.22 (c) | Ensamblaje | del | 88 |
| | Equipo | | |
| 5.22 (d) | Ensamblaje | del | 88 |
| | Equipo | | |
| 5.22 (e) | Ensamblaje | del | 88 |
| | Equipo | | |
| 5.22 (f) | Ensamblaje | del | 89 |
| | Equipo | | |
| 5.22 (g) | Ensamblaje | del | 89 |
| | Equipo | | |
| 5.23 | Pantalla para visualización de eléctricos | parámetros | 91 |

RESUMEN

Se ha Implementado un Equipo Móvil de Monitoreo para la Adquisición de Parámetros Eléctricos, Mediante la Utilización del Software (HMI) Intouch, con la finalidad de que los estudiantes de la Escuela de Mantenimiento puedan realizar prácticas y a futuro la realización de auditorías energéticas dentro de la ESPOCH, para lo cual se realizó el estudio del medidor, de los transformadores de corriente y el convertidor de protocolo, para proceder a ensamblar el equipo en base al circuito que proporciona el manual del medidor.

Con el equipo en funcionamiento, se procede a configurar el Medidor con el I/O Server para comunicar el medidor con el computador, características como: Modbus, velocidad de transmisión y el puerto de comunicación, en el Windows Maker se creó ventanas para la visualización de medidas, Históricos, Alarmas y Tendencias en tiempo real. Se creó un diccionario de tags de tipo I/O Integer. Además se definió un Access Name "Medidor" para el enlace entre el medidor y el software.

La implementación del equipo de monitoreo móvil reduce la utilización de diversos equipos de medición Amperímetros, Voltímetros, Vatímetros, etc. El fácil traslado del equipo permite realizar auditorías energéticas donde se desee, el software registra diversos parámetros en los históricos y su comportamiento a través del tiempo.

Se recomienda iniciar primero el I/O Server Modbus y luego iniciar la aplicación "Monitoreo" en el Intouch, revisar el puerto de comunicación del PC con el Modbus al momento de introducir el controlador, colocar los TC's de izquierda a derecha en el sistema eléctrico a utilizar.

S U M M A R Y

A mobile monitoring equipment has been implemented for the acquisition of Electric Parameters, through the use of software (HMI) Intouch, so that the students from the Maintenance School could carry out practices and in the future the performance of energetic audits within the ESPOCH for this, the gauge, the current transformers and the protocol converter study was carried out to assemble the equipment on the basis of the circuit providing the gauge handbook. With the equipment functioning the Gauge is configured with the I/O Server to communicate the gauge with the computer, features such as: features such as: Modbus, transmission speed and communication port. In the Window Maker windows were created for measurement display, Historical, Alarms and Tendencies in real time. An I/O integer tags dictionary was created. Moreover an Access Name "gauge" was defined for the link between the gauge and the software.

The mobile monitoring equipment implementation reduces the use of different measurement equipment, Amperimeters, Voltmeters, wattmeters, etc. The easy equipment transport permits to carry out energetic where desired. The software records the diverse parameters in the historical and its behavior over the time.

It is recommended to initiate the I/O Server Modbus and to initiate the monitoring application in the intouch, review the communication port of the PC with the Modbus at the moment of introducing the controller, place the TC's from left to right in the electric system to be used.

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La Industria del nuevo milenio, necesita de entes activos frente a los avances tecnológicos, tener conocimientos actualizados y entender que ser eficientes no solo implica obtener mayor producción, sino también mejorar la distribución y optimización del uso de los diversos tipos de energía, que son necesarios para garantizar la calidad total, solo de esta manera lograremos eliminar parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas.

El futuro que se aproxima, nos obliga a estar actualizados con los avances tecnológicos que se presentan día a día, para de esta manera ser más competitivos en el campo técnico, y una manera de avanzar es optimizar las diversas formas de monitorear en tiempo real los distintos parámetros eléctricos existentes en una red de distribución de energía eléctrica.

Por la complejidad en el entendimiento de los principios básicos de la electricidad para estudiantes de facultades no eléctricas, se ha previsto la enseñanza de la misma de manera optativa u obligatoria.

Así como se desarrolla toda ciencia, la electricidad también se ha desarrollado en base a experimentos y pruebas, muchos de estos experimentos necesitan de rigurosas pruebas y equipos de precisión.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento ayuda al sector educativo y productivo del país para que éstos sean cada vez más eficientes y competitivos. Quiero con el presente proyecto demostrar como el consumo de energía que se utiliza en la industria o en cualquier sector, puede ser medido de manera eficiente con la ayuda de aparatos de medida y de programas informáticos y así obtener esa ventaja competitiva que requiere la industria del siglo XXI.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento no dispone en sus laboratorios de equipos de medición y monitoreo móvil para la realización de auditorías energéticas.

Por esta razón los estudiantes, futuros profesionales, no conocemos de forma práctica como se realizan los procesos de auditoria energética.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Facultad de Mecánica de la ESPOCH y la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento cuenta con un laboratorio de Control Industrial que carece de un equipo móvil de monitoreo de energía, para la adquisición de parámetros eléctricos, mismo que servirá no solo para la realización de prácticas de laboratorio, sino que también permitirá la realización de la auditorias energéticas, dentro del campo eléctrico en la facultad y en la ESPOCH.

A través de los años el mundo a dado grandes cambios en lo que respecta al campo tecnológico y productivo

Diariamente apreciamos como la labor manual es remplazada por las computadoras, haciendo que todo el trabajo que realizaban varias personas hoy solo es realizado por medio de una sola y con la ayuda de la informática.

Muchas instituciones se mantienen siempre a la vanguardia de la tecnología, pero siempre nos encontramos con algunas que no lo están o que están en proceso. Es por ello que nosotros los estudiantes de Ingeniería de Mantenimiento hemos detectado la necesidad de adquirir nuevos conocimientos para mejorar nuestro nivel académico.

La tecnología actual proporciona información clara y precisa, la misma que servirá como base de nuestro sistema de monitoreo. Así de esta manera lograremos dar una solución técnica posible.

La exactitud de las mediciones dependen en gran parte de una buena aproximación que den los instrumentos; sin embargo, estos tienen sus propios consumos que hacen que las mediciones difieran de los valores reales, para determinar el grado de error inherente mental del propio instrumento que se define un parámetro denominado **clase de precisión**. En principio el instrumento debe contar con un

rango de medición apropiado. La desviación del instrumento deberá darse en el manual de instrucciones, la cual es con frecuencia expresada en % de lectura máxima. Es recomendable que las mediciones se realicen en forma directa y cuando no sea posible o por conveniencia realizar en forma indirecta.

Diferentes métodos de medición pueden ser usados dependiendo de las características y propiedades del proceso que existan para ser medidas, y del tiempo disponible para ejecutar las mediciones.

El equipo móvil de monitoreo y medición energética ayudará a los estudiantes a formar una idea clara de estos procesos, y así estar acorde con los avances tecnológicos y cubrir eficazmente aquellas necesidades de la industria.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Implementar un equipo de monitoreo móvil de energía para la adquisición de parámetros eléctricos mediante la utilización del software InTouch, Interfase Hombre Máquina (HMI).

1.3.2. Objetivos Específicos

- Obtener una visión clara y técnica de lo que es un sistema de monitoreo móvil.
- Describir las distintas prestaciones y beneficios que se obtienen mediante el Software de Control y Adquisición de Datos SCADA InTouch.
- Detallar los procedimientos y herramientas utilizados para desarrollar e implementar la interfase.
- Elaborar un manual de operación (manejo), de seguridad y de mantenimiento del equipo de monitoreo.

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Independientemente al determinar el número y localización de instrumentos de medida y definir la red instalada permanente, deben seleccionarse los instrumentos portátiles que puedan requerirse para el monitoreo de energía.

2.1. EL PROCESO DE MEDICIÓN.

En un diagnóstico energético, la medición es un concepto que permite, mediante la instrumentación adecuada, experiencia, buen criterio, programa, análisis, coordinación y planeación apropiada, dar seguimiento al flujo y distribución de energía en su proceso de transformación y establecer un balance en cada etapa y en cualquier tiempo.

Medición es un proceso de reconocimiento que se reduce a la comparación, mediante una acción física, de una magnitud dada con un valor de esta magnitud elegida como unidad.

Entre los instrumentos de medición se distinguen los elementos de entrada y de salida: los que se deben de adaptar los elementos de campo directamente o a través de las oportunas conversiones. Estos elementos pueden ser de:

- Entrada analógica – Salida analógica.
- Entrada digital – Salida digital.

Cada uno de los anteriores puede ser, según la aplicación, de diferente construcción y cometido. Es por esta razón que en el presente trabajo mencionaremos los principales criterios que se aplicarán para una adecuada selección de un instrumento de medición:

Objetivo de la medición.- A nivel de información puntual, o nivel de control. Si es a nivel de control de gastos son de acuerdo al sistema de costeo; Si es a nivel de costeo, por procesos, por productos, por precio medio.

La cantidad que se quiere medir.- Objetivizar la variable a medir, para realizar la adecuada elección del instrumento.

El entorno.- Tener presente las condiciones ambientales, limitaciones de tamaño, peso, los requerimientos de montaje y alimentación requerida los cuales determinan la elección del instrumento.

Precisión.- Rango de precisión sobre el margen de medidas.

Resolución.- Cuantificar los pequeños cambios de la cantidad a medir que se necesita para producir un cambio observable en la lectura del instrumento. Teniendo en cuenta estos criterios, podremos implementar y dar funcionamiento a un sistema de monitoreo para la adquisición de parámetros eléctricos, en los sistemas de instrumentación, procesamiento y control de datos.

Estos sistemas de instrumentación para la adquisición y procesamiento de diversos componentes, que utilizados conjuntamente permiten realizar o visualizar o registrar un resultado de medición.

Estos componentes son dispositivos de entrada, que recibe la señal de entrada y la convierte en un formato adecuado para el siguiente componente, que acondiciona la señal.

El término acondicionamiento de señal generalmente describirá el acondicionamiento y procesamiento de las señales, y se usará para modificar las señales de tal modo que pueda operar en un tercer componente que es la pantalla o el registrador, en nuestro caso el registrador será nuestro computador.

Los dispositivos de entrada se conocen como sensores, detectores, captadores, sondas o más frecuentemente transductores.

El transductor que utilizaremos serán componentes que convierten la información desde un sistema de energía para otro sistema de energía.

El acondicionamiento y procesamiento de la señal se utilizará para el elemento de un sistema de medida que convierte la señal del transductor en un formato para realizar

el posterior procesado y así la visualización. La salida de un acondicionador de señal es, normalmente, una tensión o una corriente en C.C.

El término procesado de la señal se utiliza, a menudo, para los procesos que se producen en la señal a fin de adecuarla para poder visualizarla, estos pueden ser una amplificación, un filtrado, una liberación o una adaptación de impedancia.

La liberación es el proceso que consigue que la salida de señal hacia la pantalla sea proporcional a la entrada del transductor.

La conversión normalmente incluye elementos: Un elemento de muestreo y retención y un convertidor analógico digital. El elemento de muestreo tomará una muestra de la señal analógica y la mantendrá el tiempo suficiente para que el convertidor la transforme en una señal digital.

Los métodos de medición pueden clasificarse en:

- **Método estacionario:** Cuando existen instrumentos de medición permanentes o fijos.
- **Método Manual:** Cuando se utilizan instrumentos de medición manuales portátiles.

En muchos casos, uno sólo de éstos puede económicamente sustituir a varios instrumentos en diferentes localizaciones y puntos de medición de la misma índole.

Algunas sugerencias para seleccionar equipos o sistemas de medición:

1. Determinar las mediciones físicas más apropiadas que serán base para calcular cada flujo de energía.
2. Seleccionar tentativamente los tipos de elementos primarios requeridos (transductores).
3. Decidir cómo se va a usar los resultados de cada evaluación de flujo de energía, como base del análisis, de la interpretación y de apoyos para el diagnóstico.
4. Determinar cómo se presentarán y que acciones dependerán de su análisis.

2.2. AVANCES EN LOS SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL.

La palabra "técnica", proviene del griego téxun que significa arte y maestría. La técnica es el conjunto de mecanismos y máquinas, así como también de sistemas y medios para dirigir, recolectar, conservar, reelaborar, transmitir energía y datos, todo ello creado con vistas a la producción, investigación, etc.

Primero se debe definir un sistema técnico de la siguiente forma: "... un sistema técnico es un sistema de acciones intencionalmente orientado a transformar objetos concretos para obtener de forma eficiente un resultado valioso". Esta definición sirve para caracterizar desde la técnica artesanal, hasta las tecnologías industriales basadas en conocimientos científicos o en el procesamiento y manipulación electrónica de información.

El desarrollo tecnológico se mide sobre la base de los diversos tipos de producción: producción artesanal, producción mecanizada y producción automatizada. La innovación tecnológica marcha a pasos agigantados y la tendencia actual es ir hacia una mayor automatización; los cambios tecnológicos pueden indiscutiblemente mejorar la productividad del trabajo, pero estos incrementos de la productividad no necesariamente se producirán si no se logra adecuar la técnica al uso humano.

2.2.1. Evolución del hombre en los sistemas hombre-técnica-ambiente.

Surgimiento y evolución en los sistemas automáticos.

Durante milenios el hombre creó herramientas en un lento proceso de perfeccionamiento, llevado a cabo por generaciones de personas que les fueron introduciendo pequeñas modificaciones a los prototipos originales para mejorar sus técnicas, para aumentar su productividad y hacerlos más cómodos y seguros de manejar.

En el trabajo mecánico el hombre tiene como función principal la de controlador del sistema. Los hombres suministran las materias primas y materiales a las máquinas, operan las mismas y descargan el producto terminado. En este tipo de sistema el hombre y la máquina son elementos inseparables que actúan simultáneamente en la ejecución de cada tarea. Las máquinas semiautomáticas realizan ciclos

automáticamente, por lo que durante el tiempo de proceso realizado el hombre queda liberado para la realización de otras tareas tales como la inspección, limpieza y envasado. La utilización de estas máquinas aumentó la productividad por hombre ya que a un mismo operario se le puede asignar varias máquinas realizando la carga y la descarga de una durante el tiempo de realización de un proceso realizado del ciclo automático de las otras. El proceso automático y posteriormente el torno automático de husillo múltiple marcaron el inicio de las máquinas de producción automáticas

Con la evolución de los sistemas automáticos, las funciones que el hombre realizaba tradicionalmente en los sistemas mecánicos, como son el procesamiento de la información, la toma de decisiones y el control, van a ir siendo transferidos a las máquinas, quedando el hombre en funciones de monitoreo.

En un sistema totalmente automatizado, la "máquina" podría realizar todas las funciones operacionales incluyendo el proceso de elaboración de la información, la toma de decisiones y las acciones. Una fábrica de este tipo, estará compuesta por una serie de máquinas especializadas, sistemas de fabricación flexibles, almacenaje automatizado y robots de transporte y manipulación, todo ello controlado por una jerarquía de computadoras distribuidas por la fábrica y supervisadas por los operarios; el diseño de productos se realizará asistido por computadoras, la planificación de la producción se realizará interactuando con una computadora y la información de la producción estará también automatizada.

Si se logran sistemas totalmente confiables, las máquinas podrían asumir todas las funciones y los hombres no tendrían ni siquiera que vigilar el funcionamiento de las mismas; en este caso las funciones de los hombres serían fundamentalmente de programación y mantenimiento, ahora bien, las implicaciones sobre los seres humanos de la automatización total, deberán ser temas profundamente estudiados.

2.2.2. Aspectos generales del control automático industrial.

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial. El uso intensivo de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. El control

automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático.

Es necesaria la comprensión del principio del control automático en la ingeniería moderna, por ser su uso tan común como el uso de los principios de electricidad o termodinámica, siendo por lo tanto, una parte de primordial importancia dentro de la esfera del conocimiento de ingeniería. También son tema de estudio los aparatos para control automático, los cuales emplean el principio de realimentación para mejorar su funcionamiento

2.2.3. Definición del control automático

El control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

2.3. AVANCES DE LA TECNOLOGÍA INFORMÁTICA.

2.3.1. ¿Qué es la informática?

La informática está en nuestras vidas, gran parte de nuestra sociedad se ha desarrollado al amparo de las nuevas tecnologías y debe su éxito en gran parte a esta ciencia. Debido al gran auge que ha supuesto la informática, considero importante clarificar el concepto y posicionarlo en el lugar que le corresponde para evitar confusiones.

La informática es la ciencia que se encarga del tratamiento automático de la información. Este tratamiento automático es el que ha propiciado y facilitado la

m anipulación de grandes volúmenes de datos y la ejecución rápida de cálculos complejos.

La informática estudia lo que los programas son capaces de hacer (teoría de la computabilidad), de la eficiencia de los algoritmos que se emplean (complejidad y algorítmica), de la organización y almacenamiento de datos (estructuras de datos, bases de datos) y de la comunicación entre programas, humanos y máquinas (interfaces de usuario, lenguajes de programación, procesadores de lenguajes...), entre otras cosas.

En sus inicios, la informática facilitó el trabajo repetitivo y monótono, especialmente en el área administrativa, debido a la automatización de esos procesos. Hoy en día se va más lejos que eso.

2.3.2. Elementos básicos

En un alto nivel, un sistema informático consta:

- Procesador
- Memoria
- Módulos de E/S
- Interconexión de sistemas: mecanismos y estructuras que permiten la comunicación entre procesadores, memoria principal y los módulos de E/S. Interfaces hombre máquina; monitor teclado, impresora.

El procesador es normalmente quien lleva el control. Una de sus funciones es intercambiar los datos con la memoria. Para este propósito, hace uso de dos registros internos:

M A R: Memory Address Register. Especifica la dirección en memoria de la próxima lectura o escritura.

M B R / M D R: Memory Buffer/Data Register. Contiene los datos que van a ser escritos a memoria o que fueron leídos desde ella.

I O A R: Input Output Address Register. Especifica un dispositivo particular de E/S.

IOBR: Input Output Buffer Register. Permite intercambiar datos entre un módulo de E/S y el procesador.

2.3.3. Campos que son destacados de la informática.

Para terminar, quisiera intentar mencionar brevemente los campos más destacados en que se divide la informática, ya que listar detalladamente todas sus aplicaciones es una tarea imposible:

Informática teórica: Estrechamente relacionada con la fundamentación matemática, centra su interés en aspectos como el estudio y definición formal de los cómputos, el análisis de problemas y su resolución mediante algoritmos, incluso la investigación de problemas que no pueden resolverse con ninguna computadora (es decir, dónde se hayan las limitaciones de los métodos automáticos de cálculo).

Hardware: A pesar de que no lo parezca, este es uno de los campos de la informática menos significativos, o al menos, podríamos decir que no es exclusivo de la informática sino que su importancia reside en otras ciencias más particulares, como la electrónica y la física.

Software: Este campo nace directamente de la informática teórica, trata de los programas y procedimientos necesarios para que una máquina pueda llevar a cabo tareas útiles.

Informática gráfica: Se ocupa de que se puedan realizar los cálculos pertinentes para obtener representaciones gráficas aplicables a todo tipo de situaciones: simulaciones, tratamiento de imagen en medicina, videojuegos y entretenimiento, publicidad, animación.

Tratamiento de la información: Área dedicada al estudio e implantación de los conceptos, las bases de datos, también los algoritmos, la compresión y el cifrado.

2.4 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.

Clasificación de las transferencias de datos:

Monodireccional o Simplex: Se efectúa en un solo sentido.

Bidireccional Duplex o Full Duplex: Efectúa en ambos sentidos al mismo tiempo.

Bidireccional Half Duplex: Se efectúa en ambos sentidos, pero no al mismo tiempo.

2.4.1 Operaciones en una transferencia de datos.

Codificación: Vuelco de la información al código apropiado para transmisión.

Emisión: Se envía a la línea de comunicación los impulsos correspondientes a las señales preparadas y codificadas por el elemento transmisor.

Registación: Memorización de los impulsos recibidos.

Traducción o Descodificación: la inversa de la codificación.

2.4.2 Velocidades de transmisión.

Las velocidades en la transmisión se miden en Baudios. En algunos casos, esta unidad coincide con los bits que se envían en la unidad de tiempo, pero generalmente incluye la información de control.

2.4.3 Sistemas de transmisión.

Los sistemas de transmisión pueden ser sincrónicos (los bits se transmiten a un ritmo determinado por un reloj) o asincrónicos (no tiene ritmo determinado). La transmisión de bits puede hacerse en paralelo o en serie.

2.5. PRINCIPIOS DE COMUNICACIÓN

Hasta ahora, en todos los métodos de intercambio de información entre un microprocesador y un periférico, se transmiten simultáneamente todos los bits que componen la palabra (transmisión paralelo), de forma que es necesario establecer entre los dos elementos tantas líneas físicas como bits componen la palabra para transmitir por cada una de ellas uno de estos bits.

Es evidente que éste es el método más sencillo y rápido de transmisión de datos. Pero cuando la distancia física entre los dos elementos es considerable, puede

resultar más rentable establecer una sola línea física y enviar por ella todos los bits que componen la palabra, uno detrás de otro (transmisión serie) aún a costa de mayor lentitud y de tener que incluir en el sistema dispositivos de conversión paralelo-serie y serie-paralelo. Las figuras 2.1 (a) y 2.1 (b) ilustran ambas alternativas de comunicación.

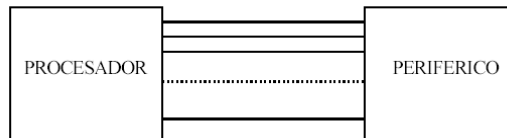


Figura 2.1 (a) Transmisión paralelo.

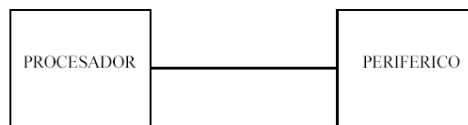


Figura 2.1 (b) Transmisión serie.

Por otro lado, los sistemas de transmisión serie han alcanzado un alto grado de estandarización, existiendo normas internacionales que fijan completamente todos los detalles de la comunicación, tanto a nivel hardware como software. Esta estandarización ha conducido a que la mayoría de fabricantes de procesadores y periféricos incorporen en sus equipos interfaces serie que cumplen estas normas, de forma que permiten conectar con facilidad periféricos a procesadores.

2.6. SINCRONIZACIÓN EN LA TRANSMISIÓN SERIE.

Cuando se transmite información a través de una línea serie es necesario utilizar sistemas de codificación que permitan resolver los problemas de sincronización de bit y de palabra que a continuación se exponen.

2.6.1 Sincronización de bit.

El receptor necesita saber exactamente dónde empieza y dónde termina el tiempo dedicado a transmitir cada bit en la señal recibida para efectuar el muestreo de la misma en el centro de la celda de bit. Considérese el caso de la transmisión en serie

de la información 01110010. Si se utiliza una codificación NRZ (no retorno a cero), los bits 1 y 0 se representan por los niveles lógicos alto y bajo respectivamente. La señal en la línea será la representada en la figura 2.2. En dicha figura se puede observar la presencia de varios bits consecutivos iguales de modo que la línea no efectúa ninguna transición y el receptor puede perder la referencia de dónde empieza y termina cada bit.



Figura 2.2 Señal representativa de la secuencia 01110010.

2.6.2 Sincronización de palabra.

La información en serie se transmite, por definición, bit a bit, pero la misma sólo tiene sentido en palabras de un determinado número de bits. El sistema de codificación utilizado debe permitir distinguir perfectamente, dentro de una cadena de bits, cuáles son los que componen una palabra.

Por ejemplo, si la siguiente información fuese una trama serie de palabras de ocho bits,

0100110001001100100

Podría tener distintas interpretaciones dependiendo de como se agrupan los ocho bits de cada palabra:

01 / 00110001 / 00110010 / 0

010 / 01100010 / 01100100 /

así, la primera agrupación representa los caracteres "1" y "2" en código ASCII, mientras que la segunda representa los caracteres "b" y "d" según el mismo código. Esto se llama trama.

2.6.3 Transmisión síncrona y asíncrona.

Estos son los dos métodos de transmisión utilizados, que resuelven los problemas anteriormente indicados, aunque con filosofías diferentes. De forma sencilla, se puede decir que la transmisión síncrona está sometida a una temporización rígida (sincronización a nivel de bit) que permite que el receptor sea capaz de conocer en

todo momento, qué significado tiene la señal que está llegando. Por el contrario, en la transmisión asíncrona, los datos pueden transmitirse en cualquier momento, pero el transmisor debe enviar al receptor, además de los bits de datos, una señal que indique el principio y final de los mismos (sincronización a nivel de palabra).

Transmisión asíncrona.

En una transmisión asíncrona, cada palabra va identificada con dos bits, uno al comienzo (bit de arranque) y otro al final (bit de parada) como muestra la figura 2.3. El bit de comienzo siempre tiene valor cero y el bit de parada siempre tiene valor uno.

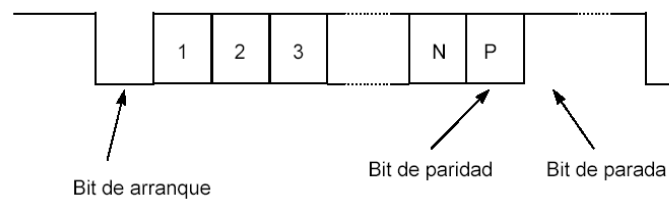


Figura 2.3. Esquema de la transmisión asíncrona.

La temporización dentro de cada palabra es rígida, y a cada bit le corresponde un tiempo fijo, mientras que el tiempo que separa a dos palabras consecutivas es variable. El receptor cuando detecta un flanco de bajada en la línea, comienza a interpretar la palabra que se recibe a continuación. Por tanto la línea permanece a "1" cuando no se envían datos.

Una transmisión asíncrona se caracteriza por los siguientes parámetros:

- **Velocidad de transmisión:** Es la inversa del tiempo que permanece cada bit en la línea. Las velocidades normalizadas son las siguientes:
75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 baudios¹.
- **Número de bits por palabra:** Puede ser 5, 6, 7 u 8 dependiendo del código utilizado.
- **Bit de paridad:** Se debe indicar si se transmite o no un bit de paridad y con qué criterio (par, impar, fijo a "0" fijo a "1").

- **Número de bits de parada:** Normalmente se utilizan 1, 1'5 ó 2. Esto representa el tiempo que permanecen en la línea estos bits con respecto a uno normal de la palabra.

A modo de ejemplo, se planteará a continuación cómo debe ser la estructura del transmisor y el receptor para establecer una comunicación serie asíncrona entre dos dispositivos: Puesto que el microprocesador trabaja con datos en paralelo, para la generación de la señal serie será necesaria la utilización de un registro de desplazamiento.

En el ejemplo de la figura 2.3, se trata de transmitir una palabra de ocho bits que se carga por la entrada paralelo de un registro de diez bits, el primero de estos bits se carga a "0" para constituir el bit de arranque, mientras que el último está siempre a "1" para ser el bit de parada.

A una orden del procesador, comienza a funcionar el generador de reloj, dando diez impulsos a una frecuencia acorde con la velocidad de transmisión seleccionada.

En la figura 2.5 (a), se muestra un posible esquema del receptor. El circuito de arranque debe detectar el paso de 1 a 0 en la línea, representativo de la llegada de una nueva palabra. Cuando esto ocurre, arranca el reloj de recepción, que produce pulsos cuya frecuencia coincide con la del transmisor y posicionados en el centro de la celda de bit, para evitar así las zonas extremas próximas a los flancos, que estarán distorsionados como consecuencia de las capacidades e inductancias parásitas que toda línea lleva asociadas.

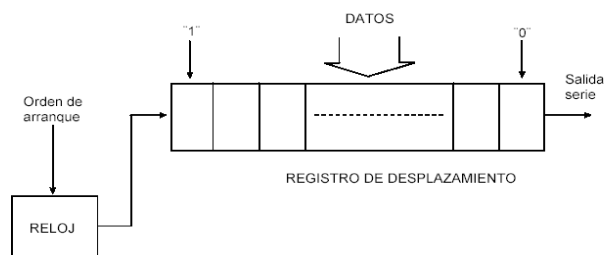


Figura 2.5 (a). Esquema básico de generación de una señal serie asíncrona.

Como no es posible que la frecuencia del reloj del receptor coincida exactamente con la del transmisor, se producirá un desplazamiento acumulativo a lo largo de los bits que componen la palabra

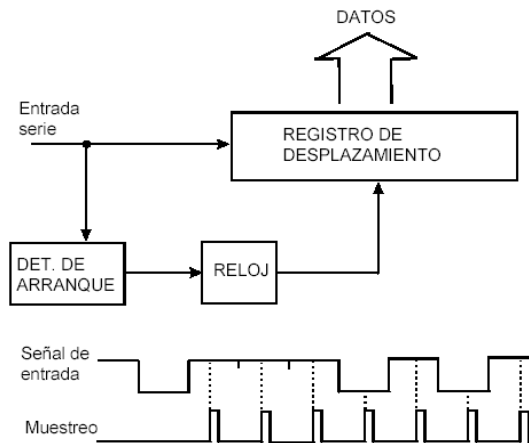


Figura 2.5 (b) Esquema básico del receptor de una transmisión serie asíncrona.

Transmisión Síncrona.

En este método de transmisión, en lugar de añadirse bits de sincronismo a cada palabra, los datos se transmiten en bloques de determinada longitud, y se añaden palabras de sincronismo a cada uno de estos bloques.

Debido a que el número de bits consecutivos que se transmite es mucho mayor que en el caso de la transmisión asíncrona, en la transmisión síncrona la exactitud de la frecuencia del receptor es mucho más importante. Por ello, no es posible trabajar con un reloj en el receptor totalmente independiente del existente en el transmisor, sino que es necesario que al receptor llegue, de alguna forma, información exacta de la frecuencia del reloj del emisor.

La figura 2.6 muestra las dos opciones para enviar el reloj al receptor. La primera de ellas consiste en utilizar una segunda línea para enviar físicamente el reloj; evidentemente es la más sencilla pero no siempre es viable. Por ejemplo, si se ha de transmitir utilizando la red telefónica, no existe esta segunda línea.

La segunda opción es la más utilizada en la práctica y consiste en usar algún tipo de modulación que permita enviar, junto con los datos, alguna información con la que el receptor pueda recuperar la frecuencia del reloj. En la transmisión síncrona los datos se transmiten consecutivamente sin ningún bit de separación entre ellos. Esto obliga al receptor a llevar la cuenta del número de bits que componen cada palabra. Para ello es preciso conocer exactamente cuál es el primer bit de cada

carácter. Esto se logra identificando cuál es el primero (o los dos primeros) caracteres recibidos al comienzo de cada bloque. Este carácter está fijado por los estándares de comunicación y es el carácter SYN (16 en hexadecimal).

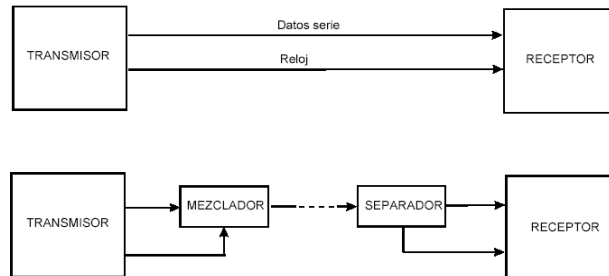


Figura 2.6. Sistemas de transmisión del reloj en comunicaciones síncronas.

A diferencia de la transmisión asíncrona, en la que la línea permanece en estado "1" cuando no se transmiten datos por ella, en la síncrona, cuando no se envían datos, se suelen enviar caracteres SYN para evitar que el receptor pierda el sincronismo con el emisor.

El método de transmisión síncrona se utiliza cuando el volumen de información a transmitir es importante, debido a su mayor eficacia respecto al método asíncrono. A modo de ejemplo supóngase la transmisión de N palabras de 8 bits. En modo asíncrono, si se utiliza tan solo un bit de parada y sin paridad, sería necesario transmitir $10 \times N$ bits (bit de arranque + 8 bits del dato + bit de parada). En modo síncrono, utilizando dos caracteres de inicio de transmisión, habría que transmitir $(N+2) \times 8$ bits. Comparando ambas cifras, se puede observar que para transmisiones superiores a ocho palabras, la opción síncrona resulta más eficiente que la asíncrona. Esta eficiencia aumenta cuando lo hace el tamaño del mensaje transmitido, aunque no hay que olvidar la mayor sencillez de la transmisión asíncrona, por lo que, dependiendo de la aplicación, podrá sacrificarse cierta pérdida de eficiencia.

2.7 CONTROLADORES DE ENTRADA/SALIDA SERIE.

Habitualmente, los fabricantes de mainboard introducen en sus respectivas familias algún circuito integrado que incorpora, en mayor o menor medida, el hardware

necesario para efectuar comunicaciones serie. La denominación de este tipo de dispositivos varía según los fabricantes, siendo algunas de las más habituales:

- **UART** (Universal Asynchronous Receiver Transm iter)
Transmisor receptor universal para comunicaciones asíncronas
- **USART** (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transm iter)
Transmisor receptor universal para comunicaciones síncronas y asíncronas.
- **ACIA** (Asynchronous Communications Interface Adapter)
Interfase para comunicaciones asíncronas.
- **ACE** (Asynchronous Communications Element)
Elemento para comunicaciones asíncronas.
- **SIO** (Serial Input O utput):
Controlador de entrada salida serie.

Mediante estos componentes se puede construir un sistema de comunicaciones serie que desde el lado del procesador ofrece una simple interface paralelo. En general, el sistema de comunicaciones está compuesto por tres tipos de componentes básicos:

A.- Receptores y emisores de línea: Son componentes que realizan la conversión de niveles de la señal, desde los niveles utilizados en los circuitos integrados (de tecnología TTL o CMOS) a los utilizados para excitar las líneas de acuerdo con la norma utilizada (por ejemplo, la EIA RS-232C) y viceversa.

B.- Generador de Reloj: El componente encargado de esta función proporciona una señal cuadrada de gran estabilidad que posteriormente es dividida para ajustarla a la frecuencia de transmisión.

C.- Controlador de comunicaciones serie: Recibe del generador de reloj la señal que le sirve para su funcionamiento interno y genera a partir de él la frecuencia de transmisión/recepción. El interface con la CPU es el de un periférico de entrada/salida ubicado en el mapa de memoria o de E/S. La comunicación con la CPU se realiza por medio de interrupciones o bajo control del programa.

2.7.1 Descripción de un controlador de comunicaciones genérico.

En este apartado, se describen las características, programación e interconexión de un controlador de comunicaciones serie asíncronas genérico. Dicho controlador es, en esencia, un convertidor paralelo-serie y serie-paralelo, de modo que la CPU ve al controlador como un puerto paralelo, en el que escribe palabras que el controlador se encarga de ordenar en serie con el formato adecuado y enviar por la línea a la velocidad de transmisión seleccionada, o bien, del que puede leer palabras que el controlador ha recibido en serie junto con los bits adicionales de sincronización.

La figura 2.7 muestra un esquema de bloques del controlador genérico de entrada/salida serie.

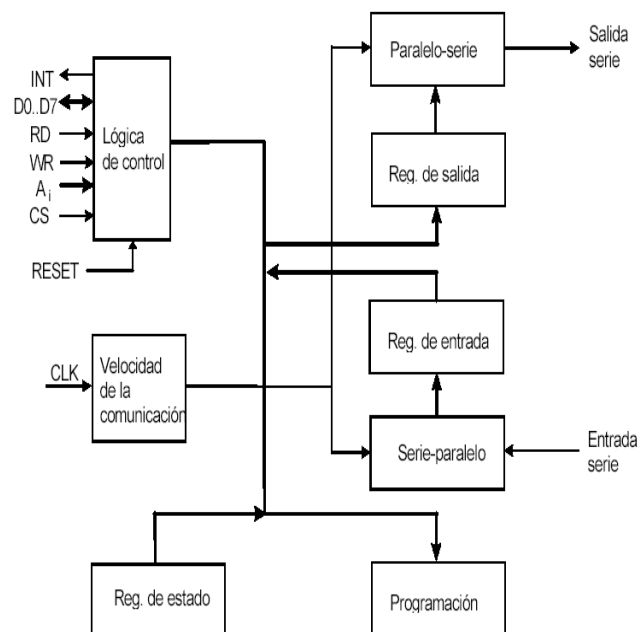


Figura. 2.7. Diagrama de bloques de un controlador de comunicaciones serie genérico.

En él se observan los siguientes bloques:

A) Lógica de control del bus: Es la parte que se encarga de comunicar al controlador con el microprocesador. Incluye las líneas del bus de datos (habitualmente de 8 bits), las señales de RD (lectura), WR (escritura) y RESET, que se conectan a las homónimas del sistema, y las señales CS (selección del chip) y A0 a An, conjunto de bits que permiten al microprocesador direccionar los

diferentes registros internos del controlador. Por último, la señal INT (interrupción) que se conecta a alguna de las entradas de interrupción del microprocesador y sirve para que el controlador pueda requerir la atención de la CPU.

B) Circuito de transmisión: Está constituido, básicamente, por un registro de ocho bits que el microprocesador puede direccionar y en el que escribe la información que quiere transmitir. Una vez escrita, se transfiere al convertidor paralelo-serie que la manda a la línea a la velocidad seleccionada y con el formato deseado (bit de arranque y bits de paridad y parada).

C) Circuito de recepción: Análogo al anterior, consta de un convertidor serie-paralelo en el que entran los bits recibidos. Cuando se completa una palabra, los ocho bits del dato pasan al registro asociado, desde el cual la CPU puede leer el dato recibido.

D) Generador de reloj: Genera la frecuencia del reloj de transmisión a partir de una señal de reloj externa. Dado que estas velocidades están normalizadas, este bloque suele ser programable por el microprocesador para seleccionar la deseada.

E) Programación: Registro, o conjunto de registros, en los que la CPU escribe para seleccionar los parámetros de la comunicación (velocidad de transmisión, paridad, número de bits por palabra, número de bits de parada, etc.).

F) Registro de estado del controlador: Registro que puede leer la CPU para obtener información acerca de la situación del controlador. Las informaciones habituales que contiene este registro son:

❖ **Registro de salida vacío:** El último dato escrito por la CPU ya se ha enviado, o se está enviando, y por tanto el microprocesador puede escribir el siguiente.

➤ **Registro de entrada lleno:** Se ha recibido un dato completo y la CPU puede leerlo.

➤ **Errores en la comunicación:**

➤ **Error de paridad:** La paridad del dato recibido no es correcta.

➤ **Error de trama:** El dato recibido no tiene el número de bits de parada correcto.

➤ **Error de rebosamiento:** Se ha recibido un nuevo dato antes de que la CPU haya podido leer el anterior con lo cual, éste se pierde.

- **Interrupción de la línea:** El estado de la línea es 0 lógico durante un tiempo mayor a la duración de una palabra, con lo cual se determina que ésta se ha interrumpido. Esta es la razón (heredada de la telegrafía) por la que cuando la línea está en reposo, su nivel lógico es el 1.

2.7.2 Señales de protocolo

Normalmente las comunicaciones asíncronas precisan de un cierto protocolo, esto es, un diálogo entre el emisor y el receptor antes de efectuarse la transferencia de los datos. Este protocolo (handshake) se realiza utilizando otras líneas físicas distintas de la que porta los datos y tanto estas señales, como el protocolo mismo, están normalizados de acuerdo a estándares internacionales entre las cuales el más utilizado es, sin duda, la norma EIA RS-232C.

Generalmente, los controladores de comunicaciones serie incorporan también las patillas precisas para enviar y recibir estas señales de protocolo, así como la lógica necesaria para hacer que el microprocesador las gestione de forma cómoda.

2.8 INTERFAZ DE COMUNICACIÓN NORMA RS-232.

Para enviar datos en serie a grandes distancias, lo más cómodo es aprovechar la infraestructura ya disponible en lugar de realizar nuevos tendidos de líneas. En este sentido la infraestructura de las compañías telefónicas resulta la más interesante. Sin embargo, el ancho de banda del canal telefónico va de 300 a 3.300 Hz y las señales digitales tienen un espectro diferente, por lo que, para poder transmitir las por estos canales, es preciso modularlas en la emisión, para convertirlas en tonos audibles, y demodularlas en recepción. Esta función la realizan los sistemas denominados modems, término que proviene de la contracción de modulador-demodulador.

Conviene en este punto definir nuevamente dos términos:

DCE (Data Communication Equipment) Equipo de Comunicación de Datos), que es el nombre que recibe el modem u otros equipos usados para transmitir datos a larga distancia (modulados) y **DTE** (Data Terminal Equipment) Equipo Terminal de Datos que es el nombre que se da a los terminales y ordenadores que envían y

reciben datos serie (sin modular). La importancia de diferenciar estos dos elementos se verá al estudiar los protocolos y la interconexión.

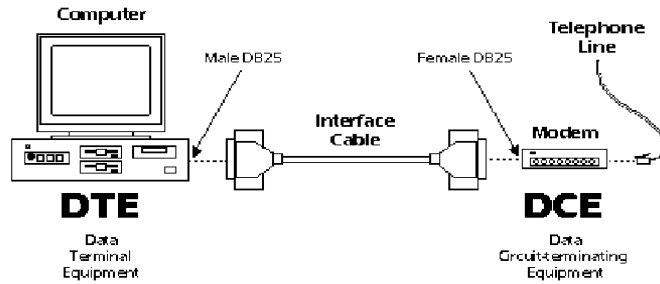


Figura 2.8. Equipos y conexiones en la norma RS-232C.

Esta norma describe de modo detallado, las funciones de 25 líneas de señal y protocolo para comunicaciones serie, los niveles de tensión del 0 y el 1 lógicos, las impedancias y capacidades de la línea, los tiempos de subida y bajada de las señales, etc. La norma no define un conector específico, aunque los más habituales son el DB-25 o canon de 25 patillas, y el DB-9. Los niveles de tensión en la RS-232C son, para el 1 lógico, entre -3 y -15 voltios con carga (-25 V. sin carga) y para el 0 lógico, entre +3 y +15 voltios con carga (+25 V. sin carga). Ver figura 2.9.

Los controladores de comunicaciones serie trabajan con niveles de tensión digitales, por lo que, como se comentó en el apartado anterior, es preciso intercalar emisores y receptores de línea que efectúen la transformación de niveles. Un ejemplo de este tipo de adaptadores es el MAX 232 (dos drivers conversores de RS232 a TTL y dos drivers conversores de TTL a RS232).

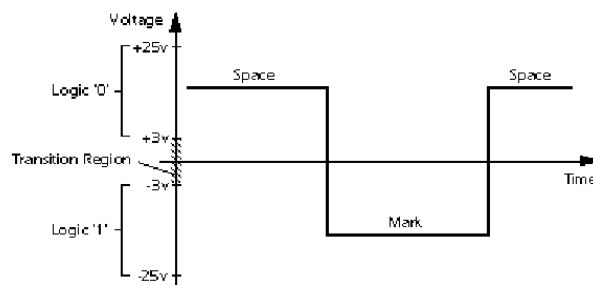


Figura 2.9. Niveles lógicos en la RS-232C.

La tabla 2.2 se muestra los nombres y la descripción de las señales de la RS-232C en el conector de 25 pines (se han resaltado en negrita las señales más utilizadas):

| Conector 25 pines | Conector 9 pines | Nombre | Descripción |
|----------------------|---------------------|--------|------------------------|
| 1 | 1 | - | Masa chasis |
| 2 | 3 | TxD | Transmit Data |
| 3 | 2 | RxD | Receive Data |
| 4 | 7 | RTS | Request to Send |
| 5 | 8 | CTS | Clear to Send |
| 6 | 6 | DSR | Data Set Ready |
| 7 | 5 | SG | Signal Ground |
| 8 | 1 | DCD | Data Carrier Detect |
| 15 | - | TXC | Transmit Clock |
| 17 | - | DTR | Data Terminal Ready |
| 20 | 4 | DTR | Data Terminal Ready |
| 22 | 9 | RI | Ring Indicator |
| 24 | - | RTxC | Transmit/Receive Clock |

Tabla 2.1 Descripción de las señales de la RS-232

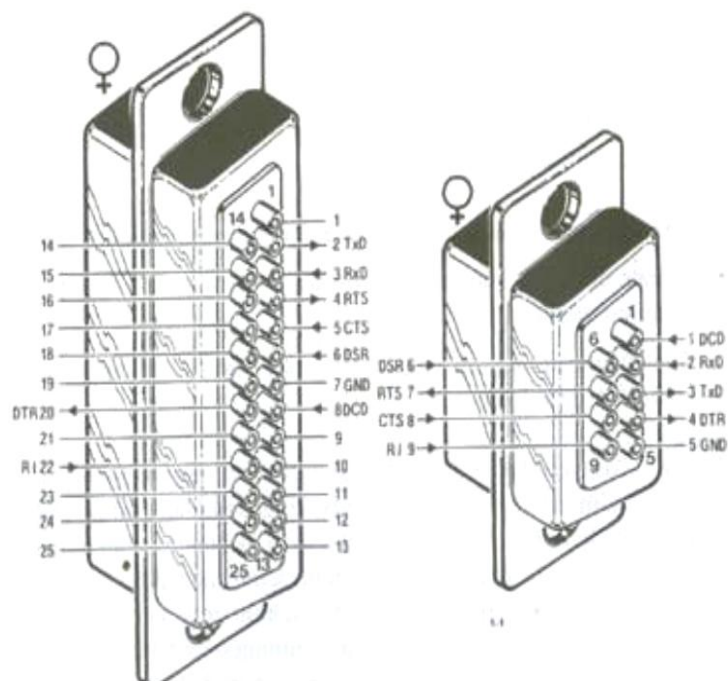


Figura. 2.10. Conectores RS-232.

En la figura 2.11 se representa la conexión entre un PC y un dispositivo serie a 3 hilos. En este caso es necesario realizar internamente las conexiones que se indican

del lado del PC puesto que el software de comunicaciones serie que éste utiliza activa y chequea el estado de las señales de protocolo RS232.

En la conexión de las figura 2.11, uno de los dispositivos (el PC) está configurado como DTE y el otro como DCE, de tal forma que la conexión entre TxD y RxD es directa.

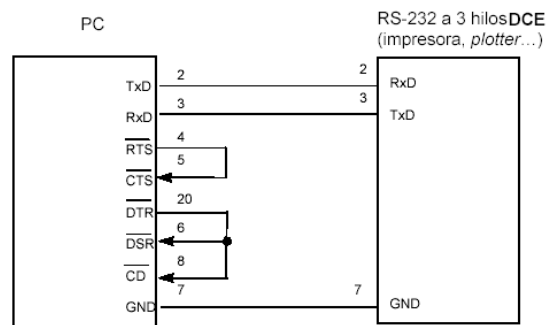


Figura. 2.11. Conexión serie entre un PC y un dispositivo serie a 3 hilos configurado como DCE

2.9 SERVIDORES DE ENTRADA SALIDA I/O SERVERS.

Dispositivos de entrada salida y de control

La selección de entrada salida (I/O) proporciona los únicos medios de interacción que tiene la computadora con el mundo exterior y viceversa.

Estos dispositivos a menudo se designan como periféricos porque se agregan a la computadora básica. Para la mayoría de la gente, el teletipo (TTY) y la terminal de rayos catódicos (CRT) son los dispositivos I/O que por lo común se asocian con las computadoras. En realidad, existe un vasto número de dispositivos que están clasificados adecuadamente como de entrada-salida I/O, en el que se incluye las unidades de cinta disco, convertidores A/D y D/A, lectores de tarjetas perforadas, así como relevadores, interruptores, lámparas, motores y muchos otros dispositivos de presentación de la información.

CAPÍTULO III

3 COMPONENTES DEL HARDWARE UTILIZADO EN EL EQUIPO DE MONITOREO

3.1 ALTERNATIVAS DE LA SELECCIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA.

Una central de medida es un dispositivo multifuncional, de instrumentación digital, de adquisición de datos y de control. Puede sustituir distintos medidores, relés, transductores y otros componentes. Una central de medida se puede instalar en varios lugares de un edificio.

La central de medida, motivo del presente proyecto, está equipada con comunicación RS-485 para su integración en cualquier sistema de control y supervisión de potencia. Sin embargo, el System Manager™ Software (SMS) de POWERLOGIC, desarrollado expresamente para controlar y supervisar la potencia, es el sistema más indicado para las funciones avanzadas de la central de medida.

Esta central de medida es un medidor de valor eficaz (rms) real capaz de medir con una precisión excepcional altas cargas no lineales. Su sofisticada técnica de muestreo permite realizar mediciones rms reales y precisas hasta el armónico de orden 63.

Se pueden visualizar más de 50 valores de medición, además de la gran cantidad de datos máximos y mínimos directamente en la pantalla o de forma remota con el software.

3.2 MEDIDOR DE ENERGÍA PM800.

Esta central de medida está equipada con comunicación RS-485 para su mejor comprensión a continuación se presentan las lecturas disponibles de la central de medida.

La Tabla 3.1 resume las lecturas disponibles en la central de medida.

| Lecturas en tiempo real | Análisis de la potencia |
|--|--|
| Intensidad (por fase, residual, trifásico) | Factor de potencia de desplazamiento (por fase trifásico) |
| Tensión (L-L, L-N, trifásico) | Tensiones fundamentales (por fase) |
| Potencia activa (por fase, trifásica) | Intensidades fundamentales (por fase) |
| Potencia reactiva (por fase, trifásica) | Potencia activa fundamental (por fase) |
| Potencia aparente (por fase, trifásica) | Potencia reactiva fundamental (por fase) |
| Factor de potencia (por fase, trifásica) | Desequilibrio (intensidad y tensión) |
| Frecuencia | Rotación de fases |
| Temperatura (ambiente en el interior) | Ángulos y magnitudes armónicos (por fase) |
| THD (intensidad y tensión) | Componentes de secuencia |
| Energía acumulada, activa | Demanda de intensidad (por fase presente, media trifásica) |
| Energía acumulada, reactiva | Media de factor de potencia (total trifásico) |
| Energía acumulada, aparente | Demanda de potencia activa (por fase presente, punta) |
| Lecturas bidireccionales | Demanda de potencia reactiva (por fase presente, punta) |
| Energía reactiva por cuadrante | Demanda de potencia aparente (por fase presente, punta) |
| Energía incremental | Lecturas coincidentes |
| Energía condicionada | Demandas de potencia pronosticadas. |

Tabla 3.1 Resumen lecturas en tiempo real

Nueva PM 800:

Es la Central de Medida más avanzada del mundo

El PM 800 aporta un nivel superior en cuanto a funcionalidades respecto a las centrales de medida estándar

Registro de alarmas:

Registro de los últimos 100 eventos o alarmas con fecha y hora (últimos 25 consultables a través del display)

Medida avanzada de parámetros eléctricos:

Más de 2400 parámetros, 60 max/min con fecha y hora, demanda predictiva.

Registro de datos:

Memoria para almacenar parámetros eléctricos

Análisis de la calidad de energía:

Espectro de armónicos, captura de onda, cálculo de tendencias y previsiones

Prestaciones para entorno Industrial:

Amplio rango de $^{\circ}T$, IP52, Robustez en las entradas de tensión e intensidad, baja o media tensión.

Comunicación RS485 y 1E y 1S digitales integradas

3.2.1 Características externas – Pantalla

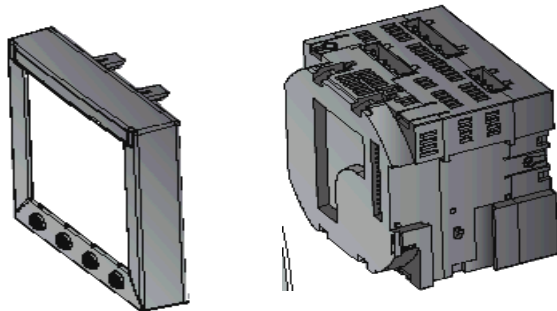
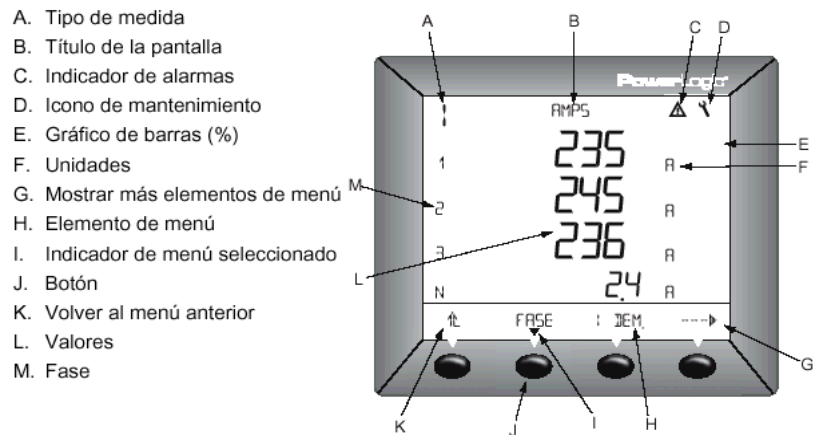


Figura 3.1 Características del PM 810

❖ Fácil de navegar.

- Navegación mediante sólo 4 botones.
- Filosofía de navegación intuitiva mediante menús (tipo teléfono móvil), con palabras clave en español.

❖ Distintas opciones de Display

- Pantalla integrada (estándar)
- Sin pantalla (instalable en carril DIN)
- Display suelto (para utilizar puntualmente para configurar equipos o visualizar datos)
- Display remoto: Para situar display en el lugar óptimo del cuadro.

3.2.2 Parámetros proporcionados por el PM 800

274 Lecturas en tiempo real en display:

- 84 de parámetros eléctricos
- 80 valores relacionados con Máximos y mínimos
- 110 valores de armónicos (PM 810+mod.opt, PM 820 o PM 850)

Más de 2400 lecturas posibles en tiempo real vía comunicación RS485

(Posibilidad desde display leyendo registros)

- 1045 de parámetros eléctricos
- 160 valores relacionados con máximos y mínimos: 80 mes actual + 80 mes anterior
- 1240 parámetros relacionados con armónicos: magnitud y ángulos de armónicos individuales en I y en V simples y compuestas para los armónicos 1 a 63 (de 1 a 31 para PM 820 o PM 810+ módulo PM 810log)

3.2.3 Alarmas en el PM 800

Registro de alarmas en el equipo (toda la gama)

- Visualización del histórico de las últimas 25 alarmas a través del display.
- Histórico de las últimas 100 alarmas mediante comunicación.

Alarmas predefinidas

- 24 alarmas asociadas a parámetros eléctricos configurables (sobre y subintensidades, sobre y subtensiones, desequilibrios, sobredemanda, pérdida de tensión, etc)
- 4 digitales (Cambios de estado de la entrada digital, final de intervalos).

Alarmas personalizables a través de comunicación.

- Personalizables
 - ❖ 16 estándar
 - ❖ 8 digitales
 - ❖ 10 booleanas (PM 850): lógica booleana aplicada a 4 (máximo) alarmas activas
- Posibilidad de personalizar las ya preconfiguradas mediante su redefinición

Cada alarma con 4 niveles de prioridad.



Figura 3.2 Pantalla con visualización de alarma

Distinto modo de señalización y de almacenamiento en registro de alarmas según prioridad:

- **Alta:** icono parpadea hasta que se reconoce a través del histórico y además se ilumina la pantalla de manera intermitente mientras está activa. (si opción blink está en on). Se almacena en registro de alarmas con fecha y hora.
- **Media:** icono parpadea hasta que se reconoce la alarma, pero la pantalla no se ilumina. Se almacena en registro de alarmas.
- **Baja:** icono parpadea mientras esté activa, desaparece si lo hace la alarma. Se almacena en registro de alarmas.
- **Ninguna:** no representación por pantalla, no se introduce en el registro de alarmas pero se podría asociar a una salida digital.

3.2.4 Registro de datos

El PM 800 permite registrar alarmas, datos, energías y datos sobre el mantenimiento

Registro de alarmas (Toda la gama):

- Hasta las últimas 100 alarmas con fecha y hora

Registro de datos (PM 820, PM 850 ó PM 810 + módulo PM 8log):

- Por defecto registro de 18 variables cada 30 minutos (Hasta 7,3 días). Otras opciones configurable mediante SMS.
- Diarios durante 32 días; valores mensuales durante 2 años. Puede redefinirse el registro de energías mediante SMS.

Registro de mantenimiento:

- Registro de hasta 40 valores como fecha y hora de Registro de energías (PM 820, PM 850 ó PM 810 + módulo PM 8log):
- Por defecto registra las energías activa, reactiva y aparente, el factor de potencia y la demanda de potencia activa y reactiva: cada 15 minutos durante 12 días; valores los últimos reset de max/min, de cambio de firmware, de cambio de módulo adicional, de cortes de alimentación, de actividad de las salidas digitales.

3.3 TRANSFORMADORES DE NÚCLEO PARTIDO.**3.3.1. Transformador de corriente**

El transformador de corriente (TC) usa el principio de un transformador para convertir la alta corriente primaria a una corriente secundaria más pequeña.

El TC es común entre los medidores de energía de estado sólido de alta corriente.

Es un aparato pasivo que no necesita circuitos adicionales de control.

Adicionalmente, el TC puede medir corrientes muy altas y consumir poca potencia.

Una vez magnetizado, el núcleo contendrá histéresis y su precisión se degradará a menos que éste se desmagnetice de nuevo. Los transformadores-convertidores de núcleo partido han sido especialmente diseñados para facilitar su colocación, tanto en instalaciones nuevas como en las ya existentes. Gracias a su núcleo partido permiten su instalación sin necesidad de interrumpir ningún cable o pletina.

Los transformadores de núcleo partido poseen su devanado primario y secundario separados, proyectados que su bobina primaria tiene un número de espiras muy reducido, y el secundario está sustituido por numerosas espiras, y en este devanado se conecta el amperímetro.

La corriente de carga depende del consumo primario y no del secundario; a su vez, la corriente secundaria es prácticamente independiente de los aparatos que constituye carga secundaria, y está en relación constante inversa del número de

espiras, en la corriente que circula por el arrollamiento primario, a la cual tiende a neutralizar magnéticamente.

Si se altera la impedancia del circuito secundario, varía la tensión de los bornes de salida del transformador, y proporcionalmente (en relación con el número de espiras), también la caída de tensión entre los bornes del primario.

Las características más destacadas son:

- Pequeño tamaño y facilidad de instalación
- Amplias dimensiones de la ventana interior, permitiendo abrazar cables gruesos o grandes pletinas
- Amplia gama de tamaños que permiten adaptarlos a cualquier instalación.

Circuito de medida:

- Resistencia de carga: Depende de la tensión de alimentación (ver figura 3.1)

Circuito de alimentación:

- Tipo: alimentación externa de la salida 4...20 mA
- Tensión de alimentación: 10...28 V c.c.

Características constructivas:

- Equipo con núcleo practicable, que permite su apertura
- Envoltente autoextinguible, según UL 94 VO
- Soportes metálicos para su fijación
- Bornes niquelados protegidos con tapa de plástico transparente
- Caja de bornes secundarios precintables.

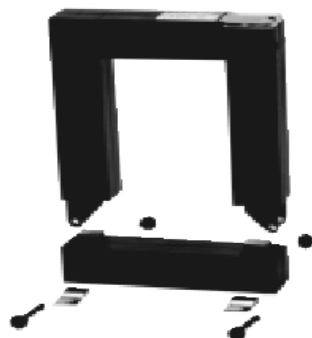


Figura 3.3 Transformadores de núcleo partido.

3.4 CONVERTIDORES DE PROTOCOLO (RS232 A RS422/485)

3.4.1. La interfaz serial RS232.

Esta fue una de las primeras técnicas para transmitir datos digitales sobre medio físico.

Hay dos tipos de comunicaciones digitales seriales: síncronas y asíncronas. En una transmisión síncrona los datos son enviados un bit a continuación de otro por una línea que une la salida del transmisor, TXD, del un lado con la línea de recepción, (RXD del otro lado). El transmisor y el receptor son sincronizados con una línea extra que transmite pulsos de reloj que indican cuando un pulso es válido. La duración del bit está determinada por la duración de pulsos de sincronismo. Como se puede entender, el uso de esta técnica implica la existencia de un cable extra para llevar la señal de reloj, lo cual en un costo extra. Esta técnica no se usa para las aplicaciones que aquí se analizan.

En la transmisión asincrónica no se emplea señal de reloj, más bien se utiliza una técnica que recurre a "encapsular" los datos con un bit de inicio y uno o dos bits de parada, y así no es necesaria la línea extra de sincronismo. Pero encapsular con un bit de inicio y otro de parada los datos no es suficiente, hay otras reglas de transmisión sobre las que se deben poner de acuerdo el transmisor y receptor. Por ejemplo, mientras el estado de la línea está en alto, el receptor deberá interpretar como que no existe transmisión y, por lo mismo, el canal está en modo de espera (idle). Cuando la línea de comunicación cambia de estado (se recibe el bit de inicio), el receptor debe interpretar ese cambio como comienzo de la transmisión.

Pero, ¿Qué sucede si ese cambio de estado fue producido por un transitorio?. En situaciones así, el algoritmo de comunicación debe instruir al receptor esperar cierto tiempo para volver a leer la línea, y así asegurarse que el cambio de estado corresponde efectivamente al bit de inicio. Pero, volver a leer la línea ¿después de qué tiempo?. Igualmente, ¿cada qué tiempo el receptor debe leer la línea para leer un bit de la trama?. En ambas situaciones se comprenderá que se necesita saber el tiempo de duración de un bit. Por todo lo indicado, antes de iniciar cualquier comunicación con el puerto RS 232, se debe determinar el protocolo a seguir. Esto debe ser hecho por el usuario quien debe decidir sobre:

- El Protocolo serial: esto es, el número de bits de datos, la paridad, el número de bits de parada)
- La velocidad de transmisión
- El protocolo de control de flujo (RTS/CTS o XON/XOFF).

Con RS232C se puede transmitir los datos en grupos de 5, 6, 7, u 8 bits aunque los más usados son 7 y 8 bits.

La velocidad de transmisión (normalmente 9600 bits por segundo para aplicaciones industriales) debe ser constante durante la transmisión de una trama para garantizar que los bits lleguen uno tras de otro en el momento correcto. Cualquier retardo provocaría una lectura incorrecta.

Los bits de datos son enviados al receptor después del bit de inicio, el bit menos significativo es transmitido primero. Dependiendo de la configuración de la transmisión, un bit de paridad es enviado después de los bits de datos. El propósito de cada uno de estos bits especiales se indica a continuación;

1. **Bit de inicio.**- Cuando el receptor detecta el bit de inicio sabe que la transmisión ha comenzado y es a partir de entonces que debe leer las señales de la línea a intervalos concretos de tiempo, en función de la velocidad de transmisión.
2. **Bit de paridad.**- Indica la finalización de la transmisión de una palabra de datos. El protocolo de transmisión de datos permite 1, 1.5, y 2 bits de parada.

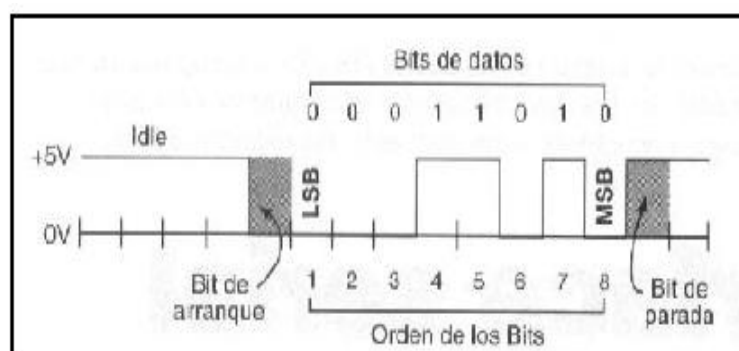


Figura 3.4 Trama TTL

En la figura 3.4 se muestra la trama con los voltajes correspondientes a la lógica TTL, la cual no se emplea en la norma RS-232.

Un concepto muy importante que debe entenderse es el del rendimiento (throughput) de la transmisión de datos.

Si bien el encapsulamiento es esencial para la transmisión asíncrona, por otro lado, tiene el defecto de añadir bits a los datos propiamente dichos (la trama de datos) disminuyendo consecuentemente la velocidad efectiva de la transmisión. Note que si se transmiten 8 bits y se añade un bit de inicio y un bit de parada, independientemente de la velocidad transmisión, el rendimiento de la transmisión se reduce en un 20%. Esto es, el throughput apenas llega al 80%. Más tarde se verá que para protocolos más complejos, el encapsulamiento (que es referido también como overhead) es mayor y por lo mismo afecta más al throughput.

El RS-232 es un estándar que constituye la tercera revisión de la antigua norma RS-232, propuesta por la EIA (Asociación de Industrias Electrónicas), realizándose posteriormente una versión internacional por el CCITT, conocida como V.24. Las diferencias entre ambas son mínimas, por lo que a veces se había indistintamente de V.24 y de RS-232C (incluso sin el sufijo "C") refiriéndose siempre al mismo estándar. El estándar RS-232 establece que un 1 lógico se represente con un voltaje entre -3V y -15V, mientras que un 0 lógico se representa con un voltaje entre +3V y +15V.

Los voltajes más usados son +12V y -12V. El estado de reposo (idle) se representa con un 1 lógico; es decir, -12V. Dependiendo de la velocidad de transmisión empleada, es posible tener cables de hasta 15 metros. En la figura 3.5 se muestran los voltajes RS 232 para voltajes de +/-5V.

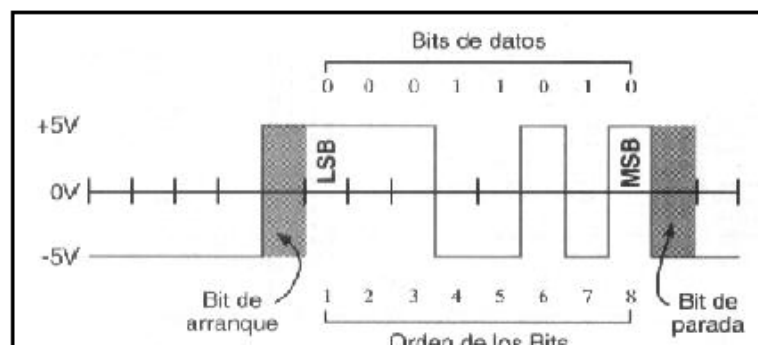


Figura 3.5 Trama RS-232 típica.

Para compensar los efectos de la atenuación de voltaje en la línea y los efectos del ruido, se han establecido diferentes niveles de voltaje tanto para el lado del transmisor como del receptor, tal como se muestra en la figura 3.6 a continuación:

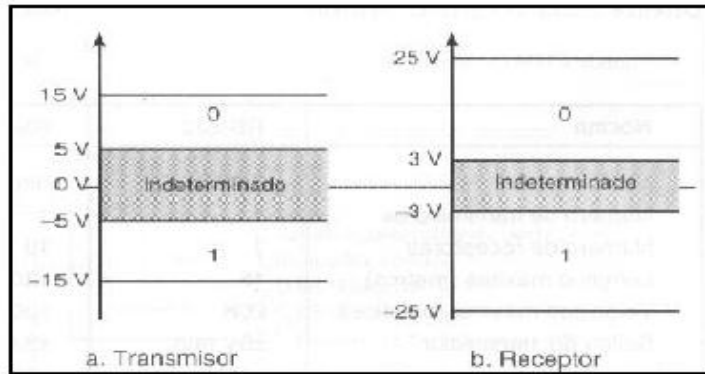


Figura 3.6 Niveles de voltaje en el Tx y en el Rx.

3.4.2 El puerto serial de una PC

El puerto serial de una PC se rige por el estándar RS-232C. Este estándar fue empleado en los 60s para comunicar un equipo terminal de datos, DTE (Data Terminal Equipment, el PC en este caso) y un equipo de comunicación de datos, DCE (Data Communication Equipment, habitualmente un modem).

Para conseguir los niveles de voltaje correctos hay circuitos que dan soporte para convertir los niveles de voltaje TTL a RS-232 y viceversa. En el ejemplo de la figura 3.7 se muestra los circuitos que se emplean en una computadora para manejar la interfaz serial RS-232 de la misma. Ver figura 3.11. El driver convierte de TTL a RS-232 para la transmisión y el receptor (receiver) de RS-232 a TTL.

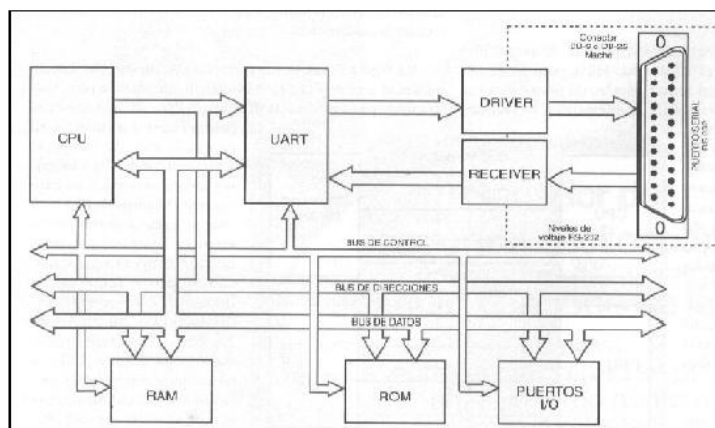


Figura 3.7 Trabajo del UART

El estándar especifica un conector DB-25 de 25 pines y que el conector DTE debe ser macho y el conector DCE hembra. Muchos de los pines no son necesarios y solo se emplean las siguientes:

1. **Línea de transmisión de datos (TxD).**- Línea por la que el DTE (PC) envía los datos.
2. **Línea de recepción de datos (Rx D).**- Línea por la que el DTE (PC) recibe los datos.
3. **DTE preparado (DTR).**- Línea por la que el DTE (PC) indica al DCE (módem) que está activo para comunicarse con el módem.
4. **DCE preparado (DSR).**- Línea por la que el DCE (módem) indica al DTE (PC) que está activo para establecer la comunicación.
5. **Petición de envío (RTS).**- Con esta línea, el DTE (PC) indica al DCE (módem) que está preparando para transmitir datos.
6. **Preparado para enviar (CTS).**- Tras un RTS, el DCE (módem) pone esta línea en 1 lógico, tan pronto como está preparado para recibir datos.
7. **Tierra.**- Necesariamente para que tenga lugar la transmisión.

Por esta razón en muchas PC modernas se utiliza el conector DB-9 macho.

En la tabla 3.2 a continuación se listan los pines con su respectiva numeración:

| Conector 25 pines | Conector 9 pines | Nombre | Descripción |
|-------------------|------------------|--------|------------------------|
| 1 | 1 | - | Masa chasis |
| 2 | 3 | TxD | Transmit Data |
| 3 | 2 | RxD | Receive Data |
| 4 | 7 | RTS | Request to Sent |
| 5 | 8 | CTS | Clear to send |
| 6 | 6 | DSR | Data Set Ready |
| 7 | 5 | SG | Signal Ground |
| 8 | 1 | DCD | Data Carrier Detect |
| 15 | - | TxC | Transmit Clock |
| 17 | - | RxC | Receiver Clock |
| 20 | 4 | DTR | Data Terminal Ready |
| 22 | 9 | RI | Ring Indicator |
| 24 | - | RTxC | Transmit/Receive Clock |

Tabla 3.2. Descripción de pines en RS-232

3.4.3 La interfaz RS-485

El alcance de la RS-232 es apenas de 15m, un valor muy reducido para aplicaciones industriales reales. Es por esto que se creó el estándar RS-485.

El estándar RS-485 fue desarrollado en conjunto por dos asociaciones: la Electronic Industries Association (EIA) y la Telecommunications Industry Association (TIA). La EIA es la que etiquetaba sus estándares con el prefijo "RS" (Recommended Standard). Aunque se continua usando esta designación, la EIA/TIA ha reemplazado oficialmente "RS" con "EIA/TIA" para ayudar a identificar el origen de sus estándares.

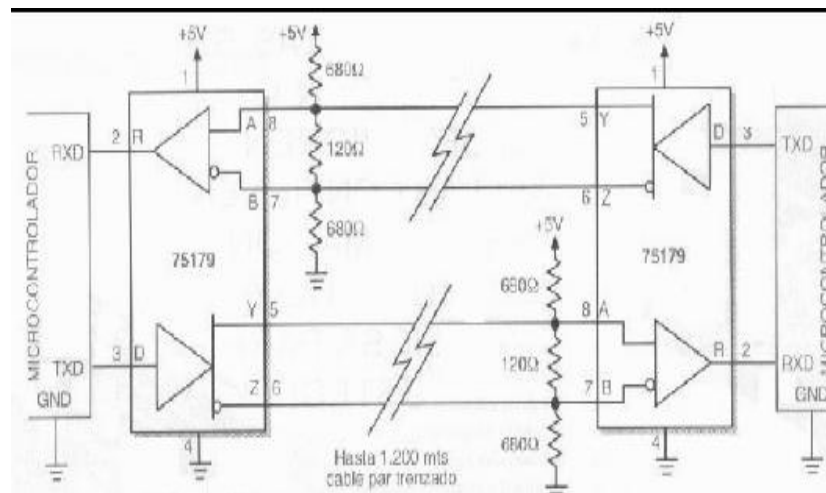


Figura 3.8 RS-485 y su modo diferencial.

La característica más relevante de la RS-485 es que puede trabajar en modo diferencial tal como se muestra en la Figura 3.8.

Los estándares RS-485 y RS-422 tienen mucho en común, y por tal razón a menudo se los confunde. La tabla más abajo los compara RS-485 se especifica como bidireccional, Half-Duplex y es el único estándar EIA/TIA que permite receptores múltiples y drivers en configuraciones tipo "bus". La EIA/TIA-422, por otro lado, especifica un driver único, unidireccional con receptores múltiples. Los componentes de RS-485 son compatibles hacia atrás e intercambiables con los de la RS-422, pero, los drivers RS-422 no deben ser empleados con la RS-485 porque no pueden proveer control del bus.

| CARACTERISTICAS | RS-422 | RS-485 |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| Modo de operación | Diferencial | Diferencial |
| No. Permitido de Tx y Rx | 1Tx, 10Rx | 32Tx 32Rx |
| Máxima longitud del cable | 4000 ft | 4000ft |
| Máxima tasa de datos | 10 M bps | 10M bps |
| Mínimo rango salida driver | ±2V | ±1.5V |
| Máximo rango salida driver | ±5V | ±5V |
| Máxima corriente coto-circuito driver | 150 mA | 250 mA |
| Impedancia de carga Tx | 100 | 54 |
| Sensibilidad entrada Rx | ±200mV | ±200mV |
| Máxima resistencia ent. Rx | 4K | 12K |
| Rango volt. Entrada Rx | ±7V | -7V to +12V |
| Uno Lógico Rx | >200mV | >200mV |
| Cero lógico Rx | <200mV | <200mV |

Tabla 3.3 RS-485 and RS-422 Standards

Es bastante simple convertir una RS-232 a RS-485 o viceversa. En la figura 3.9 se ve uno de estos circuitos de conversión basado en el MAX-232.

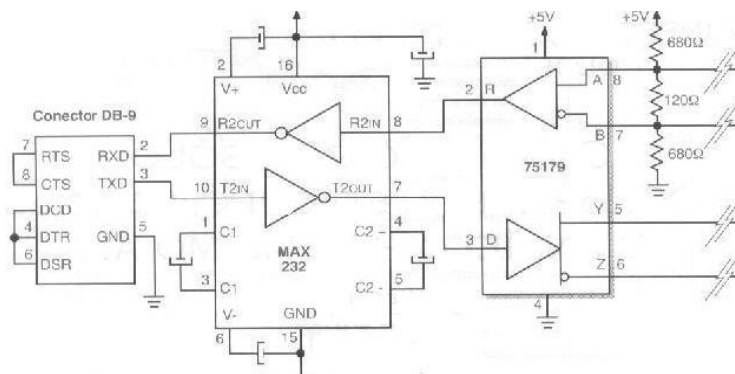


Figura 3.9 Conversión RS-232 a RS-485.

En la figura 3.10 se muestra un circuito típico que permite enlazar una PC con un microcontrolador empleando RS-485.

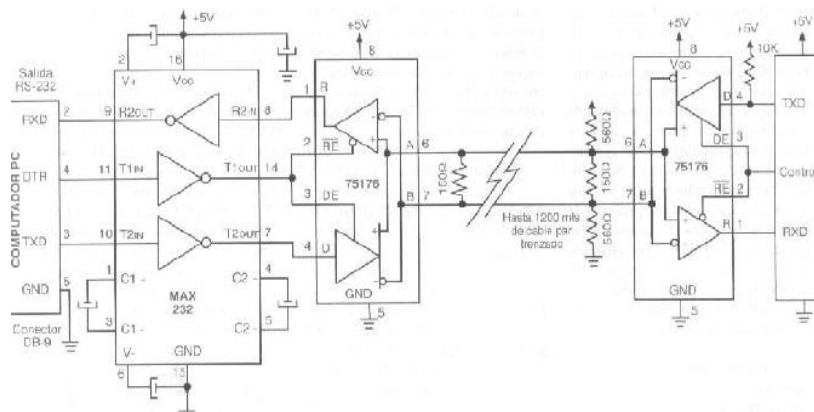


Figura 3.10 Enlace entre una PC y un microcontrolador.

3.4.4 Protección ESD

Los enlaces diferenciales de las interfaces RS-485 y RS-422 proporcionan una transmisión confiable ante la presencia de ruido, y las entradas diferenciales de los receptores pueden rechazar voltajes en modo-común elevados.

Consecuencias de tasas altas de transmisión de datos.

Con velocidades de transmisión altas se comienza a tener problemas con las reflexiones. Para contrarrestar éstas, se instalan resistencias de terminación con un valor igual al de la impedancia del cable. Para cables RS-485 comunes (pares trenzados de 24AWG), esto significa resistencias de 120 Ω en los terminales.

Se puede afirmar que la RS-485 fue el primer intento por evitar un enlace físico de datos para cada sensor o transmisor. Es útil cuando no se deben monitorear o controlar muchas variables. Sin embargo, se tiene todavía un problema; no se puede conectar todos los dispositivos a un solo pórtico RS-485, para lograr una mejor flexibilidad y eficiencia que es lo que actualmente demanda la industria moderna.

En la tabla 3.3 a continuación se hace una comparación de todos los estándares relacionados con la transmisión serial.

| Norma | RS-232 | RS-423 | RS-422 | RS-485 |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|-------------|
| Modo | Simple | Simple | Diferencial | Diferencial |
| Número de transmisores | 1 | 1 | 1 | 32 |
| Número de receptores | 1 | 10 | 10 | 32 |
| Longitud máxima (metros) | 15 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Velocidad máxima (baudios) | 20K | 100K | 10M | 10M |
| Salida del transmisor | $\pm 5V$ min $\pm 15V$ máx | $\pm 3.6V$ $\pm 6V$ máx | $\pm 2V$ min | $\pm 1.5V$ |

Tabla 3.3 Comparación de todos los estándares transmisión serial.

3.5 TIPOS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS PARA EL MEDIDOR DE ENERGÍA

A continuación se muestran las distintas formas de conexión para el medidor de energía en los sistemas monofásicos y trifásicos¹:

- a) Sistema monofásico de fase a neutro de 2 hilos con 1 TI. Figura 3.11
- b) Sistema monofásico de fase a fase de 2 hilos común TI. Figura 3.12
- c) Conexión de tensión directa monofásico y de tres hilos con 2 TI. Figura 3.13
- d) Conexión de 3 fases 3 hilos 2 TI sin TT. Figura 3.14
- e) Conexión 3 fases 3 hilos 3 TI sin TT. Figura 3.15
- f) Conexión de entrada de tensión directa en estrella, trifásica de 4 hilos con 3 TI. Figura 3.16.

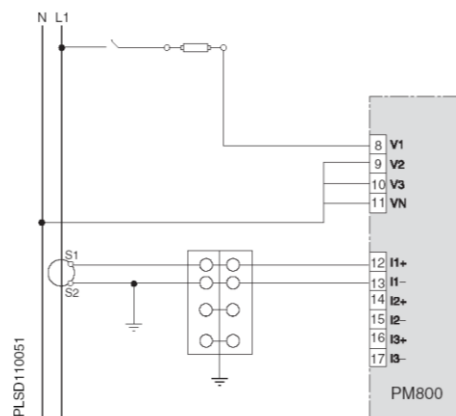
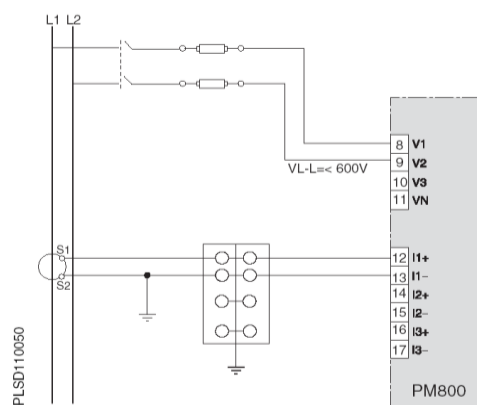


Figura 3.11 Sistema monofásico de fase a neutro.



¹ Folleto Power Meter PM 810 P 80

Figura 3.12 Sistema monofásico de fase a fase.

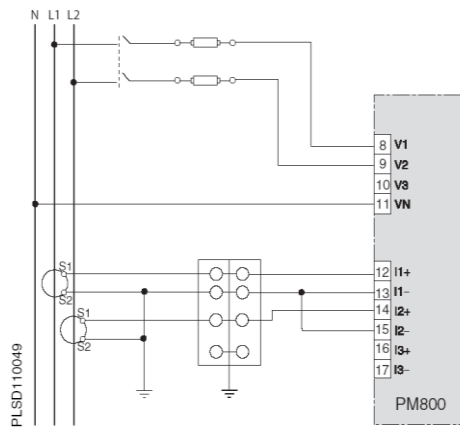


Figura 3.13. Conexión de tensión directa monofásico.

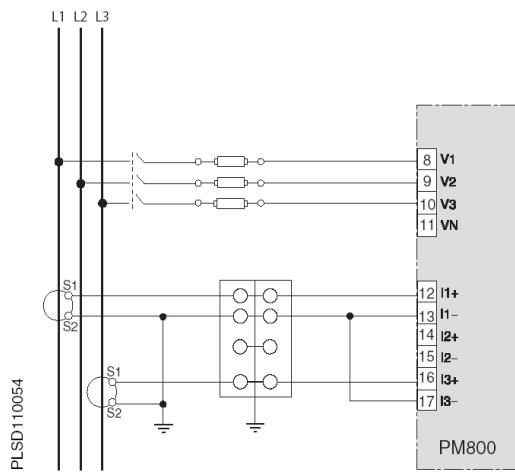


Figura 3.14. Conexión 3 fases 3 hilos 2TI sin TT.

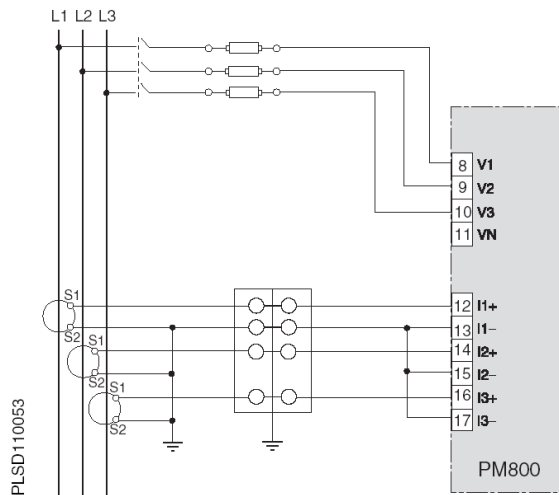


Figura 3.15. Conexión 3 fases 3 hilos 3 TI sin TT.

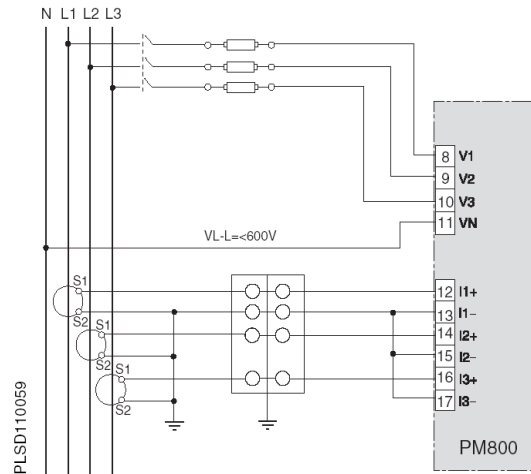


Figura 3.16 Conexión de entrada de tensión directa en estrella, trifásica de 4 hilos con 3 TI

3.6 SISTEMAS CONTROL DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

3.6.1 Scada: Definición.

SCADA viene de las siglas: "Supervisory Control and Data Acquisition", es decir; hace referencia a un sistema de adquisición de datos y control supervisor. Se trata de un sistema que permite controlar y/o supervisar una planta o proceso por medio de una estación central (generalmente una PC) que hace de Master (llamada también estación maestra o unidad Terminal maestra (MTU) y una o varias unidades cercanas o remotas (generalmente RTUs) por medio de las cuales se hace el control/adquisición de datos hacia/desde el campo. La supervisión significa que un operador humano es el que al final tiene la última decisión sobre operaciones, generalmente críticas, de una planta industrial.

Para manejar esta arquitectura generalmente se recurre a un paquete de software especializado (Intouch, Lookout, etc.), que funciona en la computadora central, por medio del cual se desarrolla una o varias "pantallas" que actúan como una interfaz gráfica entre el hombre y la máquina (HMI) o un proceso. De esta forma es posible controlar al proceso en forma automática, o supervisarlos por medio de acciones ingresadas por el operador en la computadora. Además, estos paquetes tienen opciones que permiten proveer a un nivel superior administrativo toda la información que se genera en proceso productivo.

3.6.2 HMI o MMI

Una interfáz Hombre – Máquina, HMI (Man-Machine Interface, MMI), es un mecanismo que le permite a un operador humano interactuar con una máquina o proceso y determinar el estado (prendido / apagado) o magnitud de los dispositivos y/o variables físicas que están presentes en una planta o proceso industrial. La interfaz puede ser tan simple como una lámpara indicadora del estado de un aparato, hasta una o varias pantallas desarrolladas en una computadora que llegan a mostrar en la pantalla del monitor representaciones esquemáticas de todo el proceso bajo supervisión, incluyendo valores reales de las variables presentes en ese momento en la planta. Un ejemplo común de una HMI es el cajero automático que posibilita al usuario ejecutar una serie de transacciones bancarias.

Programas como el InTouch de la Wonderware, Lookout de la National Instruments, por mencionar algunos, constituyen plataformas de desarrollo que facilitan el diseño de las HMI en computadoras. Algunos de estos paquetes de desarrollo incluyen muchas herramientas poderosas que permiten el desarrollo de HMIs de mucho potencial de procesamiento.

Hasta aquí se han descrito los principales niveles que deben formarse en una empresa o planta industrial para facilitar la comunicación entre los dispositivos de campo, los usuarios y supervisores de los procesos industriales y las redes administrativo financieras. Para esto se requiere que las redes de campo industriales y las redes LAN puedan conectarse y comunicarse entre si. A continuación se explica como se pueden lograr este alto nivel de conectividad.

3.7 ARQUITECTURA DEL SISTEMA SCADA

Tal como ya se definió, en los sistemas SCADA usualmente existe una computadora central que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar sus procesos. Es en estas computadoras donde se diseñan las HMIs compuestas de una o varias pantallas que, sobre

todo, tienen el objeto de facilitar la comunicación entre el usuario y el proceso, dando origen a los sistemas denominados "amigables" (user friendly)".

La comunicación a nivel de campo se realiza mediante redes de campo que, tal como se verá más adelante, funcionan bajo protocolos de campo tales como: HART o MODBUS. Protocolos más sofisticados como PROFIBUS, FIELBUS, constituyen las redes industriales. Las redes administrativas trabajan, por otro lado, en la forma de redes LAN que se adhieren a sus propios protocolos, siendo las redes Ethernet las más populares.

Esto significa que en alguna parte deben conectarse ambas redes físicamente y lógicamente y para esto debe haber traductores de protocolos de comunicación que les posibilite entenderse.

Los programas y el hardware que se necesita para lograr esta arquitectura de trabajo es lo que constituye el sistema SCADA.

CAPÍTULO IV

4. SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL INTOUCH V 9.5

4.1 INTRODUCCIÓN AL INTOUCH ².

InTouch es un paquete de software utilizado para crear aplicaciones de interface hombre-máquina bajo entorno PC. InTouch utiliza como sistema operativo el entorno WINDOWS 95/98/XP/NT2000. El paquete consta básicamente de dos elementos: WINDOW MAKER y WINDOW VIEWER es el sistema de desarrollo. Permite todas las funciones necesarias para crear ventanas animadas interactivas conectadas a sistemas de e/s externos o a otras aplicaciones WINDOWS. WINDOW VIEWER es el sistema runtime utilizado para rodar las aplicaciones creadas con WINDOW MAKER.

En cualquier pantalla de WINDOW MAKER disponemos de una ayuda sensitiva pulsando la tecla F1.

Requerimientos del Sistema

- Cualquier PC compatible IBM con procesador Pentium 200MHz o superior
- Mínimo 500 Mb de disco duro
- Mínimo 64 Mb RAM
- Adaptador display SVGA (recomendado 2Mb mínimo)
- Puntero (Mouse, trackball, touchscreen)
- Adaptador de red
- Microsoft Windows W 95/98 SE o NT

Instalación

InTouch dispone de un sencillo programa de instalación que además detecta el sistema operativo sobre el que el programa se va a instalar. El CD-ROM dispone de un autoarranque.

² Tomado del InTouch User's Guide P. 30-65

La Licencia de Wonderware

El paquete InTouch viene protegido por una llave (licencia) conectable al puerto paralelo de su ordenador. Existen distintos tipos de llaves. De acuerdo a la que se conecte podrá disponer de unas u otras funciones de InTouch.

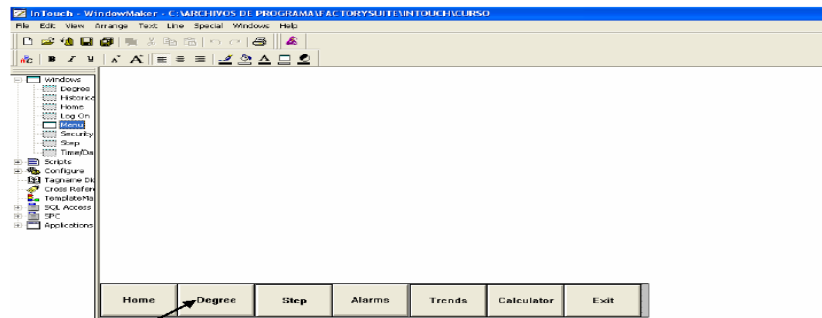
4.1.1 Componentes del InTouch.

Window Maker es el ambiente de desarrollo para InTouch. El Window Maker es la interfaz gráfica del usuario adhiere a Windows 2000 y WINDOWS NT las normas de GUI. Window Maker apoya flotando y cercenando el toolbars, menús de clic de derecho-ratón a lo largo para dar acceso rápido a las órdenes frecuentemente usados y una paleta colorida personalizable que proporcionan 16.7 millones de apoyo colorido.

Es el entorno de programación donde se asigna a los gráficos que representa el proceso las condiciones de operación para crear ventanas de visualización animadas que pueden dar la posibilidad de ingresar nuevas condiciones al proceso. Estas ventanas de visualización se pueden conectar a sistemas industriales de E/S y otras aplicaciones de Windows.

El Explorador de la Aplicación de Window Maker le proporciona a usted un acceso fácil a Window Maker, la mayoría de órdenes y funciones normalmente se usan como órdenes de ventanas, la configuración ordena y todos los editores InTouch QuickScript. Adicionalmente, el Explorador de la Aplicación quiere todos los despliegues instalados, agregar-adelante, los programas como SQL Access Manager, SPC Pro y Recipe Manager y este proporciona una aplicación personalizada. Se puede configurar al Explorador de la Aplicación para lanzar cualquier otro FactorySuite programa o programa de Windows para cambiar rápidamente entre la configuración de HMI, la I/O servidor de configuración y el control de configuración. Ver figura 4.1

Window Viewer es el entorno de ejecución que se utiliza para mostrar las ventanas de gráficos creadas en Window Maker.



Todos estos botones son simples botones 3D.

Figura 4.1 Entorno de ejecución del WindowMarker

Con Intouch, un diseñador puede crear aplicaciones con características completas, incorporando el intercambio dinámico de datos (Dynamic Data Exchange "DDE"). Enlace de objetos e incrustaciones (Object Linking and Embedding "OLE") y gráficos; también lograr un intercambio de datos con otras aplicaciones.

Para iniciar una aplicación, se debe acceder al Application Manager de Intouch, aquí se crea un Path (camino) para la nueva aplicación ingresando el nombre y la descripción de la aplicación a desarrollar. La figura 4.2 muestra la pantalla de Aplicación Manager de Intouch.

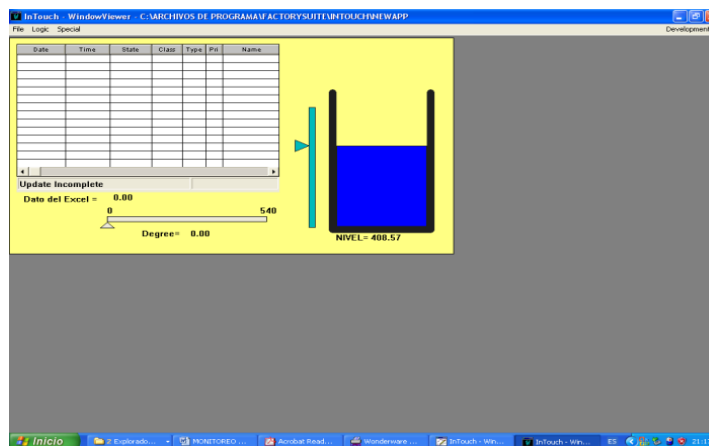


Figura 4.2 Entorno de ejecución del WindowViewer

Una vez que la aplicación tiene un campo dentro del Application Manager se puede empezar a desarrollar las diferentes pantallas de la aplicación, para ello debemos ingresar al WindowMarker, que es el editor de las pantallas. Una vez que se ha ingresado al WindowMarker, se puede elaborar la primera pantalla. Aparece el cuadro de diálogo para definir las características de la pantalla, como

son el tamaño, la jerarquía, el color de fondo, etc. La figura 4.3 muestra este cuadro de diálogo.

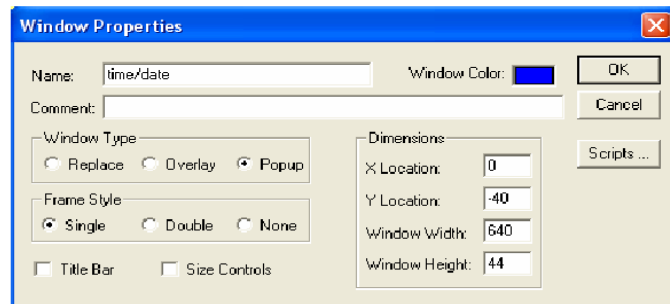


Figura 4.3 Características de una pantalla

4.1.2 Herramientas para desarrollar aplicaciones.

Las herramientas en el toolbars de Window Maker se agrupan por la funcionalidad común.

Si usted descansa el cursor en una herramienta, la herramienta muestra que la caja aparece desplegando el nombre de la herramienta. Por ejemplo:

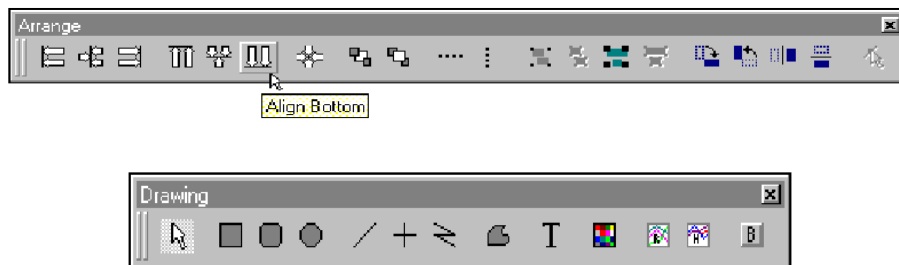


Figura 4.4 Herramientas en el toolbars de Window Maker

4.2 AMBIENTE DE DESARROLLO DE APLICACIONES

Window Maker apoya Windows 2000 y a los sistemas operativos Windows XP de la interfaz gráfica (GUI) del usuario incluyendo normas, pulsando el botón derecho del ratón, mostrará sus respectivos menús hacia abajo.

El ambiente de desarrollo del Window Maker es configurable. Por defecto cuando se inicialmente se ha abierto Window Maker, la mayoría de los elementos están disponibles automáticamente en el desplegado incluyendo, todo el toolbars, el explorador de la aplicación y los estados que se obstruyen. Sin embargo, se puede mostrar o se esconder cualquiera o todos estos elementos y, se puede

mover al toolbars y el explorador de la aplicación, a cualquier situación que se desea dentro de la ventana de WindowMaker. Se puede desplegar la regleta opcional y se pueden encender o apagar la rejilla visible en sus ventanas.

Usando WindowMaker

Poniendo las varias propiedades para WindowMaker y WindowViewer, se puede personalizar la funcionalidad y finalmente la apariencia de su aplicación. Por el ejemplo, se puede especificar que menús quiere disponible en WindowViewer, se puede incluir los nombres de la compañía en la barra del título de su aplicación, y así sucesivamente.

Lo siguiente ilustra el ambiente de los elementos de desarrollo del WindowMaker:

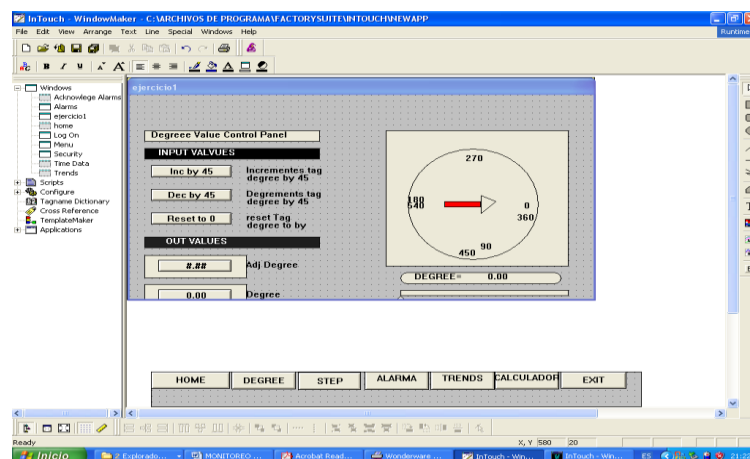


Figura 4.5 Ambiente de los elementos de desarrollo del WindowMaker

a) Utilización de las ventanas de desarrollo.

InTouch trabaja con ventanas o pantallas. Estas ventanas disponen de:

- Elementos animados
- Tendencias gráficas y alarmas
- Lógica Asociada. Ver figura 4.6

Antes de empezar a dibujar, es necesario definir la pantalla sobre la que vamos a trabajar.

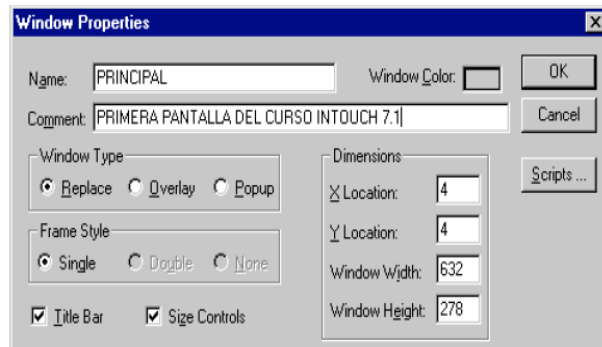


Figura 4.6 Propiedades de una ventana

Las pantallas pueden ser de tres tipos:

- **Replace.-** Cierra cualquier otra ventana que corte cuando aparece en pantalla, incluyendo ventanas tipo *popup* u otras tipo *replace*.
- **Overlay.-** Aparece sobre la ventana displayada. Cuando cerramos una ventana tipo *overlay*, cualquier ventana que estuviera escondida bajo la *overlay* será restablecida. Seleccionando cualquier porción o parte visible de una ventana debajo de la *overlay*, provocará que esta ventana pase a ser considerada activa.
- **Popup.-** Similar a la *overlay*, pero en el caso de *popup* la ventana siempre queda por encima de las demás, y no desaparece ni aunque pinchemos con el ratón sobre otra. Normalmente será necesario hacer desaparecer la ventana *popup* antes de que aparezca otra.

WINDOW MAKER (WM) de InTouch es una herramienta de dibujo basada en gráficos por objetos, en lugar de en gráficos por pixels,. Básicamente podemos decir que creamos objetos (círculos, rectángulos, etc..) independientes unos de otros. Ello facilita la labor de edición del dibujo y, lo que es más importante, permite una enorme sencillez y potencia en la animación de cada uno de los objetos, independientes o por grupos. Como se detalló en el punto 4.1.2.

b) Los Elementos Wizards

WIZARS, en su más básico concepto, podría ser definido como "elementos inteligentes" que permiten que las aplicaciones InTouch puedan ser generadas de

un modo más rápido y eficiente. La versión 7.1 de InTouch dispone de los elementos WIZARDS que permiten crear rápidamente un objeto en la pantalla. Haciendo doble clic sobre el objeto podemos asociarle animación (links), asignarlo a tagnames o incluso incluir una lógica en ese objeto. Si agrupamos varios de estos objetos, podemos crear un elemento completo, acabado y programado, que lo podemos utilizar tantas veces como queramos. Todo lo que se tiene que hacer es seleccionar el WIZARDS que se desee en InTouch se lo dibujará, animará y programará.

Por ejemplo, un amperímetro: WIZARDS le dibujará el elemento en la pantalla y cuando haga clic sobre él sólo necesita rellenar los campos que se le indican. Esta configuración incluye el tagname sobre el cual sitúa el amperímetro, valores máximos y mínimo de lectura, colores, divisiones, etc. Una vez la información ha sido introducida, el WIZARDS amperímetro ya puede utilizarse como tal.

Además de estos WIZARDS "sencillos", es posible utilizar otros más "complejos" que provoquen operaciones en background, tales como crear/convertir una base de datos, importar un fichero AutoCad, configurar módulos de software (p.e, recetas, SPC, etc. Ello es posible gracias a la herramienta Wonderware Extensibility Toolkit(opcional de InTouch). La mayoría de WIZARDS son escalables configurables en tamaño. Ello le permitirá modificar y poder ajustar los dibujos ya hechos a un tamaño necesario para su ventana.

WIZARDS son accesibles desde la caja de herramientas de WINDOW MAKER. Pero además, es posible incorporar un WIZARDS concreto (o más de uno) a la caja de herramientas, para que este aparezca en ella y sea muy sencillo seleccionarlo. Ver figura 4.7.

c) Animation Links

Tras haber creado un objeto gráfico o símbolo, éste puede ser animado mediante las Animation Links. Las Animation Links provocan que el objeto cambie de apariencia reflejando cambios en los valores de la base de datos. Por ejemplo, una puede cambiar de color de acuerdo a si está o no activa.

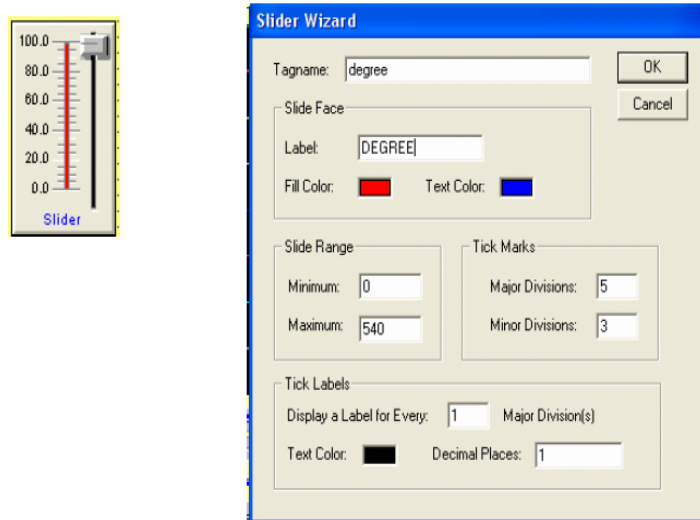


Figura 4.7 Ejemplo de una pantalla historical trends utilizando Wizards .

Para asignar una animation links a un objeto, éste deberá estar seleccionado. Haciendo dos veces click sobre el objeto o símbolo deseado entramos directamente en el menú de Animation Links .

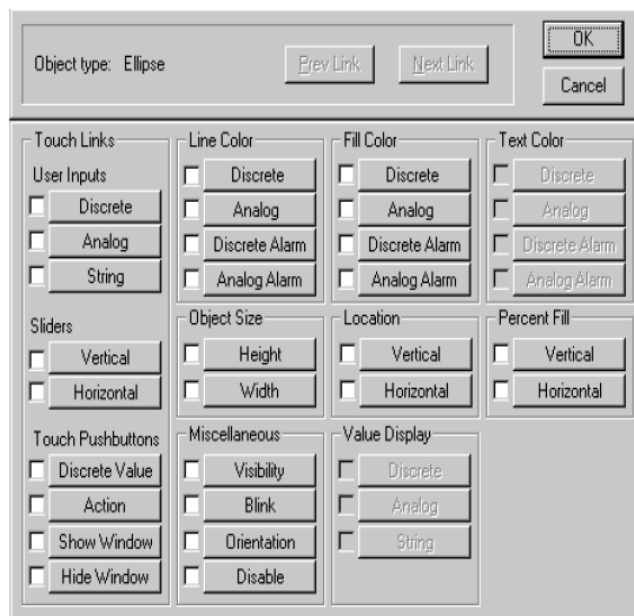


Figura 4.8. Ventana con las propiedades del objeto .

Una vez hecho esto, podremos seleccionar el tipo de animation que queremos asociar a ese objeto. Podemos incluso asociar varios Animations Links a un mismo objeto o símbolo .

4.3 DICCIONARIO DE NOMBRES DE IDENTIFICACIÓN.

El diccionario de tagname es el corazón de InTouch. Durante el runtime, este diccionario contiene todos los valores de los elementos en la base de datos. Para crear esa base de datos, InTouch necesita saber que elementos la van a componer.

Debemos, por lo tanto, crear una base de datos con todos aquellos datos que necesitemos para nuestra aplicación. A cada uno de estos datos (tags) debemos asignar un nombre. Al final, dispondremos de un diccionario de todos los tagnames o datos que nosotros mismos hemos creado.

Acceso

A este diccionario se accede desde el menú /Special/TagName Dictionary.

Definición de los Tagnames

Desde el diccionario de tagnames definimos los tagnames y sus características.

Básicamente se divide en:

| | |
|-----------|---|
| MEMORY | Tag registros internos de InTouch |
| I/O | Registros de enlace con otros programas |
| INDIRECT | Tags de tipo indirecto |
| GROUPVAR | Tags de los grupos de alarmas |
| HISTTREND | Tag asociado a los gráficos históricos |
| TagID | Información acerca de los tags que están siendo visualizados en una gráfica histórica |

Tabla 4.1 (a) Características de los Tagnames

De los 3 primeros tipos, disponemos de:

| | |
|----------|---|
| Discrete | Puede disponer de un valor 0 ó 1 |
| Integer | Tagname de 32 bits con signo. Su valor va desde -2.147.483.648 hasta 2.147.483.647. |
| Message | Tagname alfanumérico de hasta 131 caracteres de longitud. |

Tabla 4.1 (b) Características de los Tagnames

Existen diferentes tipos de tagname de acuerdo a su uso. Por ejemplo si los valores de un tagname son leídos o escritos desde otra aplicación de Windows, como un servidor DDE, éste será un tagname tipo DDE. Debemos también conocer si el tagname es discreto, tal como una entrada o salida de un PLC, o un tag análogo como un registro de 16, 32 o 64 bits, estos tags son de dos tipos enteros y reales.. Pero antes de seleccionar el tipo de tagname, primero debemos definir un nuevo tagname, posteriormente elegir el tipo de tagname que se va a utilizar. Ver figura 4.9 (a) y 4.9 (b).

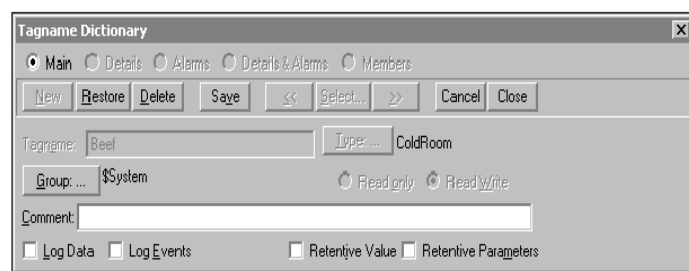


Figura 4.9 (a) Definir un nuevo tagname

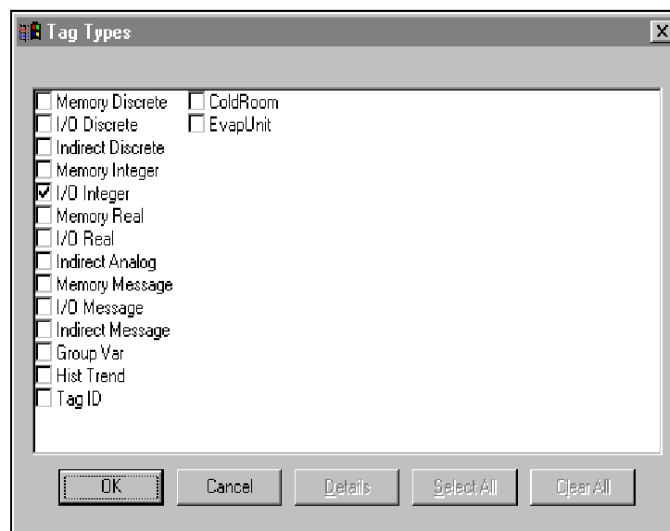


Figura 4.9 (b) Tipos de tagnames.

4.4 ALARMAS Y EVENTOS.

Nota: InTouch permite la visualización de alarmas distribuidas (gestión de las alarmas bajo una estructura cliente/servidor en una red de ordenadores). En el presente proyecto únicamente se analiza las alarmas locales.

InTouch soporta la visualización, archivo (en disco duro en base de datos relacional) e impresión de alarmas tanto digitales como analógicas, y permite la notificación al operador de condiciones del sistema de dos modos distintos: Alarmas y Eventos. Una alarma es un proceso anormal que puede ser perjudicial para el proceso y que normalmente requiere de algún tipo de actuación por parte del operador. Un evento es un mensaje de estado normal del sistema que no requiere ningún tipo de respuesta por parte del operador.

Cada alarma configurada en InTouch tiene un valor de prioridad asociado con él. Este es el valor que representa la severidad de la alarma y puede ir de 1 a 999 con 1 siendo el más severo. Conforme la alarma va usando estas prioridades y las alarmas asignando a cada uno, se puede filtrarlos fácilmente fuera de las alarmas críticas a las no críticas.

Se puede visualizar todas o un extracto de ellas de forma histórica o en tiempo real y grabar en disco o imprimir en diferentes formatos personalizables. Las nuevas funciones de las alarmas procedentes de diferentes servidores en un único panel. También es posible la gestión distribuida de las alarmas en red, permitiendo la centralización de las mismas y acceso desde cualquier nodo de la red.

Según el proceso, el InTouch nos permite determinar los niveles de severidad que necesitamos para establecer rangos como muestra la tabla:

| Severidad de alarma | Rango de prioridad |
|---------------------|--------------------|
| Critico | 1 - 249 |
| Mayor | 250 - 499 |
| Menor | 500 - 749 |
| Información | 750 - 999 |

Tabla 4.2 Rangos de severidad.

4.4.1 Tipos de alarmas.

InTouch clasifica a las alarmas en varias categorías generales basadas en sus características. Estas categorías son conocido como: Clase y tipo, la distribución

del sistema de alarma categoriza todas las alarmas en cinco Condiciones generales: discreto, desviación, proporción-de-cambio, valor, y SPC. La tabla 4.3 resume la condición de alarma para ambos sistemas:

| Condición de alarma | Clase distribuida | Tipo distribuido |
|---------------------|-------------------|------------------|
| Discrete | DSC | DSC |
| Deviation - Major | DEV | MAJDEV |
| Deviation - Minor | DEV | MINDEV |
| Rate-of-Change | Rate-of-Change | ROC |
| SPC | SPC | SPC |
| Value - LoLo | VALUE | LOLO |
| Value - Low | VALUE | LO |
| Value - High | VALUE | HI |
| Value - HiHi | VALUE | HIHI |

Tabla 4.4. Condiciones y tipos de alarma

Se puede asociar cada alarma con un tagname de InTouch. Dependiendo del tipo de tagname, usted puede definir uno o más clases de alarma o tipos para él tagname.

Se define si su alarma condiciona en el Diccionario de Tagname.

Se también puede configurar la impresión de la alarma y/o el despliegue de la alarma distribuida del objeto o la alarma inspector del control ActiveX para mostrar el campo de la clase de alarma y/o el campo de tipo de alarma.

4.4.2 Visualización de alarmas.

Mediante la visualización de la alarma o por medio de tono audible, se puede informar al operador de un acontecimiento no deseado, una pantalla que surge o presenta un tipo de animación en particular sobre la pantalla.

El sistema puede ser configurado según los requerimientos debiendo incluir opciones a la ventana de visualización de alarmas, alarmas que surjan repentinamente, un símbolo de proceso que destella por ejemplo un tanque del proceso, un mensaje de texto de alarma que esta disponible sobre cada pantalla, etc.

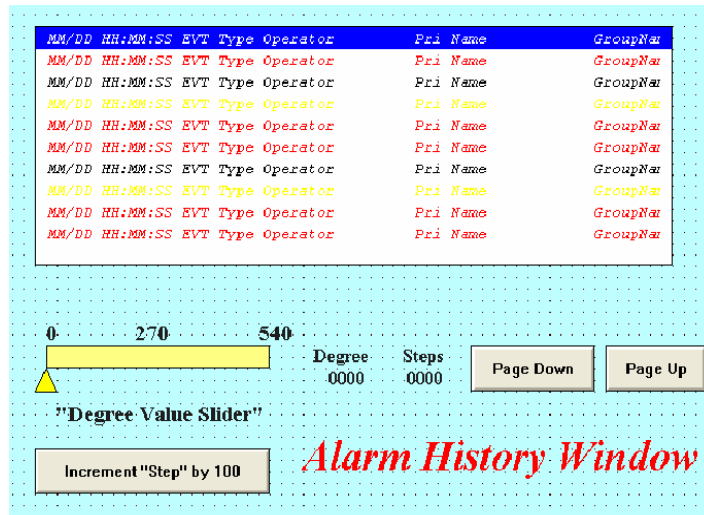


Figura 4.10 Visualización de una alarma reconocida.

4.4.3 Eventos.

InTouch también clasifica los eventos en categorías generales, basadas en sus características. Estas categorías son conocidas como los tipos de evento. La siguiente tabla resume la clasificación de eventos:

| Evento | Condición |
|--------|---|
| SYS | Un evento del sistema ocurrió |
| USER | Cambio de operador |
| DDE | El valor del tagname se activo de un cliente DDE |
| LGC | Un QuickScript modificó el valor del tagname |
| OPR | El operador modificó los valores de entrada del tagname |

Tabla 4.4. Tipos de eventos.

Se configuran los primeros dos eventos listados automáticamente cuando el evento anotar es habilitado. El tercero debe definirse por los usuarios para cada tagname en el Diccionario de Tagname.

4.4.4 Reportes.

Con la utilización de pantallas imprimibles automáticamente a través de eventos, la creación de informes realizarán en forma simple, de modo que será una herramienta útil en aplicaciones industriales, puesto que la capacidad que tiene InTouch en imprimir reportes, facilita Wizards específicos como el envío de

informes vía correo electrónico y disponer patentes opcionales para la generación de documentación de determinada aplicación:

Estas son algunas de las características de los diferentes reportes con los que podemos contar:

- Reportes que pueden contener información del proceso, y/o variables acumuladas.
- Disponer de la capacidad de poder incluir "instantáneamente" de tendencias, histogramas y cartas SPC en los reportes impresos.
- Se puede realizar plantillas gráficas con un reporte impreso.
- Reportes que pueden ser incluidos en una agenda por hora del día, día de la semana o al final de una actividad.
- Reportes que tienen la capacidad de ser impresos con base en cualquier cambio de estado dentro del sistema.

4.5 TENDENCIAS EN TIEMPO REAL E HISTÓRICOS.

InTouch le proporciona dos tipos de objetos de despliegue de tendencia: "El tiempo-real" e "Histórico". Se puede configurar ambas tendencia para desplegar gráficos representaciones de tagnames en tiempo múltiple. Las tendencias del "tiempo-real" lo permiten trazar cuatro plumas, mientras que las tendencias "históricas" le permiten trazar hasta ocho plumas. Se crean ambos tipos de tendencias usando herramientas especiales en WindowMaker. InTouch también le proporciona el mando completo de la configuración de sus tendencias, pudiendo representar hasta 16 plumas con referencias a variables y ficheros históricos independientes.

4.5.1 Tendencias en tiempo real.

Este tipo de pantallas de tendencia en tiempo real pueden soportar hasta 16 indicadores de tendencia limitadas por pantalla, además pueden continuar su actualización sin importar cual sea la ventana de tendencia que el operador esté observando en ese momento.

Además es capaz de permitir el uso de nombres de identificación incluyendo facilidades de adición, multiplicación, etc., para permitir una adecuada escala de las variables.

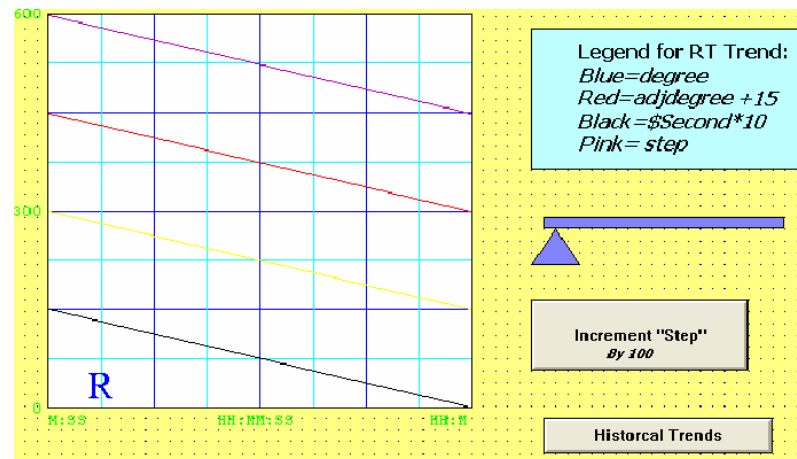


Figura 4.11 (a) Pantalla en tiempo real.

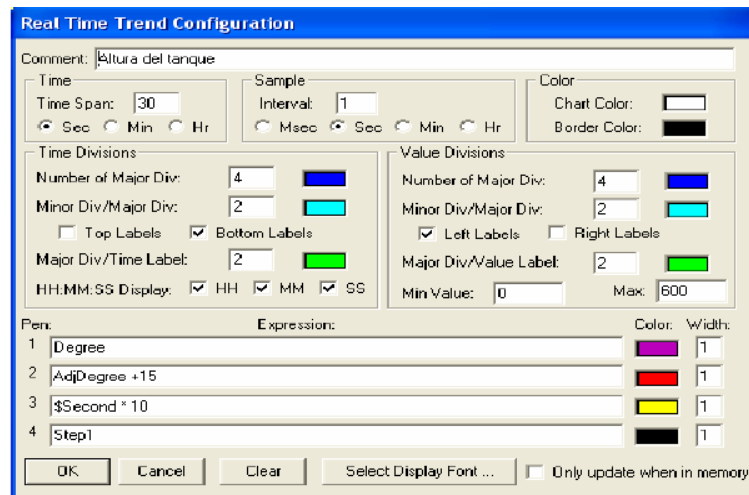


Figura 4.11 (b) Pantalla para configurar en tiempo real.

4.5.2 Tendencia en tiempo histórico.

Estas pantallas con este tipo de tendencias históricas que permite al usuario efectuar aproximaciones o alejamientos en un determinado tiempo, desde un segundo o 6 semanas después, en una misma pantalla, activando características de aproximaciones o alejamientos, configurando con comandos establecidos dentro de secuencias definidas.

Con una adecuada utilización de estas pantallas se podrá tener un registro impreso que servirá con el propósito de tener datos históricos recolectados, los mismos que pueden servir con el propósito de documentación o si es necesario ser exportados a un formato de hoja electrónica.

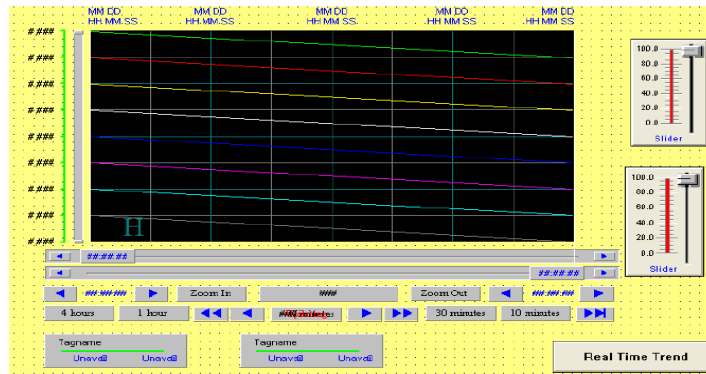


Figura 4.12 (a) Pantalla con tendencia Histórica

Figura 4.12 (b) Pantalla para configurar en tiempo Histórico

4.5.3 Seguridades de las aplicaciones desarrolladas.

Es posible configurar el modo del sistema para limitar de esta manera el acceso directo a procesos delicados y equipos de alto costo. Es por esto que InTouch ofrece hasta 10.000 niveles de acceso a los que puede asignarse una clave (password), asegurando que las entradas a áreas no permitidas y operaciones condicionales se realicen correctamente.

Algunas descripciones requeridas para la protección del sistema:

Consola de presentación y control: Limita al operador el acceso directo sobre la consola de presentación y control, deshabilitando de cierta manera algunas teclas en el sistema.

Acceso al menú de archivos: La configuración del sistema previene el acceso directo al menú de archivos o cualquier otra posibilidad de abrir o cerrar archivos que se encuentren fuera de las autorizaciones otorgadas por la interfase de aplicación al operador.

Interfase al nivel del sistema: Lo más simple y común es proveer protección mediante clave el mismo que suministra un enmascaramiento móvil que puede cubrir el sistema completo de interfase a nivel gráfico. Asegurando así que solo personal autorizado pueda tener acceso a este nivel de control.

Es posible deshabilitar las funciones: <CTRL><ALT><ESC><TAB> para prevenir acceso no autorizado a las aplicaciones de la interfase con el operario.

Entrada en sesión del operador: Es posible asignar a cada operador un password la cual puede definir un único nivel de acceso limitado a funciones específicos con base al nivel de acceso otorgado. Además es posible definir un rango de tiempo, en el cual deberá ingresar nuevamente su password, para reingresar a la sesión.

Todas estas protecciones son necesarias para prevenir que personal no capacitado pueda ocasionar daños a la aplicación de interfase o borrar accidentalmente archivos o registros que puedan ocasionar daños en el monitoreo o supervisión de la planta.

4.6 MODBUS.

4.6.1 Alcance y Contexto.

MODBUS es un protocolo de capa para mensajería en uso, colocado en el nivel 7 del modelo de OSI, eso proporciona la comunicación client/server entre los dispositivos conectados en diversos tipos de buses o redes.

La industria serial de estándar de entregas de hecho desde 1979, MODBUS continúa permitiendo que millones de dispositivos de la automatización puedan comunicarse. Hoy, MODBUS continúa creciendo ayudando para una estructura simple y elegante.. La comunidad del Internet puede tener acceso a MODBUS en un puerto 502 reservado del sistema apilado en el de TCP/IP.

MODBUS es un protocolo de request/reply y ofrece los servicios especificados por función de códigos. Los códigos de la función de MODBUS son elementos de MODBUS request/reply PDUs.

Esta es la ejecución actualmente usado:

- TCP/IP excesada a Ethernet
- Transmisión serial asincrónica sobre una variedad de medios (alambre: Eia/tia-232-e, Eia- 422. Eia/tia-485-A; fibra, radio, etc.)
- MODBUS PLUS, una red de alta velocidad.

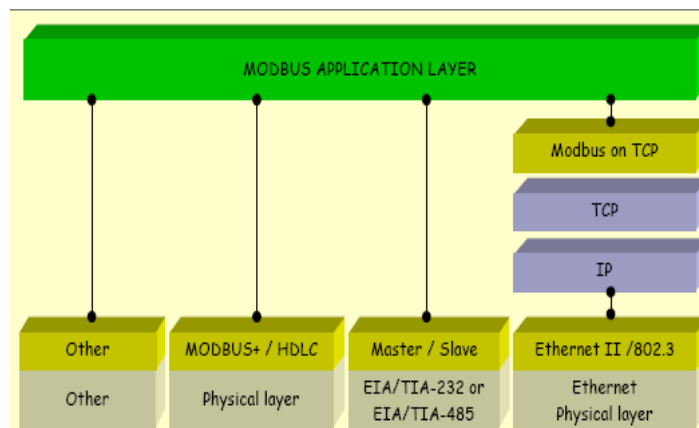


Figura 4.13 Apilado de la comunicación de MODBUS

El protocolo de MODBUS permite una comunicación fácil dentro de todos los tipos arquitecturas de red mediante la **descripción de los códigos de función**.

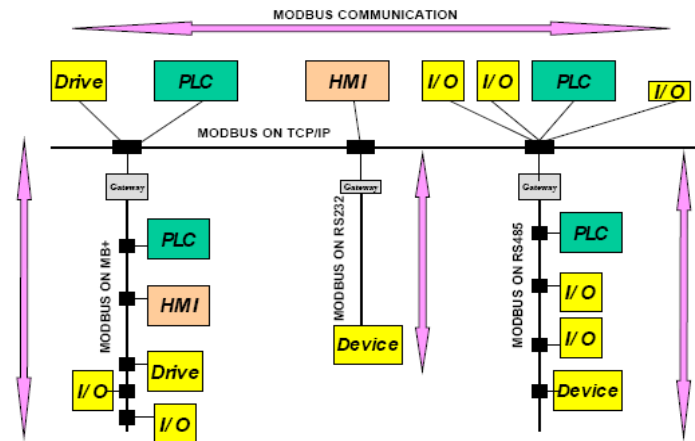


Figura 4.14 Ejemplo de la arquitectura de la red MODBUS

Cada tipo de dispositivos (PLC, HMI, Control Panel, Driver, Motion control, I/O Device...) puede utilizar protocolo MODBUS para iniciar una operación remota.

La misma comunicación se puede hacer también en línea serial como las redes Ethernet TCP/IP. Las entradas permiten una comunicación entre varios tipos de buses o usando la red de protocolo MODBUS.

4.6.2 MODBUS en relación con el InTouch.

El servidor de Wonderware Modicon MODBUS I/O Server es una aplicación de Microsoft Windows que actúa como servidor del protocolo de comunicación. Permitiendo el acceso de los programas de Windows a los datos de Modicon PLCs (también designado a dispositivos) o como otro apoyo del flujo de computadores como: (FC) el Daniel FC, Elliott FC, Omni FC, y el Micromotion.

El servidor de Wonderware Modicon MODBUS I/O se comunica con PLCs vía una conexión serial Rs-232 o Rs-422. Usando los módems o los transmisores-receptores multi-drop, el servidor puede apoyar hasta 247 PLCs en cada puerto serial.

Mientras que el servidor esta principalmente para el uso con Wonderware InTouch (versión 3.01 o superiores), puede ser utilizado por cualquier programa de Microsoft Windows capaz de actuar como cliente del DDE, de FastDDE, o de SuiteLin.

Configuración del Topic Definition

Use la opción del Topic Definition del menú de configuración para crear nuevo, modificarlo, o suprimir el Topic Definition. Uno o más definiciones deben existir para cada PLC con el cual el servidor se comunique. Cada topic definition debe contener un único nombre para el PLC asociado a este. Cuando la opción es seleccionada, la caja de diálogo del topic definition aparecerá:

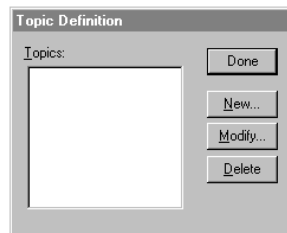


Figura 4.15 (a) Configuración del topic Definition

MODBUS Topic Definition

Este cuadro de diálogo aparece cuando el nuevo o botones modificados son seleccionados en el Topic Definition del cuadro de diálogo. Este cuadro de diálogo se utiliza para definir la configuración para el Topic name.

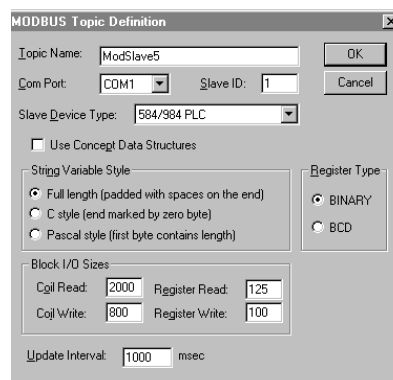


Figura 4.15 (b) Configuración del topic Definition

Configurando un Communication Port

Usar la opción Communication Port Settings del menú de configuración para configurar los puertos de comunicación que serán utilizados a la comunicación

con el dispositivo de Modicon. Cuando esta opción esta selecciona, esta caja de diálogo aparecerá:

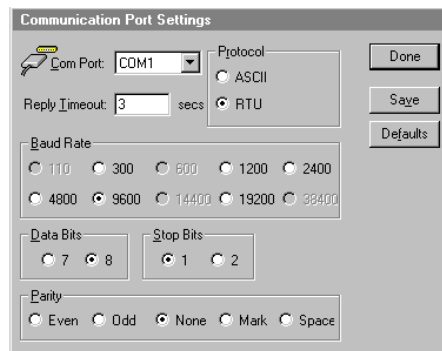


Figura 4.16 Configuración del Communication Port

Configurando el I/O Server Settings

Usar la opción Server Settings del menú de configuración para cambiar el contador de tiempo del protocolo, usando la red Wonderware NetDDE, cambia la trayectoria del archivo de la configuración por defecto, o permite al servidor comenzar automáticamente como servicio de Windows NT.

Cuando al configurar el servidor en Windows NT, el usuario debe ser ingresado con privilegios del administrador de sistema. Esto le asegurará de que las actualizaciones al registro del sistema puedan ser realizadas.

Cuando se selecciona la opción Server Settings, la caja de diálogo de los ajustes del servidor aparecerá:

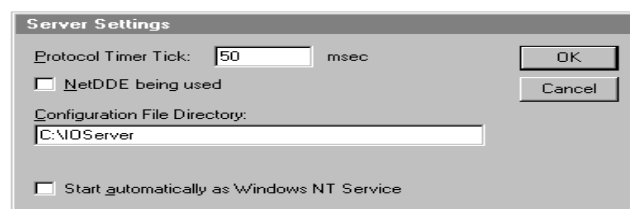


Figura 4.17 Configuración del I/O Server Setting.

4.6.3 Descripción de los códigos de Función

- a) **01 (0x01) Bobinas Leídas:** Este código de la función se utiliza para leer a partir 1 a 2000 estados contiguos de bobinas en un dispositivo remoto. La

PDU especifica la petición la dirección en que comienza, es decir la dirección de la primera bobina especificada, y el número de bobinas. En las bobinas PDU es comenzado en cero. Por lo tanto las bobinas numeradas 1-16 se tratan como 0-15.

b) 02 (0x02) Leyendo Entradas Discretas: Este código de la función se utiliza para leer a partir 1 a 2000 estados contiguos de entradas discretas en un dispositivo alejado. La PDU especifica la petición de la dirección que comienza, es decir la primera dirección de entrada especificada, y el número de entradas. En la PDU las entradas discretas es comenzado en cero. Por lo tanto las entradas discretas numeradas 1-16 se tratan como 0-15.

c) 03 (0x03) Leyendo y llevando los registros: Este código de función se utiliza para leer el contenido de un bloque contiguo para llevar a cabo los registros de un dispositivo remoto. La petición de la PDU especifica la dirección del registro que comienza y el número de registros. En la PDU los registros son el comenzados en cero. Por lo tanto registros numerados 1-16 se tratan como 0-15.

d) 04 (0x04) Leyendo los registros entrantes: Este código de la función se utiliza para leer a partir de la 1 a aproximadamente. 125 registros contiguos de la entrada de un dispositivo remoto. La petición PDU especifica la dirección del registro que comienza y el número de registros. En la PDU los registros son comenzados en cero. Por lo tanto de registros entrada 1-16 numerado se trata como 0-15.

e) 05 (0x05) Escribir una Bobina Particular: Este código de la función se utiliza para escribir una sola salida ENCENDIDO o APAGADO en un dispositivo remoto. El estado ON./OFF es especificado por una constante en los datos de la petición de campo. Un valor FF 00 hexagonal solicita la salida para ser ENCENDIDO. Un valor de 00 00 peticiones para ser APAGADO. Todos los otros valores son ilegales y no afectarán la salida.

f) 06 (0x06) Escribir un Registro en Particular: Este código de función es utilizado para escribir un solo registro de la tenencia en un dispositivo remoto.

La petición PDU especifica la dirección del registro que se escribirá. Los registros son direcciones comenzados en cero. Por lo tanto el registro numerado 1 se trata como 0.

g) 07 (0x07) Leer el estado de excepción (solo línea serial): Este código de función se utiliza para leer el contenido de ocho salidas de estado de la excepción en un dispositivo remoto.

La función proporciona un método simple para tener acceso a esta información, porque es la excepción

Se conocen las referencias de la salida (no se necesita ninguna referencia de salida en esta función).

CAPITULO V

5 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

5.1 PROGRAMACION DEL SISTEMA SCADA-INTOUCH V9.5.

En este apartado vamos a estudiar la estructura interna de cada una de los diferentes elementos que componen el sistema de monitoreo, las funciones y funcionamiento de cada una de las pantallas tanto del medidor como el de la programación en el software ya conocido como es el InTouch en la versión 9.5.

El principal objetivo en este capítulo, será mostrar todos los parámetros eléctricos conocidos como son los siguientes:

- Intensidades
- Tensiones
- Frecuencia
- Factor de potencia
- Potencias(activa, reactiva, aparente)

Por tal razón utilizaremos transformadores de núcleo partido los mismos que nos proporcionaran los datos a visualizar y monitorear.

5.2 CONFIGURACION DEL INTOUCH.

Una vez instalado el paquete InTouch, ya podemos crear una aplicación. Para ello, es necesario entrar en InTouch desde WINDOWS pinchando dos veces con el ratón sobre el símbolo InTouch. En su monitor aparecerá la siguiente pantalla. Si no tiene al InTouch con acceso directo, necesariamente deberá seguir la siguiente ruta o path, como muestra la figura 5.1.

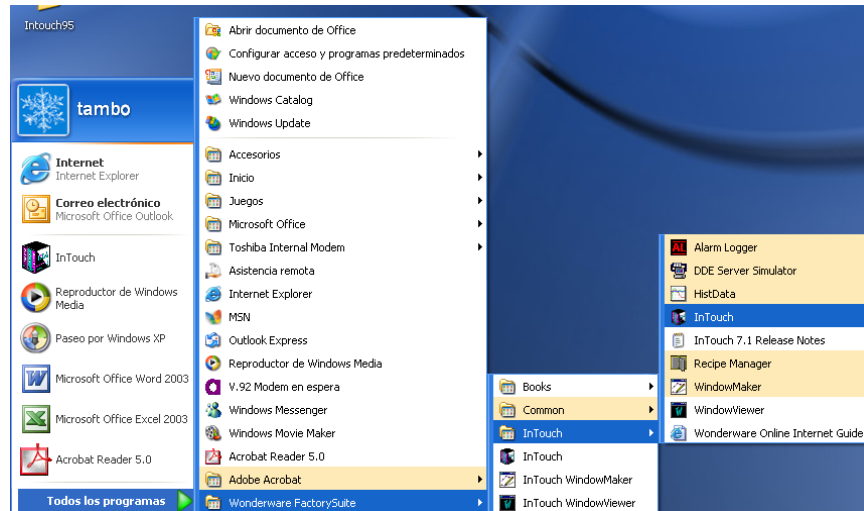


Figura 5.1 Acceso al InTouch

Esta es la pantalla principal de Application Manager para la entrada a InTouch. Desde aquí se puede seleccionar cualquiera de las aplicaciones de nuestro ordenador previamente creadas, o bien crear una aplicación nueva. Para ello, se seleccionó FILE/NEW para acudir al asistente de generación de aplicaciones, que permitirá además dar un nombre y comentario a la nueva aplicación creada (muy útil tanto para documentación posterior, como para selección desde el application manager). InTouch volverá a la pantalla principal de Application Manager y mostrará en la lista el subdirectorio de la aplicación que se esté utilizando. Se debe observar estos dos íconos (Figura 5.2 y 5.3) en la barra de herramientas de Application Manager.

El ícono de WINDOW MAKER o creador de aplicaciones. Una vez seleccionada la aplicación que se desea crear o modificar, se pincha sobre este ícono para llevar a cabo el trabajo. Ver figura 5.2.



Figura 5.2 Ícono de WINDOW MAKER

El ícono de WINDOW VIEWER o runtime. Una vez seleccionada la aplicación que se desea monitorear, se pincha sobre este ícono. Esta aplicación debe haber sido previamente creada, por lo que este ícono no estará accesible cuando se selecciona una nueva aplicación. Ver figura 5.3.



Figura 5.3 Ícono de WINDOW VIEWER

Al pinchar sobre el icono de WindowMaker, InTouch creará automáticamente un subdirectorio con este nombre, e incluirá en él los ficheros de trabajo.

Paso 1.- Creación de la ventana para aplicación.

Partiendo del Application Manager, seleccione FILE/NEW para crear una nueva aplicación. Automáticamente, un asistente le guiará en la creación de esta aplicación. Ver figura 5.4.

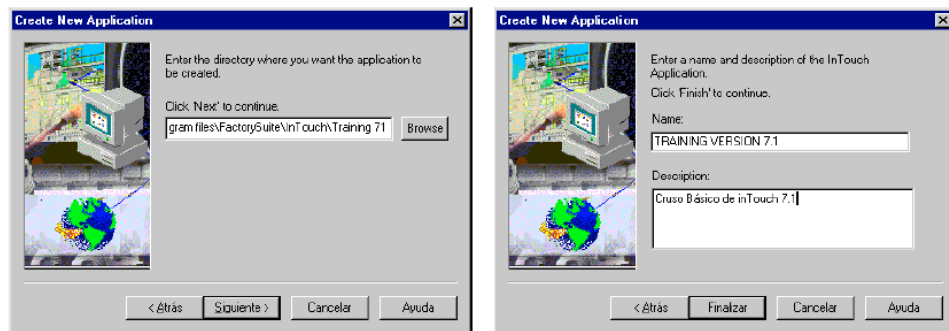


Figura 5.4 Crear una nueva aplicación.

Tras pulsar Finalizar, la nueva aplicación quedará en la lista de aplicación de Application Manager. Ya dispone del icono de WindowMaker activado para poder crear la aplicación. Ver figura 5.5.



Figura 5.5 Path de la aplicación

Paso 2.- Creación de la ventana para aplicación. Puede usar el comando **File/ New Window ...** o el ícono situado en el extremo izquierdo de la barra de herramientas.

Cuando aparezca la Ventana de Propiedades (**window Properties**) hacer la ventana **menú** con las propiedades que se muestran a continuación.

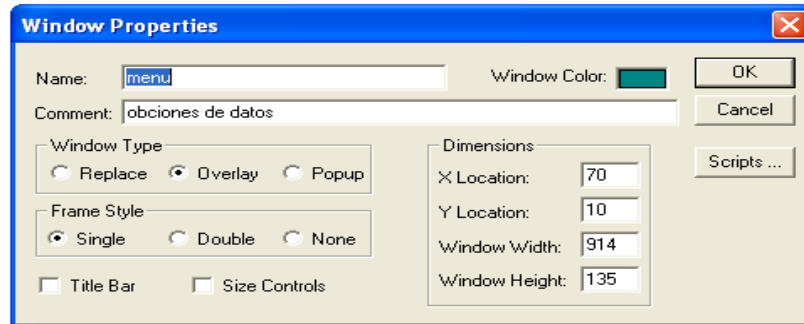


Figura 5.6. Propiedades de la pantalla menú para la adquisición de parámetros eléctricos.



Este es el procedimiento que se debe seguir para todas las pantallas que vamos a utilizar.

Paso 3.- Una vez que aparece la ventana menú en el área de trabajo de Window Maker, agregamos el texto y los gráficos si los hubiese, como muestra el ejemplo a continuación.




Figura 5.7 Pantalla Visualización utilizando diversos elementos del Window Maker.

5.3. CONFIGURACIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PM 800.

Los botones sirven para seleccionar elementos de menús, mostrar más elementos de menús en una lista de menús, y volver a los menús anteriores. Un elemento de menú aparece sobre uno de los cuatro botones. Al pulsar un botón se selecciona el elemento de menú y se muestra la pantalla asociada. Al llegar al nivel más alto del menú, aparece un triángulo negro debajo del elemento de menú seleccionado. Para volver al nivel de menú anterior, pulse el botón que hay debajo de . Para correr los elementos de menú en una lista de menús, pulse el botón que hay debajo de .

Cambio de valores.

Cuando se seleccione un valor, parpadea para indicar que se puede modificar. Los valores se cambian de la siguiente manera:

- Pulse + o - para cambiar los números o desplácese por las opciones disponibles.
- Si está introduciendo más de un número, pulse  para pasar al siguiente número de la secuencia.
- Para guardar los cambios y pasar al campo siguiente, haga clic en OK.

Descripción general de los menús.

La siguiente tabla contiene los elementos de los menús de los dos primeros niveles de la central de medida. El nivel 1 contiene todos los elementos de menús disponibles en la primera pantalla de la central de medida. Al seleccionar un elemento de menú del Nivel 1, el sistema pasa al siguiente nivel de pantalla que contiene los elementos de menú del Nivel 2. Ver figura 5.8.

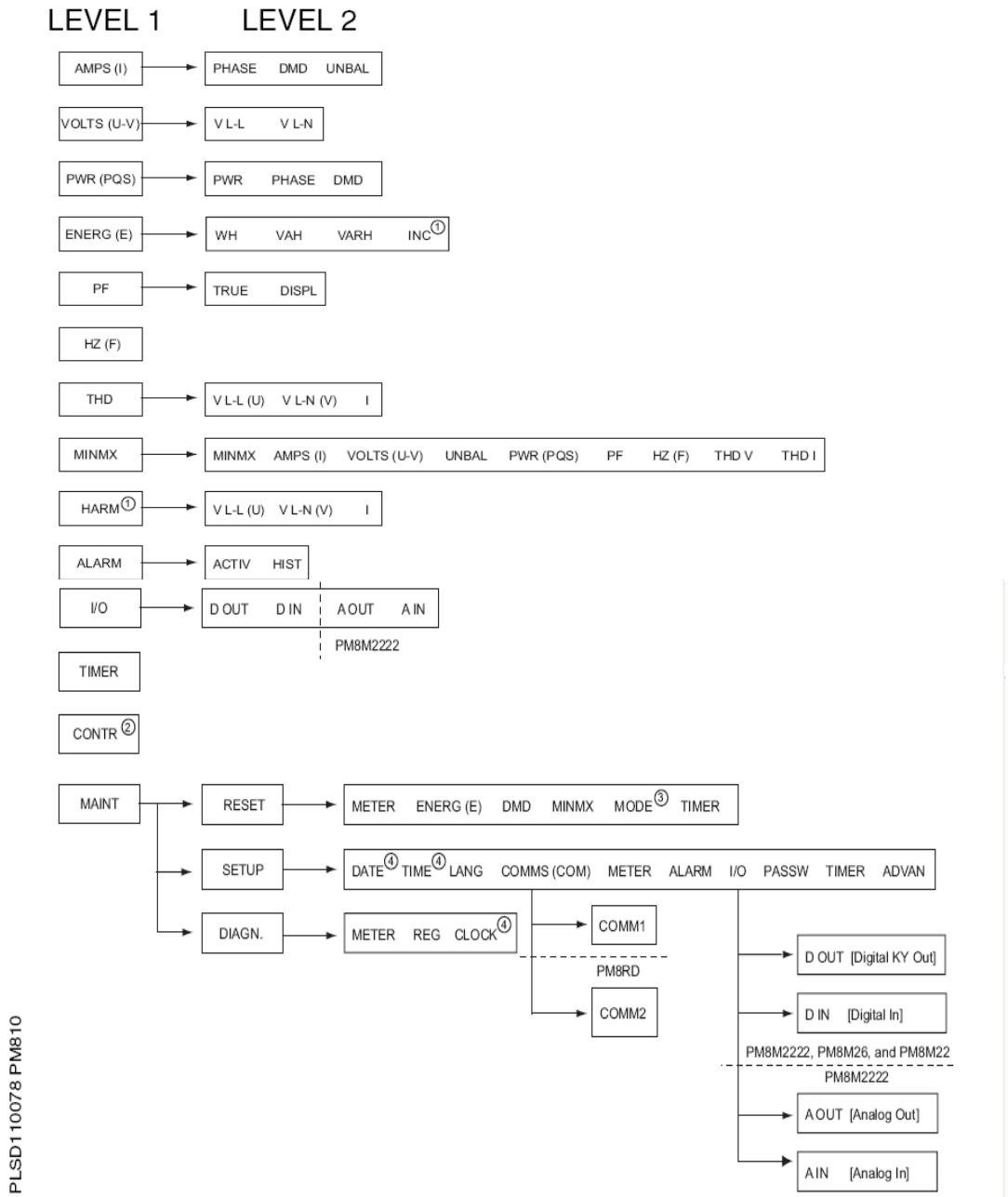


Figura 5.8 Lista abreviada de elementos de menú de la central de medida.

Para empezar a configurar la central de medida, se sigue el procedimiento que se indica a continuación:

1. Desplácese por la lista del menú del Nivel 1 hasta que vea MANT.
2. Pulse MANT.
3. Pulse CONF.
4. Introduzca su contraseña. NOTA La contraseña predeterminada es 0000. Y pulse OK.



5. Seleccione el protocolo: M B . R T U (M o d b u s R T U) , J b u s , M B . A . 8 (M o d b u s A S C I I 8 b i t s) , M B . A . 7 (M o d b u s A S C I I 7 b i t s) .
6. Pulse O K .
7. Introduzca la D I R E C . (D i r e c c i ó n d e l a c e n t r a l d e m e d i d a) .
8. Pulse O K .
9. Seleccione valor de B A U D (v e l o c i d a d d e t r a n s m i s i ó n e n b a u d i o s) .
10. Pulse O K .
11. Seleccione la paridad: P A R , I M P A R O N I N G .
12. Pulse O K o  para volver a la pantalla C O N F .
13. Pulse  para guardar los cambios.



Figura 5.9 Configuración de parámetros en el medidor

5.4. CONFIGURACIÓN DEL I/O SERVERS PARA INTOUCH V9.5.

Confirmar la configuración del puerto serial

Para realizar esta configuración debemos acceder a INICIO / Panel de control / Sistema / Hardware / Administrador de dispositivos / Puertos (Com y UPT) / Puerto de comunicaciones

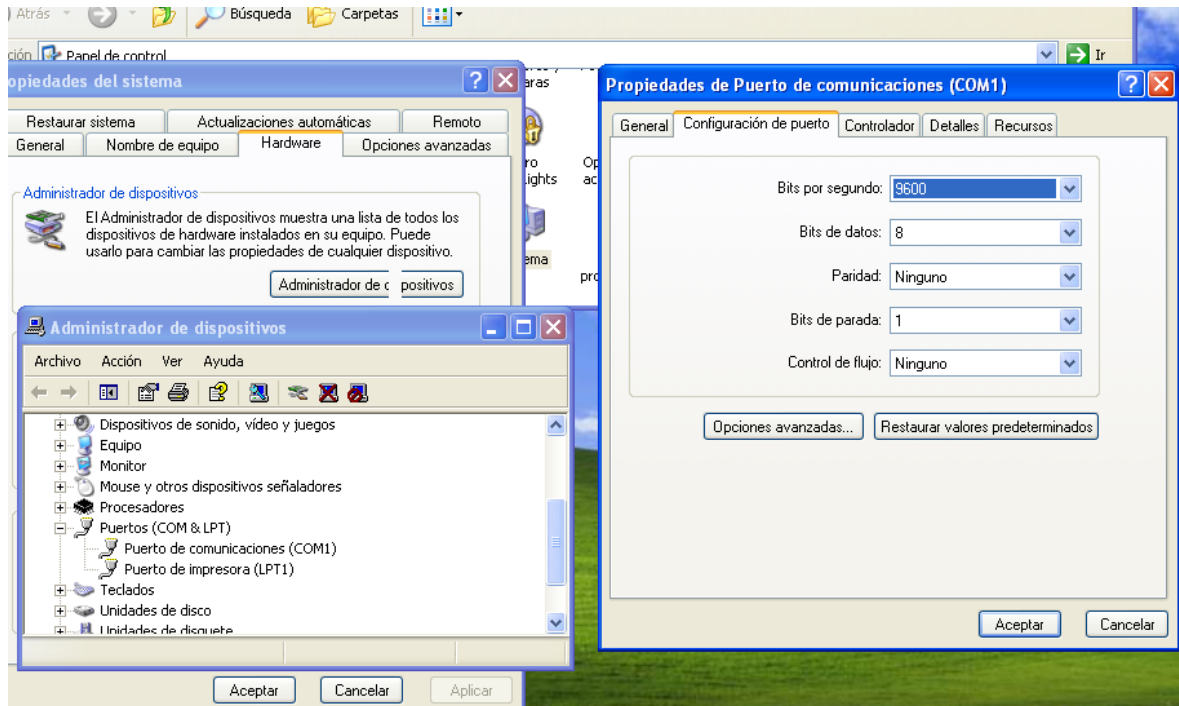


Figura 5.10 Configuración de parámetros en el puerto serial

Este procedimiento nos ayudará a comunicar el Medidor y la PC a los mismos parámetros para que puedan comunicarse sin ninguna contrariedad.

Tomar en cuenta este paso es muy importante, puesto que si no se realiza tomando en cuenta la configuración del medido jamás podrá enlazar el medidor con la PC.

Se debe configurar el I/O servers para lograr la comunicación directa en el medidor y el InTouch.

1.- En Inicio, se ingresa al programa.

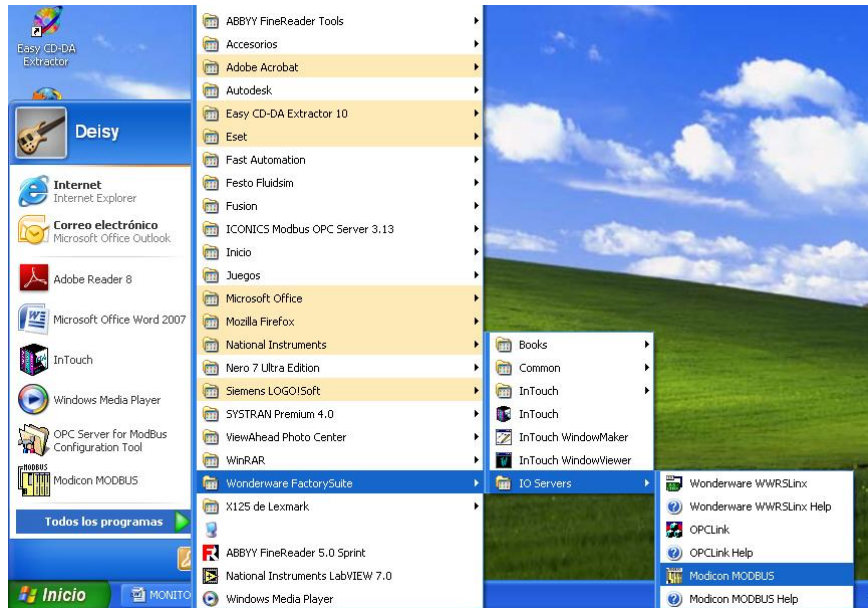


Figura 5.11 (a) Figuración del I/O Server

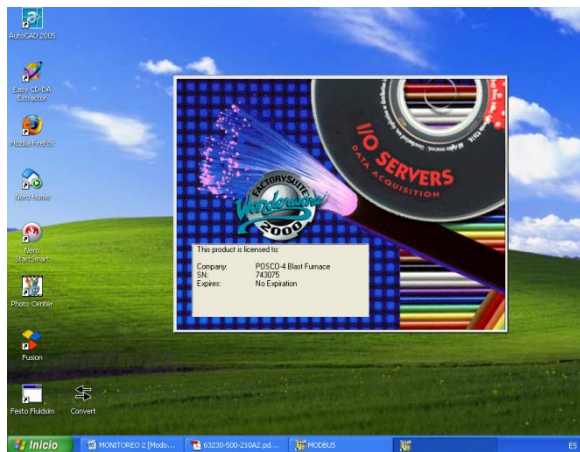


Figura 5.12 (b) Figuración del I/O Server

2.- Configuración del puerto serial.

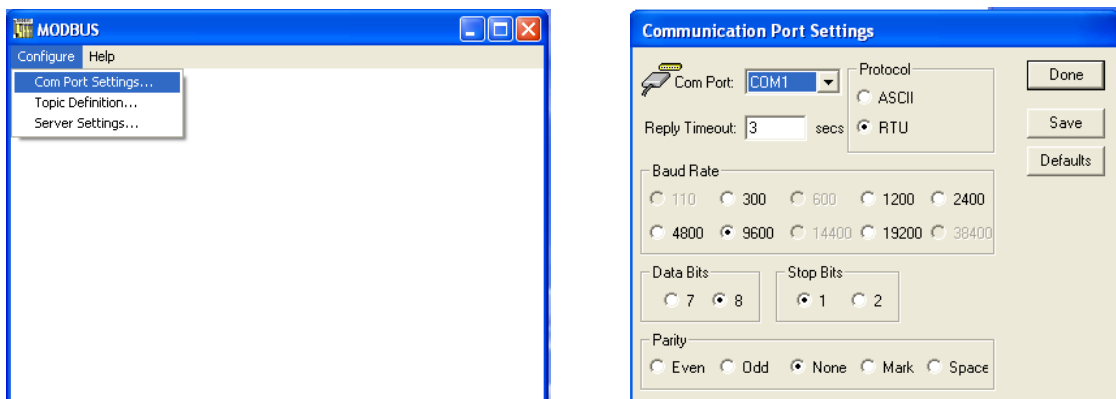


Figura 5.13 Configurando MODBUS

3.- Configuración del Topic Definition en el cuadro que aparece primero debemos seleccionar New y llenamos los datos, como se visualiza en la figura 5.14(a) y 5.14(b).

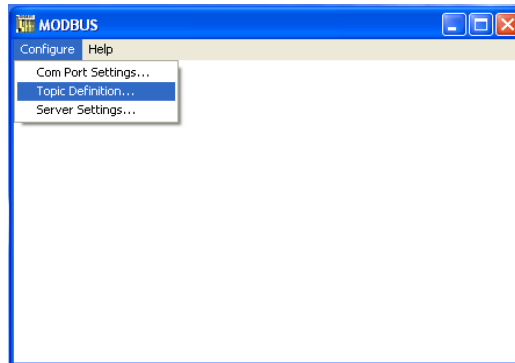


Figura 5.14 (a) Configurando MODBUS

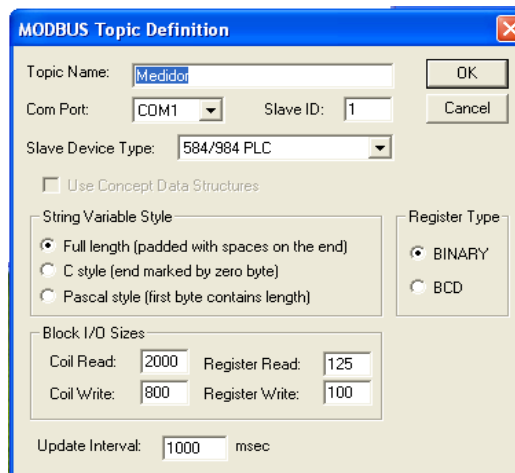


Figura 5.14 (b) Configurando MODBUS

4.- Damos click en Done para salir.

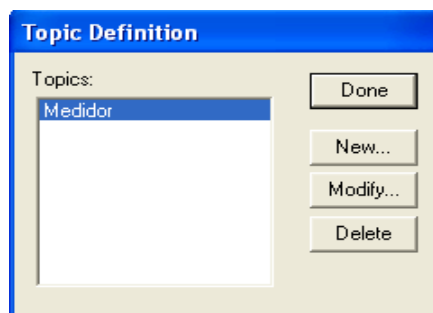


Figura 5.15 Configurando MODBUS

5.- Configuramos el servidor, el objetivo principal de esta pantalla es dar la dirección exacta de donde se encuentra el Servidor en la PC, para finalizar dar O K.

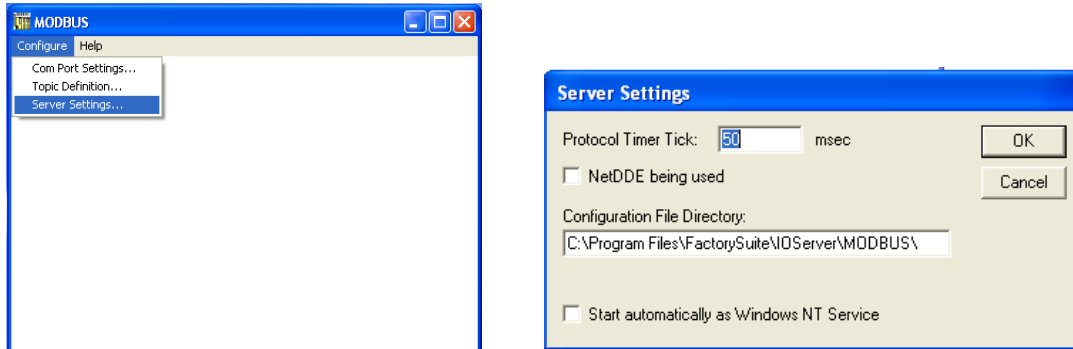


Figura 5.16 Configurando MODBUS

5.5 COMUNICACIÓN DEL INTOUCH V9.5 CON EL MEDIDOR DE ENERGÍA PM 800.

En esta parte de nuestro proyecto mostraremos cómo se leen los datos del medidor en el InTouch.

1.- Antes utilizaremos la herramienta de texto del WINDOW MAKER, el mismo que cuando estemos en el RUNTIME del InTouch será el encargado de visualizar los datos que se encuentre en el Medidor en ese momento. Ver figura 5.17.

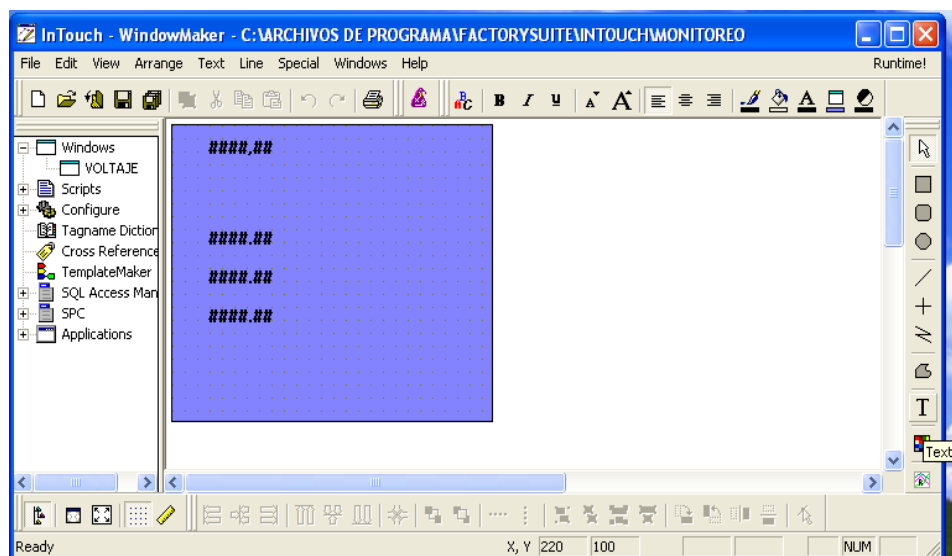


Figura 5.17 Herramientas textos utilizados en el InTouch.

2.- Damos doble click en la herramienta texto, dar click en el cuadro Value Display/Analog como muestra la Figura 5.18 (a) y doble click en Analog el cual nos llevará a la pantalla de la Figura 5.18 (e):

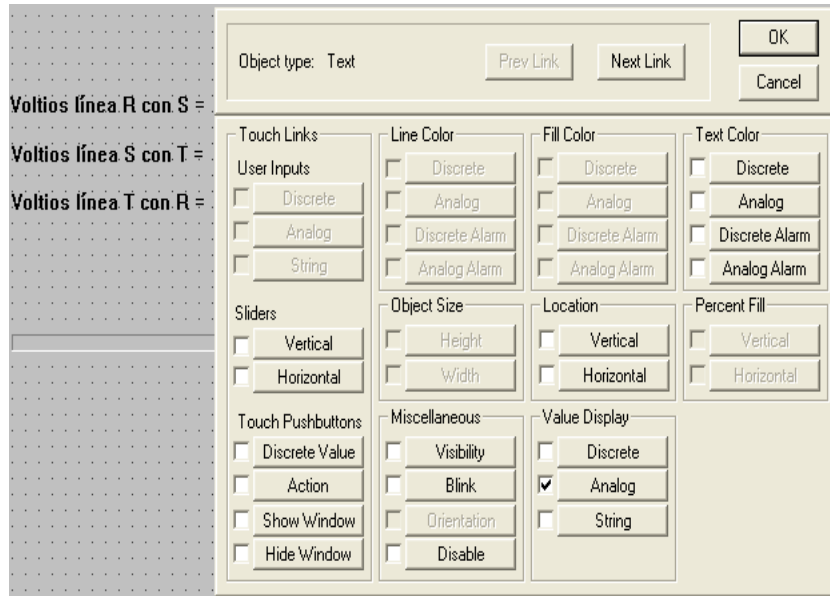


Figura 5.18 (a) Propiedades de configuración.

3.- Este cuadro nos llevará a configurar la variable **Tensión_T_N**. El cual nos mostrará la lectura del voltaje entre las líneas T con el Neutro. Como muestra en la figura 5.18 (b).

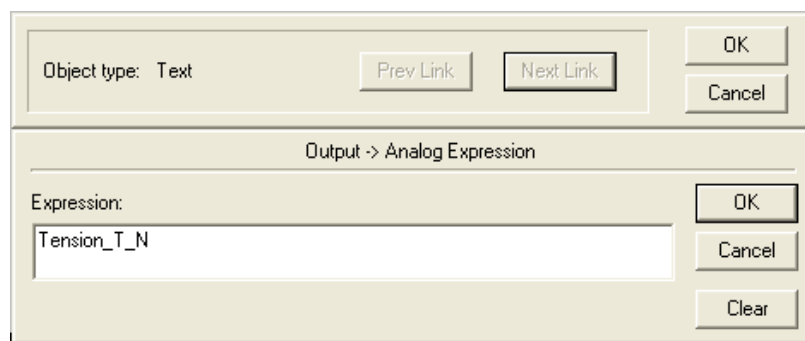


Figura 5.18 (b) Propiedades de configuración.

4.- Al dar click en el cuadro donde se encuentra **Tensión_T_N** el cual nos solicitará definir el nuevo tagname que estamos creando, el mismo que debemos Aceptar.

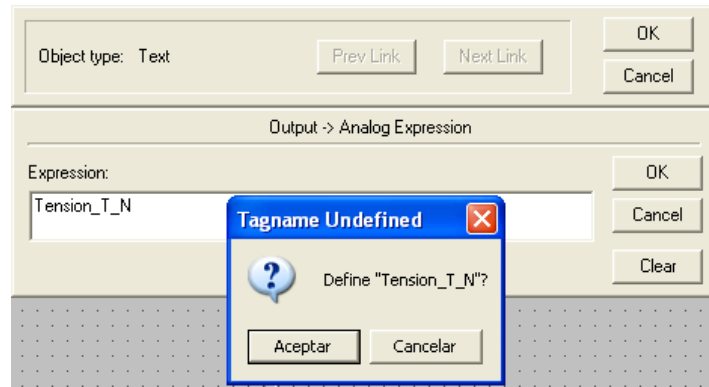


Figura 6.18 (c) Propiedades de configuración.

5.- Al Aceptar nos transportará a la siguiente ventana, en el cual se debe definir el tipo de variable que se deseamos utilizar y el tipo de dato que deseamos obtener. O K para aceptar el tipo de tagname.

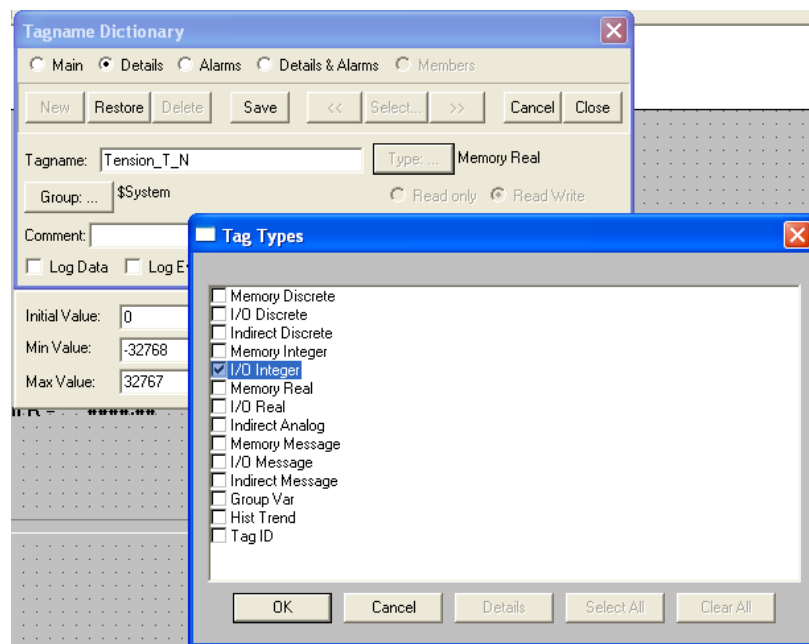


Figura 5.18 (d) Propiedades de configuración.

6.- Volveremos a la ventana anterior. Ahora configuraremos el nombre de acceso que tendrá el texto para que pueda comunicarse con el Medidor. Seleccione la opción Access Name.

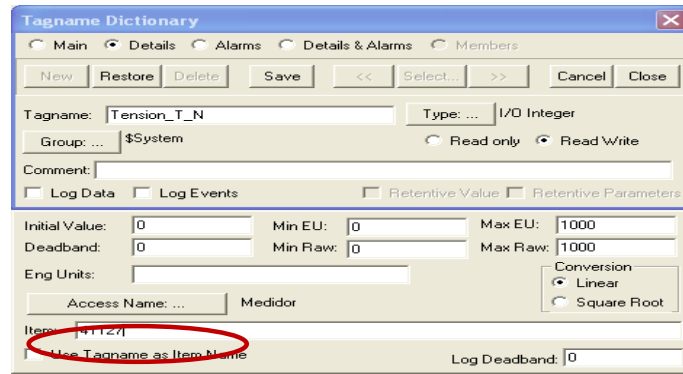


Figura 5.18 (e) Propiedades de configuración.

7.- En la siguiente ventana que se visualiza seleccione Add el mismo que nos llevará a la ventana de la figura 5.19 (a) el mismo que debe configurarse correctamente, caso contrario la comunicación entre el medidor y la PC, se verá afectada.

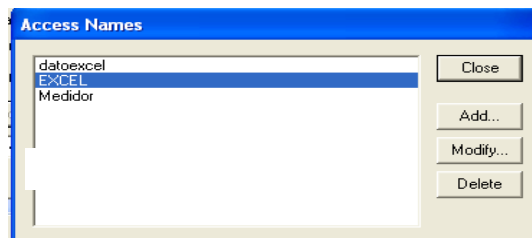


Figura 5.19 (a) Propiedades de configuración.

8.- En Access Name coloque el nombre de acceso que desee, en application name MODBUS, en el topic name puede ir el mismo nombre de nuestra aplicación para no ocasionar errores posteriores. Escoger las propiedades del protocolo externo y pulse O K.

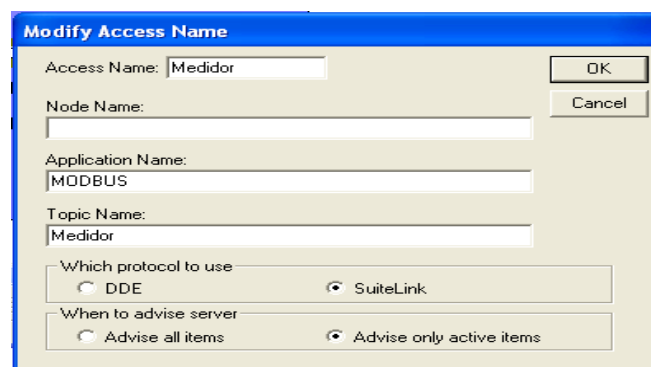


Figura 5.19 (b) Propiedades de configuración.

9.- Ahora seleccione el nuevo nombre de acceso y cierre la ventana

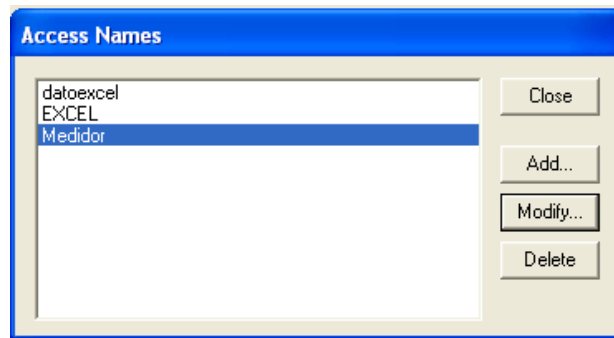


Figura 5.19 (c) Propiedades de configuración.

10.- Para programar el text box, se debe tener en cuenta los registros que posee el medidor, el mismo que especifica que dato nos dará paso a visualizar, en nuestro caso los registros de la central de medida se encuentra trabajando con protocolo MODBUS y con una salida analógica deberemos anteponer al registro el número 4. Por ejemplo si queremos visualizar el voltaje entre las líneas RS y su registro es el 1120 deberé anteponer el 4, en tanto la el Item deberá ser 41120.

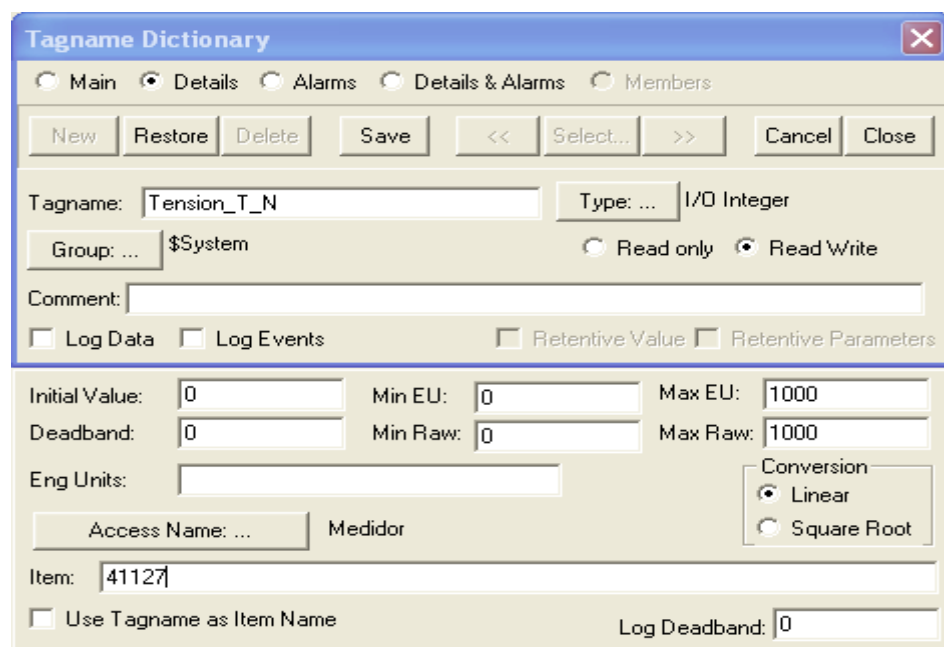


Figura 5.19 (d) Propiedades de configuración.

11.- Para grabar todo los cambios realizados dar click en Save y Close. A continuación aparecerá la ventana de la Figura 5.19 (d), para finalizar dar click en O.K.

5.6 PRUEBAS Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO .

Antes de poner en funcionamiento .

Tenga presente que cuando ponga en funcionamiento el InTouch con el Medidor, primero debe estar corriendo el MODBUS, no se preocupe si la ventana del MODBUS no se abre es muy posible que esté minimizado en la parte inferior de la barra donde se encuentra INICIO

El cable de comunicación que sale desde el convertidor RS232 debe estar conectado al puerto de comunicación de la PC. Los breakers del medidor deben estar en posición ON para que pueda la empezar la comunicación entre el medidor y el convertidor de comunicación .

Verifique por medio de los leds del convertidor estén palpitando, puesto que es la forma en la que el convertidor nos indica que hay comunicación entre el medidor y la PC .



Figura 5.20 Visualización de pulsos del RS232.

Una vez realizada la máscara donde se van a visualizar los datos hacer correr el InTouch. Ver figura 5.21 a y Figura 5.21 b.

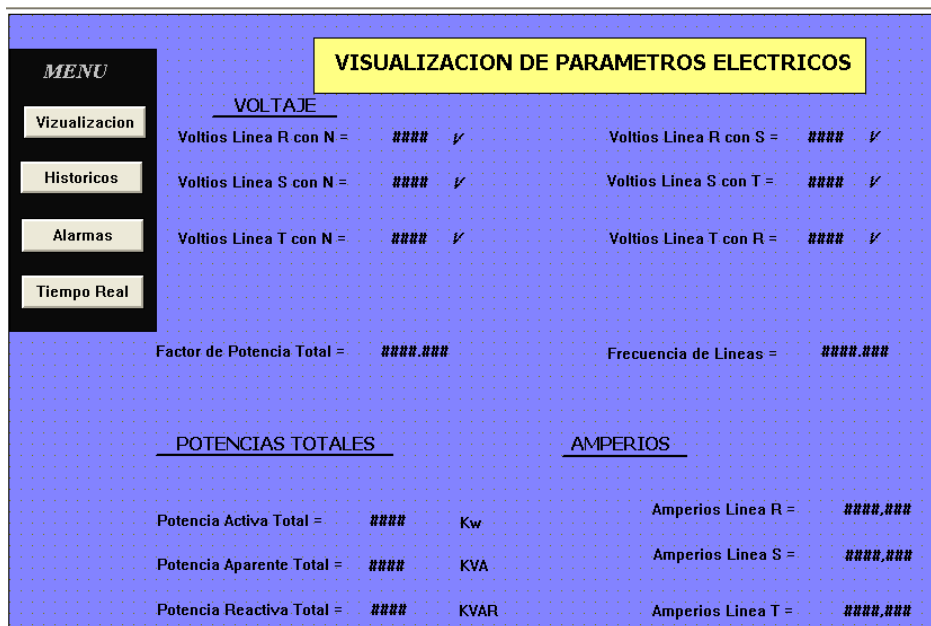


Figura 5.21 (a) Visualización de la máscara en el Windows Maker

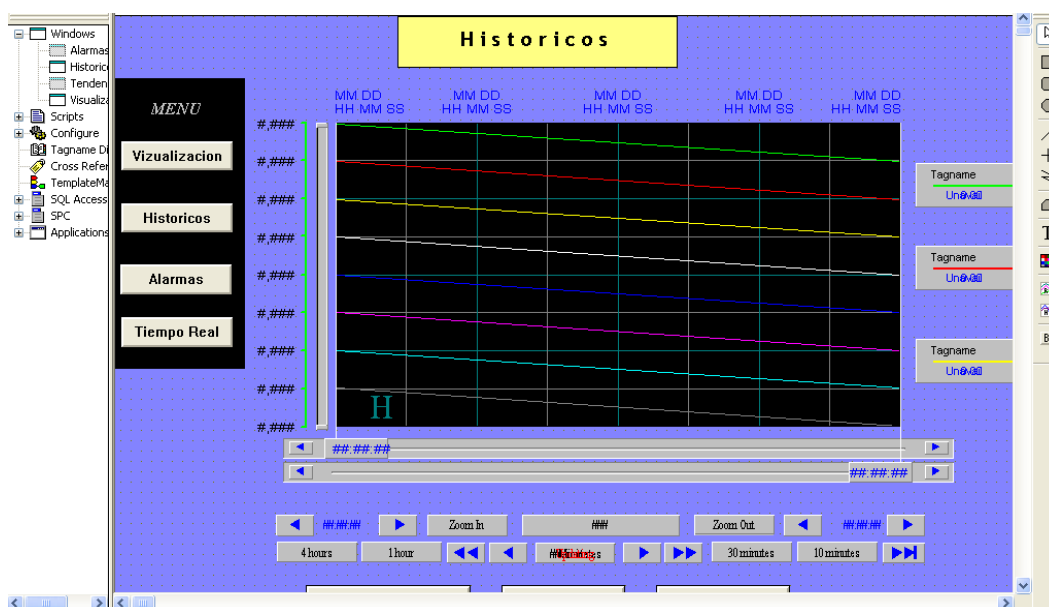


Figura 5.21 (b) Visualización de la pantalla Historicos en el Windows Maker

Como pueden ver los voltajes entre líneas son los mismos que se encuentran en la pantalla del medidor.

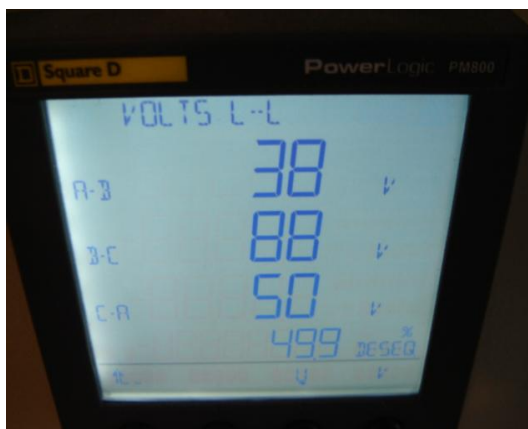


Figura 5.21 (c) Visualización de voltajes entre líneas en el medidor

5.7. MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA IMPLEMENTADO.

El presente manual quiere servir de apoyo al usuario, para la correcta manipulación de sus elementos y para la ejecución en la toma de datos eléctricos de un equipo determinado.

Facilita la realización de cada una de las prácticas siguiendo las instrucciones que se describen en el contenido de este manual.

Ayuda a conocer cada uno de los componentes con el que cuenta el medidor de energía y como esta ensamblado el mismo.

5.7.1 Partes del Equipo.

- Medidor PM 810
- Tc"s (100 A)
- Cable sucre #18.
- Cable sucre #14.
- Cable de comunicación.
- Borneras
- Convertidor RS232
- Computadora
- Caja Metálica
- Riel DIN.
- Letras
- Etiquetas
- Computadora.

➤ Software Intouch V7.1.

➤ Software MODBUS.

5.7.2 Montaje

➤ Ensamblaje del Equipo (Ensamblaje del Equipo).

❖ Verificar la existencia de todos los materiales requeridos para la instalación.



Figura 5.22 (a) Materiales a utilizar.

❖ Proceder a cortar las canaletas en las medidas necesarias y con la ayuda de un taladro hacer agujeros en la caja, para sujetar las canaletas y el riel din con pernos.



Figura 5.21 (b) Ensamblaje del Equipo.

❖ Ajustar los tornillos firmemente las canaletas a la placa donde se va a realizar la acometida y posteriormente colocar el convertidor, la fuente las borneras y los breakers en el riel din.



Figura 5.21 (c) Ensamblaje del Equipo.

- ❖ Colocar la placa con los elementos ya mesionados en la caja metálica. Y luego colocar el medidor PM 810 en el espacio diseñado para el mismo.



Figura 5.21 (d) Ensamblaje del Equipo.

- ❖ Se procede a realizar la acometida del en el interior de todos los elementos anteriormente descritos.

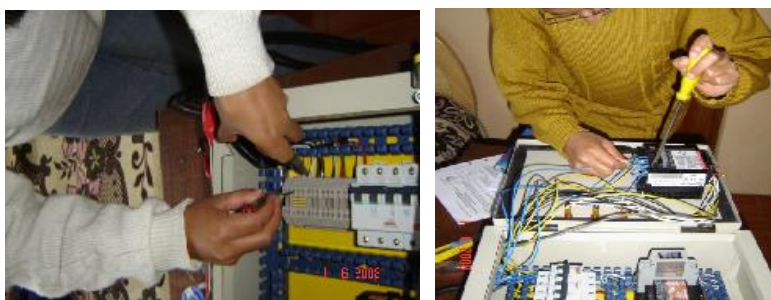


Figura 5.21 (e) Ensamblaje del Equipo.

- ❖ Realizar las conexiones correspondientes en los Tc's.



Figura 5.21 (f) Ensamblaje del Equipo.

- ❖ Colocar las letras y las etiquetas, tal como muestra la figura 5.21 (g)



Figura 5.21 (g) Ensamblaje del Equipo.

5.7.3 Instalación del Software utilizado y procedimiento para adquisición de datos.

En este punto hacer referencia a los ítems 5.4, 5.5, y 5.6, puesto que en estos puntos ya se encuentran detallados los procedimientos a seguir para la configuración y adquisición de datos del software implementado.

5.7.4 Seguridad del Equipo

- Contar con protecciones de sobrecarga.
- Seguro de acceso a la caja de control (llave)
- Al momento de conectar el equipo se debe considerar que se conecte al voltaje respectivo y correctamente.
- La carga que puede medir el equipo es de máximo 100 A.

- Para su manipulación debe darse por personal que tenga conocimientos básicos de proceso.
- De existir datos de placa del equipo a medir considerar los mismos para ejecutar la medición.
- El medidor PM 810 no debe mantenerse desconectado por demasiado tiempo (6 MESES). Ya que pierde su configuración.

5.7.5 Operación del Equipo.

A) Conexión del medidor de energía y adquisición de datos.

- Para iniciar la operación del medidor de energía las protecciones del mismo deben estar desactivadas (breaker en OFF).
- Seleccionar el equipo a realizar la medición.
- Verificar con un multímetro el voltaje con el que trabaja el equipo seleccionado.
- Ubicar el medidor de energía en un lugar apropiado para ejecutar la medición.
- Desconectar la alimentación del equipo a medir.
- Conectar los TC"s, al equipo a medir.
- Conectar la alimentación del sistema de control del medidor de energía.
- Conectar el cable de comunicación a la computadora.
- Encender la computadora.
- Abrir y verificar el estado del programa MODBUS.
- Abrir y verificar el estado del programa InTouch.
- Verificar conexiones en general.
- Conectar la energía del equipo a medir.
- Activar los sistemas de protección del medidor de energía (breaker en ON).
- Iniciar la operación de adquisición de datos del equipo con el Windows Viewer.
 - ❖ Podemos visualizar todos los datos a los que hace referencia el menú inferior.

- ❖ Después de elegir el parámetro deseado, la programación del Intouch llamara a la pantalla encargada de visualizar dichos parámetros. Ejemplo la pantalla de *Visualización*.



Figura 5.22 Pantalla para visualización de parámetros eléctricos.

B) Desconexión del medidor de energía.

Terminada la adquisición de datos procedemos a desconectar el medidor de energía. Con los siguientes pasos:

- Cerrar el programa a InTouch.
- Cerrar el programa a MODBUS.
- Apagar el equipo seleccionado para medir.
- Desactivar los sistemas de protección del medidor de energía (breaker OFF).
- Desconectar la energía del equipo a medir.
- Apagar la computadora.
- Desconectar el cable de comunicación a la computadora.
- Desconectar la alimentación del sistema de control del medidor de energía.
- Desconectar los TC"s, al equipo a medir.
- Limpiar y guardar el equipo en la caja.

C) MANTENIMIENTO DEL EQUIPO .

- Por no ser un equipo que de gran volumen y por el contener un pequeño número de elementos que posee no es necesario un mantenimiento muy riguroso, pero si uno que le permita mantenerse en perfectas condiciones, cuyas actividades se detallan a continuación.
- Debido a que el equipo va a estar en constante manipulación son necesarias estas tareas, con un plan de mantenimiento, caso contrario se puede cambiar la programación de dicho plan.
 - ◆ Limpieza del equipo.
 - ◆ Inspección de cables eléctricos.
 - ◆ Reajuste de terminales y cables.
 - ◆ Recalibrar el medidor PM 810.
 - ◆ Medir el voltaje que entrega la fuente.
 - ◆ Inspeccionar los transformadores de corriente y sus conexiones.

D) PLAN DE MANTENIMIENTO .

| ACTIVIDADES | D | Se | M | T | S | A |
|--|---|----|---|---|---|---|
| Limpieza del equipo | | | | | | |
| Inspección de cables eléctricos | | | | | | |
| Reajuste de terminales y cables | | | | | | |
| Recalibrar el medidor PM 810 | | | | | | |
| Medir el voltaje que entrega la fuente | | | | | | |
| Inspeccionar los transformadores de corriente y sus conexiones | | | | | | |

Descripción:

| | |
|------------|--|
| DIARIA | |
| SEMANAL | |
| MENSUAL | |
| TRIMESTRAL | |
| SEMESTRAL | |
| ANUAL | |

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Consideramos que un sistema aplicado a la rama de la educación es de interés importancia ya que con la ayuda del mismo, quienes utilicen esta herramienta se verán favorecidos con su aplicación
- La elaboración de un sistema computarizado que lleve el control de los parámetros eléctricos, y a la vez los estudiantes irán optimizando tiempos y recursos que no solo les beneficiará sino que estaremos ayudando a la mejorará de la forma de trabajar en nuestra escuela.
- El manejo del equipo ofrece mayor seguridad al monitorear un sistema eléctrico.
- A través de la aplicación de este sistema podrá aportar diferente beneficios para la institución a la cual va destinado su funcionamiento y aplicación.
- Brinda facilidad en el momento de calcular los parámetros eléctricos.
- La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento y la ESPOCH se beneficia con la utilidad de este quipo computarizado.
- Disminuye la cantidad de fallas dentro del cálculo y obtención de los distintos parámetros eléctricos debido a su menor complejidad.
- Con este trabajo se evidencia las múltiples aplicaciones y ventajas que provee los sistemas scada.
- Estos sistemas computarizados permiten visualizar multiples datos de parámetros a la vez.
- Se explica la arquitectura, diferencias y sus aplicaciones en sistemas de control de las redes de campo: Modbus.

6.2 RECOMENDACIONES.

- ✓ Tener en cuenta que Modbus no solo trabaja con la especificidad de la instrumentación y el control automático, sino que existe la necesidad de mantener históricamente información de todos los procesos; además, que esta información esté también en tiempo real y que sirva para la toma de decisiones y se pueda así mejorar la calidad de los procesos.
- ✓ Se debe procurar que el protocolo de acceso al medio Modbus incluya el método de pase de testigo para comunicaciones entre estaciones complejas (maestras) y el método maestro esclavo para comunicación entre estaciones complejas y dispositivos periféricos sencillos (esclavos).
- ✓ Procurar en lo posible que los cables que mantienen a los TC's estén libres de impurezas al mismo tiempo se debe procurar colocar los los TC's en la posición en la que indica la flecha; para evitar posibles daños.
- ✓ Tener en cuenta las normas de seguridad que se encuentran en el medidor, así como también seguir los pasos adecuados para la toma de lecturas como indica el manual de operación.
- ✓ Procurar en lo posible que el dispositivo maestro cuente con un puerto serial, para evitar inconvenientes al momento de empezar la comunicación entre el maestro y el esclavo.

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1 GENERALIDADES | 17 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 17 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN | 18 |
| 1.3. OBJETIVOS | 19 |
| CAPÍTULO II | 20 |
| 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 20 |
| 2.1. EL PROCESO DE MEDICIÓN | 20 |
| 2.2. AVANCES EN LOS SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL | 23 |
| 2.2.1. Evolución del hombre en los sistemas hombre-técnica-ambiente | 23 |
| 2.2.2. Aspectos generales del control automático industrial | 24 |
| 2.2.3. Definición del control automático | 25 |
| 2.3. AVANCES DE LA TECNOLOGÍA INFORMÁTICA | 25 |
| 2.3.1. ¿Qué es la informática? | 25 |
| 2.3.2. Elementos básicos | 26 |
| 2.3.3. Campos que son destacados de la informática | 27 |
| 2.4 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS | 27 |
| 2.4.1 Operaciones en una transferencia de datos | 28 |
| 2.4.2 Velocidades de transmisión | 28 |
| 2.4.3 Sistemas de transmisión | 28 |
| 2.5. PRINCIPIOS DE COMUNICACIÓN | 28 |
| 2.6. SINCRONIZACIÓN EN LA TRANSMISIÓN SERIE | 29 |
| 2.6.1 Sincronización de bit | 29 |
| 2.6.2 Sincronización de palabra | 30 |
| 2.6.3 Transmisión síncrona y asíncrona | 30 |
| 2.7 CONTROLADORES DE ENTRADA/SALIDA SERIE | 34 |
| 2.7.1 Descripción de un controlador de comunicaciones genérico | 36 |
| 2.7.2 Señales de protocolo | 38 |
| 2.8 INTERFAZ DE COMUNICACIÓN NORMA RS-232 | 38 |
| 2.9 SERVIDORES DE ENTRADA SALIDA I/O SERVERS | 41 |
| CAPÍTULO III | 42 |
| 3 COMPONENTES DEL HARDWARE UTILIZADO EN EL EQUIPO DE MONITOREO | 42 |
| 3.1 ALTERNATIVAS DE LA SELECCIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA | 42 |
| 3.2 MEDIDOR DE ENERGÍA PM 800 | 42 |
| 3.2.1 Características externas – Pantalla | 44 |
| 3.2.2 Parámetros proporcionados por el PM 800 | 45 |
| 3.2.3 Alarmas en el PM 800 | 45 |
| 3.2.4 Registro de datos | 46 |
| 3.3 TRANSFORMADORES DE NÚCLEO PARTIDO | 47 |
| 3.3.1. Transformador de corriente | 47 |
| 3.4 CONVERTIDORES DE PROTOCOLO (RS232 A RS422/485) | 49 |
| 3.4.1. La interfaz serial RS232 | 49 |
| 3.4.2 El puerto serial de una PC | 52 |
| 3.4.3 La interfaz RS-485 | 54 |
| 3.4.4 Protección ESD | 56 |

| | |
|---|-----|
| 3.5 TIPOS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS PARA EL MEDIDOR DE ENERGÍA | 57 |
| 3.6 SISTEMAS CONTROL DE ADQUISICIÓN DE DATOS | 59 |
| 3.6.1 Scada: Definición | 59 |
| 3.6.2 HMI o MMI | 60 |
| 3.7 ARQUITECTURA DEL SISTEMA SCADA | 60 |
| CAPÍTULO IV | 62 |
| 4. SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL INTOUCH V 9.5 | 62 |
| 4.1 INTRODUCCIÓN AL INTOUCH | 62 |
| 4.1.1 Componentes del InTouch | 63 |
| 4.1.2 Herramientas para desarrollar aplicaciones | 65 |
| 4.2 AMBIENTE DE DESARROLLO DE APLICACIONES | 65 |
| 4.3 DICCIONARIO DE NOMBRES DE IDENTIFICACIÓN | 70 |
| 4.4 ALARMAS Y EVENTOS | 71 |
| 4.4.1 Tipos de alarmas | 72 |
| 4.4.2 Visualización de alarmas | 73 |
| 4.4.3 Eventos | 74 |
| 4.4.4 Reportes | 74 |
| 4.5 TENDENCIAS EN TIEMPO REAL E HISTÓRICOS | 75 |
| 4.5.1 Tendencias en tiempo real | 75 |
| 4.5.2 Tendencia en tiempo histórico | 76 |
| 4.5.3 Seguridad de las aplicaciones desarrolladas | 77 |
| 4.6 MODBUS | 78 |
| 4.6.1 Alcance y Contexto | 78 |
| 4.6.2 MODBUS en relación con el InTouch | 80 |
| CAPITULO V | 85 |
| 5 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA IMPLEMENTADO | 85 |
| 5.1 PROGRAMACION DEL SISTEMA SCADA -INTOUCH V9.5 | 85 |
| 5.2 CONFIGURACION DEL INTOUCH | 85 |
| 5.3. CONFIGURACIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PM 800 | 89 |
| 5.4. CONFIGURACIÓN DEL I/O SERVERS PARA INTOUCH V9.5 | 91 |
| 5.5 COMUNICACIÓN DEL INTOUCH V9.5 CON EL MEDIDOR DE ENERGÍA ... | 95 |
| PM 800 | 95 |
| 5.6 PRUEBAS Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO | 100 |
| 5.7. MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA IMPLEMENTADO | 102 |
| 5.7.1 Partes del Equipo | 102 |
| 5.7.2 M ontaje | 103 |
| 5.7.3 Instalación del Software utilizado y procedimiento para adquisición de datos. | |
| | 105 |
| 5.7.4 Seguridad de del Equipo | 105 |
| 5.7.5 Operación del Equipo | 106 |
| CAPÍTULO VI | 109 |
| 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 109 |
| 6.1 CONCLUSIONES | 109 |
| 6.2 RECOMENDACIONES | 110 |