

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO AUTOMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES



# *Trabajo de Diploma*

## *“Sistema de Supervisión de Variables Energéticas del metrocontador digital programable Vision”*

*Autor: José Omar Padrón Ramos*

*Tutor: Dr. Roberto Ballesteros Horta*

Santa Clara, Cuba  
2005

"Año de la Alternativa Bolivariana para las Américas"

**UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DEPARTAMENTO AUTOMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES**



# ***Trabajo de Diploma***

## ***“Sistema de Supervisión de Variables Energéticas del metrocontador digital programable Vision”***

***Autor: José Omar Padrón Ramos***

*Email: jpadron@uclv.edu.cu*

***Tutor: Dr. Roberto Ballesteros Horta***

*Prof. Auxiliar, Dpto. Automática y Sistemas Computacionales*

*Facultad de Ingeniería Eléctrica. UCLV*

*Email: rball@uclv.edu.cu*

**Santa Clara, Cuba**

**2005**

**"Año de la Alternativa Bolivariana para las Américas"**



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería Automática autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

---

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

---

Firma del Tutor

---

Firma del Jefe de Departamento  
donde se defiende el trabajo

---

Firma del Responsable de  
Información Científico-Técnica

*“Si una persona es perseverante, aunque sea dura de entendimiento, se hará inteligente; y aunque sea débil, se transformará en fuerte”*

*Leonardo Da Vinci*

*Dedicatoria*

*A mis padres.  
A mis abuelos.  
A mi hermana.*

*AGRADECIMIENTOS*

*Agradezco a todas las personas que de una forma u otra han contribuido a mi educación y posterior formación académica. De manera especial:*

*A mi familia, por enseñarme los valores de un hombre justo, por mostrarme el camino correcto en la escuela de la vida.*

*A mis verdaderos amigos, por el apoyo que me dieron y tener el privilegio de su amistad.*

*A todos mis profesores, que me formaron como estudiante, como deportista, como hombre.*

*A todas aquellas personas que alguna vez creyeron en mí y pienso no haber defraudado.*

*...y agradezco extraordinariamente a mi MADRE.*

*TAREA TÉCNICA*

*TAREA TÉCNICA*

**TAREA TÉCNICA**

- Análisis bibliográfico sobre sistemas de monitoreo y supervisión de variables energéticas.
- Desarrollo del software para la medición de los valores de energía.
- Desarrollo del software para la supervisión energética.
- Pruebas y análisis de resultados.
- Confección del informe final.

---

Firma del autor

---

Firma del tutor



*RESUMEN*

*RESUMEN*

## **RESUMEN**

El presente trabajo de diploma se basa en la necesidad de creación de un sistema de supervisión de variables energéticas en tiempo real, que ayude a utilizar más eficientemente las prestaciones del Metrocontador Digital Programable “Vision”, de la firma ABB, modelo A1700, las cuales actualmente se hallan subutilizadas. El objetivo fundamental es el diseño e implementación de los sistemas de medición y supervisión de variables energéticas. El programa se realiza para tener un control más exacto del comportamiento de los parámetros de energía, con vistas a lograr un uso más racional de la energía eléctrica en las áreas donde este sea aplicado.

El trabajo se realizó sobre el lenguaje de programación LabVIEW 6i, muy adecuado para la aplicación de la computación a tareas de medición en tiempo real con diversos dispositivos. Se contó con recursos materiales sin los cuales hubiera sido imposible la labor desarrollada, el Metrocontador Digital Programable ABB A1700, un conector óptico infrarrojo y una Computadora Personal adecuada y habilitada para estos fines.

El sistema creado fue probado satisfactoriamente en el laboratorio de tiempo real de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, empleando conexiones remotas a bases de datos en otros laboratorios y conectado a un metrocontador, primeramente en el mismo laboratorio y después a otro metrocontador en el transformador de alimentación de la facultad.

## *TABLA DE CONTENIDO*

## *TABLA DE CONTENIDO*

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPITULO 1: EFICIENCIA, GESTIÓN Y SUPERVISIÓN ENERGÉTICA.....</b>	<b>2</b>
1.1 Introducción al Capítulo. ....	2
1.2 Eficiencia Energética .....	2
1.2.1 ¿Qué es eficiencia energética? .....	2
1.2.2 ¿Por qué es importante elevar la eficiencia energética? .....	3
1.2.3 ¿Qué gerenciar a nivel de empresa: la eficiencia energética o el consumo de energía? .....	3
1.2.4 ¿Existe la necesidad de gerenciar la eficiencia energética? .....	4
1.3 Desarrollo de los sistemas de gestión energética .....	4
1.3.1 ¿Qué es gestión energética? .....	4
1.3.2 ¿Cuales son los resultados esperados de la implementación de un sistema de gestión energética? .....	4
1.3.3 ¿Existe posibilidad de reducir los consumos energéticos mediante la gestión energética? .....	5
1.3.4 ¿Cuáles son los elementos que componen un Sistema de Gestión Energética? .....	6
1.3.5 ¿Cómo se implementa un sistema de gestión energética? .....	7
1.3.6 Objetivos del diagnóstico energético .....	7
1.3.7 Una efectiva gestión de al energía depende de una eficaz red de información .....	8
1.3.8 ¿Cómo cambiar la situación actual? .....	8
1.4 Medición y Supervisión de parámetros de energía .....	9
1.4.1 Papel del monitoreo y la supervisión de energía eléctrica en el desarrollo actual .....	9
1.4.2 Desarrollo de sistemas de medición y supervisión a nivel mundial .....	10
1.5 Herramientas de programación empleadas en el trabajo .....	11
1.5.1 Lenguaje de programación LabVIEW 6i .....	11
1.5.2 Plataforma de base de datos SQL Server 2000 .....	12
1.6 Consideraciones finales del capítulo.....	13

<b>CAPITULO 2: DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN Y SUPERVISIÓN DE VARIABLES ENERGÉTICAS .....</b>	<b>15</b>
2.1    Introducción al Capítulo .....	15
2.2    Generalidades sobre el metrocontador digital programable “Vision” .....	15
2.2.1    El Metrocontador Digital Programable “Vision”, modelo ABB A1700 .....	15
2.2.2    Comunicación RS-232 .....	19
2.2.3    Comunicación RS-485 .....	21
2.3    Creación del Sistema de Medición de Variables Energéticas.....	23
2.3.1    Programa principal de enlace con el metrocontador: Tarea de Medición .....	25
2.3.2    Programa de interfaz con el usuario: <i>MedEn</i> .....	26
2.3.3    Programas de almacenamiento en Bases de Datos: <i>SQLInstrumentación</i> , <i>SQLTotales</i> .....	27
2.3.4    Programa de configuración general: <i>Configuración</i> .....	29
2.3.5    Programas servidores de datos TCP/IP y DDE: <i>Servidor Variables TCP</i> y <i>ServidorDDE</i> .....	31
2.3.6    Variable global de almacenamiento: Global Metro .....	32
2.4    Creación del Sistema de Supervisión de Variables Energéticas .....	32
2.4.1    Submenú File .....	34
2.4.2    Submenú Opciones .....	34
2.4.3    Submenú Administración.....	35
2.4.4    Submenú Comunicación .....	36
2.4.5    Submenú Estado.....	36
2.5    Consideraciones finales del capítulo.....	36
<b>CAPITULO 3: PRUEBAS REALIZADAS CON LOS SISTEMAS CREADOS .....</b>	<b>38</b>
3.1    Introducción al capítulo .....	38
3.2    Características Peculiares del Programa .....	38
3.3    Pruebas en el Laboratorio de Tiempo Real.....	39
3.4    Pruebas del sistema con un metrocontador instalado fuera del laboratorio.....	42
<b>CONCLUSIONES DEL TRABAJO .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>49</b>

***TABLA DE CONTENIDO***

<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO 3 .....</b>	<b>60</b>



## **INTRODUCCIÓN**

El empleo racional de la energía en Cuba y en el mundo, viene tomando cada vez más importancia, debido a las exigencias de tipo económico y a la preservación del medio ambiente, ya que los combustibles fósiles que se utilizan en la mayoría de los casos para generarla, han sufrido una explotación desmedida en el último siglo. En el caso de Cuba específicamente, en la celebración del V Congreso del Partido Comunista de Cuba, en 1999, una de las resoluciones adoptadas fue relacionada con el fomento de una conciencia de ahorro energético y la toma de medidas para llevar a cabo una eficiencia mejor en la generación y disponibilidad eléctrica. Para más información ver informe final al V Congreso del PCC.

La importancia de realizar la medición de energía eléctrica según Motta, estriba en el hecho de que este tipo de energía no se puede almacenar, por lo que se hace necesario tener una medición exacta en los consumos de esta. Años atrás, la comercialización de la electricidad se efectuaba de manera muy simple, porque se facturaba en función de la unidad de energía vigente. Sin embargo con el permanente desarrollo industrial, y la consecuente búsqueda del abaratamiento de la producción por parte de las fábricas, se hizo necesaria la aplicación de tarifas más complejas.

Es importante comprender que la economía de la producción de la energía eléctrica, depende de su modo de utilización, y este a su vez de múltiples factores. Dichos factores dieron origen a la creación de una gran variedad de metrocontadores, los cuales realizan un proceso de tarifado que obliga al consumidor a ajustar sus instalaciones y su equipamiento, como también los horarios de su funcionamiento, de tal manera que la empresa productora trabaje con el mayor rendimiento de sus instalaciones de distribución. De esa manera, la energía eléctrica puede ser ofrecida a menores costos. (Motta, Sin año)

Históricamente, la medición de la energía eléctrica consumida por un determinado usuario fue y sigue siendo en muchos casos, el medidor electromecánico o instrumento electrodinámico. No obstante, en la actualidad está siendo reemplazado lentamente por



dispositivos electrónicos que ofrecen mayor seguridad, eficiencia y flexibilidad para la medición de diferentes parámetros energéticos. Estos equipos poseen memoria no volátil para almacenar datos referidos al comportamiento del sistema, que permiten realizar un seguimiento del mismo. También están adaptados para la transmisión de datos por varios tipos de protocolos y para el uso de diferentes normas.

Actualmente existe una gran problemática, respecto a la utilización efectiva de los metrocontadores modernos que se producen en el mundo y a la cual Cuba, como receptora de estos equipos no escapa. Como explicamos anteriormente, los metrocontadores producidos, poseen una extensa capacidad de medición de todo tipo de parámetros energéticos, procesamiento de datos, almacenamiento de variables, capacidades de acción, entre otras; mas, el software que se diseña para estos equipos no aprovecha del todo las excelentes capacidades instaladas en esta tecnología.

La mayoría de los programas que actualmente existen, solo pueden ser ejecutados en el momento de la medición de las variables deseadas, sin posibilidad de utilizar una base de datos que permita el estudio del comportamiento de esas variables durante un periodo de tiempo dado, ni la capacidad de transmisión de los datos a otros usuarios remotos. No es bueno absolutizar en estos casos, existen compañías en el mundo que crean software con buenas capacidades, ejemplos de ellos son, el programa Power Studio de la firma Circutor, del cual tenemos una versión Beta instalada en una de nuestras computadoras, el Ion Enterprise y el Taurus. (*Véase Anexo1*)

Observando esta deficiencia tecnológica, nuestro grupo de trabajo se dedicó a estudiar las posibilidades de realizar un software que aprovechara al máximo las excelentes prestaciones que brindan los metrocontadores digitales “Vision” de la firma inglesa ABB, los cuales fueron adquiridos en grandes cantidades con el objetivo de renovar los antiguos y obsoletos medidores electromecánicos de energía, que prestaban servicio desde hacía más de 20 años en las empresas de nuestro país. Con las buenas perspectivas encontradas en este estudio, se decidió **hacer un sistema de medición y supervisión de parámetros energéticos en tiempo real** para el metrococontador digital programable “Vision”.

Para hacer este programa se plantearon las siguientes tareas.

- Análisis bibliográfico sobre sistemas de monitoreo y supervisión de variables energéticas.
- Determinar el protocolo de comunicación del metro, ya que la firma que los fabrica como es lógico está interesada en mantener protegido su patrimonio tecnológico, pues eso estriba en ganancias para la propia empresa.
- Desarrollo del software para la comunicación efectiva entre la computadora y el dispositivo, utilizando efectivamente el protocolo ya estudiado, así como un medio físico apropiado para establecer el enlace. En este caso teníamos dos opciones, utilizar el puerto infrarrojo del metrocontador con un conector óptico a través del puerto serie, o utilizar un aditamento para comunicación SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) el cual no estaba disponible; por tanto, nos ajustamos a la primera opción.
- Desarrollo del software para la supervisión
- Pruebas y análisis de resultados
- Confección del informe final

Con todas las condiciones de tipo material ya establecidas las tareas resultantes consistían en un programa para hacer la lectura en tiempo real y automáticamente de todas las variables medidas por el metrocontador, así como dar la posibilidad de transmitir las mismas a través de diversas plataformas o protocolos, para que pudieran ser adquiridas por un número elevado de usuarios una vez instalado el sistema, y almacenar en una o varias bases de datos, los resultados obtenidos, con el objetivo de tener una importante referencia a la hora de tomar decisiones y hacer cálculos.

El trabajo se realizó a cabalidad y con todas exigencias presentadas por la OBE de Villa Clara como su principal usuario. Para una mejor organización, el programa fue dividido en dos, primero se realizó el **“Sistema de Medición de Variables Energéticas”** y después el **“Sistema de Supervisión de Variables Energéticas”**. Las pruebas realizadas con ambos sistemas se realizaron con todo éxito después de un gran esfuerzo y la superación de obstáculos tecnológicos, que en un principio parecían insalvables. Un ejemplo de ello fue el

enlace a larga distancia entre la computadora y el metrocontador instalado en el transformador de alimentación de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.

El presente trabajo consta de tres capítulos divididos por apartados, cada uno con un tema específico e interrelacionado con los demás. El primer capítulo explica el tema de la importancia de la medición de energía eléctrica, así como un método moderno empleado actualmente para reducir y controlar su consumo, la gestión energética. Como parte integral e inherente de un sistema de gestión de energía se encuentra la medición y supervisión de los parámetros energéticos, eje central de este trabajo.

En el capítulo dos están detalladas todas las características del metrocontador digital programable “Vision” y de los programas creados para la medición y supervisión de parámetros energéticos. También se detallan algunas particularidades de las normas empleadas para la comunicación con el metrocontador.

El capítulo tres aborda las pruebas realizadas para lograr la efectividad del sistema creado y detalla los pasos seguidos en el transcurso de la programación, así como errores y deficiencias surgidas en el camino.

## *CAPÍTULO 1*

## **CAPITULO 1: EFICIENCIA, GESTIÓN Y SUPERVISIÓN ENERGÉTICA**

### **1.1 Introducción al Capítulo.**

El presente capítulo abordará y explicará algunos conceptos manejados en el ámbito de la energía eléctrica. Eficiencia energética, gestión de energía y medición y supervisión de energía son los principales términos mencionados. Estos están en estrecha relación con los objetivos que se persiguen en la realización de este trabajo, así como de su posterior perfeccionamiento en otros trabajos futuros para lograr mayores y mejores prestaciones de gran calidad. Es necesario aclarar que la mayor cantidad de información fue incorporada de artículos cuyos autores se referencian al final de cada párrafo en los que se hace alusión a sus trabajos.

El capítulo está estructurado por varios apartados:

El apartado 1.2 se dedica a la información referente a la eficiencia energética.

En el apartado 1.3 se aborda todo lo referente a la gestión energética ya que la medición y supervisión de energía son parte importante de estos avanzados sistemas.

El apartado 1.4 trata el tema de la importancia de la medición y la supervisión de la energía eléctrica actualmente, así como de algunos sistemas de este tipo existentes en el mundo.

En el apartado, el 1.5 se trata acerca de las plataformas de programación empleadas en el trabajo.

El apartado 1.6 aborda las consideraciones finales del capítulo.

### **1.2 Eficiencia Energética**

#### **1.2.1 ¿Qué es eficiencia energética?**

La eficiencia energética y el ahorro de energía son dos conceptos muy relacionados entre sí pero diferentes. El ahorro de energía, según Campos, es obtenido cuando se reduce el consumo de la energía, medido en sus términos físicos. Es el resultado, por ejemplo, del

incremento de la productividad o el desarrollo de tecnologías de menores consumos de energía. La eficiencia energética es obtenida, sin embargo, cuando se reduce la intensidad energética de un producto dado (consumo de energía por unidad de producto), o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida o los niveles de confort. La eficiencia energética contribuye a la conservación de la energía. Lo que se persigue en ambas es mitigar la situación de que la humanidad, en los últimos 200 años ha consumido el 60% de los recursos energéticos fósiles que fueron creados durante 3 millones de años, pero en un caso se espera reducir el valor total del consumo y en otro ser mas eficiente en el uso (*Campos, 2001*).

### **1.2.2 ¿Por qué es importante elevar la eficiencia energética?**

A nivel Global los beneficios de la eficiencia energética son la reducción de las emisiones contaminantes y la contribución al desarrollo sustentable. A nivel de nación, la conservación de los recursos energéticos límites, la mejora de la seguridad energética. La reducción de las importaciones de energéticos y la reducción de costos que pueden ser utilizados para el desarrollo. A nivel de empresa el incremento de la eficiencia energética reduce las cuentas de energía, incrementa la competitividad, eleva la productividad y las ganancias (*Campos, 2001*).

### **1.2.3 ¿Qué gerenciar a nivel de empresa: la eficiencia energética o el consumo de energía?**

Es práctica común actuar sobre los consumos energéticos y no sobre la eficiencia energética, lo cual se explica porque es el consumo lo que se contrata y lo que se paga. La gestión empresarial sobre la energía se limita, en la generalidad de los casos, a obtener un buen contrato de energía y monitorear los cambios en la cuenta mensual y la variación del índice de consumo (consumo por unidad de producción) en el tiempo, observando oportunidades de cambios tecnológicos que pueden disminuir el consumo energético, pero que generalmente tienen sus causas en problemas de mantenimiento que afectan la producción (*Campos, 2001*).

#### **1.2.4 ¿Existe la necesidad de gerenciar la eficiencia energética?**

La gerencia de la eficiencia energética tiene un objetivo final: lograr la máxima reducción de los consumos energéticos, con la tecnología productiva actual de la empresa y realizar los cambios a tecnologías eficientes en la medida que estos sean rentables, de acuerdo a las expectativas financieras de cada empresa. Lograr este objetivo de forma continua requiere de organizar un sistema de gestión, cambios de hábitos y cultura energética

Existen incentivos que en el orden práctico impulsan a las empresas a actuar sobre la reducción de sus consumos energéticos: la inestabilidad y el crecimiento de las tarifas de energía ( respondiendo a la política de eliminación de subsidios ), la fuerza creciente de las legislaciones ambientales, la incorporación de la gestión ambiental a la imagen competitiva de la empresa, la reducción de los costos de las tecnologías eficientes, la necesidad de confiabilidad e independencia energética a nivel de empresa y la posibilidad de encontrar proyectos energéticos al interno de la empresa de mayor rentabilidad que la brindada por su negocio principal (*Campos, 2001*).

### **1.3 Desarrollo de los sistemas de gestión energética**

#### **1.3.1 ¿Qué es gestión energética?**

La gestión energética puede definirse como el análisis, planificación y toma de decisiones con el fin de obtener el mayor rendimiento posible de la energía que se dispone; esto es lograr un uso más eficiente de la energía reduciendo pérdidas y optimizando el consumo sin disminuir la calidad de los productos, servicios, ni el confort de la población (*Lora, 2001*).

#### **1.3.2 ¿Cuales son los resultados esperados de la implementación de un sistema de gestión energética?**

Cuando se implanta un sistema de gestión energética es lógico que se persiga un fin determinado con respecto al ahorro y eficiencia de la energía eléctrica. Pues bien, al hacer

efectivo un sistema de este tipo los resultados más tangibles que podemos esperar, según Lora, son:

- Identificar y evaluar los potenciales de reducción de costos de energía que tiene la empresa por mejora de los procedimientos de producción, mantenimiento y operación y por cambios tecnológicos.
- Implementar los proyectos viables técnica y económicamente para la empresa en reducción de costos energéticos, en un orden de nula o baja, media y alta inversión.
- Evitar errores de procedimientos de producción, operación y mantenimiento que incrementen los consumos de energía.
- Aplicar acciones de reducción de costos de energía con alto nivel de efectividad y con la posibilidad de evaluar su impacto en los indicadores de eficiencia de la empresa.
- Establecer un sistema fiable de medición de la eficiencia en el uso de la energía a nivel de empresa, áreas y equipos, en tiempo real.
- Motivar, entrenar y cambiar los hábitos del personal involucrado en el uso de la energía hacia su utilización eficiente.
- Planear los consumos energéticos y sus costos en función de las posibilidades reales de reducción en cada área y equipo clave.
- Establecer las herramientas de control, prevención y corrección requeridas para cumplir con las metas planeadas de reducción de costos y consumos.
- Mejorar las estrategias de compra de energéticos y el control de la facturación de estos recursos.
- Reducir y controlar el impacto ambiental del uso de la energía.

### **1.3.3 ¿Existe posibilidad de reducir los consumos energéticos mediante la gestión energética?**

Muchos problemas asociados con el uso de la energía son debidos a problemas de gestión y no de tecnología. Se deben a la estructura empleada por la gerencia para coordinar los esfuerzos en la reducción de los costos energéticos. Muchas de estas estructuras se basan en los métodos de la "gerencia por crisis", cuando se trata de la energía e incluso del



mantenimiento. La tendencia es depender de rápidos y temporales cambios de métodos o tecnologías, en lugar de establecer un sistema estructurado de mejora y culturización continua.

Los principales problemas de gestión que incrementan los consumos y costos energéticos de la empresa son: carencia de focos, esfuerzos aislados, carencia de coordinación, planeación por intención, falta de conocimiento, falta de procedimientos, falta de evaluación, dilución de responsabilidades, falta de compromiso, falta organización y de herramientas de control. En consecuencia la capacidad técnico- organizativa de la empresa es baja (*Lora, 2001*).

#### **1.3.4 ¿Cuáles son los elementos que componen un Sistema de Gestión Energética?**

Un Sistema de gestión energética es un ente bastante complejo constituido por la interrelación de muchos elementos tanto tecnológicos como sociales. El mismo, según el criterio de Lora Figueroa, puede contar con los siguientes elementos:

- Manual de gestión energética: establece las definiciones bases del sistema ( política, objetivos, metas) los procedimientos, la estructura y las responsabilidades.
- Planeación Energética: establece y describe el proceso de planeación energética según las nuevas herramientas de planeación del sistema de gestión.
- Control de Procesos: Detalla los procedimientos que serán usados para el control de los consumos y los costos energéticos en las áreas y equipos claves de la empresa.
- Proyectos de gestión energética: Se establecen los proyectos rentables a corto, mediano y largo plazo que serán ejecutados para el cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión.
- Compra de energía: incluye los procedimientos eficientes para la compra de recursos energéticos y evaluación de facturas energéticas.
- Monitoreo y Control de consumos energéticos: se establecen los procedimientos para la medición, establecimiento y análisis de indicadores de consumo, de eficiencia y de gestión.
- Acciones Correctivas/Preventivas: incluye los procedimientos para la identificación y aplicación de acciones para la mejora continua de la eficiencia y del sistema de gestión.

- Entrenamiento: prescribe el entrenamiento continuo al personal clave para la reducción de los consumos y costos energéticos.
- Control de documentos: establece los procedimientos para el control de los documentos del sistema de gestión.
- Registro de energía: establece la base de datos requerida para el funcionamiento del sistema.

### **1.3.5 ¿Cómo se implementa un sistema de gestión energética?**

La implementación de cualquier sistema de gestión requiere de un método, procedimientos y herramientas que permitan hacerlo de forma efectiva, en el menor tiempo posible y con bajos costos. Esto es necesario porque, como cualquier cambio de hábito en la forma de manejar las cosas, la etapa de implementación debe enfrentarse a barreras que solo pueden ser derribadas o sorteadas con la muestra de resultados nuevos no alcanzados por las vías tradicionales de enfrentar el problema. Una estrategia común es comenzar con algún área clave de la empresa que sirva de "generación de confianza", muestra de las potencialidades del sistema y motivación del personal clave.

Generalmente en esta etapa de cambio la empresa requiere ayuda o asesoría externa, la cual debe ser cuidadosamente seleccionada en función de la experiencia que mostrada en la implementación exitosa de este tipo de sistemas en otras empresas y por la estrategia, métodos, procedimientos y herramientas que presente para su desarrollo, compatibles con la cultura gerencial de la empresa (*Lora, 2001*).

### **1.3.6 Objetivos del diagnóstico energético**

Como parte de todo el andamiaje de los sistemas modernos de gestión de energía se incorpora el diagnóstico energético, cuyos objetivos dentro del sistema son:

- Determinar el Potencial de ahorro de energía eléctrica y reducción de los costos operativos, en máquinas y procesos productivos.
- Identificar los centros de costos de energía eléctrica (EACs) más importantes.
- Identificar y cuantificar las mejoras que conlleven a una reducción efectiva de los costos operativos.
- Evaluar y cuantificar las mejoras identificadas.
- Verificar los ahorros logrados.

*(Meriño, 2001)*

### **1.3.7 Una efectiva gestión de la energía depende de una eficaz red de información**

Para lograr una gestión efectiva de la energía se requiere organizar la información de la siguiente forma:

- Elaborar una base de datos.
- Contar con la siguiente información:
  - Facturación de los servicios.
  - Consumo de materias primas y combustibles.
  - Formularios relativos al uso de la energía y a la producción de cada uno de los sectores.
- Evaluar el consumo de energía por unidad de producción de cada sector y de la empresa.
- Analizar estos datos y compararlos con valores históricos y valores proyectados.

*(Meriño, 2001).*

### **1.3.8 ¿Cómo cambiar la situación actual?**

La cantidad de focos de atención en una empresa puede convertirse en una barrera para el desarrollo de una nueva actividad de uso racional de la energía, que hasta ahora no era importante por sus consecuencias productivas y se consideraba como un costo fijo a

controlar dentro de sus niveles y no como una oportunidad rentable que atender. La gestión en salud ocupacional, seguridad, calidad, productividad, compras, mercado, control de costos o pérdidas ( donde no se incluye frecuentemente la energía ) y nuevos proyectos de mejora de procesos, no deja espacio a una nueva prioridad y puede producir un conflicto.

La solución a esta situación es la creación de un sistema institucional de gestión nuevo como el sistema de gestión energética, con el mismo compromiso y apoyo de la alta dirección del resto de los sistemas de gestión de la compañía. Este sistema se estructura en las cuatro actividades básicas: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

Se Planean las responsabilidades del sistema, su estructura y organización, los Proyectos de Mejora, los consumos energéticos, sus metas y los documentos de control. Se Realizan las actividades de contratación y facturación de energía, de monitoreo y control de los indicadores de eficiencia, los Proyectos de Mejora, las actividades de entrenamiento al personal, las acciones correctivas y preventivas y las actividades de mantenimiento predictivo energético. Se Verifica la facturación de la energía, el sistema de monitoreo, la efectividad de las acciones correctivas y preventivas, la calidad de la medición, los resultados de los Proyectos de Mejora y mediante auditoria interna, la efectividad del sistema de gestión. Se Actúa mediante las acciones correctivas y preventivas y las responsabilidades de los diferentes actores el sistema (*Meriño, 2001*).

## **1.4 Medición y Supervisión de parámetros de energía**

### **1.4.1 Papel del monitoreo y la supervisión de energía eléctrica en el desarrollo actual**

Como hemos visto hasta aquí la implementación de un sistema de gestión energética supone la necesidad de algunos recursos y medios, los cuales mientras sean más avanzados tanto mejor serán los resultados que se alcancen en este sentido. Este trabajo abarca una de las partes técnicas y más complejas que componen un sistema de gestión energética y es toda aquella que compete a la medición de las variables energéticas, su almacenamiento en

una plataforma apta para ello y la presentación en tiempo, real o no, de cualquier parámetro, simple o complejo, a las personas encargadas de la ejecución del programa.

Para el sector industrial es básico y fundamental el estar al pendiente del consumo de energía eléctrica, así como de sus parámetros eléctricos, para hacer más eficiente su producción. Ya no basta con poner a un personal que esté al pendiente del consumo de energía y que vaya tomando mediciones de manera constante, sino el tener un equipo electrónico de medición las 24 horas y que este mismo equipo tome decisiones en cuanto al consumo de energía, a su vez toda esa información la esté almacenando para la justificación de las tomas de decisiones (*Grupo Advantage, 2002*).

Actualmente la medición energética, tanto generada como consumida se realiza a través de modernos metrocontadores inteligentes fabricados la mayoría con estándares internacionales, los cuales facilitan su uso y aumentan sus potencialidades.

#### **1.4.2 Desarrollo de sistemas de medición y supervisión a nivel mundial**

En el mundo existen actualmente sistemas de medición y supervisión de energía, cada cual adaptado a indicaciones y requerimientos específicos, para uno u otro dispositivo de medición o analizadores de red. Sin embargo en nuestra búsqueda no encontramos un sistema que aproveche todas las ventajas en conjunto de los dispositivos de medición inteligentes, tal como queremos que nuestro programa lo realice. Para algunos de los sistemas que más potencialidades prestan presentamos en este trabajo algunas de sus características (*Anexo I*).

## **1.5 Herramientas de programación empleadas en el trabajo**

### **1.5.1 Lenguaje de programación LabVIEW 6i**

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

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación y comunicación serie, análisis, presentación y guardado de datos. LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan *Instrumentos Virtuales (VIs)*, porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los *VIs* tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros *VIs*. Todos los *VIs* tienen un panel frontal y un diagrama de bloques. Las paletas contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los *VIs*.

*(Tutorial de LabVIEW)*

### **1.5.2 Plataforma de base de datos SQL Server 2000**

SQL Server 2000 es una base de datos que funciona sobre Sistemas Operativos Windows 2000/2003 Server, ofreciendo un único punto de acceso a los datos del servidor por parte de las aplicaciones cliente, con la característica de que el procesamiento de la información es realizado por el servidor, independientemente de la presentación, que la efectúan las aplicaciones cliente.

SQL Server puede gestionar grandes bases de datos con millones de registros, y permite a las aplicaciones cliente controlar la información recuperada del servidor, mediante el uso de varias herramientas y técnicas especializadas. Entre estas se cuentan opciones tales como procedimientos almacenados, reglas impuestas por el propio servidor, y activadores que permiten que el procesamiento se lleve a cabo automáticamente en el servidor.

La versión 2000 aporta numerosas mejoras, entre las que destacan:

- Instalación en ordenadores en modo de uso local o bien en modo remoto, para aprovechar las características cliente/servidor.
- Configuración dinámica de la memoria y de la gestión de ocupación en disco.
- Bloqueo dinámico de registros.
- Asistentes para la administración de la Base de Datos, así como para diseñar su estructura.
- Acceso a datos mediante ODBC, OLEDB y ADO.

*(Curso de SQL Server 2000)*

## **1.6 Consideraciones finales del capítulo**

Hemos visto hasta aquí la importancia de la medición de la energía eléctrica en los tiempos actuales y la necesidad de administrar su consumo. Se ha explicado detalladamente en que consiste la gestión energética, pero se hace necesario aclarar que no es el único método para lograr una mejor eficiencia práctica en el manejo de la energía eléctrica. Lo que sí es imprescindible si queremos mantener un buen índice de eficiencia en el consumo de energía, es hacer una medición eficaz y eficiente de todos los parámetros energéticos. Este trabajo está centrado en ese aspecto y en los próximos capítulos se abordará el tema, en particular con el metrocontador digital programable “Vision”, de la firma ABB.



## *CAPÍTULO 2*

## **CAPITULO 2: DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN Y SUPERVISIÓN DE VARIABLES ENERGÉTICAS**

### **2.1 Introducción al Capítulo**

En este capítulo se abordará todo lo referente al metrocontador “Vision”, sus características, las normas de comunicación empleadas y los pasos seguidos en la creación de los sistemas de medición y supervisión de variables energéticas. También se explican características y posibilidades de los diferentes software que permitieron la programación y ejecución de los sistemas.

El capítulo está estructurado por apartados:

El apartado 2.2 está dedicado a la información referente al metrocontador digital programable “Vision”.

El apartado 2.3 se dedica a la información del sistema de medición de parámetros energéticos.

El apartado 2.4 se dedica a la información del sistema supervisorio de parámetros energéticos.

El apartado 2.5 aborda las consideraciones finales del capítulo.

### **2.2 Generalidades sobre el metrocontador digital programable “Vision”**

#### **2.2.1 El Metrocontador Digital Programable “Vision”, modelo ABB A1700**

El dispositivo central, necesario para la realización de este trabajo de diploma, es el metrocontador digital programable “Vision”, modelo ABB A1700 mostrado en la figura 1. Este es un dispositivo apropiado para aplicaciones y ambientes donde se necesite una medición eficiente de la energía eléctrica. El metrocontador “Vision” ofrece excelentes capacidades de medición y complejas tarifas para el uso en todo tipo de medios

industriales, residenciales y aplicaciones comerciales. En la figura 2 se ofrece una imagen del metrocontador.



**Figura 2: Metrocontador Digital Programable “Visión”, de la firma ABB, modelo A1700**

El metrocontador digital programable “Vision”, incluye un circuito para la visualización de datos en una pantalla de cristal líquido, con una interfaz programable y una memoria capaz de almacenar hasta 450 días de datos de carga como estándar. El metrocontador puede operar como una unidad independiente o como una red de dispositivos. La funcionalidad del metrocontador puede ser incrementada mediante la incorporación de otros módulos adicionales para comunicación y entrada/salida. Estos módulos pueden ser instalados o desconectados sin que se rompa la certificación del metrocontador. El metrocontador está habilitado para conexión directa con transformadores de corriente de voltaje (CT y VT), con dispositivos de medición u otras aplicaciones con clase de precisión 0.5, 0.2, 1 y 2. También está capacitado con una salida de conmutadores eléctricos para su incorporación a sistemas automatizados de control de energía. En la figura 3 podemos apreciar más de cerca las características de su interfaz.



**Figura 3: Vista detallada de la interfaz del metrocontador "Vision"**

El metrocontador "Vision" puede comunicarse a través de un puerto electro-óptico infrarrojo con estándar IEC 61107 o por un módulo MODEM RS232.

Los tipos de energía que puede calcular el metrocontador son las siguientes:

- Energía total Importada/Exportada (KWh).
- Energía en retraso Importada/Exportada (Kvarh).
- Energía en adelanto Importada/Exportada (Kvarh).
- Potencia Aparente (Kva).
- Registros Definidos- derivados de las cantidades medidas.

El metrocontador tiene la siguiente estructura de tarifas:

- 16 Tiempos de uso de Registros
- Registros de Máximas Demandas
- 12 Estaciones
- 24 Cambios de fecha de Estaciones
- 96 Tiempos de conmutación
- 64 Fechas excluibles

- Cantidad ilimitada de tarifas programables

Las potencialidades de almacenamiento de datos por parte del metrocontador son las siguientes:

- 450 días de almacenamiento de carga por un solo canal.
- Periodo de integración programable.
- Almacenamiento de la carga para cualquier cantidad medida o entrada externa.

El metrocontador posee una pantalla de cristal líquido con estas características:

- 2 Líneas de 16 caracteres.
- Angulo de vista ancho.
- Visión de datos programable, multilenguaje.

Las facilidades de comunicación que posee el metrocontador son las siguientes:

- Conector electro-óptico infrarrojo con norma IEC 61107
- Módulos remotos intercambiables (RS232, CLI módem, cliente específico)

Las mediciones que se realizan tienen las siguientes precisiones:

Precisión: Clase 0.02s, Clase 0.5s, Clase 1s

Los rangos de medición de los valores que sensa el metrocontador los vemos aquí:

Rango de Voltaje:	63.5-240V (3 fases 4 cables) 110-415V (3 fases 3 cables)
Corriente Máxima:	10 A
Corriente Nominal:	1, 2, 5 A
Frecuencia:	50 o 60 Hz
Temperatura:	
Precisión:	-10 °C -- +40 °C
Operación:	-20 °C -- +55 °C

Almacenamiento: -25 °C -- +70 °C

Las dimensiones y el peso del metrocontador “Vision” son las siguientes:

279 mm (Alto), 170 mm (Ancho),

81 mm (Espesor).

1.5 Kg de peso.

Una información más detallada del metrocontador Puede ser encontrada en el sitio [www.ABB.com](http://www.ABB.com).

### **2.2.2 Comunicación RS-232**

Para la comunicación con otros dispositivos, el metrocontador posee un puerto óptico infrarrojo con norma de comunicación RS-232 que se puede conectar a la computadora a través de un conector electro-óptico infrarrojo hasta el puerto serie de la misma. A continuación se brindan algunas características del estándar RS-232.

Para la El puerto serie RS-232C, presente en todos los ordenadores actuales, es la forma más comúnmente usada para realizar transmisiones de datos entre ordenadores. El RS-232C es un estándar que constituye la tercera revisión de la antigua norma RS-232, propuesta por la EIA (Asociación de Industrias Electrónicas), realizándose posteriormente un versión internacional por el CCITT, conocida como V.24. Las diferencias entre ambas son mínimas, por lo que a veces se habla indistintamente de V.24 y de RS-232C (incluso sin el sufijo "C"), refiriéndose siempre al mismo estándar.

El RS-232C consiste en un conector tipo DB-25 de 25 pines, aunque es normal encontrar la versión de 9 pines DB-9, mas barato e incluso mas extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC). En cualquier caso, las computadoras no suelen emplear más de 9 pines en el conector DB-25. Las señales con las que trabaja este puerto serie son

digitales, de +12V (0 lógico) y -12V (1 lógico), para la entrada y salida de datos, y a la inversa en las señales de control. El estado de reposo en la entrada y salida de datos es -12V. Dependiendo de la velocidad de transmisión empleada, es posible tener cables de hasta 15 metrocontadores.

Cada pin puede ser de entrada o de salida, teniendo una función específica cada uno de ellos. Las más importantes son:

**Tabla 1: Función de los terminales del puerto serie**

<b>Pin</b>	<b>Función</b>
<b>TXD</b>	<b>(Transmitir Datos)</b>
<b>RXD</b>	<b>(Recibir Datos)</b>
<b>DTR</b>	<b>(Terminal de Datos Listo)</b>
<b>DSR</b>	<b>(Equipo de Datos Listo)</b>
<b>RTS</b>	<b>(Solicitud de Envío)</b>
<b>CTS</b>	<b>(Libre para Envío)</b>
<b>DCD</b>	<b>(Detección de Portadora)</b>

Las señales TXD, DTR y RTS son de salida, mientras que RXD, DSR, CTS y DCD son de entrada. La masa de referencia para todas las señales es SG (Señal de Tierra). Finalmente, existen otras señales como RI (Indicador de Llamada), y otras poco comunes que no se explican en este artículo por rebasar el alcance del mismo.

El RS-232 puede transmitir los datos en grupos de 5, 6, 7 u 8 bits, a unas velocidades determinadas (normalmente, 9600 bits por segundo o más). Después de la transmisión de los datos, le sigue un bit opcional de paridad (indica si el numero de bits transmitidos es par o impar, para detectar fallos), y después 1 o 2 bits de Stop. Normalmente, el protocolo utilizado es 8N1 (que significa, 8 bits de datos, sin paridad y con 1 bit de Stop). El protocolo del metrocontador “Vision” es 7N1.

Una vez que ha comenzado la transmisión de un dato, los bits tienen que llegar uno detrás de otro a una velocidad constante y en determinados instantes de tiempo. Por eso se dice que el RS-232 es asíncrono por carácter y sincrónico por bit. Los pines que portan los datos son RXD y TXD. Las demás se encargan de otros trabajos: DTR indica que el ordenador está encendido, DSR que el aparato conectado a dicho puerto está encendido, RTS que el ordenador puede recibir datos (porque no está ocupado), CTS que el aparato conectado puede recibir datos, y DCD detecta que existe una comunicación, presencia de datos.

Tanto el aparato a conectar como el ordenador (o el programa terminal) tienen que usar el mismo protocolo serie para comunicarse entre sí. Puesto que el estándar RS-232 no permite indicar en qué modo se está trabajando, es el usuario quien tiene que decidirlo y configurar ambas partes. Como ya se ha visto, los parámetros que hay que configurar son: protocolo serie (8N1), velocidad del puerto serie, y protocolo de control de flujo. Este último puede ser por hardware (el que ya hemos visto, el handshaking RTS/CTS) o bien por software (XON/XOFF, el cual no es muy recomendable ya que no se pueden realizar transferencias binarias). La velocidad del puerto serie no tiene por qué ser la misma que la de transmisión de los datos, de hecho debe ser superior. Por ejemplo, para transmisiones de 1200 baudios es recomendable usar 9600, y para 9600 baudios se pueden usar 38400 (o 19200). (*Tropic, 2003*).

### **2.2.3 Comunicación RS-485**

La comunicación del metrocontador en las pruebas a distancia, requiere necesariamente utilizar otra norma apta para ello, ya que la RS-232 salva una distancia no mayor de 30 metros. En las pruebas de este tipo se utilizó para lograr la comunicación el estándar RS-485, de mucho más alcance. A continuación se describen algunas de sus características.



La norma RS-485 está siendo la aplicación mas difundida para conexiones multipunto en la industria.

La RS-485 es la única que permite una red de nodos múltiples con comunicación bidireccional con un solo par de cables trenzados, no todos los estándares combinan esta capacidad con el buen rechazo al ruido, con excelente velocidad de transmisión de datos, con gran longitud del cable de interconexión y la robustez general del estándar.

Por estas razones existe una gran variedad de usos de las aplicaciones RS-485 para la transmisión de datos entre aparatos en sectores como:

- Automatización
- Informática
- Robótica
- Repetidores celulares
- Fabricantes de PLCs.
- Fabricante de Sinópticos

Aunque la RS-485 es sumamente popular, los fabricantes de productos que quieren incorporar esta norma, deben aprender y comprender los problemas de la interconexión con la RS-485. Si se entienden los problemas que pueden surgir durante el diseño, el proyecto puede llevar a una aplicación sin preocupaciones y puede reducir el tiempo para su puesta en práctica. La RS-485 va dirigida a necesidades más amplias de las que alcanza la RS-422, esta cubre las aplicaciones con un solo transmisor y múltiples receptores. La RS-485 es de bajo costo, bidireccional, multipunto, interconexión con fuerte rechazo del ruido, buena tasa y rapidez de transmisión de datos, alta velocidad en la transmisión de datos y un rango del modo común ancho.

La norma especifica las características eléctricas para transmisores y receptores para la transmisión diferencial multipunto de datos, no hace referencia ni especifica el protocolo, sí el código, las características mecánicas del conector y las conexiones de los pines.

### 2.3 Creación del Sistema de Medición de Variables Energéticas

El software desarrollado como elemento principal de este trabajo de diploma se trata de un Sistema de Supervisión y Monitoreo de Variables de Energía. Para su realización se utilizó el lenguaje de programación LabVIEW 6i. El LabVIEW es una plataforma de programación a muy alto nivel, con ambiente gráfico y orientado a objetos, muy usado en aplicaciones donde los medios de cómputo necesiten la conexión con otros dispositivos externos para la adquisición, medición, supervisión y manejo de informaciones y parámetros de todo tipo. En este caso específico se añadieron a los componentes algunos kits de herramientas que fue necesario incorporarle para el trabajo con las bases de datos y la comunicación a través del protocolo SMTP de correo electrónico.

Para crear y hacer la gestión con la base de datos se utilizó el lenguaje SQL Server 2000 (*Structure Language Query*) con licencia de Microsoft. Esta poderosa aplicación es utilizada ampliamente a nivel mundial y tiene enormes facilidades para interacción con otras aplicaciones y plataformas de programación. Aunque el SQL es la principal fuente de almacenamiento de datos, también se implementó la opción de hacerlo en bases de datos de Microsoft Access y ficheros tipo texto, o sea, tres formatos diferentes para una misma operación, lo cual redundará en una mejor prestación de servicios y diversificación de los usuarios que necesiten de esta información, muestra de la variedad de criterios y necesidades que se toman en cuenta para la realización, posterior desarrollo y aplicación de esta herramienta computacional.

Además de lograr que el almacenamiento de la información obtenida fuera guardada en diversas formas, se busca que el software esté diseñado para brindar la información por distintas vías. Para este efecto se creó un servidor de datos TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*)

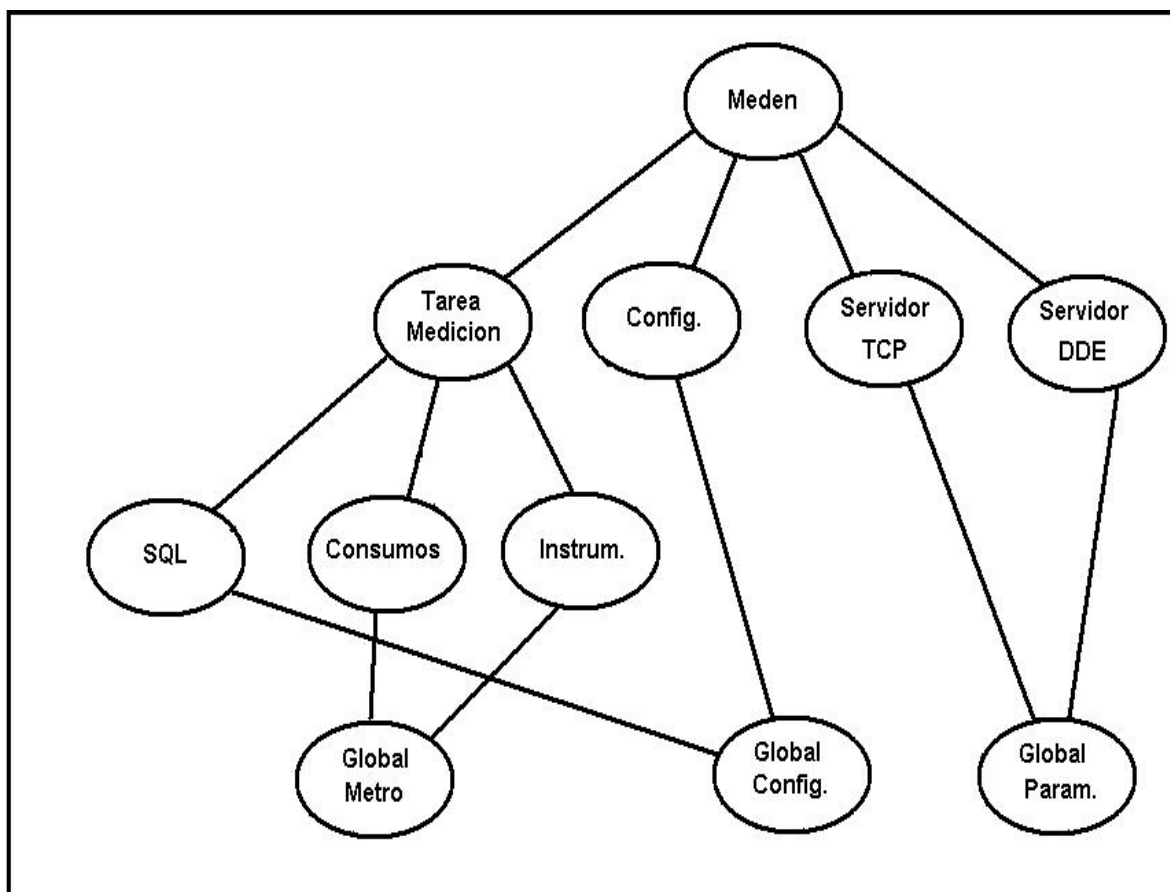
, un servidor de datos DDE (*Dinamic Data Exchange*) y una opción del envío de datos a través de correo electrónico con protocolo SMTP, aplicaciones que se realizan de manera automática después de configuradas las opciones correspondientes, y que tienen un uso

muy importante por separadas, pues en caso de fallar o no estar disponible alguna de ellas, el envío de la información no sufre ningún contratiempo.

Después de creadas las condiciones básicas para el diseño se comenzó la implementación real del programa. El requerimiento inicial y fundamental es la comunicación de una aplicación en LabVIEW con el metrocontador digital programable. Dado que el dispositivo y su software fueron creados por la firma inglesa ABB, el protocolo es parte de un sistema cerrado, lo cual significa que no brindan la información de su lenguaje de comunicación por lo que fue necesario lograr su identificación, tarea que constituyó el elemento principal de un trabajo de diploma anterior.

Para hacer el enlace físico con el metro se necesita principalmente de un conector electro-óptico infrarrojo, ya que es una vía fácil, factible y segura para esta empresa, por lo que no es ningún inconveniente su utilización, sino que ayuda a la total comunicación. En el terreno práctico pueden utilizarse otras facilidades como son la conexión por módem o la incorporación de un pequeño módulo de conversión de norma RS-232/RS-485/422, dispositivos que se requieren comprar aparte del metrocontador y que aumentan la gama de posibilidades de interconexión entre el este y la máquina, o el usuario en activo que esté utilizando el software.

En la figura 4 se presenta un esquema de la estructura sintetizada del sistema de medición de variables energéticas.



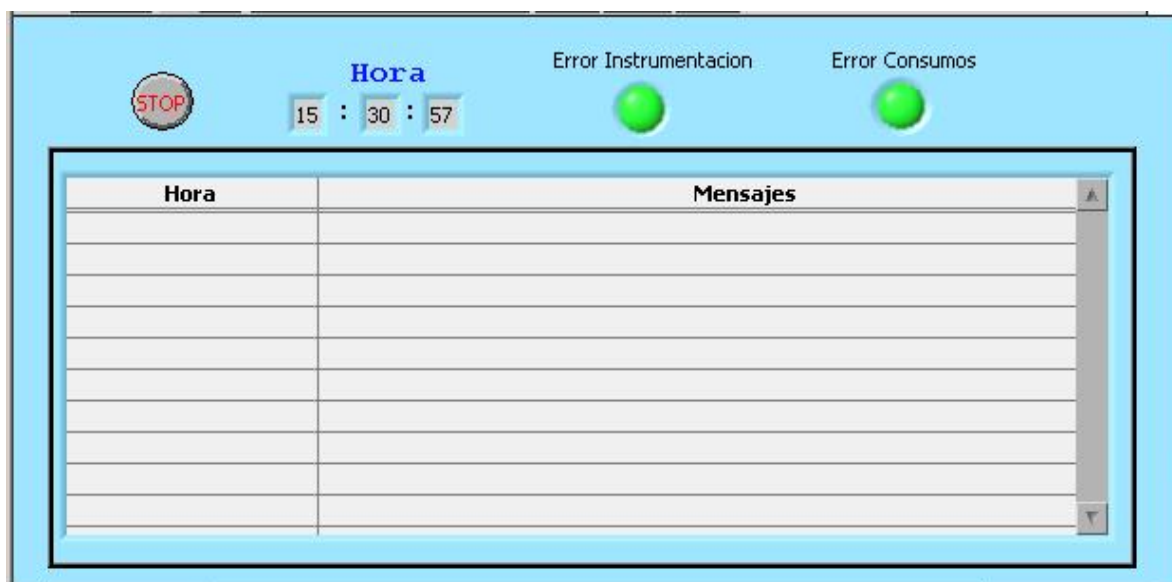
**Figura 4: Esquema simplificado de la estructura del sistema de medición**

### **2.3.1 Programa principal de enlace con el metrocontador: Tarea de Medición**

La base fundamental del mismo es la inicialización de la comunicación. Primeramente se envían varias tramas de inicio hasta que el metrocontador responda que está preparado para recibir los códigos de lectura o escritura. En caso de errores de entendimiento entre ambos dispositivos, cortes de comunicación u otro tipo de errores, los intentos de contacto se abortan para comenzarlos nuevamente al inicio del nuevo ciclo de lecturas. Establecido el nexo, a continuación se envían los comandos para hacer las lecturas de instrumentación y consumos, previamente almacenados en un panel de variable global. Es necesario aclarar que el protocolo del metrocontador utiliza formato ASCII para el envío y recepción de sus datos. Al recibir las órdenes se realiza la operación de lectura y a continuación se envían al cliente los datos leídos a través de la misma vía ya que los módulos ópticos son

bidireccionales, característica vital para el logro de los objetivos de lectura y envío de los datos desde un lado a otro.

En la figura 5 se muestra la pantalla de *Tarea de Medicion*, la misma no es mostrada durante la ejecución del programa, aunque en un inicio fue diseñada para visualizar la ocurrencia de errores y los mensajes de eventos, pero como esas funciones son realizadas por otros programas se decidió ocultar su interfaz.



**Figura 5: Pantalla del programa Tarea de Medición, esta no es mostrada cuando se ejecuta.**

### 2.3.2 Programa de interfaz con el usuario: *MedEn*

Paralelamente al VI anteriormente descrito, se fue conformando otro que sería la interfaz del sistema de medición con el usuario y a través del cual se accede a todos los componentes del programa. *MedEn* es la designación para este VI principal y significa Medición de Energía.

Mediante *MedEn* es posible tener acceso a todas las pantallas de parámetros energéticos que son medidos, configurar los intervalos de tiempo para la medición automática en tiempo real y el almacenamiento en ficheros de datos, activar o desactivar los VI de secuencia dinámica como los servidores de datos a través de los protocolos TCP/IP y DDE,

así como el VI *Tarea de Medición*, actualizar el tiempo, tener constancia de los errores generados por fallos en las mediciones, entre otras aplicaciones. Pero como ya mencionamos anteriormente, *MedEn* es sólo la interfaz. Él logra todos estos procesos por intermedio de otros VI de no menos importancia, pero que siempre serán referenciados a través de *MedEn*.

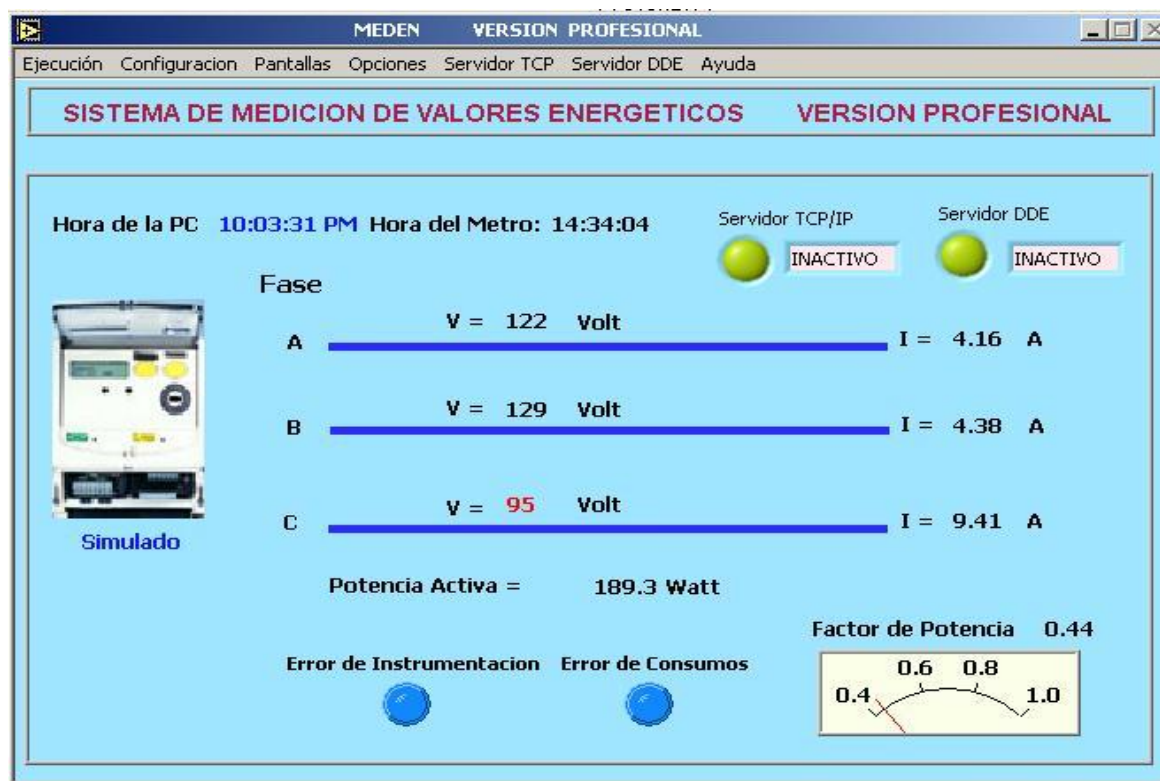


Figura 6: Pantalla de interfaz con el usuario, MedEn

### 2.3.3 Programas de almacenamiento en Bases de Datos: *SQLInstrumentación*, *SQLTotales*

Teniendo todos los datos obtenidos del metrocontador, se hace necesario el almacenamiento de estos como parte indiscutible para la futura toma de decisiones. En este punto se hace necesario aclarar lo siguiente, los datos, tanto simples como complejos, léase instrumentación, consumos, máximas demandas y consumos, se leen íntegramente, o sea, en su totalidad y sin distinción, se almacenan en el panel de variable global, pero como es

lógico, al usuario no le interesa tal cantidad de información a veces sin ninguna utilidad o fin práctico, por lo que es necesario hacer la selección de estos mediante programación, objetivo para lo cual se hicieron algunos VI como *Extraer Datos de Tabla*, donde se hizo un exhaustivo trabajo con componentes para el tratamiento de cadenas de texto.

Después de la selección de los datos necesarios o requeridos por los usuarios, el próximo paso fue la creación de los VI de almacenamiento en SQL Server 2000, Bases de Datos de Microsoft Access y ficheros texto. Para el cumplimiento del primer objetivo se creó un servidor de Bases de Datos en la computadora GAUSS, a la cual se debía acceder mediante un usuario y una contraseña. Aquí se creó la base de datos Metrocontador, a la cual se le fueron añadiendo tablas donde se encontrarían los parámetros energéticos.

Para la conexión con ésta se utilizaron las herramientas de SQL incorporadas al LABVIEW. Es necesario para establecer dicho nexo una secuencia específica que incluye: un elemento para la conexión con la Base de Datos, un elemento para introducir el comando de encuesta y un elemento para realizar la desconexión una vez finalizada la encuesta o introducción de los valores. Los valores fueron acondicionados de tal manera que puede ser cambiada la base de datos en SQL a una base de datos en Microsoft Access y no existe problema alguno de conexión, hecha previamente la configuración en el organizador de bases de datos (ODBC) de la computadora.

Los VI realizados para el almacenamiento son llamados *SQLInstrumentacion* y *SQLTotales*. Para almacenar los valores en ficheros texto, simplemente se configura la dirección donde se encontrará el fichero y el nombre que tendrá éste, y se realiza la acción desde el mismo VI de almacenamiento en SQL, tomando los datos semiacondicionados, o sea, sólo separados por una coma.

En la figura 7 se aprecia la estructura de una de las tablas de la base de datos, la misma fue estructurada de acuerdo a los requerimientos de la OBE de Villa Clara.

	ID	Fecha	Hora	SistemaI	IfaseA	IfaseB	IfaseC	SistemaV	VfaseA	VfaseB	VfaseC
300	1	6/24/2005	4:01 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	107.9577	0.0000
301	1	6/24/2005	4:03 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	108.0253	0.0000
302	1	6/24/2005	4:05 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	108.0803	0.0000
303	1	6/24/2005	4:07 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	108.8999	0.0000
304	1	6/24/2005	4:09 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.2248	0.0000
305	1	6/24/2005	4:11 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.4135	0.0000
306	1	6/24/2005	4:14 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.1860	0.0000
307	1	6/24/2005	4:15 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.0161	0.0000
308	1	6/24/2005	4:18 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.7822	0.0000
309	1	6/24/2005	4:20 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.7458	0.0000
310	1	6/24/2005	4:23 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	110.4655	0.0000
311	1	6/24/2005	4:25 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.8122	0.0000
312	1	6/24/2005	4:27 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.2973	0.0000
313	1	6/24/2005	4:29 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.3073	0.0000
314	1	6/24/2005	4:31 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.1350	0.0000
315	1	6/24/2005	4:33 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.1174	0.0000
316	1	6/24/2005	4:35 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.3334	0.0000
317	1	6/24/2005	4:37 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.6022	0.0000
318	1	6/24/2005	4:39 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.7758	0.0000
319	1	6/24/2005	4:41 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.9709	0.0000
320	1	6/24/2005	4:43 PM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	40000.0000	0.0000	109.7983	0.0000

**Figura 7: Estructura de la tabla Instrumentación en la base de datos Metrocontador**

### 2.3.4 Programa de configuración general: *Configuración*

Una vez que se hicieron las lecturas correspondientes a los diferentes parámetros y los de almacenamiento se fue creando otro VI que permitiera aglutinar todos los procesos de configuración que se llevaran a cabo. Este fue denominado *Configuración* y está formado por un panel con varias páginas donde se acondicionan los diferentes módulos. En la primera página se encuentran las opciones para elegir el tipo de formato en que se van a guardar los datos, puede ser uno de ellos o incluso ambos, además se incluye escoger la dirección donde será salvado el fichero texto, dándose para ello tres opciones y una de ellas elegible por el usuario.

En la siguiente página se encuentran los parámetros que necesita la Base de Datos en SQL Server 2000. Estos son: nombre de la base de datos, nombre de usuario, contraseña, id de metrocontador y a continuación se precisa de los nombres de las diferentes tablas en las cuales se almacenará la información: *Tabla de instrumentación*, *tabla de consumos*, *tabla*



de máximas demandas y tabla de acumulados. Pasando la siguiente página se encuentran los requerimientos para poder manipular el servicio de correo SMTP, en este caso se necesita de: Dirección del remitente, dirección de los destinatarios, cantidad de copias a enviar y servidor de correos. Por último se encuentra la página de configuración de las acciones que su ejecución está determinada por intervalos regulares de tiempo. Se configuran esencialmente tres parámetros, periodo de la medición, periodo del almacenamiento de los datos y periodo de envío de los mensajes de correo con la información correspondiente.

Es necesario aclarar en este punto que es recomendable ubicar el periodo de lecturas de los datos superior al periodo de tiempo que se toma el programa en almacenar los datos en formato SQL ya que este depende de la rapidez con que se realice la conexión al servidor y en caso de ser demasiado lento, la medición saltará el próximo ciclo correspondiente ya que no ha terminado de ejecutarse la acción anterior.

The screenshot shows a software configuration window titled "Configuracion.vi". It features a tabbed interface with four tabs: "FORMATO", "BASE DE DATOS", "CORREO", and "SEGUIMIENTO". The "BASE DE DATOS" tab is currently selected. At the top of the window is a "CERRAR" (Close) button. The configuration fields are organized as follows:

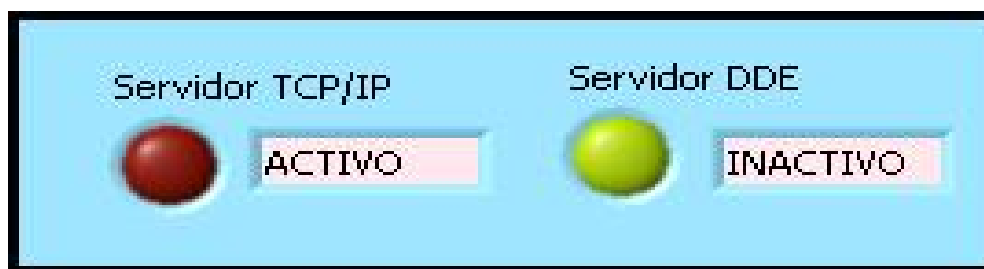
- NOMBRE DE LA BASE DE DATOS:** metrocontador
- USUARIO:** rball
- CLAVE:** \*\*\*\*\*
- ID del Metro:** 1
- INST. HISTORICOS:** Instrumentacion1
- INST. VALORES ACTUALES:** tabla1
- TOTALES:** totales
- ACTUALIZACIONES DE MD:** maximademandaactualizar
- ACTUALIZAR ACUMULADOS:** demandasacumuladas
- GUARDAR MD:** maximademandalinea

**Figura 8:** Pantalla del programa de configuración general, *Configuración*

### 2.3.5 Programas servidores de datos TCP/IP y DDE: *Servidor Variables TCP y ServidorDDE*

Hasta este paso el sistema de medición ya cuenta con importantes prestaciones y se encontraba bastante bien organizado. Teniendo la opción de comunicarse a través de formato SMTP de correo electrónico se aseguraba la llegada de los datos hasta aquellos clientes que gozaran de este servicio, pero como los objetivos trazados exigían dar la posibilidad de adquirir los datos en varios formatos para aumentar las posibilidades de adquisición por parte de los usuarios, se decide la incorporación de un servidor de datos TCP/IP y de un servidor de datos DDE. El servicio por la vía TCP puede ser utilizado en aquellos ambientes donde existan redes Ethernet. Con la incorporación de estas dos funciones las potencialidades del sistema se explayan sobremanera.

Cuando se está realizando el diseño de un sistema de este tipo, donde se encuentran ejecutándose varios subprogramas a la vez, se corren varios riesgos y el programador está obligado a tener en cuenta todos y cada uno de los aspectos necesarios para el buen funcionamiento de su obra, sin crear sobrecargas, congestiones del sistema o bloqueos innecesarios del medio de computo sobre el cual está soportada su aplicación. A este efecto, el sistema de medición de energía está dotado de algunos requerimientos de seguridad, por ejemplo: Existen subsistemas como los servidores TCP/IP, DDE y *Tarea de Medición*, que se ejecutan sin que el operador o usuario pueda verlos, puede darse el caso que se activen algunos de ellos y por descuido o negligencia se olviden de estos subprogramas y se cierre el sistema principal, dejándose en funcionamiento innecesario los programas olvidados, con las consecuencias que de ello se deriva ya mencionadas anteriormente. Para evitar este tipo de errores *MedEn* tiene incorporados varios indicadores intermitentes que señalizan el estado real de los sistemas referidos, además dada una sencilla combinación lógica implementada, es imposible cerrar *MedEn* sin antes haber desactivado los programas conflictivos.



**Figura 9: Indicadores de estado de los servidores TCP/IP y DDE en MedEn**

### **2.3.6 Variable global de almacenamiento: Global Metro**

Prácticamente en todas las aplicaciones realizadas para este sistema se utilizó un panel de variable global como medio de almacenamiento temporal de la información obtenida del metrocontador. Esta global es una parte inherente y muy necesaria del sistema de medición, se le denominó **Global Metro** y a ella van a parar después de leídos todos los parámetros obtenidos para después ser adquiridos por los diferentes VI para su procesamiento posterior. Otra de las cuestiones de más interés a la hora de realizar el diseño de un software tan complejo, es tener en cuenta unificar los diferentes subprogramas dentro de bibliotecas, lo cual permite una mejor organización de los elementos que conforman el sistema, sin pérdidas de direcciones como suele ocurrir muy comúnmente en el LabVIEW.

## **2.4 Creación del Sistema de Supervisión de Variables Energéticas**

El Sistema de Supervisión de Variables Energéticas constituye el objeto central de un Sistema de Gestión Energética, por ello este debe ser diseñado de manera tal que brinde a las personas responsables de la futura toma de decisiones una información detallada y exhaustiva del comportamiento de todas las variables de energía, simples o complejas, así como de los reportes de alarmas y ocurrencia de eventos que tengan lugar en la región donde se pretende lograr la máxima eficiencia en el uso de la energía eléctrica.

El sistema de medición antes expuesto *MedEn*, se ve incorporado dentro de este nuevo software, como sostén indispensable para su normal funcionamiento, interrelacionando funciones y aplicaciones de uno con otro. El supervisorio es un programa mucho más detallado y acabado que utiliza los propios recursos del sistema operativo de la computadora en función de crear un servicio más completo.

El sistema está diseñado también como aplicación cliente-servidor. O sea, puede existir un sistema supervisorio que será el encargado de ejecutar su sistema de medición y hacer el enlace físico con el metrocontador, leyendo todas las variables necesarias y haciendo cualquier operación que sea requerida por el usuario de ese sistema en un momento dado, pero él a su vez está actuando como servidor de datos. Todos los parámetros que se registran se están enviando a través de la red por medio de los protocolos TCP/IP y DDE, lo cual permite que otros sistemas similares de tipo cliente, conectados a la red puedan estar monitoreando los mismos datos sin necesidad de conectarse directamente al dispositivo. La implementación del sistema supuso la creación de estas aplicaciones cliente ya que la aplicación servidor era inherente al sistema de medición incluido dentro del supervisorio.

La manipulación del software se realiza actuando sobre las diferentes opciones del menú personalizado que se creó para tal efecto. A continuación se dará explicación de cada una de ellas así como de cada uno de los nuevos VI necesarios que se adicionaron a los ya creados en el sistema de medición, en aras de poder comprender el funcionamiento del programa desarrollado.

El sistema de supervisión creado es llamado *SupEn* y su pantalla principal se muestra en la figura 10.

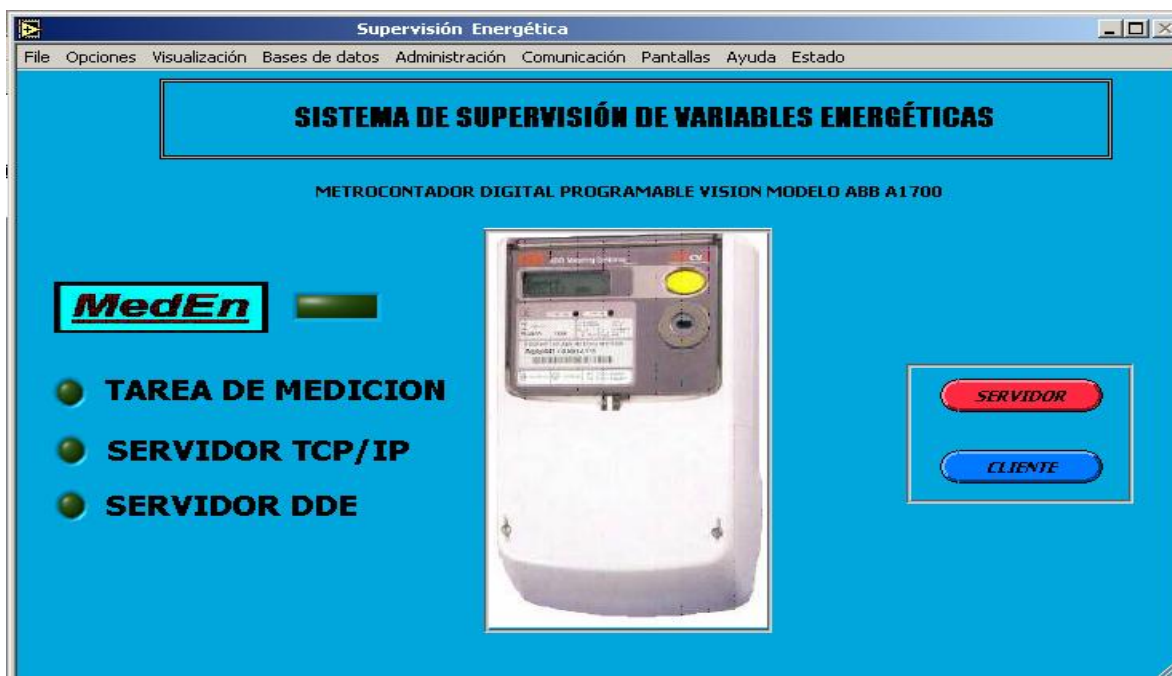


Figura 10: Pantalla principal de *SupEn*.

#### 2.4.1 Submenú File

Concretando aspectos del nuevo programa, este fue dotado de la posibilidad de manejar los propios recursos del Sistema Operativo, la calculadora de Windows puede ser accedida mediante la primera opción del menú, esta debe permitir realizar los cálculos necesarios para redundar el nivel de información que es capaz de brindar el metrocontador. Además se habilitó una línea de comandos para ejecutar alguna aplicación requerida.

#### 2.4.2 Submenú Opciones

Existen muchas tareas tanto implementadas como nuevas, que fueron agrupadas en el menú de Opciones. Dado el nivel de información que maneja este tipo de programa, al igual que *MedEn*, el supervisorio utiliza el mismo VI de configuración, pero aquí se le agregan, como es lógico, algunas otras opciones. Se especifica el modo en que será ejecutado el programa, si lo hará como cliente o servidor, ya se vio anteriormente en que consiste cada una de esas categorías. Además de ello se le agregó la posibilidad de elegir el tipo de comunicación, si lo realizará a través de MODEM o puerto serie, la opción de configurar el puerto de enlace

también fue incluida en la configuración del sistema de medición, la comunicación serie puede ser a través del COM1 o el COM2 del puerto serie de la computadora.

Otras de las posibilidades que vemos incorporadas en este caso son la visualización de metro virtual, la curva de carga, los históricos y los eventos. El metro virtual es una imagen exacta en la computadora de la pantalla de cristal líquido que posee el metrocontador, visualizándose exactamente lo que presenta el mismo en ese momento, esto permite si fuera de utilidad para el usuario, no tener que dirigirse al metrocontador que en ocasiones se encuentra bastante apartado de la computadora a la cual está conectado. La curva de carga es uno de los aspectos más importantes que se tienen en cuenta al hacer un balance energético en todo tipo de entidad, la curva de carga no es más que los valores de energía registrados cada un tiempo determinado y que el metrocontador es capaz de almacenar hasta por 450 días en su propia memoria. Los históricos son los valores de energía almacenados igualmente y los eventos son las son el conjunto de sucesos que son registrados por el metrocontador y almacenados posteriormente, dígame, alarmas, desconexiones, picos de máxima demanda, etc.

### **2.4.3 Submenú Administración**

Vinculado a las potencialidades que brinda *SupEn* como una aplicación cliente-servidor, se hizo necesario establecer diversos niveles de prioridades para el uso del sistema ya que está diseñado para ser utilizado por cualquier tipo de usuario, pero no todos poseen los mismos poderes de acción sobre el sistema, lo cual se realizó teniendo en cuenta la seguridad que se requiere en este modelo de programa. Teniendo en cuenta la idea anterior se decidió habilitar en la lista de menú, un submenú de opciones de administración, el cual incluía, identificación del usuario mediante un *login* y *password*, al cual se le brinda un nivel de privilegio de acuerdo a su función. Además se creó la posibilidad de insertar nuevos usuarios, quitar usuarios, así como mostrar la lista de clientes que están registrados como usuarios del sistema respectivo.

#### 2.4.4 Submenú Comunicación

En el submenú de Comunicación se crearon todas las opciones para activar los diferentes VIs que se relacionan de un modo o de otro a lograr un nivel de interconexión entre aplicaciones. En este caso encontramos la opción de ejecutar el programa según la función que va a realizar, o sea si será un cliente o un servidor. Se integró a esta lista la activación de un servicio de chat, que puede ser de gran utilidad, ya que permite el intercambio de informaciones y datos entre los diferentes usuarios del sistema conectados a la red.

#### 2.4.5 Submenú Estado

Este submenú habilita una de las ventajas más notables de este programa sobre otros existentes. Es la posibilidad de poner uno de los sistemas como servidor, conectado al metrocontador y brindando los datos a otros sistemas en función de clientes, sin tener estos la necesidad de conectarse físicamente con el metrocontador. El protocolo empleado para las aplicaciones cliente-servidor es el TCP/IP dadas sus excelentes posibilidades para el trabajo en red, sencillo y eficiente.

### 2.5 Consideraciones finales del capítulo

En este capítulo se describió detalladamente los pasos seguidos para la creación de de los sistemas de medición y supervisión de variables energéticas, así como de las características técnicas del metrocontador digital programable “Vision”. Se hace necesario aclarar que aunque prácticamente en todo el documento se aborda el sistema como dos programas separados, esto solo se hizo para facilitar la ejecución de los mismos, ya que existe una estructura jerárquica lógica, pero ambos se interrelacionan mutuamente. El sistema de medición *MedEn* se incluye dentro de *SupEn*, ya que este último por si solo es incapaz de hacer las lecturas de los parámetros energéticos y las conexiones a las bases de datos.





## **CAPITULO 3: PRUEBAS REALIZADAS CON LOS SISTEMAS CREADOS**

### **3.1 Introducción al capítulo**

El presente capítulo trata acerca de las pruebas hechas para probar la efectividad del programa realizado. Se abordan los pasos seguidos durante los ensayos en el laboratorio así como de aquellos realizados fuera de él, referido en este caso al enlace de la computadora con el metrocontador instalado en el transformador de la facultad de Ingeniería Eléctrica.

El capítulo esta dividido en tres apartados:

El apartado 3.2 se refiere a las características peculiares de este programa.

El apartado 3.3 se refiere a las pruebas realizadas en el Laboratorio de Tiempo Real.

El apartado 3.4 esta referido a las pruebas realizadas a distancia, en una situación real en la que puede verse instalado el sistema.

### **3.2 Características Peculiares del Programa**

La realización de un proyecto de este tipo generalmente sigue una línea secuencial, que puede ser flexible de acuerdo a diversos factores, como lo son, los requerimientos del propio proyecto, decisiones administrativas, prioridades extras, entre otras. El presente trabajo desarrolló algo fuera de lo ordinario. Como se ha mencionado en otras oportunidades este constituye una continuación de un trabajo anterior que fue la búsqueda del protocolo de comunicación como paso previo e indispensable para la continuación y ejecución del presente.

Después se llegó a la fase de documentación del proyecto, para tener una idea del alcance que requería esta aplicación. Se revisó la presencia de sistemas homólogos o similares en el mundo, sus prestaciones, compañías que los diseñan, nivel de aceptación de los clientes, normas usadas en su implementación, protocolos de comunicación, cantidad de

información que se maneja, entre otros muchos aspectos analizados. Una vez superado este paso continuamos con la proyección de los Sistemas de Medición de Variables Energéticas y Sistema de Supervisión de Variables Energéticas. Basándonos en las deficiencias o incapacidades del programa propio diseñado por el fabricante, así como de los requerimientos de la Empresa Eléctrica de Villa Clara, como primero y principal cliente del sistema a desarrollar y además de las potencialidades que nosotros, en vistas a dar una mayor y mejor gama de servicios quisiéramos aplicar; se comenzó el desarrollo de ambos sistemas.

La peculiaridad que caracteriza el modo de trabajo que utilizamos y que se aparta un tanto de la creación de trabajos ordinarios es que a medida que se elevaba el nivel de complejidad del software se realizaban las pruebas en tiempo real, o sea, no acabó el trabajo y posteriormente se comenzó una etapa de ensayos, sino que esta se hacía paralelamente a la ejecución del sistema. Y no es una cuestión de comodidades o gustos vanos, sino que la propia dinámica y exigencias de un programa tal, así lo exigían.

### **3.3 Pruebas en el Laboratorio de Tiempo Real**

Las pruebas consistían exactamente en hacer la lectura directamente desde la computadora acoplada al metrocontador, a través del conector electro-óptico infrarrojo, por el puerto serie de la máquina y desde allí enviar los datos recibidos remotamente hasta la base de datos en un servidor SQL Server2000 instalado en otra computadora remota.

Desde el mismo momento en que se dio la necesidad por parte de la Empresa Eléctrica de Villa Clara de la creación de este sistema se pusieron a disposición de nuestro equipo los medios técnicos requeridos para tal fin, dígame el Metrocontador digital programable “Vision” y el conector electro-óptico infrarrojo.

Como el sistema de la Compañía ABB es cerrado, este trabajo demandaba la búsqueda de su protocolo de comunicación, para lo cual era necesario mantener en estrecha comunicación, si esta se lograba, las aplicaciones realizadas con el metrocontador, dígame hacer pruebas de inicio de comunicación, de lectura de parámetros entre otras. Esta es la parte que correspondió al anterior trabajo de diploma y que culminó satisfactoriamente, ápice incentivo para la creación de los sistemas referidos en este trabajo.

Los primeros VI suponían el establecimiento del enlace con el metrocontador, cuestión que se hacía un tanto engorrosa dadas las peculiaridades del lenguaje de enlace, desarrollado por la firma inglesa. El metrocontador exigía una clave de entrada al inicio de cada ciclo de comunicaciones, posteriormente se necesitaba encuestarlo varias veces para determinar el momento en que estuviera listo para enviar los datos y en ese intermedio la velocidad del envío de datos, cambiaba de un rango a otro.

A partir de lograr hacer los VIs de inicialización y después de determinar el significado de las tramas de comunicación, se procedió a realizar las pruebas de lectura de los parámetros de instrumentación y consumos, las cuales resultaron satisfactorias. Con este logro se comenzaron a hacer las lecturas de todos los parámetros principales que brinda el metrocontador, máximas demandas, los acumulados, los registros, además de los ya mencionados de instrumentación y consumos. Siguiendo la línea de objetivos estas mediciones se realizaban automáticamente, en un periodo predeterminado que más tarde fue configurable por el propio usuario. La lectura de instrumentación fue un parámetro que prácticamente se midió durante todo el tiempo, sobre todo los principales dieciséis valores, Voltaje, Corriente, Potencia Activa y Factor de Potencia; todos ellos en sus tres fases y el sistema. A continuación se muestran las imágenes de las tablas actuales de Instrumentación y Consumos.

Instrumentacion UNE.vi

ID del Metro:  Hora de la PC: 3:34:11 PM  
 Esquema:  Hora del Metro: 14:34:04

	FASE A	FASE B	FASE C	SISTEMA
Corriente <input type="checkbox"/>	1501.8660	5.3373	4.4661	9.5046
Voltaje <input type="checkbox"/>	118.5508	111.4011	108.5724	91.8325
Factor de Potencia <input type="checkbox"/>	0.5864	0.8151	0.9364	0.6860
Potencia Activa <input type="checkbox"/>	195.0231	83.3883	165.9439	353.1240
Potencia Reactiva <input type="checkbox"/>				
Potencia Aparente <input type="checkbox"/>				
Frecuencia <input type="checkbox"/>				
Ángulo de Fase <input type="checkbox"/>				


Rotación de las Fases ☐   Aplicar factor de conversión de V y I ☐

Figura 11: Pantalla con algunos de los valores de instrumentación en las pruebas.

Valores actuales

Acumulados Máximas Demandas MD Acumulados

Totales			Rates		
	Valor	Unidad		Valor	Unidad
1	3 716 477.900	Consumo Wh	1	438 320.440	Consumo Wh
2	95.140	Generado Wh	2	2 307 798.860	Consumo Wh
3	1 334 358.560	Q1 Cons Ind varh	3	970 190.400	Definido por User 1
4	54.500	Q2 Cons Cap varh	4	438 320.440	No disponible
5	35.480	Q3 Gen Ind varh	5	2 307 798.860	No disponible
6	1 805.580	Q4 Gen cap varh	6	970 190.400	No disponible
7	3 970 370.840	VAh	7	1 334 326.160	No disponible
8	1 334 433.380	Definido por User 1	8	1 807.900	No disponible
9	1 820.740	Definido por User 2	9	0.000	No disponible
10	0.000	Definido por User 3	10	0.000	No disponible

Registros Multi-utility		
	Valor	Unidad
1	0.000	No disponible
2	0.000	No disponible
3	0.000	No disponible
4	0.000	No disponible

Figura 12: Pantalla con algunos de los valores de Consumos.

### 3.4 Pruebas del sistema con un metrocontador instalado fuera del laboratorio

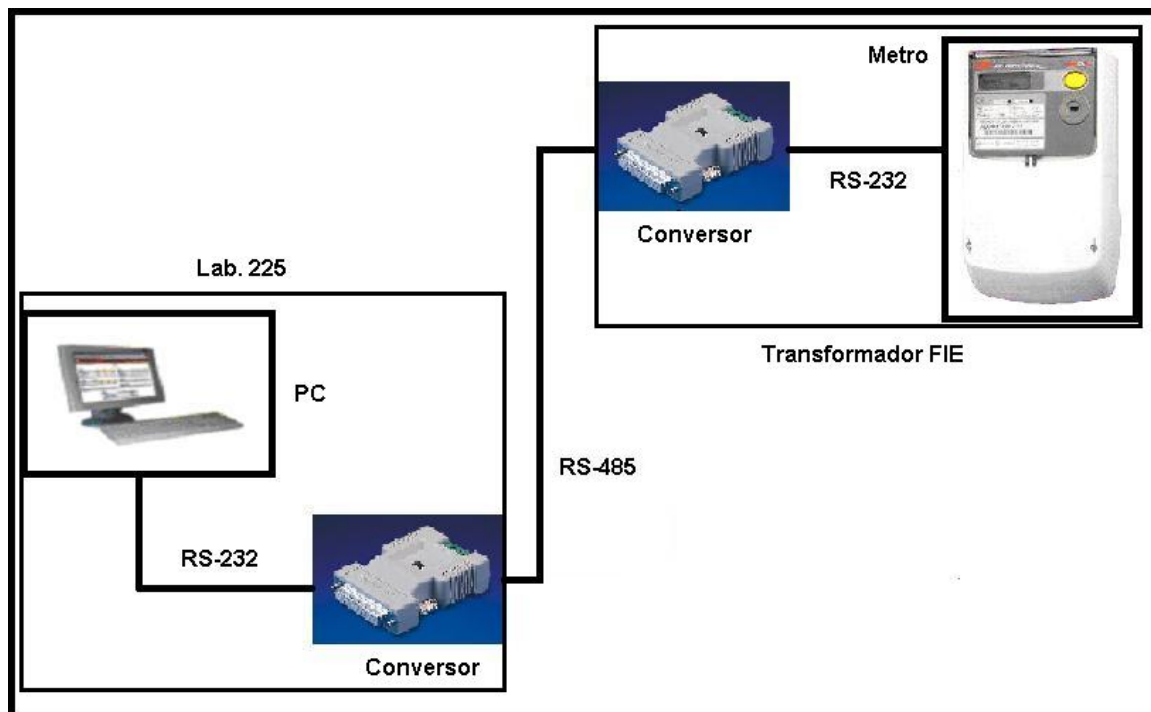
Un paso importante en hacer más operativos estos sistemas creados, fue la lectura a distancia, entre la computadora y el metrocontador, de los valores energéticos, ya que en la práctica los medidores electrónicos se encuentran ubicados en lugares poco propicios para la instalación de una máquina de cómputo como requisito fundamental para la puesta en ejecución de ambos sistemas.

En este caso las pruebas consistían en hacer la lectura desde la computadora acoplada al metrocontador que se encuentra en el transformador de alimentación de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, a través de un cable de red de siete vías y dos conversores de protocolo, y después almacenar los valores leídos en la base de datos en un servidor SQL Server2000 instalado en otra computadora remota.

Esta operación suponía una complejidad mayor ya que la norma IEC 61107 está establecida para la comunicación RS-232 del conector electro-óptico infrarrojo y para el fin propuesto se precisaba salvar una distancia de aproximadamente ciento ochenta metros, muy por encima de la norma RS-232, por lo cual fue necesario usar el estándar RS-485. Se acopló un conversor sencillo 232-485 al puerto serie de la computadora hasta un metrocontador instalado en el banco de transformadores de la Facultad de Ingeniería Eléctrica. En este lugar se colocó otro conversor 232-485 con alimentación ya que el conector óptico es incapaz de brindar alimentación de voltaje alguna. La complejidad mayor residía en acoplar los terminales DB-9 hembras de conector óptico y del conversor alimentado. La solución de esta cuestión se resolvió brindándole alimentación desde el pin cuatro del conversor de protocolo, al pin uno del conector óptico e intercambiando los pines de transmisión y recepción de un terminal con el de otro, lo cual llevó a feliz término la tarea de comunicación a distancia.

La figura 12 muestra el esquema de conexión de la comunicación remota de la computadora con el metrocontador ubicado en el banco de transformadores. Mediante este

enlace se logró hacer una medición totalmente real, ya que en ese lugar existe la alimentación trifásica de energía que abastece a la Facultad de Energía Eléctrica. En esta prueba se midieron totalmente todos los parámetros energéticos de interés con valores reales, los cuales nos dieron una idea del comportamiento práctico de esos parámetros y también se incorporó la aplicación del factor de conversión que en este caso es de 200 a 5.



**Figura 13: Esquema de comunicación a distancia entre en metro y la PC**

Otra prueba importante fue la configuración automática de la base de datos en SQL y el almacenamiento de los datos leídos del metrocontador en ella. En el desarrollo de los ensayos surgió una dificultad, cuando las tablas almacenaron aproximadamente 1500 valores en cada una de las columnas de ellas, el acceso a la base de datos se demoraba extremadamente, retrasando la ejecución de todos los demás programas. Esta no es una deficiencia tan grande ya que el periodo de almacenamiento de datos pedido por la OBE tiene un mínimo de 15 minutos por tanto el sistema tardará bastante tiempo en aproximarse a la cifra en que la conexión se hará dificultosa. No obstante, en una versión posterior se

incorporará la opción de eliminar los datos que ya han sido procesados, evitando así que la tabla llegue a un valor crítico.

## **CONCLUSIONES DEL TRABAJO**

El trabajo realizado constituye un ejemplo efectivo de la aplicación de los sistemas computacionales en la automatización de procesos, en este caso particular, en la medición de energía eléctrica. En la situación coyuntural de nuestro país, el ahorro de electricidad constituye una prioridad económica, política y social, por lo cual este sistema ve aumentada su importancia. En este final podemos arribar a las siguientes conclusiones:

- Llevando a ejecución las tareas técnicas proyectadas, se cumplieron todos los objetivos propuestos al inicio del trabajo, logrando incluso la aplicación cliente-servidor con lo cual se exhibieron las prestaciones del sistema.
- Este programa tiene un acabado adecuado a sus objetivos iniciales pero también está en disposición de ser mejorado en posteriores trabajos de diploma o de maestría. Las perspectivas que se presentan para ello son las mejores, por ejemplo hacer un muestreo de diferentes dispositivos a través de páginas Web de Internet, o incluso la conexión de otros sistemas por esta vía.
- Se puede hacer un sistema de traducción de protocolos para estandarizar la comunicación entre los dispositivos y así diversificar aun más los usuarios del sistema.
- El programa, también es de gran importancia con fines docentes, pues su programación completa fue realizada en LabVIEW 6i, empleando una variada gama de componentes de esta poderosa plataforma de programación. En el diagrama de funciones el estudiante puede ver el empleo interrelacionado de innumerables aplicaciones que van desde el acceso a bases de datos remotas hasta la función de los servidores de datos a través de TCP/IP y DDE, contando también con un amplio trabajo con tablas y cadenas de texto.

De esta manera concluye el informe sobre la creación del sistema de supervisión de variables energéticas del metrocontador digital programable "Vision". A continuación se pueden ver las referencias bibliográficas consultadas y los anexos con información adicional del trabajo realizado.



## *REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

*REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS*

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABB (2001). Vision Polyphase kWh Meter. Disponible en: <http://www.abb.com>. Accedido el 15/4/2005.

Campos, J.C., Edgar Lora Figueroa, Lourdes Meriño. (2005). La Gerencia de la Energía en las Empresas. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/gerencia-de-energia/gerencia-de-energia.shtml>. Accedido el 2/04/05.

Edición Política. (1999). Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba. Disponible en: [www.cuba.cu/politica/webpcc/resoluci.htm](http://www.cuba.cu/politica/webpcc/resoluci.htm). Accedido el 22/05/2005.

Emilio M. Packmann (1990). Mediciones Eléctricas –2º Edición- Ing Editorial Hispano América SA

Miguel Quispe G. (2003). Power Studio: El máximo beneficio al mínimo costo. Disponible en [www.circuitor.com](http://www.circuitor.com). Accedido el 16/3/2005.

Motta Bittencurt, Hugo - Lombardero, Oscar G. Cátedra Proyecto y Construcción de Equipos Electrónicos - Dpto. de Ingeniería Eléctrica. Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE.

9 de Julio 1449 2º Piso Lab. N° 8 - (3400) Corrientes - Argentina.

E-mail: [ogl@exa.unne.edu.ar](mailto:ogl@exa.unne.edu.ar)

National Instruments. (2000). LabVIEW 6i: aplicaciones de medidas preparadas para Internet. Disponible en: <http://www.redeweb.com/microbit/articulos/790927.pdf> Accedido el 27/04/2005.

Oscar G Tropic (2003). El puerto serie de la PC. Disponible en: <http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>. Accedido el 12/6/2005

## ***REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

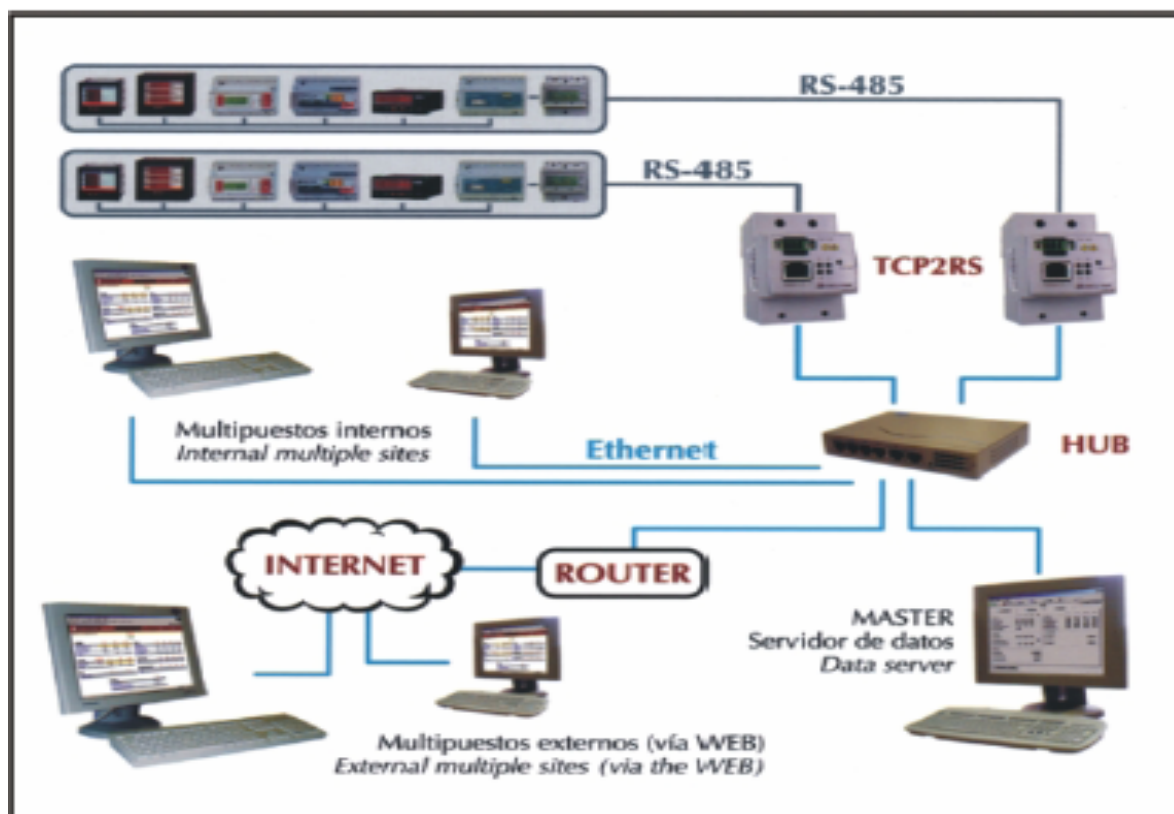
Sin aurtor. Tutorial de LabView. Disponible en [www.monografías.com](http://www.monografías.com). Accedido el 5/5/2005.

Sin autor. Curso de SQL Server 2000. Disponible en [http://www.emagister.com/cursos-sql-server-tematica-119\\_8.htm](http://www.emagister.com/cursos-sql-server-tematica-119_8.htm)

## ANEXO 1

**Sistema de monitoreo de redes eléctricas: Power Studio**

Power Studio es un software de alto nivel, muy potente, sencillo y con un entorno muy amigable. Herramienta muy útil en aplicaciones de ahorro de energía. Permite una completa supervisión energética y un completo control de diferentes magnitudes en el campo de los procesos, y aplicable en los rubros Residencial, Comercial, Industrial, etc. Compatible con casi todos los productos CIRCUTOR y en constante actualización de acuerdo con los nuevos productos que se introducen al mercado. Permite varias posibilidades de instalación. La mas usual se muestra en la figura 1, donde un grupo de equipos conectados en una red RS-485, es conectado a una red ethernet a través de un conversor TCP2RS (Circutor) y un HUB.



**Figura 13: Esquema de la red de monitoreo para el sistema Power Studio**

Este arreglo permite monitorear los equipos desde un servidor de datos MASTER y también desde otras PCs conectadas a la red ethernet. Es posible instalar tantos conversores TCP2RS con su respectivo grupo de equipos (hasta 32 equipos) como la red ethernet lo permita. También incorpora la posibilidad de comunicarse con PCs externos vía Web (Internet).

El análisis de los consumos energéticos y otros parámetros con Power Studio, permite:

- Controlar niveles de tensión, corriente, potencias, factor de potencia, etc. (Calidad del servicio que se recibe de la compañía eléctrica).
- Conocer incrementos de energía, contraste del consumo eléctrico con lo reportado por la compañía eléctrica. (controlar consumos en diferentes puntos de la instalación para ver donde se está consumiendo la energía y proceder con su ahorro).
- Mantenimiento preventivo de líneas, tanto a nivel de corrientes residuales, como de consumo excesivo. (Controlar el estado de los aislamientos de las instalaciones y fallas a tierra).
- Control de la potencia reactiva. (Para evitar pagos por energía reactiva debido a ampliaciones de carga o degeneración de condensadores).
- Control del nivel de armónicos en la red eléctrica. (Evitar penalizaciones por inyección de armónicos a la red de la compañía eléctrica y evitar que otros equipos se deterioren por efectos resonantes).
- Subcontaje económico de energía para líneas monofásicas o trifásicas de poca potencia. (Control total de los consumos).
- Estudio de calidad de suministro eléctrico. (Mediante los reportes históricos).
- Registro de señales externas de proceso (digitales o analógicas). Posibilidad de controlar consumos no eléctricos. Por ejemplo consumo de agua, consumo de gas, etc.

Características:

- Las más destacables son:

- Servidor Web incorporado (multiusuario).
- Visualización en tiempo real de todos los parámetros eléctricos o señales de proceso.
- Visualización de gráficos de energías.
- Visualización en tabla de datos.
- Visualización de históricos (día, semana, mes, etc.) en alta resolución.
- Zooms e impresiones de cualquier zona.
- Posibilidad de exportación de parámetros en tiempo real, mediante servidor DDE o XML, para enlazar con otras aplicaciones externas.
- Máxima conectividad a nivel interno (Intranet) y a nivel externo (Internet).

**ANEXO 2**

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.  
Facultad de Ingeniería Eléctrica  
Departamento Automática y Sistemas Computacionales.**



**MANUAL DE USUARIOS DEL SOFTWARE**

**"MedEn"**

**Mediciones Energéticas**

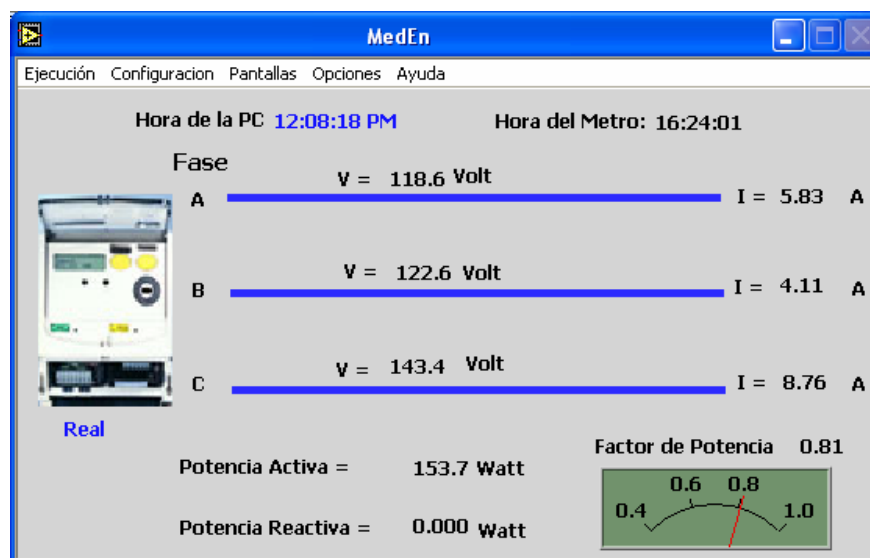
**(Versión 1.0)**

**Autor: Dr. Roberto Ballesteros Horta**

**2/2005**

## Introducción

*MedEn* está diseñado para la medición y comunicación de las variables medidas de los metros contadores digitales, se encuentra en el mas bajo nivel en un sistema SCADA, es el que brinda la información en red. La pantalla principal de *MedEn* aparece en la figura 1. Dicha pantalla se presenta información de las principales variables, con el fin de información del sistema.



**Figura 1. Pantalla principal de inicio de MedEn**

**Opciones en la barra de menú.**

### Ejecución

- **Conexión ON**

Ejecuta la tarea de medición en los periodos de tiempo especificado para las lecturas y almacenaje en históricos. Esta tarea se ejecuta de manera independiente. En la figura 2 se muestra la pantalla de la Tarea de Medición. Las variables medidas son las de instrumentación y consumos.

- **Conexión OFF**



Termina la ejecución de la tarea de medición de manera satisfactoria, terminando las comunicaciones y ficheros abiertos

- **Salir**

Con esta opción se termina *MedEn*. Como el sistema trabaja como multitarea otras pueden quedar en ejecución



**Figura 2. Pantalla de la tarea de medición**

Variables medidas y almacenadas en históricos:

Va	Voltaje en la fase A en volt
Vb	Voltaje en la fase B en volt
Vc	Voltaje en la fase C en volt
Ia	Corriente en la fase A en A
Ib	Corriente en la fase B en A

Ia	Corriente en la fase C en A
FPa	Factor de potencia en la fase A
FPa	Factor de potencia en la fase B
FPa	Factor de potencia en la fase C
FPa	Factor de potencia en el Sistema
PAa	Potencia activa en la fase A en Kw
PAb	Potencia activa en la fase B en Kw
PAc	Potencia activa en la fase C en Kw
PAS	Potencia activa en el Sistema en Kw
PRa	Potencia reactiva en la fase A en Kvar
PRb	Potencia reactiva en la fase B en Kvar
PRc	Potencia reactiva en la fase C en Kvar
PrS	Potencia reactiva en el Sistema en Kvar
F	Frecuencia del sistema
EC	Energía consumida en Kw
EG	Energía generada en Kw
Q1	Energía reactiva consumida inductiva
Q2	Energía reactiva entregada inductiva
Q3	Energía reactiva entregada capacitiva
Q4	Energía reactiva consumida capacitiva

### Configuración

Con esta opción del menú se realiza algunas configuraciones ( Figura 3) como son:

FORMATO. Se establece si la información se almacena en fichero y/o SQL Server.

BASE DE DATOS. Se establecen los parámetros para el uso de las tablas en SQL Server

CORREO Se configura las opciones de correo entre las que se encuentra lo que se quiere enviar y las direcciones de los destinatarios.

SEGUIMIENTO. Se establecen los tiempos para la medición y el almacenaje en los históricos.

The screenshot shows a Windows-style application window titled "Configuracion.vi". At the top right are standard window controls (minimize, maximize, close). Below the title bar is a "CERRAR" button. A tabbed interface is present with four tabs: "FORMATO", "BASE DE DATOS", "CORREO", and "SEGUIMIENTO". The "BASE DE DATOS" tab is selected. Inside this tab, there are several input fields and labels:

- NOMBRE DE LA BASE DE DATOS:** metrocontador
- USUARIO:** rball
- CLAVE:** \*\*\*\*\*
- ID del Metro:** 1
- NOMBRE DE LAS TABLAS:** This section contains two columns of fields:
  - INST. HISTORICOS:** Instrumentacion1
  - INST. VALORES ACTUALES:** tabla1
  - TOTALES:** totales
  - ACTUALIZACIONES DE MD:** maximademandaactualizar
  - ACTUALIZAR ACUMULADOS:** demandasacumuladas
  - GUARDAR MD:** maximademandalinea

**Figura 3. Pantalla de Configuración**

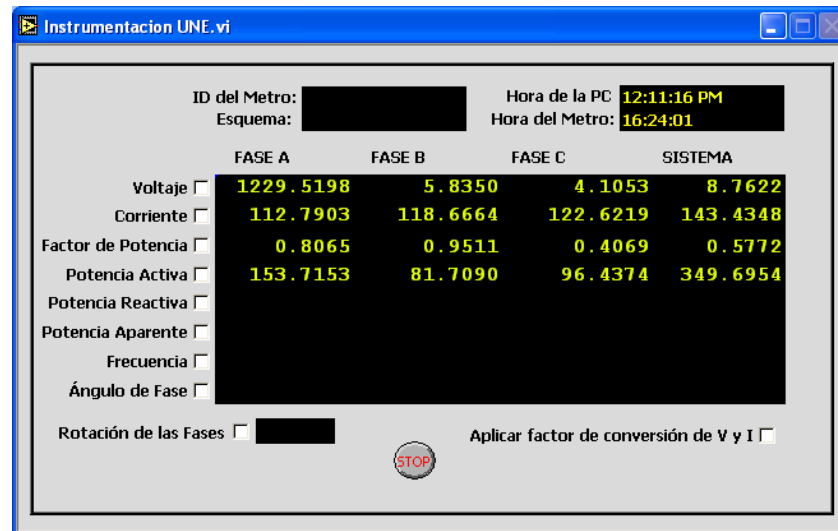
## Pantallas

- **Instrumentación**

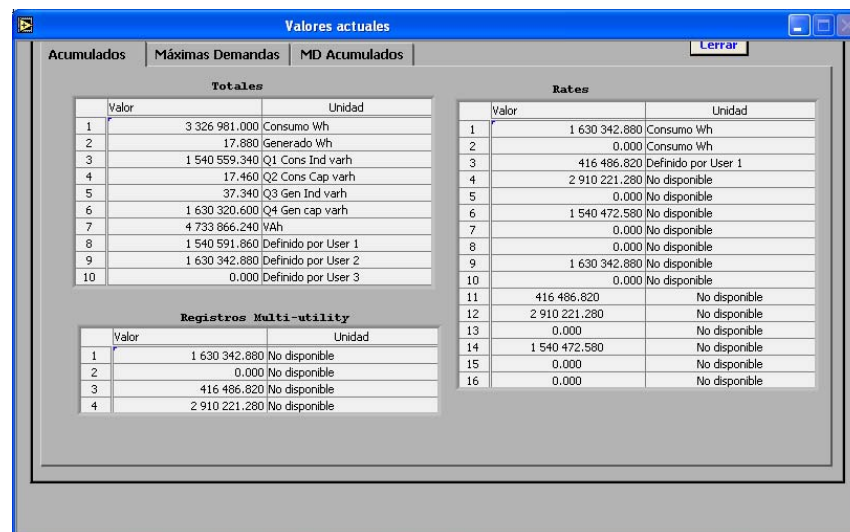
Esta pantalla (Figura 4) se utiliza para mostrar todas las variables de instrumentación que se miden con un periodo de tiempo determinado.

- **Consumos**

En la pantalla de consumo (Figura 5) se muestran todas las variables medidas, además de las que se llevan a los históricos en cada periodo se visualizan las variables de consumos y máximas demandas por tarifas que son llevadas a otras tablas en la base de datos en SQL Server



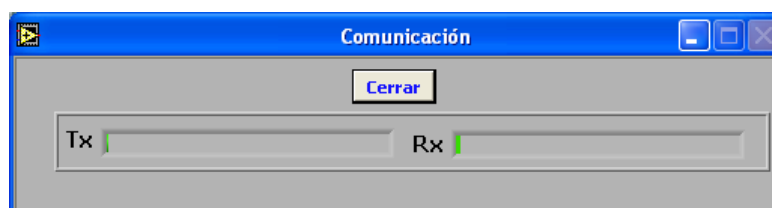
**Figura 4. Pantalla de visualización de variables de instrumentación**



**Figura 5. Pantalla de visualización de variables de consumos.**

- **Comunicación**

Esta pantalla (Figura 6) busca sólo el objetivo de mostrar si en un momento dado se está realizando la comunicación.



**Figura 6. Pantalla que muestra la comunicación**

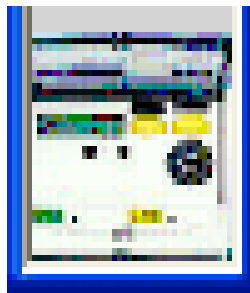
- **Mensajes**

Esta pantalla muestra de manera similar a la Figura 2 los mensajes existentes.

### Opciones

- **Minimizar**

Esta opción busca minimizar en un icono la aplicación, accionando con un clic el icono se restablece la pantalla original. En la Figura 7 se muestra la pantalla minimizada en un icono.

**Figura 7 Pantalla de MedEn minimizada**

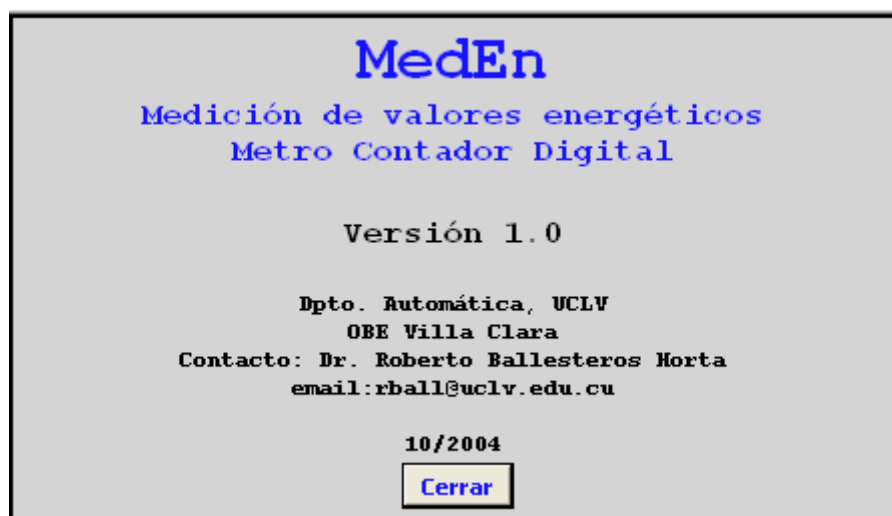
- **Simulado**

Esta opción genera señales aleatorias en determinados rangos de manera similar a si se estuviesen midiendo. Esta opción es útil para la inicialización y puesta a punto. Es la opción por default, lo que permite realizar las conexiones físicas con el metro sin dificultades para el software.

- **Real**

Al seleccionarse real el sistema está en disposición de ejecutar la tarea de medición en tiempo real con el metro contador digital. Es necesario realizar Conexión ON para que se establezca la comunicación

**A cerca de...**



### Referencia

Para cualquier aclaración dirigirse a

- Dr. Roberto Ballesteros Horta

Dpto. Automática y Sistemas Computacionales.

Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

- Email: [rball@uclv.edu.cu](mailto:rball@uclv.edu.cu)
- Teléfono: 281632, 281055
- Fax: 281608.
- Dirección Particular:

Avenida de Doble Vía, Edificio 301, apto 29,

Reparto Escambray,

Santa Clara.

Villa Clara.

- Dirección del centro de trabajo:

Carretera de Camajuani Km 5½.

Santa Clara,

Villa Clara,

Cuba.

**ANEXO 3**

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.  
Facultad de Ingeniería Eléctrica  
Departamento Automática y Sistemas Computacionales.**



**MANUAL DE USUARIOS DEL SOFTWARE**

**"SupEn"**

**Sistema Supervisorio Energético.**

**(Versión 1.0)**

**Autor: Dr. Roberto Ballesteros Horta.**

**2/2005**

**Desarrollo.**

En la pantalla principal están todas las opciones posibles del programa, desde configurarlo hasta ejecutar un cliente remoto. Las partes de esta pantalla (ver Figura 1) son:

- Barra de título. En esta barra se encuentra el nombre que identifica el sistema.
- Barra de menú. Aquí aparecen todas las opciones del sistema, que se tratarán mas adelante.
- Barra de herramienta. En esta barra se encuentran algunos iconos para rápido acceso a algunas de las opciones del sistema, que también aparecen en la barra de menú.
- Área de presentación. En esta zona se presentan las diferentes pantallas de comunicación humano-computador.
- Barra de estado. Se presenta alguna información del sistema.



**Figura 1. Pantalla principal del SupEn**

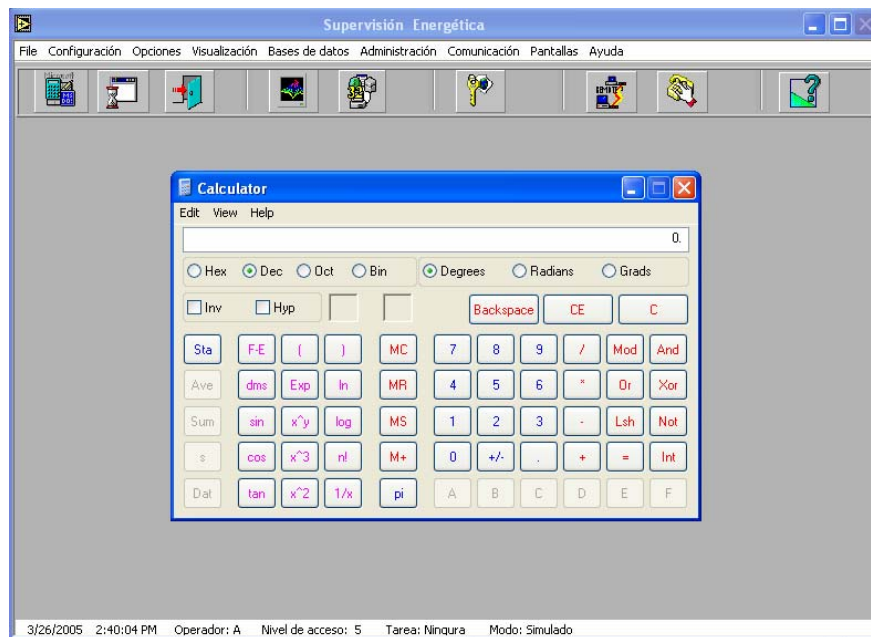


### Opciones en la barra de menú.

#### File

- **Calculadora**

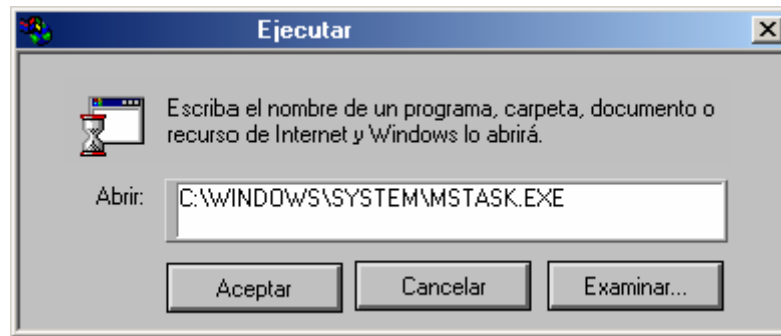
En tiempo de ejecución el usuario dispone de la calculadora del sistema operativo para realizar cualquier operación necesaria (Figura 2)



**Figura 2. Pantalla principal con Calculadora**

- **Línea de comandos**

Da la posibilidad de ejecutar cualquier comando como por ejemplo ejecutar otras aplicaciones desde esta línea (Figura 3).



**Figura 3. Pantalla para ejecución de líneas de comando**

- **Salir del sistema**

Esta opción da la posibilidad de cerrar todos los VI que se encuentran abiertos en ese momento y por tanto salir del sistema.

### **Configuración**

En esta opción del menú aparecen varios ítems de configuración, de fácil llenado como son:

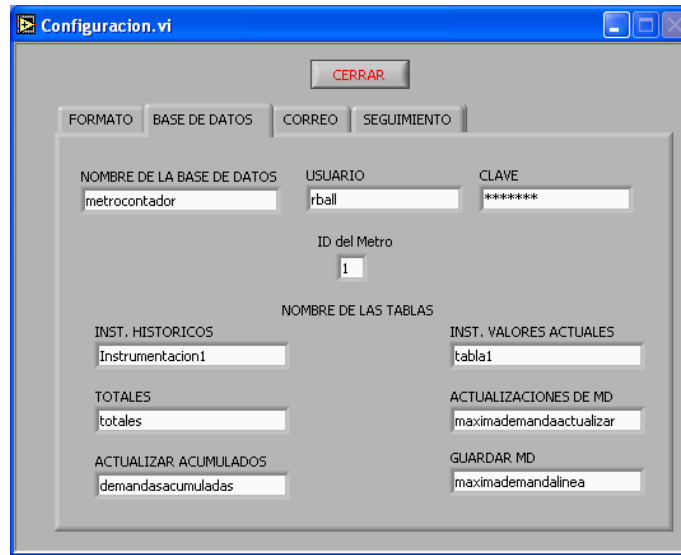
- Comunicación. Configuración de los puertos para la comunicación.

Esta opción da la potencialidad de configurar un puerto para la transmisión de datos por puerto serie. A saber: número de puerto, razón de baud, bits a transmitir, bit de parada, paridad, tamaño del buffer, etc.(Figura 4)



**Figura 4. Pantalla para la configuración del puerto serie**

- Metro contador. Especificar tipo de metro a seleccionar
- Modo. Trabajo del sistema en modo simulado (default) o real
- Tiempos. Especificar los periodos de tiempo para el muestreo y los históricos
- Formato. Se establece si la información se almacena en fichero y/o SQL Server (Figura 5).
- Base de datos. Se establecen los parámetros para el uso de las tablas en SQL Server
- Correo Se configura las opciones de correo entre las que se encuentra lo que se quiere enviar y las direcciones de los destinatarios.



**Figura 5. Pantalla de configuración**

### **Opciones**

Independiente del trabajo en tiempo real los metros contadores digitales poseen información que almacenan internamente y que pueden ser descargadas en un momento determinado y almacenadas en base de datos. Se sugiere que estas opciones se utilicen en la inicialización o cuando no se esté trabajando en tiempo real, pues demoran hasta varios minutos en dependencia de lo que se quiere descargar. Estas opciones de descargas son:

- Profile (curva de carga)
- Históricos (facturaciones)
- Eventos

### **Visualización**

En esta opción del menú aparecen varias opciones de visualización de las mediciones instantáneas e históricos, almacenadas en ficheros y bases de datos.

- **Mímicos.**

El sistema permite la ejecución de varios mímicos o diagramas de procesos con los valores de las variables especificadas en la base de datos. El usuario tiene la posibilidad de crear nuevos mímicos y añadirselos al sistema permitiendo que cada usuario disponga de los diagramas que realmente necesite.

Los mímicos se localizan en un subdirectorio con este nombre en el mismo lugar donde se ha instalado el sistema y los nuevos diagramas que se quieren incluir, el usuario debe añadirlos a este subdirectorio. Estos mímicos deben haber sido confeccionados y enlazados correctamente en LabVIEW, porque de lo contrario no se lograrán los resultados esperados. En la Figura 6 se muestra un ejemplo.

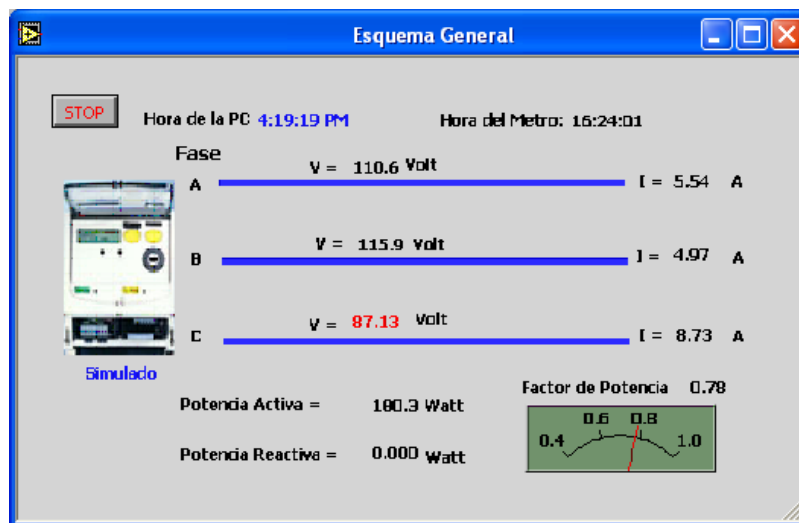


Figura 6. Ejemplo de pantalla con un esquema general

- **Metro virtual**

Se dispone de esta opción para conocer en un momento dado qué se visualiza en el metro contador digital (Figura 7)

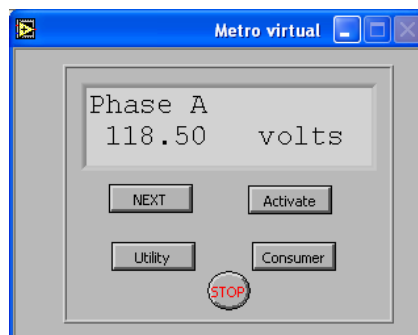
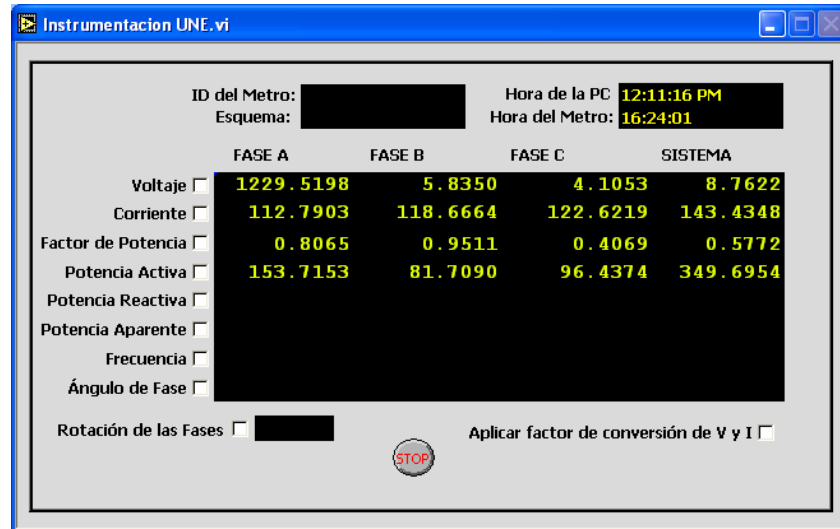


Figura 7. Metro virtual

- **Instrumentación**

Esta pantalla (Figura 8) se utiliza para mostrar todas las variables de instrumentación que se miden con un periodo de tiempo determinado.



**Figura 8. Pantalla de visualización de variables de instrumentación**

- **Consumos**

En la pantalla de consumo (Figura 9) se muestran todas las variables medidas, además de las que se llevan a los históricos en cada periodo se visualizan las variables de consumos y máximas demandas por tarifas que son llevadas a otras tablas en la base de datos en SQL Server

Totales		
Valor		Unidad
1	3 326 981.000	Consumo Wh
2	17.880	Generado Wh
3	1 540 559.340	Q1 Cons Ind varh
4	17.460	Q2 Cons Cap varh
5	37.340	Q3 Gen Ind varh
6	1 630 320.600	Q4 Gen cap varh
7	4 733 866.240	VAh
8	1 540 591.860	Definido por User 1
9	1 630 342.880	Definido por User 2
10	0.000	Definido por User 3

Rates		
Valor		Unidad
1	1 630 342.880	Consumo Wh
2	0.000	Consumo Wh
3	416 486.820	Definido por User 1
4	2 910 221.280	No disponible
5	0.000	No disponible
6	1 540 472.580	No disponible
7	0.000	No disponible
8	0.000	No disponible
9	1 630 342.880	No disponible
10	0.000	No disponible
11	416 486.820	No disponible
12	2 910 221.280	No disponible
13	0.000	No disponible
14	1 540 472.580	No disponible
15	0.000	No disponible
16	0.000	No disponible

Registros Multi-utility		
Valor		Unidad
1	1 630 342.880	No disponible
2	0.000	No disponible
3	416 486.820	No disponible
4	2 910 221.280	No disponible

**Figura 9. Pantalla de visualización de variables de consumos.**

- **Eventos**

Permite la visualización de los mensajes de eventos (Figura 10) como error de medición, comienzo y parada del sistema, etc.

Variable	Descripción	Evento
Invalid. por valor Bajo	de F001	medida con Flujo metr
Invalid. por Var. Excesiva	de T001	medida con Flujo metr

**Figura 10. Pantalla de eventos.**

- **Alarmas**

Se presenta la pantalla de alarmas. Además se da la posibilidad y/o obligación de que el operador reconozca los mensajes de alarma, en caso de reconocer un mensaje se reporta que el usuario lo realizó y a la hora que lo hizo, en caso de que la variable esté reconocida, cambia de color el mensaje y se mantiene hasta que la variable vuelva a la normalidad.



Figura 11. Pantalla de alarmas.

- **Tablas de seguimiento.**

El sistema posee dos tipos de tablas de seguimiento. El primer visualizador permite ver las variables específicas con su código, descripción, valor y hora en que se va efectuando el muestreo en forma de tabla por filas (**seguimiento por fila, Figura 12**), todo para un determinado número de variables. Otro presenta esta misma información pero en forma de columnas (**seguimiento por columna, Figura 13**).



Figura 12. Pantalla de seguimiento por filas.

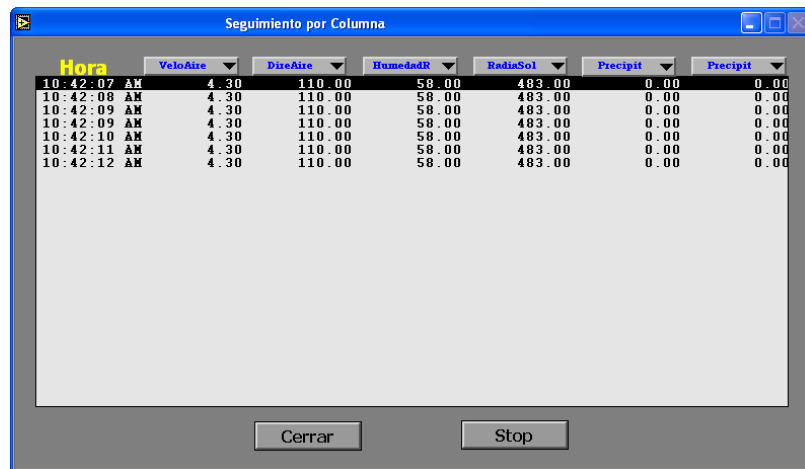
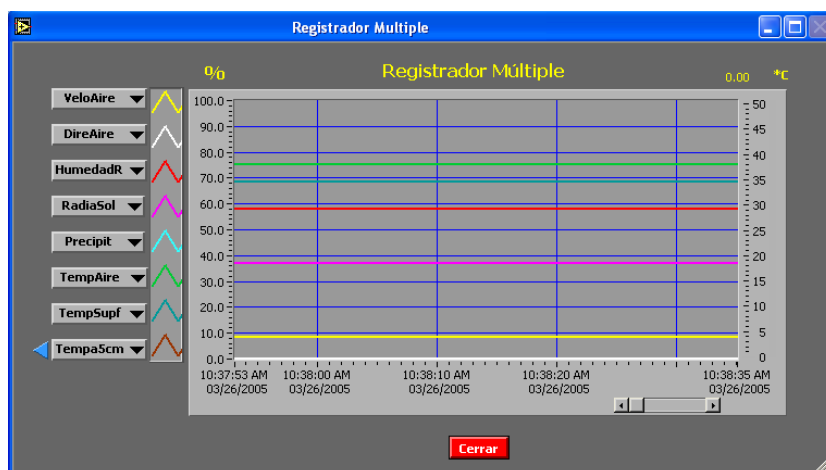


Figura 13. Pantalla de seguimiento por columnas.



- **Registradores**

El registrador suministrado es múltiple (Figura 14), que permite efectuar el registro de hasta ocho variables en el mismo gráfico con las ventajas de poder comparar variables entre sí. Los registradores se autoajustan sus ejes. El período de seguimiento de los visualizadores es ajustable por medio de un control de tiempo que se encuentra en el menú de configuración, por medio del cual el usuario puede seleccionar la frecuencia con la que desea que se actualice la información. El eje x está ajustado a tiempo real.



**Figura 14. Registrador múltiple.**

- **Históricos**

Los históricos son registros (Figura 15) de las variables almacenadas en los ficheros y bases de datos. Si no existe el fichero del día seleccionado no se realiza la carga y muestra error. Se pueden seleccionar las variables a mostrar. Una característica que posee el registrador histórico es que a la izquierda aparece la escala en % y a la derecha la escala de la variable seleccionada.

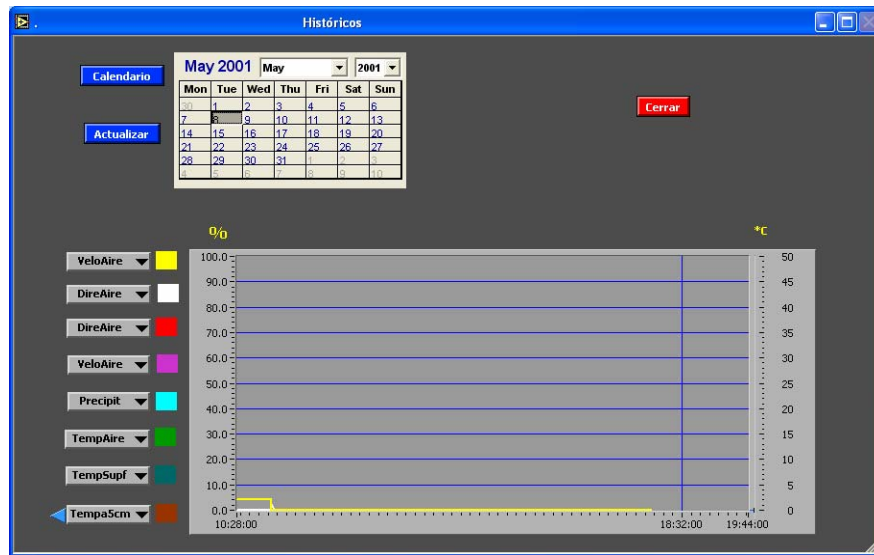


Figura 15. Registrador histórico.

### Bases de Datos

En existen dos opciones:

- **Base de datos SupEn.** Con esta opción se tiene acceso a la base de datos del sistema
- **Configurar DSN.** El enlace entre las bases de datos y otros sistemas puede realizarse a través de sentencias SQL por lo que se debe configurar el ODBC en el panel de control o en esta opción (Figura 16)

Figura 16. Pantalla para configurar ODBC.

## Administración

### Usuarios:

Los usuarios pueden poseer diferentes niveles de acceso, que pueden ser otorgados por el administrador.

El software posee un sistema de protección que permite diferenciar a los usuarios en cuanto a privilegios y permisos para realizar cambios en parámetros.

Este sistema consta de cinco niveles de privilegios, donde 1 es el que posee menor privilegios y el 5 el de mayor (Administrador o diseñador).

1. Invitado.
2. Usuario simple.
3. Usuario con mando.
4. Administrador de la aplicación.
5. Administrador del software.

Este sistema de seguridad está dividido en varias opciones encargados de: **logear** los usuarios, **borrar usuarios** del sistema, **añadir nuevos usuarios**, **Visualizar** un listado de los usuarios registrados, y **deslogearse** del sistema.

- **Log in**

La función de **logearse** (Figura 17) es la que permite a los usuarios entrar al sistema, luego de entrado su *login* y *password*. Este usuario accederá con los privilegios que le brinda su nivel de acceso. Cuando el operador va a salir del sistema deberá Deslogearse (Figura 18), pues de lo contrario el sistema lo seguirá registrando en sus reportes y permanecerá con los permisos del operador registrado.



Figura 17. Pantalla Log in.

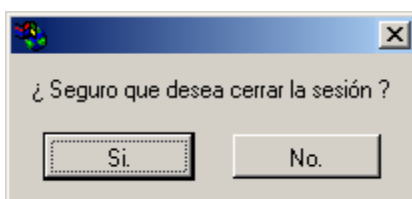


Figura 18. Pantalla Log off.

- **Ver lista**

La función de **visualización de usuarios** (Figura 19) solo muestra un listado con los nombres y los niveles de acceso.

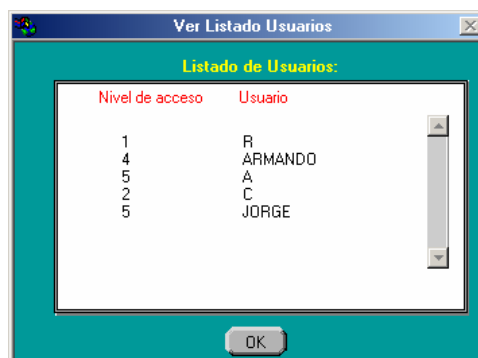
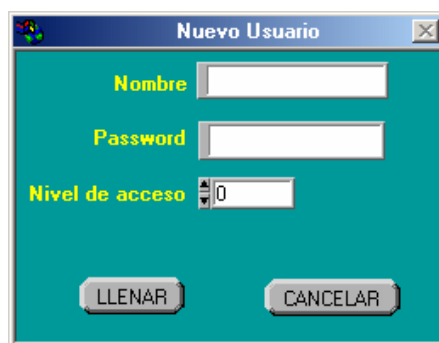


Figura 19. Pantalla Ver listado de usuarios.

- **Nuevo usuario**

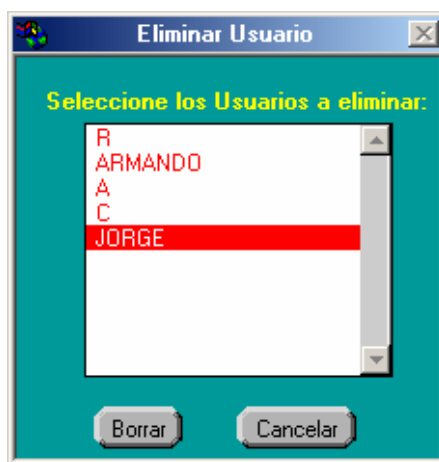
Para añadir usuarios al sistema, se debe indicar el *Login* o Nombre del usuario el cual no puede coincidir con ningún usuario anteriormente registrado, el *Password* o Clave, el cual es codificado con el objetivo de que no sea fácil acceder a esta información. (Figura 20).



**Figura 20. Pantalla Nuevo usuario.**

- **Eliminar usuario**

El acceso a estas funciones de protección está limitado, siendo el usuario con nivel de Administrador el único con derechos para añadir y eliminar usuarios del sistema (Figura 21).



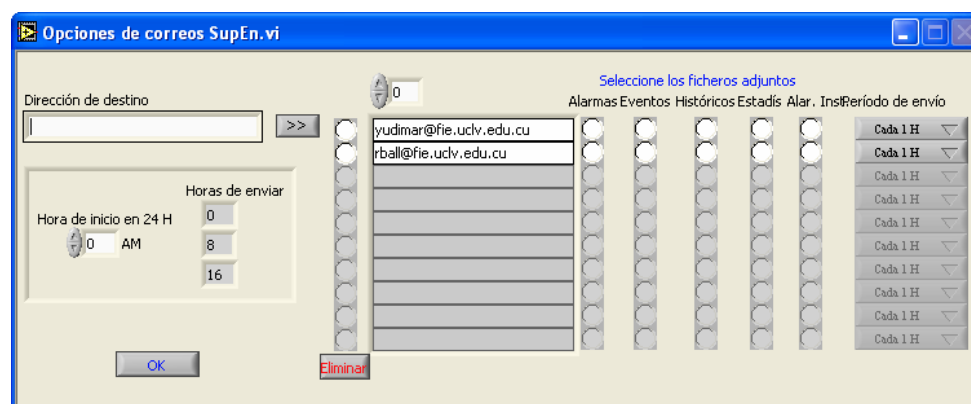
**Figura 21. Pantalla Eliminar usuario.**

## **Comunicación**

El *SupEn* posee varias formas de comunicación con otras aplicaciones lo que le hace ser un sistema abierto. Lo anterior posibilita comunicarse con otras aplicaciones como por ejemplo: Access, SCADA Ion Enterprise, software desarrollados en Delphi, C++, etc

- **Correos**

El *SupEn* da la posibilidad de enviar las mediciones vía correo electrónico de manera automatizada (Figura 22). Esto se hace necesario fundamentalmente por dos razones: no en todas las empresas está habilitado Internet por lo que esta opción es adecuada; otra razón es enviar mensajes automatizados cada ciertos periodos de tiempo a personal interesado como pueden ser los de mantenimiento, directores, gerentes, etc. En la figura se muestra la configuración de los correos.



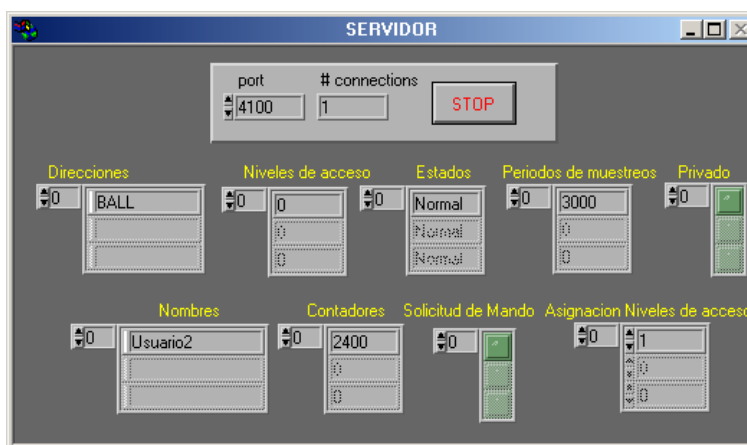
**Figura 22. Configurar correo.**

## **Servidor de Datos TCP/IP**

Las mediciones realizadas son brindadas por medio de servidores específicos TCP/IP lo que permite acceder a ellos por cualquier aplicación, tanto en Intranet como Internet que posea funciones para acceder a este protocolo, esto se puede realizar por diferentes clientes.

También es posible la comunicación con otros niveles en un sistema de supervisión. El servidor de datos brinda información sobre los clientes conectados.

La ventana del Servidor TCP/IP (Figura 23) muestra el puerto por el cual se comunica con los clientes, el número de conexiones de clientes que se encuentran actualmente conectados, para cada cliente se muestran los estados actuales, la dirección IP, los niveles de acceso, los periodos de muestreos, los nombres, las solicitudes de mando, conexión privada, asignación de los niveles de acceso y mensajes a enviar.

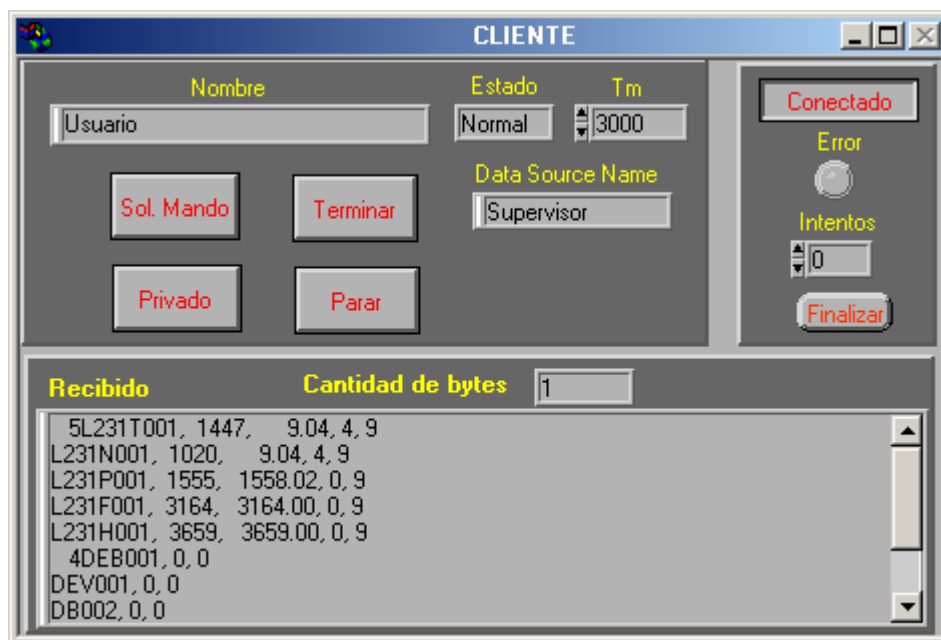


**Figura 23. Pantalla Servidor de Datos TCP/IP.**

### **Cliente de Datos TCP/IP**

Este cliente es útil tanto para acceder a otras informaciones como cuando se tiene un nivel superior conectado a otro inferior en una Intranet o Internet.

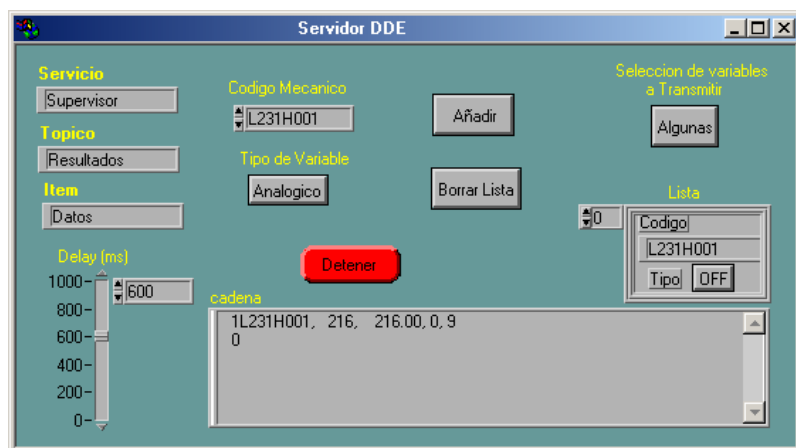
En la ventana del Cliente (Figura 24) se puede observar la dirección IP y el puerto de la máquina donde se encuentra el Servidor, el nombre del usuario y el tiempo de muestreo. Además se puede observar después de conectado con el servidor una ventana donde se muestran las opciones de solicitud de mando y petición de privacidad en el chat.



**Figura 24. Pantalla Servidor de Datos TCP/IP.**

- **Servidor de DDE**

Con esta opción se configura el servidor de DDE (Figura 25). La conectividad por DDE permite el intercambio dinámico de datos entre aplicaciones, ya que por ejemplo el valor de una variable puede estar visible en una aplicación de EXCEL, un informe del WORD, etc.



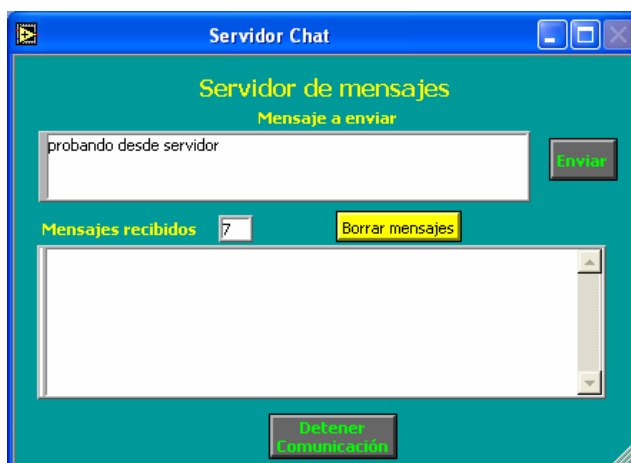
**Figura 25. Pantalla Servidor de Datos DDE.**

- **Servidor de “chat”**



Se dispone de un servicio de comunicación en línea o “chat” entre los diferentes usuarios conectados a *SupEn* (Figura 26). El mismo puede ser privado entre el servidor y el cliente específico, o bien todas las preguntas y respuestas puedan ser observadas por todos los usuarios.

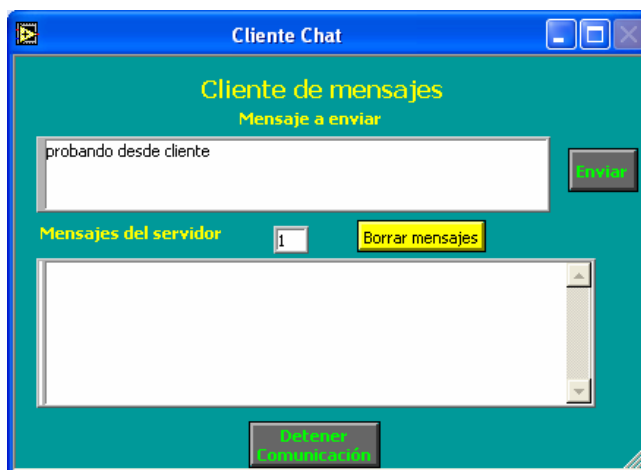
El servicio de *chat* se ubica en la computadora que se utiliza como servidor. Este *chat* es propio del sistema, para lograr mayor eficiencia en el trabajo en tiempo real.



**Figura 26. Pantalla Servidor de Chat.**

- **Cliente de chat**

Los clientes (Figura 27) disponen de esta pantalla para la comunicación con el servidor y los demás clientes, en el caso que no es privado.



**Figura 27. Pantalla Servidor de Chat.****Total de variables del metro contador digital A1700 de la ABB****Variable**

Total consumido  
 Total exportado  
 Total importado reactivo  
 Total exportado reactivo  
 Máxima demanda activa  
 Potencia reactiva  
 Potencia aparente  
 Periodo de Integración  
 Máxima demanda 1  
 Máxima demanda 1 fecha y hora  
 Máxima demanda 1 nivel 2  
 Máxima demanda 1 nivel 2 f y h  
 Máxima demanda 1 nivel 3  
 Máxima demanda 1 nivel 3 f y h  
 Acumulado máxima demanda 1  
 .....  
 Máxima demanda 8  
 Máxima demanda 8 fecha y hora  
 Máxima demanda 8 nivel 2  
 Máxima demanda 8 nivel 2 f y h  
 Máxima demanda 8 nivel 3  
 Máxima demanda 8 nivel 3 f y h  
 Acumulado máxima demanda 8

Definido 1

Definido 2

Definido 3

Externo 1

Externo 2

Externo 3

Externo 4

Rate 1

.....

Rate 16

### **Instrumentación**

RMS voltaje Fase A

RMS voltaje Fase B

RMS voltaje Fase C

RMS corriente Fase A

RMS corriente Fase B

RMS corriente Fase C

Factor de Potencia Fase A

Factor de Potencia Fase B

Factor de Potencia Fase C

Factor de Potencia General

Rotación de las fases

Potencia Activa Fase A

Potencia Activa Fase B

Potencia Activa Fase C

Potencia Activa General

Potencia Reactiva Fase A

Potencia Reactiva Fase B

Potencia Reactiva Fase C

Potencia Reactiva General

Potencia Aparente Fase A

Potencia Aparente Fase B

Potencia Aparente Fase C

Potencia Aparente General

Ángulo de Fase A

Ángulo de Fase B

Ángulo de Fase C

Frecuencia

### **Seguridad**

Nombre del esquema de la tarifa

No. de serie

Falla en Fase, actual

Falla en Fase, anterior

Falla en Fase, anterior - 1

Falla en Fase, anterior - 2

Cantidad de fallas Fase A

Cantidad de fallas Fase B

Cantidad de fallas Fase C

Duración acumulada falla Fase A

Duración acumulada falla Fase B

Duración acumulada falla Fase C

Cantidad de Power down (desc)

Duración acumulada (des)

Sobrecorriente en Fase, actual

Sobrecorriente en Fase, anterior

Sobrecorriente en Fase, anterior-1

Sobrecorriente en Fase, anterior-2

Tiempo de batería consumido

Tiempo de batería remanente

### **Eventos**

Falla de Fase (última) fecha y h

Falla de Fase (última-1) fecha y h

Falla de Fase (última-2) fecha y h

Power down (última) fecha y h

Power down (última-1) fecha y h

Power down (última-2) fecha y h  
Sobrecorriente (última) fecha y h  
Sobrecorriente(última-1)fecha y h  
Sobrecorriente(última-2)fecha y h  
Último reset (billing) fecha y h  
Programación (última) fecha y h  
Programación (última-1)fecha y h  
Programación (última-2)fecha y h

**Históricos**

Total consumido  
Total exportado  
Total importado en atraso  
Total importado en adelanto  
Total exportado en atraso  
Total exportado en atraso  
Total VAH  
Definido 1  
Definido 2  
Definido 3  
Externo 1  
Externo 2  
Externo 3  
Externo 4  
Rate 1  
.....  
Rate 16  
Tiempo de batería remanente  
Cambios Billing, fecha y h  
Máxima demanda 1  
Máxima demanda 1 fecha y hora  
Máxima demanda 1 nivel 2  
Máxima demanda 1 nivel 2 f y h  
Máxima demanda 1 nivel 3

Máxima demanda 1 nivel 3 f y h

Acumulado máxima demanda 1

.....

Máxima demanda 8

Máxima demanda 8 fecha y hora

Máxima demanda 8 nivel 2

Máxima demanda 8 nivel 2 f y h

Máxima demanda 8 nivel 3

Máxima demanda 8 nivel 3 f y h

Acumulado máxima demanda 8

Cantidad de fallas de fase

Falla de Fase (última) fecha y h

Falla de Fase (última-1) fecha y h

Falla de Fase (última-2) fecha y h

Power down (última) fecha y h

Power down (última-1) fecha y h

Power down (última-2) fecha y h

Sobrecorriente (última) fecha y h

Sobrecorriente(última-1)fecha y h

Sobrecorriente(última-2)fecha y h

## **Referencia**

Para cualquier aclaración dirigirse a

- MSc Roberto Ballesteros Horta

Dpto. Automática y Sistemas Computacionales.

Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

- Email: [rball@etecsa.uclv.cu](mailto:rball@etecsa.uclv.cu)

- Telefono: 281632, 281055

- Fax: 281608.

- Dirección Particular:

Avenida de Doble Vía, Edificio 301, apto 29,

Reparto Escambray,

Santa Clara.

Villa Clara.

- Dirección del centro de trabajo:

Carretera de Camajuani Km 5½.

Santa Clara,

Villa Clara,

Cuba.