

**SISTEMA COMPUTARIZADO DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y DETERMINACIÓN DE
PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN 33 CIRCUITOS DE CARGA PARA
CERVECERÍA ANDINA**

AUTORES:

**ING. DANILO ALVARADO
ING. JUAN CARLOS CIFUENTES
SR. JUAN PAULO SALVADOR**

RESUMEN:

Este trabajo describe la implementación de un sistema computarizado de adquisición de datos para la medición de parámetros eléctricos de los circuitos de Cervecería Andina, que funciona de la siguiente manera:

Los voltajes y corrientes de cada uno de los circuitos de carga son medidos mediante transformadores de potencial y de corriente respectivamente. Las señales resultantes son eléctricamente acondicionadas e introducidas a tarjetas de adquisición de datos instaladas en un computador personal ubicado en una de las sub-estaciones. Este computador se encarga de realizar la adquisición de datos y los cálculos de los diferentes parámetros eléctricos de cada circuito.

Un segundo computador ubicado en la oficina de ingeniería y enlazado al primero con red ethernet, se encarga de la presentación de los datos, generar reportes impresos o reportes en archivo.

El "software" fue integralmente elaborado utilizando lenguaje C++[1] y librerías de Code Base[2], LabWindows[3], Nidaq[4] y otros programas de desarrollo. El análisis estadístico de los datos se lo realizó con la ayuda de la base de datos Access[5].

La integración de todas estas herramientas de "software" permite en forma muy "amigable" el

análisis en tiempo real o histórico del comportamiento del sistema eléctrico de Cervecería Andina.¹

ABSTRACT:

This work is about a computerized system for the measurement of electric parameters in Cervecería Andina circuits.

The voltage and current of every load circuit are measured by potential and current transformers respectively. The result signals are conditioned and introduced into Data Acquisition cards installed in a Personal Computer working in a substation. This computer is dedicated to data acquisition and calculations of different electric parameters in every circuit.

A second non dedicated computer, is in the engineering office and is linked to the first computer with ethernet network. The second show all processed data, including waves of voltage and current.

The software was made in C++[1] using libraries like Code Base[2], LabWindows[3], Nidaq[4] and othes development tools. The statistics is made by the RDBMS Access[5].

The integration of this software tools get a friendly analysis of the real time and history data of the electric system behavior in Cervecería Andina.

1. INTRODUCCIÓN.

¹ Correspondencia a: Ing. Danilo Alvarado, telf. 525-717, fax. (593)-2-569734, Casilla 17-17-1608, QUITO-ECUADOR

La necesidad de optimizar procesos con la finalidad de reducir gastos es cada vez mas imperiosa para nuestra industria, por esta razón es que Cervecería Andina requiere conocer los diferentes parámetros eléctricos en cada uno de sus centros de carga. Con este objetivo se decide instalar un sistema de Adquisición de Datos y Control de Parámetros Eléctricos.

El sistema eléctrico en mención consiste en lo siguiente:

La acometida de 22.8 Kv. energiza a dos sub-estaciones (S/E #1 y S/E #2), en cada una de las cuales se encuentran tres transformadores de distribución, dos de 500 KVA 22.800/460 V. y uno de 100 KVA 22.800/220/127 V. (T1, T2, T3).

Los transformadores de la sub-estación #1 son energizados alternativamente por dos grupos electrógenos. Los 33 puntos de carga están contenidos en estas dos sub-estaciones con sus tres transformadores de distribución cada una.

Una vez definidas las necesidades se decide implementar el sistema necesario en los siguientes términos:

El sistema debe permitir visualizar de cada punto:

- a. Corriente de línea
- b. Voltaje de línea
- c. Potencia Activa
- d. Potencia Reactiva
- e. Factor de Potencia
- f. Frecuencia
- g. Demanda máxima con registro de tiempo
- h. Energía activa
- i. Energía reactiva

Por tratarse de sistemas equilibrados la medición será monofásica, (las lecturas y registros trifásicos), excepto en los siguientes puntos de carga, donde la medición será trifásica:

- a. General tablero #1 s/e #1
- b. General tablero #2 s/e #1
- c. General tablero #3 s/e #1
- d. General tablero #1 s/e #2
- e. General tablero #2 s/c #2
- f. General tablero #3 s/e #2
- g. Generador #1
- h. Generador #2

La precisión de las mediciones y registros será equivalente a un sistema de clase 0.5.

Los datos se visualizarán y registrarán en un computador IBM o compatible, bajo sistema DOS ó WINDOWS que estará ubicado en la oficina de Ingeniería Eléctrica, (a 150m de distancia de la sub-estación #1).

El registro, almacenamiento y visualización será de tal forma que se obtengan curvas de demanda horaria, diaria y mensual de cada uno de los puntos de carga.

El sistema deberá permitir la operación, (adición, sustracción y agrupación), entre los diferentes datos adquiridos.

El sistema dispondrá de una fuente auxiliar de energía (UPS), que le permita mantenerse en operación.

Luego de analizar las diferentes alternativas factibles, se decide implementar el sistema de adquisición de datos mediante computador y elaboración de software adecuado a las necesidades planteadas, frente a sistemas ya desarrollados, por las siguientes razones:

- Cumple todos los requerimientos técnicos
- Costo
- Versatilidad y flexibilidad del sistema para adaptar nuevos requerimientos.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

En la figura 2.1. se muestra el diagrama de bloques del sistema .

El computador 1 se encuentra estratégicamente ubicado en la sub-estación #1 ya que en este lugar se encuentran la mayor cantidad de puntos a medirse. Las señales de corriente y voltaje de la sub-estación #2, tableros 1, 2 y 3 se llevarán hasta la sub-estación #1 con las debidas precauciones de forma que las medidas no se vean afectadas.

En total son 67 señales adaptadas con transformadores de corriente y potencial de clase 0.5, 46 a 5 Amp. máx. y 21 a 120 V.

Las señales de los transformadores de corriente y de potencial ingresan al circuito acondicionador de señales el cual se encarga de convertir los valores medidos a valores adecuados de voltaje que puedan ingresar a las tarjetas de adquisición de datos. Adicionalmente se incluye protecciones electrónicas para el caso de falla en los transformadores de

medida. Las figuras 2.2 y 2.3 muestran el esquema electrónico de cada uno de los circuitos.

Las señales acondicionadas ingresan por medio de los conectores CB-100 (NATIONAL INSTRUMENTS), a las tarjetas de adquisición de datos.

Las tarjetas de adquisición de datos corresponden a 2 AT-MIO-64F-5 (NATIONAL INSTRUMENTS). Como características fundamentales de esta tarjeta se tiene:

- 64 canales analógicos de entrada,
- 2 canales analógicos de salida,
- 8 canales de entrada/salida digital,
- 12 bit de resolución (2.44 mV de resolución),
- 0 a 10V, +/- 5V, +/- 10V de entrada seleccionable,
- 200 KS/s de velocidad de operación,
- ganancias 1,2,5,10,20,50 y 100 seleccionable,
- 3 contadores/temporizadores y
- autocalibración desde software.

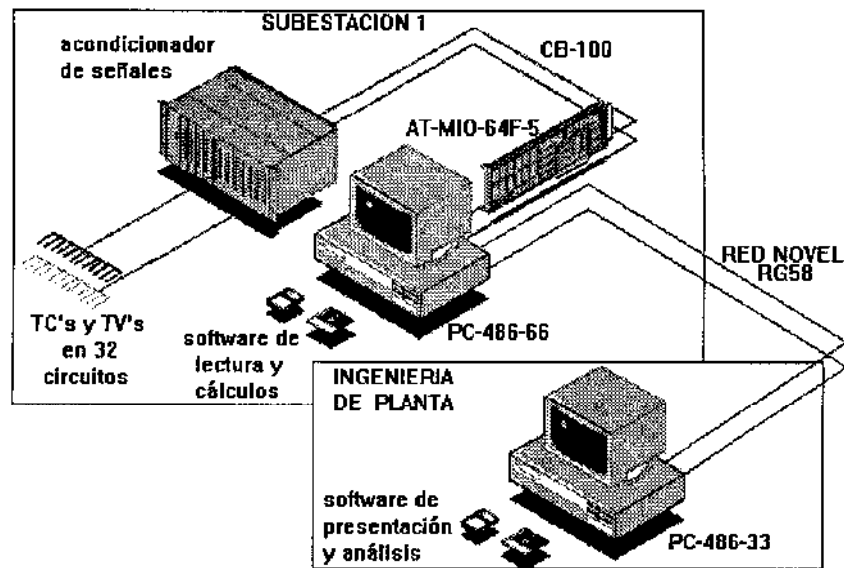


Figura 2.1
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

El computador 1 que lleva las tarjetas de adquisición de datos se encargará de monitorear y registrar las señales a intervalos regulares de tiempo o cuando el operador lo requiera.

En la oficina de Ingeniería Eléctrica se instala el computador 2 enlazado al primero mediante red ethernet, el mismo que realiza las funciones de un panel de visualización y análisis de datos.

La alimentación eléctrica de los equipos instalados se protege mediante ACONDICIONADORES DE ENERGÍA/UPS.

Todo el equipo instalado en la sub-estación #1 va montado en un rack tipo industrial, IP54, con puerta frontal y visor para el monitor.

3. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

En la aplicación desarrollada en Cervecería Andina se presentan tres sistemas para la medición de energía eléctrica:

- 3.1. Sistema de adquisición de datos (SAD)
- 3.2. Sistema de presentación (CEE).
- 3.3. Sistema de información de los datos históricos (IDH).

3.1 Sistema de Adquisición de Datos (SAD)

El sistema de adquisición de datos toma las formas de onda de 61 canales de la tarjeta ATMIO-64F-5 presente en uno de los slots de expansión del computador 1. Cada canal corresponde a una señal de corriente o voltaje específico de un circuito trifásico. Para tomar la forma de onda se lee, de cada canal un total de 128 puntos por ciclo de red, representados por números enteros de 2 bytes.

La adquisición de datos se realiza mediante funciones de librerías para lenguaje C++ y Lab Windows de National Instruments.

El cálculo de los diferentes parámetros eléctricos es realizado de la siguiente manera:

Valores medidos:

vab, vcb, ia e ic

Cálculos:

vab, vbc, vca, ia, ib e ic : arreglos de valores instantáneos de voltajes y corrientes.

p : arreglo de valores instantáneos de potencia

P, S y Q : potencias real, aparente y reactiva

fp : factor de potencia

En : nuevo valor de energía

Ea : valor anterior de energía

$$vbc = -vcb$$

$$vca = -vab - vbc$$

$$ib = -ia - ic$$

$$p = vab \cdot ia + vcb \cdot ic$$

$$ab = RMS(vab)$$

$$bc = RMS(vbc)$$

$$ca = RMS(vca)$$

$$Ia = RMS(ia)$$

$$Ib = RMS(ib)$$

$$Ic = RMS(ic)$$

$$P = MED(p)$$

$$S = Vab \cdot Ia + Vcb \cdot Ic$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$fp = P / S$$

$$En = Ea + P \cdot \Delta t$$

Es necesario que los datos se los tome en forma paralela, para realizar los cálculos de potencia instantánea, por ello se organizan los canales en tres grupos de lectura paralela. Las funciones de

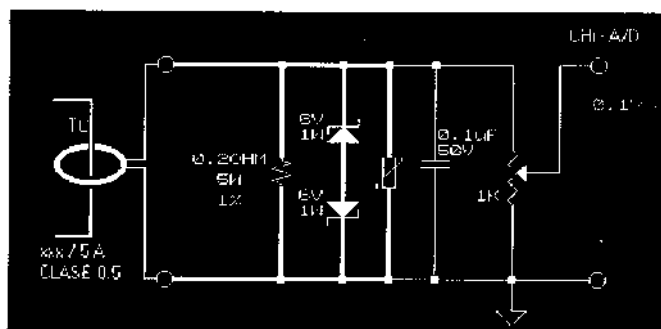


Figura 2.2
CIRCUITO CONVERSION DE CORRIENTE A VOLTAJE

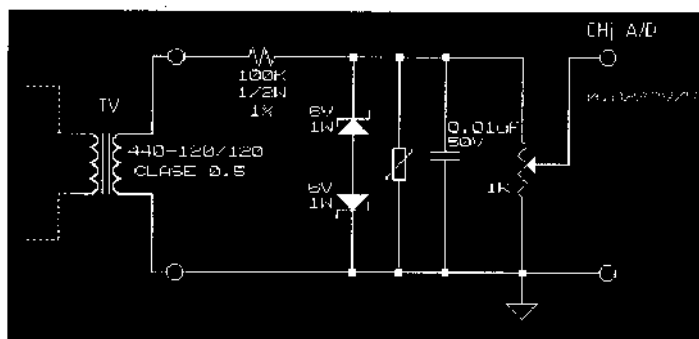


Figura 2.3
CIRCUITO CONVERSION DE VOLTAJE A VOLTAJE

Como se puede observar, las características de velocidad de operación, resolución y otras ventajas de la tarjeta permiten monitorear las señales requeridas a velocidades superiores a los 7,7 KS/s (128 muestras/ciclo de red) lo que da una gran resolución en la captura de las ondas y los cálculos posteriores.

De igual forma, la velocidad de operación de las tarjetas permiten que el tiempo total de monitoreo de las 67 señales sea muy pequeño y se lo pueda considerar simultáneo.

Dado que cada tarjeta de adquisición de datos dispone de 64 señales quedarían disponibles 61 canales para futuras ampliaciones. Se debe considerar que el ampliar señales afecta fundamentalmente a la velocidad de muestreo y a la simultaneidad.

Quedan disponibles además 4 salidas analógicas y 16 canales de entrada/salida digitales los cuales pueden ser utilizados para control, señalización o alarmas.

adquisición de datos de Lab Windows permiten la configuración de cada canal para este tipo de lectura.

Los cálculos completos de los circuitos se guardan en 33 archivos, que contienen la información de los parámetros eléctricos la misma que se renueva cada 15 segundos.

Esta información también se guarda en un archivo de base de datos tipo DBase, para analizar estadísticamente los datos históricos.

3.2 Sistema de Presentación (CEE)

Este sistema lee los 33 archivos de datos generados por SAD y los presenta en 7 paneles de información. La generación cada 15 segundos de los archivos de datos, permite que la información se refresque en este lapso de tiempo.

Cada panel muestra el diagrama unifilar con los valores de sus parámetros eléctricos asociados. El panel general se muestra en la figura 3.1.

Desde el panel general, es posible navegar hacia todos los paneles hasta llegar a los detalles de cada uno de los circuitos.

Si se requiere información más detallada sobre cada circuito, como: frecuencia, energía, dibujos de formas de onda, etc. debe recurrirse a un "ZOOM" que ofrecerá estos detalles. El panel "ZOOM" se muestra en la figura 3.2.

3.3 Sistema de información de los datos históricos (IDH).

El IDH está elaborado bajo Microsoft Access 2.0. Toma los valores almacenados en la base de datos tipo DBase con el objeto de obtener información estadística.

La información estadística obtenida es:

1. Consumo de energía entre fechas.

2. Análisis de demanda máxima.
3. Curvas de demanda horaria, diaria y mensual.
4. Evolución de los restantes parámetros eléctricos.

Herramientas utilizadas

Los sistemas SAD y CEE están realizados en lenguaje C++, utilizando técnicas de programación orientada a objeto. Utilizar este lenguaje y esta técnica permite tener control sobre la memoria del sistema por la gran cantidad de datos utilizados, y por la complejidad que ello implica.

Acompañan al lenguaje C++ una serie de librerías de funciones:

Lab Windows 2.3.- Librerías de funciones para C++ (Bajo MS-DOS) para adquisición de datos e Interfaces de usuario.

Code Base 4.5.- Librerías de funciones para C++ (bajo MS-DOS y MS-WINDOWS) para el manejo y control de archivos tipo DBase III y IV, FOX Base y Clipper.

4. CONCLUSIONES

La definición clara de los objetivos y alcance del proyecto fue fundamental para determinar las herramientas de hardware y software a utilizarse en el desarrollo del sistema.

Gracias a la versatilidad de las tarjetas de adquisición de datos de National Instruments, fundamentalmente en lo que se refiere a velocidad de operación y funciones de control para la adquisición, el diseño del hardware del sistema no presentó mayor inconveniente. Se puso especial énfasis en las instalaciones, y protección del equipo electrónico utilizado.

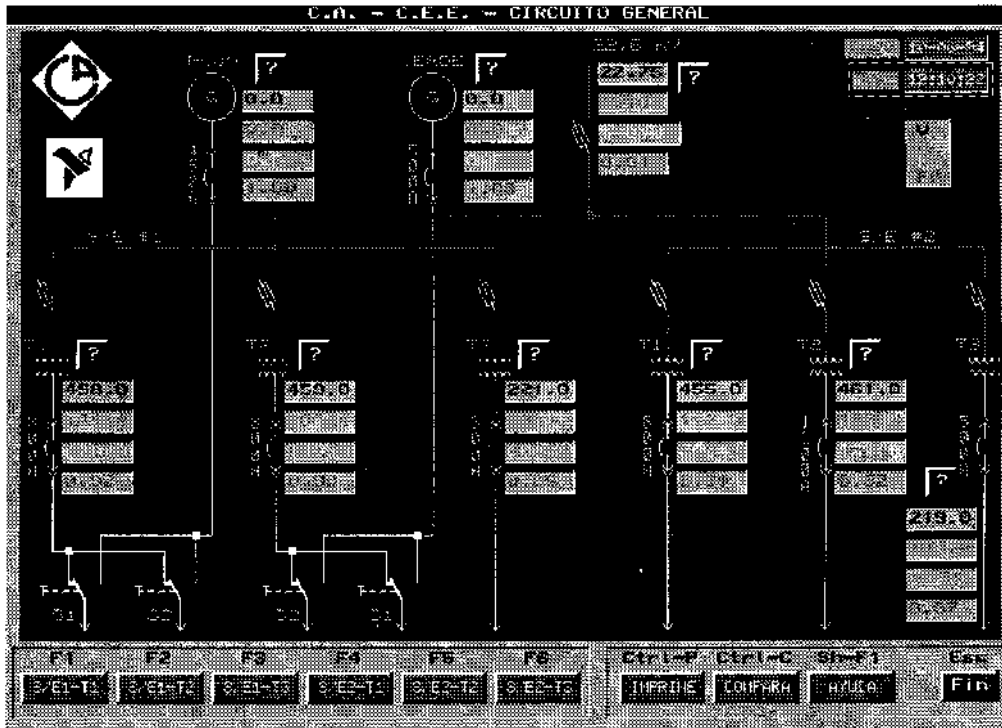


Figura 3.1
Panel General

La programación en lenguaje C++ utilizando funciones de Lab Windows, Code Base y NiDaq; con técnicas orientadas a objeto permite enfrentar la complejidad de la aplicación, optimizar el uso de memoria, facilitar el manejo de las interfaces gráficas con el usuario, simplificar el manejo de archivos y comunicación.

La opción de presentar los datos históricos en archivo tipo DBase para manejarlos con Access

permite al operador una infinidad de posibilidades de análisis estadístico y reportes.

El “Saber-Hacer” para este proyecto solo fue posible gracias al trabajo coordinado de profesionales expertos en múltiples disciplinas involucradas dentro de la ingeniería eléctrica y de sistemas.

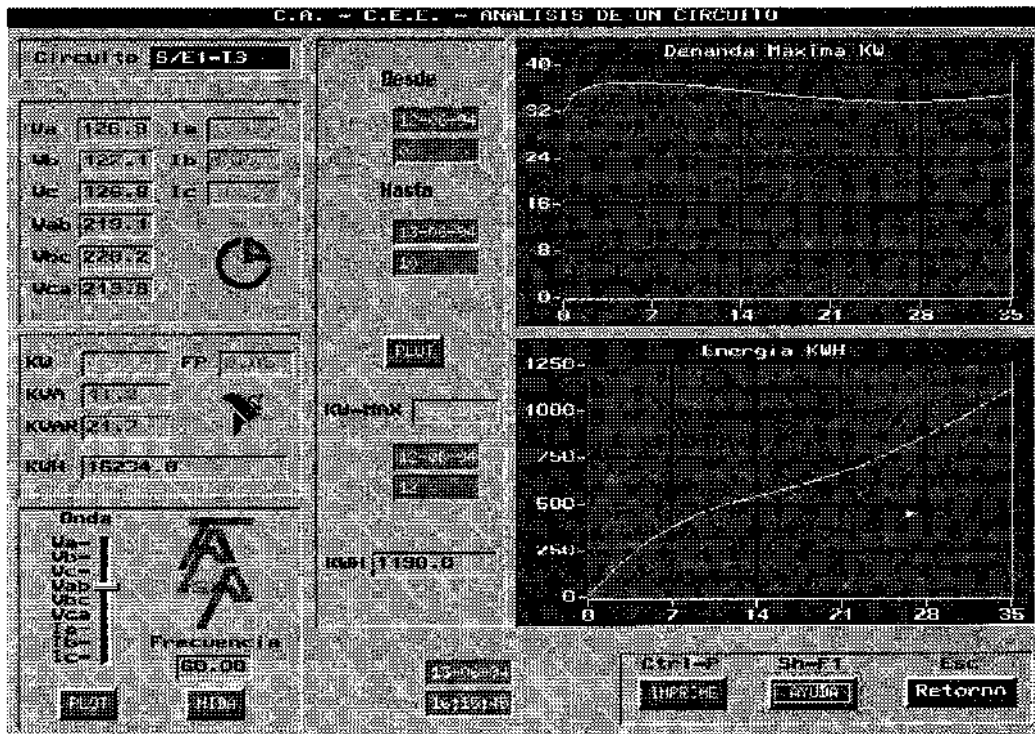


Figura 3.2
Panel de "ZOOM"

REFERENCIAS

- [1] MICROSOFT, *VISUAL C++ ver. 1.0*, 1993.
- [2] SEQUITER, *CODE BASE ver. 4.5*, 1992.
- [3] NATIONAL INSTRUMENTS, *LabWindows ver. 2.3*, 1993.
- [4] NATIONAL INSTRUMENTS, *NI-DAQ ver. 4.5*, 1993.
- [5] MICROSOFT, *ACCESS ver. 2.0*, 1994.

DANILO ALVARADO POLO

Nace en Cañar-Ecuador hace 32 años. Obtiene el título de Ingeniero en Electrónica y Control de la Escuela Politécnica Nacional en 1988.

Ha trabajado fundamentalmente en las áreas de acondicionamiento de energía eléctrica, automatización de procesos e instrumentación. Actualmente se desempeña como Gerente de la División Quito de Tecnología Avanzada Cia. Ltda.

JUAN CARLOS CIFUENTES LOPEZ

Nace en Quito, Ecuador hace 28 años, sus estudios secundarios los realiza en el Colegio Técnico Don Bosco donde obtiene el título de Bachiller Técnico en la especialidad de Electricidad, posteriormente ingresa a la Escuela Politécnica Nacional, y obtiene el título de Ingeniero Eléctrico en la Especialidad de Sistemas Eléctricos de Potencia.

Razones de trabajo le facilitan se especialice en el manejo de CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES, sobre los cuales a dictado varios cursos de capacitación a técnicos y profesionales de diferentes industrias del país. Ha desarrollado sistemas de automatización con PLCs para varias industrias.

Actualmente se desempeña como JEFE DEL DEPARTAMENTO ELÉCTRICO E INSTRUMENTACIÓN DE LA CERVECERÍA ANDINA, donde ha desarrollado importantes proyectos de automatización con PLCs e instrumentación electrónica programable.

JUAN PAULO SALVADOR MUÑOZ

Sangolquí 1963. Egresado de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional, ha realizado sistemas de información de algunas instituciones públicas y privadas: JH

Representaciones, Ministerio de Relaciones Exteriores, OPALC, Ministerio de Bienestar Social, Proteca, Promeet, BID, CIQP, Tecnología Avanzada, Servicio Aéreo Misional (Macas), Municipio de Cevallos y otras. También ha sido instructor en lenguajes y paquetes de computadoras: Lenguaje C, Lenguaje Pascal, Lenguaje Prolog, Foxpro, Unix; en la Escuela Politécnica Nacional (CEC), Cendes, Fuerzas Armadas, Serbish(Sucúa). Herca. Publicaciones: Lecciones de Lenguaje Pascal (Fepon 1991), Lenguaje C via ejemplos (CEC 1994).

Email: JSALVADO@SIS.POLLEDU.EC