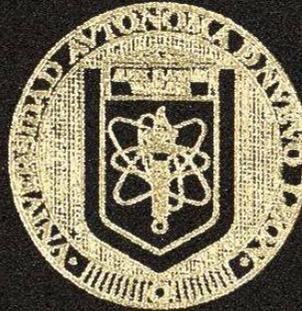


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**  
**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**APLICACION DEL OPH-03 EN EL USO  
EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA**

**TESIS**

**EN OPCION AL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
ELECTRICA CON ESPECIALIDAD EN POTENCIA**

**QUE PRESENTA EL  
ING. SATURNINO SORIA TELLO**

**CD. UNIVERSITARIA**

**FEBRERO 2005**

APLICACION DEL OPHI-03 EN EL USO EFICIENTE  
DE LA ENERGIA ELECTRICA



2005

FIM  
Z5853  
.M2  
FIME  
2005  
S6

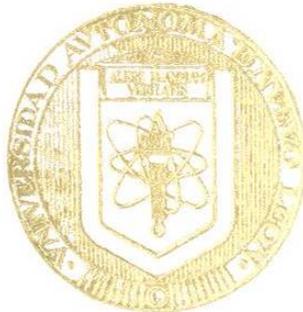


1020150664



FONDO  
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



APLICACION DEL OPH-03 EN EL USO  
EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA

TESIS

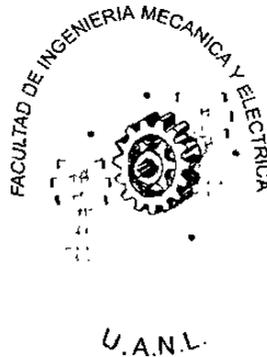
EN OPCION AL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
ELECTRICA CON ESPECIALIDAD EN POTENCIA

QUE PRESENTA EL  
ING. SATURNINO SORIA TELLO

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**APLICACION DEL OPH-03 EN EL USO EFICIENTE DE LA  
ENERGIA ELECTRICA**

**TESIS**

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ELÉCTRICA CON ESPECIALIDAD EN POTENCIA**

**QUE PRESENTA EL**

**ING. SATURNINO SORIA TELLO**

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO 2005

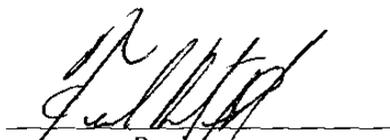
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis “**Aplicación del OPH-03 en el uso Eficiente de la Energía Eléctrica**”, realizada por el Ingeniero Saturnino Soria Tello, matrícula 423346 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica con especialidad en Potencia.

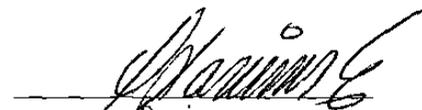
El Comité de Tesis



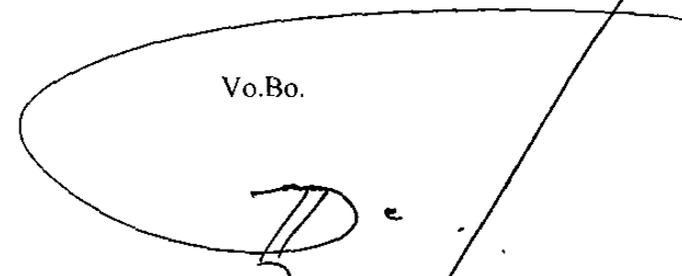
Asesor  
M.C. PAZ VICENTE CANTU GUTIERREZ



Revisor  
DR/FERNANDO BETANCOURT RAMIREZ



Revisor  
M.C. FRANCISCO J. ESPARZA RAMIREZ



Vo.Bo.  
DR. GUADALUPE ALAN CASTILLO RODRIGUEZ  
División de estudios de Posgrado

San Nicolás de los Garza, N.L. Febrero del 2005

## PROLOGO

Como usuarios de la energía eléctrica no reparamos en sus evidentes beneficios, solo tratemos de cerrar los ojos y ver a nuestro alrededor sin la presencia de la energía eléctrica después de haber disfrutado de todos los avances tecnológicos, en el día se nos haría imposible todo, tendríamos problemas de todo tipo y si lo transportamos a la noche esto sería un cuadro aun mas insoportable que el del día, el servicio de energía eléctrica lo vemos tan cotidiano como los amaneceres que no nos imaginamos vivir sin este servicio. Cuando tenemos un corte de energía nos trastorna todos los planes y es entonces cuando comprendemos que tan necesaria es la energía eléctrica .

Siendo la energía eléctrica un insumo fundamental en todos los procesos productivos y también un satisfactor indispensable para la sociedad y dadas las condiciones que prevalecen en todo el mundo, caracterizadas por una mayor globalización de las economías, se hace mas necesario que cada país conserve sus recursos energéticos haciendo mas eficientes sus consumos, con objeto de competir sin desventaja en el ámbito internacional.

Sabiendo de la problemática actual en cuanto a generación se refiere y que este energético es un recurso no renovable, la Comisión Federal de Energía Eléctrica preocupada por que el usuario haga un uso eficiente de este energético ha instituido el Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica, como un reconocimiento publico anual a las empresas industriales, comerciales o de servicios e instituciones educativas o de investigación, por los esfuerzos desarrollados y los logros obtenidos en el campo del uso eficiente y racional de la energía eléctrica con el consecuente ahorro.

En la actualidad el tema del uso eficiente de la energía eléctrica es un tema que deben de dominar los futuros ingenieros, puesto que con el incremento de industrias y usuarios de este energético se van a incrementar los problemas de generación además debemos de tomar en cuenta que la CFE tiene un esquema de planeación detallado a 10 años y un esquema de planeación conceptual de 3 años, esto quiere decir que el proyecto que sea aprobado se podrá inaugurar dentro de 6 años y la construcción que hoy se inicia dará luz al país dentro de 3 años.

Mientras no se dominen otras técnicas de generación de la energía eléctrica debemos de estar concientes en el uso eficiente de este energético, en la industria podemos encontrar áreas de oportunidad sin sacrificar calidad en el producto ni mucho menos cantidad en la producción, a nivel domestico también se tienen áreas de oportunidad, como es el apagar los focos que no se estén utilizando, planchar toda la ropa junta y no usar focos incandescentes, estas serian solo unas medidas rápidas en donde podemos eficientar la energía eléctrica.

En la búsqueda de áreas de oportunidad para el uso eficiente de la energía eléctrica a nivel industrial, las mediciones de los parámetros eléctricos juegan un importante papel, ya que primero debemos analizar la situación actual, segundo encontrar las áreas de oportunidad y por ultimo hacer el análisis financiero de costo beneficio.

El medidor de parámetros eléctricos que aquí utilizaremos es tecnología mexicana, todos los menús están en español haciéndolo mas versátil que los de origen extranjero y lo aplicaremos en el laboratorio de Líneas de Transmisión de la FIME. Dejándolo para que futuras generaciones de ingenieros realicen el estudio de las tarifas eléctricas y uso eficiente de la energía eléctrica.

# INDICE

## Síntesis

### 1. Introducción

- 1-1 Objetivo de la tesis
- 1-2 Planteamiento del problema
- 1-3 Hipótesis
- 1-4 Límites del estudio
- 1-5 Justificación
- 1-6 Metodología a emplear
- 1-7 Revisión de bibliografía

### 2. Tarifas Eléctricas

- 2-1 Introducción
- 2-2 Tarifa 1
  - 2.2.1 Tarifa 1A
  - 2.2.2 Tarifa 1B
  - 2.2.3 Tarifa 1C
  - 2.2.4 Tarifa 1D
  - 2.2.5 Tarifa 1E
- 2-3 Tarifa 2
- 2-4 Tarifa 3
- 2-5 Tarifa O-M
- 2-6 Tarifa H-M

### 3. Descripción Física del OPH-03

- 3-1 Introducción
- 3-2 Parte Anterior
  - 3.2.1 Pantalla alfanumérica De Cristal Liquido
  - 3.2.2 Botones de Control
  - 3.2.3 Indicadores Luminosos
- 3-3 Parte Posterior
  - 3.3.1 Entradas
  - 3.3.2 Salidas
  - 3.3.3 Puertos de Comunicación
  - 3.3.4 Señales de Voltaje y Corriente
- 3-4 Parte Interior

#### **4. Operación del OPH-03**

- 4-1 Introducción
- 4-2 Modos de conexión de voltajes y corrientes
- 4-3 Modos de operación
- 4-4 Menú de selección de modo
- 4-5 Menú del modo de operación normal
  - 4.5.1 Mostrar horarios
  - 4.5.2 Valores y demandas acumuladas
  - 4.5.3 Mostrar programación
  - 4.5.4 Mostrar diagnóstico del OPH-03
  - 4.5.5 Mostrar valores instantáneos
  - 4.5.6 Mostrar demanda actual y estimada
- 4-6 Modo de inicialización
- 4-7 Modo de programación
  - 4.7.1 Programación de fecha y hora
  - 4.7.2 Programación de parámetros de operación
  - 4.7.3 Programación del factor de relación
  - 4.7.4 Programación de datos a incluir en el historial
  - 4.7.5 Datos a mostrar en pantalla
  - 4.7.6 Días festivos extras
  - 4.7.7 Programación de horarios
  - 4.7.8 Programación de alarmas
- 4-8 Modo de calibración
  - 4.8.1 Calibración del reloj
- 4-9 Montaje y puesta en marcha.

#### **5. Software de comunicación**

- 5-1 Introducción
- 5-2 Operación del programa

#### **6. Desarrollo de la estación de medición de parámetros eléctricos**

- 6-1 Introducción
- 6-2 Desarrollo de la mesa
- 6-3 Desarrollo del circuito de control
  - 6.3.1 Descripción del funcionamiento del circuito de control

6-4 Descripción de la interconexión de las tres fases y el OPH-03

**7. Medición de parámetros eléctricos**

7.1 Introducción

7.2 Reporte de la medición

7.3 Graficas de consumo

**8. Conclusiones y recomendaciones**

8.1 Conclusiones

8.2 Recomendaciones

- **Bibliografía**
- **Listado de tablas**
- **Listado de fotografías**
- **Listado de figuras**
- **Listado de graficas**
- **Resumen autobiográfico**

## SÍNTESIS

Para poder analizar áreas de oportunidad en el uso eficiente de la energía eléctrica primero estudiamos las diferentes tarifas eléctricas que aplican en nuestra zona. Desde las tarifas residenciales hasta las tarifas industriales y vemos que cada una de ellas tiene diferente frecuencia y forma en el cobro, vemos que en la tarifa residencial la frecuencia de cobro es cada dos meses mientras que en la tarifa H-M es cada mes, siendo esta tarifa la mas común en la gran parte de las industrias. En esta tarifa mencionamos un ejemplo de un recibo eléctrico en el cual tratamos de explicar cada uno de los conceptos con el fin de poder entender un poco mejor la forma de cobro en esta tarifa.

Después empezamos a trabajar con el medidor de parámetros eléctricos el OPH-03 el cual lo empezamos a analizar desde su estructura física pasando por su forma de operación localmente y llegando hasta la operación remota mediante una computadora personal.

Después pasamos hacer una aplicación del OPH-03 para eficientar el consumo eléctrico, comparando los resultados obtenidos mediante el análisis matemático contra las mediciones obtenidas con el OPH-03.

# 1 INTRODUCCION

## 1.1 Objetivo

Comprobar que los resultados obtenidos de la aplicación del OPH-03 en la medición de parámetros eléctricos se pueden utilizar para un uso eficiente de la energía eléctrica.

## 1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad en nuestro país el sector energético en especial la Comisión Federal de Electricidad esta pasando por serios problemas en lo que respecta a la generación de energía eléctrica. Uno de los problemas que agrava mas la situación es el consumo no eficiente de este energético a nivel industrial y generalmente este problema es por no contar con un medidor de parámetros eléctricos que de una referencia de su consumo eléctrico actual contra un consumo eficiente de la energía eléctrica, además haciendo un análisis completo de los parámetros eléctricos se pueden encontrar áreas de oportunidad que sirven para reducir los costos en la facturación de la energía eléctrica y por consecuencia aportar indirectamente a que el sector energético en este caso CFE este menos saturado en las demandas de energía eléctrica.

## 1.3 Hipótesis

Hoy en día a nivel industrial es difícil hacer un uso eficiente del energético antes mencionado ya sea porque no se cuenta con un historial eléctrico o por desconocer técnicas para lograr un uso eficiente.

## 1.4 Limites de Estudio

Nacional en todas aquellas compañías que cuenten con el OPH-03 como medidor de parámetros eléctricos y todas aquellas que estén por empezar y en proceso de hacer un análisis de su consumo eléctrico.

## 1.5 Justificación

En la actualidad es necesario concientizar a toda aquella persona involucrada en el ramo eléctrico, industrial y de servicios en un uso eficiente del energético antes mencionado para ello se presenta como una posible solución “Aplicación del OPH-03 en el uso

eficiente de la energía eléctrica” incluso puede servir como consulta para todo aquella persona interesada en el tema.

## 1.6 Metodología

La metodología que se propone llevar es:

1. Recopilar la información necesaria de CFE sobre las tarifas eléctricas a nivel industrial que están rigiendo actualmente.
2. Adquirir un OPH-03 para aplicarlo en la FIME de la UANL. La compañía Montoi S.A. de C.V. hizo la donación de 2 equipos con el fin de apoyar a los alumnos en la obtención de los parámetros eléctricos en la asignatura de Subestaciones Eléctricas a nivel licenciatura.
3. Aplicar el OPH-03 a cargas que previamente se les encontraron los parámetros eléctricos mediante la forma analítica y compararlos con los obtenidos por el OPH-03.
4. Después de haber obtenido la información anterior buscar áreas de oportunidad para hacer un uso eficiente de la energía eléctrica.
5. Aplicar técnicas de costo beneficio a las propuestas y aplicar inmediatamente aquellas que no requieren de inversión.
6. Propuestas Finales.

## 1.7 Revisión bibliografica

En la actualidad trabajos similares al presentado aquí hay muchos, siendo la mayoría tópicos nuevos en el área de la Ingeniería Eléctrica, por ejemplo : Calidad de la energía, como una comparación de este trabajo de tesis con este tema de actualidad es que podemos ver el comportamiento de nuestro factor de potencia, otro tema de actualidad son los Sistemas de Ahorro de Energía Eléctrica, en mi tema de tesis de las tarifas eléctricas tratadas en el capítulo 2 son parte importante en el análisis de Sistemas de ahorro de energía eléctrica.

## 2. TARIFAS ELECTRICAS

### 2.1 Introducción

Las tarifas eléctricas no son mas que la forma de cómo el suministrador del servicio de energía eléctrica hará el cobro correspondiente del consumo del energético, para esto se tienen tarifas a nivel domestico, residencial, comercial e industrial variando desde su frecuencia de facturación hasta los factores que se incluyen en la facturación esto quiere decir que a nivel industrial la frecuencia de facturación es cada mes la cual difiere a la tarifa domestico y residencial la cual es cada dos meses, para la tarifa industrial se toman en cuenta las demandas de consumo, lo cual viene siendo el consumo máximo medio en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 minutos, además teniendo en estas tarifas diferentes costos para la energía consumida.

Siendo estas de interés para toda aquella persona involucrada en proyectos de ahorro de energía eléctrica, para el ingeniero de planta, de servicios, de diseño y todo el personal involucrado con la energía eléctrica.

### 2.2 Tarifa No. 1

Servicio domestico

Aplicación

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destine la energía para uso exclusivamente domesticó, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda.

Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá de aplicárseles ninguna otra tarifa.

Cargo por energía consumida

Las cuotas enseguida mencionadas son aplicables para el mes de septiembre del año 2000.

Consumo básico: \$0.421 por cada uno de los primeros 75 kilowatts-hora.

Consumo intermedio: \$0.495 por cada uno de los siguientes 125 kilowatts-hora.

Consumo excedente: \$1.450 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

El mínimo mensual de consumo para esta tarifa es de 25 kilowatts-hora.

### 2.2.1. Tarifa 1-A

#### Aplicación

Esta tarifa se aplicara a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente domestico, en localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 25°C como mínimo.

Se considerará que una localidad alcanza la temperatura media mínima en verano de 25°C, cuando alcance el limite indicado durante tres o mas años de los últimos cinco de que se disponga de la información correspondiente. Se considerará que durante un año alcanzó el limite indicado cuando registre la temperatura media mensual durante dos meses consecutivos o más, según los reportes elaborados por la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

#### Periodo de aplicación

El suministrador aplicará las cuotas siguientes en el periodo que comprenda los seis meses más cálidos del año, los cuales serán fijados por le suministrador, de acuerdo con las citadas observaciones termométricas. Las cuotas mensuales fuera de la temporada de verano serán aplicadas para la tarifa 1.

#### Cargo por energía consumida

Las cuotas enseguida mencionadas son aplicables para el mes de septiembre del año 2000.

Consumo básico: \$0.361 por cada uno de los primeros 100 kilowatts-hora.

Consumo intermedio: \$0.433 por cada uno de los siguientes 150 kilowatts-hora.

Consumo excedente: \$1.450 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

El mínimo mensual de consumo para esta tarifa es de 25 kilowatts-hora.

### 2.2.2 Tarifa 1-B

#### Aplicación

Esta tarifa se aplicara a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente domestico, en localidades cuya temperatura media mensual en verano

sea de 28°C como mínimo. Estos servicios solo se suministrarán en baja tensión, y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa de uso general.

Se considerará que una localidad alcanza la temperatura media mínima de verano de 28°C, cuando alcance el límite indicado durante tres o más años de los últimos cinco de que se disponga información. Se considerará que durante un año alcanza el límite indicado cuando registre la temperatura media mensual durante dos meses consecutivos o más, según los reportes elaborados por la SEMARNAP.

#### Cargo por energía consumida

Las cuotas enseguida mencionadas son aplicables para el mes de septiembre del año 2000.

Consumo básico: \$0.361 por cada uno de los primeros 125 kilowatts-hora.

Consumo intermedio: \$0.433 por cada uno de los siguientes 175 kilowatts-hora.

Consumo excedente: \$1.450 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

El mínimo mensual de consumo para esta tarifa es de 25 kilowatts-hora.

Las cuotas fuera de la temporada de verano serán establecidas por la tarifa 1.

### 2.2.3 Tarifa 1-C

#### Aplicación

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, en localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 30°C como mínimo. Estos servicios solo se suministrarán en baja tensión, y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa de uso general.

Se considerará que una localidad alcanza la temperatura media mínima de verano de 30°C, cuando alcance el límite indicado durante tres o más años de los últimos cinco de que se disponga información. Se considerará que durante un año alcanza el límite indicado cuando registre la temperatura media mensual durante dos meses consecutivos o más, según los reportes elaborados por la SEMARNAP.

#### Cargo por energía consumida

Las cuotas enseguida mencionadas son aplicables para el mes de septiembre del año 2000.

Consumo básico: \$0.361 por cada uno de los primeros 150 kilowatts-hora.

Consumo intermedio: \$0.433 por cada uno de los siguientes 600 kilowatts-hora.

Consumo excedente: \$1.450 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

El mínimo mensual de consumo para esta tarifa es de 25 kilowatts-hora.

Las cuotas fuera de la temporada de verano serán las establecidas por la tarifa 1.

## 2.2.4 Tarifa 1-D

### Aplicación

Esta tarifa se aplicara a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente domestico, en localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 31°C como mínimo. Estos servicios solo se suministraran en baja tensión, y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa de uso general.

Se considerara que una localidad alcanza la temperatura media mínima de verano de 31°C, cuando alcance el limite indicado durante tres o mas años de los últimos cinco de que se disponga información. Se considerara que durante un año alcanzo el limite indicado cuando registre la temperatura media mensual durante dos meses consecutivos o mas, según los reportes elaborados por la SEMARNAP.

### Cargo por energía consumida

Las cuotas enseguida mencionadas son aplicables para el mes de septiembre del año 2000.

Consumo básico: \$0.361 por cada uno de los primeros 175 kilowatts-hora.

Consumo intermedio: \$0.433 por cada uno de los siguientes 825 kilowatts-hora.

Consumo excedente: \$1.450 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

El mínimo mensual de consumo para esta tarifa es de 25 kilowatts-hora.

Las cuotas fuera de la temporada de verano serán las establecidas por la tarifa 1.

## 2.2.5 Tarifa 1-E

### Aplicación

Esta tarifa se aplicara a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente domestico, en localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 32°C como mínimo. Estos servicios solo se suministraran en baja tensión, y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa de uso general.

Se considerara que una localidad alcanza la temperatura media mínima de verano de 32°C, cuando alcance el límite indicado durante tres o mas años de los últimos cinco de que se disponga información. Se considerara que durante un año alcanzo el límite indicado cuando registre la temperatura media mensual durante dos meses consecutivos o mas, según los reportes elaborados por la SEMARNAP.

### Cargo por energía consumida

Las cuotas enseguida mencionadas son aplicables para el mes de septiembre del año 2000.

Consumo básico: \$0.301 por cada uno de los primeros 300 kilowatts-hora.

Consumo intermedio bajo: \$0.388 por cada uno de los siguientes 900 kilowatts-hora.

Consumo intermedio alto: \$0.917 por cada uno de los siguientes 1300 kilowatts-hora.

Consumo excedente: \$1.450 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

El mínimo mensual de consumo para esta tarifa es de 25 kilowatts-hora.

Las cuotas fuera de la temporada de verano serán las establecidas por la tarifa 1.

## 2.3 Tarifa 2

### Aplicación

Esta tarifa se aplicara a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 kilowatts.

Las cuotas aplicables para el mes de Septiembre del 2000 son las siguientes:

Cargo fijo: \$24.580

### Cargos adicionales por energía consumida

\$0.95830 por cada uno de los primeros 50 kilowatts-hora.

\$1.16074 por cada uno de los siguientes 50 kilowatts-hora.

\$1.27989 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

El mínimo mensual de consumo, cuando el usuario no haga uso del servicio cubrirá como mínimo el cargo fijo antes mencionado.

La demanda por contratar la fijara inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Nota: cualquier fracción de kilowatt se tomara como kilowatt completo.

Cuando el usuario exceda la demanda de 25 kilowatts, deberá de solicitar al suministrador aplique la tarifa 3. De no hacerlo, a la tercera medición consecutiva en que

exceda la demanda de 25 kilowatts, será reclasificado por el suministrador, notificándole al usuario.

El depósito en garantía es el importe que resulte de aplicar el precio de los cargos adicionales por energía consumida a los consumos mensuales que se indican según los casos:

- 1.- 125 kilowatts-hora para los servicios suministrados con un hilo de corriente.
- 2.- 350 kilowatts-hora para los servicios suministrados con 2 hilos de corriente.
- 3.- 400 kilowatts-hora para los servicios suministrados con 3 hilos de corriente.

En el caso de los servicios con facturación bimestral, el depósito en garantía será de dos veces el importe que resulte de aplicar lo anterior.

## 2.4 Tarifa 3

### Aplicación

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de más de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

Las cuotas aplicables para el mes de Septiembre del año 2000 son las siguientes:

Cargo por demanda máxima: \$111.723 por cada kilowatt de demanda máxima medida.

Cargo adicional por la energía consumida: \$0.70616 por cada kilowatt-hora.

El mínimo mensual de consumo, cuando el usuario no haga uso del servicio cubrirá como mínimo 8 veces el cargo por kilowatt de demanda máxima.

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor de 60% de la carga total conectada ni menor de 25 kilowatts o de la capacidad del motor más grande o aparato instalado. Cualquier fracción de kilowatt será tomado como kilowatt completo.

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo de facturación.

El depósito en garantía es 2 veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima.

## 2.5 Tarifa O-M

### Aplicación

Esta tarifa se aplicara a todos los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 kw.

Las cuotas aplicables para el mes de Septiembre del año 2000 las encontraremos mas adelante donde se ve una distribución por regiones con costos variables tanto en el kilowatt consumido como en la demanda máxima medida, esto nos lleva a tomar conciencia en el uso de la energía eléctrica sobre todo a nivel industrial teniendo aquí áreas de oportunidad para minimizar este consumo sin restringir niveles de producción ni mucho menos la calidad del producto. La tabla 1 muestra el costo de kilowatt de demanda por región.

Región	Cargo por kilowatt de demanda máx. medida	Cargo por kilowatt-hora de energía consumida
Baja California (verano)	\$58.124	\$0.49064
Baja California Sur (verano)	\$64.335	\$0.65912
Noroeste	\$70.368	\$0.48225
Central	\$65.757	\$0.49159
Noreste	\$60.446	\$0.45440
Norte	\$60.718	\$0.45782
Peninsular	\$67.906	\$0.49468
Sur	\$65.757	\$0.47299

Tabla 1. Costo de Kilowatts de demanda por Región.

El mínimo mensual será el que resulte de aplicar 10 veces el que cargo por kilowatt de demanda máxima medida.

La demanda contratada la fijara inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 10 kilowatts o la capacidad del motor mayor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, solo se tomara como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor del 90%.

Para la aplicación de las cuotas aplicables en las regiones Baja California, Baja California Sur y Noroeste se definen las siguientes temporadas:

#### Verano

Región Baja California: del 1° de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Región Baja California Sur: del 1° domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Región Noroeste: del 16 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

#### Fuera de verano

Región Baja California: del último domingo de octubre al 30 de abril.

Región Baja California Sur: del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril.

Región Noroeste: del último domingo de octubre al 15 de mayo.

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo de facturación. Nota: cualquier fracción de kilowatt de demanda máxima medida se tomara como kilowatt completo.

Cuando la demanda máxima medida exceda de 100 kilowatts, el usuario deberá de solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa H-M. De no hacerlo al tercer mes consecutivo en que exceda la demanda de 100 kilowatts, será clasificado por el suministrador en la tarifa H-M, notificándole al usuario.

Deposito en garantía es 2 veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima medida a la demanda contratada.

## 2.6 Tarifa HM

### Aplicación

Esta tarifa se aplicara a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o mas.

Las cuotas aplicables por demanda facturable y por la energía de punta son mostradas en la tabla 2.

<b>Región</b>	<b>Cargo por kilowatt de demanda facturable</b>	<b>Cargo por kilowatt hora de energía de punta</b>	<b>Cargo por kilowatt hora de energía intermedia</b>	<b>Cargo por kilowatt hora de energía de base</b>
Baja California	\$98.288	\$1.34324	\$0.37173	\$0.29257
Baja California Sur	\$94.412	\$1.07795	\$0.51563	\$0.36518
Central	\$68.149	\$1.28721	\$0.41184	\$0.34395
Noreste	\$62.638	\$1.18930	\$0.38245	\$0.31320
Noroeste	\$118.330	\$1.13950	\$0.40823	\$0.32833
Norte	\$62.917	\$1.19802	\$0.38597	\$0.31407
Peninsular	\$70.368	\$1.34660	\$0.43149	\$0.33091
Sur	\$68.149	\$1.26063	\$0.39380	\$0.32712

Tabla 2. Costos por Kilowatt de demanda facturable en los diferentes horarios y regiones.

El mínimo mensual es el importe que resulte de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la demanda contratada.

La demanda contratada la fijara inicialmente el usuario, su valor no será menor del 60 % de la carga total conectada, ni menor de 100 kilowatts o de la capacidad del motor mas grande o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, solo se tomara como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

Para los efectos de aplicación de esta tarifa , se utilizaran los horarios locales oficialmente establecidos. Para los días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de ley federal del trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por acuerdo presidencial.

Los periodos de punta, intermedio y base se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describen a continuación.

### Región Baja California

La tabla 3 muestra los horarios aplicables a la temporada de verano a partir del 1° de mayo, y termina el sábado anterior al ultimo domingo de octubre.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes		0:00 - 12:00 18:00 - 24:00	12:00 - 18:00
sábado		0:00 - 24:00	
domingo y días festivos		0:00 - 24:00	

Tabla 3: Horarios Intermedios y punta en temporada de Verano(Región Baja California)

La tabla 4 muestra los horarios del ultimo domingo de octubre al 30 de abril

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingo y días festivos	0:00 - 24:00		

Tabla 4: Horario base e intermedio en temporada fuera de verano(Región Baja California).

### Región Baja California Sur

Del Primer domingo de abril, al sábado anterior al ultimo domingo de abril.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingo y días festivos	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

Tabla 5: Horarios base e intermedios en temporada fuera de verano(Región Baja California)

### Regiones Central, Noreste, Norte y Sur

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al ultimo domingo de octubre.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y días festivos	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Tabla 6: Horarios base e intermedio en temporada de verano(Región Central, Noreste, Norte y Sur)

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y días festivos	0:00 - 19:00	18:00 - 24:00	

Tabla 7: Horarios base e intermedio en temporada fuera de verano (Región Central, Noreste, Norte y Sur)

### Región Noroeste

Del 16 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 13:00 17:00 - 20:00 23:00 - 24:00	13:00 - 17:00 20:00 - 23:00
sábado		0:00 - 24:00	
domingo y días festivos		0:00 - 24:00	

Tabla 8: Horario de verano región Noreste

Del último domingo de octubre al 15 de mayo

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 20:00	
sábado	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
domingo y días festivos	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

Tabla 9: Horario fuera de verano región Noreste

### Región Peninsular

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 9:00	9:00 - 24:00	
domingo y días festivos	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Tabla 10: Horario de verano región Peninsular

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 9:00 23:00 - 24:00	9:00 - 18:00 21:00 - 23:00	18:00 - 21:00
sábado	0:00 - 17:00	17:00 - 24:00	
domingo y días festivos	0:00 - 18:00 23:00 - 24:00	18:00 - 23:00	

Tabla 11: Horario fuera de verano región Peninsular

La demanda facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI * \text{Max}(DI - DP, 0) + FRB * \text{Max}(DB - DPI, 0)$$

Donde

DP es la demanda máxima medida en el periodo de punta.

DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio.

DB es la demanda máxima medida en el periodo de base.

DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio.

Max significa máximo.

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria:

<b>Región</b>	<b>FRI</b>	<b>FRB</b>
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.162	0.081
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

En la fórmula donde se define la demanda facturable, el símbolo "Max" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, esta tomara el valor cero.

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinara mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía

eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

Para las regiones de Baja California, Baja California Sur y Noroeste, DP tomara el valor de cero durante la temporada que no tiene periodo de punta. Nota cualquier fracción de kilowatt será tomada como kilowatt completo.

Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de DP, DI y DB inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la OM.

El deposito en garantía es el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada.

La mayoría de la industria de Monterrey están en esta tarifa comúnmente conocida como tarifa horaria.

## 2.7 Tarifa H-T

### Aplicación

Esta tarifa se aplicara a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel transmisión y que por las características de su demanda soliciten inscribirse en este servicio.

Se aplicaran los siguientes costos por la demanda facturable, por la energía de punta, energía facturable de semipunta, energía intermedia y por la energía base.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt hora de energía de punta	Cargo por kilowatt hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt hora de energía de base
Baja California	\$72.823	\$1.41617	\$0.33957	\$0.28960
Baja California Sur	\$64.818	\$1.13996	\$0.47165	\$0.35180
Central	\$38.346	\$1.40898	\$0.35869	\$0.33208
Noreste	\$38.346	\$1.37665	\$0.33055	\$0.29817
Noroeste	\$80.234	\$1.30325	\$0.34723	\$0.31383
Norte	\$38.346	\$1.37700	\$0.32967	\$0.29538
Peninsular	\$38.346	\$1.42141	\$0.35434	\$0.30691
Sur	\$38.346	\$1.37575	\$0.33478	\$0.30969

Tabla 12: Cargo por demanda en los diferentes horarios

El mínimo mensual es el importe que resulte de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la demanda contratada.

La demanda contratada la fijara inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del motor mayor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, solo se tomara como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

Los horarios que aplican a esta tarifa son los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos por la ley federal del trabajo.

Los periodos de punta, semipunta, intermedio y base se definen en cada una de las regiones tarifarias para las distintas temporadas del año, las cuales se describen a continuación.

### Región Baja California

Del 1° de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta	Semipunta
lunes a viernes		0:00 - 12:30 22:30 - 24:00	12:30 - 18:30	18:30 - 22:30
sábado		0:00 - 24:00		
domingos y días festivos		0:00 - 24:00		

Tabla 13: Horario de verano región Baja California

Del último domingo de octubre al 30 de abril.

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingos y días festivos	0:00 - 24:00		

Tabla 14: Horario fuera de verano región Baja California

### Región Baja California Sur

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes		0:00 - 12:30 22:30 - 24:00	12:30 - 22:30
sábado		0:00 - 19:30 22:30 - 24:00	19:30 - 22:30
domingos y días festivos		0:00 - 24:00	

Tabla 15: horario de verano región Baja California Sur

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00	18:00 - 21:00	
sábado	21:00 - 24:00		
domingos y días festivos	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

Tabla 16: Horario fuera de verano región Baja California Sur

### Regiones Central, Noreste, Norte y Sur

Del 1° de febrero al sábado anterior al primer domingo de abril.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:30 22:30 - 24:00	19:30 - 22:30
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingos y días festivos	0:00 - 19:00	19:00 - 23:00	
	23:00 - 24:00		

Tabla 17: Horario de verano regiones Central, Noreste y Sur

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingos y días festivos	0:00 - 19:00	18:00 - 24:00	

Tabla 18: Horario fuera de verano regiones central, Noreste y Sur

### Región Noroeste

Del 16 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes		0:00 - 13:00 17:00 - 20:00 23:00 - 24:00	13:00 - 17:00 20:00 - 23:00
sábado		0:00 - 24:00	
domingos y días festivos		0:00 - 24:00	

Tabla 19: Horario de verano región Noreste

Del domingo de octubre al 15 de mayo

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
domingos y días festivos	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

Tabla 20: Horario fuera de verano región Noreste

### Región Peninsular

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 9:00	9:00 - 24:00	
domingos y días festivos	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Tabla 21: Horario de verano región peninsular

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril.

<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 9:00 23:00 - 24:00	9:00 - 18:00 21:00 - 23:00	18:00 - 21:00
sábado	0:00 - 17:00	17:00 - 24:00	
domingos y días festivos	0:00 - 18:00 23:00 - 24:00	18:00 - 23:00	

Tabla 22: Horario fuera de verano región Peninsular

### Demanda facturable

La demanda facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI * \text{MAX}(DI - DP, 0) + FRB * \text{MAX}(DB - DPI, 0)$$

Donde

DP es demanda máxima medida en el periodo de punta

DI es demanda máxima medida en el periodo intermedio

DB es la demanda máxima medida en el periodo base

DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio.

MAX indica máxima

\* indica multiplicación

FRI y FRB son los factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.162	0.081
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinaran mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

Para las regiones de Baja California, Baja California Sur y Noreste, la DP tomara el valor de cero durante la temporada que no tiene periodo de punta.

Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de DP, DI y DB inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa O-M.

El deposito en garantía es 2 veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada.

Estas dos ultimas tarifas la O-M y la H-M son las mas comunes a nivel industrial sin embargo hay otras tarifas que solo las mencionaremos debido a que muy pocas compañías manejan este tipo de tarifa.

La tarifa H-T y H-TL perteneciendo a tarifas de transmisión, H-S y H-SL perteneciendo a las tarifas de subtransmicion.

## 3 DESCRIPCION FISICA DEL OPH-03

### 3.1 Introducción

El OPH-3 también llamado Omnipotencihorimetro es un medidor múltiple con integración y memoria de los principales parámetros eléctricos de un sistema, ya sea con valores monofásicos o trifásicos y en valor eficaz real de voltaje , corriente, factor de potencia, watts, watt-hora, VARs, VARhora, VAs, VAhora, frecuencia así como también la fecha y la hora.

Integra los valores de las potencias (W, VAR, VA), los  $I^2$  y los  $V^2$ , en intervalos de 15 minutos o rolados a 5 minutos según sea la programación dada por el usuario. Todas las lecturas se muestran en un desplegado o pantalla alfanumérica. Cuenta con alarmas de diferentes parámetros con límites programables, por lo que puede ser usado como controlador de demanda o como protección de respaldo.

El OPH-03 se puede programar para medir la energía activa y reactiva en tres fases tres hilos(dos elementos) o tres fases cuatro hilos (tres elementos), con lo que se evita tener equipos diferentes para cada tipo de conexión.

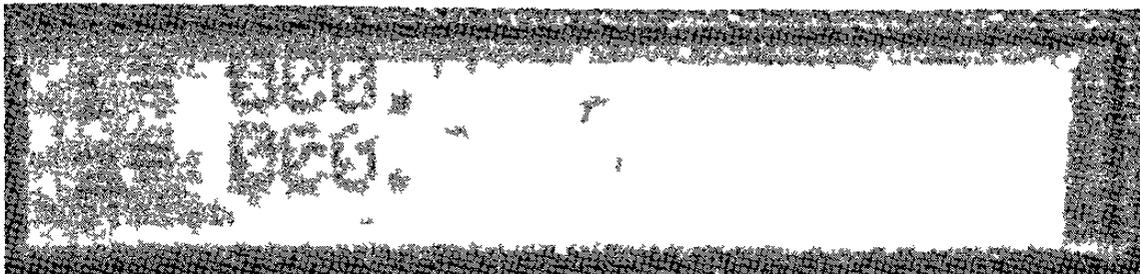
El equipo se puede interrogar localmente o remotamente por medio de una computadora personal a la cual se le debe de instalar el programa del OPH-03 para poder hacer esta interrogación.

### 3.2 Parte Anterior

Aquí describiremos el OPH-03 desde el punto de vista estructural además describiremos los componentes internos y externos. A continuación mencionaremos cada uno de los componentes de la parte anterior del medidor.

#### 3.2.1 Pantalla alfanumérica de cristal liquido

La pantalla es de cristal liquido con 2 renglones los cuales constan de 20 caracteres alfanuméricos cada uno. A través de la pantalla se despliega la información almacenada en el equipo o se presentan las diferentes opciones cuando el equipo esta siendo programado. La fotografía 1 muestra la pantalla propia del equipo.



Fotografía 1. pantalla de dos renglones de cristal liquido propia del equipo.

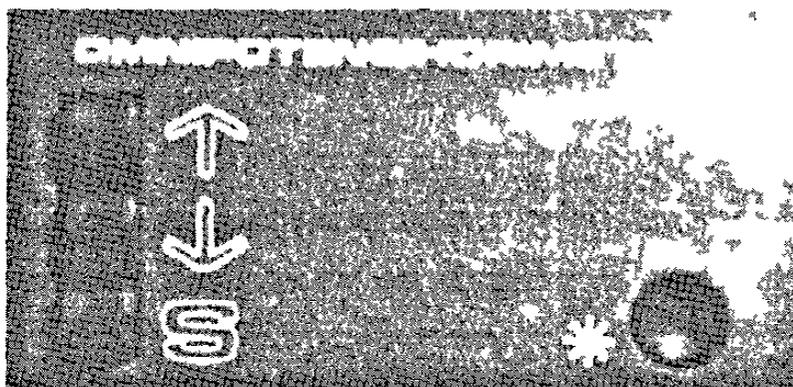
### 3.2.2 Botones de control

El equipo tiene cuatro botones los cuales son usados para controlar el despliegado de la pantalla. Cada uno de ellos tiene una función determinada dependiendo del despliegado de la pantalla en un momento dado, aunque en general se puede atribuir a cada uno de ellos algunas funciones específicas como incrementar, decrementar, navegar entre opciones, seleccionar, terminar etc.

La identificación de cada uno de los botones son las siguientes:

- S Significa seleccionar
- ↑ Sirve para navegar entre paginas hacia arriba
- ↓ Sirve para navegar entre paginas hacia abajo
- \* Es de uso restringido

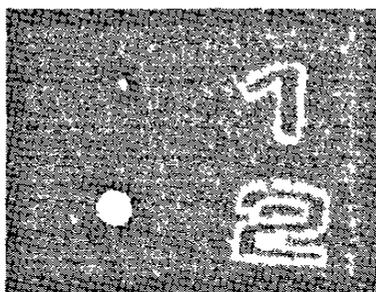
“\*” este botón tiene la peculiaridad de que no sobresale como los demás. La razón de esto es dificultar el acceso a este botón y evitar que se active en forma accidental. La figura 2 muestra los botones antes mencionados.



Fotografía 2. Botones de acceso al OPH-03

### 3.2.3 Indicadores luminosos

El equipo cuenta con dos indicadores luminosos los cuales están marcados con los números "1" y "2". El indicador luminoso numero 1 es programable para enviar una señal luminosa cada watt-hora, o cada var-hora, entre otras opciones. Esta señal puede ser acoplada a aparatos de medición o calibración con sensores ópticos. El indicador luminoso numero 2 es bicolor (verde/rojo). Su estado puede ser apagado, encendido en verde o rojo, o parpadeando en alguno de estos colores, para indicar las condiciones de operación del equipo o alguna señalización de alarma. La fotografía 3 muestra los indicadores luminosos.



Fotografía 3. Indicadores luminosos

## 3.3 Parte Posterior

En la parte posterior del OPH-03 se encuentran las tablillas de conexiones y los conectores de comunicación la intención de ponerlas en la parte posterior es para que no estén accesibles a cualquier persona ya que se pretende que esta parte siempre este hacia dentro del gabinete en el cual se encuentre el OPH-03 instalado. A continuación se describen las funciones de las conexiones físicas.

### 3.3.1 Entradas

Dos señales de entradas pueden ser aplicadas al OPH-03 una de ellas es la entrada de sincronía (SINC) la cual es usada para dar un pulso de sincronía al reloj de tiempo real. Al aplicársele un voltaje de 120 volts alternos o directos se ajusta el reloj al minuto mas cercano poniendo en ceros los segundos. La utilización mas común de esta entrada es para recibir un pulso por parte del suministrador del servicio de energía con el fin de poner en fase el reloj del OPH-03 con el del suministrador haciendo el historial de

consumos y de demandas casi idéntico al facturado por el suministrador del servicio eléctrico.

La otra señal de entrada disponible es EN2 y se utiliza para inicializar el contador para la alarma de watts-hora

Otra de las entradas al OPH-03 es el voltaje de alimentación auxiliar (Vaux) al cual se aplica un voltaje de entrada para la electrónica del equipo. Puede ser voltaje alterno o directo y no tiene polaridad. La figura 1 muestra las entradas del OPH-03.

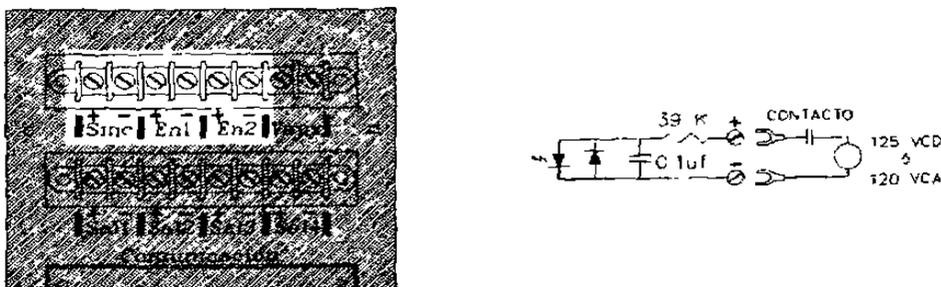


Figura 1. Conexión de las entradas del OPH-03.

### 3.3.2 Salidas

El equipo cuenta con cuatro señales de salida, las cuales están identificadas como Sal1, Sal2, Sal3 y Sal4 la Sal1 es normalmente cerrada, indicando que el equipo está fuera de operación. Las otras tres restantes son normalmente abiertas y son programables entre diferentes opciones, en seguida se muestra un ejemplo de la programación de las salidas.

#### Salida 1

Esta salida señala la condición de fuera de operación del equipo. Es una salida normalmente activa, es decir mientras el equipo está funcionando la salida está activa, y solo cuando el equipo está fuera de operación la salida se desactiva.

#### Salida 2

Puede ser programada para activarse con los pulsos de watt-hora (WH) o cuando se viole la condición programada para la alarma 2.

#### Salida 3

Puede ser programada para activarse en cada cambio de horario del grupo A, con los pulsos de VAH, con los pulsos de V<sup>2</sup>H para V1 o cuando se viole la condición programada para la alarma 3

#### Salida 4

Esta salida puede ser programada para activarse al integrar al final de cada ciclo de integración, cada hora, con los pulsos de P<sup>H</sup> para la o cuando se viole la condición programada para la alarma 4. La fotografía 4 muestra la tablilla de conexiones de las salidas.



Fotografía 4. Tablilla de conexiones de las salidas

#### 3.3.3 Puertos de comunicación

El OPH-03 puede ser interrogado o programado desde una computadora personal a través de un lazo serial conectado a los puertos de comunicación, utilizando el programa del propio equipo.

El equipo soporta dos tipos de configuraciones de comunicación uno de ellos es configuración uno a uno y es cuando se tiene un solo equipo conectado a la computadora en este tipo de configuración se utiliza un conector DB-9 macho el cual va conectado a la computadora y un DB-25 hembra el cual va conectado al OPH-03 la figura 2 muestra las conexiones correspondientes. Configuración en cadena es cuando se tiene la necesidad de conectar varios equipos a una sola computadora en este caso se utilizan dos conectores DB-9 una hembra y un macho además se debe de poner un terminador de línea en el equipo final de la cadena según la figura 3.

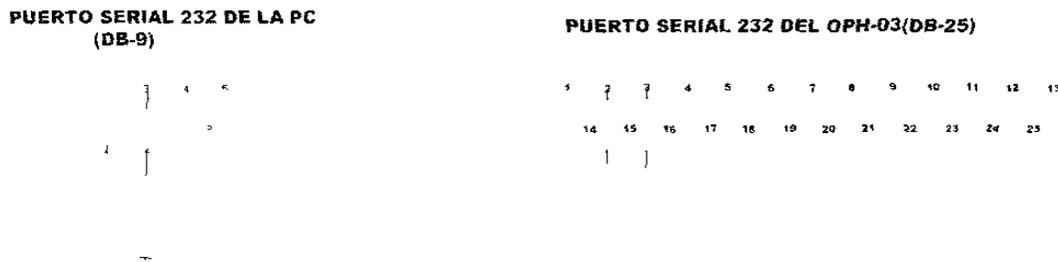


Figura 2. Conexión de los conectores en la configuración uno a uno

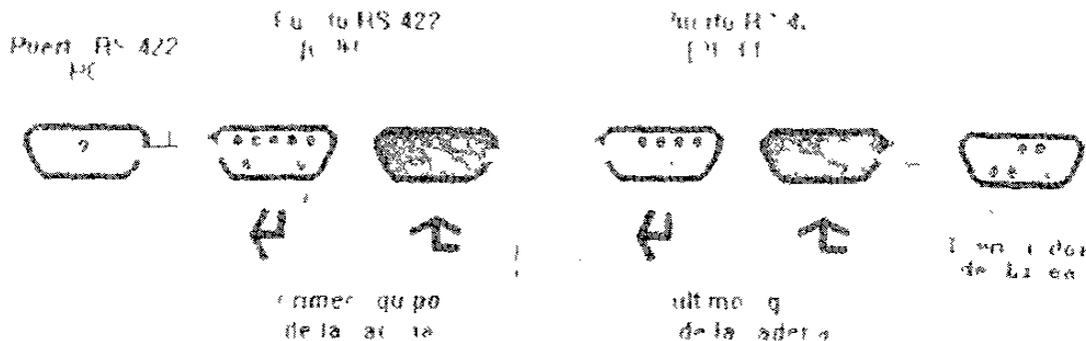


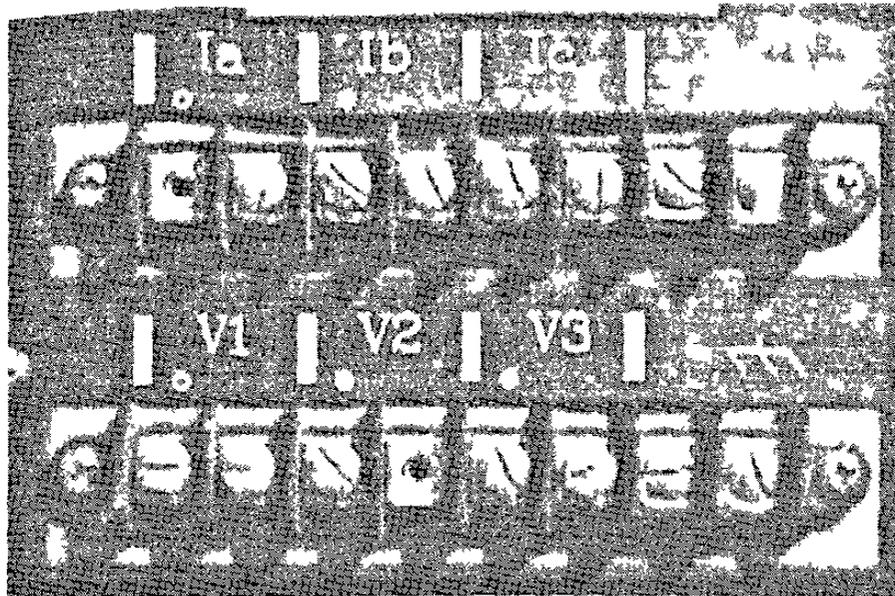
Figura 3. Configuración en cadena

### 3.3.4 Señales de voltaje y corriente

En la parte inferior del equipo se encuentran las terminales para las señales de entrada de corriente y voltaje, así como una terminal de conexión al chasis del equipo.

Las terminales de corriente están marcadas con Ia, Ib e Ic para cada una de las fases, mientras que las terminales de voltaje están marcadas como V1, V2 y V3.

Una de las terminales de cada señal de voltaje y corriente están marcadas con un círculo que indica la polaridad de los transductores internos del equipo y debe de tomarse en cuenta al momento de conectar los transformadores de corriente(TC) y los transformadores de potencial(TP). La fotografía 5 muestra las terminales antes mencionadas.



Fotografía 5. Terminales para conectar las corrientes y voltajes de entrada.

### 3.4 Parte Interior

Internamente el OPH-03 tiene 4 tarjetas electrónicas y un subensamblaje de transductores, las 4 tarjetas electrónicas son las siguientes: tarjeta de control(CTR), fuente de alimentación interna(FPS3), la tarjeta madre(BUS) y la tarjeta del panel frontal (FTR). El subensamblaje de los transductores contiene 6 transformadores de los cuales 3 son de corriente y los otros 3 son de voltaje los cuales están conectados directamente a las terminales de las señales de entrada en la parte posterior la figura 4 muestra el diagrama de bloques del OPH-03.

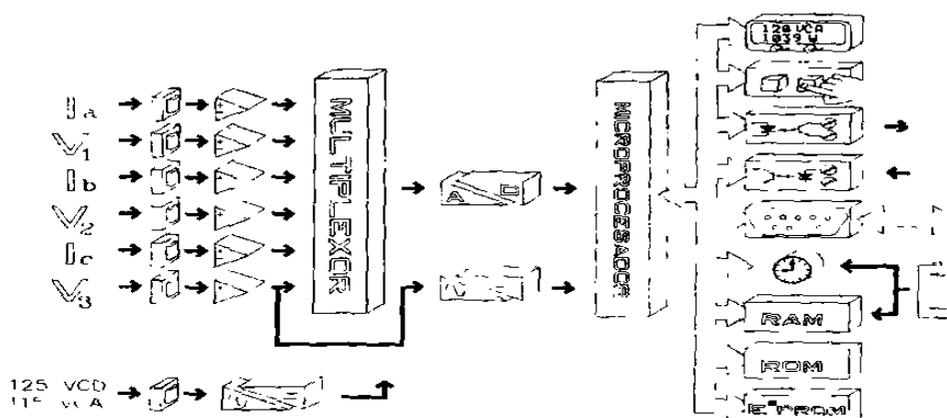


Figura 4. diagrama de bloques del OPH-03

## 4 OPERACION DEL OPH-03

### 4.1 Introducción

En este capítulo analizaremos al medidor de parámetros eléctricos OPH-03 en cada uno de sus modos de operación todo en forma local, esto quiere decir que estaremos navegando entre las pantallas del medidor mediante los botones propios del medidor.

### 4.2 Modos de Conexión de Corrientes y Voltajes

El OPH-03 calcula las potencias de un sistema eléctrico en todas sus modalidades, a partir de las señales de entrada de voltaje y corriente.

Puede ser programado para utilizar el método de 3 wattmetros(3 elementos 4 hilos) o el de 2 wattmetros (2 elementos 3 hilos), para medir la potencia trifásica.

El método de medición programado determina la forma de conexión de las señales de voltaje y corriente: con 3 elementos se utilizan los 3 voltajes referenciados a neutro  $V1(L1-N)$ ,  $V2(L2-N)$  y  $V3(L3-N)$  y se miden las 3 corrientes  $Ia(L1)$ ,  $Ib(L2)$  y  $Ic(L3)$ , la figura 5 muestra la conexión a 3 elementos. En 2 elementos ya no se utiliza el neutro en la medición de voltajes ya que esta es entre fases utilizándose una línea como común(L2) y solo se mide 2 corrientes  $Ia$  de la línea 1  $Ia$  y  $Ic$  de la línea 3  $Ic$ , dejando la línea 2  $Ib$  sin medición ya que se esta utilizando como común por los voltajes, la figura 6 muestra la conexión con 2 elementos.

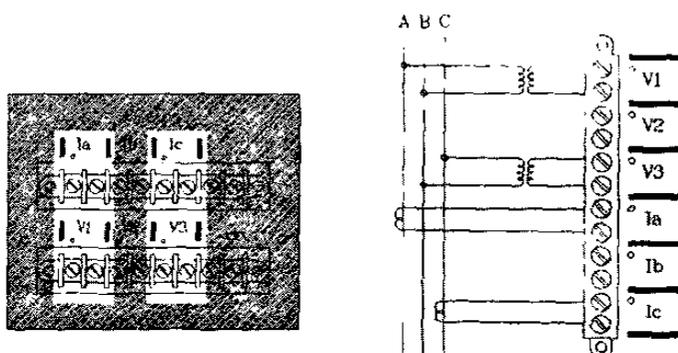


Figura 5. Conexión a Dos Elementos

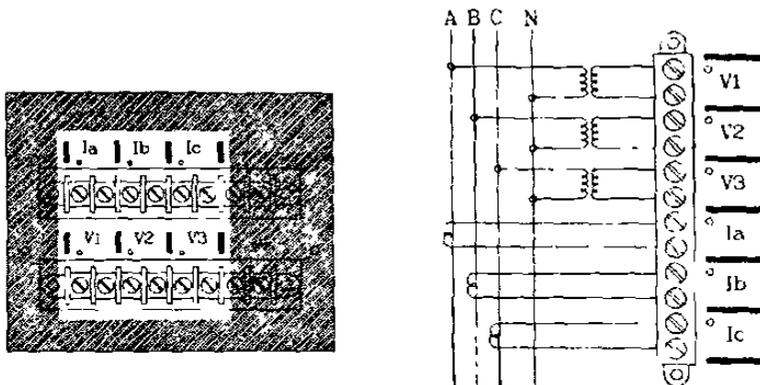


Figura 6. Conexión a Tres Elementos

Las señales de corriente que se alimentan al OPH-03 se toman de los devanados secundarios de un Transformador de Corriente (TC), estos transformadores tienen una relación de transformación denominada **RTC**. Las señales de voltaje se obtienen de los devanados secundarios de un Transformador de Potencial (TP), la relación para estos transformadores se denomina **RTP**. De aquí definimos la relación de transformación que no es más que el producto de las relaciones de transformación de voltaje y corriente.

$$\text{Factor de Relación} = \text{RTP} \times \text{RTC}$$

El factor de relación equivale a una relación de transformación de potencia, utilizado por el OPH-03 para calcular las potencias trifásicas primarias a partir de las mediciones y valores secundarios.

El factor de relación en el OPH-03 es programable en amplio rango desde 1.00 hasta 999,900 para ajustarse a las características de cualquier sistema eléctrico donde se instale.

Es importante comprobar la polaridad correcta, primero cheque que los valores de voltaje y corriente sean diferentes de cero y luego que los signos de los watts por elemento sean positivos. En caso de que alguno tenga signo negativo será necesario cambiar la polaridad del voltaje o de la corriente correspondiente a la fase. Nota: Por seguridad se recomienda cambiarle la polaridad al voltaje.

### 4.3 Modos de Operación

El OPH-03 tiene cuatro modos de operación: Operación Normal, Programación, Inicialización y Calibración. Al encender el equipo inmediatamente se pone en

operación normal. El equipo siempre está en cualquiera de los cuatro modos de operación. A continuación se explica cada uno de ellos.

#### Operación Normal

Es el modo de operación principal en el que el equipo está muestreando las señales de entrada, haciendo cálculos y actualizando todos los valores de medición y alarmas. Operando en este modo, el equipo puede ser ordenado desde el panel frontal para mostrar en la pantalla cualesquiera de las lecturas disponibles, y puede ser interrogado a través de los puertos de comunicación.

#### Programación

El equipo queda fuera de operación normal cuando entra en este modo es decir deja de realizar las funciones de medición, cálculos y actualizaciones de valores hasta que vuelve a entrar al modo de operación normal.

El equipo necesita estar en modo de programación si se desea cambiar la programación, sin embargo no es necesario que esté en este modo si solo se desea examinar la programación, dado que en el modo de operación normal se puede ordenar al equipo que despliegue por la pantalla el estado de las diferentes programaciones.

#### Calibración

Este modo de operación del equipo se ha implementado para facilitar su calibración en laboratorio o en campo. Al igual que en el modo de programación el equipo queda fuera de operación hasta que vuelve a entrar en modo de operación normal.

Normalmente no se necesitara poner al equipo a funcionar en modo de calibración ya que el equipo viene calibrado de fábrica.

#### Inicialización

Este modo de operación del equipo es más bien parte de su operación normal dado que eventualmente (a juicio del mismo usuario) será necesario inicializar algunos registros internos como los registros de demandas máximas y/o mínimas o los registros de batería en procesos como el proceso de almacenamiento de registros históricos.

### 4.4 Menú de selección de modo

El menú de modos se invoca cuando el equipo está funcionando en modo de operación normal y es utilizado para cambiar el modo de operación del equipo. Para invocar al

menú de modos desde operación normal es necesario presionar el botón (\*), y al momento se despliega en el renglón superior de la pantalla de cristal liquido la leyenda “OPH-03 ver 1.6”. En el renglón inferior se despliegan las opciones del menú de modos como lo muestra la figura 7. Para navegar dentro del menú entre las diferentes opciones se utilizan los botones (↑) y (↓); una vez encontrada la opción deseada, se selecciona presionando el botón (S).

Mientras se despliega en menú de modos, la acción del botón (\*) queda inhibida. Para regresar al modo de operación normal sin cambiar de modo al equipo se debe de seleccionar la opción de “Operación Normal” del menú de modos.

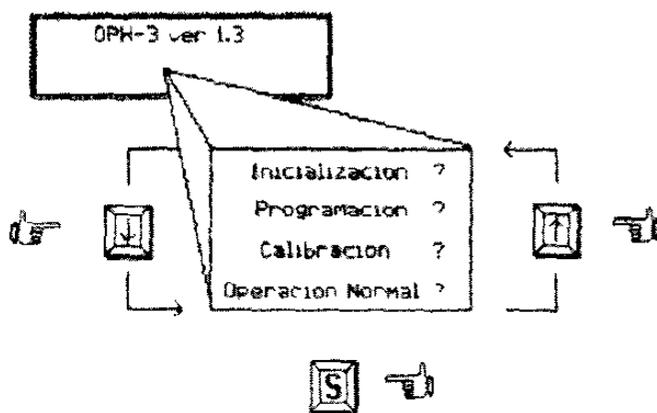


Figura 7. Menú de Modos

## 4.5 Menú del Modo de Operación Normal

Como ya se había mencionado anteriormente el equipo al ser encendido entra directamente a este modo. El menú de operación normal se invoca presionando el botón (S) del panel frontal. Al hacerlo, se despliega en la pantalla la leyenda “Mostrar”, y en el segundo renglón se despliega una de las opciones del menú. Para navegar dentro del menú entre las diferentes opciones se utilizan los botones (↑) y (↓); una vez encontrada la opción deseada, se selecciona presionando el botón (S).

### 4.5.1 Mostrar Horarios

Como se mencionó en el capítulo 2 algunas tarifas eléctricas tienen varios horarios ya definidos donde además de variar el costo del kilowatt-hora varía también el costo de demanda eléctrica.

Una de las opciones muy utilizadas en los medidores de parámetros eléctricos con aplicación de control de demanda es la de programación de horarios esto con el fin de poder dividir las lecturas por horario y tener los costos aproximados de la energía eléctrica.

El primer grupo de desplegados es el de horarios. Se selecciona una de las opciones de “Horario” del menú de operación normal para poder examinar los Acumuladores, Registros de Demandas Máximas o Registros de Demandas Mínimas correspondiente al horario seleccionado.

Al invocar el menú de operación normal, la primera opción que se presenta es siempre un horario del grupo A. El horario del grupo A que se presenta como primera opción (A1, A2, A3 o A4) depende de la programación de horarios del grupo A, y del horario activo al momento de la invocación del menú.

Ejemplo: si el menú se invoca a las 11:24:47 y el horario activo en ese momento es el horario A2, entonces la primera opción que se presenta al invocar el menú es el “Horario A2”.

El OPH-03 tiene capacidad para manejar hasta 8 horarios(A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 y B4). Los horarios de cada grupo son programables aunque no forzosamente se deben de programar todos. Al menos un horario de cada grupo debe de ser programado. Al programarse un horario se dice que se ha activado. Entre los horarios activos de cada grupo se abarcan siempre las 24 horas, pero como ambos grupos son independientes, los horarios se pueden “traslapar” con los del otro. **Nota: los horarios de un mismo grupo no se pueden traslapar.** Un ejemplo de programación de horarios se presenta enseguida.

Ejemplo: Se requiere programar en los horarios del grupo A en tres turnos de 8 horas y los del grupo B dividirlos en dos grupos de 12 horas.

Solución: Según lo requerido en el grupo A solo se utilizaran 3 horarios y el horario A4 quedara inactivo, mientras que para el grupo B solo utilizaremos 2 horarios quedando B3 y B4 inactivos la distribución para este ejemplo queda de la siguiente forma:

Horario A1: de las 00:00 a las 08:00hrs.

Horario A2: de las 08:00 a las 16:00hrs.

Horario A3: de las 16:00 a las 24:00hrs.

Horario A4: Inactivo

Horario B1: de las 09:00 a las 18:00hrs.

Horario B2: de las 18:00 a las 09:00hrs.

Horario B3: Inactivo

Horario B4: Inactivo

## 4.5.2 Valores y Demandas Acumuladas

La opción de valores acumulados en el horario seleccionado previamente, permite examinar los 25 parámetros del grupo de acumuladores y demandas. La figura 8 muestra los parámetros que se pueden desplegar como valores acumulados.

Nota: Si el equipo es programado para operar con 2 elementos, los siguientes parámetros correspondientes a la fase b, no se desplegarán:  $I^{2}Hb$ ,  $V^{2}H$ ,  $WHb+$ ,  $WHb-$ ,  $VARHb+$  y  $VARHb-$ .

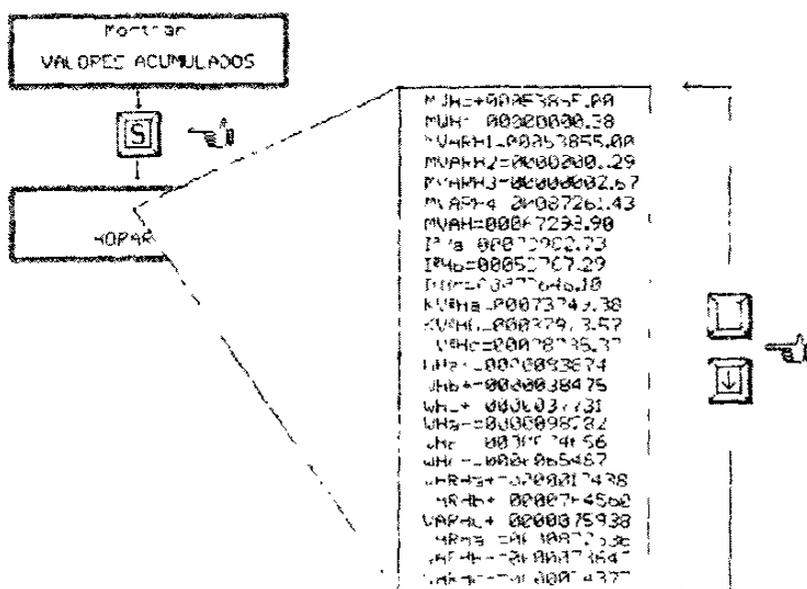


Figura 8. Valores Acumulados.

En el segundo renglón se muestra el horario seleccionado, y en el primero se muestra uno de los parámetros del grupo.

Utilizando los botones (↑) y (↓) se cambia el desplegado entre los diferentes parámetros.

El equipo puede ser programado para no incluir en el desplegado aquellos parámetros que no sean de importancia para el usuario.

La opción de demandas mínimas en el horario seleccionado previamente, permite examinar los 25 parámetros del grupo de Acumuladores y demandas. La figura 9 muestra las demandas mínimas.

En el segundo renglón de la pantalla se despliega el horario seleccionado y en el primer renglón se muestra uno de los parámetros del grupo. Al igual que en los valores instantáneos

Nota: Si el equipo es programado para operar con 2 elementos, los siguientes parámetros correspondientes a la fase b, no se desplegaran:  $I^2_b$ ,  $W_{b+}$ ,  $W_{b-}$ ,  $VAR_{b+}$  y  $VAR_{b-}$ . Esto también aplica para las demandas máximas.

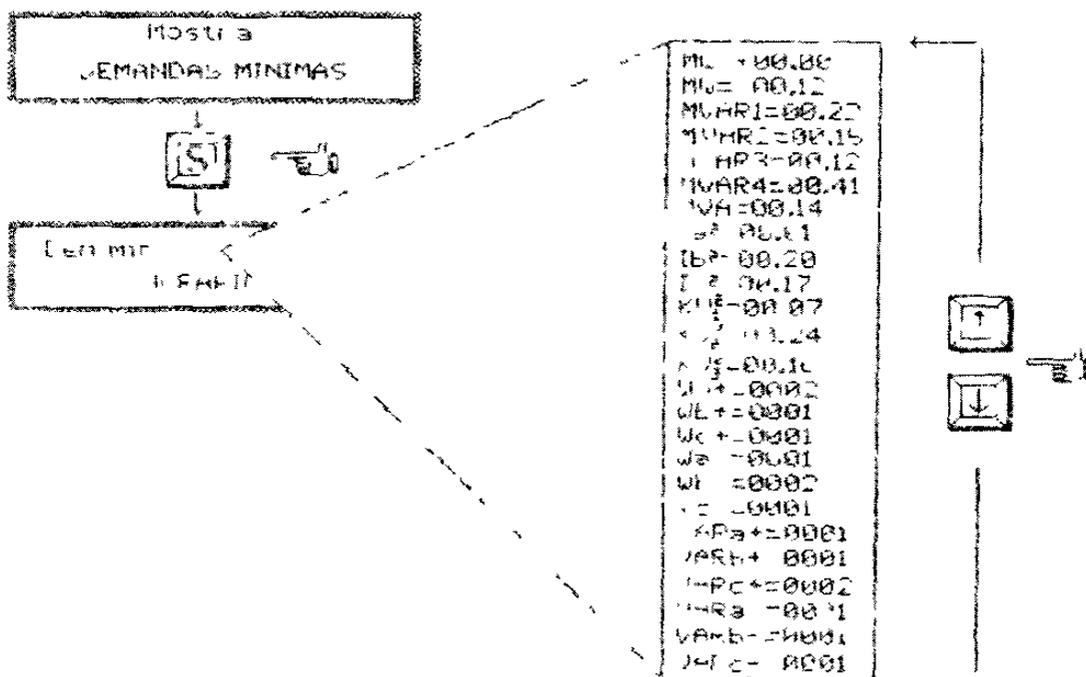


Figura 9. Demandas Mínimas.

Al igual que las demandas mínimas esta opción nos permite examinar los 25 parámetros del grupo de Acumuladores y Demandas. La figura 10 muestra las demandas máximas.



La siguiente pantalla repórtale factor de relación programado.

La siguiente pantalla reporta los parámetros que han sido programados para ser incluidos en el historial.

La siguiente pantalla reporta la condición programada para la activación del indicador luminoso 1.

Las siguientes dos pantallas reportan los parámetros de operación programados para el puerto de comunicaciones. En la primera de ellas se reporta la velocidad de transmisión (Bits/Seg) y el tipo de conexión ( uno a uno o en cadena). En la segunda se reporta la dirección programada para el equipo cuando se conecta en cadena. Esta ultima solo se muestra cuando la conexión del puerto se programa en cadena.

La siguiente pantalla reporta la calibración del reloj de tiempo real del equipo.

Y la ultima pantalla reporta el número de serie del equipo.

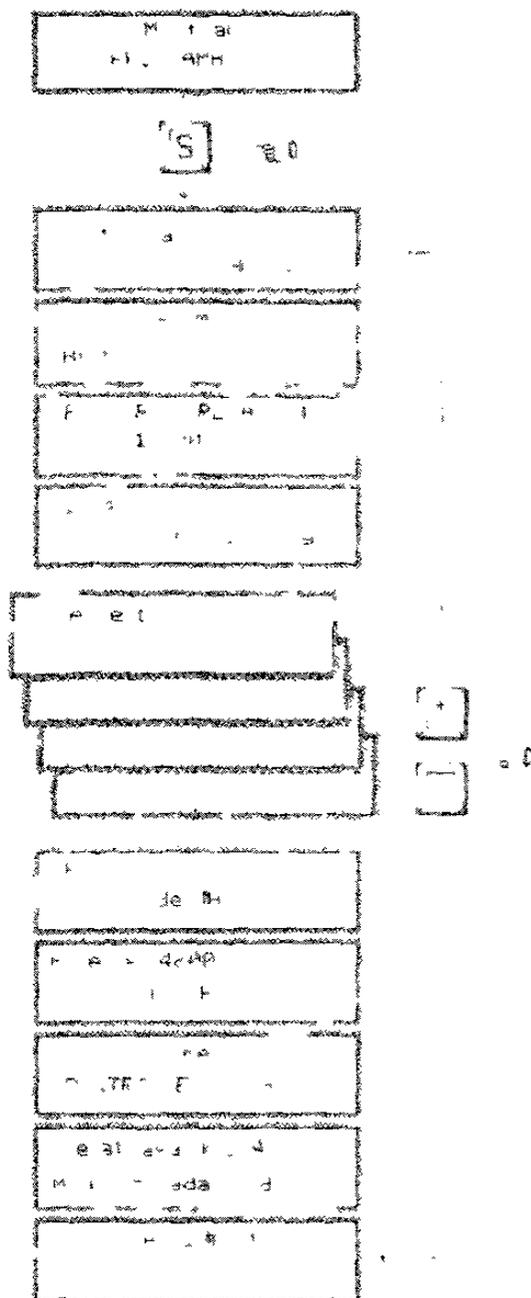


Figura 11. Grupo de Programación del OPH-03

#### 4.5.4 Mostrar diagnostico del OPH-03

Este es el tercer grupo de desplegados y se selecciona esta opción del menú de operación normal cuando se desea examinar el reporte de diagnostico del equipo.

La información correspondiente a este grupo de desplegados se muestra en cuatro pantallas, a través de las cuales es posible navegar utilizando los botones (↑) y (↓) según lo muestra la figura 12.

En este nivel de operación normal del equipo, puede ser invocado el menú de operación normal presionando el botón (S), o el menú de modos presionando el botón (\*).

En la primera pantalla se reporta la integridad de los datos contenidos en la memoria de programación y calibración (EEPROM) y en la memoria de datos (RAM).

La segunda pantalla reporta si las señales de entrada de voltaje y corriente existen, en caso de no existir debe de poner voltajes MAL y corrientes MAL.

La tercera pantalla reporta si la polaridad de las conexiones de señales de voltaje y corriente son correctas, también reporta el estado de la batería de respaldo.

Por ultimo la cuarta pantalla reporta un chequeo de la programación de los dos grupos de horarios, reportara mal si a todos los horarios activos de un grupo se le programo el criterio de días festivos , y bien si al menos un horario del grupo no lo tiene programado.

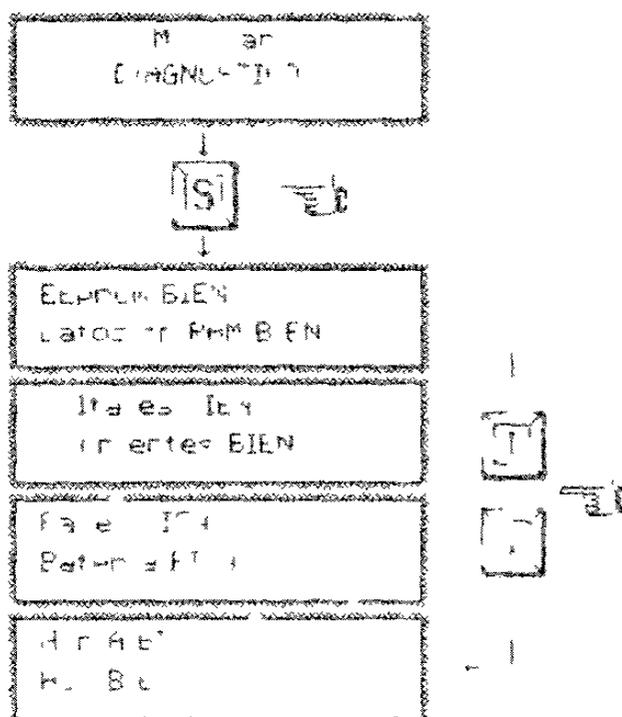


Figura 12. Diagnostico del OPH-03(3.8)

#### 4.5.5 Mostrar Valores Instantáneos

El cuarto grupo de desplegados es el de Valores Instantáneos. Se selecciona esta opción del menú de operación normal cuando se desean examinar los parámetros correspondientes al grupo de valores instantáneos.

El despliegado de los 31 parámetros se ha dividido en 14 pantallas como se muestra en la figura 13, para navegar entre pantallas se utilizan los botones (↑) y (↓).

Las primeras 6 pantallas muestran los valores instantáneos por elemento; las siguientes 4 los valores instantáneos trifásicos (primarios y secundarios) y las últimas 4 muestran parámetros generales como son (1) fecha, hora del equipo y frecuencia de la línea, (2) contador de inicializaciones a los registros de demandas, (3) registros de batería y (4) estatus del historial.

Nota: si el equipo es programado para operar en dos elementos, los parámetros de la fase **b**, no se desplegarán.

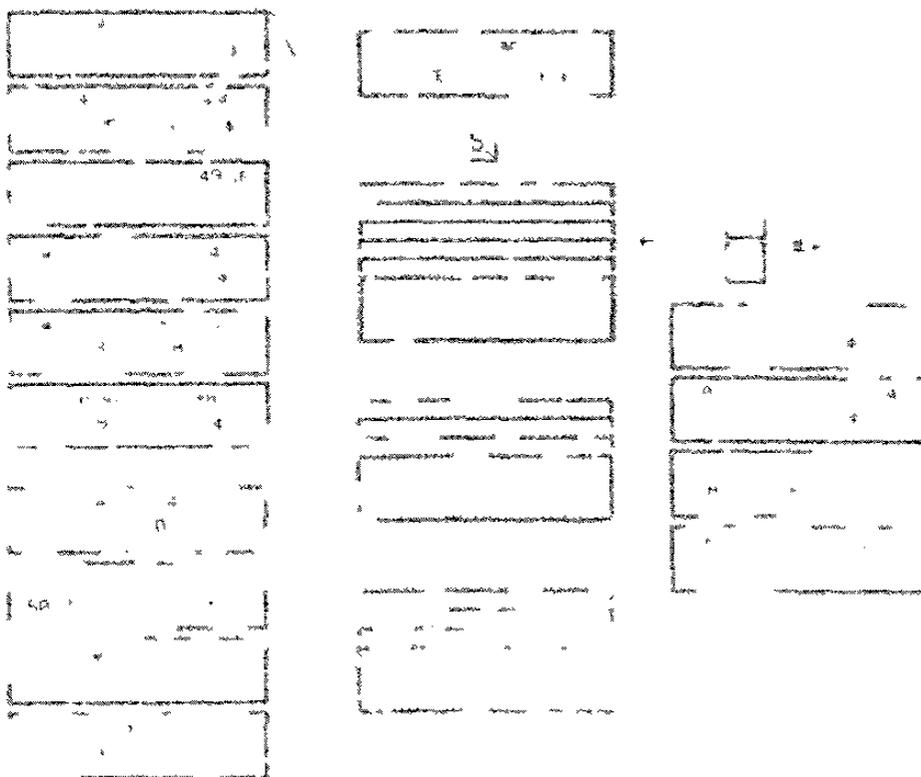


Figura 13. Valores Instantáneos.

#### 4.5.6 Mostrar Demandas Actual y Estimada

El quinto y último grupo de desplegados es el de Demandas Actuales y Estimada. Se selecciona esta opción del menú de operación normal cuando se desean examinar las demandas actuales y estimadas de los 25 parámetros correspondientes al grupo de acumuladores y demandas.

El grupo de las 50 demandas (una actual y una estimada por cada uno de los 25 parámetros del grupo) se hace en 25 pantallas, mostrando en cada una la demanda actual y la estimada de cada uno de los parámetros, esto lo muestra la figura 14.

En el renglón superior se muestra de la pantalla de cristal liquido se muestra la demanda actual del parámetro mientras que en el renglón inferior se muestra la demanda estimada.

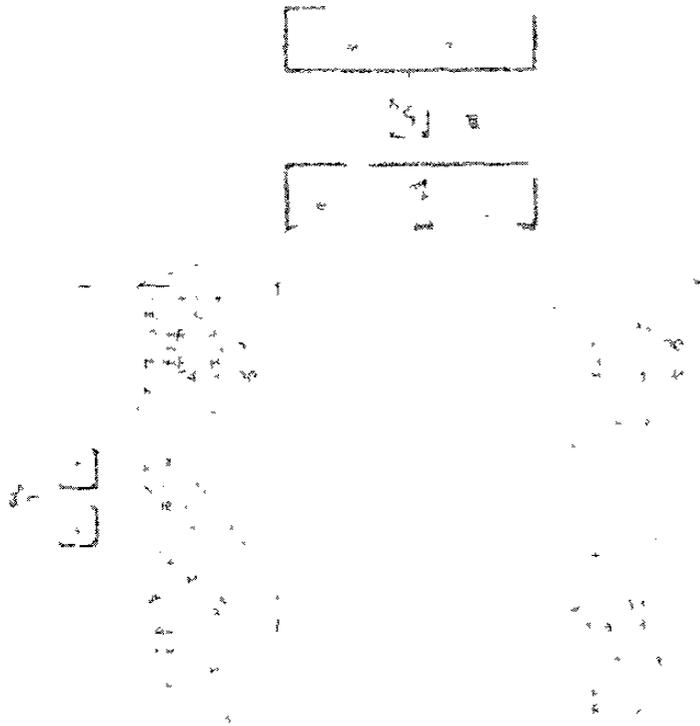


Figura 14. Demanda Actual y Estimada.

## 4.6 Modo de Inicialización

Estando el equipo en modo de inicialización es posible poner en condiciones iniciales los siguientes parámetros:

- Registros de demandas mínimas y máximas.
- Registro de batería.
- Historial.

Al seleccionar inicialización en el menú de modos se despliega en pantalla el menú de inicialización con las tres opciones antes mencionadas.

## Inicialización de demandas

En este proceso se restablecen los valores de las demandas máximas y mínimas a sus valores iniciales. Las demandas máximas son puestas a cero mientras que las demandas mínimas son puestas a su máximo valor máximo.

Para inicializar los registros de demandas, se selecciona la opción *Demandas* en el menú de Inicialización; al hacerlo, se pide una confirmación antes de realizar el proceso de inicialización: presionando el botón (↑) se confirma la operación y presionando el botón (\*) se aborta la operación.

Si la operación es abortada se regresa al nivel del menú de inicialización.

Si la operación es confirmada, se realiza el proceso y se despliega en pantalla una confirmación; después de esto, presionando el botón (\*) se regresa al nivel del menú de inicialización.

## Inicialización de Registros de Batería

Este proceso inicializa a cero el contador de uso de batería y el acumulador de uso de batería. Los registros de batería son dos registros internos en los que se almacena la información de cuantas veces se ha interrumpido la alimentación auxiliar dejando el equipo fuera de operación, este registro se denomina Contador de Uso de Batería, y de cuanto tiempo acumulado ha estado el equipo fuera de operación, este registro se llama Acumulador de Uso de Batería. Los registros de batería pueden ser inicializados desde el panel frontal o a través de los puertos de comunicación mediante una computadora personal.

Para inicializar los registros de batería, se selecciona la opción “Reg. de Batería” en el menú de Inicialización; al hacerlo se pide una confirmación antes de realizar el proceso de inicialización: presionando el botón (↑) se confirma la operación, y presionando el botón (\*) se aborta la operación.

Si la operación es confirmada, se realiza el proceso y se despliega en pantalla una confirmación; después de esto, presionando el botón (\*) se regresa al nivel del menú de inicialización.

Si la operación es abortada, se regresa al nivel del menú de inicializaciones. La figura 15 muestra el proceso de inicialización de los registros de batería.

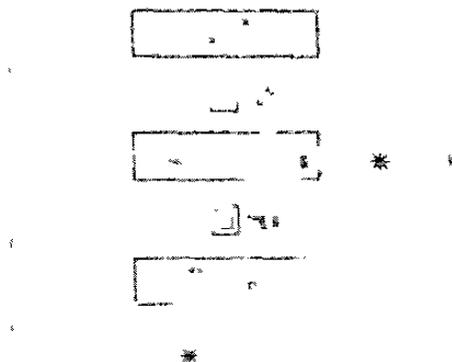


Figura 15. Inicialización de los registros de Batería.

## Inicialización de Historial

Este proceso reinicia el proceso de almacenamiento de información en el historial, desechando la información almacenada hasta el momento.

Para inicializar el historial, se selecciona la opción “Historial” en el menú de inicializaciones; al hacerlo, se pide una confirmación antes de realizar el proceso de inicialización: presionando el botón (↑) se confirma la operación, y presionando el botón (\*) se aborta. Si la operación se aborta, se regresa al nivel del menú de inicializaciones. Si se confirma la operación, se realiza el proceso y se despliega en pantalla una confirmación; después de esto, presionando el botón (\*) se regresa al nivel del menú de inicializaciones. La figura 16 muestra este proceso.

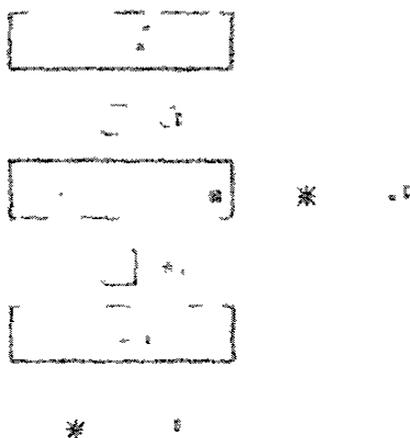


Figura 16. Inicialización de Historial.

## 4.7 Modo de Programación

En este modo es donde programamos al equipo desde la fecha hasta los parámetros que queremos que el equipo incluya en el historial y los parámetros que queremos ver en la pantalla, aquí también programamos el factor de relación que es uno de los principales ajustes hechos al equipo debido a que de este ajuste prácticamente dependen todos los parámetros eléctricos que nos mida el equipo, a continuación se explica cada uno de ellos con un análisis mas profundo.

### 4.7.1 Programación de Fecha y Hora

Esta opción nos permite actualizar la fecha y hora del equipo. Al seleccionar la fecha y hora del menú se despliega en la pantalla la fecha y hora actual con el siguiente formato: En el renglón superior a la izquierda aparece el día de la semana y a la derecha la fecha en formato Día/Mes/Año. En el renglón inferior a la derecha aparece la hora en formato Hora:Minuto:Segundos.

Al entrar a programar la fecha y hora, el reloj de tiempo real del equipo se detiene para permitir la programación. El reloj reinicia su funcionamiento cuando el equipo vuelve al menú de programación.

Inicialmente, aparece un cursor parpadeando sobre el campo del día. En ese momento es posible modificar el día utilizando los botones (↑) para incrementar y (↓) para decrementar.

Para desplazar el cursor al campo del mes se presiona el botón (S). Para volver atrás al campo del día se presiona el botón (\*).

En general, presionando el botón (S) se desplaza el cursor al siguiente campo hasta llegar al campo de minutos. La figura 17 muestra una secuencia de programación de la fecha y la hora.

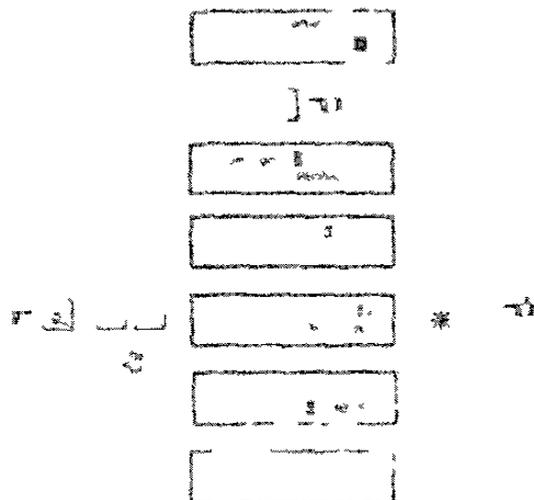


Figura 17. Secuencia de programación de Fecha y Hora.

#### 4.7.2 Programación de Parámetros de Operación

Esta opción permite configurar cuatro parámetros de operación importantes del equipo:

- Integración cada 15 minutos o rolada a 5 minutos.
- Integrar valores primarios o secundarios.
- Historial en modo lineal o circular.
- Conexión de Voltajes y Corrientes (2 o 3 elementos).

Al seleccionar parámetros del menú de programación, se despliega en el renglón superior de la pantalla la leyenda conexión, y en el renglón inferior se despliega la programación actual de este parámetro.

Para desplazarse entre los cuatros parámetros se utilizan los botones de navegación; para modificar la programación se utiliza el botón de selección, que al ser presionado cambia la programación del parámetro entre los dos posibles valores que puede tomar. La figura 18 muestra la configuración de estos parámetros.

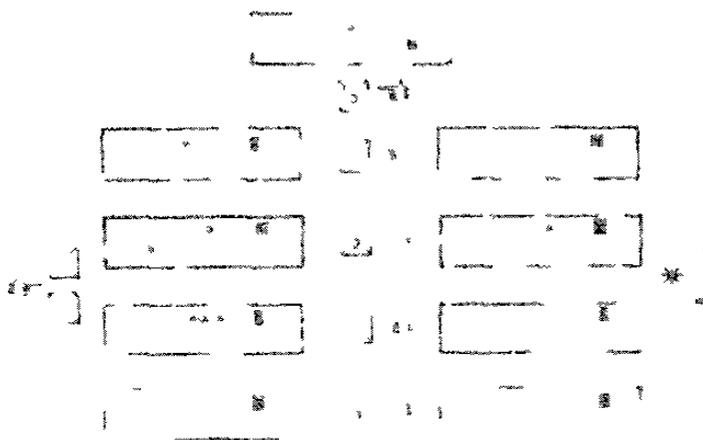


Figura 18. Programación de Parámetros de Operación.

#### 4.7.3 Programación del Factor de Relación

Esta opción nos permite programar el factor de relación. Al seleccionar factor de relación del menú de programación, se despliega en el renglón superior de la pantalla la leyenda Factor de Relación, y en el renglón inferior se despliega un número que puede ir desde 1.0 hasta 999900, y que representa el factor de relación programado.

Para la modificación del factor de relación se utilizan los botones para navegar ( $\uparrow$ ) y ( $\downarrow$ ), con ellos se incrementa o decrementa el factor. Presionando el botón (\*) se graban las modificaciones en la memoria de programación y calibración y se regresa al menú de programación. La figura 19 muestra la programación del factor de relación.

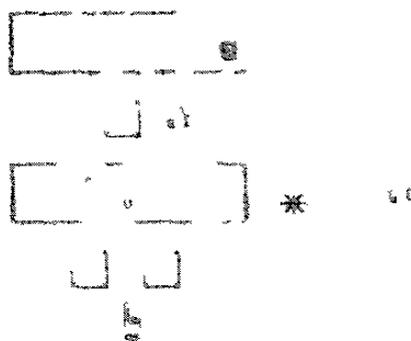


Figura 19. Programación del Factor de Relación.

#### 4.7.4. Programación de Datos a Incluir en el Historial.

Esta opción nos permite programar los datos que se almacenaran en el historial. Al seleccionar Historial del menú de programación se despliega en el renglón superior de la pantalla la leyenda Incluir en el Historial, y en el renglón inferior el nombre del primer

parámetro que puede ser incluido (V1) y si este parámetro está programado para ser incluido en el historial, aparecerá una leyenda de “Si” o “No”, dependiendo de si el parámetro está programado para ser incluido o no.

Para navegar entre los parámetros susceptibles de ser incluidos en el historial se utilizan los botones de navegación (↑) y (↓); para incluir o excluir en el historial del equipo un parámetro se utiliza el botón (S). Presionando el botón (\*) se graban las modificaciones en la memoria de programación y calibración y se regresa al menú de programación. La figura 20 muestra un ejemplo de los datos a incluir en el historial.

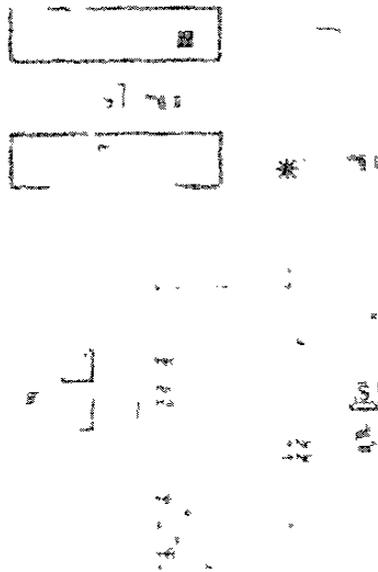


Figura 20. Datos a incluir en el historial.

#### 4.7.5 Datos a mostrar en pantalla.

Dada la cantidad de información que es posible examinar en los grupos de desplegados que son: Horarios, Valores Instantáneos y Demandas Actuales o Estimadas, y considerando la posibilidad de que no todos los posibles valores que se pueden examinar en estos grupos sean de interés para el usuario, se ha implementado esta opción de programación. Al programar solo los datos que se quieren ver en la pantalla se simplifica la tarea de examinar la información del equipo a través de la pantalla. La figura 21 esquematiza la forma de programar los datos a mostrar en la pantalla.

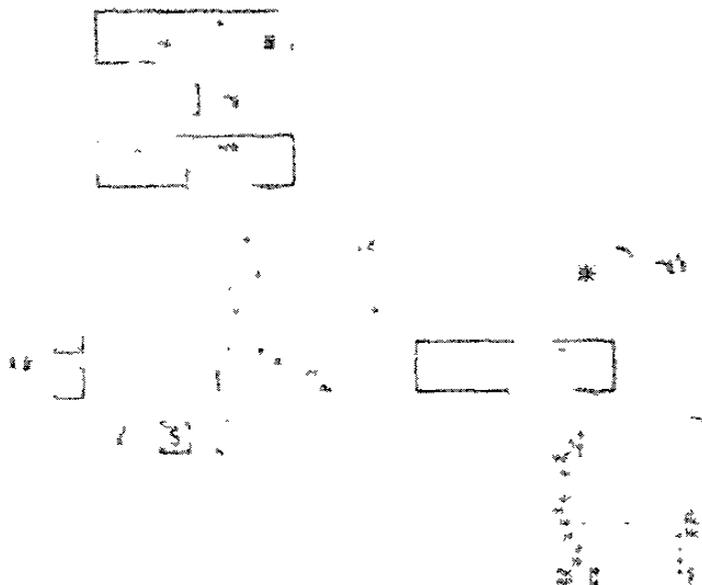


Figura 21. Datos a mostrar en pantalla.

#### 4.7.6 Días Festivos Extras

El equipo cuenta con la opción de poder agregarle dos días festivos, esto es adicional a los días festivos que por programación interna trae el equipo, los días festivos programados de fabrica son los estipulados por la Ley Federal Del Trabajo. Para poder programar dichos días primero es necesario seleccionar “Días Festivos Extra” del menú de programación, se desplegara en el renglón superior de la pantalla la leyenda “día 1:” en seguida la programación del día festivo en formato Mes/Día. En el renglón inferior se despliega la leyenda “día 2:” programándose igual al día 1.

Un cursor aparecerá parpadeando sobre el campo del mes del día 1. Presionando el botón (S) el cursor se desplaza sucesivamente del campo de mes del primer día, al campo del día, luego al campo del mes del día 2, al campo de mes del día 1 repitiéndose el ciclo nuevamente. Para modificar un campo se desplaza el cursor con los botones de navegación, presionando el botón (\*) se graban las modificaciones en la memoria de programación y calibración y se regresa al menú de programación. La figura 22 muestra un ejemplo de programación de días festivos extra.

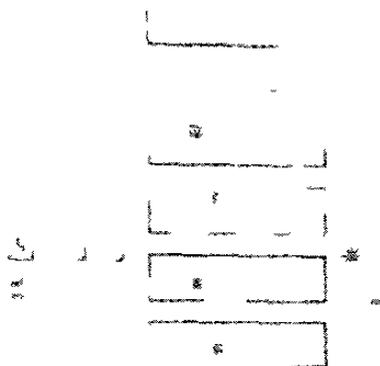


Figura 22. Programación de Días Festivos Extras

#### 4.7.7 Programación de Horarios

Esta opción permite programar los dos grupos de horarios (A y B) del OPH-03. Al seleccionar Horarios en el menú de programación se despliega en pantalla los tiempos de inicio de los cuatro horarios del grupo A (HA1, HA2, HA3 y HA4) en formato Hora : Minutos, según lo muestra la figura 23. Un cursor aparece sobre el campo de hora del horario A1. Presionando el botón (S) se desplaza el cursor sucesivamente al campo de minuto, al campo de hora del horario A2, al campo del minuto y así sucesivamente hasta llegar al campo del horario A4; presionando una vez mas el botón, la pantalla pasa a desplegar los cuatro horarios del grupo B (HB1, HB2, HB3 y HB4) con el cursor sobre el campo de hora del horario B1. Si se sigue presionando el botón (S), el cursor se seguirá desplazando hacia delante hasta llegar al campo de minuto del horario B4 donde presionando el botón (S) ya no tiene ningún efecto. Al programarse los horarios debe de considerarse lo siguiente:

- Los dos grupos de horarios (A y B) son y se programan de forma independiente. La programación de uno no afecta de ninguna manera al otro.
- Se programan solamente los tiempos de inicio de cada horario.
- Todos los tiempos de inicio se refieren al mismo día.
- El tiempo final de un horario es definido por el tiempo de inicio del horario siguiente.
- El tiempo final del ultimo horario activo de cada grupo es definido por el primer horario de ese grupo (A1 o B1). Solo el ultimo horario activo de cada grupo puede empezar un día y terminar al día siguiente; el resto de los horarios inician y terminan el mismo día.

- El primer horario de cada grupo (A1 y B1) siempre esta activo.
- para desactivar un horario, se programa su tiempo de inicio igual al tiempo de inicio del horario anterior. Si un horario se desactiva, todos los horarios siguientes del mismo grupo se desactivan.

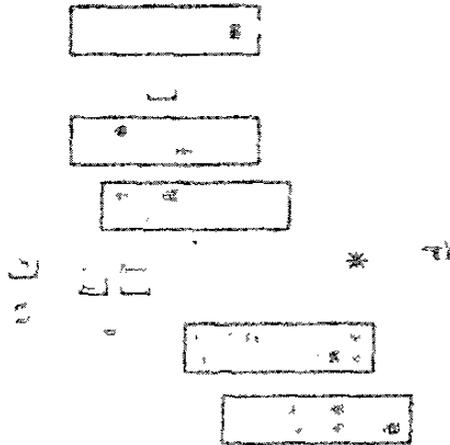


Figura 23. Programación de Horarios

#### 4.7.8 Programación de Alarmas.

El OPH-03 puede ser programado para detectar condiciones de alarma en base a criterios programables por el usuario, y activar los circuitos de salida correspondientes.

El equipo cuenta con tres alarmas, correspondientes a cada una de las tres salidas programables.

Los criterios que se manejan en la programación es que se encienda la alarma cuando se sobrepasen los límites programados. A continuación se presentan los parámetros eléctricos a los cuales se les denomina parámetros eléctricos base.

- W Demanda Actual.
- W Demanda Estimada.
- WH (Watts-Hora).
- VAR (+) (Potencia Reactiva Inductiva).
- VAR (-) (Potencia Reactiva Capacitiva).
- FP I (Factor de Potencia en el Primer Cuadrante).
- FP IV (Factor de Potencia en el cuarto cuadrante).
- Corriente Alta.
- Baja Frecuencia.

- Alto Voltaje.
- Bajo Voltaje.

Un mismo parámetro base puede activar mas de una alarma. Además de los parámetros bases se cuentan con una combinación de parámetros eléctricos que también pueden ser programados para activar alarmas. Estas combinaciones son de dos parámetros eléctricos, y activan la alarma solo cuando los dos parámetros eléctricos que lo conforman violan los niveles programados simultáneamente.

No todas las posibles combinaciones de los parámetros eléctricos se han implementado en la combinación de parámetros eléctricos, solo aquellas que pueden tener una aplicación practica. Las combinaciones disponibles son las siguientes:

- W Demanda Estimada y WH.
- W Demanda Estimada y FP IV.
- W Demanda Estimada y Baja Frecuencia.
- VAR (+) y FP I.
- VAR (+) y FP IV.
- Alta Corriente y VAR (-).
- FPI y Alto Voltaje.
- FP IV y Bajo Voltaje.
- Alta Corriente y Bajo Voltaje.

A continuación se presentan algunas aplicaciones de las alarmas.

- W demanda actual: Si se quiere tener una alarma o una acción de control cuando el valor de la demanda actual sobrepase a la programada en un ciclo de integración.
- W demanda estimada: Si se quiere tener una alarma o una acción de control cuando el valor de la demanda estimada sobrepase a la programada en un ciclo de integración. Esta alarma permite un mejor control de la demanda, ya que indica anticipadamente si se va a sobrepasar el valor de consigna de la demanda en un ciclo de integración, y se pueden tomar acciones anticipadamente como el corte de carga programado mediante un secuenciador o un controlador lógico programable.
- WH: Si se quiere tener un control de la cantidad de energía que se esta suministrando a un proceso de manufactura y que se transforma en otro tipo de energía, ya sea mecánica o térmica. El control se realiza de la siguiente forma: a partir de que se da un pulso al

OPH-03 por la entrada EN2, el medidor comienza a contabilizar la energía consumida, y al momento que se alcanza el límite establecido se activa la salida programada.

- VAR(+): Si se requiere tener una alarma o un control cuando la potencia reactiva inductiva es mayor al valor programado. Esta alarma puede ser usada para controlar un banco de capacitores y controlar la energía reactiva inductiva e indirectamente el factor de potencia.
- VAR(-): Si se requiere tener una alarma o un control cuando la potencia reactiva capacitiva es mayor al valor programado. Esta alarma puede ser utilizada como control de desconexión de un banco de capacitores.
- FP I: Si se requiere tener alarma o control del factor de potencia en retardo (carga inductiva). Se puede utilizar para la conexión de bancos de capacitores y así poder controlar el factor de potencia.
- FP IV: Si se quiere tener un control del factor de potencia en adelanto (carga capacitiva). Se puede utilizar para la desconexión de bancos de capacitores.
- Corriente Alta: Si se requiere una protección de respaldo de un circuito por sobre corriente. Básicamente se puede utilizar para protección de corto circuito.
- Baja Frecuencia: Esta alarma nos ayuda a proteger procesos que les afecte la variación de frecuencia, un ejemplo es la industria textil.
- Alto Voltaje: Esta alarma nos ayuda a desconectar equipo que se vea afectado por alto voltaje, básicamente equipo electrónico.
- Bajo Voltaje: Si se requiere desconectar equipo o tener una alarma visual o auditiva cuando se tenga un bajo voltaje.

#### 4.8 Modo de Calibración.

Estando el equipo en modo de calibración se pueden calibrar las mediciones del equipo. La calibración del OPH-03 es digital, es decir que no se realiza ajustando resistencias variables o algún otro tipo de dispositivo mecánico, sino que las mediciones se ajustan a digitalmente a una calibración después de hacer la conversión digital de las señales analógicas. Los valores de calibración se almacenan en la memoria de programación y calibración del equipo. Las mediciones que son calibradas en el OPH-03 son las siguientes:

- Voltaje por elemento.
- Corrientes por elemento.
- Factores de Potencia por elemento.

Además, se tiene opción de calibrar el reloj de tiempo real, indicando al equipo las fracciones de minuto que el reloj se adelanta o se atrasa en un mes, de forma que se puede hacer la corrección correspondiente.

El proceso de calibración de cada medición es el siguiente:

- 1) Se selecciona la medición a calibrar.
- 2) Se calibra la medición respecto a un valor de referencia.

#### 4.8.1 Calibración del Reloj

Con esta opción es posible calibrar el reloj de tiempo real del equipo. La calibración consiste en indicar al equipo los minutos que el reloj se adelanta o se atrasa cada 32 días. Al seleccionar calibración, se despliega en la pantalla la leyenda “Se atrasa #.### minutos cada 32 días”; “#.###” es la calibración actual del reloj , y en lugar de decir “atrasa” puede decir “adelanta”.

La forma de calibrar el reloj se esquematiza en la figura 24.

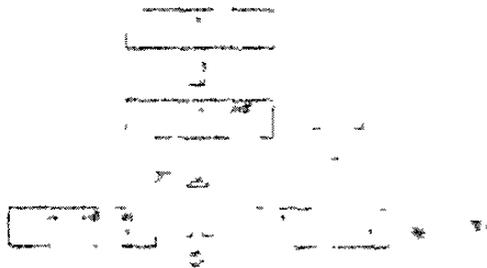


Figura 24. Calibración del reloj de tiempo real.

#### 4.9 Montaje y Puesta en Marcha

El equipo OPH-03 viene en gabinete para ser montado en tablero y se requiere una perforación como la mostrada por la figura 25. Para la instalación del equipo en el tablero se debe de fijar con tornillos y tuercas como lo muestra la figura, se recomiendan tornillos de 1/4" con rosca estándar.

Figura 25. Perforación en tablero.

La puesta en marcha del OPH-03 se realiza después de haber hecho una inspección a todas las conexiones eléctricas, se ajusta la hora y la fecha, se revisa la programación y se modifica lo que se considere necesario y por último se inicializan las demandas, el historial y los registros de batería. También es recomendable tomar las lecturas de los acumuladores junto con la fecha y hora en que se tomó la lectura.

# 5 SOFTWARE DE COMUNICACIÓN

## 5.1 Introducción

En este capítulo daremos una explicación mas completa acerca de cada uno de los pasos a seguir para poder acceder el equipo de medición mediante una computadora personal, para ser mas claro acerca de las pantallas de este programa *incluiremos cada una de las pantallas con el fin de poder dar una orientación mas directa* y que toda aquella persona que quiera acceder el OPH-03 pueda hacerlo sin tener experiencia en el manejo del mismo, en los siguientes capítulos se mostrara el *proyecto completo* y los diagramas del circuito de control así también como los pasos para el arranque del equipo. Los pasos para el acceso del programa los vamos a ir enumerando en pasos con el fin de hacer mas fácil el acceso de este programa.

## 5.2 Operación del Programa

### Paso 1. Acceso de programa

Al operar el programa del medidor desde Windows, se tiene que seleccionar el Ms-Dos y nos aparece los siguientes mensajes, cambiamos de archivo(cd), al comoph3 y le pedimos a la computadora que ejecute esa operación, lo que se ve es lo siguiente:

```
Microsoft(R) Windows 98
(C)Copyright Microsoft Corp 1981-1999.
C:\WINDOWS>cd..
C:\>cd op3
C:\OP3>comoph3
```

Después de acceder el archivo la computadora empieza a llamar al programa de comunicaciones del OPH-03 y la pantalla que aparece nos menciona la compañía que desarrolló el equipo de medición y el programa del equipo de medición, esto indica que la computadora realmente cuenta con dicho programa. Actualmente esta compañía se llama GPI Mexicana S.A. de C.V. La figura 26 nos muestra dicha pantalla.

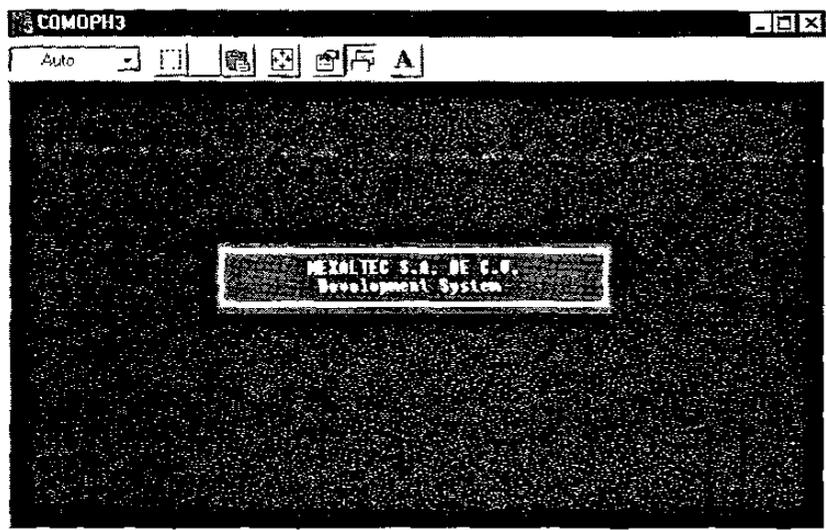


Figura 26. Pantalla inicial del software.

Después de haber entrado al programa nos indica la siguiente pantalla la cual nos muestra la versión del programa y en este caso nos dice que es la versión 1.6<sup>a</sup>, que es la versión con que contamos para el desarrollo de esta tesis en caso de que se quiera actualizar la versión de este programa se puede contactar a la compañía, al pedir un cambio de versión del programa es necesario *hacerle una actualización* al equipo, el cual puede costar alrededor de \$700.00 USD. La diferencia entre las versiones actuales y la nuestra es que la mas nueva trabaja en windows, pero el equipo si sufre modificaciones de hardware, puesto que los mas actuales pueden medir parámetros eléctricos que nuestro equipo no puede medir como son los armónicos. Dicha pantalla se muestra en la figura 27.

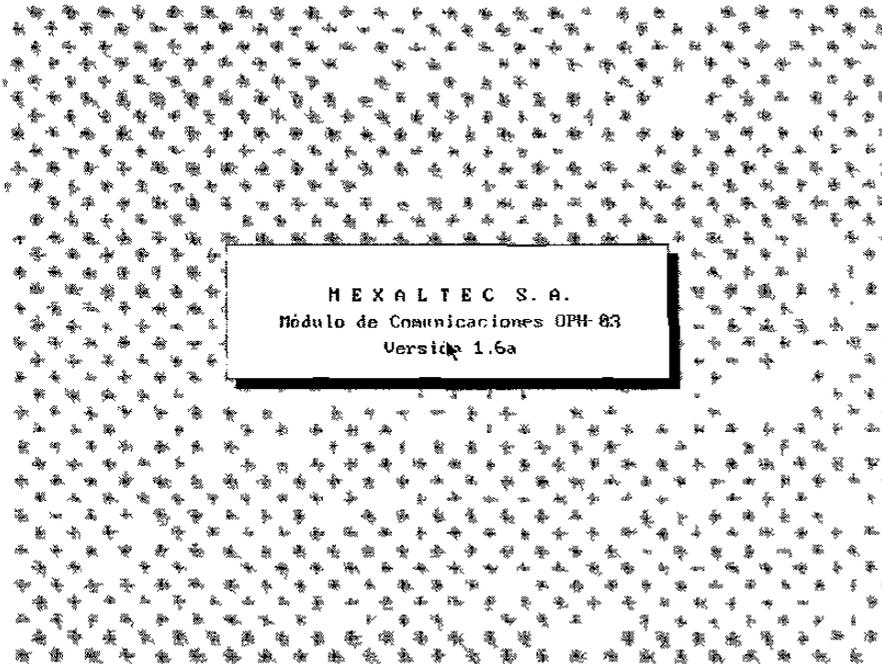


Figura 27.- Pantalla que nos indica la versión del software.

#### Paso 2. Ajuste de parámetros de comunicación

Después de que hayan pasado las anteriores pantallas sigue la selección de las comunicaciones lo cual consiste en la selección del puerto de comunicación, la velocidad de comunicación y tipo de comunicación, además de mencionarnos que si tenemos habilitado el ratón en la computadora debemos de seleccionar el puerto com2, el tipo de comunicación que voy a seleccionar es el de comunicación directa debido a que se dispone de un solo equipo de medición. La figura 28 nos muestra la pantalla de selección de puerto, velocidad y modo de comunicación.

Seleccione los parámetros de operación del puerto serie  
Si el mouse está activo, debe seleccionar el puerto COM2:  
Los siguientes parámetros son fijos: DATABITS=8 PARIDAD=NO STOPBITS=1

Seleccione los parámetros de Comunicación

Puerto:

Baud Rate: 38400 19200  2400 1200 300

Comunicación:

Fig. 28.- Pantalla de selección de puerto, velocidad y comunicación.

En caso de hacer una mala selección del puerto de comunicaciones nos aparece la siguiente pantalla avisándonos que hicimos una mala selección y que por lo tanto no ha inicializado el puerto de comunicaciones y nos pide presionar cualquier tecla, al hacerlo nos lleva al paso 1, en el cual debemos de acceder el programa otra vez. La figura 29 nos muestra dicha pantalla.

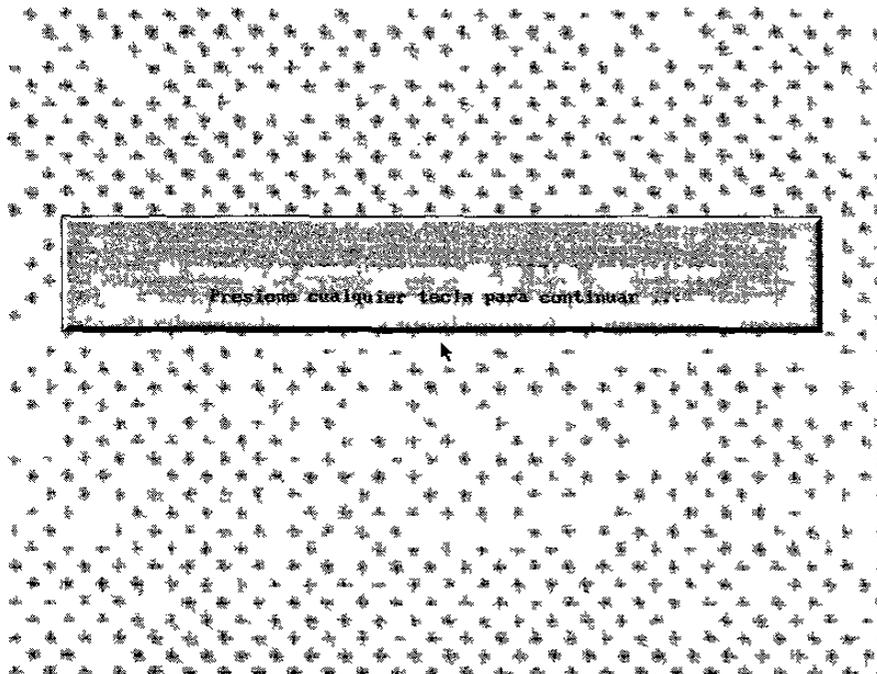


Fig. 29.- Pantalla que nos advierte que no inicializo el puerto de comunicación.

### Paso3. Identificación del equipo

Al lograr el acceso de los puertos de comunicación, indica que la computadora esta entrando en comunicación con el OPH-03, para lo cual debimos de haber seleccionado los mismos parámetros en el equipo de medición, por ejemplo vamos a referirnos a la figura 28, la cual nos indica que esta en el puerto com2, en este caso en el equipo no se selecciona nada, ya que nada mas es para la computadora y se debe de seleccionar en caso de que este activo el ratón de la computadora, la velocidad de comunicación indicada como Baud Rate en ingles, en el equipo de medición debemos de poner en este caso 9600, la comunicación que debemos de seleccionar es de comunicación directa en el equipo, aquí podemos seleccionar dos tipos en cadena o en comunicación directa, la comunicación directa se hace mediante los puertos tipo serie y la fabricación de los cables es fácil de fabricar, cuando se complica es cuando nos comunicamos en cadena es decir cuando tenemos mas de un equipo aquí se utiliza un convertidor del tipo de 232 a 422. La figura 30 nos muestra que esta en proceso de comunicación con el equipo y que para continuar debemos de presionar enter, después de hacerlo nos dice que esta tratando de identificar el equipo, esto se muestra en la figura 31. equipo y programa difieren en los ajustes de comunicación no nos debemos de preocupar ya que el mismo programa se va a encargar de decirnos que no hubo comunicación y que oprimamos cualquier tecla

de la computadora para salirnos del programa y hacer los ajustes necesarios para poder lograr la comunicación entre equipos.

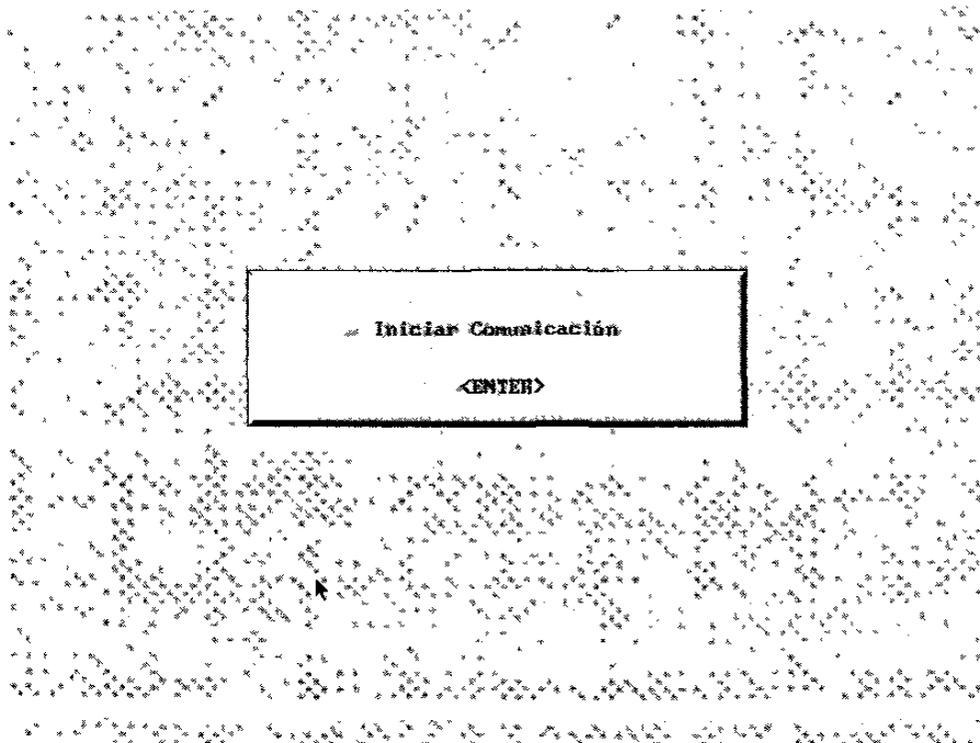


Fig.30.- Inicio de comunicación entre equipo y computadora.

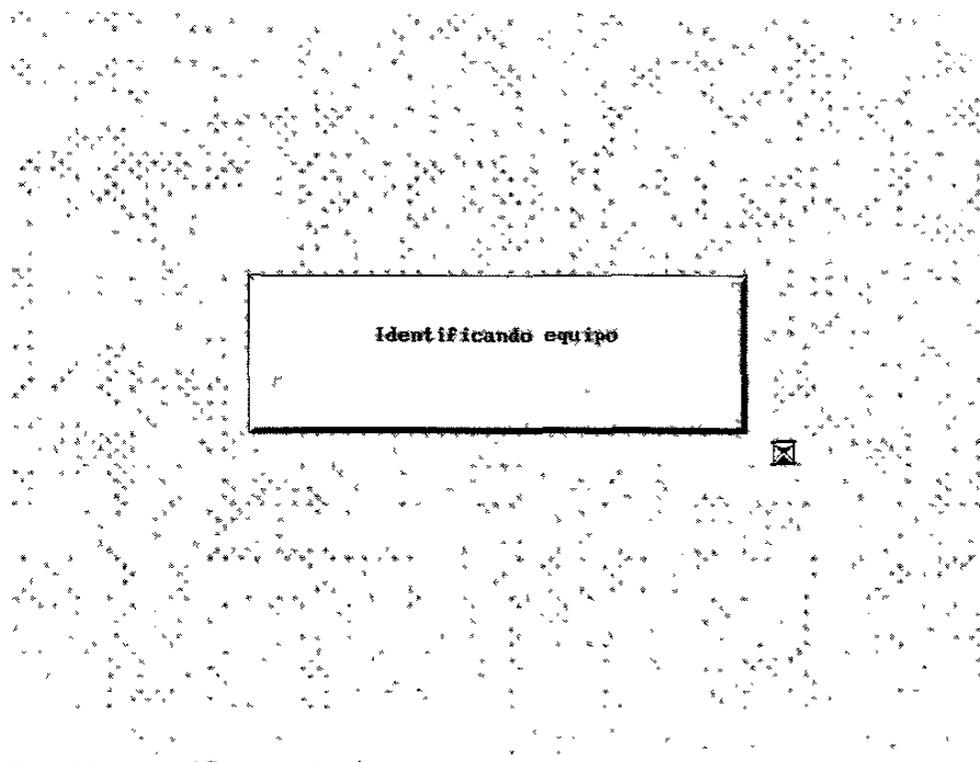


Fig. 31.- Identificando Equipo

En caso de que no haya habido una comunicación entre computadora y equipo de medición nos mostrara una pantalla indicándonos que no hubo respuesta por parte del equipo de medición y nos pedirá que presionemos cualquier tecla, al hacerlo nos mandara directamente al paso 1. La figura 32 nos muestra que no tuvimos éxito en la comunicación entre los equipos.

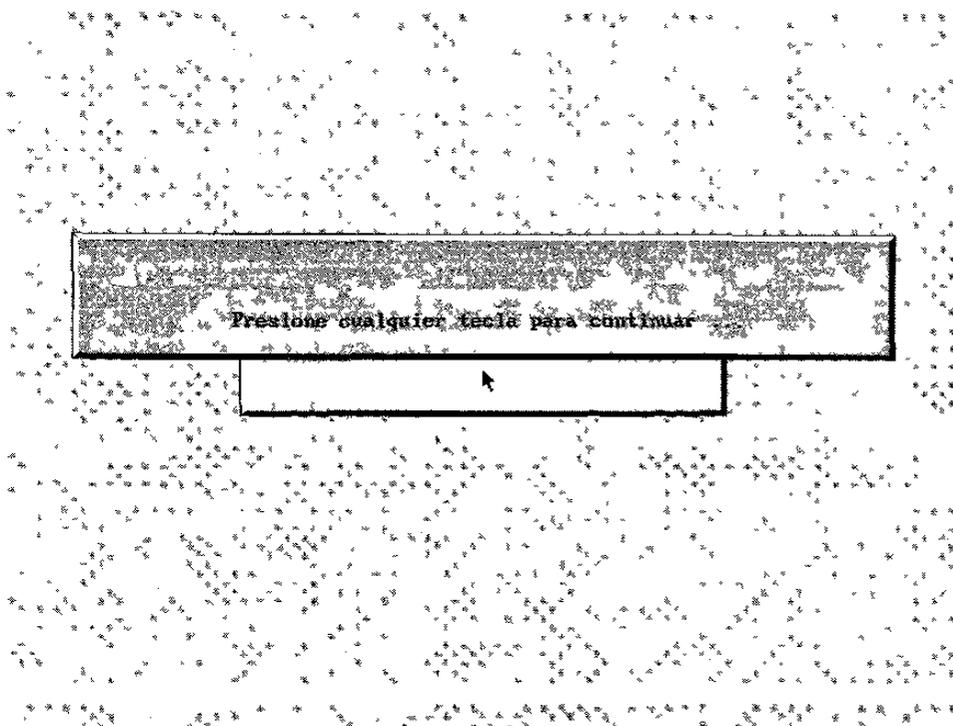


Fig. 32.- No se logro comunicación entre computadora y OPH-03.

#### Paso4. Comunicación entre computadora y OPH-03

Al lograrse la comunicación del equipo con la computadora tenemos acceso a los archivos con que cuenta el equipo, aquí estamos a medio camino de nuestro cometido, aquí podemos empezar a monitorear los consumos eléctricos del sistema que estemos monitoreando. En esta tesis vamos a monitorear la subestación eléctrica del Edificio de Ciencias. En la figura 33 se muestra el menú principal del equipo donde nosotros podemos seleccionar una de las funciones. En estas figuras podemos observar que nos muestran que se esta comunicando por el com2 en forma directa y que se tiene la versión 1.6a

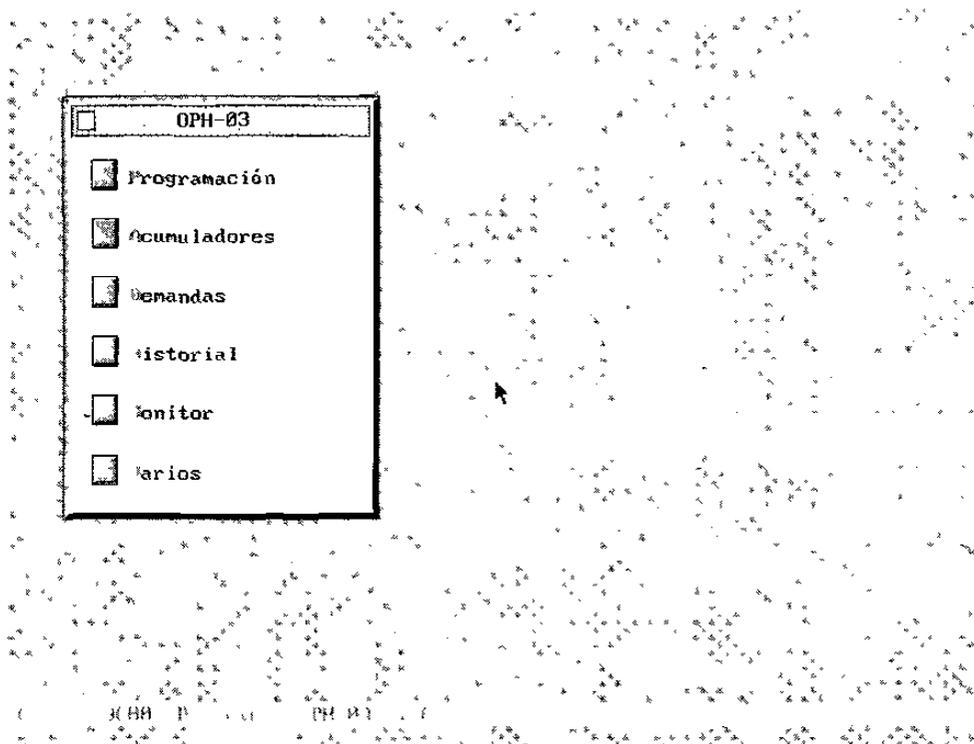


Fig.33.- Menú principal del OPH-03.

En la figura 34 se muestra un ejemplo de los valores instantáneos que está haciendo el equipo de medición aquí podemos ver algunas desventajas de nuestro equipo de medición por ejemplo las lecturas de voltaje y corriente en las mediciones instantáneas no están reflejadas a los voltajes originales es decir si se quiere conocer el voltaje real lo debemos de multiplicar por el factor de transformación, lo mismo sucede con la corriente y con los demás parámetros desplegados en esta pantalla.

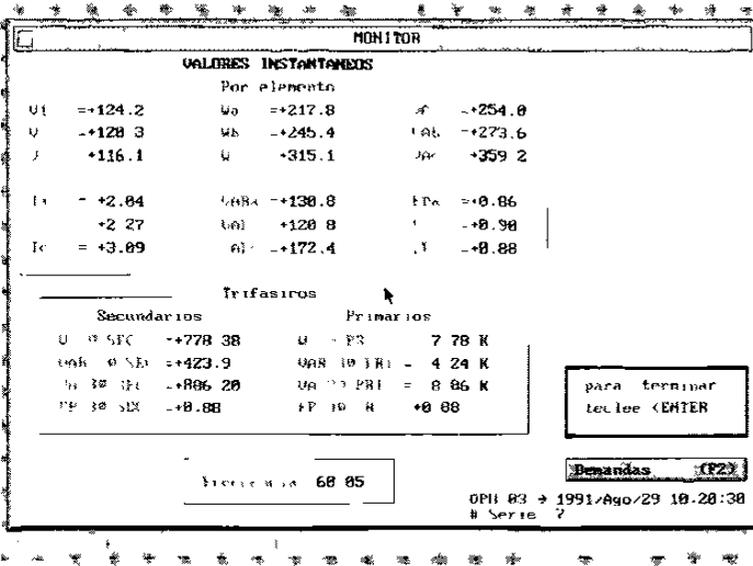


Fig. 34.- Monitoreo de variables eléctricas.

# 6 DESARROLLO DE LA ESTACION DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

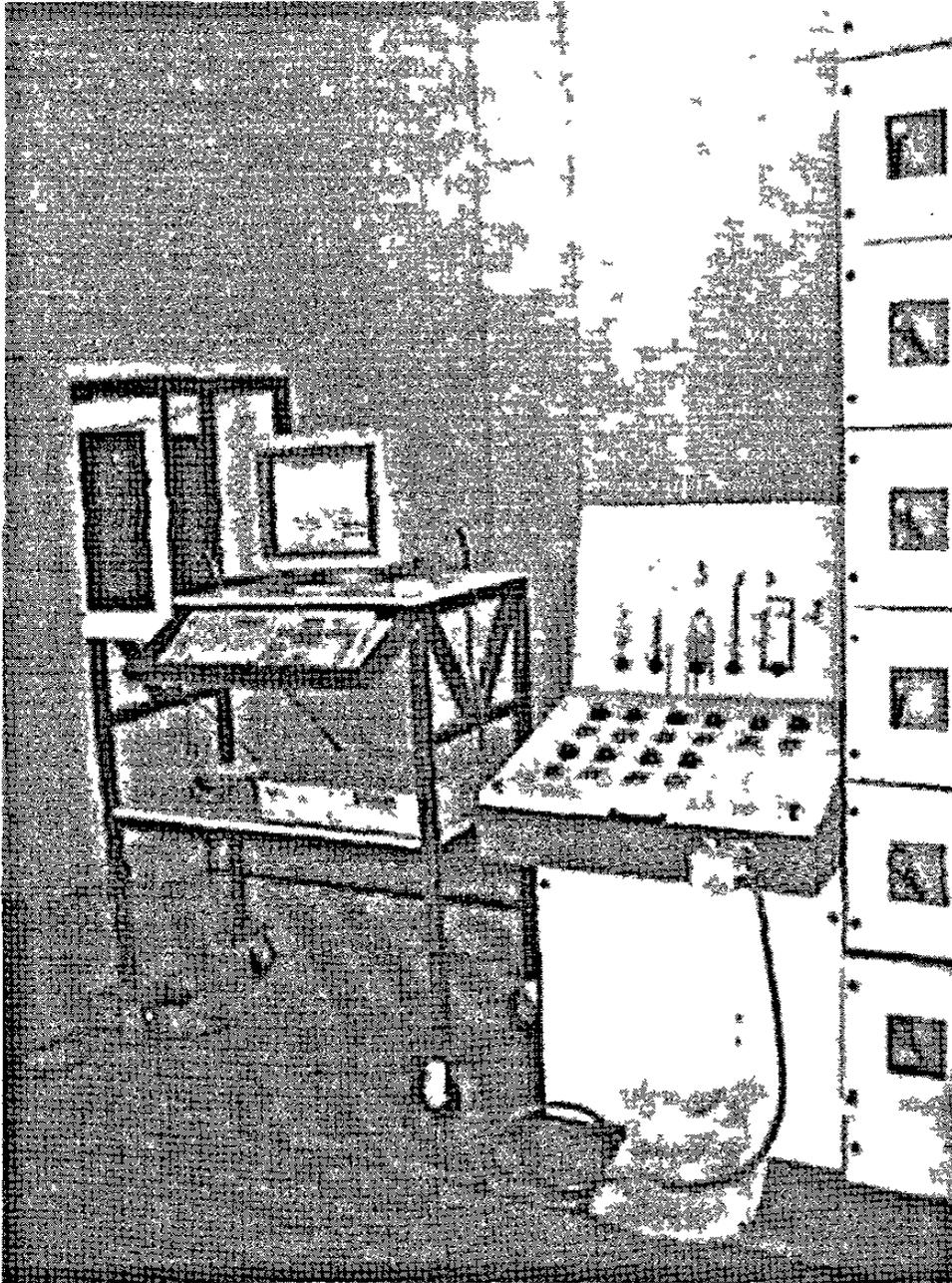
## 6.1 Introducción.

En este capítulo analizaremos el desarrollo de la estación del medidor, para el cual se diseñó una mesa en la cual se va a poner el equipo de medición obtenido mediante una donación hecha por parte de Montoi S.A. de C.V. el OPH-03, además también vamos a instalar la computadora que nos va a servir para comunicarnos con el OPH-03, la cual fue proporcionada por mi asesor el MC Evelio, también se tuvo que diseñar un circuito de control para que nuestra estación de medición sea segura y no se exponga a posibles daños al personal que trabaje con el equipo, ya sean alumnos o ingenieros de la FIME, la operación del equipo es sencilla y solo es necesario conectar el equipo de medición con el circuito de control el cual contiene los TP's (Transformadores de Potencial), los TC's (Transformadores de Corriente) y relevadores de protección para una conexión exitosa sin riesgos puesto que los TC's al estar midiendo y no tener una carga entre sus terminales (circuito abierto) puede generar un daño irreparable en el equipo de medición y posiblemente también en el equipo medido. Mas adelante se explica el funcionamiento de esta estación, el circuito de control además de mostrar los diagramas de la instalación del equipo. En este capítulo se ira describiendo el desarrollo de la estación del equipo de medición parte por parte es decir desde que se fabrico la meza, la instalación del OPH03, el diseño del circuito de control y su explicación y cada una de las partes del diseño de esta estación de medición.

## 6.2 Desarrollo de la mesa.

Se hizo un diseño robusto que pueda ser utilizado tanto en laboratorio como en campo, para esto la estructura esta hecha de PTR cuadrado de 1 1/2" de ancho por 1/8" de espesor, se le pusieron unas rodajas con el fin de poder transportarla desde el laboratorio hasta el área donde se procederá hacer la medición, estas rodajas son de uso rudo la cubierta es de Nylon y cuenta con valeros sellados para evitar problemas de

contaminación interna de los mismos. Las cubiertas donde se va a poner la computadora son de plástico tipo Nylamid y las cubiertas laterales son de acrílico transparente con la idea de poder ver las conexiones de los TP's y TC's y demás conexiones hechas por la parte posterior del medidor. La fotografía 6 nos muestra la mesa lista para el empotramiento del OPH-03, la computadora y parte del circuito de control.



Fotografía 6:- Mesa que aloja nuestro OPH-03 y la computadora

### 6.3 Desarrollo del Circuito de Control.

La necesidad de hacer un circuito de control fue cuando se pensó en que tan segura es nuestra estación de medición de tal forma que personas que no se hayan involucrado antes con el equipo la puedan manejar sin tener ningún riesgo tanto en su persona como en el equipo y aquí vamos a explicar como funciona este circuito de control, para esto me voy a apoyar en la figura 35 la cual nos muestra el diagrama escalera de este circuito de control. Primero voy a empezar con la descripción de los elementos que componen dicho circuito de control y es como sigue:

L1, Línea de alimentación Fase 1

L2, línea de alimentación Fase2

L3, Línea de alimentación fase 3

BP1, Botón Pulsador Normalmente Abierto

BP2, Botón Pulsador Normalmente Cerrado

R, Relevador

T, Terminal

TC, Transformador de Corriente

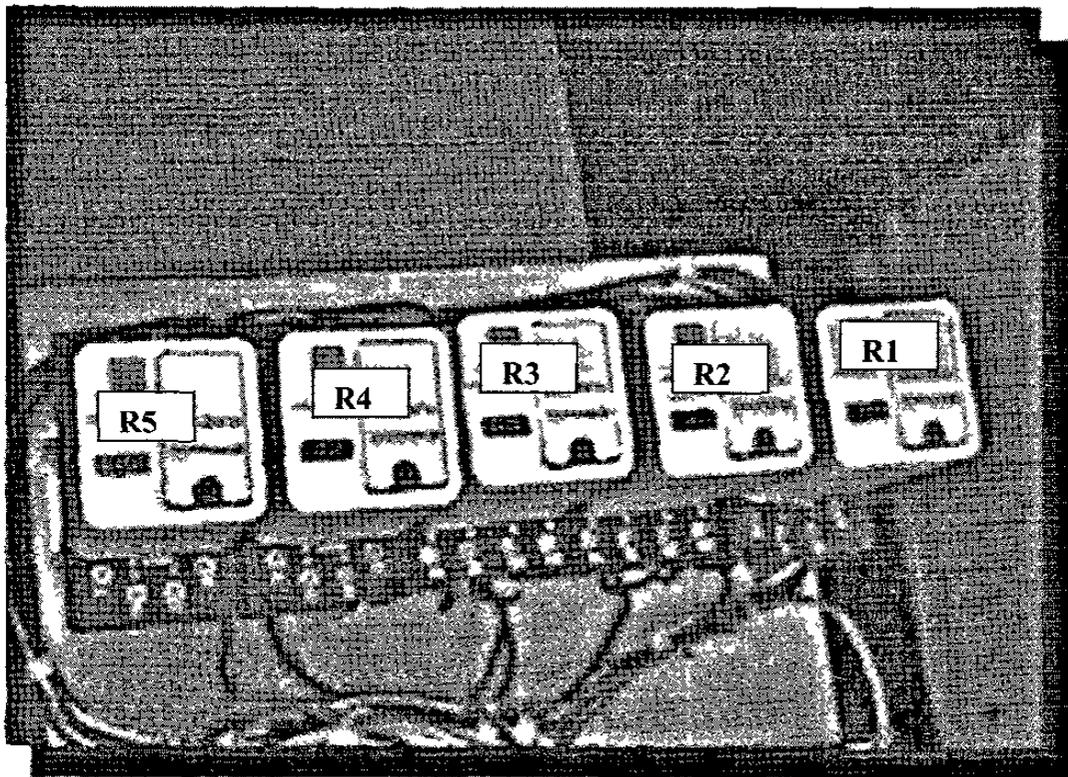
TP, Transformador de Potencial

Las líneas L1, L2 y L3 son las líneas provenientes de la Subestación con capacidad de 725KVA la cual suministra energía eléctrica al departamento de Ciencias, esta subestación transforma de 13,200Vca 3Ø a 220Vca 3Ø, el botón BP1 es el botón de arranque de medición al presionar este botón el circuito de control se enciende activándose el relevador R1 que es el que retiene el circuito. El BP2 es el botón de paro de medición, al activar este botón el R1 se apaga desconectando todo el circuito de control, este control realmente es un paro y arranque de medición los relevadores R2 y R3 son los que cortocircuitan los transformadores de corriente como una medida de protección para evitar daños en el equipo y en el personal que maneje este equipo de medición, R4 y R5 son los que alimentan las líneas L1, L2 y L3 a los Transformadores de Potencial la intención de controlar los TP's por medio de estos relevadores es debido a que quiero que queden protegidos y además se agregaron tres fusibles uno por línea, estos fusibles están colocados después de los relevadores con el fin de que si se funde

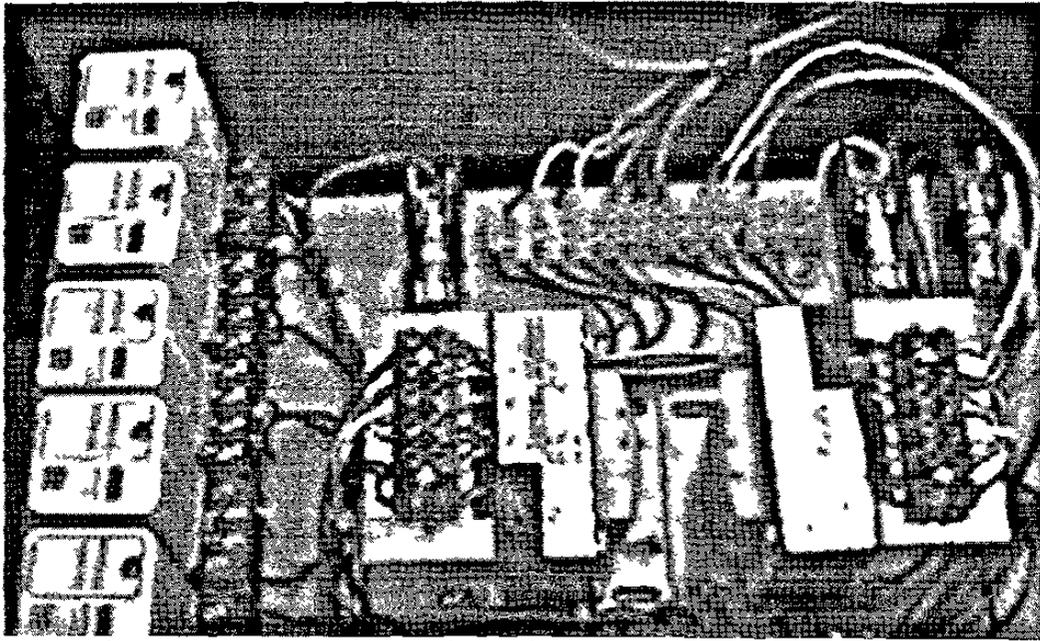
uno de ellos con el solo hecho de apagar el circuito de control se puede cambiar uno o mas fusibles sin el riesgo de sufrir descarga alguna puesto que la energía esta interrumpida por los relevadores R4 y R5, estos relevadores se muestran en la fotografia7.

Los relevadores están provistos de una palanquita de prueba manual la cual no debemos de manipular y se decidió poner pegamento para evitar dicha manipulación.

La fotografia 8 nos muestra el circuito de control y la figura 36 nos muestra el diagrama de control.



Fotografía 7:- Relevadores que componen nuestro circuito de control.



Fotografía 8.- Circuito de Control diseñado para el manejo de los instrumentos de Medición.

DIAGRAMA DE CONTROL  
LOCALIZADO EN GABINETE  
DE SUBESTACION

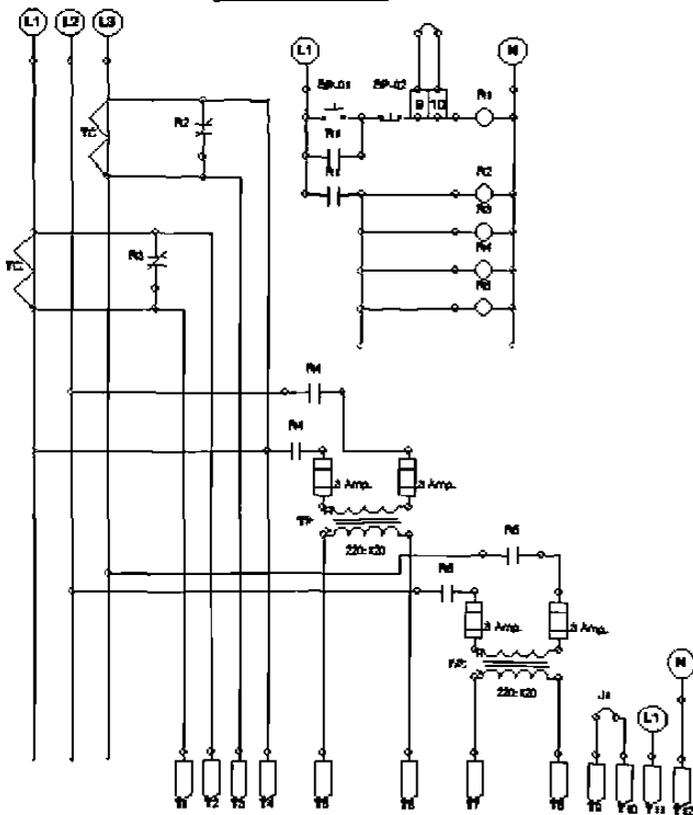
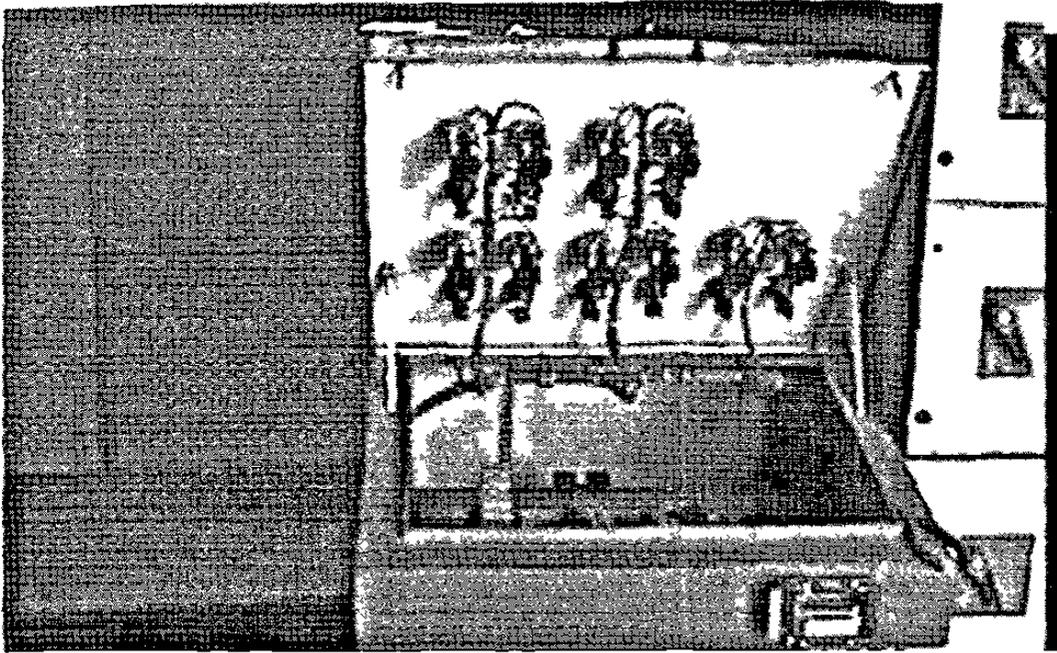


Figura 35: Diagrama del Circuito de Control

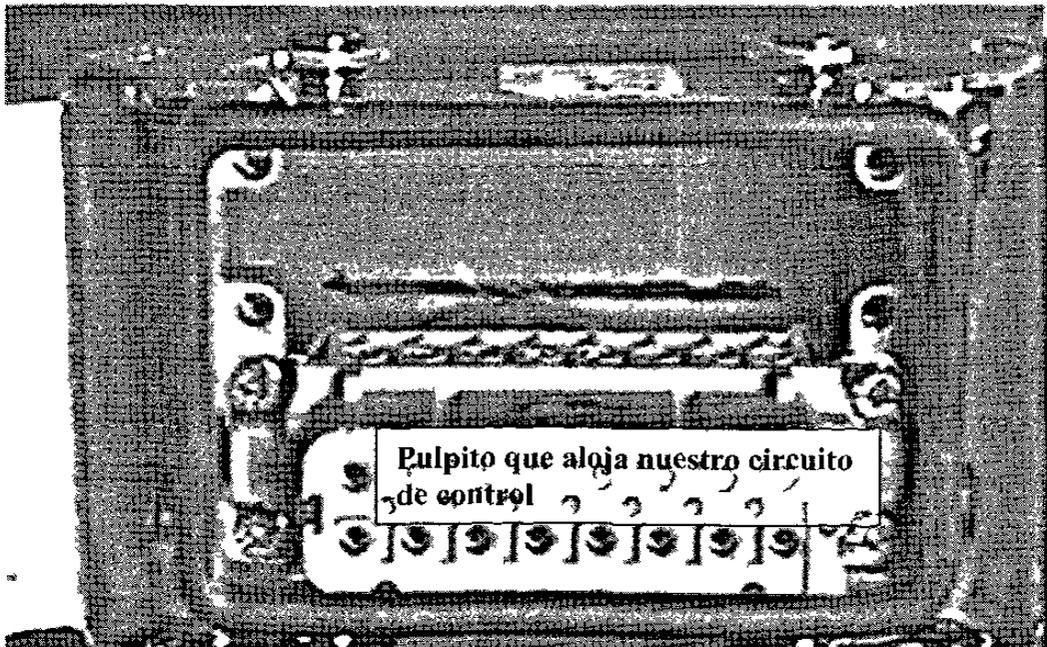
### 6.3.1 Descripción del funcionamiento del Circuito de Control.

Este circuito se encuentra dentro del gabinete de la subestación la cual se pretende monitorear, la fotografía 9 nos muestra este gabinete. Como se había comentado anteriormente la función principal es proteger el equipo y al personal que trabaje con el equipo de medición en dicha estación tenemos un cable multilínea con terminación en un conector tipo interfase macho de 16 terminales, la fotografía 10 nos muestra este conector, de los cuales solo estamos utilizando 11, por el cual se comunica la estación de medición con el circuito, en el gabinete esta el conector hembra de 16 terminales de tal forma que para poder empezar la medición se debe primero de conectar ambos conectores, después pulsar el botón denominado BP1 que es el arranque de medición, se puso un candado de tal forma que si no están conectados la estación de medición y el circuito de control no sostenga el arranque de medición, debido a que si no ponemos esta protección se puede dar el caso de que se arranque sin haber hecho la conexión física entre conectores y al momento de conectarlos este activado el voltaje de control que consiste en 120VCA y si se tienen falsos contactos es decir no se conecte en un solo intento podemos abrir los TC's sin tener una conexión entre ellos y el OPH-03 al pasar esto como los TC's miden corriente y al abrir un circuito con corriente se tienen chisporroteos esto ocasionaría un daño irreversible al TC y probable daño a la persona que este haciendo dicha conexión. La fotografía 11 nos muestra los TC's ya instalados. El encargado de detectar si están conectados ambos conectores es el botón de arranque el cual tiene en paralelo un contacto de R1 y además la alimentación del circuito de control proviene de uno de los TP's estando del lado del pulpito(conector hembra) y los botones de arranque y paro los cuales están del lado del OPH-03(conector macho), una vez conectados los conectores se puede arrancar la medición con solo pulsar el BP1 y se puede parar en el momento que se quiera con el botón BP2.

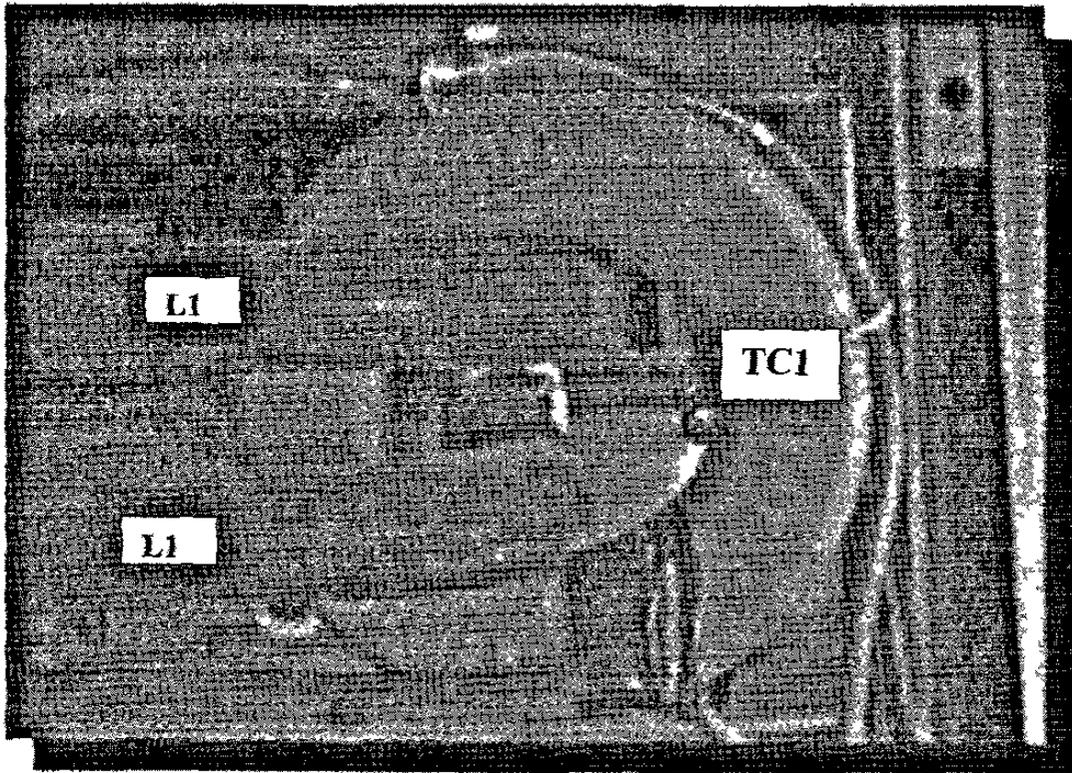
Los relevadores utilizados en el circuito de control están provistos de una palanquita de prueba manual la cual no debemos de manipular y se decidió poner pegamento para evitar dicha manipulación.



Fotografía 9:- Gabinete que aloja nuestro circuito de control



Fotografía 10:- Conector tipo Interfase



Fotografía 11:- TC ya instalado en la Línea L1

#### 6.4 Descripción de la interconexión de las tres fases y el OPH-03

El tipo de conexión que hice es de 2 elementos llamado así debido a que solo está usando 2 Transformadores de Potencial (TP's) y 2 Transformadores de Corriente (TC's) y una de las líneas la está utilizando como común en ambas mediciones. La diferencia que existe entre dos y tres elementos es que en tres elementos monitoreo las tres fases y en dos solo dos fases cuando el equipo está en medición por ejemplo para el voltaje solo nos va a dar dos lecturas correspondientes a V1 y V3 la medición de V2 no la voy a estar monitoreando, pero eso no indica que voy a estar perdiendo un dato cuando esté monitoreando las potencias, demandas y demás parámetros se van a ver afectados por dicha lectura. El dibujo de la distribución de los equipos de medición, las líneas del circuito a monitorear y el OPH-03 se puede ver en la figura 36.

Las conexiones entre el OPH-03 y el circuito de control las podemos identificar como entradas y salidas en las cuales las entradas son los voltajes, corrientes del transformador que se está monitoreando y las señales de arranque y paro de monitoreo, las salidas son los voltajes provenientes de los TP's y los TC's y la señal de retención del circuito de

relevación, esto se muestra en las fotografías 12 y 13 respectivamente los TP's son mostrados en la fotografía 14.

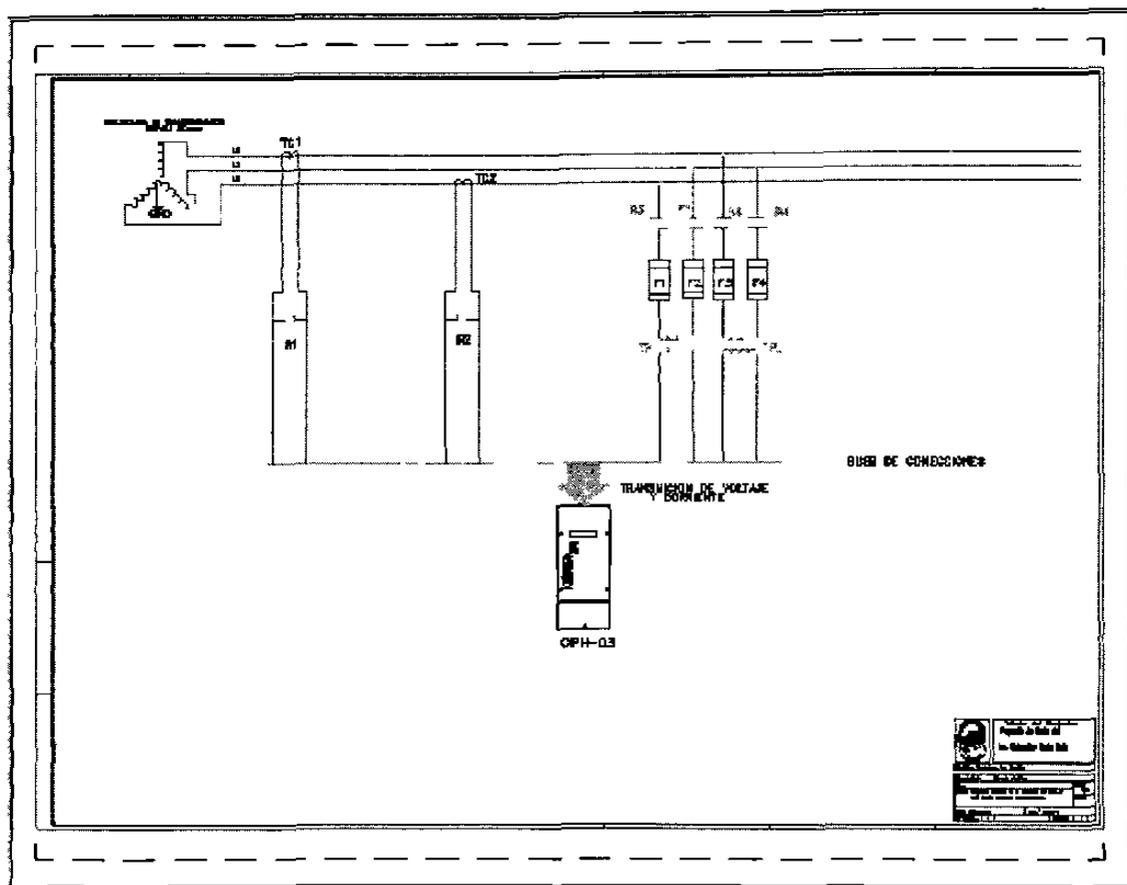
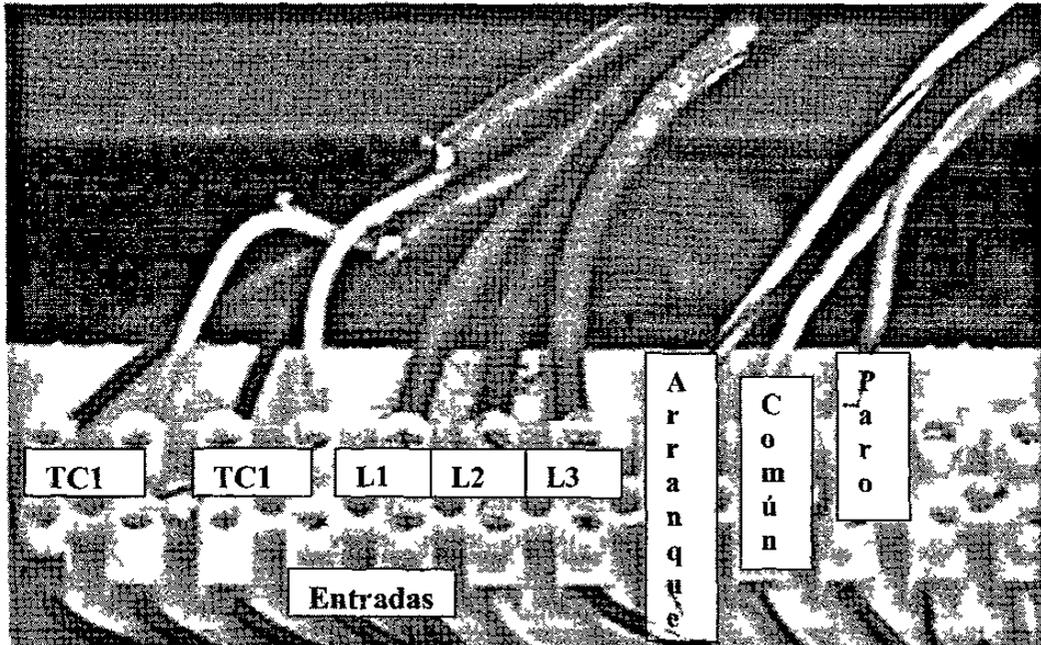
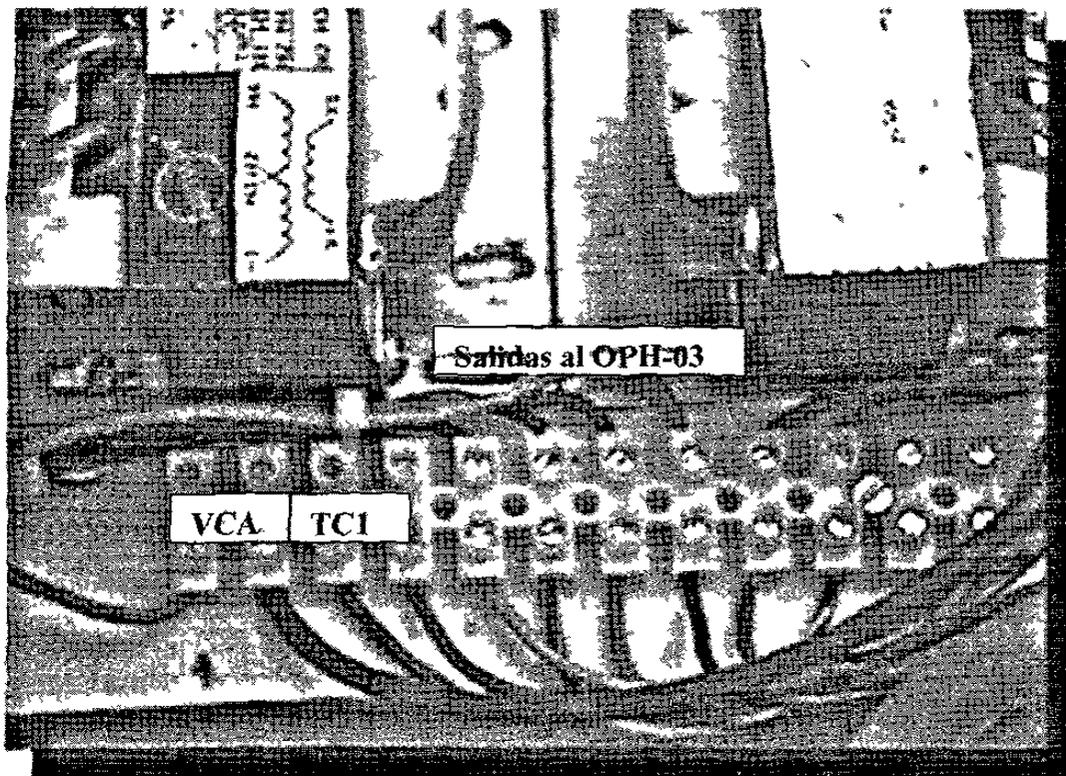


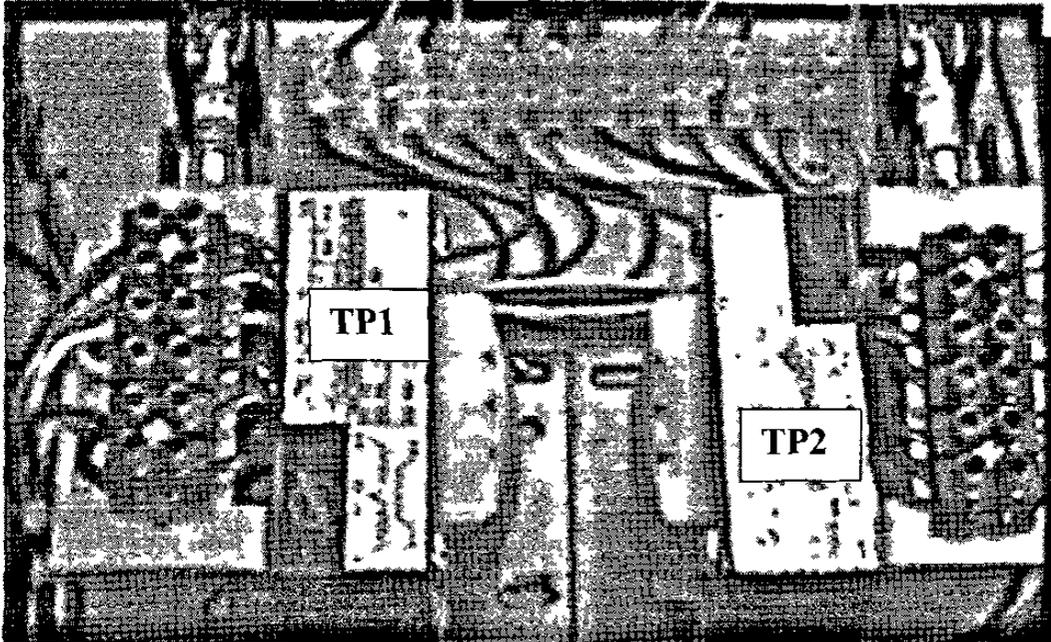
Fig. 36 Conexión del OPH-03 con el sistema trifásico.



Fotografía 12:- Entradas al Circuito de Control



Fotografía 13:- Salidas del Circuito de Control



Fotografía 14.- Transformadores de Potencial incluidos en el Circuito de Control.

# 7 MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

## 7.1 Introducción

En este capítulo analizaremos las lecturas obtenidas del monitoreo de la subestación del edificio de Ciencias, mediante la estación de parámetros eléctricos diseñada para este fin y con la finalidad de que se utilice como apoyo didáctico en algunas asignaturas del área eléctrica de la FIME. La instalación del circuito de control y los TP's se piensa hacer el próximo domingo, haciéndose un domingo debido a que para dicha instalación se debe de desenergizar el transformador debido a que se debe de desconectar los cables que salen del secundario del transformador y llegan al interruptor principal con capacidad de 1200 Amps para poder instalar los transformadores de corriente y para poder obtener los voltajes de las tres líneas(L1,L2 y L3).

## 7.2 Reporte de la medición

Después de haber monitoreado la carga se procede a transferir la información que se obtuvo del OPH-03 a Excel de Microsoft™ con el fin de poder analizar la información mediante graficas, para esto monitoreamos la carga por un periodo de aproximadamente 2 días desde el 1 de Octubre del 2001 empezando el monitoreo a las 21:15 horas y terminando el día 3 de Octubre del 2001 a las 19:00 horas, sin embargo se va a notar en las lecturas que el equipo fue apagado el día 2 de Oct. a las 9:15 A.M. y lo volví a poner en monitoreo ese mismo día a las 19:45 horas, mostrándonos esto que el equipo nos puede también decir a que horas dejo de monitorear y a que horas volvió a monitorear otra vez. el sacar el equipo de medición no estaba programado pero al ver que paso esto tome la decisión de dejar estas lecturas para poderlo ver como un paro de energía en la planta, las horas que se pierden por falta de energía eléctrica es bueno llevar el conteo para al fin de mes o cierre de facturación del recibo eléctrico analizar en cuanto a lo económico cuanto nos afecto el o los paros que se hayan tenido durante el mes, los paros de energía eléctrica a nivel industrial se traducen en perdida de producción pero también

en el costo del recibo eléctrico debido a que al momento de reestablecer el servicio de energía eléctrica por lo regular lo que se hace es encender todas las maquinas al mismo tiempo con el fin de empezar a producir lo mas pronto posible sin tomar en cuenta que esto nos afecta directamente en el consumo de demanda máxima medida reflejándose en costo en el recibo eléctrico. En las columnas que tenemos en el reporte obtenido son las siguientes: la primera es el horario en la cual tuve que diferenciar las horas por tener problemas al graficar en el Excel debido a que se tendrían algunos horarios repetidos y se confundiría el programa al querer hacer las graficas del reporte de monitoreo y para esto les agregue un numero 1 a las lecturas que empiezan a partir de las 21:15 del día 2 de Octubre para poder diferenciarlas de la lectura del día anterior, las dos siguientes columnas son identificadas como  $V_a$  y  $V_c$ , el  $V_a$  es el voltaje correspondiente entre líneas L1-L2 y  $V_c$  es el voltaje entre líneas L2-L3 como podemos ver el voltaje en ambas lecturas es el voltaje del primario del TP, sin embargo tuve que multiplicar por el factor de relación cada una de las lecturas para poder reflejar el voltaje al primario del TP, voltaje secundario del transformador, esta relación de transformación la obtenemos de 220/110 obteniendo como resultado 2 siendo este el voltaje que esta suministrando el transformador que estamos monitoreado, las siguientes 2 columnas son las lecturas de las corrientes  $I_a$  e  $I_c$  en las cuales podemos ver que las lecturas que tenemos son las obtenidas directamente del secundario del TC las cuales al multiplicarlas por el factor de relación lo cual obtenemos de la división de 1200/5 teniendo como resultado 240, indicando esto que al multiplicar cualquier lectura podemos reflejarla al primario indicando la corriente que esta consumiendo la carga, las siguientes columnas  $W_a$ ,  $W_c$ ,  $VAR_a$ ,  $VAR_c$ ,  $VAA$  y  $VAC$  todas estas lecturas como se ven son pequeñas debido a que están reflejadas a los secundarios de los TP's y los TC's si multiplicamos todos estos valores por el factor 480 el cual proviene de la multiplicación de las relaciones de transformación de los TP's y TC's, los cuales al sustituirse por sus valores  $2 \times 240 = 480$  y no hice esta transferencia de valores ya que los podemos ver en las siguientes columnas del siguiente bloque de datos  $W3\emptyset S$  (Watts trifásicos secundarios),  $VAR3\emptyset S$  (Volts Amperes reactivos trifásicos secundarios),  $VA3\emptyset S$  (Volts amperes trifásicos secundarios),  $W3\emptyset P$  (Watts trifásicos en el primario),  $VAR3\emptyset P$  (Volts amperes reactivos trifásicos en el primario),  $VA3\emptyset P$  (Volts amperes trifásicos en el primario),  $FP3\emptyset P$  y

FP3ØS(Factores de potencia trifásicos en el primario y secundario). El concepto primario y secundario es debido a que los valores son reflejados a los primarios de los transformadores de medición y los secundarios son reflejados a los secundarios de los transformadores de medición.

**REPORTE DE MONITOREO DE LA SUB-ESTACION DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS  
EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE 1-OCT-2001 21:15 AL 3-OCT.-2001 19:15**

Horario	Va	Vc	Ia	Ic	Wa	Wc	VARa	VARc	Vaa	Vac
21:15	1.038	1.184	0	0	0	0	0	0	0	0
21:30	159.412	159.146	203.76	157.92	7.407	3.577	-97.998	-75.929	98.25	76.03
21:45	211.156	210.73	255.36	172.8	8.817	3.477	-122.888	-80.817	123.241	80.918
22:00	231.686	231.208	275.28	168	10.127	4.535	-132.562	-83.235	132.914	83.336
22:15	231.912	231.46	279.84	170.4	8.162	3.376	-134.98	-82.076	135.232	82.177
22:30	232.924	232.604	205.44	140.16	8.213	1.058	-99.459	-67.969	99.761	67.969
22:45	233.588	233.282	189.12	128.16	9.724	1.36	-91.549	-62.326	92.053	62.326
23:00	233.816	233.482	163.68	105.6	10.127	1.26	-79.204	-51.392	79.809	51.392
23:15	234.122	233.816	143.76	87.36	9.472	1.663	-69.48	-42.525	70.135	42.525
23:30	235.146	234.774	150.96	80.4	9.321	2.015	-73.41	-39.35	73.964	39.401
23:45	235.238	234.866	148.56	80.4	10.883	2.217	-72.1	-39.401	72.906	39.451
24:00	235.158	234.774	144.48	80.4	10.379	2.116	-70.085	-39.3	70.841	39.35
24:15	235.198	234.88	136.56	75.6	9.321	2.015	-66.356	-37.033	67.011	37.033
24:30	234.534	234.228	130.08	70.08	8.817	1.461	-63.031	-34.161	63.636	34.161
24:45	235.412	235.158	144.48	76.56	8.515	1.915	-70.337	-37.536	70.841	37.536
01:00	235.492	235.278	121.44	62.16	5.945	1.058	-59.252	-30.483	59.555	30.483
01:15	234.44	234.2	117.84	62.16	6.651	0.957	-57.237	-30.331	57.59	30.331
01:30	234.094	233.802	116.16	61.92	6.197	1.008	-56.38	-30.231	56.733	30.231
01:45	234.72	234.48	117.36	62.16	6.348	1.159	-57.086	-30.331	57.388	30.331
02:00	234.852	234.586	121.44	61.92	6.701	0.806	-59.151	-30.331	59.504	30.331
02:15	234.002	233.682	125.52	62.16	6.449	0.957	-60.865	-30.281	61.217	30.231
02:30	234.56	234.24	117.36	62.16	6.5	0.907	-57.086	-30.382	57.438	30.331
02:45	234.906	234.586	118.56	62.16	7.054	0.957	-57.741	-30.432	58.144	30.382
03:00	234.76	234.428	119.52	62.16	7.608	0.957	-58.043	-30.382	58.496	30.382
03:15	234.68	234.308	121.44	62.4	6.399	0.907	-59.051	-30.483	59.403	30.432
03:30	234.454	234.188	124.08	62.16	6.248	1.159	-60.26	-30.382	60.613	30.382
03:45	234.32	234.014	118.56	62.16	7.155	0.806	-57.489	-30.331	57.942	30.281
04:00	234.374	234.014	119.04	62.16	6.953	0.907	-57.791	-30.382	58.194	30.382
04:15	233.854	233.522	117.36	62.16	5.895	0.756	-56.884	-30.281	57.186	30.281
04:30	233.974	233.602	123.36	70.56	6.197	0.302	-59.806	-34.362	60.109	34.362
04:45	234.068	233.776	131.04	78	5.139	0.554	-63.686	-37.889	63.888	37.99
05:00	234.042	233.788	126.24	86.88	6.852	2.67	-61.268	-42.222	61.671	42.373
05:15	232.378	232.098	132.96	93.6	9.825	6.449	-63.686	-44.792	64.442	45.245
05:30	232.724	232.404	150.72	102.72	10.581	7.003	-72.403	-49.326	73.158	49.83
05:45	232.484	232.138	165.12	102.48	9.321	2.116	-79.456	-49.629	80.011	49.679
06:00	231.766	231.366	213.36	135.12	11.488	8.616	-102.482	-64.643	103.137	65.198
06:15	231.114	230.754	301.2	204.24	11.034	12.848	-144.654	-97.393	145.057	98.25
06:30	230.502	230.262	323.28	225.6	9.422	15.821	-154.983	-107.017	155.335	108.226



19:15	1.038	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0
19:30	1.038	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0
19:45	1.038	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00	190.852	190.412	499.68	515.76	55.373	77.542	-230.308	-231.164	236.858	243.811
20:15	229.212	228.72	588	579.12	66.961	93.614	-272.883	-259.682	280.944	276.057
20:30	229.624	229.184	581.04	572.88	69.48	93.715	-269.305	-257.163	278.123	273.689
20:45	229.836	229.358	570	547.68	69.783	89.584	-264.015	-246.028	273.034	261.848
21:00	230.808	230.262	459.12	397.2	38.846	46.102	-214.185	-184.055	220.785	190.504
A 21:15	231.46	230.914	384.72	331.92	22.371	26.754	-182.291	-157.401	185.617	159.669
A 21:30	231.38	230.848	333.36	285.84	20.507	23.479	-159.417	-135.484	160.727	137.499
A 21:45	231.806	231.288	284.88	232.32	18.491	19.398	-134.879	-110.141	137.6	111.954
A 22:00	233.176	232.738	253.68	194.16	13.352	12.848	-120.872	-93.363	123.291	94.219
A 22:15	233.084	232.764	202.32	150.96	9.22	9.472	-97.847	-72.654	98.25	73.259
A 22:30	233.776	233.362	151.92	110.16	7.658	3.829	-73.612	-53.458	73.964	53.559
A 22:45	233.628	233.242	148.56	109.92	7.759	4.132	-71.949	-53.307	72.362	53.458
A 23:00	233.802	233.376	152.88	108.96	9.12	3.98	-73.914	-52.904	74.468	53.055
A 23:15	233.51	233.096	137.52	102.48	7.155	3.678	-66.508	-49.679	66.86	49.83
A 23:30	232.604	232.098	138.96	102.48	7.306	3.577	-66.961	-49.478	67.364	49.578
A 23:45	232.604	232.138	136.8	102.48	7.457	3.426	-65.953	-49.478	66.356	49.578
A 24:00	232.284	231.82	126.24	97.44	6.5	3.527	-60.865	-46.908	61.167	47.059
A 24:15	232.484	232.086	112.56	87.84	6.097	4.081	-54.163	-42.373	54.466	42.575
A 24:30	232.738	232.324	117.12	89.04	6.298	4.031	-56.481	-42.928	56.834	43.079
A 24:45	234.36	234.002	111.84	90.48	5.693	4.938	-54.365	-43.784	54.617	44.086
A 1:00	233.47	233.084	114.24	89.52	5.794	4.585	-55.272	-43.28	55.574	43.482
A 1:15	234.374	233.962	112.32	90.24	5.996	4.938	-54.516	-43.734	54.818	43.986
A 1:30	234.388	233.962	116.88	89.76	6.752	4.686	-56.733	-43.532	57.136	43.784
A 1:45	234.506	234.054	111.84	90	5.341	4.635	-54.415	-43.633	54.667	43.885
A 2:00	234.174	233.736	115.44	90	6.348	4.837	-56.028	-43.633	56.38	43.885
A 2:15	233.536	233.084	115.44	87.6	7.457	4.383	-55.675	-42.373	56.179	42.575
A 2:30	234.36	233.962	110.4	85.44	6.651	4.686	-53.508	-41.416	53.911	41.668
A 2:45	234.162	233.788	108.24	85.68	6.399	4.837	-52.501	-41.517	52.853	41.769
A 3:00	234.014	233.576	110.16	84.96	6.651	4.484	-53.408	-41.215	53.811	41.416
A 3:15	234.122	233.682	106.56	85.68	5.945	4.787	-51.695	-41.466	51.997	41.718
A 3:30	234.68	234.254	109.2	85.44	5.794	4.787	-53.105	-41.466	53.408	41.718
A 3:45	234.586	234.148	106.8	85.2	6.197	4.635	-51.846	-41.366	52.198	41.618
A 4:00	234.188	233.736	110.4	85.92	5.945	4.837	-53.609	-41.567	53.962	41.819
A 4:15	233.47	233.03	106.32	85.2	5.895	4.686	-51.493	-41.164	51.795	41.416
A 4:30	233.296	232.858	108.24	90.24	6.701	6.852	-52.148	-43.23	52.601	43.835
A 4:45	233.736	233.296	127.68	118.08	10.278	11.135	-61.419	-56.179	62.275	57.388
A 5:00	232.936	232.512	133.68	123.84	10.631	10.883	-64.039	-58.9	64.895	60.008
A 5:15	232.924	232.484	131.28	110.16	8.717	7.91	-63.081	-52.702	63.686	53.408
A 5:30	232.246	231.74	132	115.68	8.414	9.573	-63.384	-55.02	63.938	55.927
A 5:45	232.538	232.032	138	114.24	9.069	8.213	-66.306	-54.718	66.911	55.322
A 6:00	231.74	231.194	179.28	138	12.445	12.898	-85.704	-65.046	86.611	66.457
A 6:15	232.884	232.232	225.12	170.16	11.891	12.193	-108.679	-81.472	109.334	82.379
A 6:30	232.378	231.66	279.84	209.76	15.569	15.216	-134.325	-100.013	135.585	101.273
A 6:45	231.74	231.1	288	233.04	15.569	16.526	-137.802	-110.997	139.162	112.257
A 7:00	230.714	230.05	261.12	222.24	12.445	16.123	-124.954	-105.304	125.609	106.513
A 7:15	230.076	229.638	251.52	222	14.612	16.879	-119.714	-104.901	120.621	106.211
A 7:30	228.346	227.88	288.24	243.84	10.833	17.433	-136.744	-114.474	137.197	115.784

A 7:45	227.15	226.63	289.2	257.76	9.926	17.534	-136.492	-120.469	136.844	121.729
A 8:00	225.46	224.888	307.2	281.52	11.79	20.103	-143.797	-130.446	144.352	131.957
A 8:15	225.54	224.86	321.12	298.08	12.798	19.65	-149.844	-138.255	150.952	139.666
A 8:30	225.166	224.448	324.48	336.24	12.243	23.63	-151.607	-155.487	152.312	157.25
A 8:45	224.316	223.53	327.36	341.52	11.992	24.134	-152.464	-157.2	153.119	159.014
A 9:00	222.958	222.226	322.32	344.88	7.658	24.285	-149.541	-157.804	149.743	159.719
A 9:15	223.436	222.546	335.52	354.24	10.329	24.84	-155.89	-162.389	156.242	164.254
A 9:30	223.57	222.746	340.8	340.08	11.236	20.053	-158.409	-156.595	158.812	157.905
A 9:45	222.932	221.946	350.16	342.48	12.395	18.945	-162.137	-155.99	162.641	158.459
A 10:00	221.974	220.948	347.52	343.68	10.178	17.332	-160.374	-155.436	160.777	158.308
A 10:15	222.412	221.442	349.44	355.44	16.828	17.635	-159.568	-160.979	161.986	164.052
A 10:30	222.28	221.268	361.68	381.36	15.922	22.27	-165.16	-174.129	167.579	175.842
A 10:45	221.308	220.35	348.96	374.4	12.294	19.902	-160.273	-170.552	160.928	171.912
A 11:00	222.094	221.228	357.6	397.44	16.375	30.13	-163.8	-180.578	165.513	183.299
A 11:15	223.198	222.386	369.12	412.32	23.278	36.982	-165.312	-187.531	171.71	191.159
A 11:30	222.838	222.066	358.08	401.04	17.483	30.735	-163.75	-182.997	166.319	185.566
A 11:45	222.346	221.468	371.28	393.84	17.685	27.46	-169.443	-179.671	172.114	181.787
A 12:00	223.17	222.346	355.2	380.64	14.41	25.495	-164.153	-174.482	165.261	176.346
A 12:15	223.69	222.666	415.92	426.48	36.529	41.416	-188.035	-192.922	193.829	197.81
A 12:30	222.306	221.162	488.4	494.88	56.683	62.527	-219.122	-219.374	226.327	228.091
A 12:45	220.816	219.698	536.64	551.04	67.616	78.146	-237.513	-239.881	246.935	252.326
A 13:00	220.536	219.378	552.48	554.64	69.883	81.371	-244.163	-240.183	253.988	253.636
A 13:15	221.096	220.03	555.6	553.92	71.344	83.386	-245.876	-239.881	256.054	253.988
A 13:30	221.228	220.216	555.36	566.88	71.999	87.871	-245.725	-244.818	256.054	260.135
A 13:45	220.324	219.26	557.04	558.48	72.503	85.805	-245.272	-240.385	255.802	255.248
A 14:00	220.416	219.326	560.4	556.32	71.949	82.278	-247.136	-240.636	257.415	254.341
A 14:15	220.23	219.206	583.2	565.68	70.841	90.188	-258.17	-241.997	267.743	258.372
A 14:30	220.19	219.338	621.36	628.56	85.553	108.629	-272.026	-266.03	285.176	287.343
A 14:45	220.948	220.138	603.6	620.4	84.041	109.889	-264.972	-262.554	277.971	284.622
A 15:00	220.444	219.526	604.32	619.2	82.883	107.823	-264.972	-261.949	277.619	283.262
A 15:15	220.496	219.604	588.48	617.52	84.041	109.284	-257.011	-260.639	270.414	282.607
A 15:30	219.91	109.563,	593.76	629.52	82.479	111.904	-259.38	-264.821	272.177	287.494
A 15:45	220.018	219.206	588.72	618.72	80.514	114.171	-257.717	-258.624	269.96	282.708
A 16:00	220.364	219.538	599.04	628.32	81.673	114.222	-262.705	-263.813	275.099	287.444
A 16:15	221.308	220.576	605.04	636.24	83.689	115.935	-266.232	-268.549	279.08	292.482
A 16:30	221.108	220.256	609.84	627.12	84.747	114.071	-268.046	-264.317	281.095	287.897
A 16:45	220.962	220.23	607.44	633.6	83.689	113.97	-266.937	-267.592	279.785	290.87
A 17:00	221.282	220.67	642.72	682.56	89.231	122.586	-282.607	-289.006	296.412	313.946
A 17:15	222.466	221.84	658.08	698.4	91.851	127.07	-290.92	-296.866	305.129	322.914
A 17:30	223.078	222.518	656.64	706.8	92.456	128.481	-291.021	-301.551	305.33	327.751
A 17:45	223.544	222.984	620.4	674.16	86.913	120.923	-275.654	-289.006	289.106	313.341
A 18:00	223.45	222.784	540	586.32	63.384	88.828	-243.307	-257.314	251.469	272.228
A 18:15	224.156	223.33	533.04	583.92	61.973	83.134	-241.14	-258.725	249	271.774
A 18:30	223.742	223.024	560.16	583.68	57.338	83.034	-254.845	-258.271	261.193	271.321
A 18:45	223.104	222.2	573.12	581.52	60.562	76.786	-259.531	-258.12	266.484	269.305
A 19:00	223.916	223.064	577.2	589.44	62.729	77.391	-261.949	-262.906	269.356	274.041

Horario	Fpa	FPc	W3ØS	VAR3ØS	VA3ØS	FP3ØS	W3ØP	VAR3ØP	VA3ØP	FP3ØP	FREC.
21:15	0.956	0.956	0	0	0	0.956	0	0	0	0.956	62.759
21:30	0.313	0.278	10.88	-173.875	174.076	0.349	4724.945	-83474.03	83474.03	0.349	60.031
21:45	0.065	0.039	12.089	-203.693	203.895	0.055	5249.939	-97648.865	97648.865	0.055	65.815
22:00	0.076	0.055	14.506	-215.782	215.983	0.068	6824.921	-103423.798	103423.798	0.068	59.995
22:15	0.061	0.041	11.484	-216.991	217.192	0.053	5249.939	-103948.792	103948.792	0.053	60.002
22:30	0.084	0.016	9.268	-167.427	167.427	0.056	4199.951	-80324.066	79799.072	0.056	60.067
22:45	0.106	0.022	10.88	-153.928	154.13	0.072	4724.945	-73499.146	73499.146	0.072	60.017
23:00	0.129	0.027	11.283	-130.557	130.96	0.089	5249.939	-62474.274	62474.274	0.089	60.017
23:15	0.136	0.04	11.081	-112.021	112.424	0.099	4724.945	-53549.377	53549.377	0.099	60.024
23:30	0.127	0.052	11.283	-112.827	113.23	0.1	5249.939	-54074.371	54074.371	0.1	60.038
23:45	0.15	0.057	12.895	-111.417	112.021	0.117	5774.933	-53549.377	53549.377	0.117	60.017
24:00	0.147	0.055	12.492	-109.402	110.006	0.114	5774.933	-52499.39	52499.39	0.114	60.002
24:15	0.139	0.054	11.283	-103.358	103.761	0.108	5249.939	-49349.426	49349.426	0.108	59.988
24:30	0.138	0.042	10.275	-97.112	97.515	0.104	4724.945	-46724.457	46724.457	0.104	60.017
24:45	0.12	0.052	10.275	-107.79	108.193	0.096	4724.945	-51449.402	51449.402	0.096	60.031
01:00	0.101	0.035	6.85	-89.657	89.859	0.078	3149.963	-43049.5	43049.5	0.078	60.046
01:15	0.116	0.033	7.455	-87.643	87.844	0.087	3149.963	-41999.512	41999.512	0.087	60.01
01:30	0.11	0.034	7.052	-86.635	86.837	0.083	3149.963	-41474.518	41474.518	0.083	59.974
01:45	0.111	0.039	7.455	-87.441	87.643	0.086	3149.963	-41999.512	41474.518	0.086	59.966
02:00	0.113	0.028	7.455	-89.456	89.657	0.084	3149.963	-43049.5	42524.506	0.084	60.031
02:15	0.107	0.032	7.253	-91.068	91.269	0.081	3149.963	-43574.493	43574.493	0.081	59.981
02:30	0.114	0.031	7.253	-87.441	87.643	0.085	3149.963	-41999.512	41474.518	0.085	60.031
02:45	0.122	0.033	7.858	-88.045	88.448	0.091	3674.957	-41999.512	41999.512	0.091	60.017
03:00	0.13	0.033	8.462	-88.448	88.65	0.097	3674.957	-42524.506	41999.512	0.097	59.995
03:15	0.109	0.031	7.253	-89.456	89.657	0.082	3149.963	-43049.5	42524.506	0.082	60.038
03:30	0.105	0.038	7.253	-90.665	90.866	0.082	3149.963	-43574.493	43049.5	0.082	59.959
03:45	0.124	0.028	7.858	-87.844	88.045	0.091	3674.957	-41999.512	41999.512	0.091	60.002
04:00	0.12	0.03	7.858	-88.247	88.448	0.089	3149.963	-41999.512	41999.512	0.089	60.01
04:15	0.103	0.026	6.447	-87.24	87.24	0.076	2624.969	-41474.518	41474.518	0.076	60.01
04:30	0.104	0.01	6.447	-94.291	94.291	0.069	2624.969	-45149.475	45149.475	0.069	59.995
04:45	0.082	0.015	5.641	-101.544	101.544	0.057	2099.976	-48824.432	48299.438	0.057	60.002
05:00	0.111	0.058	9.469	-103.559	103.962	0.09	4199.951	-49349.426	49349.426	0.09	60.024
05:15	0.153	0.143	16.118	-108.596	109.604	0.148	7349.915	-51974.396	52499.39	0.148	60.002
05:30	0.146	0.141	17.529	-121.692	122.901	0.143	7874.908	-58274.323	58799.316	0.143	60.074
05:45	0.117	0.042	11.283	-129.147	129.55	0.088	5249.939	-61949.28	61949.28	0.088	60.038
06:00	0.114	0.135	20.148	-167.024	168.233	0.121	9449.89	-80324.066	80324.066	0.121	59.959
06:15	0.076	0.129	23.774	-241.974	242.981	0.097	11024.872	-116023.651	116548.645	0.097	59.995
06:30	0.06	0.146	25.185	-261.92	263.129	0.096	11549.866	-125473.541	125998.535	0.096	60.017
06:45	0.054	0.175	30.222	-283.277	285.09	0.106	14174.835	-135973.419	136498.413	0.106	60.046
07:00	0.072	0.161	30.826	-276.427	278.038	0.111	14174.835	-132823.456	133348.45	0.111	59.945
07:15	0.058	0.156	29.214	-289.12	290.53	0.101	13649.841	-138598.389	139123.383	0.101	59.988
07:30	0.06	0.157	30.826	-295.164	296.574	0.104	14174.835	-141748.352	141748.352	0.104	60.002
07:45	0.061	0.156	31.229	-295.567	297.179	0.105	14699.829	-141748.352	142273.346	0.105	60.031
08:00	0.05	0.15	28.811	-295.365	296.776	0.097	13649.841	-141748.352	142273.346	0.097	60.038
08:15	0.057	0.15	33.848	-328.005	329.616	0.103	15749.817	-157498.169	158023.163	0.103	59.93
08:30	0.05	0.153	38.079	-365.278	367.293	0.104	17849.792	-175347.961	175872.955	0.104	60.002
08:45	0.037	0.138	30.826	-344.929	346.138	0.089	14699.829	-165373.077	165898.071	0.089	60.053
09:00	-0.715	0.817	7.253	-74.748	75.151	0.781	3149.963	-35699.585	35699.585	0.781	60.017
09:15	-1	-0.643	0	0	0	1	0	0	0	1	60.002

09:30	0.091	0.936	0	0	0	0.999	0	0	0	0.999	60.002
09:45	1	0.592	0	0	0	0.88	0	0	0	0.88	60.002
10:00	1	0.211	0	0	0	0.372	0	0	0	0.372	60.002
10:15	1	0.519	0	0	0	0.917	0	0	0	0.917	60.002
10:30	-0.279	-0.064	0	0	0	0.586	0	0	0	0.586	60.002
10:45	-0.277	0.017	0	0	0	0.03	0	0	0	0.03	60.002
11:00	0.58	-0.174	0	0	0	-0.01	0	0	0	-0.01	60.002
11:15	-0.483	-0.073	0	0	0	0.519	0	0	0	0.519	60.002
11:30	-0.071	-0.194	0	0	0	-0.12	0	0	0	-0.12	60.002
11:45	-0.168	-0.136	0	0	0	-0.05	0	0	0	-0.05	60.002
12:00	-0.148	-0.088	0	0	0	0.011	0	0	0	0.011	60.002
12:15	-0.574	-0.147	0	0	0	-0.12	0	0	0	-0.12	60.002
12:30	-0.308	-0.149	0	0	0	0.073	0	0	0	0.073	60.002
12:45	-0.03	-0.117	0	0	0	0.274	0	0	0	0.274	60.002
13:00	-0.239	-0.13	0	0	0	0.037	0	0	0	0.037	60.002
13:15	-0.137	-0.123	0	0	0	0.073	0	0	0	0.073	60.002
13:30	-0.367	-0.103	0	0	0	0.066	0	0	0	0.066	60.002
13:45	0.127	-0.108	0	0	0	0.209	0	0	0	0.209	60.002
14:00	-0.123	-0.095	0	0	0	0.177	0	0	0	0.177	60.002
14:15	-0.302	-0.065	0	0	0	0.06	0	0	0	0.06	60.002
14:30	-0.418	-0.125	0	0	0	0.047	0	0	0	0.047	60.002
14:45	-0.393	-0.111	0	0	0	0.042	0	0	0	0.042	60.002
15:00	-0.33	-0.031	0	0	0	0.108	0	0	0	0.108	60.002
15:15	-0.042	-0.084	0	0	0	0.086	0	0	0	0.086	60.002
15:30	-0.091	-0.131	0	0	0	0.079	0	0	0	0.079	60.002
15:45	-0.51	-0.136	0	0	0	0.125	0	0	0	0.125	60.002
16:00	-0.446	-0.126	0	0	0	0.096	0	0	0	0.096	60.002
16:15	-0.445	-0.146	0	0	0	0.062	0	0	0	0.062	60.002
16:30	-0.375	-0.05	0	0	0	0.157	0	0	0	0.157	60.002
16:45	-0.384	-0.129	0	0	0	0.013	0	0	0	0.013	60.002
17:00	-0.013	-0.17	0	0	0	0.205	0	0	0	0.205	60.002
17:15	0.36	-0.134	0	0	0	0.318	0	0	0	0.318	60.002
17:30	-0.309	-0.113	0	0	0	0.056	0	0	0	0.056	60.002
17:45	-0.109	-0.14	0	0	0	0.179	0	0	0	0.179	60.002
18:00	-0.437	-0.107	0	0	0	-0.01	0	0	0	-0.01	60.002
18:15	-0.226	-0.157	0	0	0	0.063	0	0	0	0.063	60.002
18:30	-0.018	-0.154	0	0	0	0.257	0	0	0	0.257	60.002
18:45	-0.15	-0.169	0	0	0	0.195	0	0	0	0.195	60.002
19:00	-0.234	-0.117	0	0	0	0.187	0	0	0	0.187	60.002
19:15	-0.556	-0.142	0	0	0	-0.02	0	0	0	-0.02	60.002
19:30	-0.211	-0.15	0	0	0	0.155	0	0	0	0.155	60.002
19:45	-0.215	-0.103	0	0	0	0.169	0	0	0	0.169	60.002
20:00	0.069	0.211	132.773	-461.382	479.918	0.204	63524.261	-221022.43	229947.327	0.204	60.002
20:15	0.238	0.339	160.376	-532.504	555.875	0.289	76649.109	-255672.028	266696.899	0.289	59.981
20:30	0.25	0.343	162.995	-526.258	550.838	0.296	77699.097	-252522.064	264071.93	0.296	59.988
20:45	0.256	0.342	159.167	-509.938	534.116	0.298	76124.115	-244647.156	256197.021	0.298	60.002
21:00	0.168	0.227	84.822	-398.119	409.401	0.198	40424.53	-191097.778	196347.717	0.198	60.002
A 21:15	0.12	0.168	48.959	-339.69	343.921	0.145	23099.731	-162748.108	164848.083	0.145	59.995
A 21:30	0.128	0.171	43.922	-294.761	297.985	0.148	20474.762	-141223.358	142798.34	0.148	59.995
A 21:45	0.135	0.173	37.878	-244.996	248.421	0.155	17849.792	-117598.633	119173.615	0.155	60.002

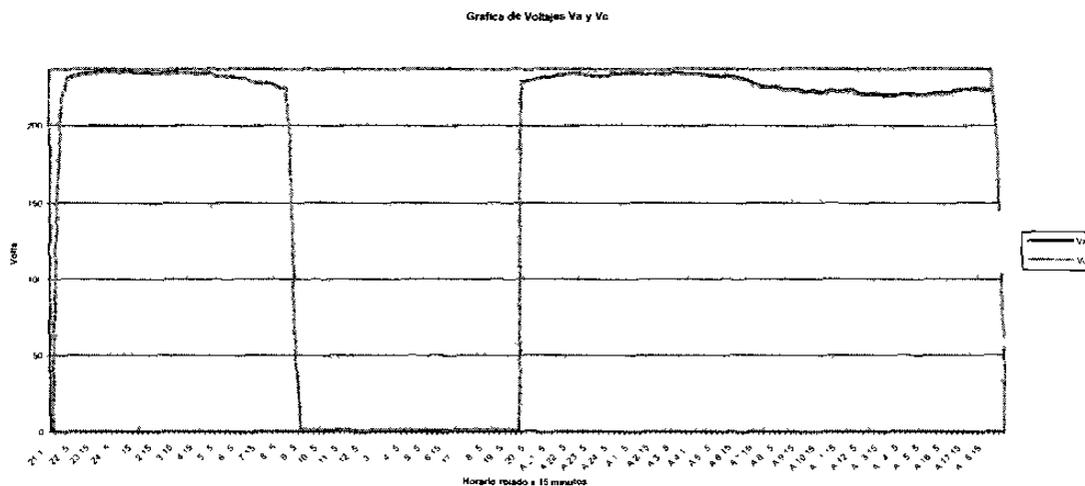
A 22:00	0.108	0.137	26.192	-214.17	216.386	0.123	12074.86	-102898.804	103423.798	0.123	60.01
A 22:15	0.095	0.127	18.536	-170.45	171.457	0.108	8399.902	-81899.048	81899.048	0.108	59.995
A 22:30	0.104	0.073	11.484	-127.132	127.333	0.09	5249.939	-60899.292	60899.292	0.09	60.046
A 22:45	0.107	0.078	11.686	-125.319	125.722	0.094	5249.939	-59849.304	59849.304	0.094	60.002
A 23:00	0.122	0.076	13.096	-126.729	127.333	0.103	5774.933	-60899.292	60899.292	0.103	60.002
A 23:15	0.107	0.075	10.678	-116.252	116.655	0.093	4724.945	-55649.353	55649.353	0.093	60.046
A 23:30	0.109	0.073	10.88	-116.454	116.857	0.093	4724.945	-55649.353	55649.353	0.093	60.002
A 23:45	0.113	0.069	10.88	-115.446	115.849	0.094	4724.945	-55124.359	55124.359	0.094	60.038
A 24:00	0.106	0.077	9.872	-107.79	108.193	0.093	4199.951	-51449.402	51449.402	0.093	60.024
A 24:15	0.113	0.097	10.074	-96.508	96.91	0.105	4724.945	-46199.463	46199.463	0.105	59.981
A 24:30	0.11	0.095	10.275	-99.328	99.731	0.103	4724.945	-47774.445	47774.445	0.103	60.002
A 24:45	0.105	0.113	10.678	-98.119	98.522	0.108	4724.945	-46724.457	46724.457	0.108	60.046
A 1:00	0.104	0.106	10.275	-98.522	98.925	0.105	4724.945	-47249.451	47249.451	0.105	59.952
A 1:15	0.11	0.113	10.88	-98.321	98.724	0.111	4724.945	-47249.451	47249.451	0.111	60.024
A 1:30	0.119	0.108	11.283	-100.336	100.739	0.114	5249.939	-47774.445	47774.445	0.114	60.017
A 1:45	0.099	0.107	9.872	-98.119	98.321	0.102	4199.951	-46724.457	46724.457	0.102	60.038
A 2:00	0.112	0.111	11.081	-99.731	100.134	0.111	4724.945	-47774.445	47774.445	0.111	60.024
A 2:15	0.133	0.104	11.686	-98.119	98.724	0.12	5249.939	-46724.457	47249.451	0.12	59.981
A 2:30	0.124	0.113	11.283	-94.896	95.5	0.119	5249.939	-45674.469	45674.469	0.119	60.024
A 2:45	0.122	0.117	11.081	-94.09	94.493	0.119	5249.939	-45149.475	45149.475	0.119	60.017
A 3:00	0.124	0.108	11.081	-94.694	95.097	0.116	4724.945	-45149.475	45149.475	0.116	60.017
A 3:15	0.115	0.116	10.678	-93.082	93.687	0.115	4724.945	-44624.481	44624.481	0.115	60.024
A 3:30	0.109	0.115	10.477	-94.493	94.896	0.111	4724.945	-45149.475	45149.475	0.111	60.024
A 3:45	0.119	0.112	10.678	-93.284	93.687	0.115	4724.945	-44624.481	44624.481	0.115	60.031
A 4:00	0.111	0.116	10.678	-95.097	95.702	0.113	4724.945	-45674.469	45674.469	0.113	60.038
A 4:15	0.114	0.114	10.477	-92.679	93.082	0.113	4724.945	-44099.487	44099.487	0.113	59.945
A 4:30	0.127	0.153	13.499	-95.5	96.306	0.138	6299.927	-45674.469	45674.469	0.138	59.959
A 4:45	0.165	0.196	21.357	-117.663	119.476	0.179	9974.884	-56174.347	57224.335	0.179	60.046
A 5:00	0.164	0.182	21.357	-122.901	124.714	0.173	9974.884	-58799.316	59324.31	0.173	59.966
A 5:15	0.135	0.144	16.521	-115.849	116.857	0.139	7349.915	-55649.353	55649.353	0.139	59.959
A 5:30	0.132	0.169	17.931	-118.469	119.677	0.149	8399.902	-56699.341	57224.335	0.149	60.017
A 5:45	0.137	0.148	17.327	-121.088	122.095	0.142	7874.908	-57749.329	58274.323	0.142	59.966
A 6:00	0.145	0.194	25.185	-150.705	152.72	0.166	11549.866	-72449.158	72974.152	0.166	59.966
A 6:15	0.108	0.146	23.976	-189.993	191.605	0.124	11024.872	-91348.938	91348.938	0.124	59.981
A 6:30	0.115	0.15	30.625	-234.318	236.534	0.131	14174.835	-112348.694	113398.682	0.131	59.974
A 6:45	0.112	0.146	32.035	-248.824	251.04	0.128	15224.823	-119173.615	120223.602	0.128	59.995
A 7:00	0.1	0.151	28.408	-230.288	231.9	0.124	13124.847	-110248.718	110773.712	0.124	59.945
A 7:15	0.122	0.159	31.43	-224.647	226.662	0.139	14699.829	-107623.749	108673.737	0.139	59.981
A 7:30	0.079	0.151	28.207	-251.242	252.652	0.112	13124.847	-120223.602	120748.596	0.112	59.988
A 7:45	0.073	0.144	27.401	-256.883	258.294	0.106	12599.854	-123373.566	123373.566	0.106	60.031
A 8:00	0.082	0.153	31.833	-274.21	275.822	0.116	14699.829	-131248.474	132298.462	0.116	60.002
A 8:15	0.085	0.141	32.236	-288.112	289.925	0.112	15224.823	-138073.395	138598.389	0.112	59.952
A 8:30	0.081	0.15	35.863	-307.051	309.066	0.116	16799.805	-146998.291	148048.279	0.116	59.974
A 8:45	0.078	0.152	36.064	-309.67	311.685	0.116	16799.805	-148573.273	149098.267	0.116	60.002
A 9:00	0.051	0.152	31.833	-307.253	308.864	0.103	14699.829	-147523.285	148048.279	0.103	60.017
A 9:15	0.066	0.151	35.057	-318.334	319.946	0.11	16274.811	-152773.224	153298.218	0.11	59.995
A 9:30	0.071	0.127	31.229	-314.909	316.319	0.099	14699.829	-151198.242	151723.236	0.099	59.952
A 9:45	0.076	0.12	31.229	-318.132	319.946	0.1	14699.829	-152773.224	153298.218	0.1	60.002
A 10:00	0.063	0.11	27.401	-315.715	317.729	0.089	12599.854	-151198.242	152248.23	0.089	60.002
A 10:15	0.104	0.108	34.453	-320.55	323.774	0.11	16274.811	-153823.212	154873.199	0.11	60.01

A 10:30	0.095	0.126	38.079	-339.287	342.108	0.113	17849.792	-162748.108	163798.096	0.113	60.017
A 10:45	0.077	0.116	32.035	-330.825	332.236	0.097	15224.823	-158548.157	159073.151	0.097	59.981
A 11:00	0.099	0.163	46.34	-344.324	347.749	0.134	22049.744	-165373.077	166423.065	0.134	59.988
A 11:15	0.136	0.194	60.242	-352.786	359.637	0.172	28349.67	-169048.035	172197.998	0.172	59.988
A 11:30	0.105	0.166	48.153	-346.742	350.57	0.139	22574.738	-166423.065	167998.047	0.139	59.966
A 11:45	0.103	0.151	45.131	-349.16	352.585	0.13	21524.75	-167473.053	169048.035	0.13	59.995
A 12:00	0.087	0.145	39.892	-338.683	341.101	0.117	18899.78	-162223.114	163273.102	0.117	60.002
A 12:15	0.18	0.2	77.77	-380.792	390.261	0.192	36749.573	-182697.876	186897.827	0.192	59.988
A 12:30	0.251	0.274	119.073	-438.414	454.129	0.262	56699.341	-210522.552	217872.467	0.262	59.988
A 12:45	0.274	0.309	145.668	-477.299	498.857	0.291	69299.194	-228897.339	238872.223	0.291	59.974
A 13:00	0.275	0.321	151.108	-484.351	507.319	0.298	72449.158	-232572.296	243072.174	0.298	59.995
A 13:15	0.279	0.328	154.533	-485.761	509.535	0.303	74024.139	-233097.29	244122.162	0.303	60.01
A 13:30	0.281	0.338	159.771	-490.395	515.781	0.31	76124.115	-235197.266	247272.125	0.31	59.988
A 13:45	0.284	0.336	158.159	-485.56	510.543	0.31	75599.121	-233097.29	244647.156	0.31	59.995
A 14:00	0.28	0.324	154.13	-487.574	511.349	0.301	73499.146	-234147.278	245172.15	0.301	60.01
A 14:15	0.264	0.347	160.98	-500.066	525.452	0.305	76649.109	-239922.211	251997.07	0.305	60.002
A 14:30	0.3	0.378	194.022	-537.944	571.792	0.34	92923.92	-258296.997	274046.814	0.34	60.01
A 14:45	0.302	0.386	193.821	-527.467	561.718	0.345	92398.926	-253047.058	269321.869	0.345	59.981
A 15:00	0.299	0.381	190.597	-526.661	560.106	0.34	91348.938	-252522.064	268271.881	0.34	59.995
A 15:15	0.311	0.387	193.216	-517.595	552.249	0.35	92398.926	-248322.113	264596.924	0.35	60.002
A 15:30	0.303	0.389	194.224	-524.042	558.696	0.348	92923.92	-251472.076	267746.887	0.348	59.995
A 15:45	0.298	0.404	194.627	-516.184	551.644	0.353	92923.92	-247797.119	264596.924	0.353	59.988
A 16:00	0.297	0.397	195.634	-526.46	561.517	0.349	93448.914	-252522.064	269321.869	0.349	59.966
A 16:15	0.3	0.396	199.462	-534.72	570.583	0.35	95548.889	-256722.015	273521.82	0.35	60.01
A 16:30	0.302	0.396	198.656	-532.302	567.964	0.35	95023.895	-255147.034	272471.832	0.35	59.959
A 16:45	0.299	0.392	197.448	-534.317	569.576	0.347	94498.901	-256197.021	272996.826	0.347	59.966
A 17:00	0.301	0.39	211.551	-571.59	609.267	0.347	101323.82	-274046.814	291896.606	0.347	60.01
A 17:15	0.301	0.394	218.804	-587.709	626.997	0.349	104473.79	-281921.722	300821.503	0.349	60.017
A 17:30	0.303	0.392	220.819	-592.343	632.034	0.349	105523.77	-284021.698	302921.478	0.349	60.017
A 17:45	0.3	0.385	207.723	-564.539	601.61	0.345	99223.846	-270896.851	288221.649	0.345	59.981
A 18:00	0.252	0.326	152.115	-500.469	523.034	0.291	72449.158	-239922.211	250947.083	0.291	59.959
A 18:15	0.249	0.306	145.063	-499.865	520.214	0.279	69299.194	-239922.211	249372.101	0.279	60.017
A 18:30	0.22	0.306	140.228	-512.961	531.698	0.264	67199.219	-246222.137	254622.04	0.264	59.988
A 18:45	0.227	0.285	137.206	-517.595	535.325	0.257	65624.237	-248322.113	256722.015	0.257	59.959
A 19:00	0.233	0.282	140.027	-524.646	542.981	0.258	66674.225	-251472.076	260396.973	0.258	60.002

### 7.3 Graficas de Consumo

Después de haber obtenido la información anterior podemos hacer un reporte de comportamiento de los parámetros eléctricos y consumos de los mismos. Las graficas que considere hacer son las de voltajes ( $V_a$  y  $V_c$ ), corrientes ( $I_a$  e  $I_c$ ), watts trifásico en el primario, volts amperes trifásicos en el primario, volts amperes reactivos trifásicos en el primario y por ultimo el factor de potencia trifásico en el primario. Estas graficas se presentan a continuación como reporte general del monitoreo que se hizo a la subestación de ciencias tal vez no sea muy significativo para poder atacar áreas de

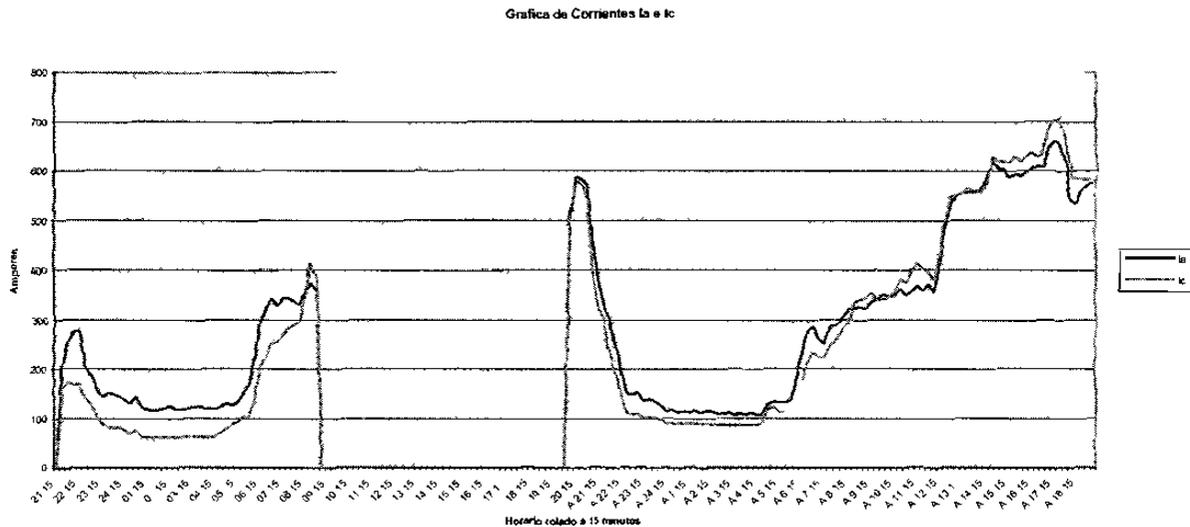
oportunidad en el consumo de energía eléctrica, pero vamos a analizar el factor de potencia y los consumos de potencia eléctrica y los volts amperes de los cuales podemos desprender información importante para el mejoramiento de nuestros consumos en dicho edificio. La grafica 1 nos muestra el comportamiento de los voltajes monitoreados Va y Vc.



Grafica 1: Comportamiento de los voltajes Va y Vc

La grafica de voltajes nos dice el periodo en que no estuvo monitoreado debido a que apagaron el circuito de control y por lo tanto el OPH-03 siguió energizado pero sin tener señales de voltaje y corriente de los transformadores, como un análisis inmediato es ver la variación del voltaje y de la variación entre ellos mismos Va y Vc, se ve que casi no hay, al analizar los valores vemos que el máximo es 235.492 Volts cuya lectura fue tomada a la 1:00 A.M. y el mínimo voltaje es 211.156 volts siendo las 21:45 horas cuando fue tomada esta lectura, sacando el promedio de todas las lecturas es 229.00 volts esto es sin tomar en cuenta las lecturas que tienen valor cero, si las tomáramos en cuenta el valor que sacáramos no sería un valor promedio.

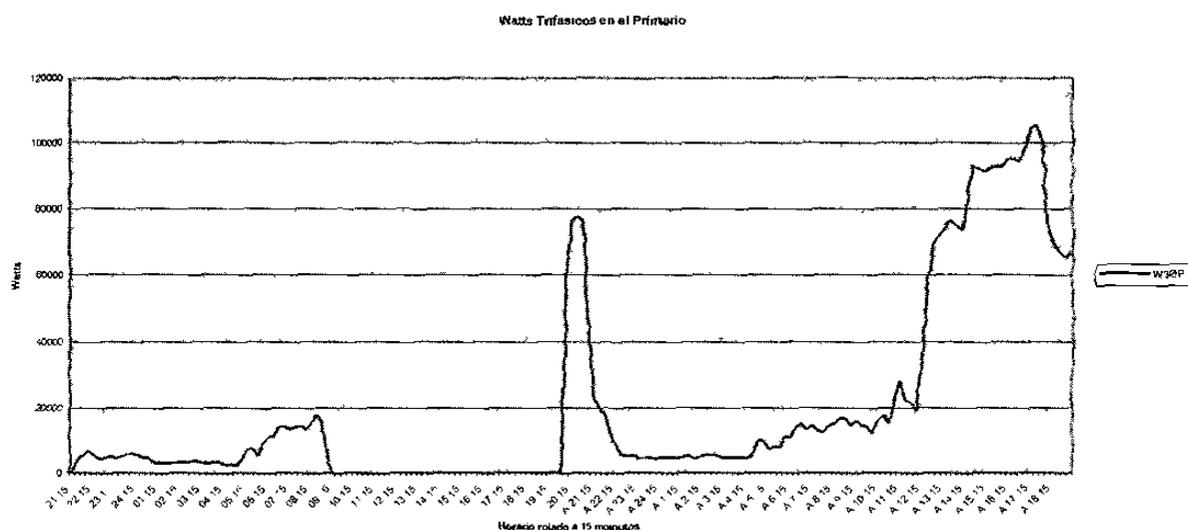
La siguiente grafica que sigue de analizar es la de corrientes que al igual que la de voltajes en la grafica contiene dos corrientes la corriente Ia e Ic, estas corrientes las referenciamos al primario es decir cada una de las lecturas fue multiplicada por el factor de relación en los transformadores de corriente. La grafica 2 nos muestra los consumos de corriente.



Grafica 2:- Corrientes Ia e Ic

Lo que podemos observar inmediatamente en esta grafica de corrientes es que hay un ligero desbalanceo de cargas de menos de 90 amperes entre una corriente y otra algo interesante que se observa es que en el transcurso de la noche se ve un consumo de un poco mas de 100 amperes lo cual se supone que sea alumbrado pero si no disponemos de los planos de la distribución de cargas no podemos saber si tenemos un desperdicio de energía eléctrica, de igual forma que en la grafica de voltaje vemos que hay un periodo en el cual no tenemos medición.

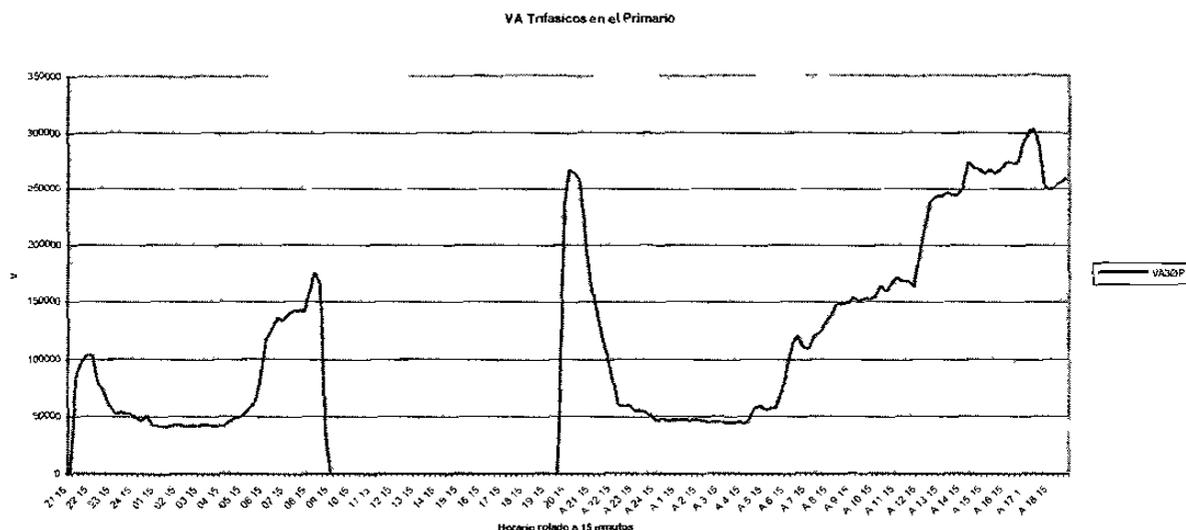
La grafica 3 nos muestra el consumo de watts trifásicos en el primario, como se puede ver hay variaciones en el consumo indicándonos que esta es la demanda máxima medida la cual se diferencia de los watts acumulados, los watts acumulados siempre van a ir incrementándose es decir no va a ver subidas y bajadas en el consumo puesto que son acumulados en cambio las demandas máximas medidas es el consumo de watts o kilowatts que se están demandando en periodos de 15 minutos puesto que la programación del equipo es rolado a 15 minutos. La demanda máxima medida en los recibos de servicio eléctrico es el que nos incrementa el costo, aquí podemos reducir el consumo eléctrico al hacer arranques de equipo espaciados por periodos de 15 minutos sobre todo en las cargas mas significativas bueno esta es una técnica que se emplea a nivel industrial, incluso hasta se puede automatizar mediante un PLC (Controlador Lógico Programable) para hacer un arranque espaciado de cargas por 15 minutos.



Grafica 3:- Demanda Máxima Medida

Aquí podemos observar que se tienen varios picos de demanda máxima medida en esta grafica podemos observar a que hora paso la demanda máxima, cabe mencionar que la demanda máxima funciona de la siguiente manera, al pasar el primer pico de demanda máxima medida en un periodo de 15 minutos, este se queda como testigo aunque se haya bajado la demanda de consumo pero si al contrario hay un pico mayor en otro periodo de 15 minutos este pasa a ser el pico máximo hasta el momento hasta que no suceda uno mayor al anterior en caso de haber uno mayor al anterior al final del mes de facturación este ultimo pico de demanda máxima medida se queda como la demanda a ser facturada por el suministrador de energía eléctrica. Los picos de demandas se presentaron el primero con una demanda de 77.699 KWatts el día 2 de Octubre del 2001 a las 20:30 horas, la segunda demanda es de 92.398 KWatts el día 3 de Octubre del 2001 a las 14:45 horas y el pico de demanda máximo de estos dos días de monitoreo es de 105.523 KWatts el día 3 de Octubre del 2001 a las 17:30 horas, siendo este el mayor pico de todo el tiempo que se estuvo monitoreado los consumos eléctricos en esta subestación.

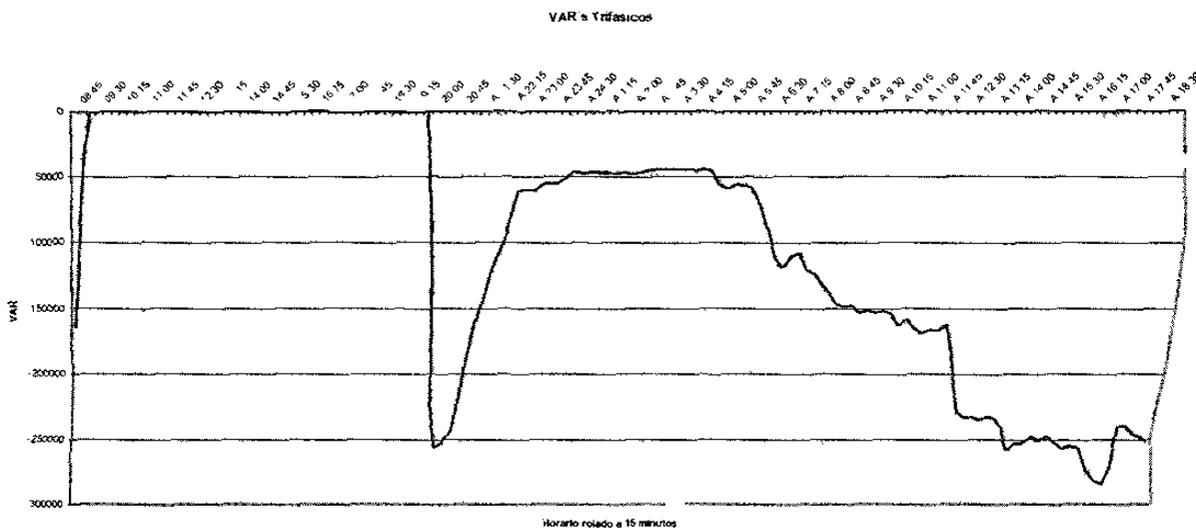
La grafica 4 nos muestra los VA's trifásicos



Grafica 4:- Consumo de VA's

Esta grafica nos muestra la demanda de KVA's que tuvimos durante el monitoreo de la subestación de ciencias, los picos máximos fueron, el primero el día 2 de Octubre del 2001 a las 20:30 horas con una demanda de 264.071 KVA's y el pico mayor fue el día 3 de Octubre del 2001 a las 17:30 horas con una demanda de 302.921 KVA's esto nos indica el porcentaje de utilización que tiene el transformador que estuvimos monitoreado, si el transformador es de 775 KVA's en el pico mayor solo se estaba utilizando solo el 39.08% de la capacidad lo que nos indica que se le pueden agregar mas cargas a este transformador, obviamente los días de monitoreo no son lo suficiente para tomar esta decisión se tendría que analizar un poco mas a detalle con resultados en cuanto carga se le puede agregar a esta subestación. También esta tabla nos dice que el interruptor principal cuya capacidad es de 1200Amps. por el momento esta sobrada.

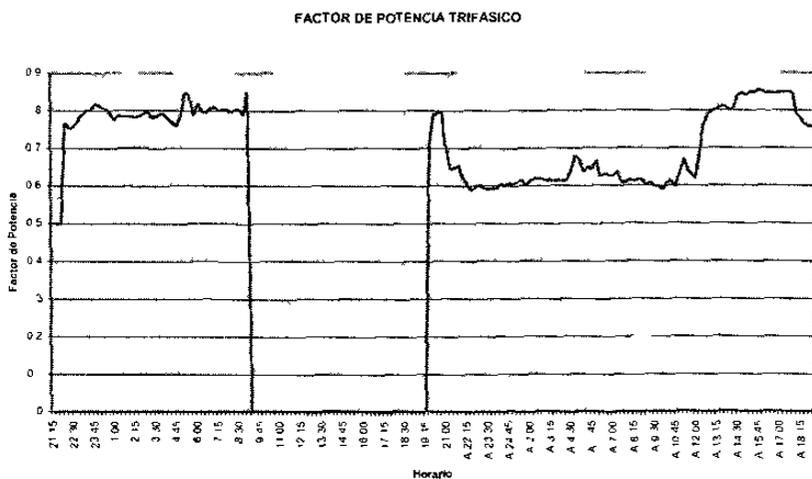
La grafica 5 nos muestra la demanda de KVAR's, los cuales van a ser demanda si son negativos y van a ser aportación si son positivos. La única manera de hacerlos positivos estos KVAR's es poner banco de capacitores para la corrección del factor de potencia los cuales no vi al momento de estar trabajando en la subestación, lo que me hace suponer que se cuenta con bancos capacitores, los cuales los hay automáticos o los que entran junto con la carga.



Grafica 5:- Grafica de VAR's

En esta grafica podemos observar que la subestación esta demandando VAR's a la compañía suministradora de energía eléctrica, lo cual podemos evitar al poner unos bancos de capacitores sobre todo a las maquinas o equipos que se hayan encendido en lo picos máximos de dicha grafica.

La grafica 6 nos muestra como se comporto el factor de potencia durante el monitoreo de esta subestación.



Grafica 6:- Factor de Potencia

En esta grafica podemos observar el comportamiento del factor de potencia obteniendo las lecturas mayores el día 2 de Octubre del 2001 la primera fue a las 9:00 horas con un

valor de 0.781 y la segunda ese mismo día con un valor de 0.289, teniendo como mínimo por parte de CFE de 0.9 para no hacerse acreedor de una multa económica por estar demandando muchos reactivos de la compañía suministradora de energía eléctrica, cabe mencionar que esta multa no es constante sino que es variable y depende mucho del consumo que se haya tenido de KVAR's, si se tuvieran bancos de capacitores puede darse el caso de que se obtenga una bonificación por parte de CFE, la cual sería en proporción a los KVAR's generados por los bancos de capacitores, es decir si se incrementara el factor de potencia a 0.95 nos estuvieran bonificando dinero en el recibo eléctrico aproximadamente un 5% del consumo de esta subestación eléctrica.

## 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones

Las conclusiones que sacamos de esta investigación es que realmente las lecturas e interpretación de los parámetros eléctricos son fundamentales al momento de hacer decisiones de incremento de carga, de análisis de consumos, de un uso eficiente de la energía eléctrica y sobre todo darnos una idea de donde estamos en nuestros consumos eléctricos actuales y hacia donde debemos de ir por el beneficio de todos tanto de la FIME, como de la Universidad y de la propia CFE. Sin un equipo como el que utilizamos aquí en esta Tesis seria casi imposible poder conocer estos parámetros eléctricos, ya que la ventaja de este medidor es que puede mantener en memoria los valores de dichos parámetros para después poder interrogarlo con una computadora y hacer los análisis mediante graficas para poder visualizar rápido dichos monitoreos, los equipos de medición con que cuenta la subestación de ciencias son analógicos y obviamente no almacenan información solo dan lecturas instantáneas.

Las graficas que agregue son las que yo considero de mayor utilidad y las que inmediatamente nos dicen del comportamiento de nuestra carga, en este trabajo de tesis no puse los cálculos que hice puesto que no son necesarios ya que el mismo equipo los hace con solo programarlo correctamente podemos obtener valores reales, estos cálculos los hice solo como comprobación de lo que el medidor me dio. Los cálculos que se harían son los mas comunes como por ejemplo para obtener los KWatts trifásico en el primario lo que se tendría que hacer es la suma de los KWa y los KWc multiplicar por el factor de relación que es  $480 \sqrt{3}$  y con esto obtenemos los Kwatts trifásicos en el primario, así de simple son los cálculos.

Con este monitoreo de parámetros eléctricos se pueden obtener ahorros muy significativos en el costo del recibo eléctrico, si con solo monitorear solo dos días esta subestación nos dio información para buscar áreas de oportunidad si lo hiciéramos todo

un mes nos daría mucha mas información e iríamos directamente a las áreas de oportunidad.

Como una muestra es el Factor de Potencia que esta muy bajo, esta seria una oportunidad inmediata que al inicio debemos de desembolsar pero las ganancias viene cuando nos CFE nos reembolse cada mes una cierta cantidad por estar arriba del mínimo permitido, el ahorro seria el siguiente primero ya no vamos a tener multa por bajo factor de potencia y si le sumamos a esto la bonificación que nos haría CFE por estar arriba del mínimo ya seria una buena cantidad, de hecho esta comprobado que el tiempo en que se paga un banco de capacitores es de 4 meses no importa de cuantos KVAR's estemos hablando ya que es relativo al consumo de KWatts. es decir si se esta demandando muchos KVAR's la penalización es alta, el banco de KVAR's es grande, el costo del mismo es grande pero la bonificación también va a ser grande.

## 8.2 Recomendaciones

En este trabajo de tesis no estoy utilizando el equipo de medición al máximo por ejemplo las salidas no las utilice, se le puede conectar un modem para hacer la interrogación remota sin tener que estar en la subestación, las salidas se pueden interconectar con un PLC para poder hacer la interrupción de carga o la energización de la misma por espacios de 15 minutos quedando estos como temas para futuros trabajos de tesis. Un factor importante en mi trabajo de tesis fue el tiempo el cual se ve en el tiempo de monitoreo tal vez no sea correcto tomar decisiones con un tiempo corto de monitoreo pero para fines didácticos esta bien. Algo que se vio es que la subestación eléctrica esta muy grande en comparación con la carga que tiene conectada, lo que nos indica que problemente se pudo haber evitado la compra de un transformador para otra área si primero analizamos la capacidad de los transformadores existentes, esto lo digo por que afuera del edificio donde se encuentra este transformador esta otro de capacidad de 225 KVA probablemente la carga que esta manejando este transformador se le pudo haber agregado al transformador que tenemos en análisis.

## BIBLIOGRAFÍA

	AÑO
Factores de Ajuste de Tarifas Eléctricas <u><a href="http://www.cfe.gob.mx">www.cfe.gob.mx</a></u>	2000
Memoria de Calculo <u><a href="http://www.cfe.gob.mx">www.cfe.gob.mx</a></u>	2000
Manual del OPH-03 Versión 1.6 <sup>a</sup> GPI Mexicana S.A. de C.V.	1990

## LISTA DE TABLAS

		<b>Página</b>
Tabla 1	Costo del Kilowatt de Demanda por Región	10
Tabla 2	Costos por Kilowatt de Demanda Facturable En los Diferentes Horarios y Regiones	12
Tabla 3	Horarios Intermedio Y Punta en Temporada De Verano (Región Baja California)	13
Tabla 4	Horarios Base e Intermedio en Temporada Fuera de Verano (Región Baja California)	13
Tabla 5	Horarios Base e Intermedio en Temporada de Verano (Región Baja California Sur)	13
Tabla 6	Horarios Base e Intermedio en Temporada de Verano (Región Central, Noreste, Norte y Sur)	13
Tabla 7	Horarios Base e Intermedio en Temporada Fuera de Verano (Región Central, Noreste, Norte y Sur)	14
Tabla 8	Horario de Verano Región Noreste	14
Tabla 9	Horario Fuera de Verano Región Noreste	14
Tabla 10	Horario de Verano Región Peninsular	14
Tabla 11	Horario Fuera de Verano Región Peninsular	15
Tabla 12	Cargo por demanda en los diferentes Horarios	16
Tabla 13	Horario de Verano Región Baja California	17
Tabla 14	Horario Fuera de Verano Región Baja California	17
Tabla 15	Horario de Verano Región Baja California Sur	18

Tabla 16	Horario Fuera de Verano Región Baja California Sur	18
Tabla 17	Horario de Verano Regiones Central, Noreste y Sur	18
Tabla 18	Horario Fuera de Verano Regiones Central, Noreste y Sur	18
Tabla 19	Horario de Verano región Noreste	19
Tabla 20	Horario Fuera de Verano Región Noreste	19
Tabla 21	Horario de Verano Región Peninsular	19
Tabla 22	Horario Fuera de Verano Región Peninsular	19

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

		<b>Página</b>
Fotografía 1	Pantalla de Dos Renglones de Cristal Líquido	23
Fotografía 2	Botones de Acceso al OPH-03	23
Fotografía 3	Indicadores Luminosos	24
Fotografía 4	Tablilla de Conexiones de Salidas	26
Fotografía 5	Terminales para Conectar las Corrientes Y Voltajes de Entrada	28
Fotografía 6	Mesa que aloja nuestro OPH y la Computadora	65
Fotografía 7	Relevadores que Componen Nuestro Circuito de Control	67
Fotografía 8	Circuito de Control Diseñado para el Manejo de los Instrumentos de Medición	68
Fotografía 9	Gabinete que Aloja Nuestro Circuito de Control	70
Fotografía 10	Conector Tipo Interfase	70
Fotografía 11	TC ya Instalado en la Línea L1	71
Fotografía 12	Entradas al Circuito de Control	73
Fotografía 13	Salidas del Circuito de Control	73
Fotografía 14	Transformadores de Potencial Incluidos en el Circuito de Control.	74

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
Figura 1	Conexión de las Entradas del OPH-03	25
Figura 2	Conexión de la Configuración Uno a Uno	27
Figura 3	Configuración en Cadena	27
Figura 4	Diagrama de Bloques del OPH-03	28
Figura 5	Conexión a dos Elementos	29
Figura 6	Conexión a Tres Elementos	30
Figura 7	Menú de Modos	32
Figura 8	Valores Acumulados	34
Figura 9	Demandas Mínimas	35
Figura 10	Demandas Máximas	36
Figura 11	Grupo de Programación del OPH-03	38
Figura 12	Diagnostico del OPH-03	39
Figura 13	Valores Instantáneos	40
Figura 14	Demanda Actual y Estimada	41
Figura 15	Inicialización de los Registros de Batería	43
Figura 16	Inicialización de Historial	43
Figura 17	Secuencia de Programación de Fecha y Hora	45
Figura 18	Programación de Parámetros de Operación	46
Figura 19	Programación del Factor de Relación	46
Figura 20	Datos a Incluir en el Historial	47
Figura 21	Datos a Mostrar en Pantalla	48
Figura 22	Programación de Días Festivos Extras	49
Figura 23	Programación de Horarios	50

Figura 24	Calibración del Reloj De Tiempo Real	53
Figura 25	Perforación en el Tablero	54
Figura 26	Pantalla Inicial del Programa del OPH-03	56
Figura 27	Pantalla que nos Indica la Versión del Programa	57
Figura 28	Pantalla de Selección del Puerto, Velocidad y Comunicación	58
Figura 29	Pantalla que nos Advierte que no Inicializo Puerto de Comunicaciones	59
Figura 30	Inicio de Comunicaciones entre Equipo y Computadora	60
Figura 31	Identificando Equipo	60
Figura 32	No se logro Comunicación entre Computadora y OPH-03	61
Figura 33	Menú Principal del OPH-03	62
Figura 34	Monitoreo de Variables Eléctricas	63
Figura 35	Diagrama del Circuito de Control	68
Figura 36	Conexión del OPH-03 con el Sistema Trifásico	72

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
Grafica 1	Comportamiento de los voltajes $V_a$ y $V_C$	85
Grafica 2	Corrientes $I_a$ e $I_c$	86
Grafica 3	Demanda Máxima Medida	87
Grafica 4	Consumo de VA's	88
Grafica 5	Grafica de VAR's	89
Grafica 6	Factor de Potencia	89

## **RESUMEN AUTOBIOGRAFICO**

SATURNINO SORIA TELLO

NACI EL 2 DE MAYO DE 1966

SOY ORIGINARIO DE CD. MANTE TAMAULIPAS

MIS PADRES SON SILVESTRE SORIA CRUZ E IRENE TELLO  
BALCAZAR

ASPIRO AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
INGENIERIA ELÉCTRICA ESPECIALIDAD EN POTENCIA

CON EL TEMA DE TESIS “ APLICACIÓN DEL OPH-03 EN EL USO  
EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA”

PROFESIÓN DE ING. EN CONTROL Y COMPUTACIÓN

MI CARRERA LA ESTUDIE EN LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
NUEVO LEON, FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA Y  
ELÉCTRICA

GENERACIÓN 1983-1987

EN MIS 18 AÑOS DE LABOR PROFESIONAL ME HE  
DESARROLLADO EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO, HE  
INTEGRADO GRUPOS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
BASÁNDOME EN EL MEDIDOR AQUÍ UTILIZADO, LAS ÁREAS EN  
LAS QUE ME HE DESARROLLADO DENTRO DE MANTENIMIENTO  
SON: MANTENIMIENTO PLANTA, MANTENIMIENTO ENSAMBLE  
Y MANTENIMIENTO MOLDEO TODAS ESTAS DENTRO DEL ÁREA  
DE PLÁSTICOS.

