

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN REGULADOR DE TENSION  
ALTERNA APLICANDO CONTROL DIGITAL MEDIANTE  
MICROPROCESADOR**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:  
OSCAR LUIS CHION LUY**

**PROMOCIÓN**

**1984 - I**

**LIMA – PERÚ**

**2010**

Dedicatoria:

---

A mis padres, hermanos, esposa e hijos por su apoyo incondicional en todo momento.

Al Ingeniero Edgar Marin y Familia por su asesoría.

Y amistad

“La verdadera amistad es como la fosforescencia, resplandece mejor cuando se ha oscurecido”

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN REGULADOR DE TENSION ALTERNA  
APLICANDO CONTROL DIGITAL MEDIANTE MICROPROCESADOR**

## SUMARIO

La Seguridad y Confiabilidad de un Sistema electrónico, ya sea un proceso de Control, Computadoras, Redes de Comunicaciones, están ligados íntimamente a la calidad del Suministro Eléctrico, por lo tanto la fuente de alimentación constituye un factor importante dentro de un proceso

Esta obra se propone instruir sobre las diversas soluciones que implican tomar en cuenta para el diseño e implementación de cualquier proyecto, las nuevas tecnologías que aportan sobre la Fiabilidad en el suministros eléctrico, lográndose la reducción de costos y a la facilidad de implementación de los circuitos, para ello este trabajo está basado en la aplicación de los microprocesadores como un elemento de bajo costo y la flexibilidad de uso.

El diseño de un Regulador AC-AC usando técnicas Modernas, es aplicado en el mundo como alternativa más económicas sobre otras tecnología, con mucha confiabilidad y satisfaciendo las necesidades de los clientes. Las interrupciones del sistema eléctrico representan un gasto adicional y difícil de prever si no se cuenta con tecnología adecuada para atenuar dicho problema.

### Objetivo:

Diseño de un equipo regulador de tensión AC-AC, con menor peso, regulación, menos perdidas, fiable, robusto y sobre todo de bajo costo.

### Metodología:

Obtener una combinación de las mejores características de ciertas topologías de Regulación AC y tecnología de punta (Microprocesadores), resumiéndola en una sola para lograr un equipo muy confiable, con pocas partes, los regímenes transitorios encargarlos a la parte eléctrica, y los parámetros como el tiempo de corrección, regulación, estabilidad, encargarlos a la electrónica

Los resultados se evaluaron en un equipo implementado de 30KVA lo cual logra evidenciar un equipo con buenas características técnicas.

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
1.1 Descripción del Problema .....	2
1.2 Objetivos del trabajo .....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.2.3 Evaluación del Problema .....	3
1.3 Limitaciones de trabajo .....	4
1.4 Síntesis de la Organización del Informe.....	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....</b>	<b>6</b>
2.1 Diversos Reguladores AC-AC.....	6
2.1.1 Introducción .....	6
2.2 Reguladores Ferroresonantes .....	6
2.2.1 Generalidades .....	6
2.2.2 Aplicaciones .....	7
2.2.3 Modo de Operación .....	7
2.2.4 Especificaciones Técnicas.....	8
2.2.5 Ventajas y Desventajas .....	8
2.3 Regulación AC-AC por Servomotor .....	9
2.3.1 Generalidades .....	9
2.3.2 Especificaciones técnicas .....	11
2.3.3 Ventajas y Características Destacables.....	12
2.3.4 Aplicaciones .....	12
2.4 Estabilizador por Pasos .....	13
2.4.1 Generalidades .....	13
2.4.2 Estabilizador tipo booster.....	13
2.5 Sistemas Alimentación Ininterrumpida .....	16
2.5.1 Descripción del Sistema .....	16

2.5.2 El Sistema .....	16
2.5.3 Rectificador AC/CC.....	18
2.5.4 Distorsión Armónica total (THD) y Factor de potencia (PF).....	18
2.5.5 Convertidor IGBT CC/CC (Booster/Cargador de Batería) .....	18
2.5.6 Protección contra sobretensión.....	21
2.5.7 Gestión de la batería.....	21
2.5.8 Parámetros de funcionamiento .....	21
2.5.9 Booster / Cargador de batería.....	21
2.5.10 Convertidor a IGBT CC/CA (Inversor).....	23
2.5.11 Regulación de la tensión.....	23
2.5.12 Regulación de la frecuencia de salida .....	23
2.5.13 Distorsión armónica total .....	24
2.5.14 Dimensión del neutro.....	24
2.5.15 Sobrecarga .....	24
2.5.16 Apagado del inversor .....	24
2.5.17 Simetría de la tensión de salida del inversor .....	24
2.5.18 Conmutador Estático Electrónico (Bypass).....	26
2.5.19 Tensión del Bypass .....	27
2.5.20 Tiempo de transferencia (doble conversión) .....	27
2.5.21 Sobrecarga .....	27
2.5.23 Protección contra Retornos de Tensión .....	29
2.5.24 Configuración en Paralelo.....	29
2.5.25 Fiabilidad .....	30
2.5.26 Potencia.....	30
2.5.27 Rendimiento .....	30
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>PROYECTO PRINCIPAL: REGULADOR HÍBRIDO RESONANTE .....</b>	<b>31</b>
3.1 Principio de Funcionamiento.....	31
3.2 Digitalización y Modelo Matemático .....	32
3.2.1 Modelo del Transformador de Fugas .....	32
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Resultados Obtenidos: Sistema en Lazo abierto.....	34
4.1.1 Simulación para una Sub-Tensión de Entrada de 170VAC y carga resistiva .....	34
4.1.2 Simulación para una Tensión Nominal de Entrada de 220VAC y carga resistiva ....	35
4.1.3 Simulación para una Sub-Tensión de Entrada de 260VAC y carga resistiva .....	35

4.2 Resultados Obtenidos: Sistema en Lazo abierto.....	36
4.2.1 Simulación para una variación del +40% de la Tensión de entrada .....	38
4.1.2 Simulación para un transitorio de ¼ ciclo de la Red.....	39
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>IMPLEMENTACION DE UN REGULADOR TRIFASICO 30KVA 380/380VAC .....</b>	<b>40</b>
5.1 Descripción.....	40
5.2 Tarjeta de Control de Potencia .....	42
5.2.1 Descripción y Principio de funcionamiento.....	42
5.3 Tarjeta de Monitoreo.....	43
5.3.1 Descripción y Principio de funcionamiento.....	43
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>RESULTADOS EXPERIMENTALES .....</b>	<b>46</b>
6.1 Resultados para Carga Resistiva (Lineal).....	47
6.1.1 Resultados Gráficos con de Entrada 160V y 50% de Carga Lineal.....	47
6.1.2 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga Lineal .....	49
6.1.3 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga Lineal .....	51
6.1.4 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga Lineal .....	53
6.1.5 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga Lineal .....	55
6.1.6 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 260V y 100% de Carga Lineal .....	57
6.2 Resultados para Carga No Lineal .....	59
6.2.1 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga No Lineal.....	59
6.2.2 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga No Lineal....	61
6.2.3 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada=220V y 50% de Carga No Lineal.....	63
6.2.4 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada=220V y 100% de Carga No Lineal...	65
6.2.5 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada=260V y 50% de Carga No Lineal.....	67
6.2.6 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada=250V y 100% de Carga No Lineal...	69
6.3 Análisis de los Resultados .....	71
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO A</b>	
<b>PROGRAMA PRINCIPAL-Control PID de Voltaje .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO B</b>	
<b>PROGRAMA DE MONITOREO DE SEÑALES.....</b>	<b>90</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>116</b>

## INTRODUCCIÓN

Las perturbaciones en el campo de la electricidad generalmente produce pérdidas en el sector industrial de diferentes maneras, ya sea en el factor mecánico, como perdidas en equipos, pérdidas económicas, menor producción, y se han ideado maneras para reducir dicho impacto, pero por su costo alto, se ve la necesidad de diseñar otras alternativas más cómodas y sin perder la seguridad y confiabilidad.

El diseño de un equipo con componentes eléctricos y electrónicos es una alternativa para esos casos, y se ha diseñado un modelo accesible para el mercado nacional, para lo cual se evaluará en modelos de simulación.

De tal manera que no represente un mayor costo para la industria, pero que sea confiable, segura y económica.

El mercado internacional plantea soluciones para estos problemas pero por su accesibilidad representan un gasto alto para la industria, de tal manera que para aliviar una parte de los problemas ocasionados por las perturbaciones en el sistema eléctrico se busca soluciones que sean factibles para nuestra realidad.

El uso de SAI representa una alternativa segura la cual asociado a una combinación de soluciones eléctricas y electrónicas, plantea un alivio para ese tipo de problemas.

La tecnología de simulación nos dará una idea que tan confiable es el sistema y si realmente ayuda a solucionar dichos inconvenientes.



# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del Problema**

Las grandes Perturbaciones en las redes eléctricas, provocadas por diferentes fenómenos eléctricos ocasionan grandes pérdidas en los procesos informáticos, paralizaciones en las actividades industriales, telecomunicaciones, etc.

Tanto así que la necesidad de proteger los equipos electrónicos, de quienes se depende en mucho de los casos la confiabilidad del sistema, hace necesario que se busquen protecciones para estos equipos. (1)

Para ello muchos clientes que se ven afectados por las perturbaciones existentes en las redes eléctricas, buscan soluciones de protección para sus maquinas electrónicas, actualmente debido a gran cantidad de este tipo de equipos. Las soluciones existentes contempladas son desde los Transformadores de Aislamientos, Estabilizadores de Tensión, tanto Electrónicos por cambio de niveles de tensión, Ferroresonantes, Inductivos, Reguladores accionados por Servomotores, Sistemas de Varistores (TVSS), SAI (Sistemas Ininterrumpido de Potencia), cualesquiera de ellos seleccionados, dependiendo de la aplicación y del costo sobre las cuales se aplican, con el único objetivo de lograr el mayor MTBF (Tiempo promedio entre fallas), los clientes como siempre requerirán de un equipo de protección con el menor costo posible y tener el mayor tiempo promedio entre fallas para disminuir en lo posible, paralizar su producción y obtener el menor costo de reparación de sus equipos.

Uno de los grandes problemas son los transitorios por sobre voltajes que aquejan en la mayoría de equipamiento, una buena solución económica para muchos de los casos es colocar un transformador de ultra aislamiento a la entrada de cualquier sistema de alimentación, pero si a esto le añadimos una regulación de voltaje será mucho mejor, este fue la idea inicial de realizar este experimento, los protectores mas simples usados comúnmente son los varistores de tensión, pero tienen la limitación de que no son muy robustos, se queman ante transitorios continuos y fuertes.

## **1.2 Objetivos del trabajo**

### **1.2.1 Objetivo General**

Diseño de un equipo Regulador de Tensión AC-AC, con menor peso, mejor regulación de tensión, mejor eficiencia, fiable, robusto y sobre todo de bajo costo.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Mejorar las características del transformador de aislamiento para lograr una estabilidad en la tensión.

Mejorar el Factor de potencia de entrada.

Atenuar considerablemente los transitorios de tensión sin mayor costo, y basado en el diseño más eléctrico que electrónico para lograr gran robustez al equipamiento.

Obtener una combinación de las mejores características de ciertas topologías de Regulación AC, resumiéndola en una sola para lograr un equipo muy confiable, con pocas partes, los grandes transitorios encargarnos a la parte eléctrica, y los parámetros como el tiempo de corrección, regulación, estabilidad, encargarnos a la electrónica, lográndose así por decir una tecnología híbrida, con mejores prestaciones.

### **1.2.3 Evaluación del Problema**

Los diseñadores de equipos Electrónicos no prestan gran atención a la robustez en el diseño en la etapa de entrada, razón por la cual ante estas variaciones los equipos sufren paralizaciones en los procesos, y los clientes en su mayoría requieren de equipos de protección para una mejor performance. Se sabe que no tenemos redes eléctricas muy estables, aun más en el interior de nuestro país. Usar equipos de protección ante una red eléctrica inestable ha llevado a incluirlas en los proyectos como un medio para mantener un nivel óptimo de operación. Pero esto incluye un costo adicional que hay que contemplar para evitar grandes pérdidas tanto en el equipamiento como en la producción. Por citar algunos casos, proteger un equipo Electrónico como un Resonador Magnético cuyo precio oscila por el millón de dólares, cuya potencia de operación bordea los 100kva, es una buena solución económicamente hablando, añadir un equipo de protección, es por ello que la mejor solución por el momento es el SAI, cuyo costo está alrededor de los 50 mil dólares ósea el 5% de la inversión que tiene que cuidar, esto es una buena inversión, ya que una reparación de cualquier falla del equipo cuesta entre el 3% y 20% del costo del equipo. En este caso el costo del equipo de protección se justifica sin hacer demasiado cálculo.

El SAI le brinda protección contra niveles de tensión entre 0 y  $V_n + 15\%$ , sin mayor problemas, internamente el SAI posee una electrónica de Potencia muy confiable dentro de un margen de tolerancia, tanto que se recomienda colocar un transformador de

Aislamiento a la entrada para disminuir la probabilidad de fallas, en muchos de los casos se coloca hasta un Protector de transitorios a la entrada.

Sabemos que el estabilizador ferroresonante posee una propiedad inigualable hasta el momento, que se caracteriza por su gran fiabilidad ya que está compuesto por solo unos condensadores e inductancia, para la regulación de voltaje es pobre frente a variaciones de frecuencia. Con la desventaja de ser un equipo caro y muy pesado.

El tema tratado tiene gran trascendencia porque ha contribuido a disminuir las paralizaciones de los procesos, aumento de la vida útil de equipos electrónicos, y reducciones de grandes pérdidas económicas.

La posibilidad de usar nuevas Tecnologías nos permite desarrollar nuevas soluciones de protección, además se incluyen el uso de microprocesadores que facilitan los problemas de una manera fácil y eficiente.

### **1.3 Limitaciones de trabajo**

Las limitaciones de tiempo, instrumentación, componentes electrónicos, laboratorios siempre han sido un obstáculo, pero no dejan que este trabajo aplicado a un simple regulador monofásico, pueda en algún momento ser mejorado por futuros profesionales.

La filosofía principal fue la de diseñar un equipo de bajo costo pero de gran confiabilidad, frente a la diversidad de soluciones existente en el mercado. Contribuyendo al desarrollo en el Perú de hacer industria nacional propia, se ha visto restringidas por la idea de que lo nacional es malo.

Creo en lo personal que el inicio siempre es difícil, pero no hay nunca un perfeccionamiento si no hay un comienzo.

### **1.4 Síntesis de la Organización del Informe**

Realizamos los siguientes pasos:

-Descripción de las diferentes Topologías existentes, una breve descripción de los estabilizadores ferroresonantes, estabilizadores por tomas de conmutación con autotransformadores, reguladores por servo motor paso-paso, descripción de los SAIS, desde su diagrama de bloques, funcionalidad, características más resaltantes, innovaciones, etc.

Luego se describe el proyecto principal, características, funcionalidad, diagrama de potencia y principio de funcionamiento.

Vemos también la simulación matemática, mediante un software PSIM ver 6.00. En ella se simulan las diferentes situaciones operativas, como subtensiones, sobretensiones, estados transitorios, etc.

De estas simulaciones se obtienen los datos teóricos, se analiza el sistema en lazo abierto inicialmente, luego en lazo cerrado.

Se imprimen los resultados en forma grafica, no se ha pretendido hacer un estudio muy detallado, solo darle mayor énfasis a lo práctico.

La implementación está basada en un equipo que actualmente se encuentra operativo funcionando en la Universidad de Lima, que es un equipo de 30 KVA trifásico, desde hace 4 años, aproximadamente.

Se muestra asimismo, el desarrollo del Software empleado en las Tarjetas de Potencia y Monitoreo.

Se describe los planos electrónicos y circuitos desarrollados, así como también la lógica empleada.

Finalmente se muestra los resultados reales obtenidos, las pruebas de laboratorio no fueron las más exactas por no disponer de instrumental apropiados, ellos solo reflejan una aproximación., con bajos niveles de error.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **2.1 Diversos Reguladores AC-AC**

##### **2.1.1 Introducción**

Se describirán los principales Reguladores AC-AC, comúnmente conocidos como Estabilizadores de Tensión Alterna, es un equipo eléctrico empleado en el área industrial y domestica debido a la insuficiente estabilidad de la red comercial para algunas aplicaciones. Es cierto que dicha estabilidad va mejorando paulatinamente a medida que las redes de distribución eléctrica se agrandan e interconectan entre sí. No obstante, todavía hoy existen aplicaciones en las que la estabilidad usual de la red no es suficiente en algunas zonas y se necesita recurrir a un estabilizador como convertidor previo de alimentación. Entre ellos puede citarse los equipos informáticos, electro medicina, diversas maquinarias, equipos y procesos industriales.

En algunas aplicaciones, como los de informática, los requerimientos de la carga se van desplazando actualmente desde la simple estabilización hacia una eliminación de ruido eléctrico y seguridad de alimentación, de manera que están apareciendo bajo varios nombres diferentes, convertidores electrónicos de alimentación corriente alterna., los transformadores de ultra aislamiento y los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Los Estabilizadores aseguran una precisión de la tensión de salida de +/-1% a +/-7% según sea el tipo de carga, frente a una variación de la tensión de entrada de +/-30%, a +/-30%. Pueden ser de regulación por tomas y de regulación continua. (2)

#### **2.2 Reguladores Ferroresonantes**

##### **2.2.1 Generalidades**

Los Reguladores Ferroresonantes, son transformadores equipados con características especiales, ellos regeneran la forma de onda distorsionadas de la Tensión de Línea comercial, suprimiendo los micro cortes, atenuando las tensiones de Alta Frecuencia en ambas direcciones, regula la tensión de entrada, aislando la entrada de la salida, son muy fiables, robustas y suministra energía aun hasta por 10ms, ante micro cortes de la red.

Es muy útil cuando la toma de alimentación es muy oscilante y llena de transitorios de tensión, aun en casos de tormentas eléctricas, caídas de rayos, muy frecuentes en nuestra sierra central.

Muy usada en la gama de bajas Potencias, a pesar de que su funcionamiento es totalmente pasivo aun sigue siendo uno de los equipos de mayor fiabilidad y durabilidad, solo posee un condensador que sufre desgaste con el tiempo.

### 2.2.2 Aplicaciones

- Procesamiento de Data
- Medición y Control
- Sistemas de Iluminación
- Equipos de Audio y Video.
- Reguladores de DC.
- Sistemas Satelitales.
- Sistemas Telefónicos.
- Cajas registradoras.
- Faxes, Plc, Equipos de Laboratorio y Medición, etc.

### 2.2.3 Modo de Operación

Una Tensión Regulada de hasta  $\pm 1\%$  es generada por la suma o resta de voltajes parciales dentro de un Rango de entrada de  $-20\% + 10\%$  en lazo abierto, llegando aun hasta  $-40\%$  al  $+30\%$  al  $50\%$  de carga.

Su funcionamiento se basa en la saturación de un circuito magnético, en la cual permanece prácticamente constante el flujo y, por consiguiente, la tensión en su devanado frente a variaciones de cargas y de la tensión de entrada al estabilizador.

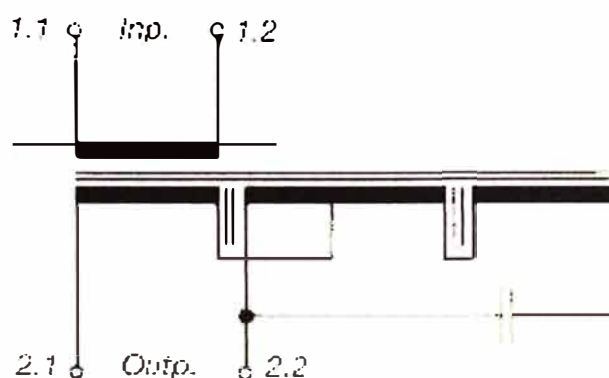


Figura 2.1 Diagrama Circuitual

La alta energía Inductiva del circuito primario, sintonizada con un condensador, da una tensión a la salida libre de fluctuaciones y de Armónicos.

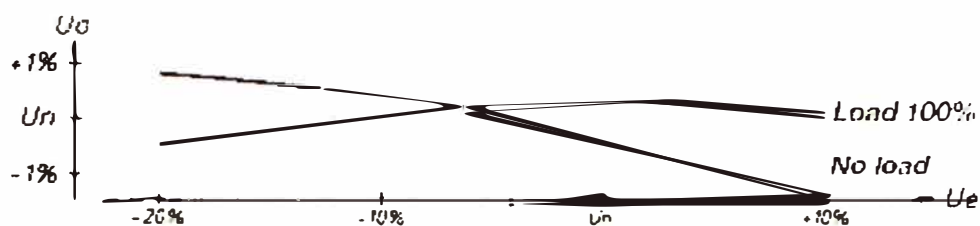


Figura 2.2 Diagrama de Carga con carga Lineal.

#### 2.2.4 Especificaciones Técnicas

Tensión de Entrada:	90-300VAC al 30% de Carga 180-300VAC al 100%
Regulación Salida:	220VAC+/-1%
Rechazo al ruido eléctrico:	modo común >120 db y en modo transversal >50 db
Tiempo de respuesta:	25 mseg máximo ( 1 1/2 Ciclos)
Distorsión armónica total:	≤ 3%
Capacidad de sobrecarga:	20 % por 30 minutos máximo

#### 2.2.5 Ventajas y Desventajas

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Buena regulación Salida +/-1% ante variaciones de voltaje.	Mala Regulación ante variaciones de Frecuencia.
Soporta transitorios de Tensión, bajas de tensión por ms.	Usa un condensador especial para su regulación.
Alta Confiabilidad, la simplicidad de su construcción y la no utilización de partes móviles dan lugar a unidades altamente confiables bajo las condiciones más adversas de trabajo.	Respuesta dinámica relativamente lenta ante cambios bruscos de la tensión de entrada pero suficiente para muchos casos.
Protección contra sobrecarga, soporta cortocircuito permanente.	Pobre Eficiencia, gran disipación de calor (80%).
Excelente rechazo al ruido eléctrico y picos de sobretensión.	Su uso se limita para cargas debajo de los 10KVA. Equipo muy pesado y ruidoso.
Construcción robusta.	Su costo es muy alto.

## 2.3 Regulación AC-AC por Servomotor

### 2.3.1 Generalidades

Un control electrónico basado en un potente microcontrolador vigila la tensión de salida del estabilizador de forma permanente, proporcionando una señal de corrección al motor de paso a paso, en caso de que ésta sea incorrecta. El motor actúa sobre el autotransformador, en el sentido de aumentar o disminuir la tensión, a base de desplazar el cursor de la toma variable en un sentido u otro. La tensión resultante es aplicada al primario del elevador que suma esta tensión en fase o contrafase a la red a través del secundario del mismo, corrigiendo las fluctuaciones que sobre la tensión nominal se produzcan. En el caso del estabilizador trifásico de regulación común, un único control promedia las tensiones entre fases a corregir, actuando sobre un solo motor que arrastra los cursores de las tomas variables de las tres fases, corrigiendo las desviaciones respecto a la tensión nominal existentes en la red comercial.

En el caso del estabilizador trifásico de regulación independiente por fase, el equipo está construido a partir de tres estabilizadores monofásicos con controles independientes por cada fase. De esta forma se logra ajustar cada una de las tres fases respecto al neutro, a la tensión nominal, por ello modifica la tensión de las dos restantes, sea cual sea el porcentaje de carga aplicado a cada fase. Cada fase está protegida con su correspondiente magneto térmica, lo cual evita, ante un cortocircuito franco, que salte la protección general. El equipo dispone de una señalización luminosa en base a diodos led en su parte frontal, los cuales nos informan del estado del equipo. Además, en equipos trifásicos, se dispone de un selector de tensión entre fases y entre fases-neutro para el voltímetro de salida.

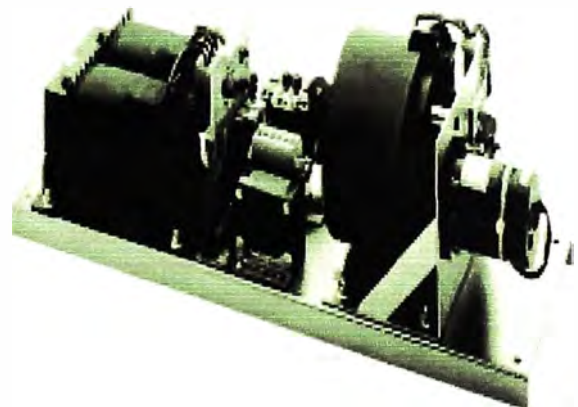
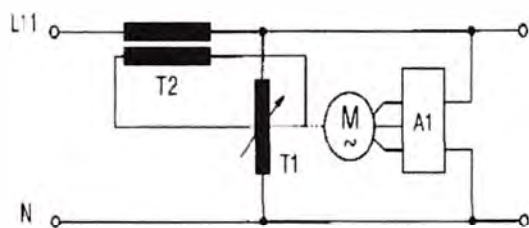
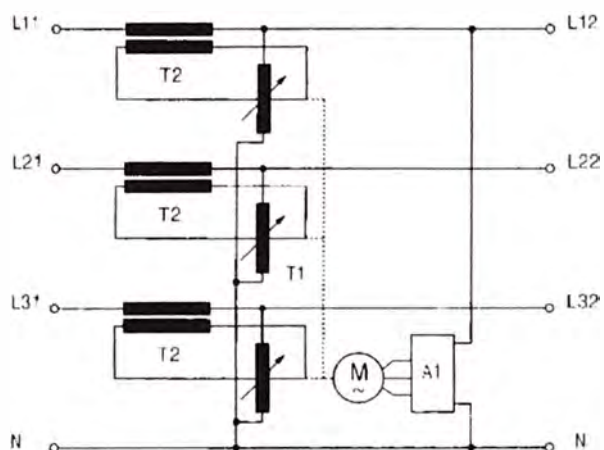
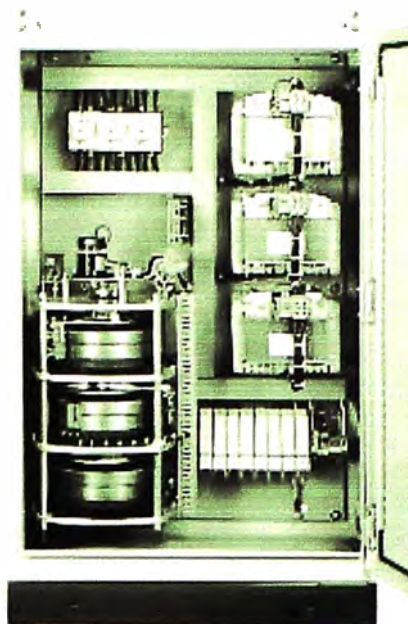


Figura. 2.3 Diagrama de fuerza





A1	Regler	Control unit
M	Stell-Motor	Servo drive
T1	Stelltransformator	Variable autotransformer
T2	Zusatztransformator	Booster transformer



DAS 4-400/70. Ausstattung B. IP21 mit Bypass-Schaltung  
DAS 4-400/70. Equipment B. IP21 incl. bypass circuit

Figura 2.4 Sistema Regulador con Servomotor

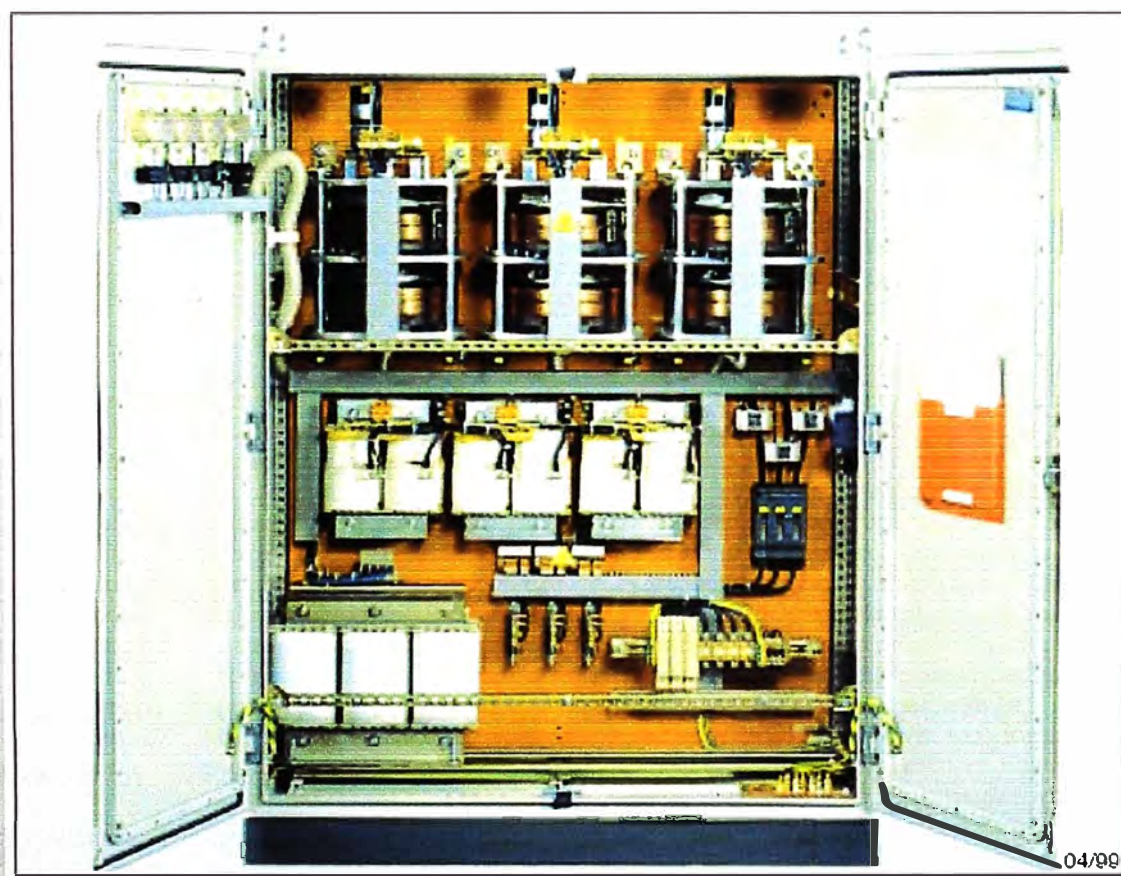


Figura 2.5 Equipo Regulador de 100KVA

### 2.3.2 Especificaciones técnicas

#### De entrada:

Tensión*	Monofásica 120V, 220V, 230V ó 240V. Trifásica 3 x 208V, 3 x 220V, 3 x 280V, 3 x 400V ó 3 x 415V
Margen de regulación **	±15%
Frecuencia	48- 63 Hz
Factor de Potencia	0,95

#### De salida:

Tensión *	Monofásica 120V, 220V, 230V ó 240V. Trifásica 3 x 208V, 3 x 220V, 3 x380V, 3 x 400V ó 3 x 415V
Precisión	±1%
Ajuste tensión de salida	±5%
Potencia nominal*	1,5 kVA hasta 1000 kVA
Distorsión armónica	Nula
Rendimiento	0,95 / 0,98 según potencia
Sobrecarga admisible (según modelo)	1000% durante 10 milisegundos 200% durante 2 min., 500% durante 10 segundos
Temperatura ambiente	-10 °C / +45 °C
Humedad relativa	0 a 95 % no condensada
Altitud máxima de trabajo	2400 m. s. n. m
Ruido acústico a 1 m.	< 35 dB
Ventilación	Natural o forzada según potencia
Factor de potencia	0,5 inductivo a 0,7 capacitivo
Tiempo medio entre fallos (MTBF)	130.000 horas
Tiempo medio de reparación (MTTR)	30 minutos

Consultar la disponibilidad de otros valores de tensión\* y potencia.

\*\* Bajo demanda ±10%, ±15%, ±20%, ±25%, ±30%, ±35%

### **2.3.3 Ventajas y Características Destacables**

Gran robustez, admitiendo sobrecargas hasta el 1000% de la nominal.

Estabilidad tensión de salida, frente variaciones estáticas o dinámicas de la carga < al 1%.

Alta rapidez de corrección.

Regulación independiente por fase o regulación común.

Rendimiento elevado > 95%, lo cual se traduce en un menor costo de consumo eléctrico.

Alta fiabilidad (Gran MTBF-Tiempo Medio entre Fallas).

Distorsión nula.

Control electrónico sin elementos electromecánicos.

Amplia gama de potencias.

Conexión de equipos trifásicos en estrella o triángulo.

Visualización de los principales parámetros del estabilizador.

Funcionamiento silencioso.

Grandes márgenes de regulación.

### **2.3.4 Aplicaciones**

Si bien las aplicaciones de estos equipos pueden ser muy diversas, adjuntamos una relación de las más habituales:

-Sistemas de radar.

-Máquina herramienta de control numérico.

-Equipos de control y procesos de producción.

-Ordenadores y centro de cálculo.

-Hornos eléctricos.

-Repetidores de telecomunicaciones.

-Equipamiento de laboratorio.

## **2.4 Estabilizador por Pasos**

### **2.4.1 Generalidades**

Su funcionamiento se basa en el empleo de un autotransformador en paralelo con la carga, con varias derivaciones que se seleccionaran según el valor de la tensión de entrada en ese momento, compensando la variación en más o menos. La derivación es seleccionada automáticamente mediante un sistema electrónico de control. Este sistema funciona bien con cargas estables donde puede preverse la caída que se produce en el bobinado que conduce la corriente. A mayores potencias y cargas variables es necesario circuitos de regulación más elaborados. La forma de conmutar los distintos bobinados del auto transformador es utilizando conmutadores mecánicos (relés) ó electrónicos (TRIAC). Los primeros soportan mejor las sobrecargas transitorias, como por ejemplo las producidas por arranque de motores pero tienen menor velocidad de respuesta. Los equipos con TRIACS son más rápidos pero más sensibles a las variaciones  $dV/dT$  ó cortocircuitos.

### **2.4.2 Estabilizador tipo booster**

Este dispositivo presenta diferencias con respecto a los anteriormente descritos. En primer lugar la corriente de carga no circula por los elementos de conmutación. En segundo lugar la compensación por variación de la tensión de entrada tiene lugar en un transformador de potencia (TP) cuyo secundario está en serie con la carga y conduciendo permanentemente. Modificando la corriente del primario del TP en un sentido u otro, se consigue un grado de compensación que también depende de la relación de transformación del TP que es un parámetro de diseño. Esta corriente de compensación proviene de un autotransformador en paralelo con la carga, cuyas derivaciones se conectan en la forma adecuada con el primario del TP. (8)

De esta manera se consigue que las corrientes por los dispositivos de conmutación sean relativamente bajas extendiendo la durabilidad y elevando la confiabilidad del sistema. El Estabilizador tipo booster consiste en el diseño de un autotransformador de cuatro pasos tipo booster accionado por relés. (9)

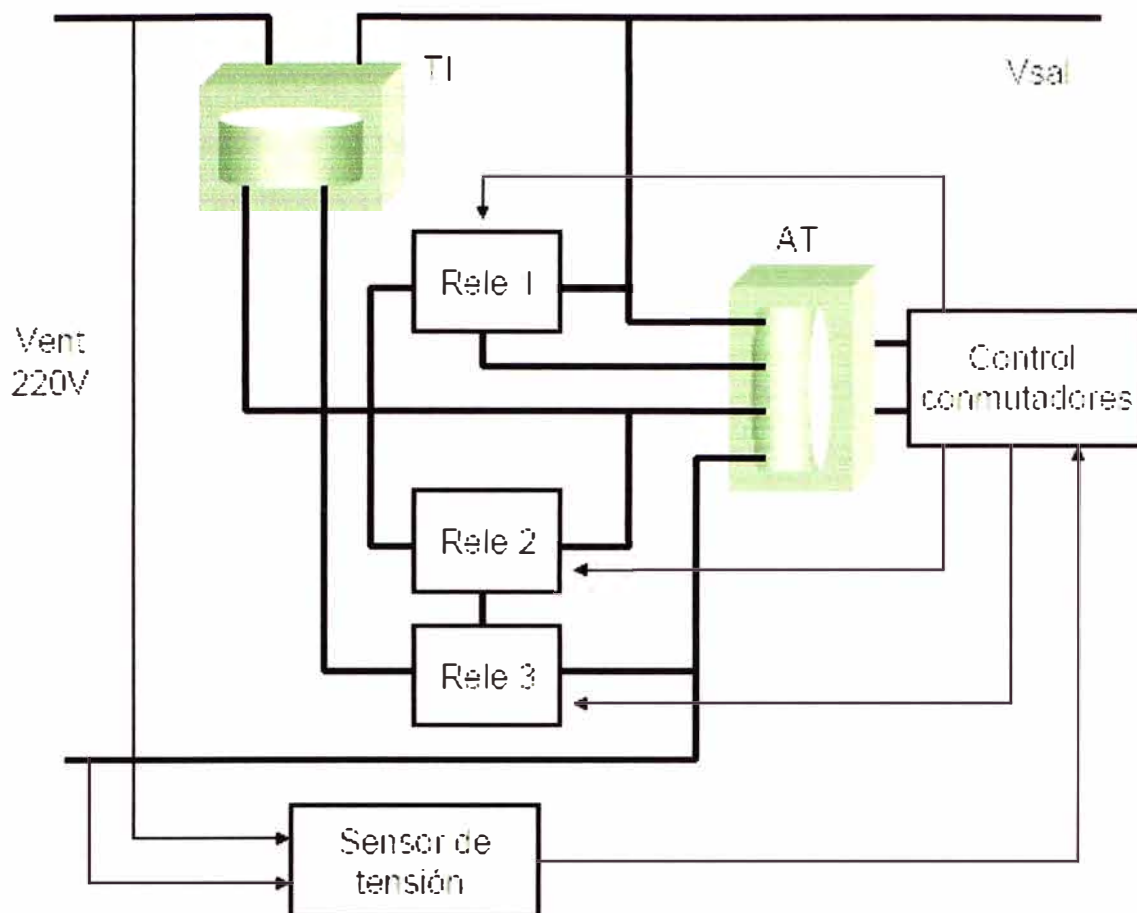


Figura 2.6 Regulador por tomas de Tensión.

Las corrientes para la excitación del primario del transformador de paso provienen de un autotransformador que toma la salida como punto de referencia y alimentación. El seguimiento de las variaciones se realiza sobre una tensión proporcional a la entrada y se la compara permanentemente con una de referencia estable. La electrónica de control se alimenta desde un bobinado secundario del autotransformador. Este bloque activa o desactiva los relés en forma secuencial, de acuerdo al valor que se necesita para la compensación (ver Tabla). El mismo está diseñado de tal forma que ofrece un margen de histéresis en la comparación para asegurar que los relés queden efectivamente accionados evitando la incertidumbre, no siendo este margen mayor de 3 voltios. (10)

El sensor de tensión de línea es implementado por el puente de diodos, ver figura 2.7, el par de resistencias R1 R2 y un filtro con una constante de tiempo que surge como compromiso entre la mayor estabilidad de la muestra y la rapidez de respuesta del sistema. La función de los integrados es comparar la tensión de entrada actual con tensiones proporcionales a una de referencia, y actuar sobre los transistores excitadores. Como los tres relés están inicialmente desactivados la tensión de excitación sobre el transformador es de 150V.



## **2.5 Sistemas Alimentación Ininterrumpida**

### **2.5.1 Descripción del Sistema**

La Descripción está basada en un SAI modelo 80NET del fabricante Siemens-Chloride de última Generación 2008, donde se muestra los últimos adelantos en los sistemas de Alimentación de energía Ininterrumpida hasta 200KVA de Potencia. El diagrama unifilar del SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida AC) se muestra en la figura 2.9. Los sistemas funcionan con dos convertidores a IGBT basados en DSP (figura 2.10). La tecnología de control vectorial mejora las prestaciones de estos convertidores. Para aumentar la redundancia del sistema, el SAI ha sido equipado con un bypass estático electrónico independiente.

Añadiendo sistemas adicionales, como equipos en paralelo, conmutadores, dispositivos de seguridad y de desconexión, conmutadores de bypass del sistema, además de software y soluciones de comunicación, es posible crear sistemas elaborados que garantizan la protección total de las cargas.

### **2.5.2 El Sistema**

El SAI proporciona potencia de corriente alterna de gran calidad para las cargas y tiene las siguientes características:

Mejora de la calidad de la alimentación.

Corrección del factor de potencia (PFC) y THDi extremadamente baja.

Compatibilidad total con cualquier instalación y/o grupo electrógeno de reserva.

Compatibilidad total con todo tipo de cargas.

Protección contra interrupciones de alimentación.

Gestión inteligente de la batería.

Ahorro de energía.

El SAI proporciona alimentación eléctrica de forma automática y continua, dentro de los límites definidos y sin interrupciones, cuando se produce un fallo o una variación en la red comercial de energía. La duración de la autonomía (es decir el tiempo de alimentación de respaldo) en caso de fallos de red depende de la capacidad de la batería.

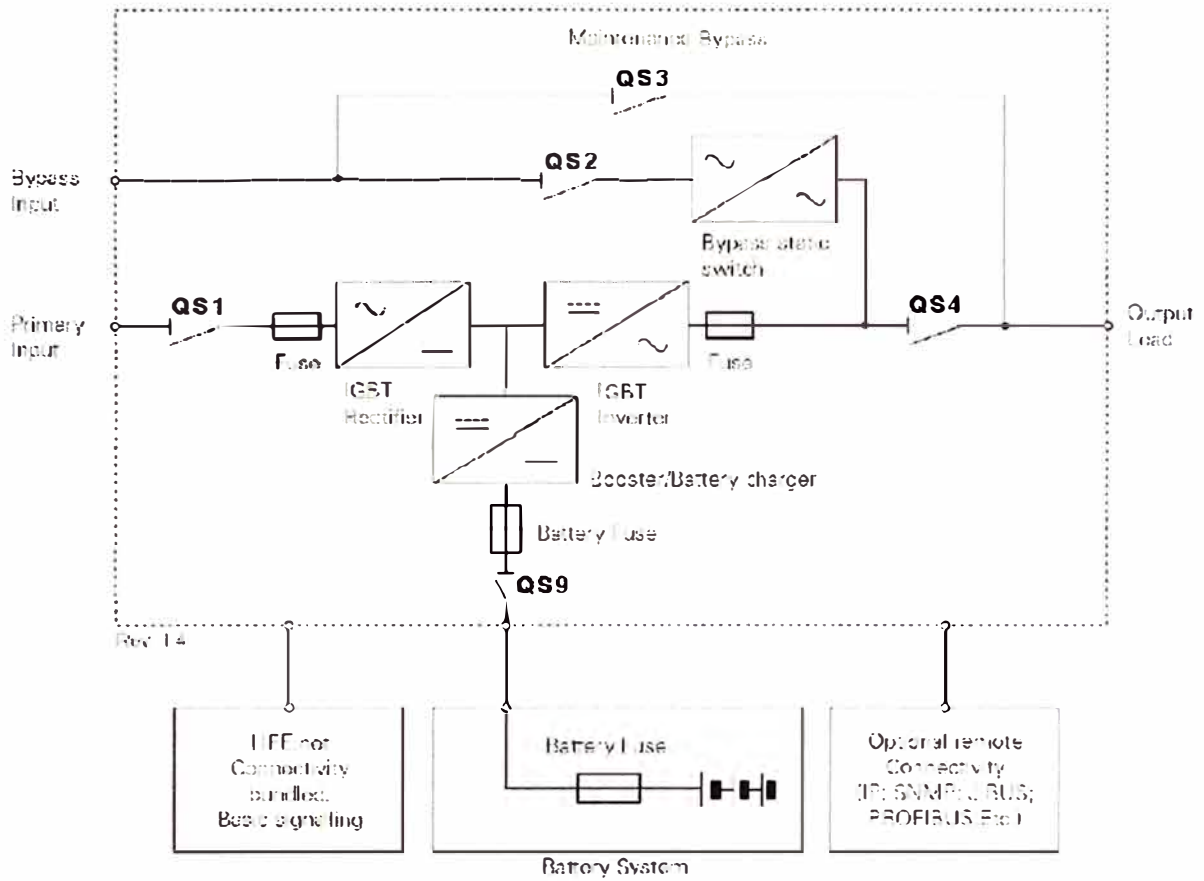


Figura 2.9 Diagrama de Bloques del SAI

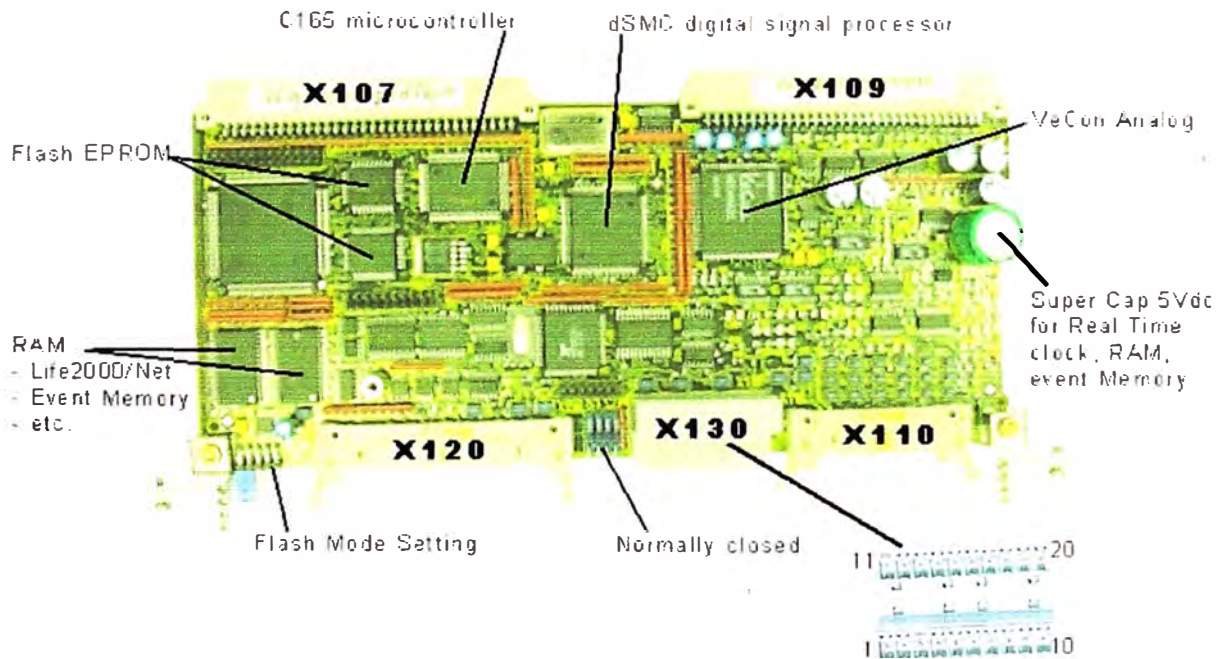


Figura 2.10 Procesador de Señales con DSP



### 2.5.3 Rectificador AC/CC

La corriente trifásica que se toma de la red comercial de corriente alterna debe convertirse mediante un rectificador a IGBT de tensión de corriente continua regulada.

Para proteger los componentes de potencia dentro del sistema, cada fase de la entrada del rectificador se conecta por separado con un fusible ultrarrápido.

Como se ilustra en la Figura 2.9, el rectificador IGBT debe suministrar alimentación de corriente continua al convertidor de salida CC/AC (inversor IGBT) y al convertidor bidireccional de batería CC/CC (booster / cargador de batería) cuando funciona en el modo de cargador de batería.

### 2.5.4 Distorsión Armónica total (THD) y Factor de potencia (PF)

La distorsión armónica total de tensión máxima (THDv) permitida para la entrada del rectificador (tanto de la red como del generador) es del 15% (el funcionamiento correcto se garantiza hasta el 8%). La máxima distorsión armónica suministrada de corriente (THDi) es de menos del 3% a potencia de entrada máxima y distorsión de entrada menor al 1% (corriente y tensión de entrada nominales). En estas condiciones el factor de potencia de entrada (PF) será  $>0,99$ . En otras condiciones y con otras fracciones de carga de salida la distorsión armónica total en entrada será  $<5\%$ . Esto significa que el 80-NET en el modo de doble conversión debe ser visto por las fuentes de alimentación primarias y de distribución como carga resistiva (es decir, que absorberá sólo la potencia activa y la forma de onda de la corriente será prácticamente sinusoidal), asegurando por lo tanto una compatibilidad total con cualquier fuente de energía. El SAI 80-NET incluye una serie las prestaciones que ofrecen los dispositivos de filtrado de carga activa.

### 2.5.5 Convertidor IGBT CC/CC (Booster/Cargador de Bateria)

Tipo de Cargas:

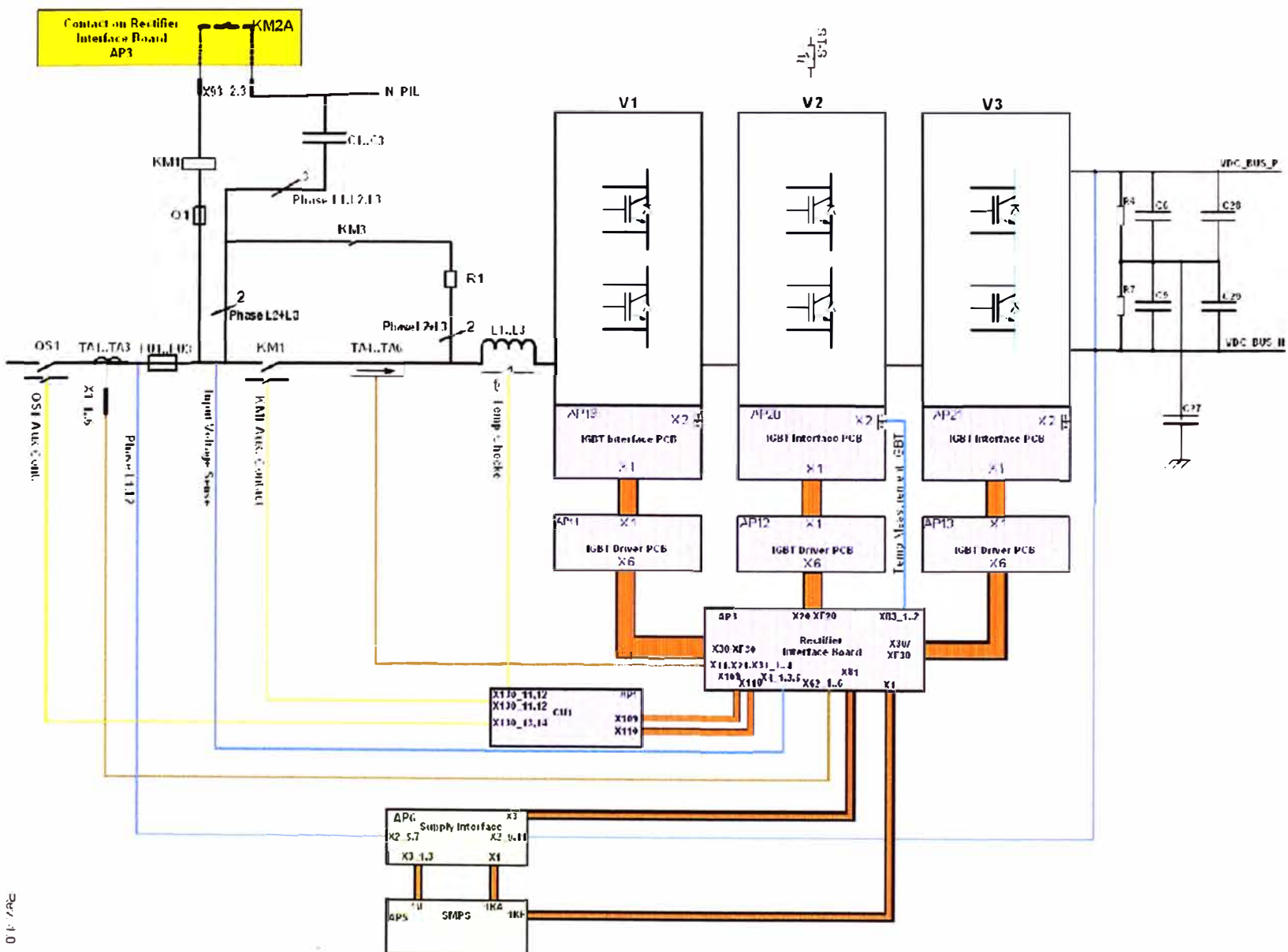
- a) Acumuladores de plomo-ácido herméticos, sin mantenimiento:

Se cargan con corriente constante hasta el nivel máximo de tensión de mantenimiento. Después, la tensión se mantiene en un nivel constante con límites de tolerancia reducidos (método de carga de una sola fase).

- b) Acumuladores de plomo-ácido con mantenimiento reducido o acumuladores de NiCd:

Se cargan con tensión de carga aumentada y corriente de carga constante (fase de carga boost). Si la corriente de carga cae por debajo de un valor de umbral inferior, el cargador de baterías regresa automáticamente al nivel de tensión de mantenimiento (método de carga de dos fases).

Figura 2.11 Diagrama Básico del Rectificador



01/PC

**Booster / Charger 80-Net  
80 KVA**

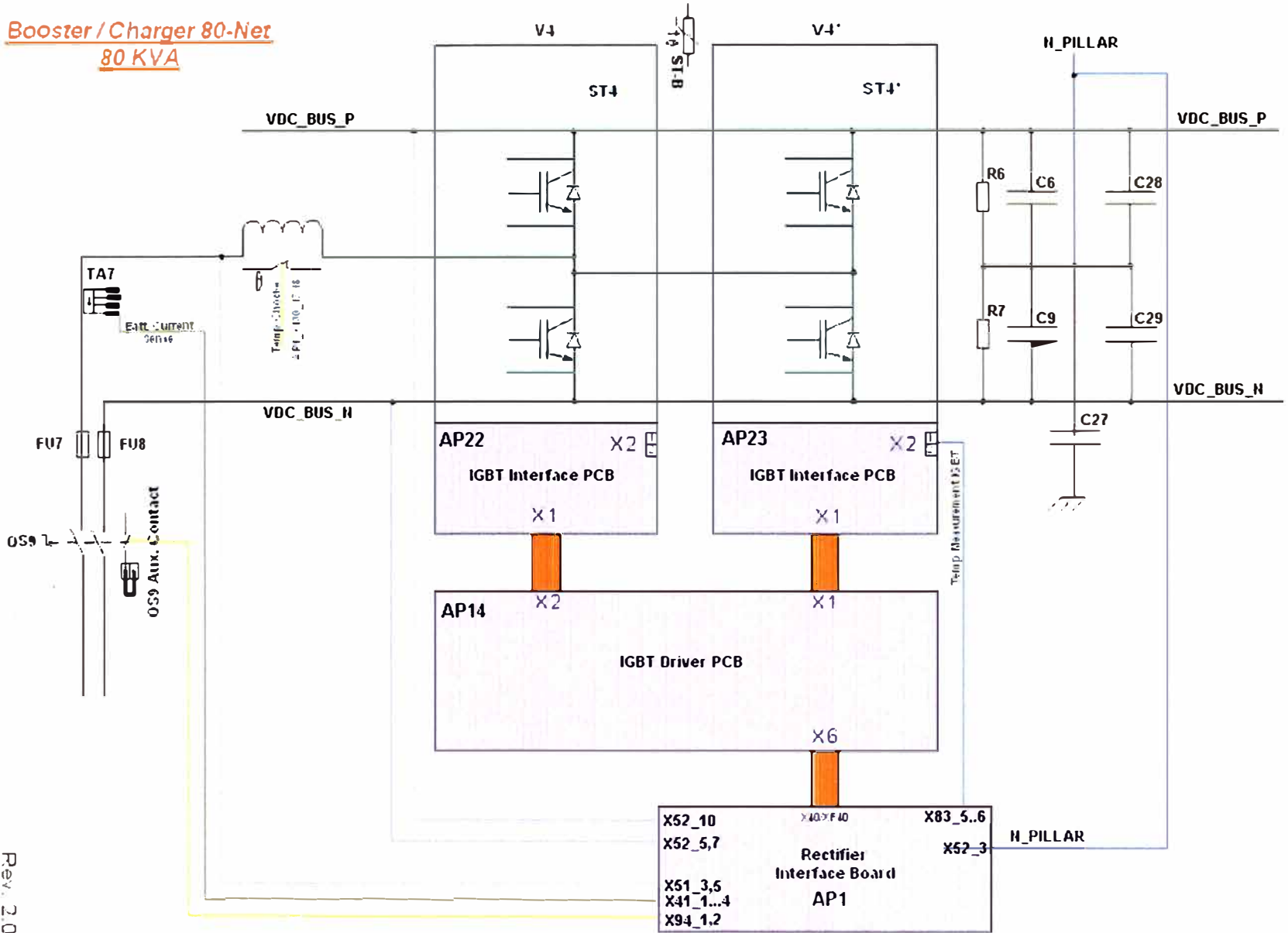


Figura 2.12 Circuito Elevador – Reductor

Rev. 2.0

### **2.5.6 Protección contra sobretensión**

El cargador de baterías se apagará automáticamente si la corriente continua de la batería supera el valor máximo asociado a su estado de funcionamiento.

### **2.5.7 Gestión de la batería**

Mediante la utilización del Advanced Battery Care (ABC) la serie 80-NET incrementa la vida de las baterías hasta un 50%, basado en un control preciso de la tensión de carga en función de la corriente y de la temperatura. Las principales funciones de mantenimiento de las baterías se describen a continuación.

### **2.5.8 Parámetros de funcionamiento**

Si se utiliza una batería de plomo ácido regulable con válvulas (VRLA), sin mantenimiento, los parámetros por cada celda deben ser los siguientes:

Tensión final de descarga (V) 1,65.

Alarma de apagado inminente (V) 1,75.

Voltaje mínimo para prueba de baterías (V) 1,9.

Tensión nominal (V) 2,0.

Alarma de descarga de las baterías (V) 2,20 à 20°C.

Tensión de compensación (V) 2,27 à 20°C.

Alarma de alta tensión (V) 2,4 6.7.2, Test de baterías automático.

La unidad de control debe comprobar automáticamente las condiciones de funcionamiento de las baterías a intervalos programables, que puede ser una vez a la semana, una vez cada quince días o una vez al mes. Se debe realizar una descarga breve de la batería para constatar que todos los bloques y los elementos de conexión están en buen estado. Para evitar la posibilidad de un diagnóstico incorrecto, la comprobación debe realizarse como mínimo 24 horas después de la última descarga. El test de las baterías se realiza de modo que no pueda suponer un riesgo para la carga, incluso si la batería está completamente defectuosa. Si se detecta un fallo en la batería, se debe advertir a los usuarios. Este test no provoca ninguna reducción de la vida útil de las baterías.

Cargador de baterías compensado con la temperatura ambiente.

La tensión de flotación debe ajustarse automáticamente en función de la temperatura del compartimiento de la baterías (-0,11% por grado centígrado) para maximizar su vida útil.

### **2.5.9 Booster / Cargador de batería**

Como se puede observar en la Figura 2.14, este convertidor bidireccional a IGBT CC/CC está dotado de las siguientes funciones:

Recargar las baterías alimentándose del bus de corriente continua, cuando la red de alimentación primaria de entrada está dentro de la tolerancia establecida.

Proporcionar la alimentación de corriente continua apropiada, desde las baterías, al inversor IGBT de salida si la red de alimentación primaria no está disponible.

### Boost Mode

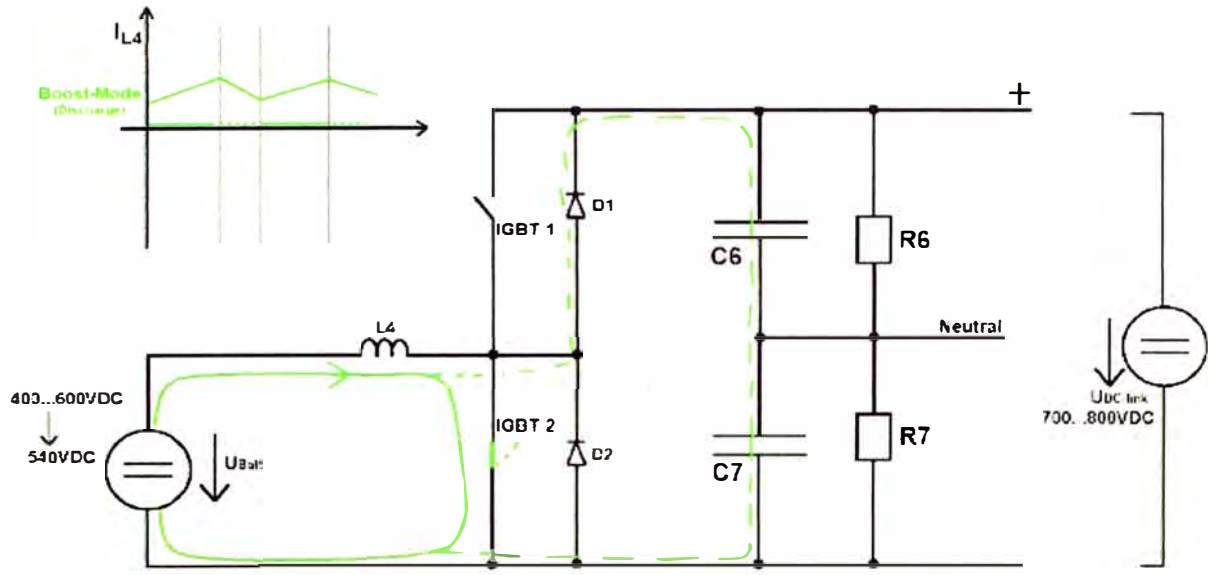


Figura 2.13 Convertidor bidireccional funcionando como elevador

### En Modo Cargador de Batería

Este convertidor funciona con los siguientes tipos de baterías:

De plomo-ácido herméticas (VRLA), de plomo estacionario, de Ni - Cd

### Buck-Mode (Charge Mode)

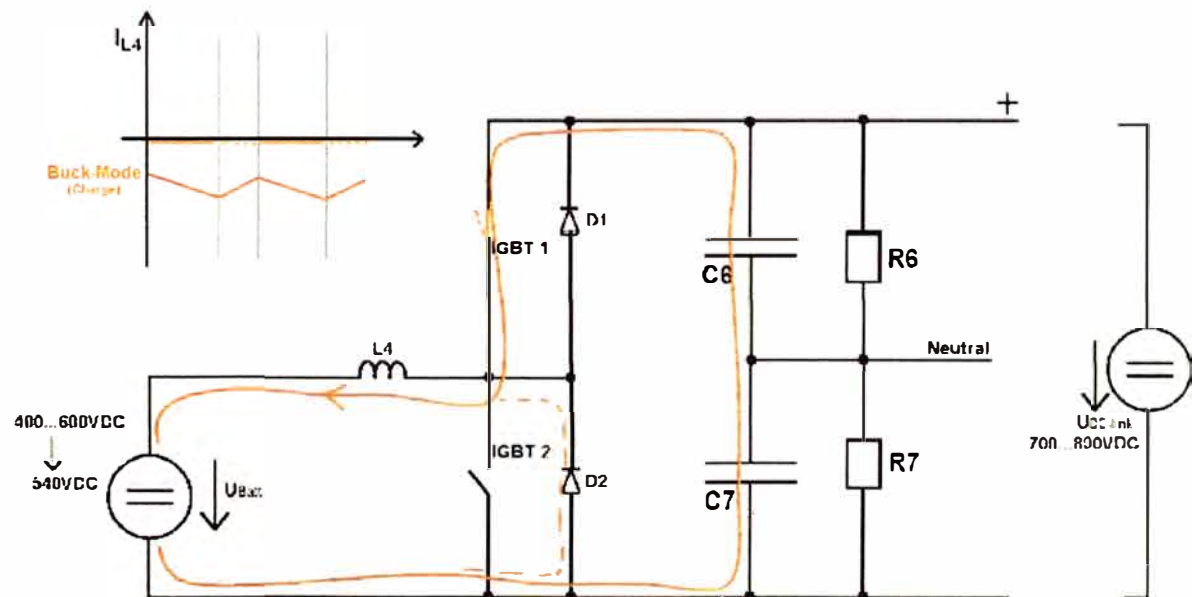


Figura 2.14 Circuito bidireccional funcionando como reductor o cargador de Baterías

### **2.5.10 Convertidor a IGBT CC/CA (Inversor)**

A partir de la corriente continua del circuito intermedio, el inversor generará corriente alterna sinusoidal para la carga, basándose en la modulación de anchura de pulsos (PWM). Mediante el procesador de señales digitales (DSP) de la unidad de control, los IGBT del inversor se controlan de manera que la corriente continua se divida en paquetes de tensión pulsante.

Gracias a un filtro paso bajo, la señal modulada de anchura de pulsos se convierte en tensión alterna sinusoidal.

El inversor a IGBT no necesita transformador de aislamiento, los excelentes beneficios que esto comporta son: alto rendimiento de conversión de energía y reducido tamaño y peso de los módulos.

### **2.5.11 Regulación de la tensión**

La tensión trifásica de salida del inversor está controlada por separado para alcanzar las siguientes prestaciones:

Estabilidad estática de la frecuencia:

La estabilidad estática de la frecuencia de salida del inversor no varía más de  $\pm 1\%$  en condiciones de estabilidad estática de la tensión de entrada y variaciones de carga dentro de los límites establecidos. (16)

Estabilidad dinámica:

La tensión transitoria del inversor no supera los límites establecidos de la Clase 1 cuando esté sujeta a la entrada o salida de una carga del 100%, como se indica en la norma IEC/EN62040-3.

### **2.5.12 Regulación de la frecuencia de salida**

La frecuencia de salida está controlada para alcanzar las siguientes prestaciones:

Estabilidad estática de la frecuencia:

La frecuencia de salida constante del inversor, cuando se sincroniza con la alimentación del bypass, no variará más de  $\pm 1\%$  ajustable a  $\pm 2\%$ ,  $\pm 3\%$ ,  $\pm 4\%$ .

Velocidad de variación de la frecuencia:

La velocidad de variación de la frecuencia es: 1Hz/s.

Control de la frecuencia

La frecuencia de salida del inversor está controlada por un oscilador de cuarzo que también puede operar como unidad autónoma o como esclavo para un funcionamiento sincronizado con una fuente de CA separada. La exactitud del control de frecuencia será de  $\pm 0,1\%$  cuando funciona libremente.

### **2.5.13 Distorsión armónica total**

El inversor ha sido diseñado para eliminar armónicos y para la filtración de THDv hasta reducirlo a menos del 3% con cargas lineales. Para cargas no lineales (conforme a IEC/EN60042-3) la distorsión armónica total se limitará a menos del 5%.

### **2.5.14 Dimensión del neutro**

El neutro del inversor se sobredimensiona en todos los regímenes para soportar la superposición de armónicos cuando lleva cargas no lineales monofásicas.

El neutro del inversor se dimensiona a  $x 1.7$  veces con relación a las fases.

### **2.5.15 Sobrecarga**

El inversor puede soportar una sobrecarga de la potencia nominal igual al 125% durante 10 min. Y 150% durante 1 min.

### **2.5.16 Apagado del inversor**

Si se produce un fallo interno, la unidad de control apaga el inversor inmediatamente. El SAI o los sistemas SAI que trabajan en paralelo siguen alimentando la carga sin interrupciones desde el sistema de alimentación de bypass, si la carga se encuentra dentro de los límites permisibles.

### **2.5.17 Simetría de la tensión de salida del inversor**

El inversor ha sido proyectado para asegurar una simetría de la tensión de salida igual a  $\pm 1\%$  con cargas equilibradas y  $\pm 3\%$  con cargas desequilibradas al 100%.





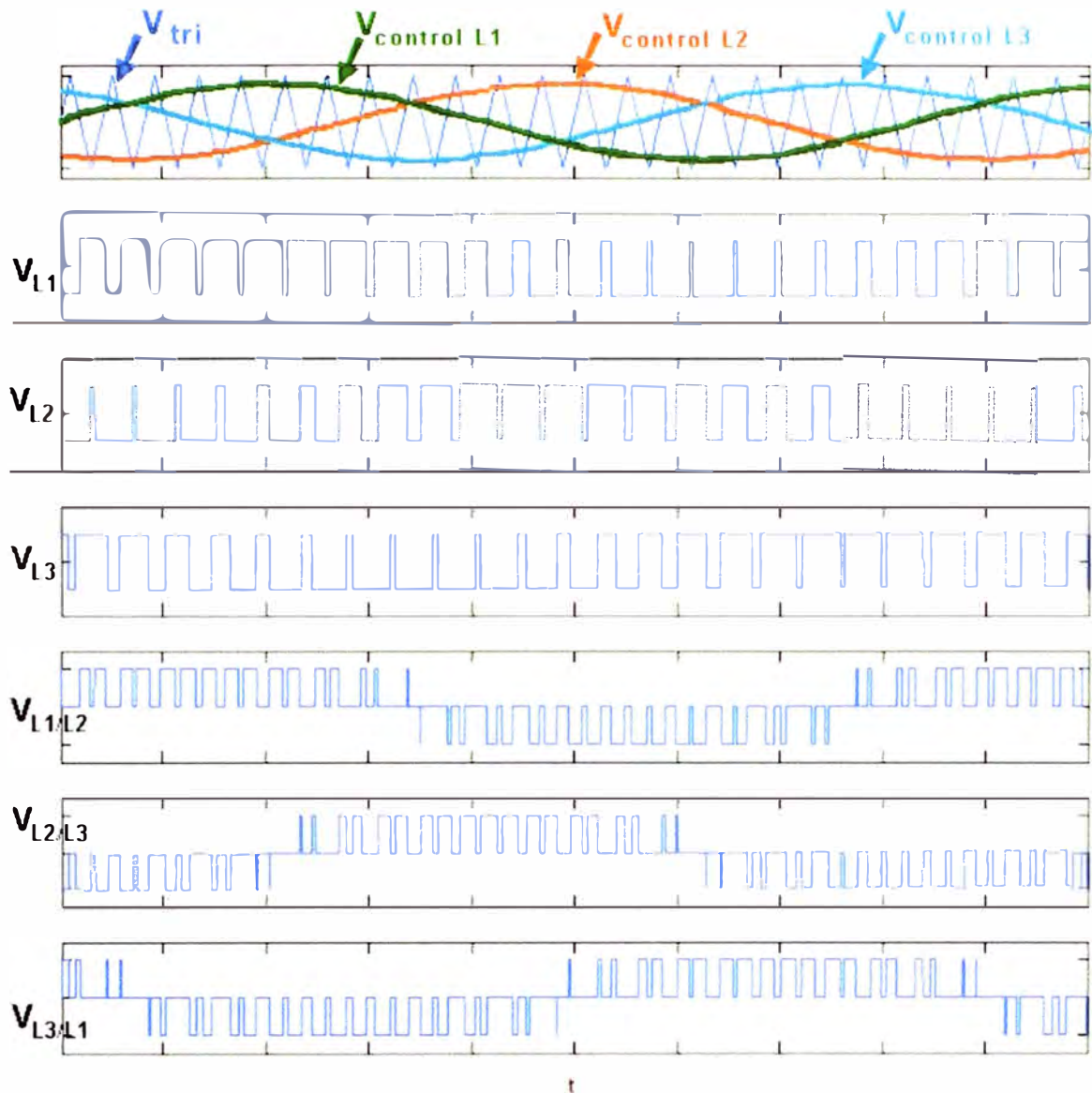


Figura 2.16 Señales de Modulación para Generación de las tensiones Trifásicas

### 2.5.18 Conmutador Estático Electrónico (Bypass)

El conmutador estático de bypass es un dispositivo de transferencia a plena carga, alta velocidad y estado sólido, preparado para un funcionamiento continuo.

El conmutador estático realiza las siguientes funciones:

Transferencia automática ininterrumpida al sistema de alimentación de bypass en caso de:

Sobrecarga en la salida del inversor.

Tensión de batería fuera de los límites en el modo backup.

Sobre temperatura.

Fallo del inversor.

Si el inversor y el suministro de bypass no están sincronizados cuando es necesaria una transferencia, se puede programar un retardo para proteger la carga crítica. Esto permite prevenir posibles daños para el usuario causados por un cambio de fase accidental.

El valor estándar prefijado del retraso es 20 ms

La transferencia ininterrumpida a la alimentación de bypass o desde la alimentación de bypass manual se realiza desde el panel de mandos

La transferencia ininterrumpida a la alimentación de bypass o desde la alimentación de bypass automática se realiza mediante la activación del modo interactivo digital.

La transferencia automática ininterrumpida desde la alimentación de bypass se realiza cuando el inversor pueda alimentar a la carga.

La transferencia ininterrumpida desde el inversor al sistema de alimentación de bypass se inhabilita en las siguientes situaciones:

Tensión de la alimentación de bypass fuera de los límites de tolerancia

Fallo del conmutador estático de bypass

La retransferencia automática ininterrumpida se deshabilita en las siguientes situaciones:

Conmutación manual al sistema de alimentación de bypass mediante el conmutador de mantenimiento.

### **2.5.19 Tensión del Bypass**

La tensión nominal de la línea de bypass es de 230/400, 220/380 V RMS. Cualquier transferencia del inversor a la línea de bypass se inhibe si la tensión supera el límite de  $\pm 10\%$  (valor estándar) de la tensión nominal.

### **2.5.20 Tiempo de transferencia (doble conversión)**

El tiempo de conmutación para una transferencia del inversor al sistema de alimentación de bypass o viceversa no supera los 0,5 ms cuando el sistema está sincronizado. El sistema comprueba que el inversor está funcionando normalmente antes de permitir la retransferencia de la carga al inversor. Si la reserva y el inversor no están sincronizados, el tiempo de transferencia es de 20 ms para evitar que la carga pueda dañarse debido a la inversión de fase. (18)

### **2.5.21 Sobrecarga**

El interruptor estático de bypass puede sostener una condición de sobrecarga según el siguiente esquema: 125% durante 10 min, 150% durante 1 min, 700% durante 600 ms  
1000% durante 100 ms.

### **2.5.22 Bypass manual de mantenimiento**

Es posible llevar a cabo un bypass manual ininterrumpido de todo el sistema para poder realizar operaciones de mantenimiento.

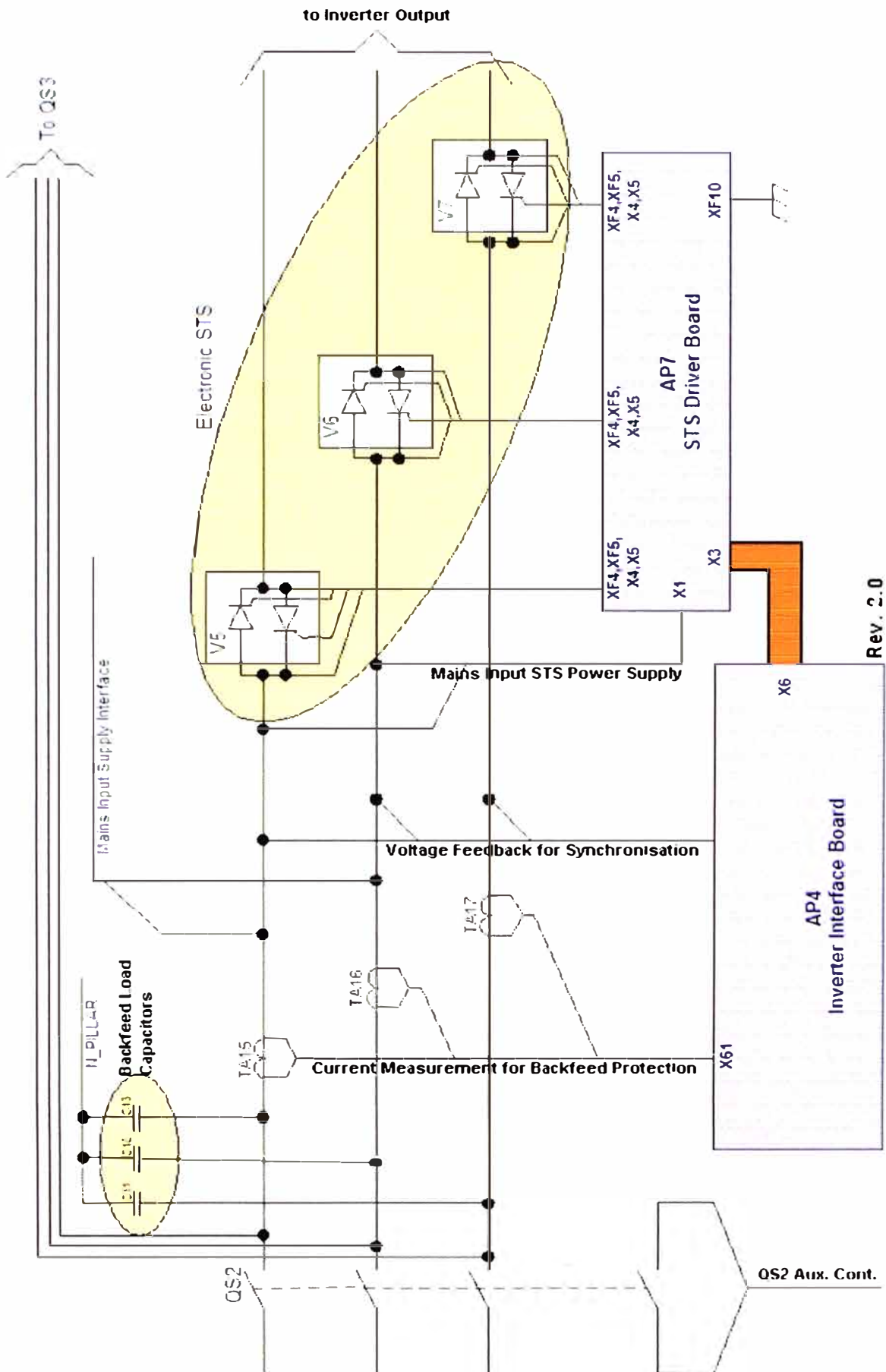


Figura 2.17 Circuito de Bypass de Estado solido

Rev. 2.0

### 2.5.23 Protección contra Retornos de Tensión

Esta opción impide cualquier riesgo potencial de electrocución en los terminales de CA de bypass de entrada del SAI si se produce un fallo del SCR del conmutador estático de reserva.

El circuito de control incluye un contacto (disponible para el usuario) que activa un dispositivo de conmutación externo, como un relé electromecánico o una bobina de disparo, cuando se detectan retornos de tensión. El dispositivo de conmutación externo no está incluido en el SAI, conforme a la normativa IEC/EN 62040-1. El dispositivo de conmutación externo es un seccionador electromecánico de 4 polos (trifásico más neutro), y se define conforme a la cláusula 5.1.4 de la normativa antes citada.

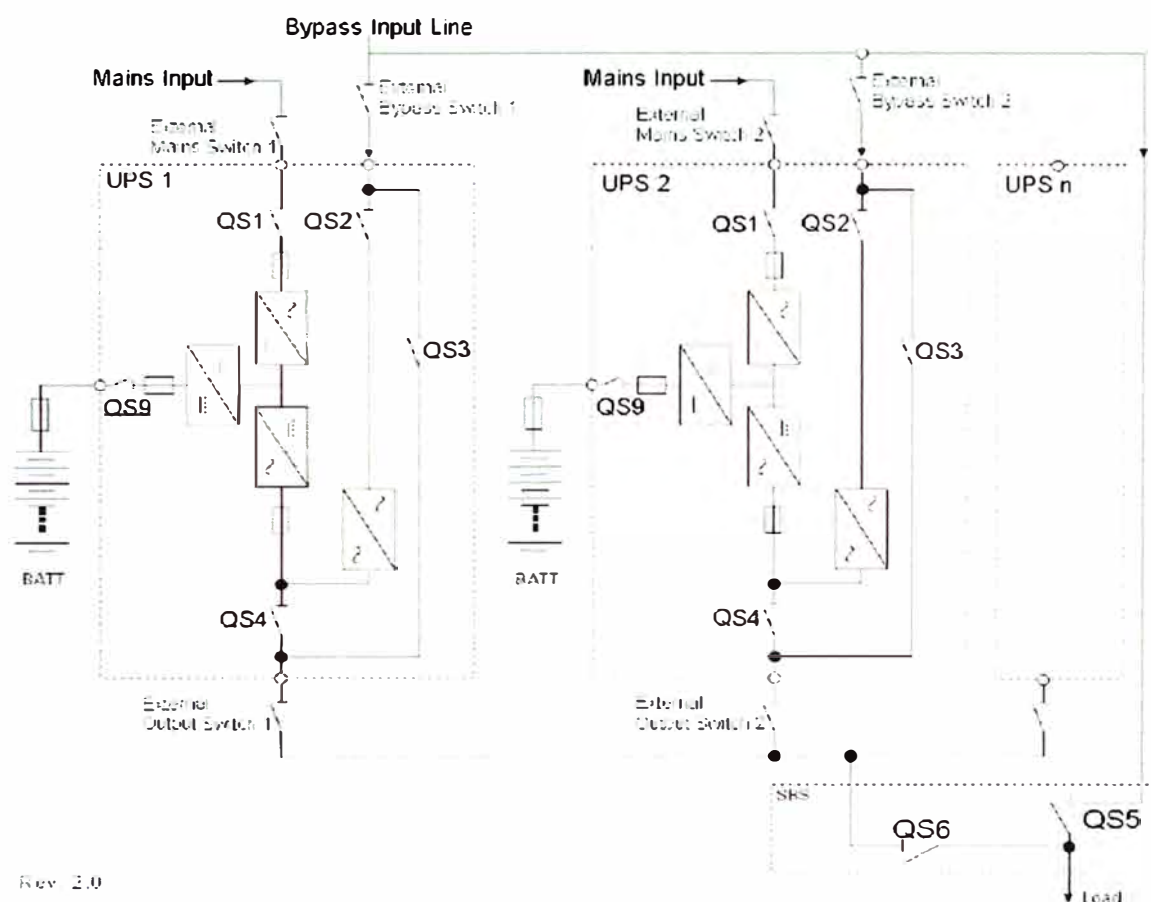


Figura 2.18 SAI en paralelos

### 2.5.24 Configuración en Paralelo

La serie 80-NET de sistemas de alimentación ininterrumpida puede conectarse en paralelo para crear configuraciones multimódulo entre unidades de la misma potencia.

La configuración en paralelo puede realizarse con un máximo de 8 SAIs.

La conexión en paralelo de los SAI aumenta la fiabilidad y la potencia.

### **2.5.25 Fiabilidad**

Si el sistema solicita más de una unidad en configuración redundante, la potencia de cada SAI no debe ser inferior a  $P_{tot}/(N-1)$  con:

$P_{tot}$  = Potencia total de carga.

$N$  = Número de SAIs conectados en paralelo.

$1$  = Coeficiente mínimo de redundancia.

En condiciones de funcionamiento normales, la potencia suministrada a la carga se comparte entre los SAIs conectados en paralelo. Si se produce una sobrecarga, la configuración puede suministrar  $P_{ov} \times N$  sin transferir la carga a la reserva, donde:

$P_{ov}$  = Potencia máxima de sobrecarga por cada SAI  $N$  = Número de SAIs conectados en Paralelo, Si una de las unidades SAI presenta una anomalía, esta se desconecta del bus paralelo y las unidades restantes siguen alimentando la carga sin ninguna interrupción en la alimentación.

### **2.5.26 Potencia**

La potencia del sistema puede aumentarse con facilidad aplicando una configuración en paralelo no redundante (coeficiente de redundancia = 0). En este caso, cada unidad tiene que suministrar la potencia nominal y, ante una sobrecarga o una anomalía, la carga se transfiere a la red de reserva.

El número máximo de SAIs conectados en paralelo es ocho.

### **2.5.27 Rendimiento**

Las características de rendimiento del sistema en paralelo están relacionadas con los sistemas SAI que se emplean. La distribución de la carga está dividida por igual entre cada uno de los SAIs.

## CAPÍTULO III

### PROYECTO PRINCIPAL: REGULADOR HÍBRIDO RESONANTE

#### 3.1 Principio de Funcionamiento

El Regulador híbrido ferroresonante contempla algunas variaciones con respecto al tradicional regulador ferroresonante, la regulación de voltaje independiente de la frecuencia de entrada, mejor eficiencia, menor peso, menor costo, el equipo que se describe está basado en la inductancia de fugas de un transformador para lograr que resuene con una inductancia y un condensador en el cual se incluye un sistema electrónico, además de trabajar en la zona lineal el núcleo de hierro silicoso disminuyendo las pérdidas considerablemente, con la cual se consigue mejorar notablemente la eficiencia, reduciendo las pérdidas propias del equipo.

El control de regulación está basado en la modulación del ancho de pulso del TRIAC que gobierna la corriente del inductor resonante, en la figura 3.1 se muestra un transformador con inductancia de fugas donde el bobinado primario es externo y provoca un flujo por cada núcleo, el transformador trabaja en la zona lineal con la cual se logra una mejor eficiencia, y asimismo aprovechando la inductancia de fugas en el primario se logra un fuerte obstáculo ante los transitorios de tensión en la entrada.

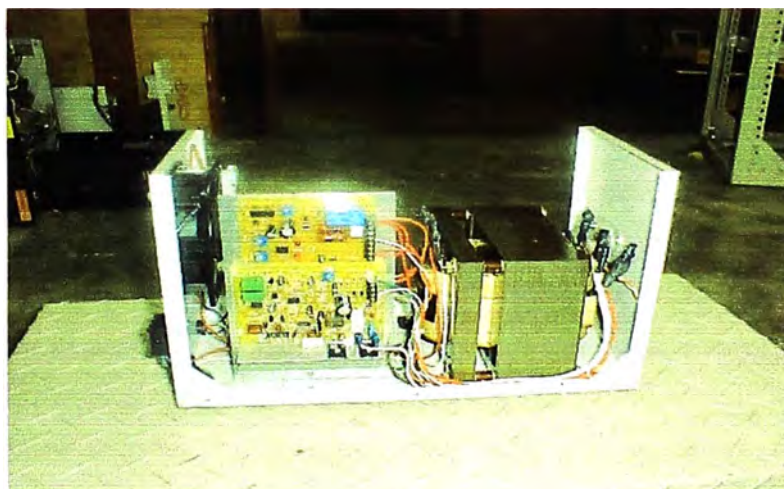


Figura 3.1 Estabilizador de 1 kva Monofásico

## 3.2 Digitalización y Modelo Matemático

### 3.2.1 Modelo del Transformador de Fugas

El diseño del transformador y de la inductancia externa, no se ha tratado aquí por ser un tema netamente eléctrico, pero se puede implementar siguiendo la referencia (3).

El transformador de aislamiento es frecuentemente usado en la protección de equipos electrónicos, razón por la cual si se añade a este equipamiento la regulación de tensión, su utilidad sería muy provechosa, razón principal por la cual se sustenta la tesis.

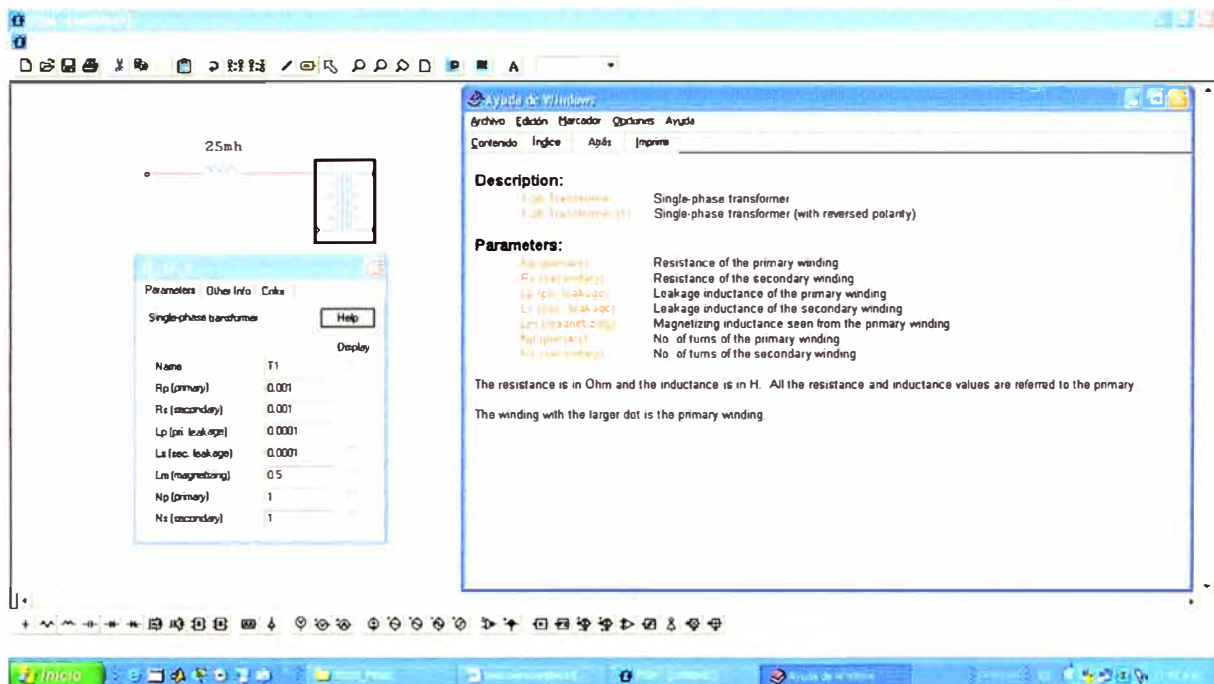


Figura 3.2 Modelo matemático del transformador

### 3.2.2 Modelo Matemático Circuito de Potencia

Añadiendo un Condensador, una Inductancia externa y un circuito electrónico, podemos conseguir un regulador AC de bajo costo.

Para poder simular el circuito ha sido necesario el uso de un poderoso Software PSIM ver6.0 para realizar la simulación tanto en lazo abierto como cerrado, cuya información se puede conseguir a través de la web [www.powersimtech.com](http://www.powersimtech.com).

En la figura 3.2 se ha construido un circuito electrónico de un PWM (modulación por ancho de pulso) para el disparo del TRIAC, a través de un generador de onda triangular sincronizado con la red, un comparador, y una interface para el disparo del TRIAC, como podemos observar el principio de operación es bastante sencilla, modulando el ángulo de disparo podemos elevar o reducir la tensión en la salida.

Las consideraciones a tomar fue la del condensador e inductancia con capacidad de manejo de las corrientes armónicas como se podrán observar en los siguientes gráficos.

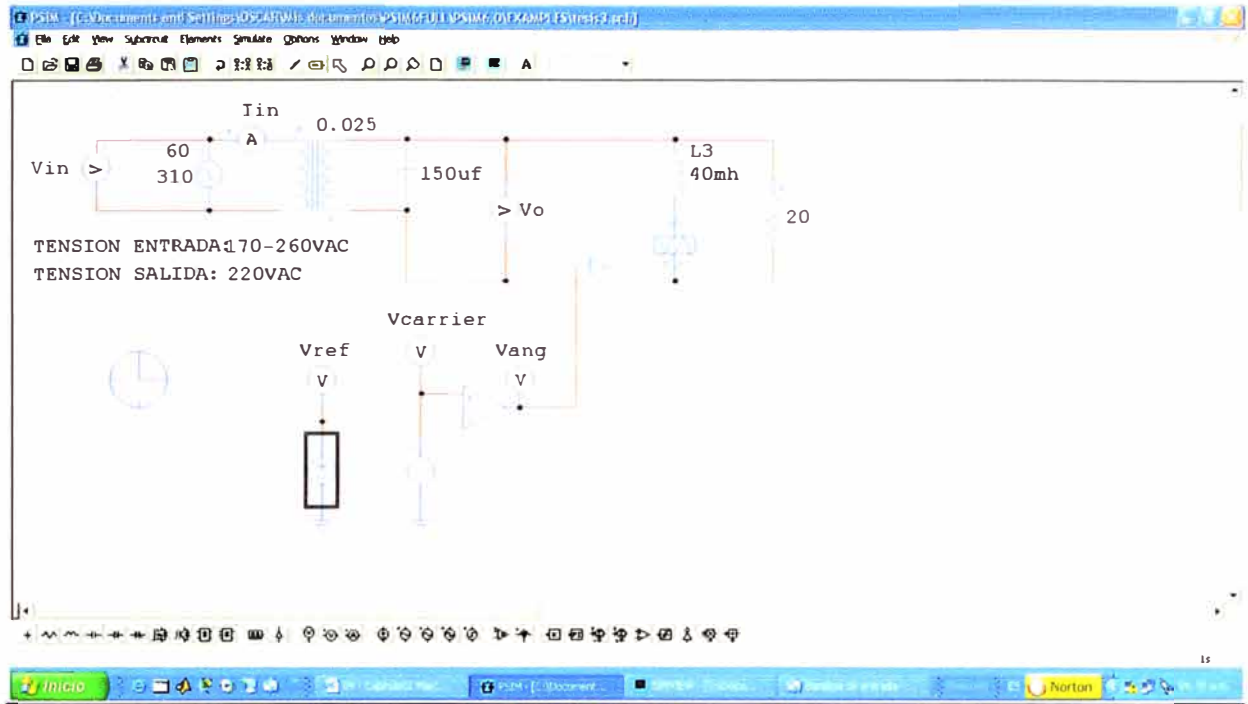


Figura 3.3 Modelo Matemático del circuito de potencia

La inductancia de fugas se calcula según (X), el valor necesario para el experimento fue de 25mH, con una inductancia externa de 40mH y un condensador de 150uF, y una carga de 2500 vatios, se puede lograr una regulación de  $\pm 25\%$  220VAC en la entrada y de  $\pm 1$  en la salida, el método contemplado pretende resolver rápidamente el problema mediante la simulación sin mayores cálculos ni análisis tediosos.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

#### 4.1 Resultados Obtenidos: Sistema en Lazo abierto.

##### 4.1.1 Simulación para una Sub-Tensión de Entrada de 170VAC y carga resistiva

Para una tensión de entrada de 170VAC, se puede observar la tensión de salida en 217.99 VAC, además de las corrientes en la inductancia, en el condensador y en la entrada.

Se nota cierta cantidad de armónicos tanto en el condensador y en la inductancia, pero no en la entrada, se debe de tomar en consideración esto para el diseño de la inductancia y la selección del condensador.

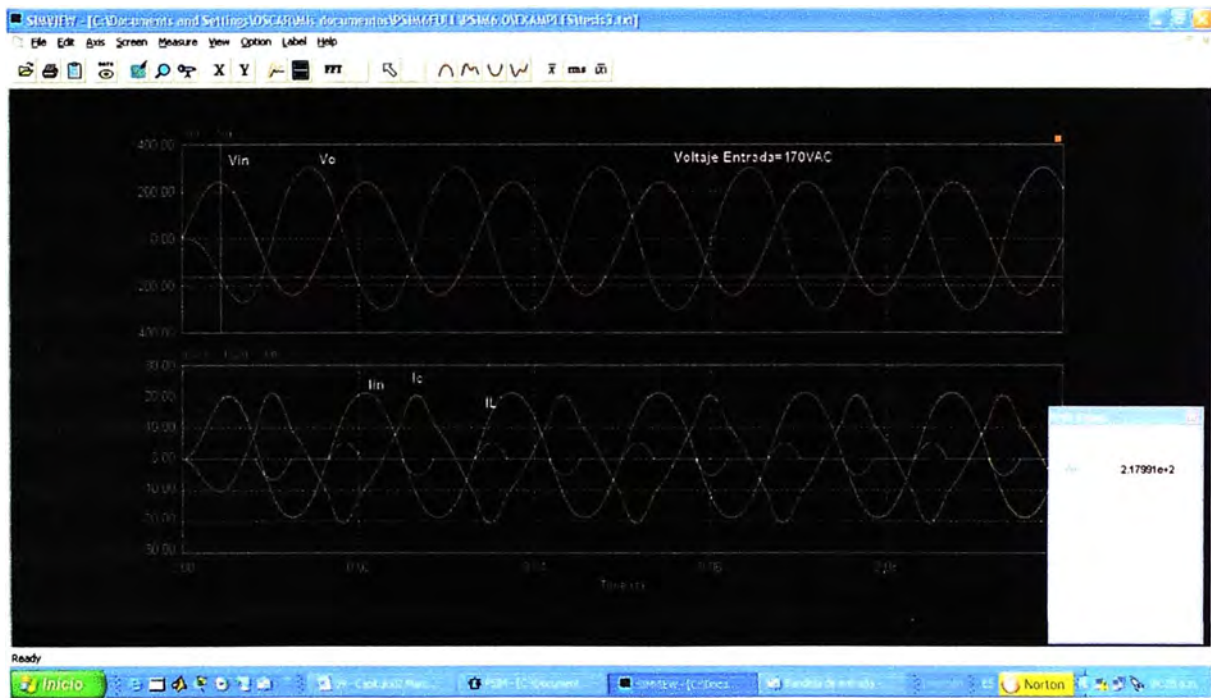


Figura 4.1 Voltaje de Entrada de 170 VAC

#### 4.1.2 Simulación para una Tensión Nominal de Entrada de 220VAC y carga resistiva

Para una entrada Nominal de 220VAC, la salida en 221VAC, se puede observar la forma de onda de la salida sinusoidal, aun se mantiene los armónicos.

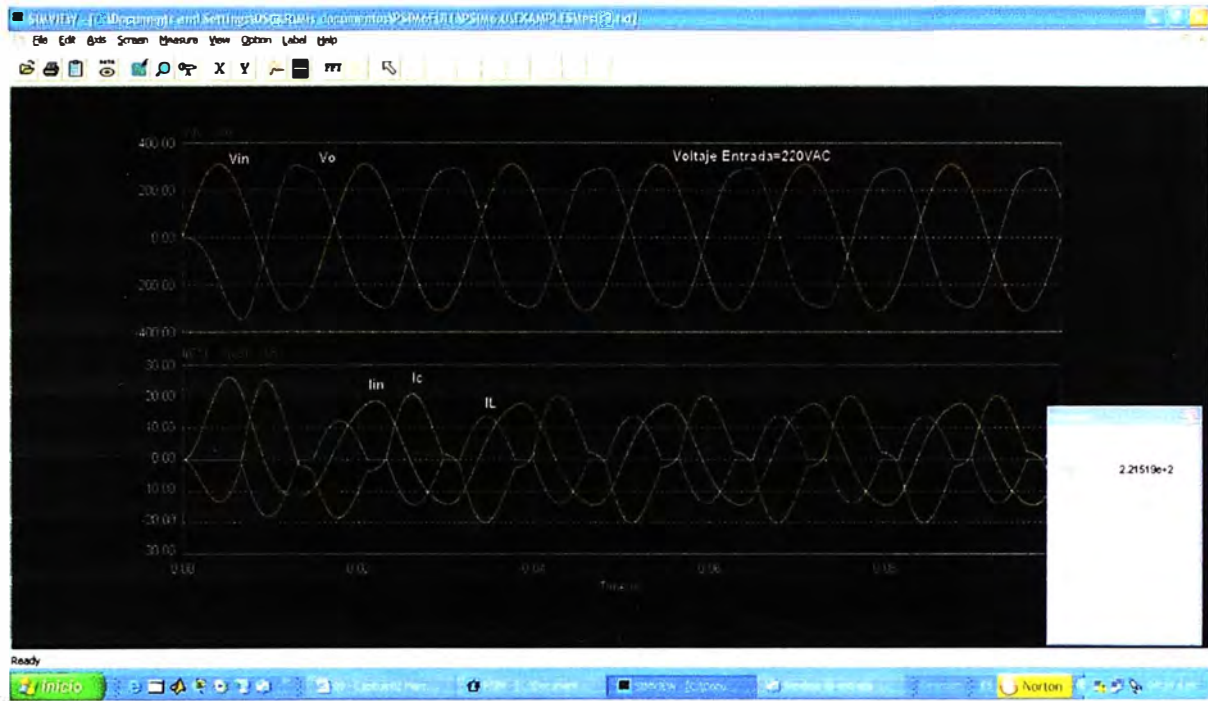


Figura 4.2.- Voltaje de Entrada de 220VAC

#### 4.1.3 Simulación para una Sub-Tensión de Entrada de 260VAC y carga resistiva

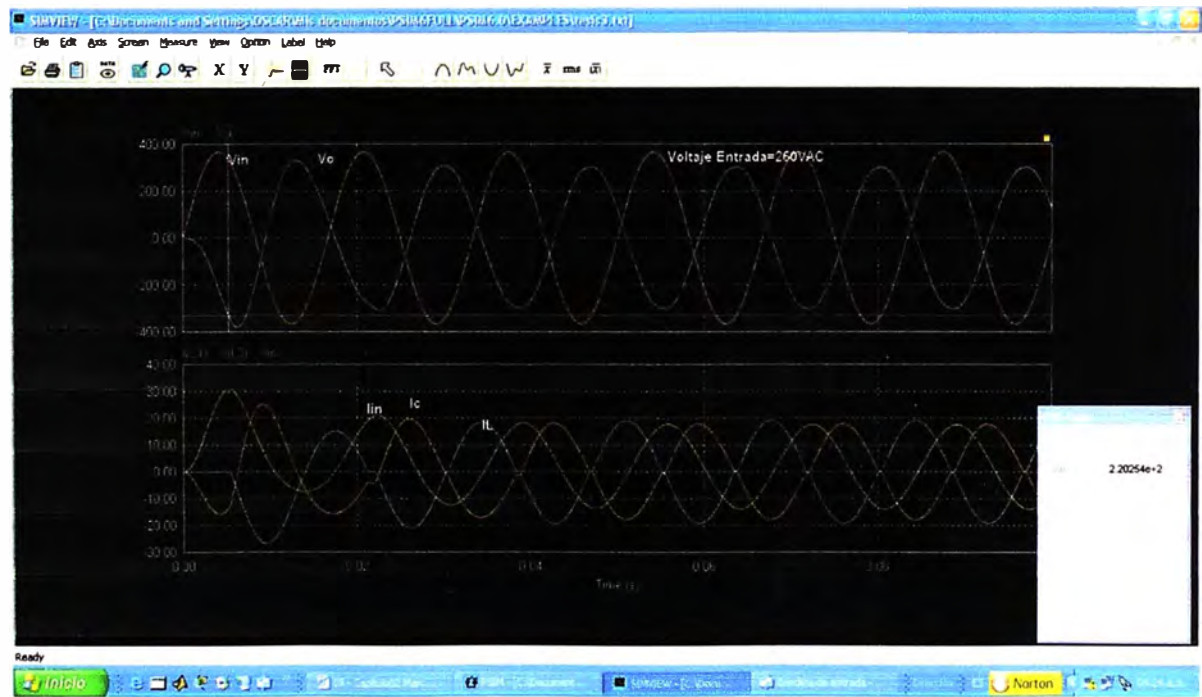


Figura 4.3.- Voltaje de Entrada de 260VAC

#### 4.1.4 Simulación ante transitorios de Tensión de Entrada hasta de 500voltios

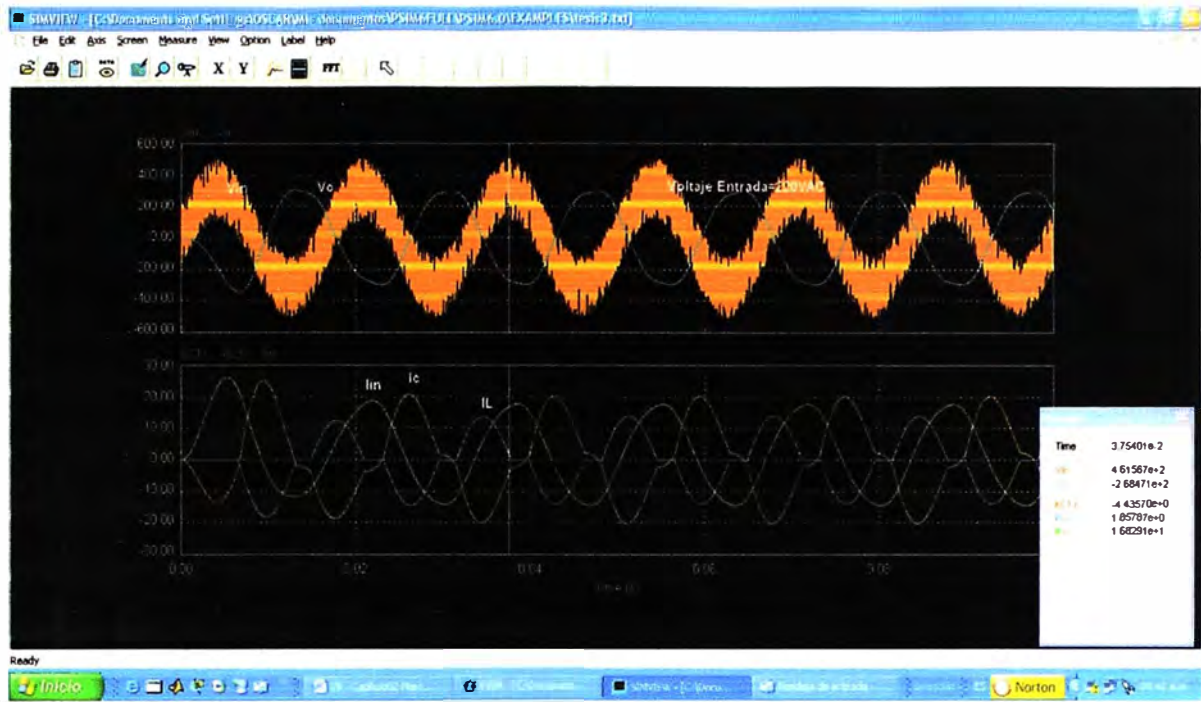


Figura 4.4 Respuesta ante transitorios Aleatorios de tensión

#### 4.2 Resultados Obtenidos: Sistema en Lazo abierto.

El sistema de lazo cerrado, comprende un bloque reductor entre 100, reduciendo el voltaje de salida a 2.2VAC, luego por un bloque detector RMS, que se encarga de muestrear la señal de salida sinusoidal convirtiéndola en un voltaje proporcional DC, la detección del verdadero valor rms requiere al menos de un ciclo completo para obtener el valor en ese instante, estos entran a un controlador PI en paralelo con un controlador proporcional ( Proporcional Integral ) con una constante de tiempo de 0.001 y una ganancia de 0.01 para obtener una respuesta estable y rápida. La ganancia del controlador proporcional de 0.15, luego entra a un limitador de ángulo de disparo de 0.33 a 0.75, el sistema PWM (modulación por ancho de pulso) está compuesta por un generador de onda triangular, sincronizada a la frecuencia de la red que comparada con la señal realimentada para el control del ángulo de disparo.

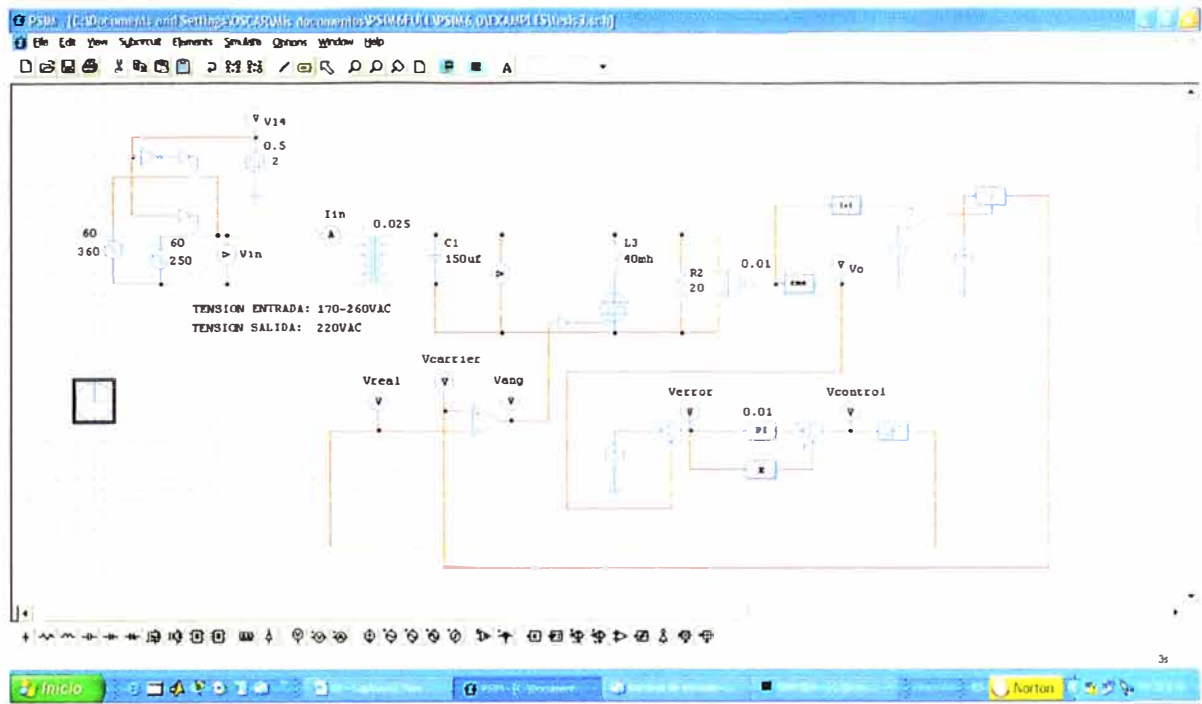


FIGURA 4.5 Simulación en lazo cerrado

En la figura. 4.1, 2, y 3 se ha logrado simular la variación del voltaje entre 170VAC y 260VAC y viceversa para ver la repuesta dinámica del sistema, obteniéndose gráficamente que el sistema se demora en corregir estas variaciones en aprox. 1 ciclo para leer el valor instantáneo y otro ciclo para la corrección, o sea 32 mseg máximo tanto para una elevación o reducción del voltaje de entrada dentro del peor caso, en otras palabras ante un 40% de variación del voltaje de entrada con respecto a la nominal.

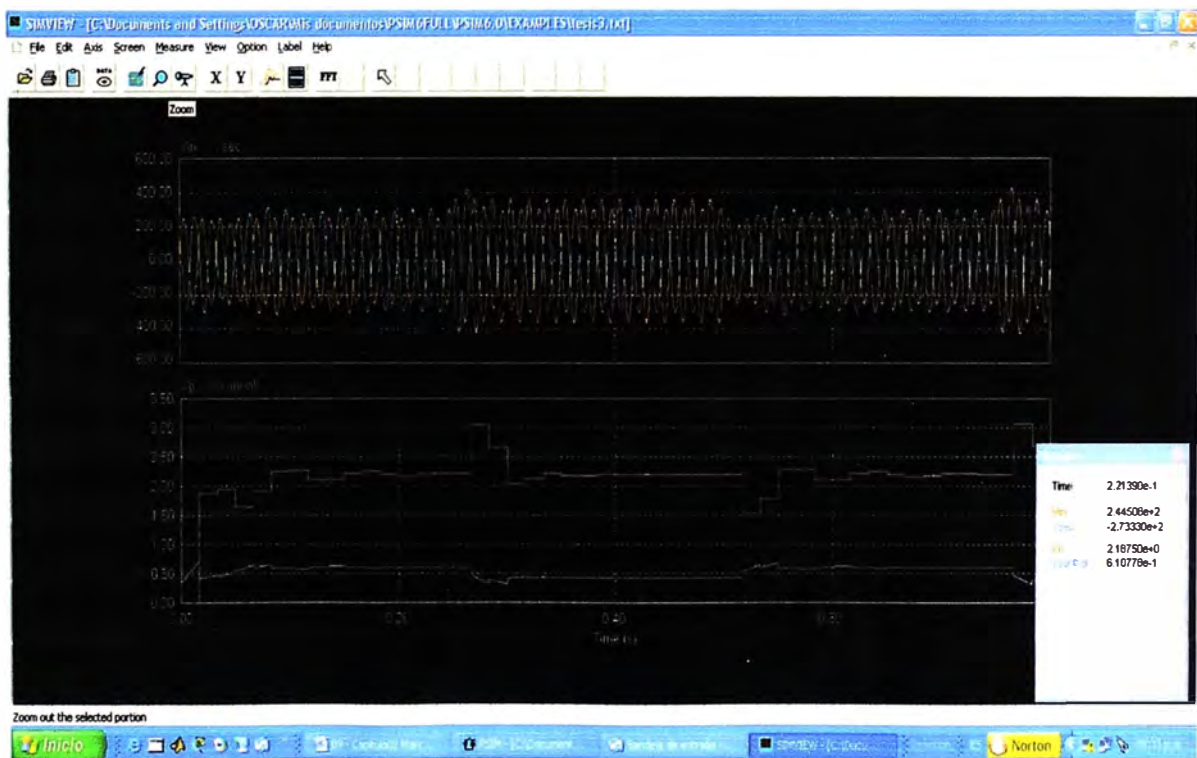


Figura 4.6.-Respuesta Dinámica ante variación de +/-40% de la Tensión Nominal

#### 4.2.1 Simulación para una variación del +40% de la Tensión de entrada

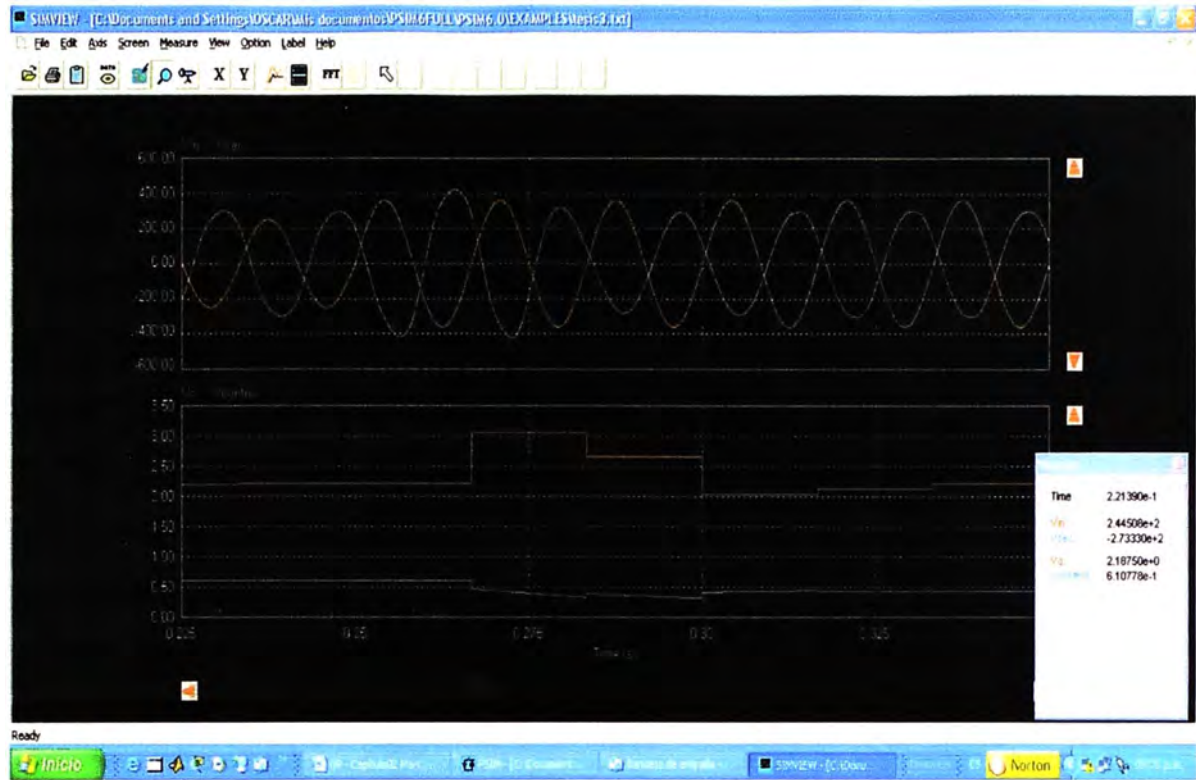


Figura 4.7 Respuesta Dinámica ante variación de +40% de la Tensión Nominal

#### 4.2.1 Simulación para una variación del +40% de la Tensión de entrada

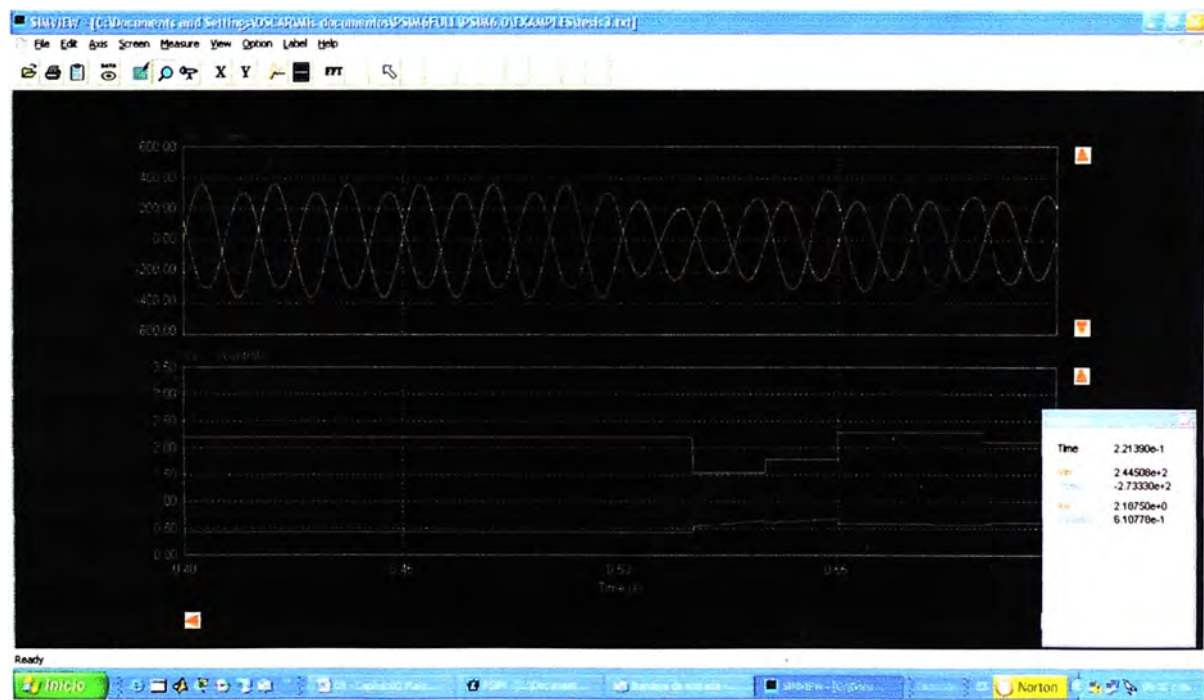


Figura 4.8 Respuesta Dinámica ante variación de -40% de la Tensión Nominal

#### 4.1.2 Simulación para un transitorio de $\frac{1}{4}$ ciclo de la Red

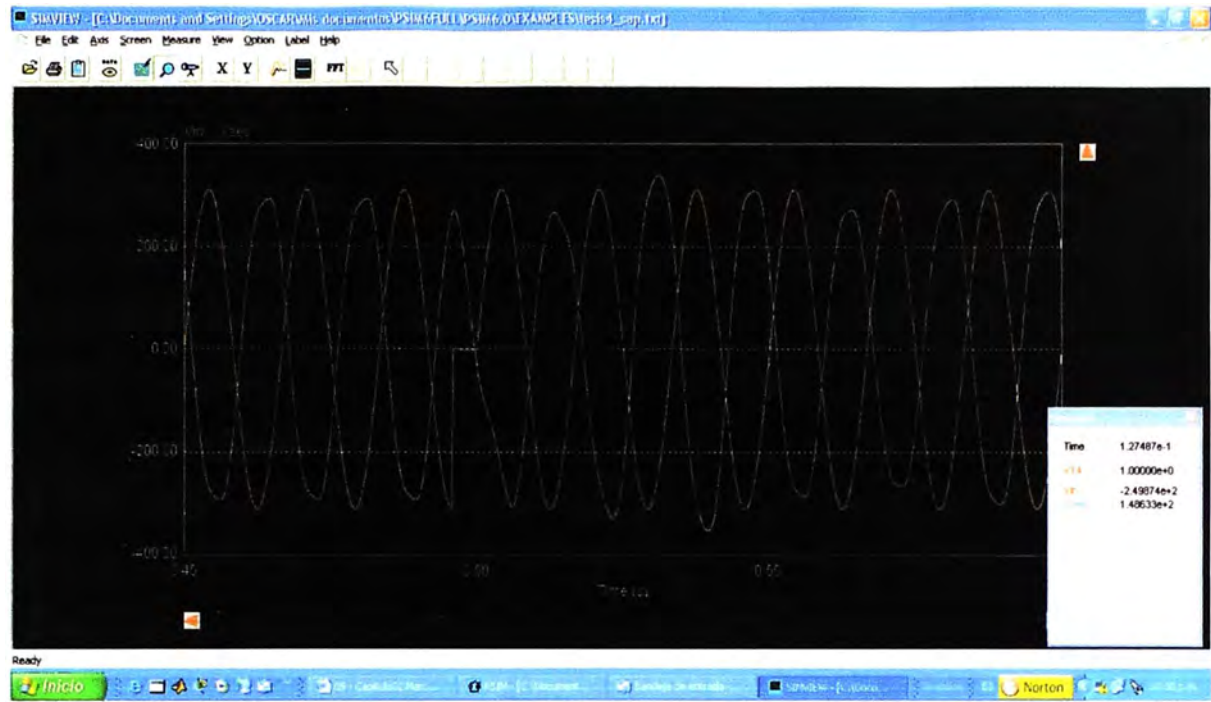


Figura 4.9 Respuesta ante caída por  $\frac{1}{4}$  ciclo de la Tensión

## **CAPÍTULO V**

### **IMPLEMENTACION DE UN REGULADOR TRIFASICO 30KVA 380/380VAC**

#### **5.1 Descripción**

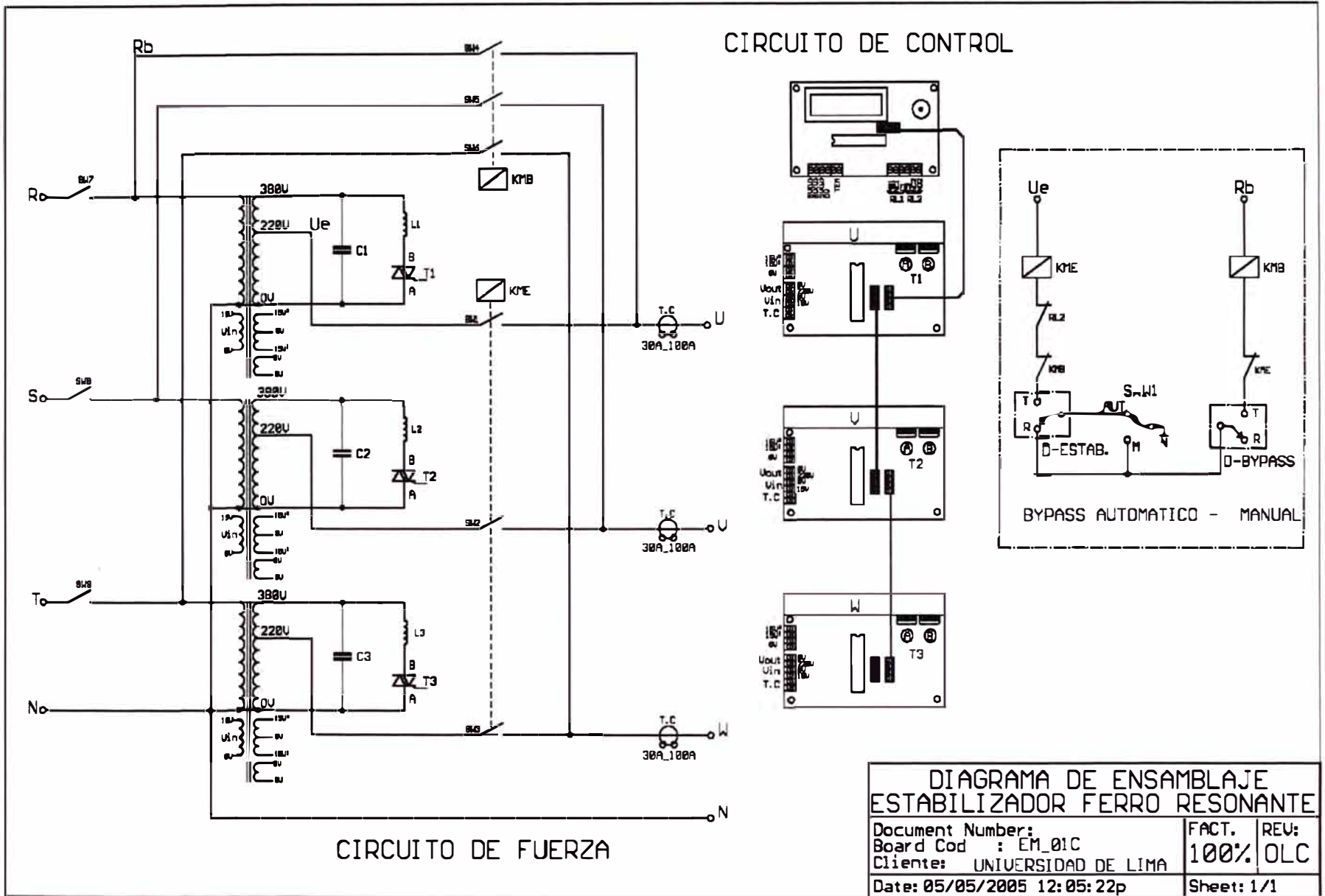
En la figura 5.1 esta la configuración de un Regulador Trifásico de 30kva, en configuración Yyn5, compuesto por 3 reguladores Monofásicos de 10 Kva cada una, posee 3 tarjetas de Regulación, independiente por fase, una tarjeta de desacople trifasica, una tarjeta de display con procesador propio, interconectada por una red de comunicación TTL aislada con las tarjetas de control para el monitoreo del voltaje de entrada y salida, porcentaje de carga, Frecuencia. y mensajes de equipo en Bypass, o Desacoplado.

Ademas tiene 3 transformadores de corriente para lectura de la potencia entregada en la salida, bobinados auxiliares para alimentación, la muestra de realimentación se toma directamente de la salida , para el control del voltaje.

En caso de falla del controlador, una tarjeta de monitoreo del voltaje de salida, transfiere la carga a la entrada a través de un contactor siempre y cuando la tensión se encuentre dentro de cierto márgenes de seguridad.

Se ha añadido una bobina elevadora a 380voltios, para manejar menor corriente en el condensador y en la bobina de regulación.

Figura 5.1 Circuito de Fuerza para un regulador de 30KVA





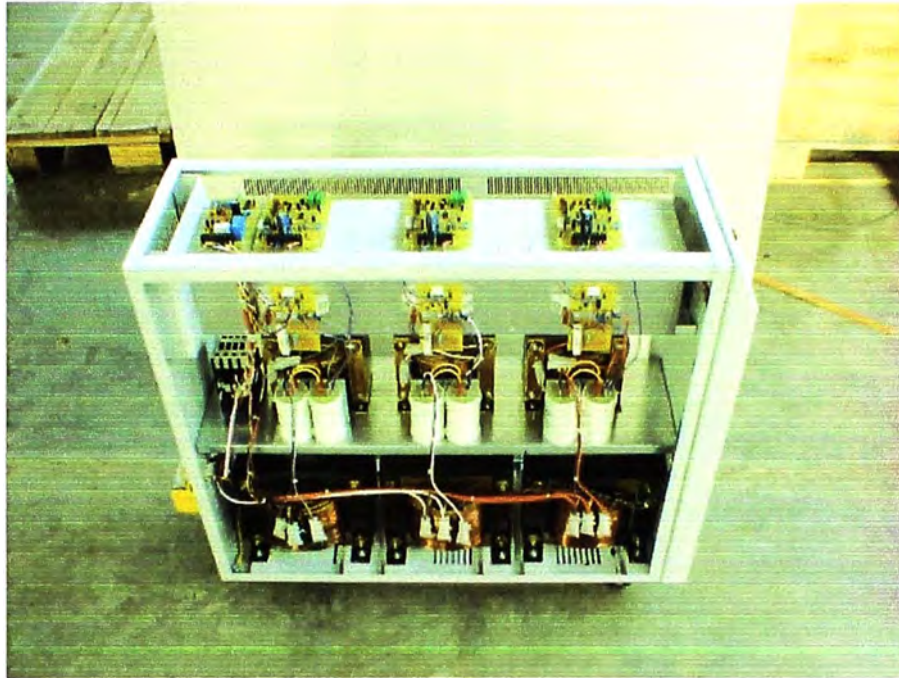


Figura 5.2 Equipo Regulador de 30KVA

## 5.2 Tarjeta de Control de Potencia

### 5.2.1 Descripción y Principio de funcionamiento

Compuesta por una fuente de alimentación de  $\pm 12V$  no regulada para el circuito de disparo del TRIAC y  $+5V$  para la alimentación del procesador.

El procesador 16F870, posee internamente un generador PWM (modulación de ancho de pulso), para el control del ángulo de disparo, un circuito de sincronización de paso por cero, tanto para la lectura de frecuencia, así como también para el disparo del triac, un sistema de comunicación para transmisión y recepción de información, la lógica implementada es bastante sencilla, básicamente se encarga de extraer el valor RMS del voltaje de entrada y salida, a través de 2 amplificadores diferenciales, el primero solo para efectos de monitoreo, protección y desacople. El segundo para realimentar el PID digital que se encarga de la regulación del voltaje de salida ante variaciones de tensión. Este bloque funciona tomando 16 muestras de la tensión por cada semiciclo, se eleva la cuadrado, se realiza la sumatoria y se le saca la raíz cuadrada, divididas por la cantidad de muestras, con ello se logra obtener el valor RMS de la salida el sirve para alimentar al regulador digital. El software implementado se encuentra en el ANEXO A.

Figura 5.3 Circuito de Control

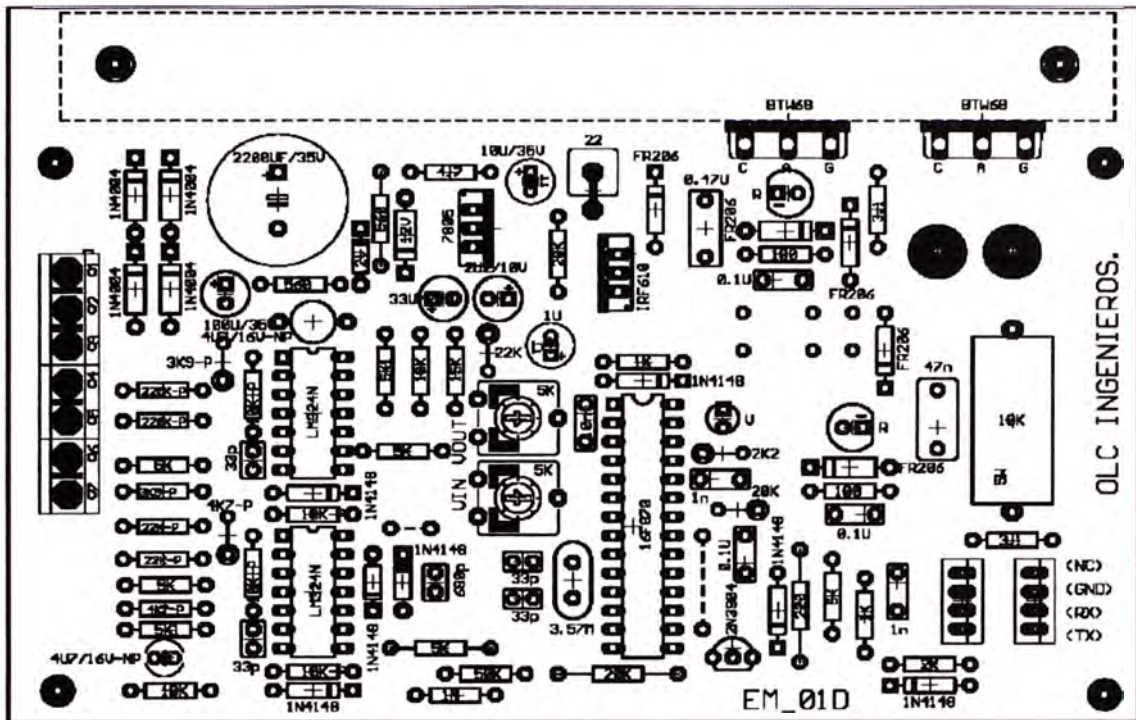


Figura 5.4 Tarjeta Impresa de Control

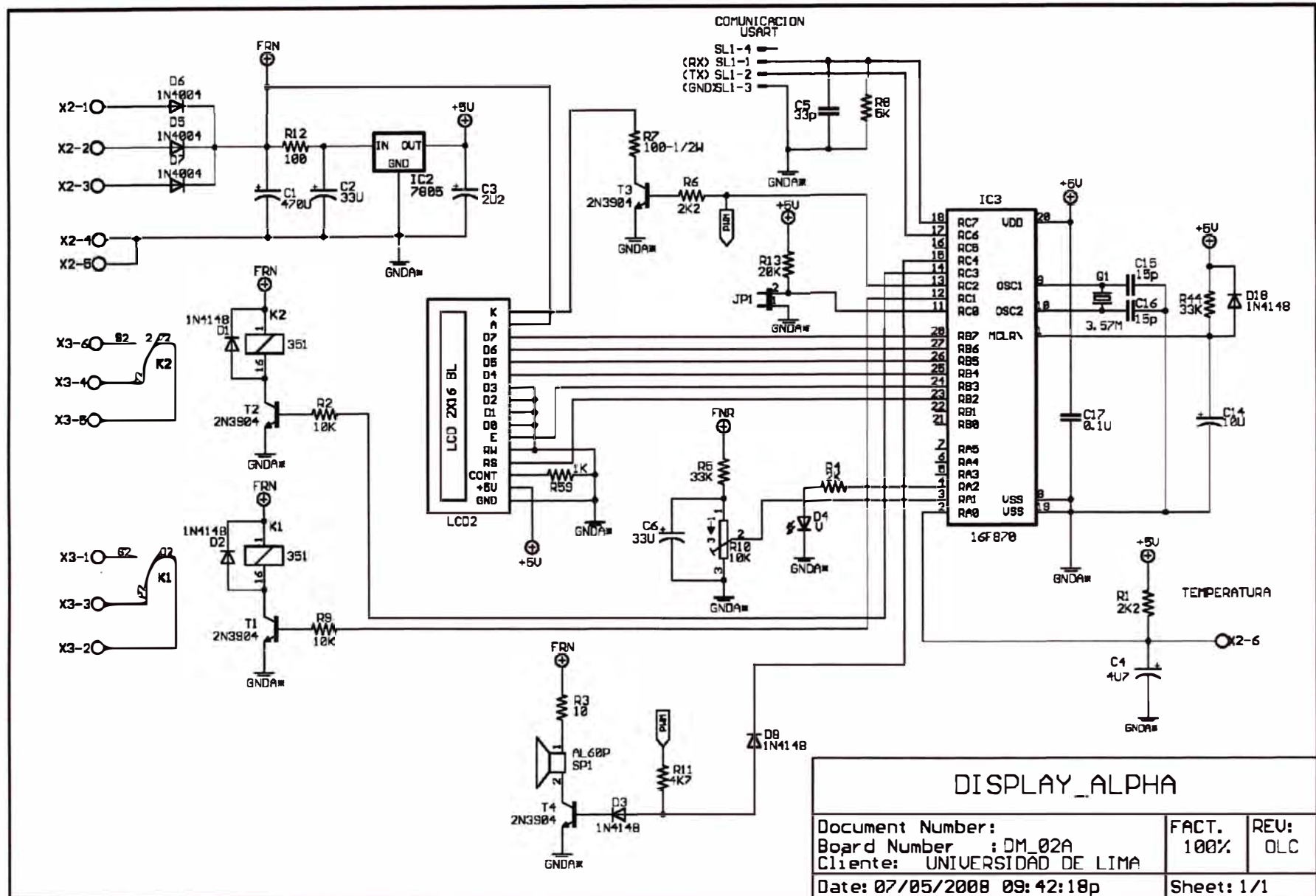
### 5.3 Tarjeta de Monitoreo

#### 5.3.1 Descripción y Principio de funcionamiento

Encargada sólo de visualizar las variables eléctricas y de alarmas provenientes de las tarjetas de control de Potencia, mide tensiones de entrada y salida, corriente de salida, potencia de salida, temperatura del sistema de refrigeración del semiconductor de potencia, todos ellos en forma circular, para la calibración de los parámetros se utiliza un puente entre JP1, para que la lectura se quede en un solo parámetro.

Así mismo, está compuesta por una fuente de alimentación de 5V, 1 Procesador 16F870 Micro controlador, 1 display alfanumerico, alarma audible, LED indicador de procesamiento, 2 relés, de alarma y desacople. También posee una comunicación USART serial (Tx y Rx) transmisión serial asincrónica, entre las 3 tarjetas de potencia.

Figura 5.5 Circuito de Control





**CAPÍTULO VI**  
**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

		VOLT	%L	AMP	KW	KVA	COS	THDv	THDi	EFIC	REG%
CARGA LINEAL	IN	159.1		39.47	4.09	6.28	0.65	2.81	1.51		
	OUT	226.6	57	17.59	3.98	3.99	1.00	0.45	1.75	0.97	3
	IN	160.3		43.61	6.09	6.99	0.87	3.27	1.77		
	OUT	213.8	82	26.84	5.74	5.74	1.00	0.48	1.09	0.94	-2.82
	IN	215.3		19.82	4.19	4.27	0.90	4.00	15.14		
	OUT	221.5	53	18.81	3.72	3.72	1.00	9.22	9.72	0.89	0.682
	IN	219.9		30.82	6.74	6.80	0.99	3.91	7.23		
	OUT	221.7	89	28.23	6.26	6.26	1.00	8.91	9.25	0.93	0.773
	IN	260.4		23.40	3.96	6.09	0.55	2.48	4.22		
	OUT	222.4	53	16.79	3.73	3.73	1.00	3.52	4.51	0.94	1.091
	IN	257.4		33.55	7.05	8.64	0.82	2.94	2.91		
	OUT	222.3	90	28.23	6.27	6.27	1.00	3.91	4.41	0.89	1.045
CARGA NO LINEAL		VOLT	%L	AMP	KW	KVA	COS	THDv	THDi	EFIC	REG%
	IN	159.0		31.90	2.03	5.07	0.40	5.90	5.91		
	OUT	220.2	26	12.74	1.79	2.81	0.64	14.60	68.27	0.88	0.091
	IN	159.4		41.85	7.80	9.00	0.89	8.53	43.82		
	OUT	216.0	102	41.59	7.17	8.98	0.80	22.34	43.93	0.92	-1.82
	IN	219.7		25.29	5.36	5.55	0.97	8.79	14.54		
	OUT	216.4	67	28.77	4.70	6.23	0.75	18.28	53.47	0.88	-1.64
	IN	220.3		38.47	8.17	8.48	0.96	13.02	7.60		
	OUT	214.8	104	43.07	7.31	9.25	0.79	20.30	46.36	0.89	-2.36
	IN	260.6		30.15	6.35	7.06	0.81	9.34	10.46		
	OUT	226.0	75	30.29	5.23	6.95	0.75	18.74	60.64	0.82	2.727
	IN	253.4		35.09	7.65	8.89	0.86	10.47	10.02		
OUT	226.2	94	37.56	6.58	8.50	0.77	20.02	48.26	0.86	2.818	

## 6.1 Resultados para Carga Resistiva (Lineal)

### 6.1.1 Resultados Gráficos con de Entrada 160V y 50% de Carga Lineal

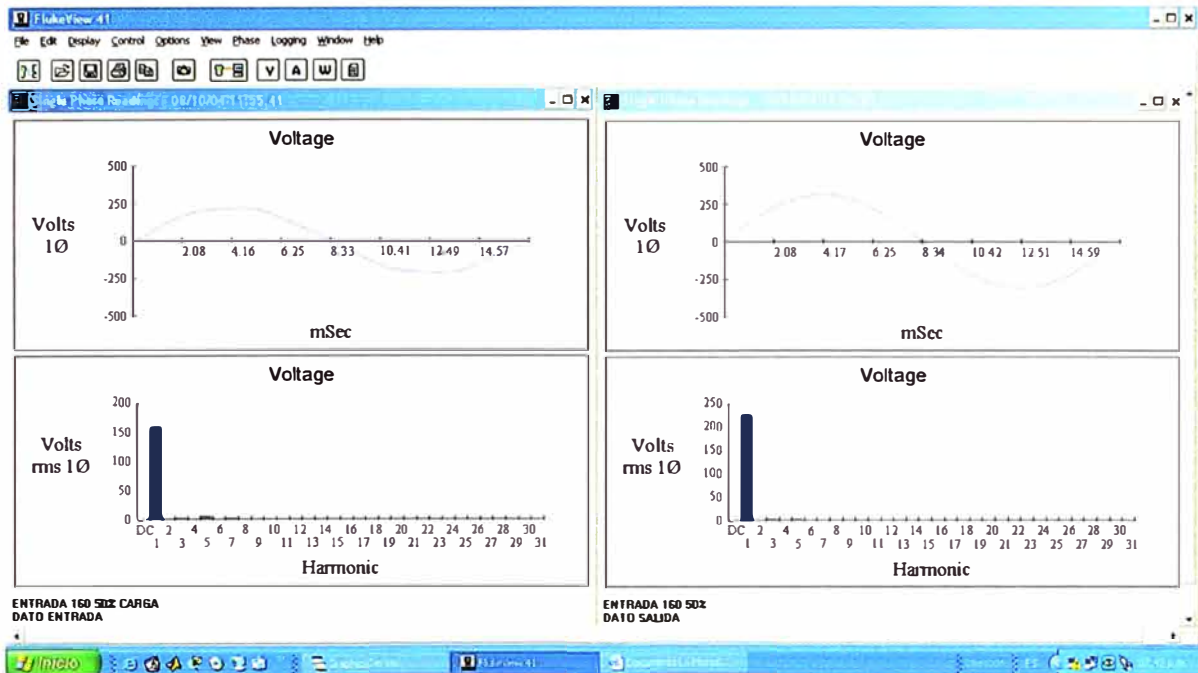


Figura 6.1 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga Lineal

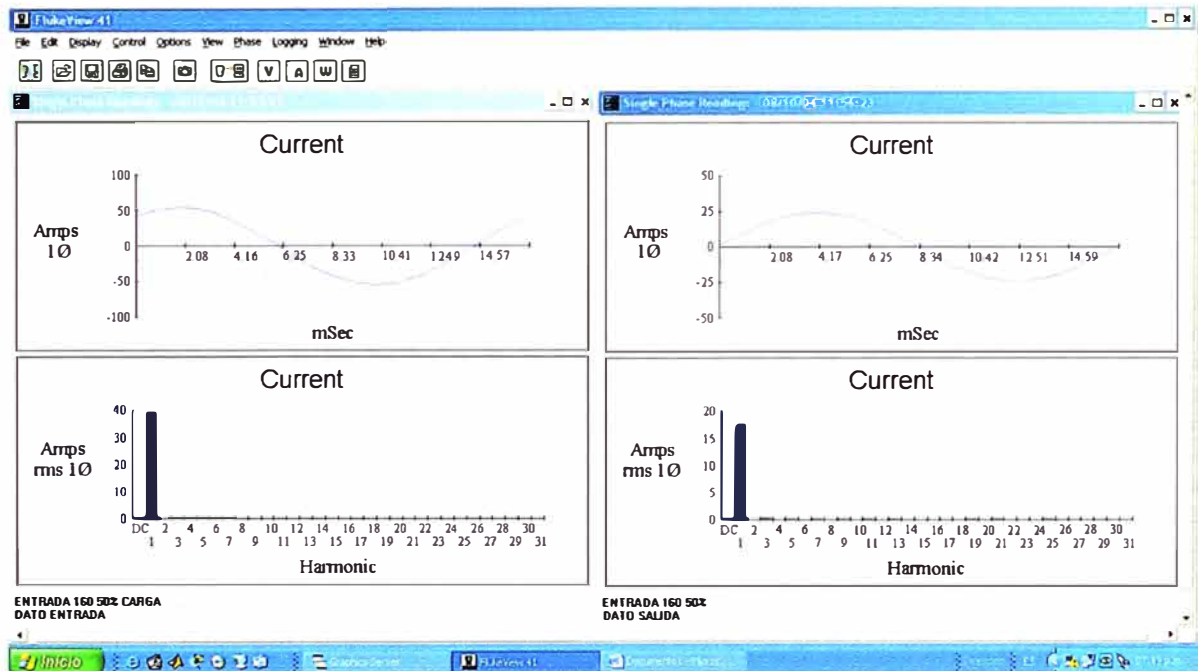


Figura 6.2 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga Lineal

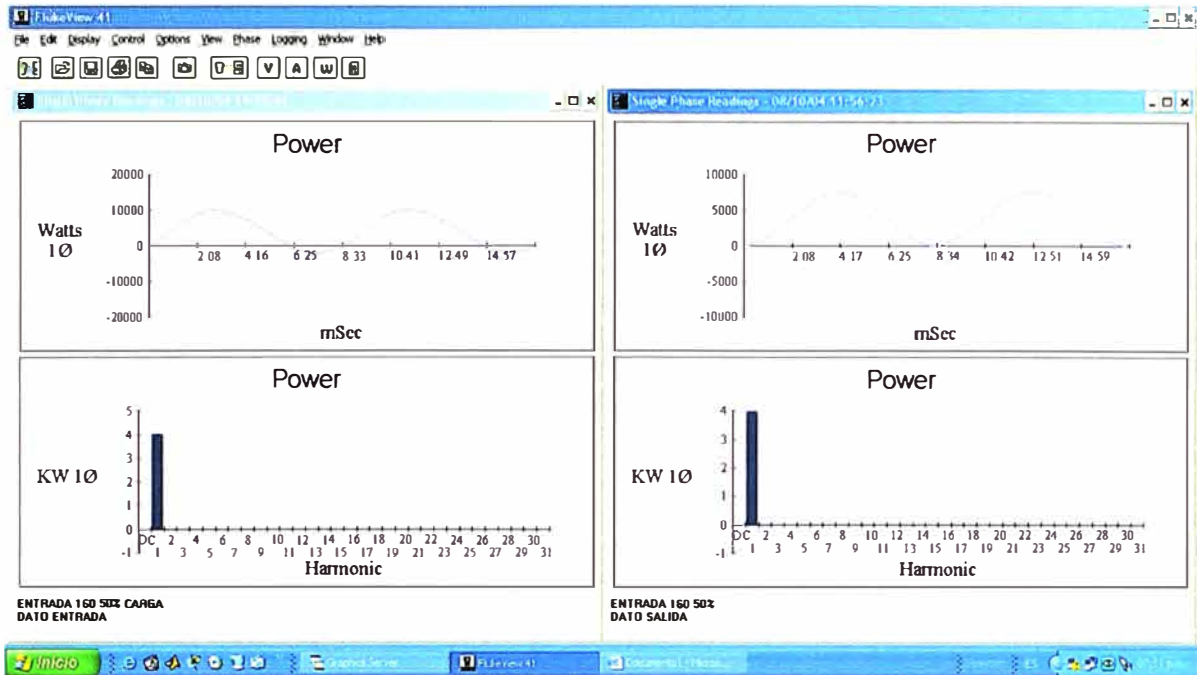


Figura 6.3 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga Lineal

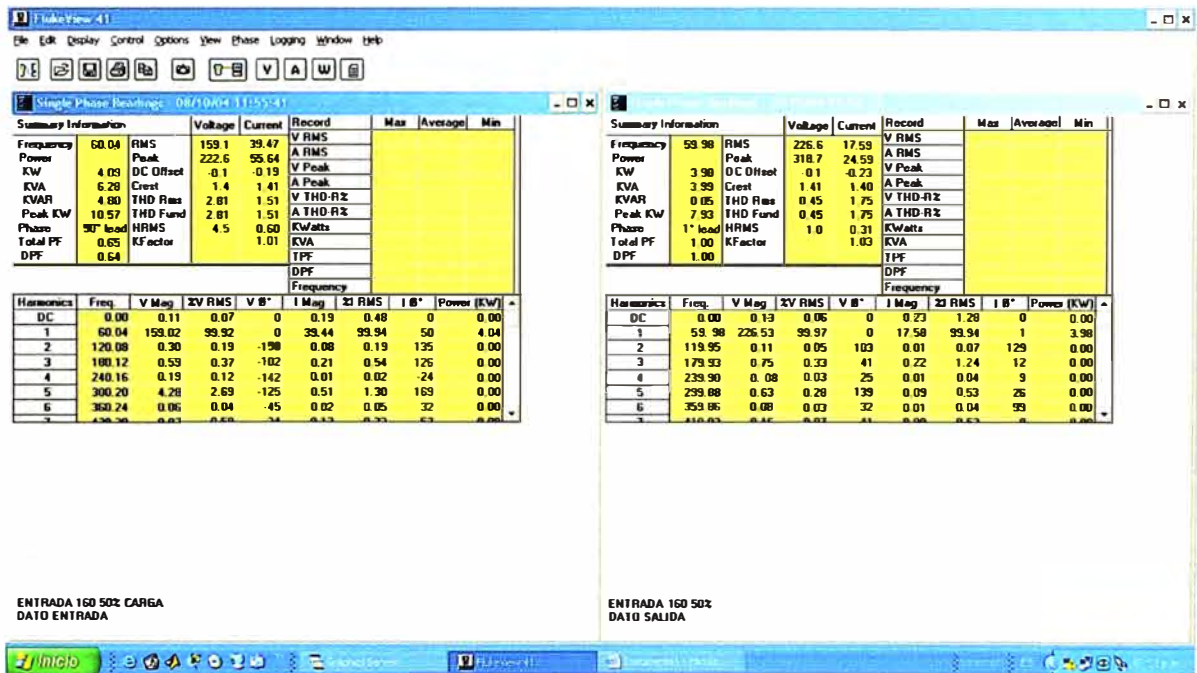


Figura 6.4 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga Lineal

### 6.1.2 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga Lineal

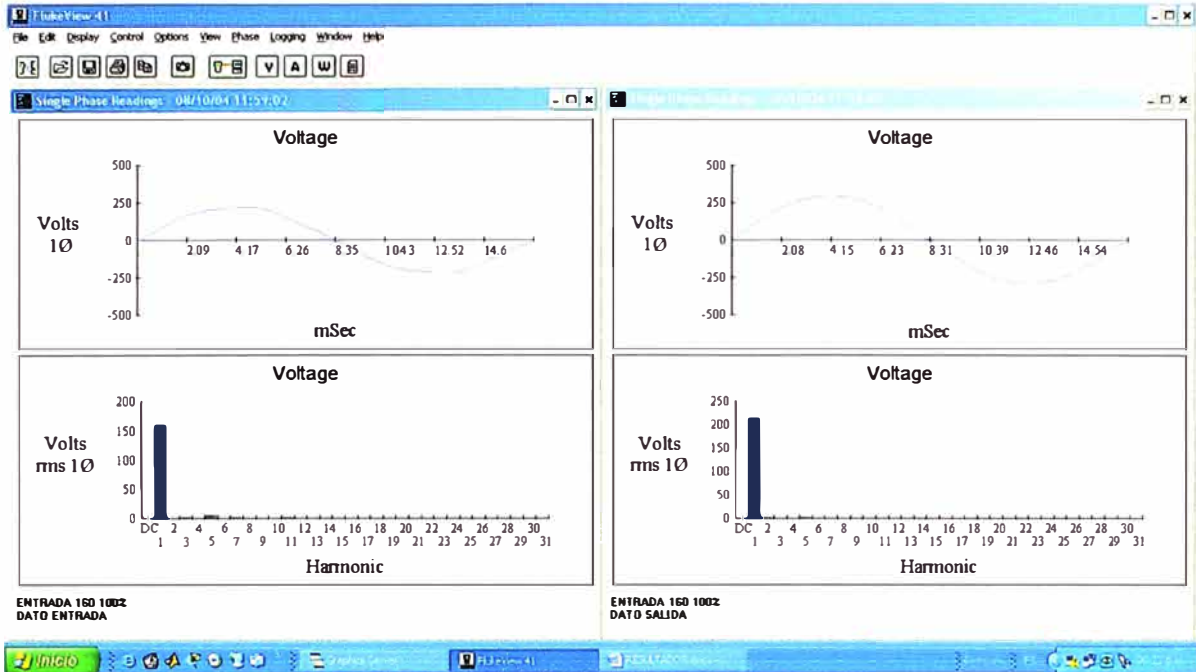


Figura 6.5 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga Lineal

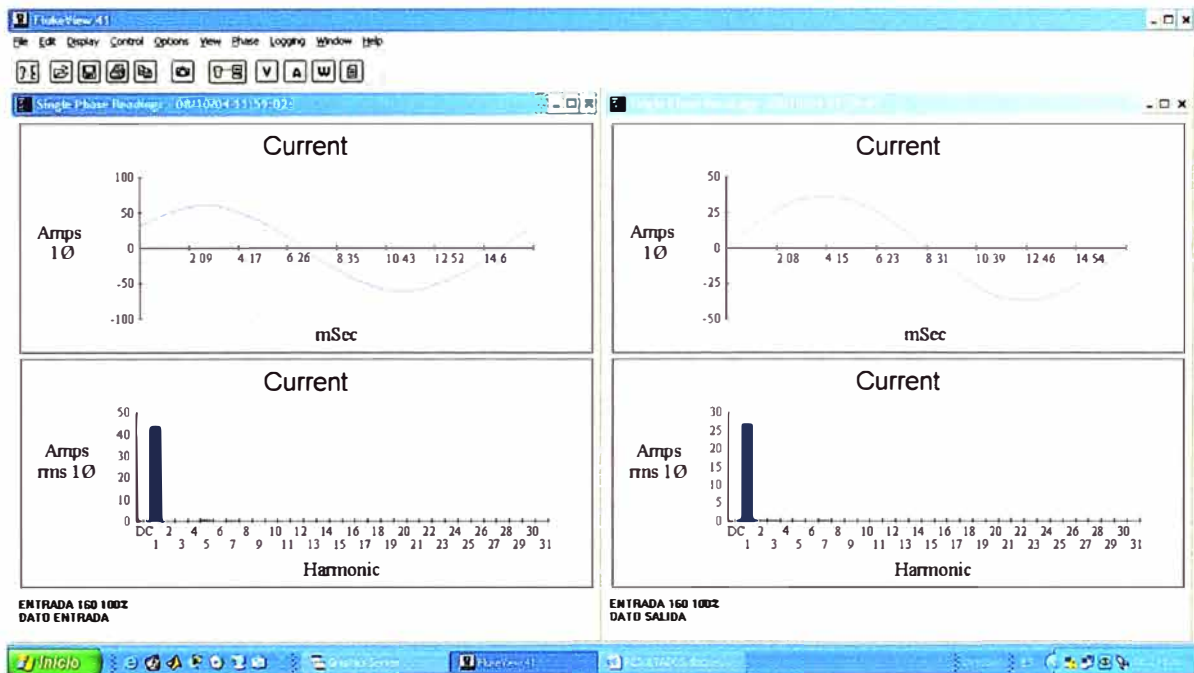


Figura 6.6 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga Lineal



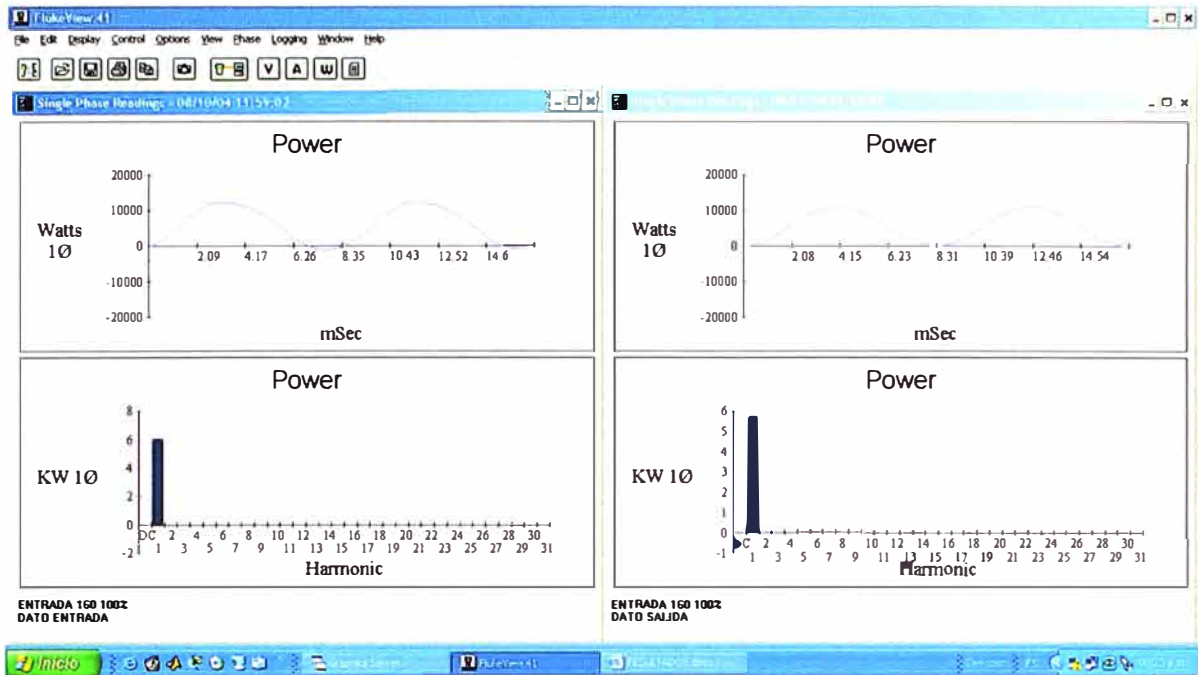


Figura 6.7 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga Lineal

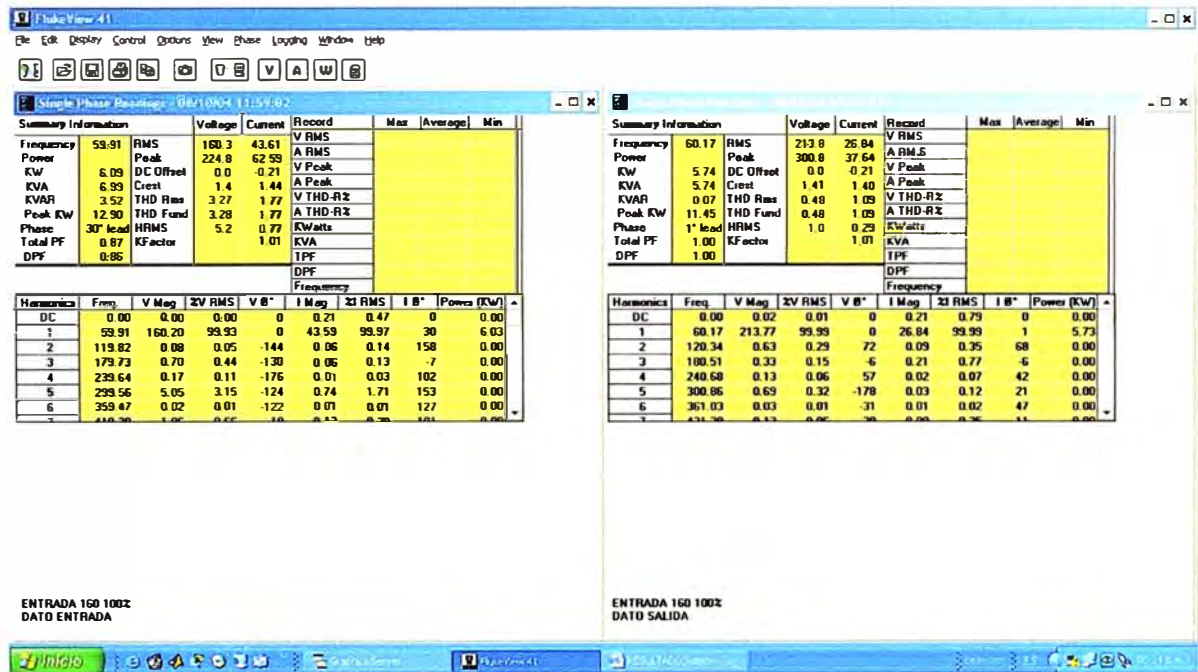


Figura 6.8 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga Lineal

### 6.1.3 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga Lineal

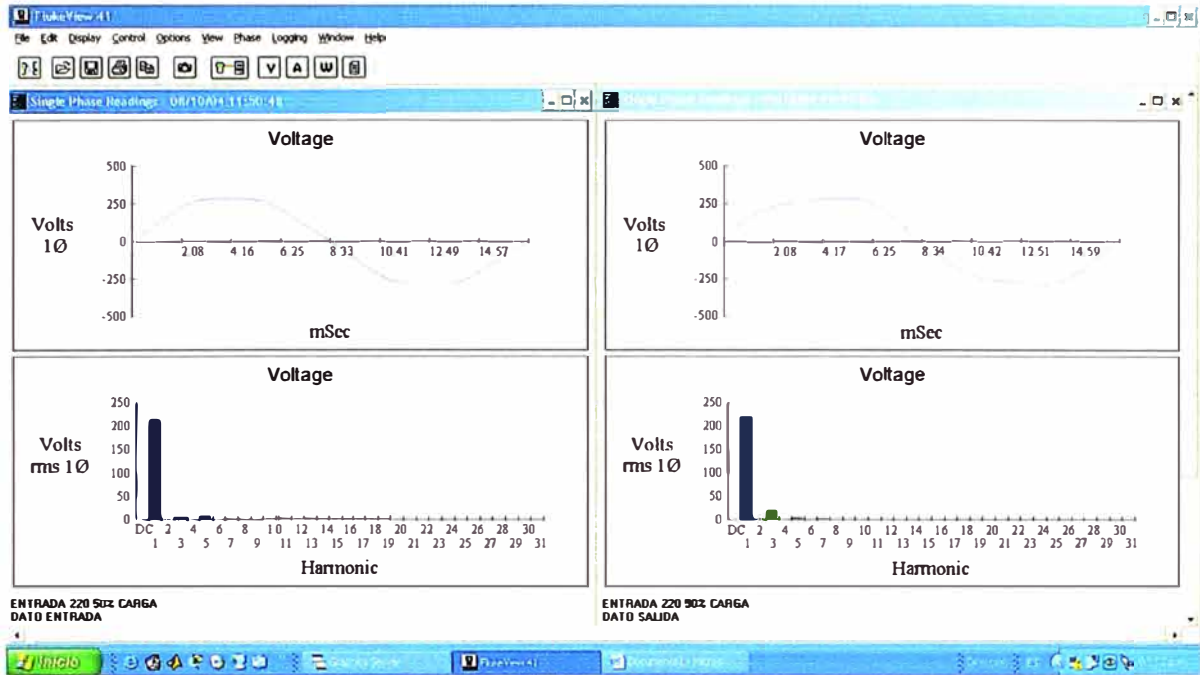


Figura 6.9 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga Lineal

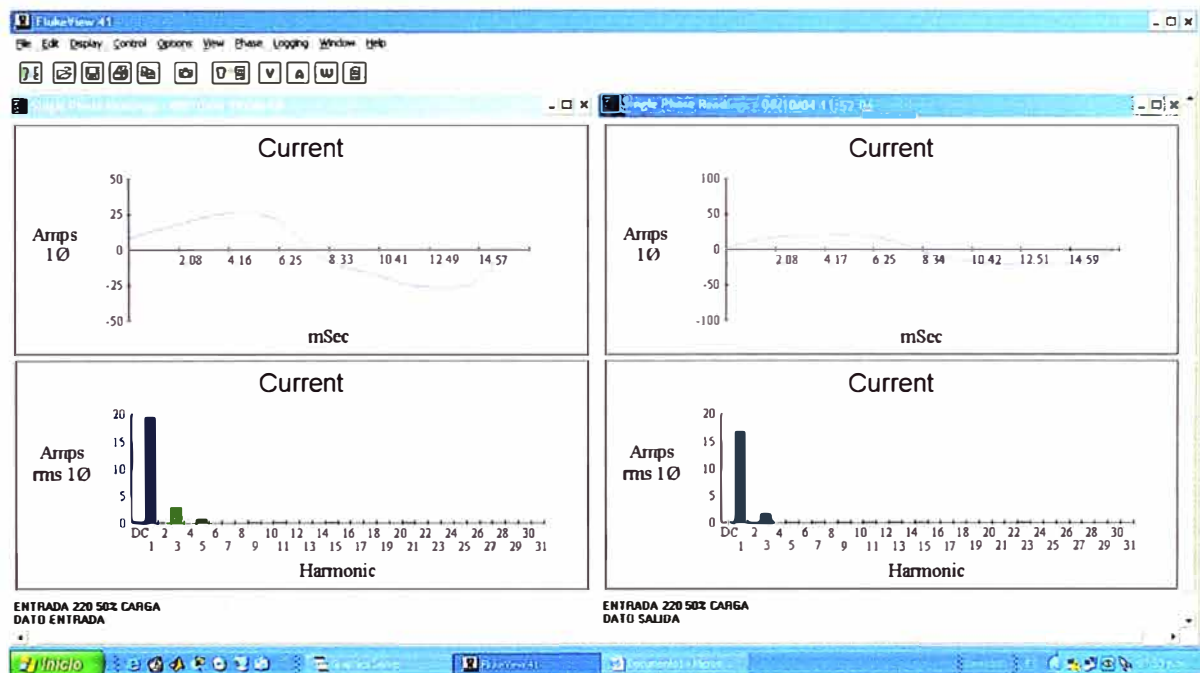


Figura 6.10 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga Lineal

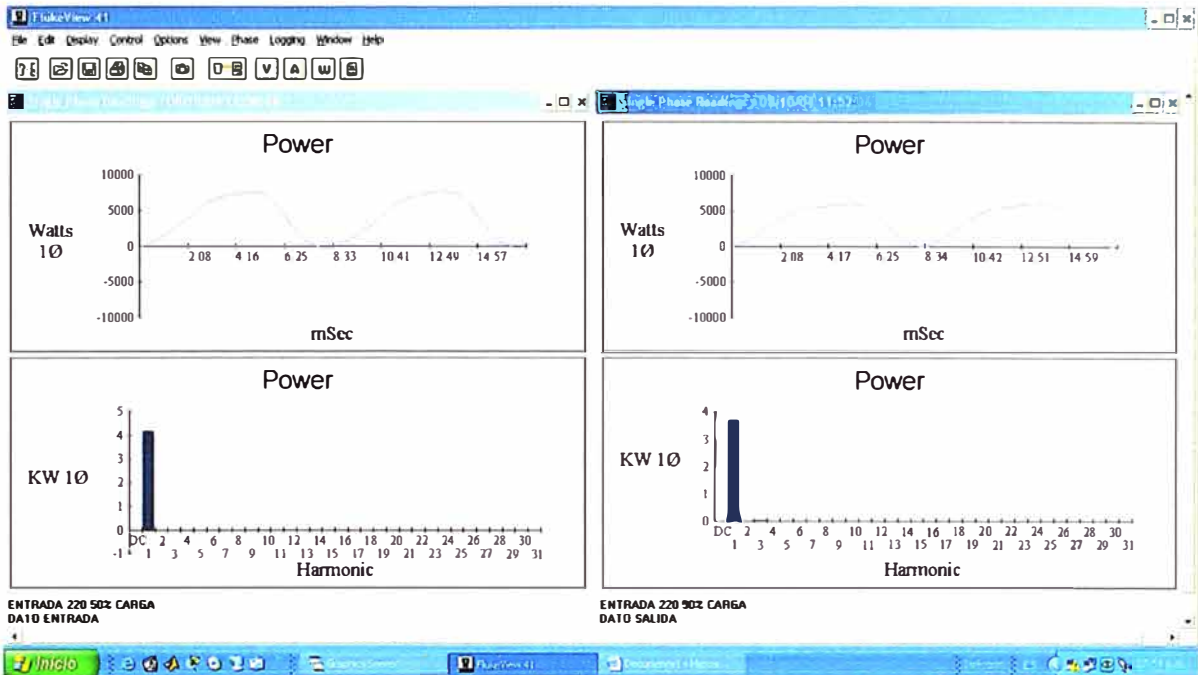


Figura 6.11 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga Lineal

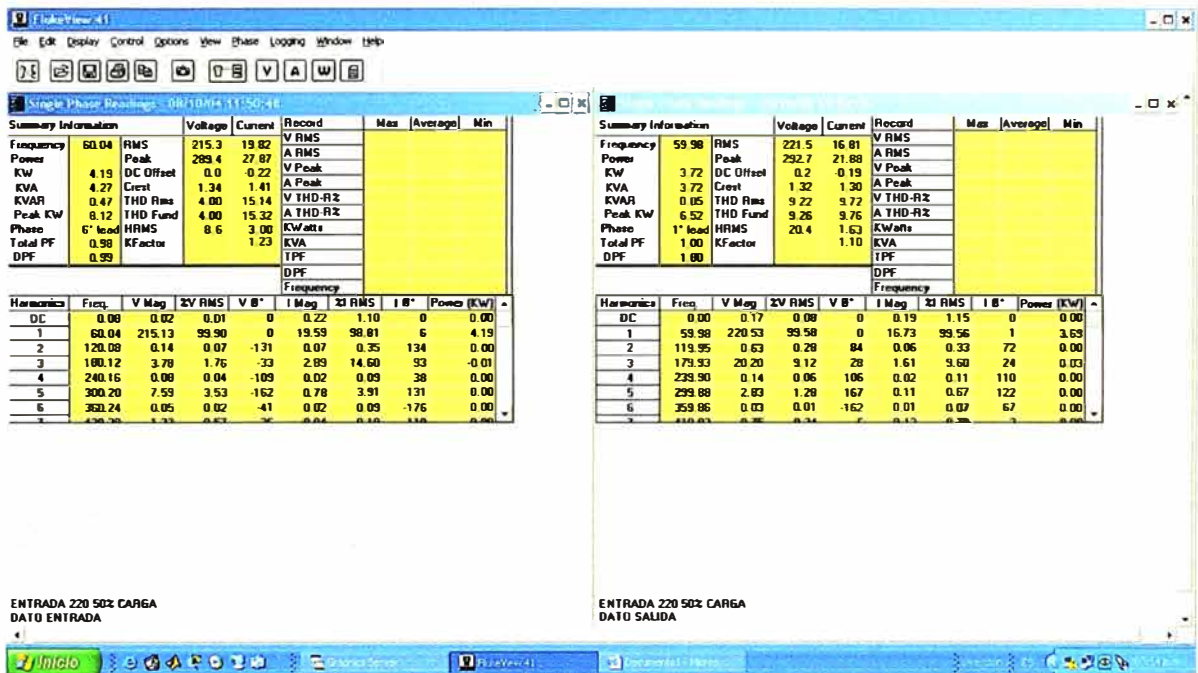


Figura 6.12 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga Lineal

### 6.1.4 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga Lineal

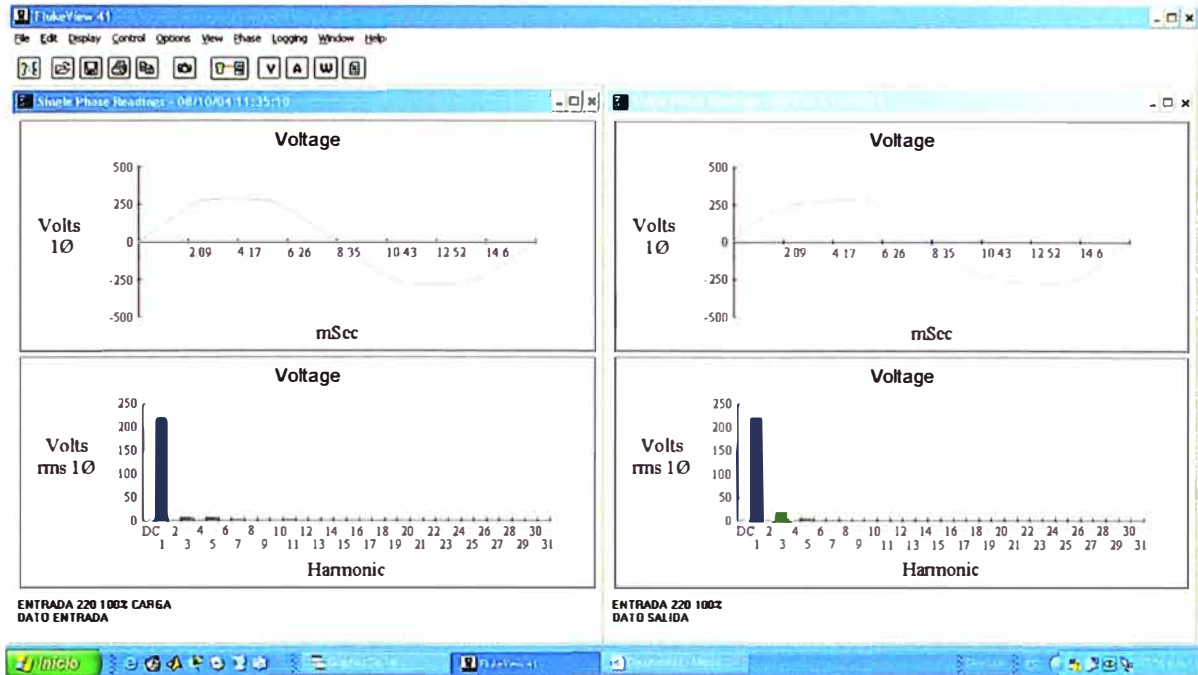


Figura 6.13 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga Lineal

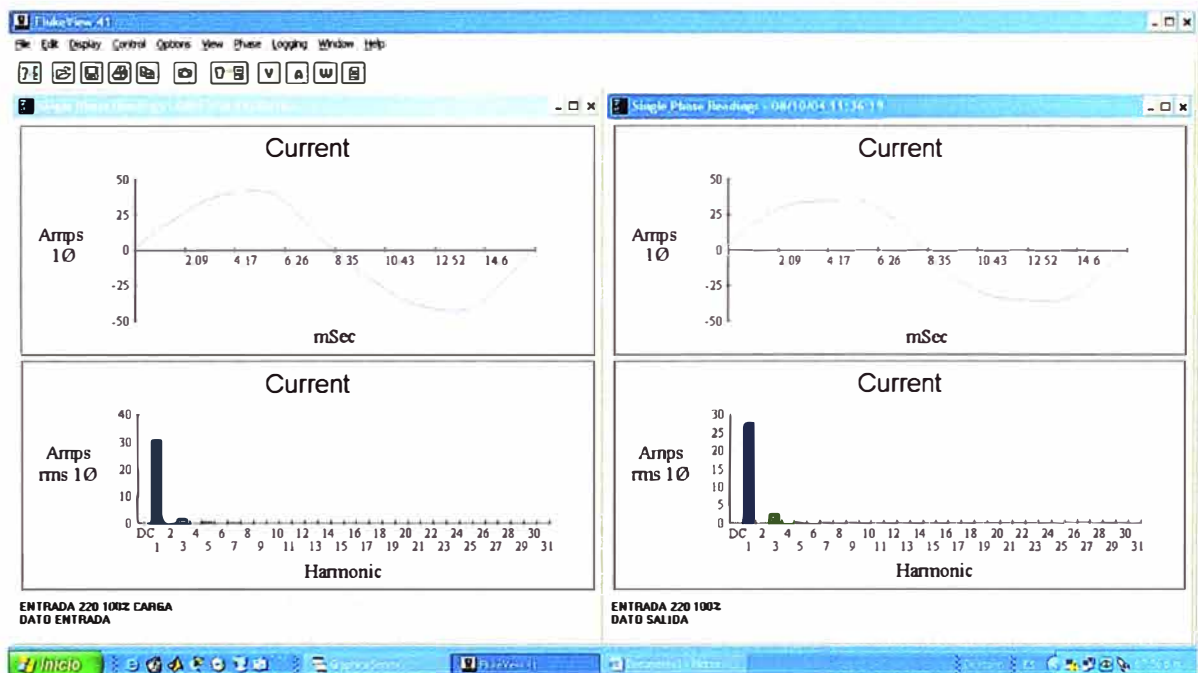


Figura 6.14 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga Lineal

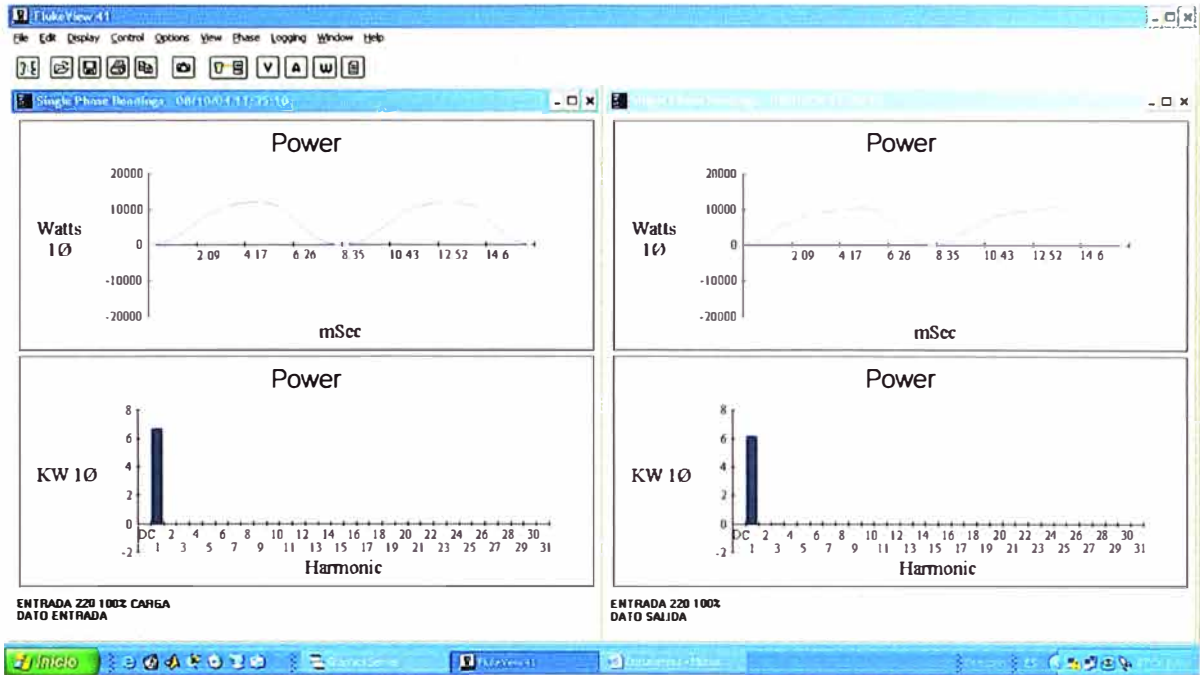


Figura 6.15 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga Lineal

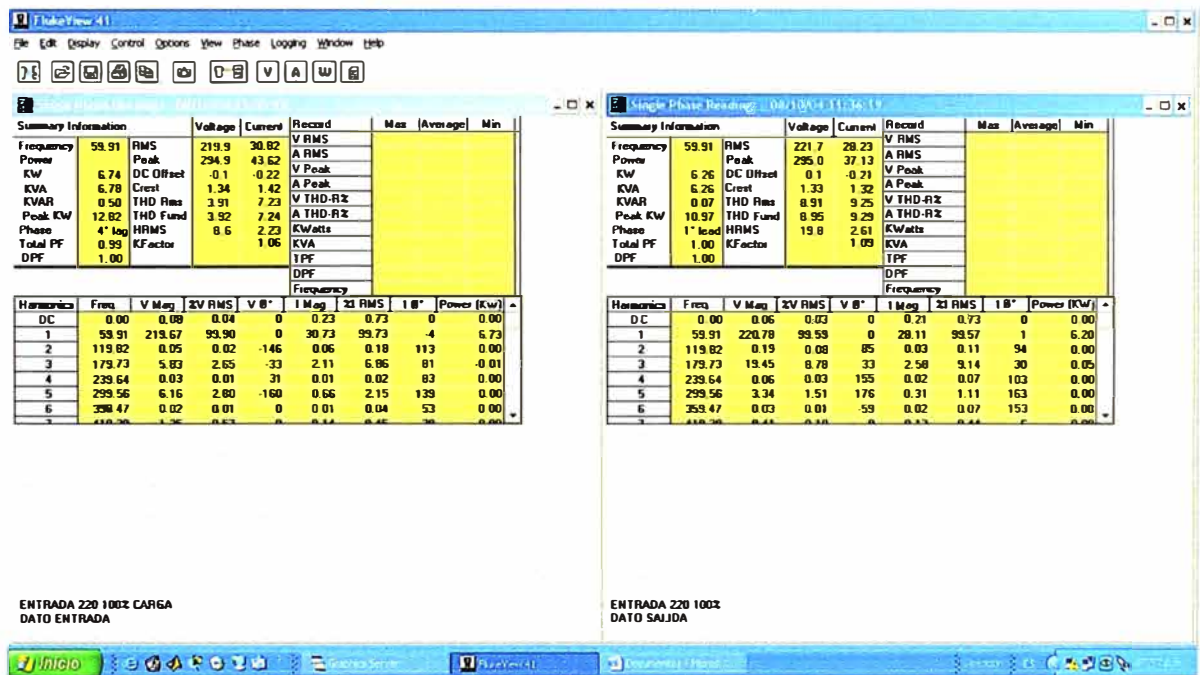


Figura 6.16 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga Lineal

### 6.1.5 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga Lineal

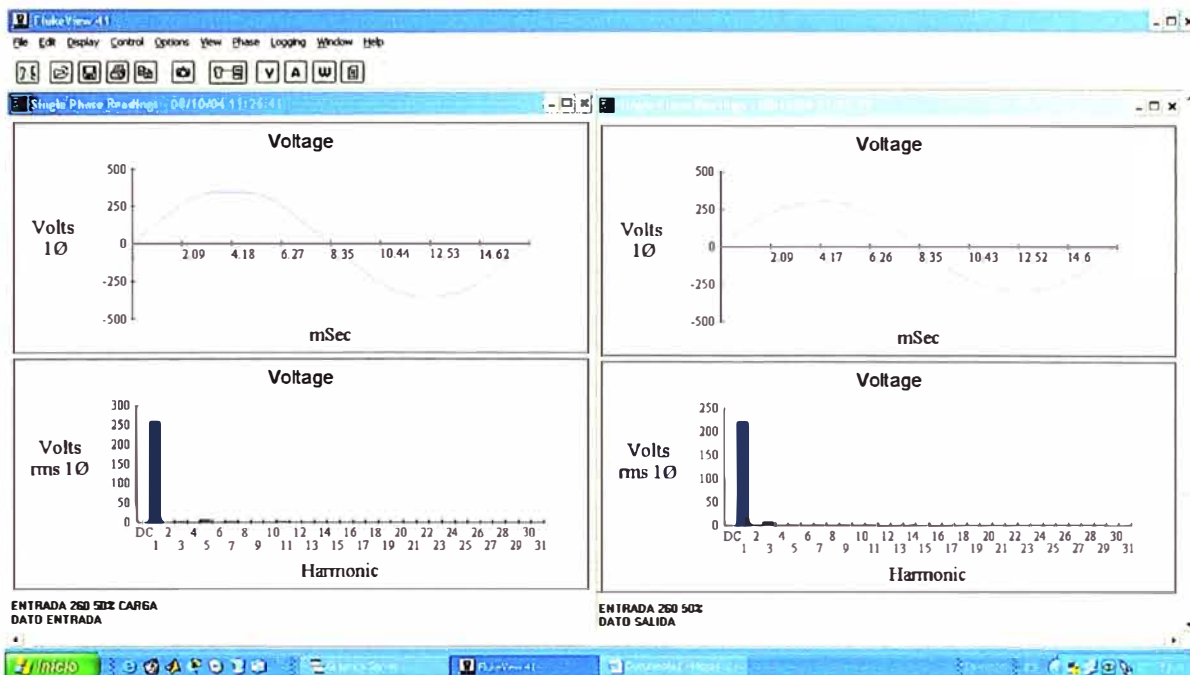


Figura 6.17 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga Lineal

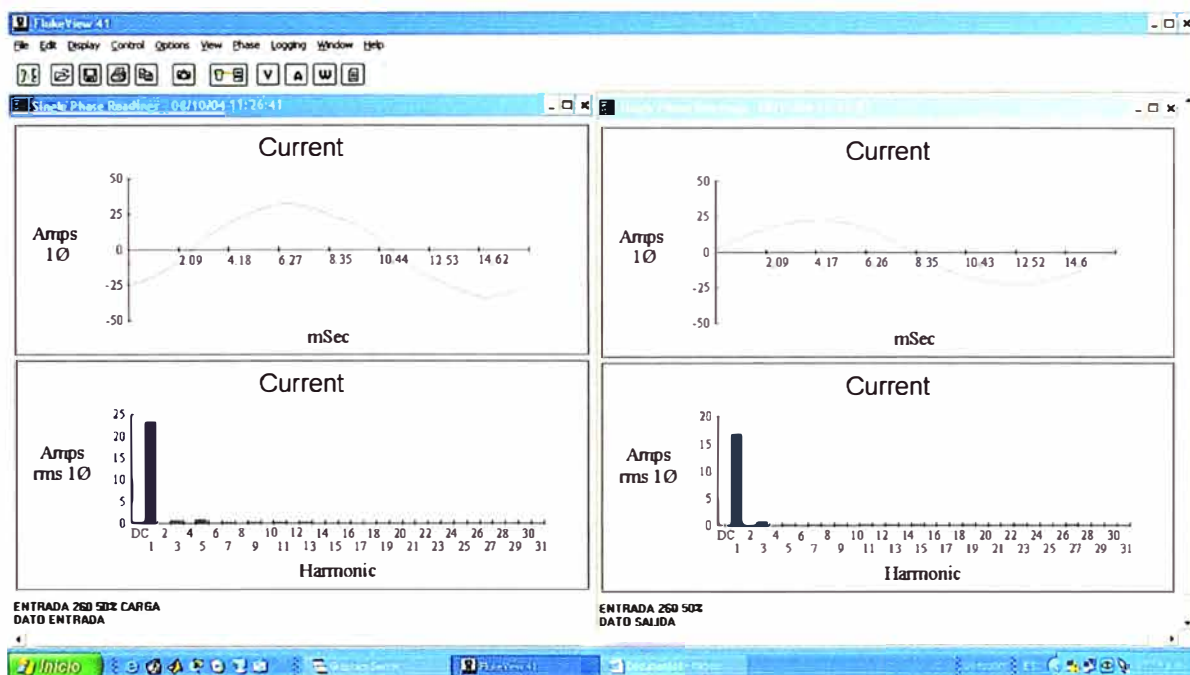


Figura 6.18 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga Lineal

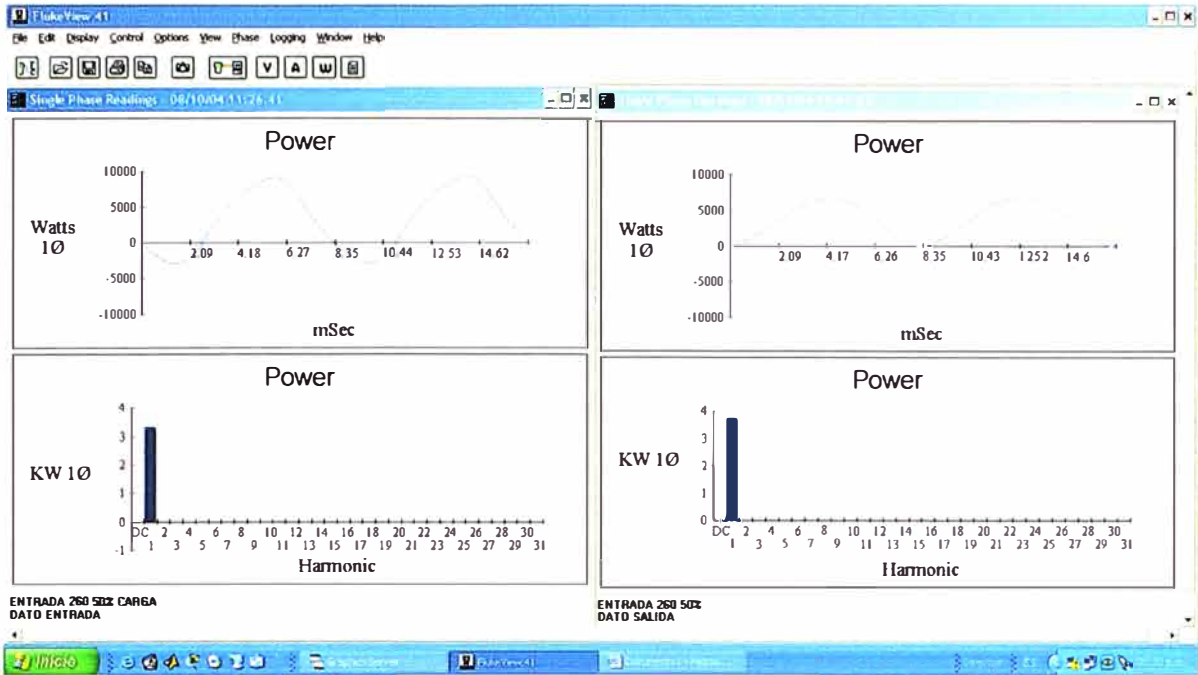


Figura 6.19 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga Lineal

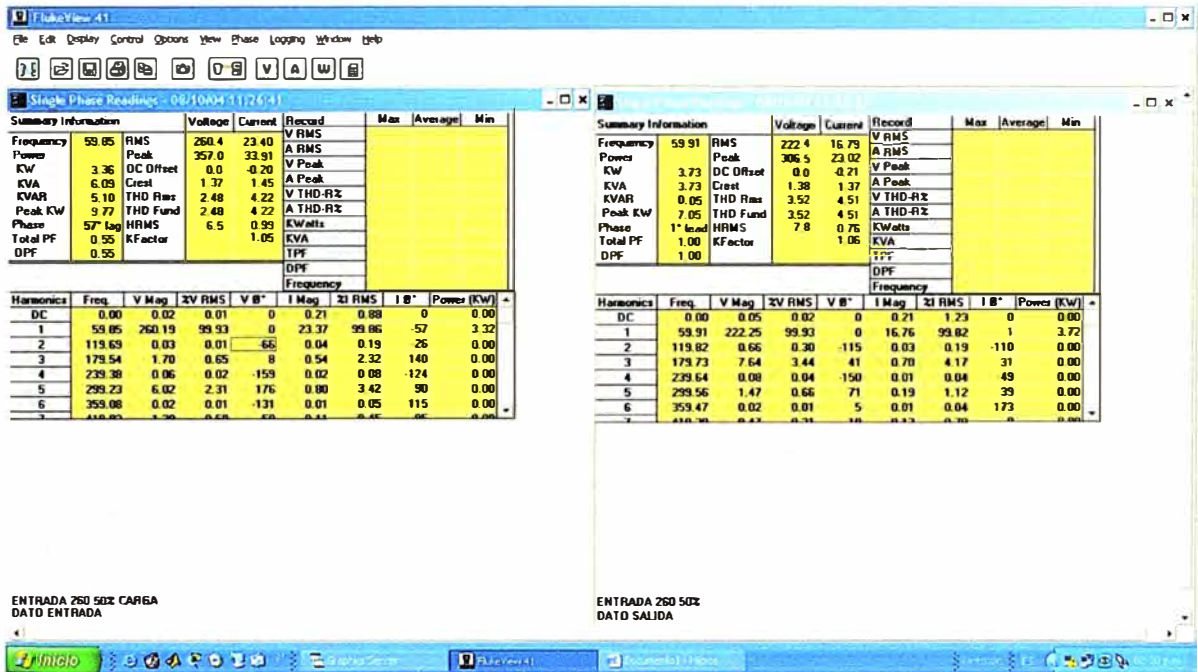


Figura 6.20 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga Lineal

### 6.1.6 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 260V y 100% de Carga Lineal

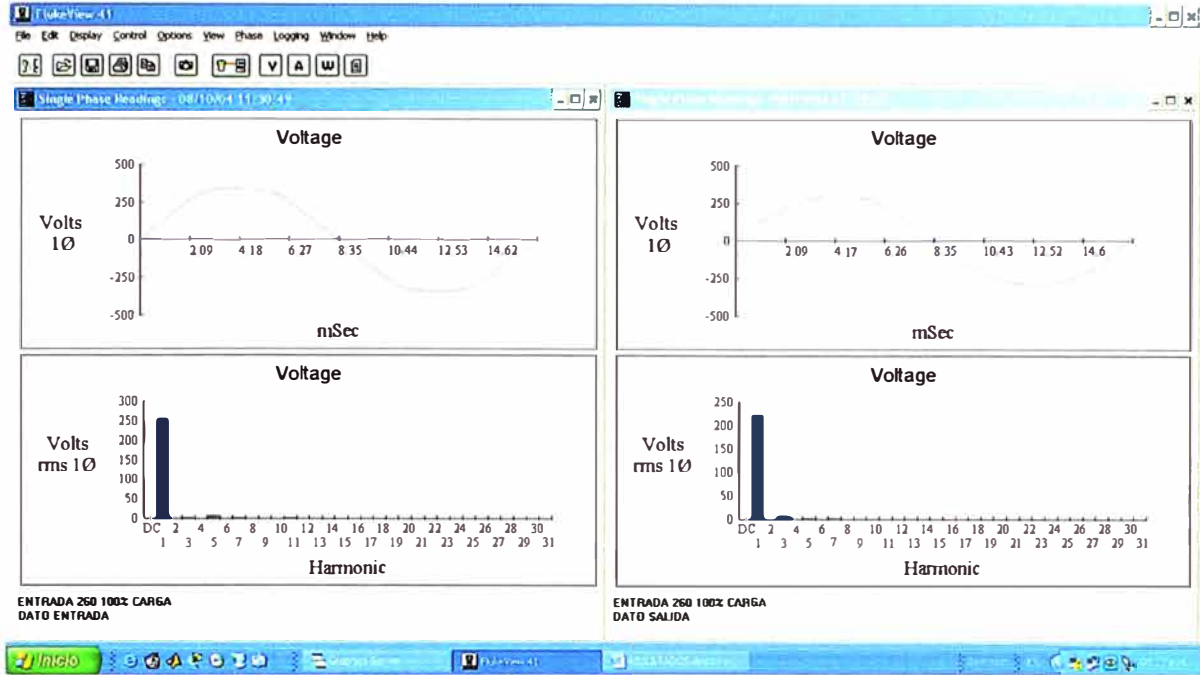


Figura 6.21 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 260V y 100% de Carga Lineal

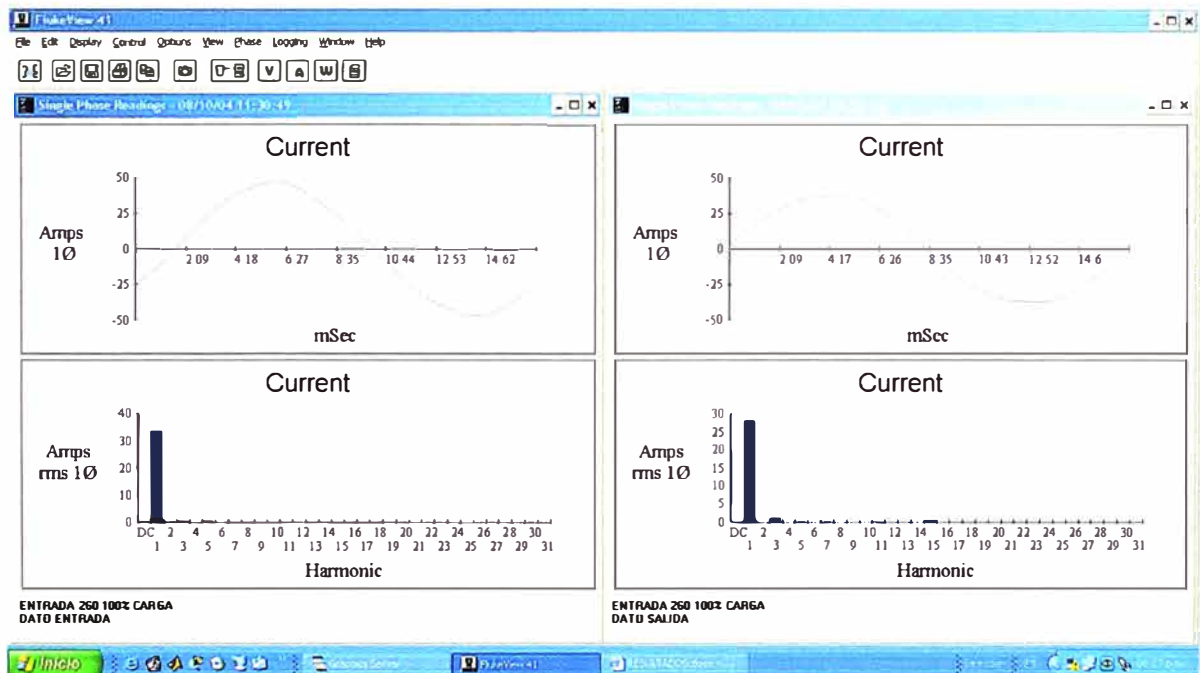


Figura 6.22 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 260V y 100% de Carga Lineal



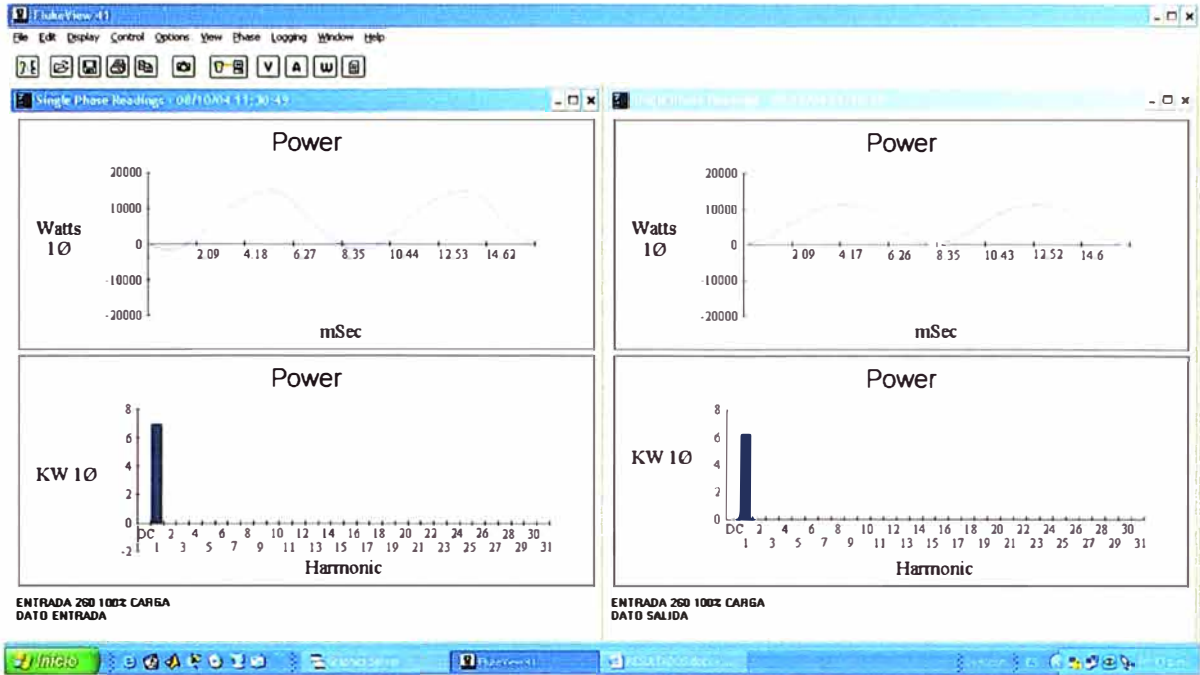


Figura 6.23 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 260V y 100% de Carga Lineal

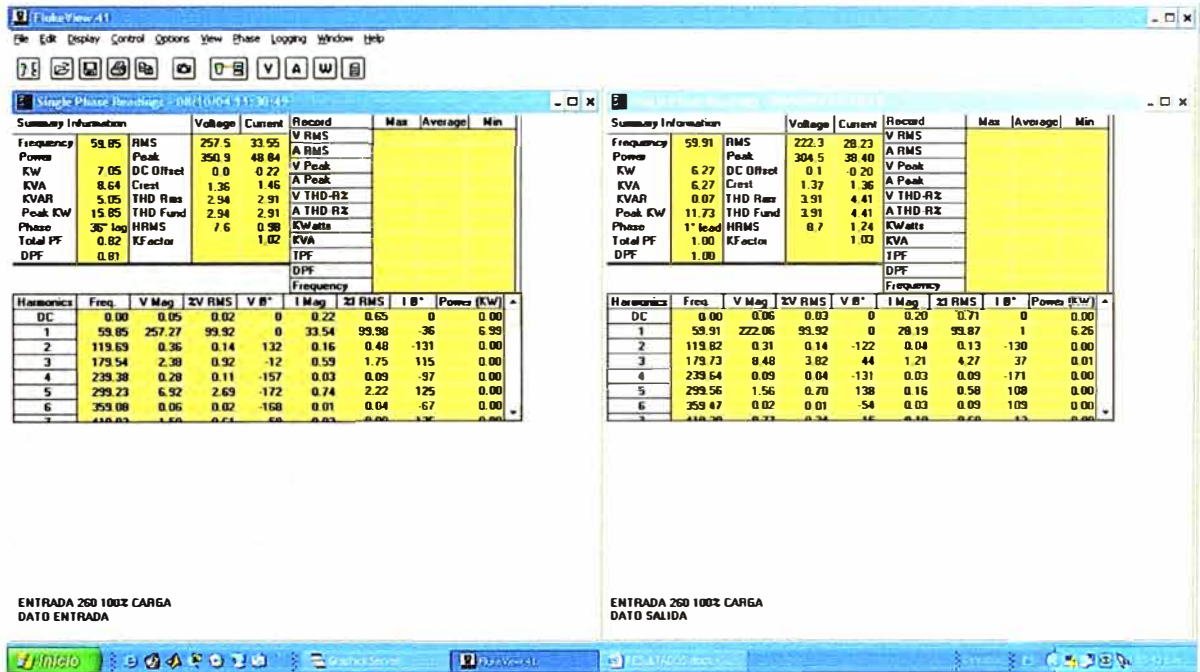


Figura 6.24 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 260V y 100% de Carga Lineal

## 6.2 Resultados para Carga No Lineal

### 6.2.1 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga No Lineal

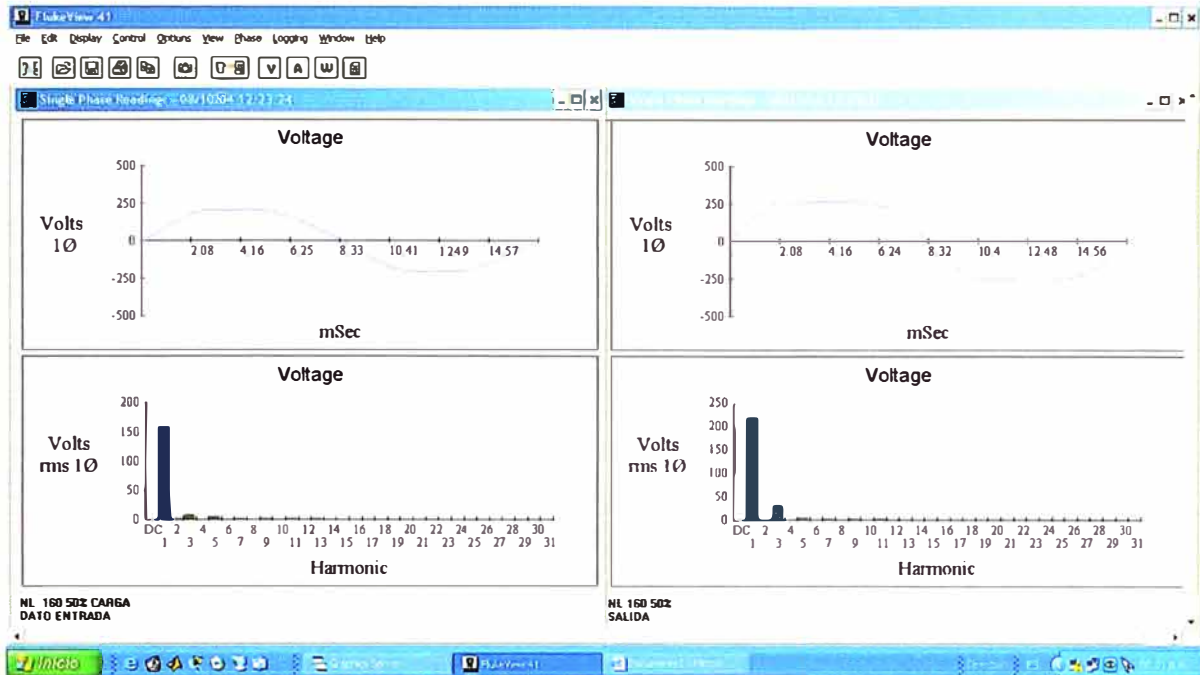


Figura 6.25 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga No Lineal

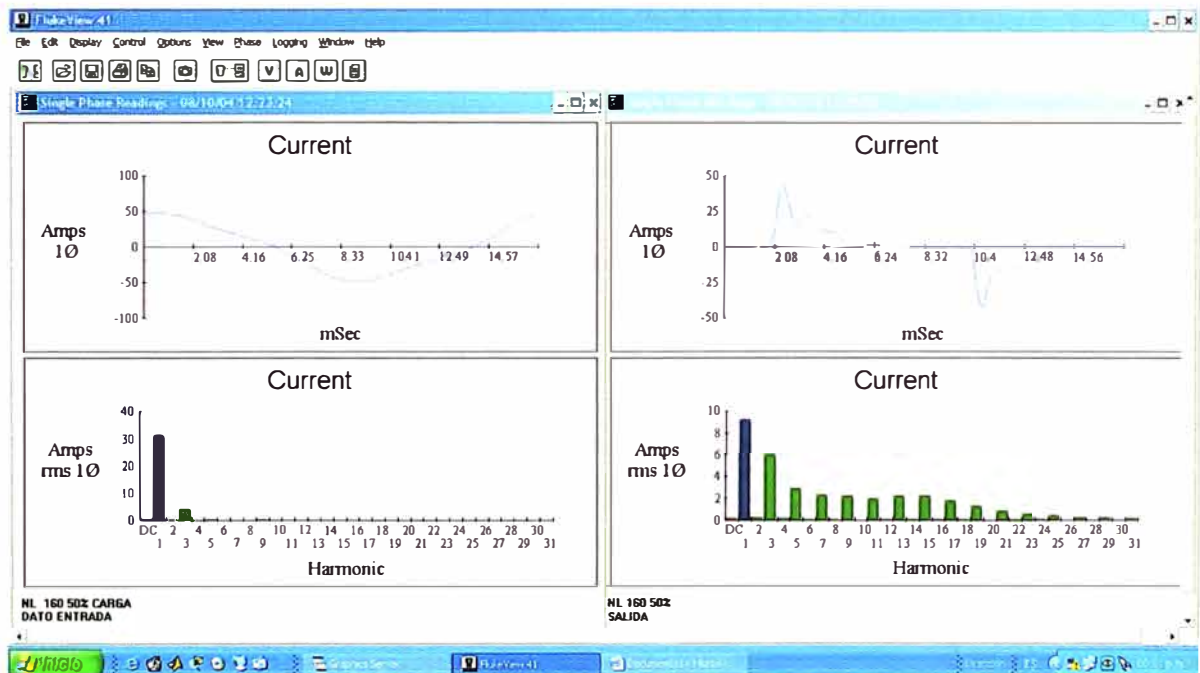


Figura 6.26 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga No Lineal

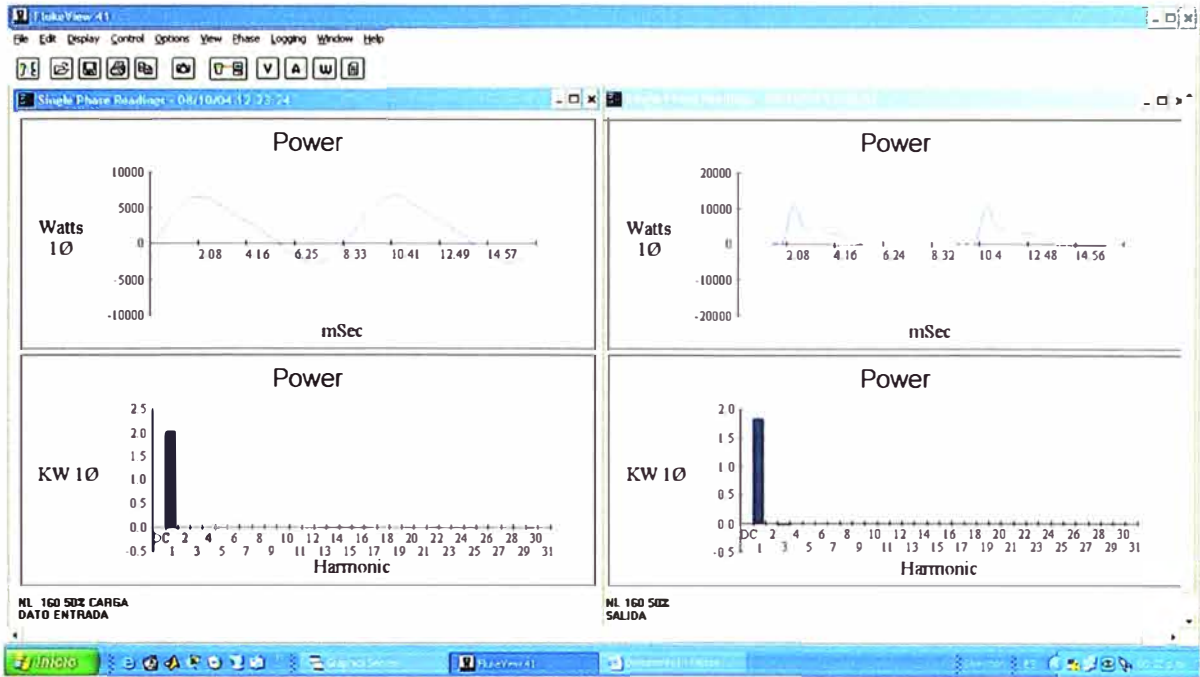


Figura 6.27 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga No Lineal

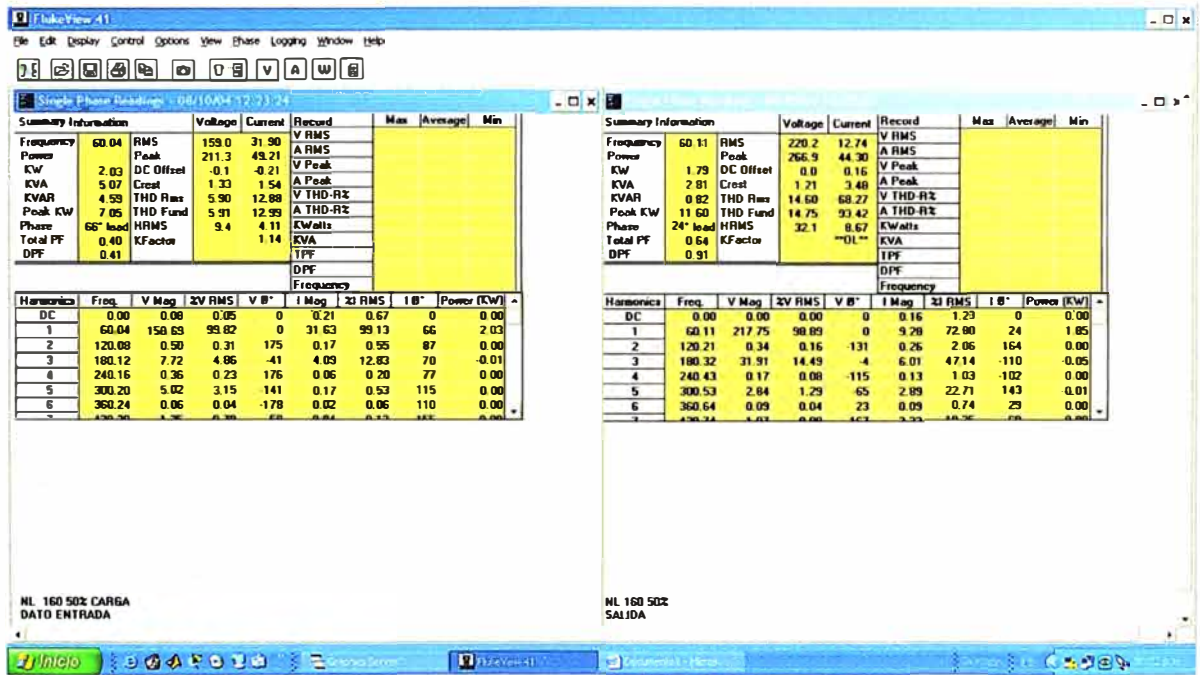


Figura 6.28 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 160V y 50% de Carga No Lineal

## 6.2.2 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga No Lineal



Figura 6.29 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga No Lineal



Figura 6.30 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga No Lineal

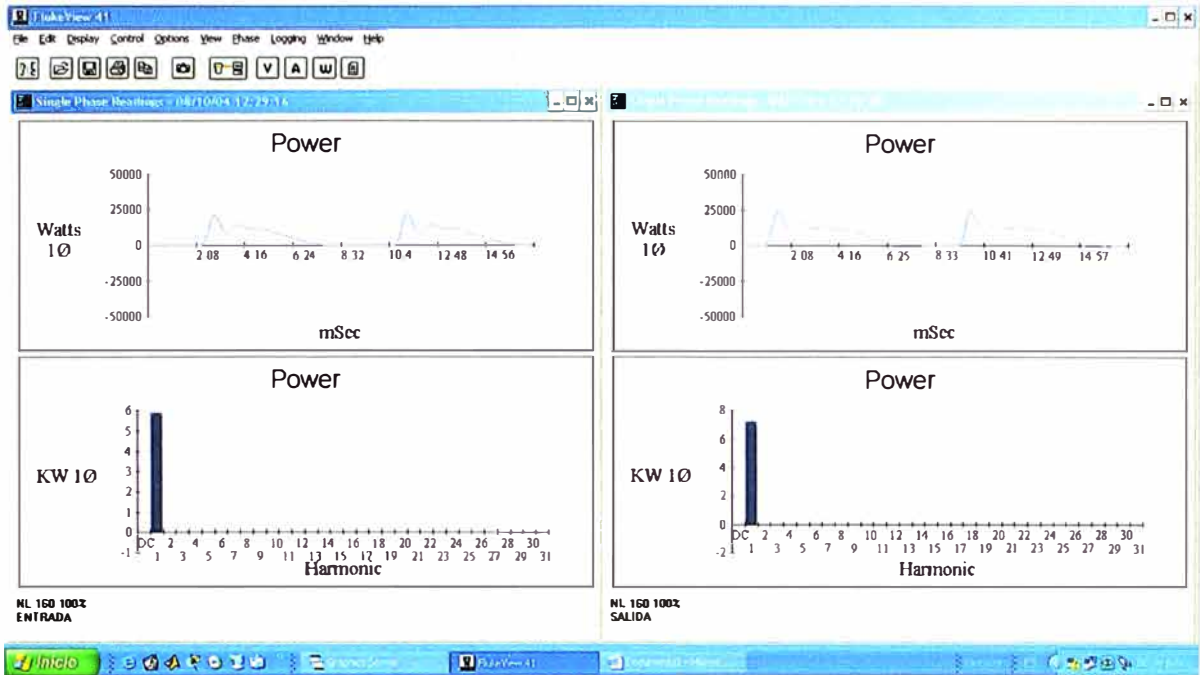


Figura 6.31 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga No Lineal

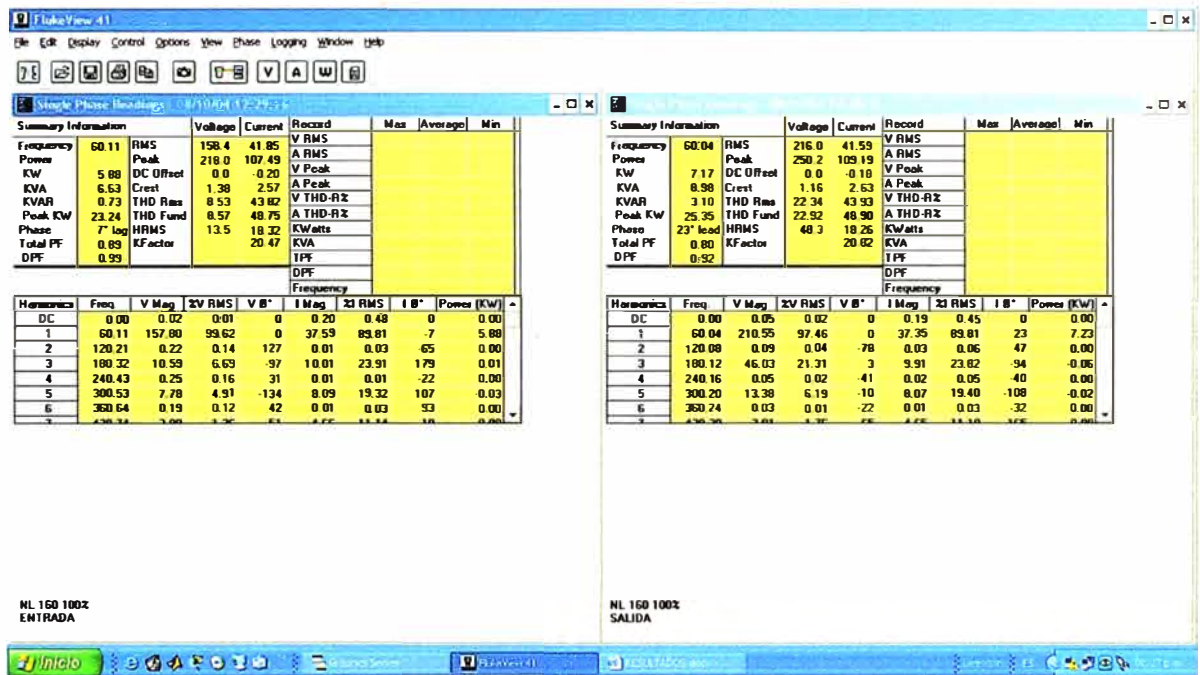


Figura 6.32 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 160V y 100% de Carga No Lineal

### 6.2.3 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada=220V y 50% de Carga No Lineal



Figura 6.33 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga No Lineal

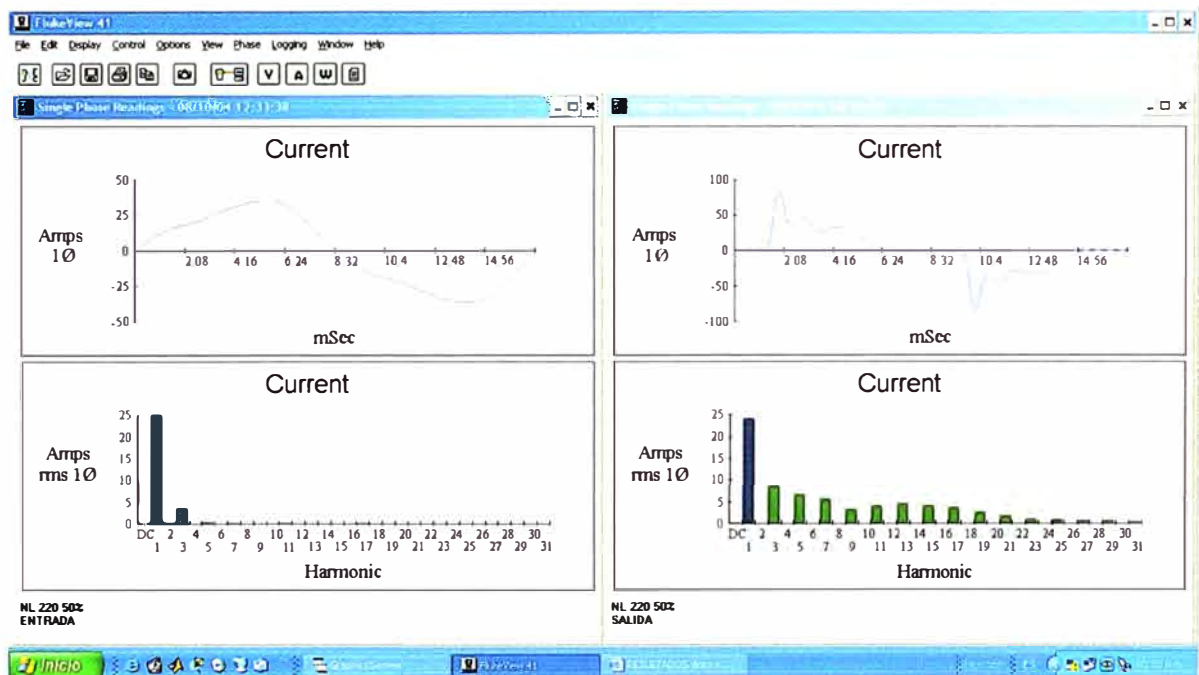


Figura 6.34 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga No Lineal

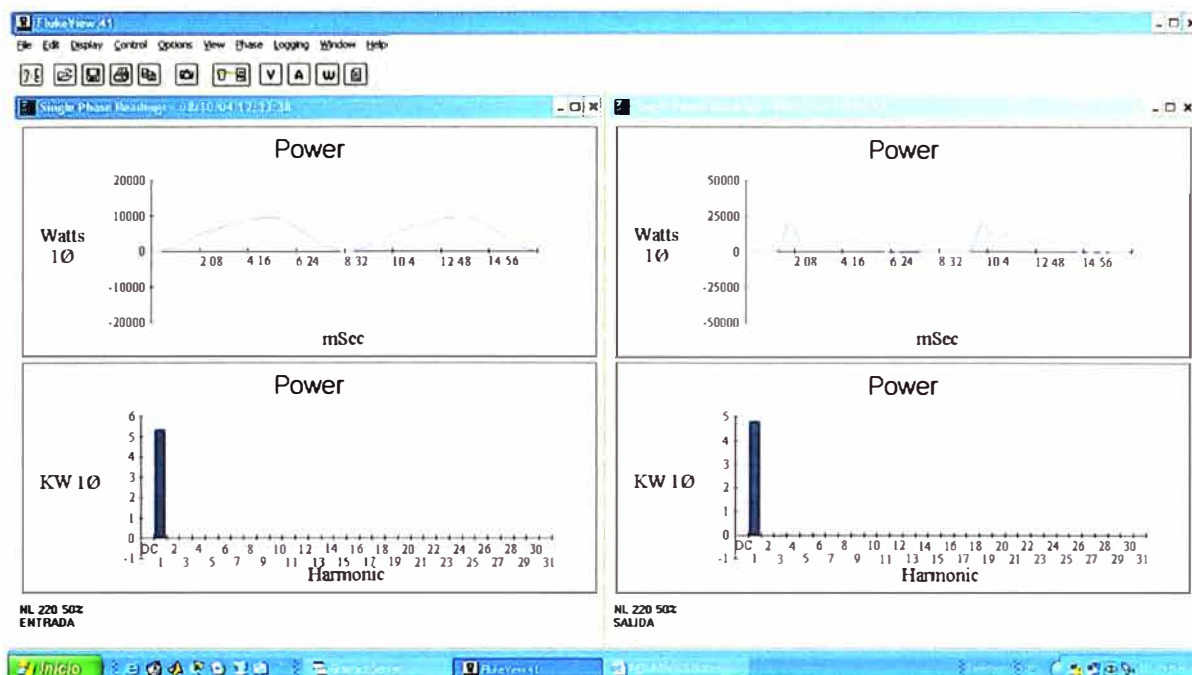


Figura 6.35 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga No Lineal

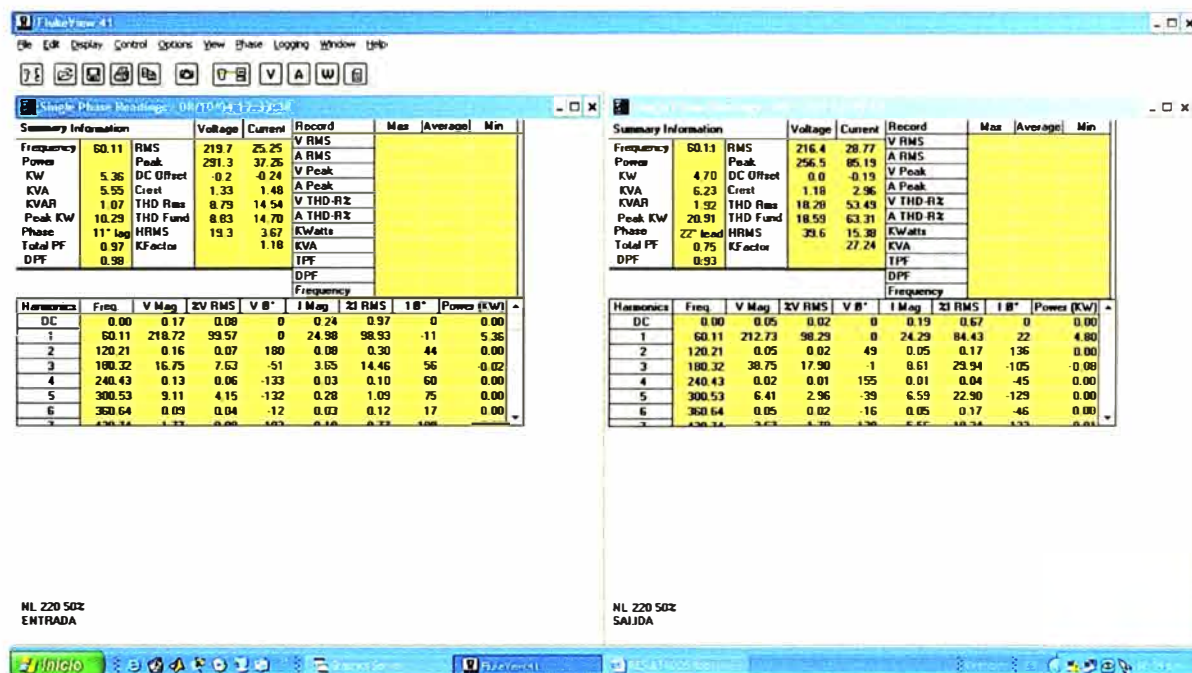


Figura 6.36 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 220V y 50% de Carga No Lineal

## 6.2.4 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada=220V y 100% de Carga No Lineal



Figura 6.37 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga No Lineal

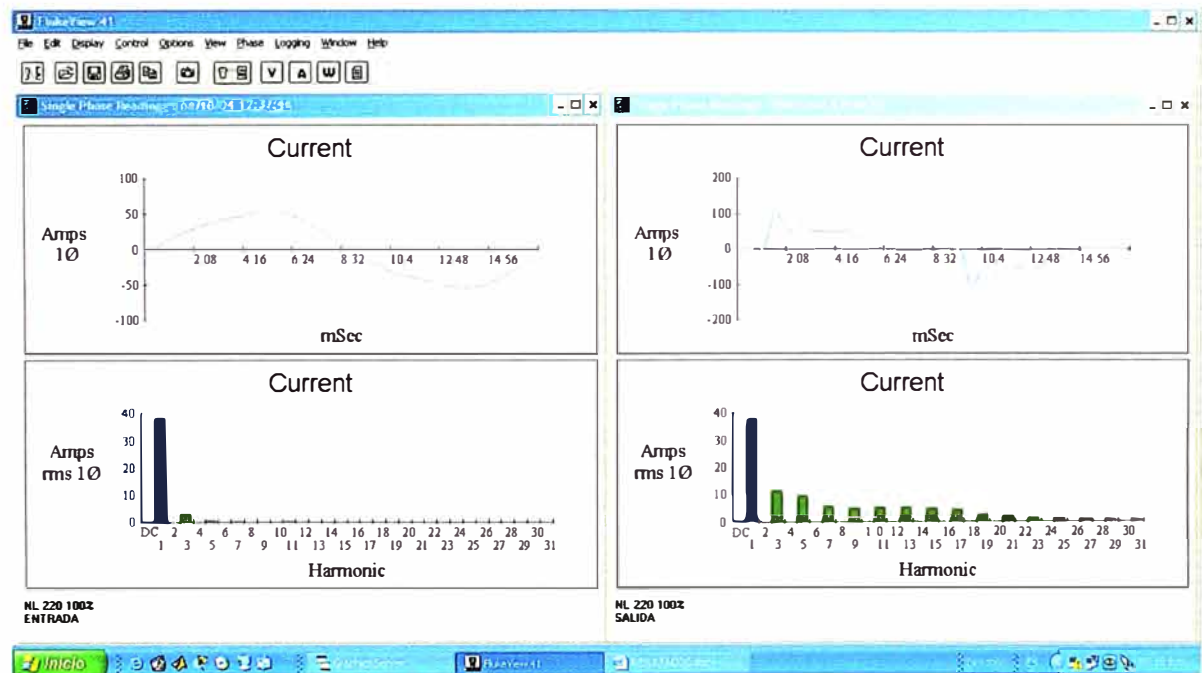


Figura 6.38 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga No Lineal



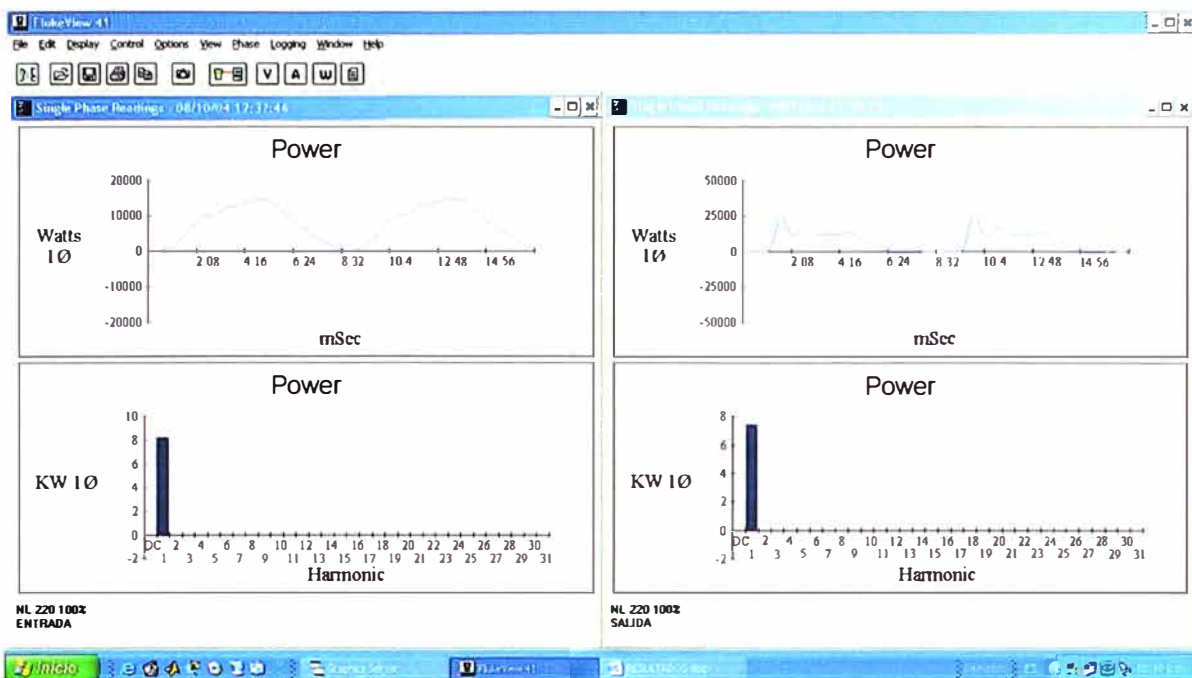


Figura 6.39 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga No Lineal

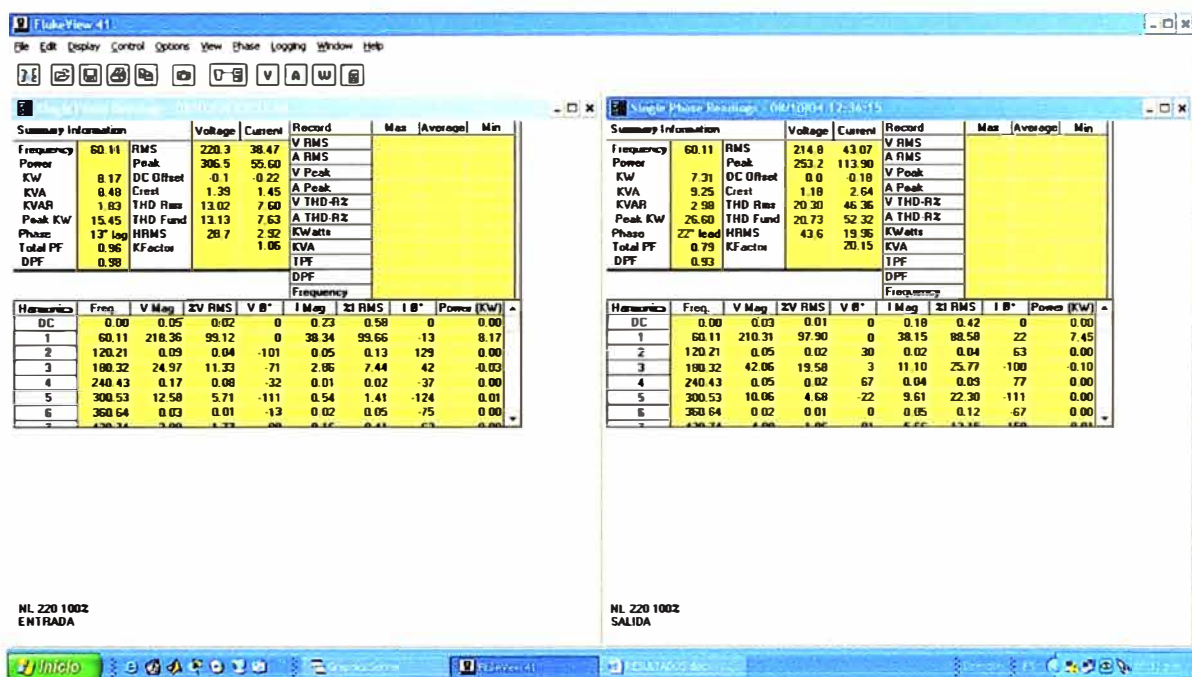


Figura 6.40 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 220V y 100% de Carga No Lineal

## 6.2.5 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada=260V y 50% de Carga No Lineal

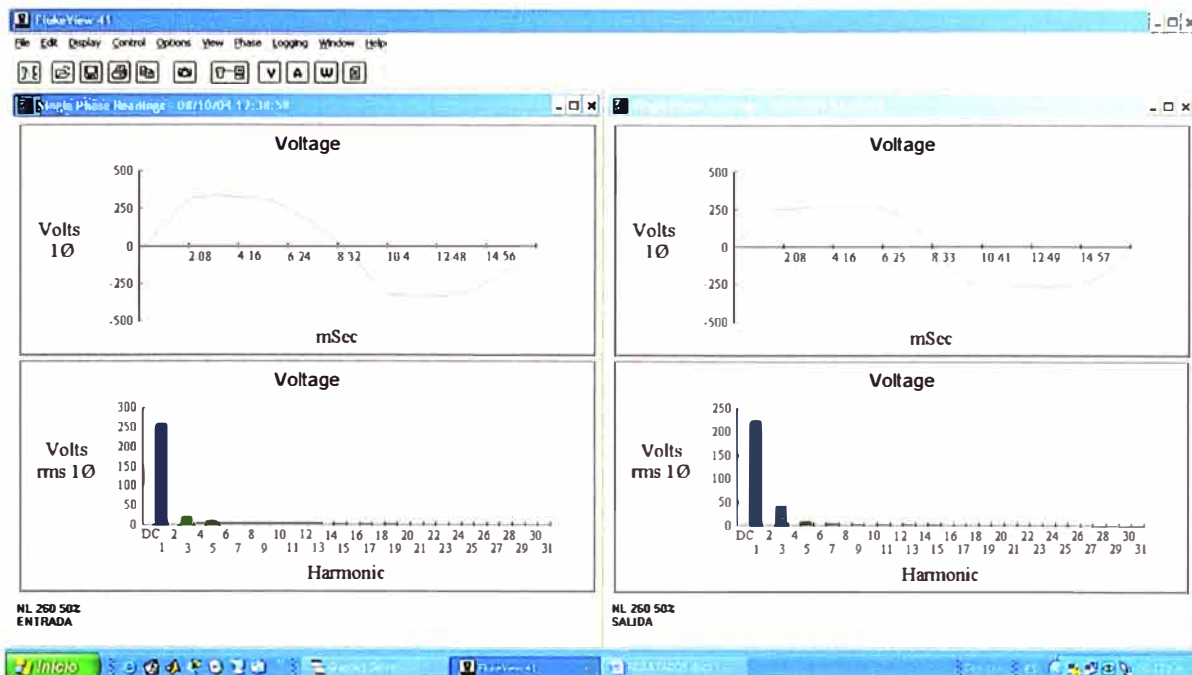


Figura 6.41 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga No Lineal

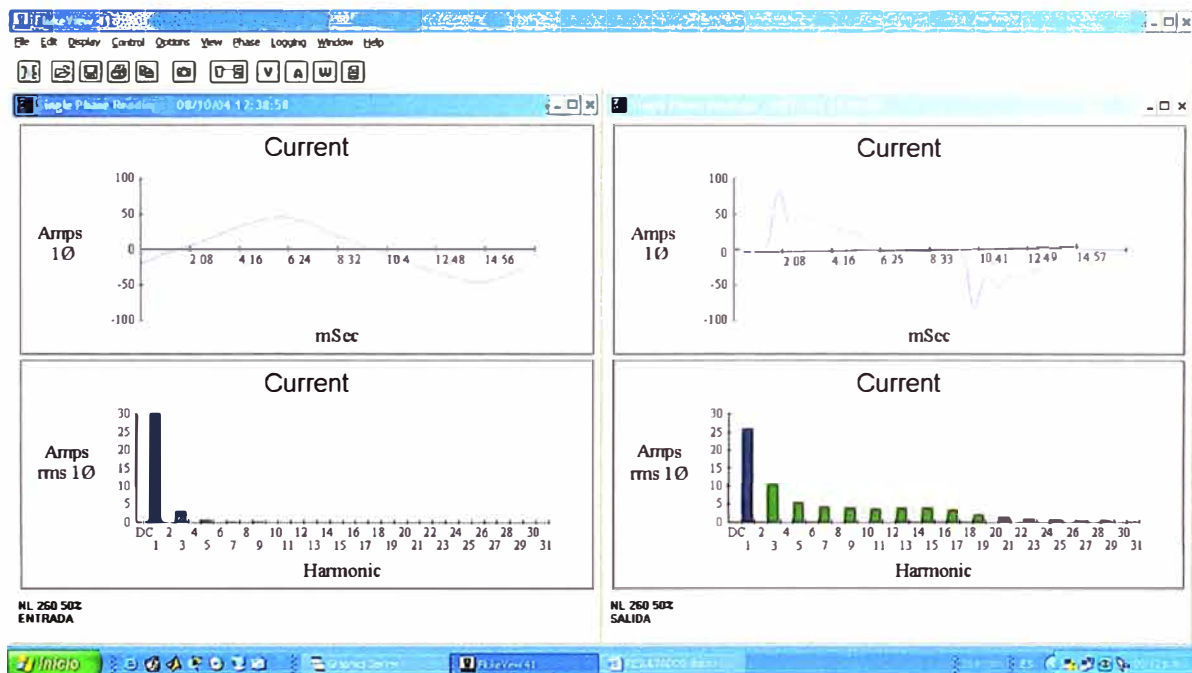


Figura 6.42 Gráfico de Corriente para una Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga No Lineal

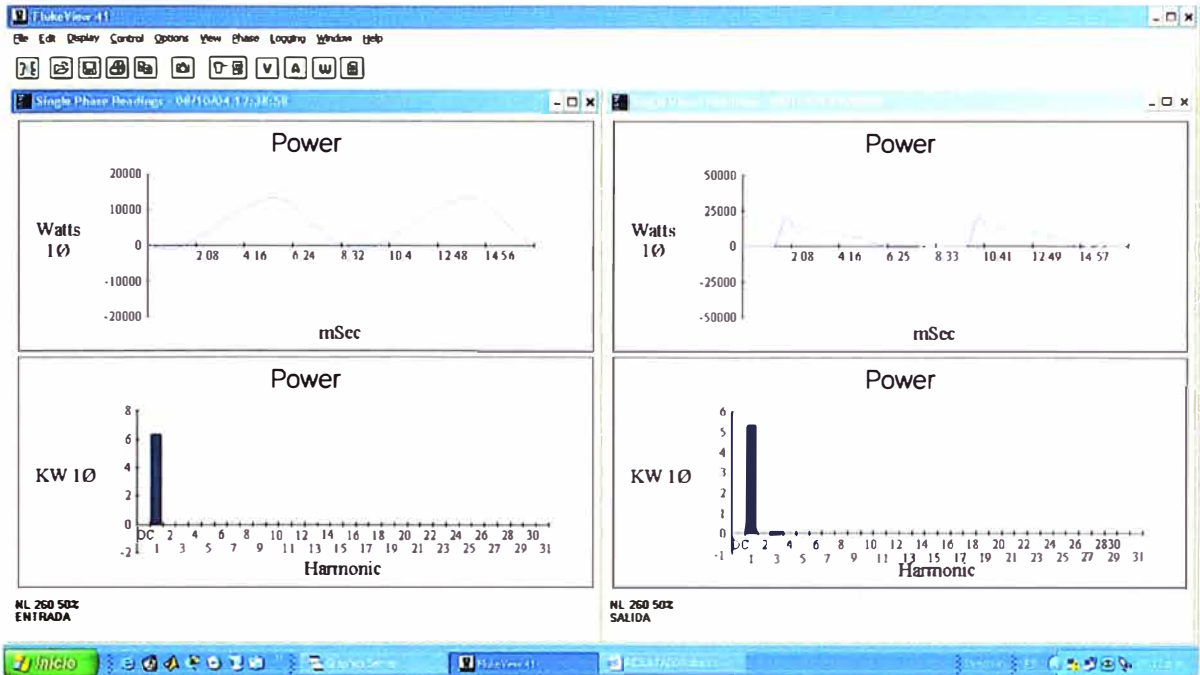


Figura 6.43 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga No Lineal

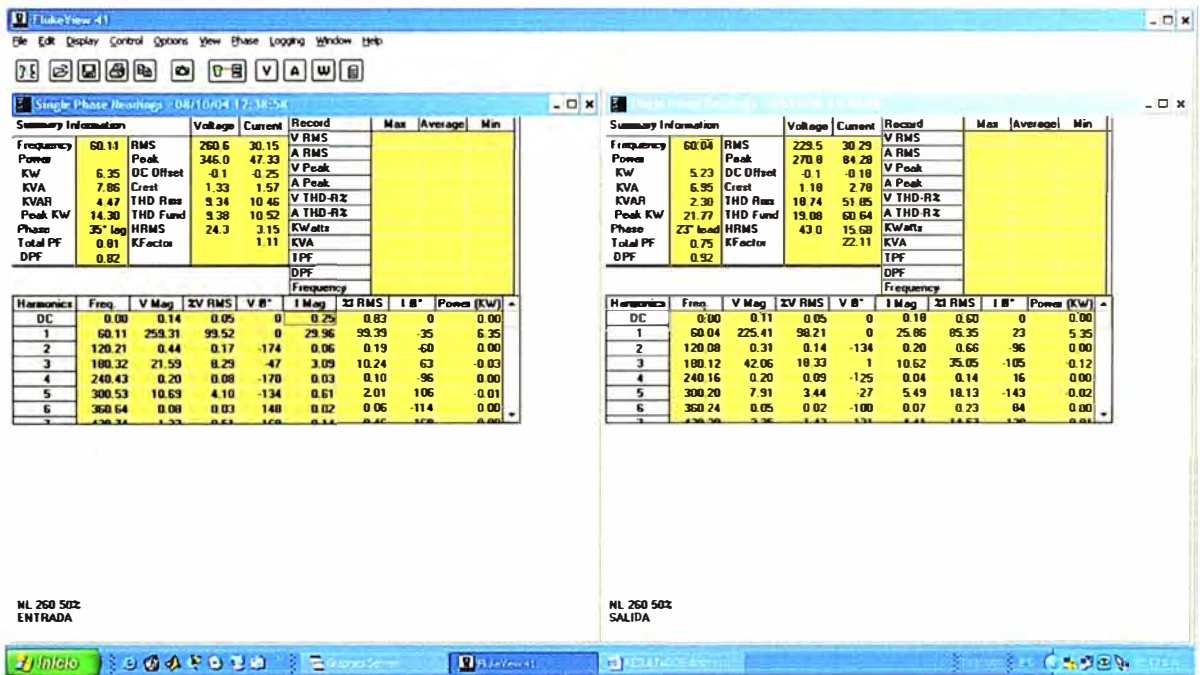


Figura 6.44 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 260V y 50% de Carga No Lineal

## 6.2.6 Resultados Gráficos con Tensión de Entrada=250V y 100% de Carga No Lineal

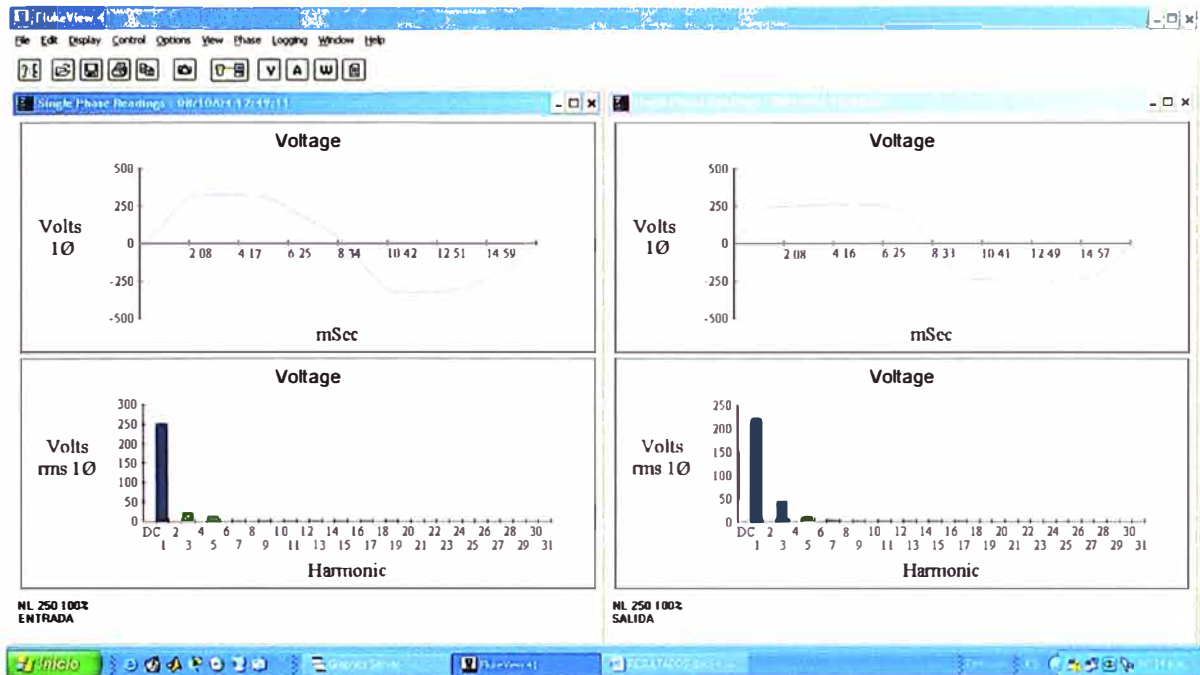


Figura 6.45 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 250V y 100% de Carga No Lineal

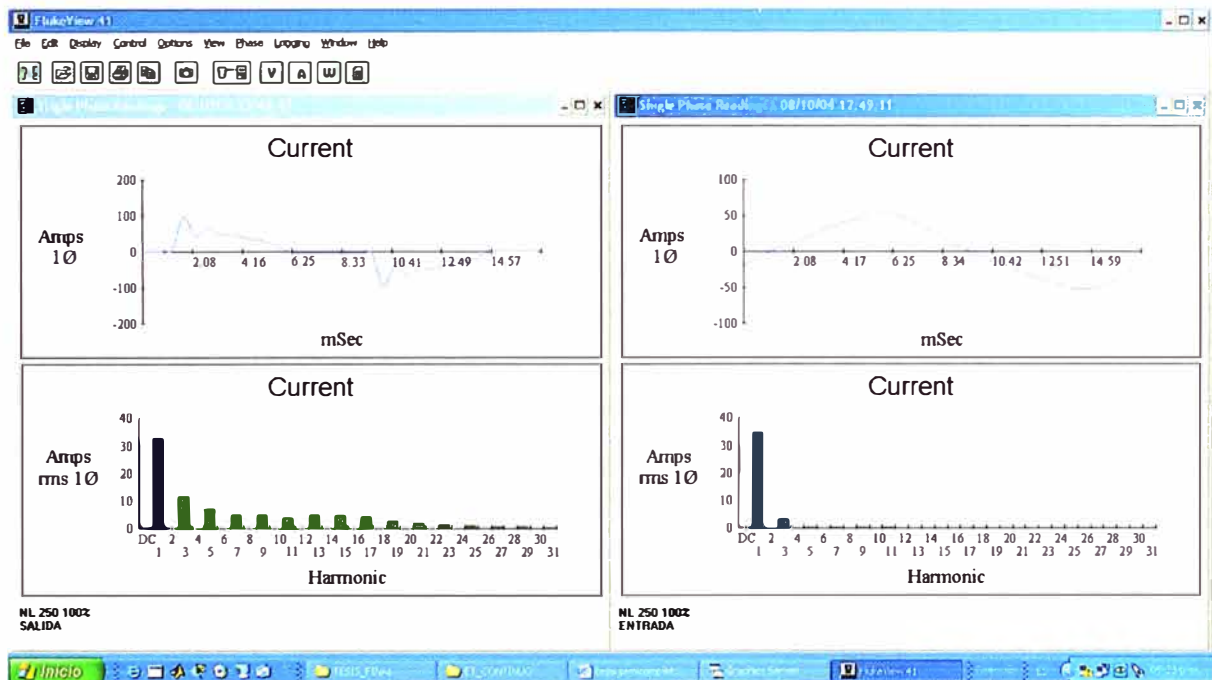


Figura 6.46 Gráfico de Tensión para una Tensión de Entrada 250V y 100% de Carga No Lineal

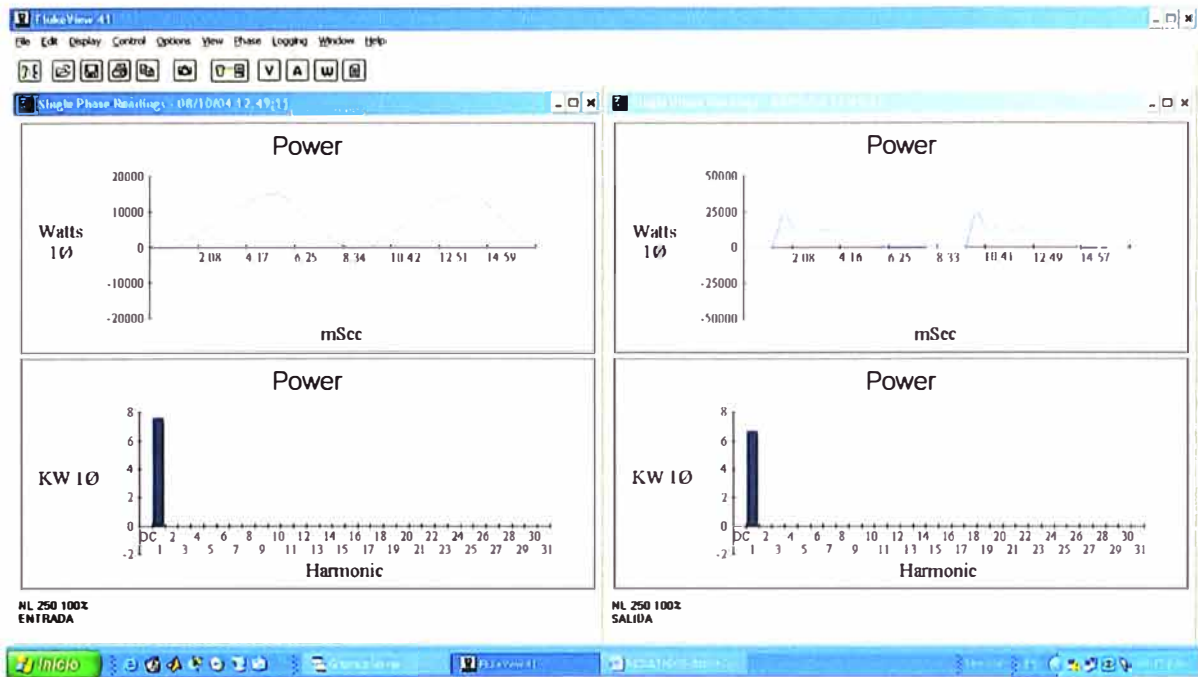


Figura 6.47 Gráfico de Potencia para una Tensión de Entrada 250V y 100% de Carga No Lineal

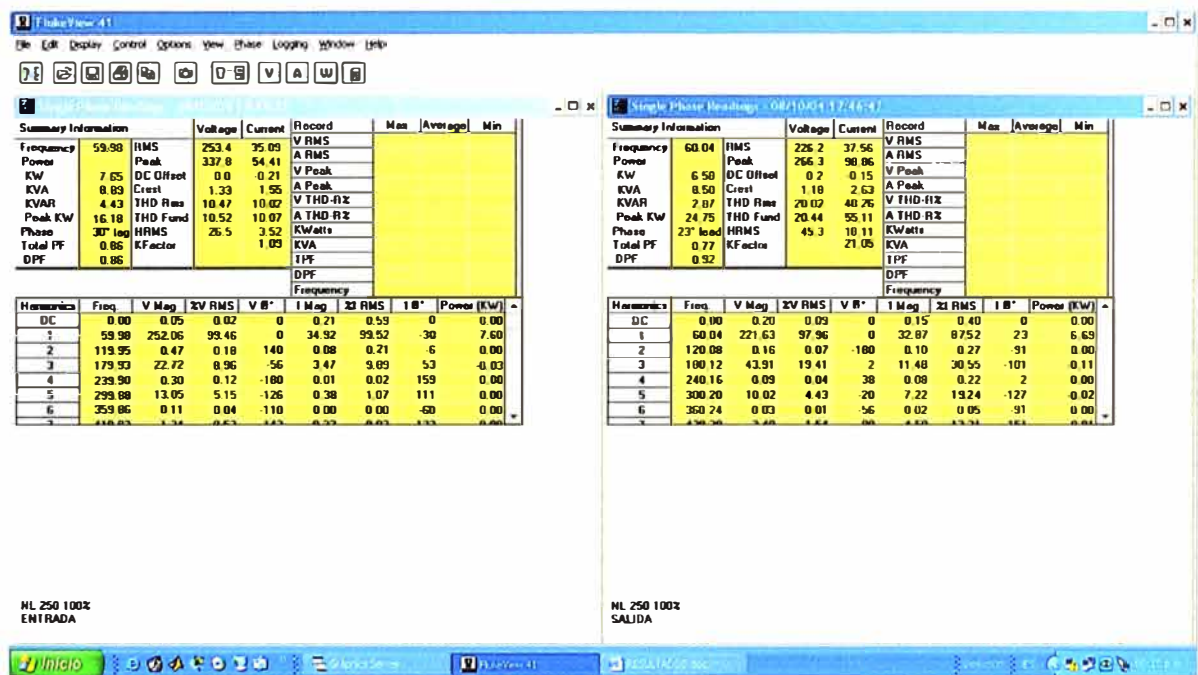


Figura 6.48 Tabla de valores numéricos para una Tensión de Entrada 250V y 100% de Carga No Lineal

### 6.3 Análisis de los Resultados

-Condiciones de las pruebas:

a.-Se hicieron pruebas con carga Lineal (Resistiva pura),  $\cos=1$ , con 50 y 100% de carga, tanto con tensión mínima (160Vac), Nominal (220Vac) y Máxima (260Vac) en la entrada del Regulador.

Eficiencia.- se logra una eficiencia promedio del 92%, las pérdidas debido al transformador (4%) y a la inductancia del filtro (4%).

Regulación: depende de la precisión del circuito electrónico de lazo cerrado (PID), pudiéndose lograr hasta  $\pm 1\%$ .

Distorsión Armónica.- La distorsión armónica de tensión mejora en la salida con respecto a la entrada, y la distorsión de corriente en la entrada se refleja con el de salida.

Factor de Potencia.- el regulador para tensión mínima de entrada se comporta capacitivamente con  $\cos = 0.65$ , a tensión nominal  $\cos=1$  y máxima tensión en forma inductiva con  $\cos=0.82$ .

b.-Con Carga No-Lineal, compuesto por un puente rectificador y filtro C (4,400uf), en las mismas condiciones anteriores. Esta simulación se acerca mucho a la realidad ya que las cargas de computadoras poseen en su fuente de alimentación, una rectificación y filtraje.

Eficiencia.- se logra una eficiencia promedio del 89%, las pérdidas debido al transformador (4%) y a la inductancia del filtro (7%) debido al manejo de armónicos de corriente.

Regulación: depende de la precisión del circuito electrónico de lazo cerrado (PID), pudiéndose lograr hasta  $\pm 2\%$ .

Distorsión Armónica.- La distorsión armónica de tensión mejora en la salida con respecto a la entrada, y la distorsión de corriente en la entrada (15%) disminuye respecto al de salida (53%). El Regulador se comporta como filtro de armónicos.

Factor de Potencia.- el regulador para tensión mínima de entrada se comporta capacitivamente con  $\cos = 0.4$ , a tensión nominal  $\cos=1$  y máxima tensión en forma inductiva con  $\cos=0.86$ , el diseño se basa en que para condiciones nominales se comporte como corrector de factor de potencia, de 0.8 a 1.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El equipo Regulador Ferroresonante Híbrido de tensión AC-AC, comparándolo con los de su tipo es de un 40% de peso menor promedio respecto al Clásico Estabilizador Ferroresonante, la regulación alcanza niveles del  $\pm 1\%$  estáticamente, las pérdidas disminuyen en 10%, disminuye la fiabilidad levemente al incorporar un pequeño sistema de regulación Electrónica.
- El Costo del equipo es 40% menor que el tradicional Estabilizador Ferroresonantes superando las características técnicas de su antecesor.
- El Factor de potencia de entrada alcanza niveles de 0.99 a tensión Nominal y con Carga No Lineal
- La combinación en el diseño eléctrico y electrónico le da una robustez y buena respuesta dinámica en la Regulación de tensión.
- Se recomienda el uso de este tipo de regulador para la mayoría de las cargas existentes.
- Equipo de Bajo Mantenimiento
- El equipo implementado viene funcionando hace 4 años aprox. Sin mayores problemas.
- Se logró implementar el equipamiento, dando como resultados errores del 5% respecto a la simulación matemática.

**ANEXO A**  
**PROGRAMA PRINCIPAL-Control PID de Voltaje**



```

;PROGRAMA PARA EL ESTABILIZADOR
MONOFASICO CON FILTRO DE ARMONICOS
;REGULACION VOLTAJE CONTROL PID
2 ;VERSION: 1.6
3 ;DURACION DEL PROYECTO: JULIO-OCTUBRE:
2004
4 ;FECHA DE MODIFICACION: JULIO 2005
5 LIST P=16F870
6 INCLUDE "P16F870.INC"
7 __CONFIG 0E0D
8 ;;;;;;DEFINICION DE VARIABLES;;;;;;
9 CBLOCK 0X20
10 ;;;;;;REGISTROS TEMPORALES AUXILIARES
11 W_TEMP
12 STATUS_TEMP
13 PCLATH_TEMP
14 TEMPI
15 TEMP2
16 TEMP3
17 TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA2
18 CONTADOR_TEMPORAL
19 ;;;;;;VARIABLES DE LA SUMA
20 SMDO2L
21 SMDO2H3
22 SMDO2H
23 SMDO1L
24 SMDO1H3
25 SMDO1H
26 SUMAL
27 SUMAH
28 SUMAH3
29 ;;;;;;VARIABLES DE LA RESTA
30 MNDOH
31 MNDOH3
32 MNDOL
33 STDOH
34 STDOH3
35 STDOL
36 RESTAL
37 RESTAH
38 RESTAH3
39 ;;;;;;VARIABLES DE LA DIVISION
40 DVDOL
41 DVDOH
42 COCIE_L
43 COCIE_H
44 DVSORH
45 DVSORL
46 RESTOH
47 RESTOL
48 ;;;;;;VARIABLES DE LA OPERACION ELEVAR
AL CUADRADO
49 BASEL
50 BASEH
51 CUADRADOH
52 CUADRADOI
53 CUADRADOH3
54 ;;;;;;VARIABLES DE LA RAIZ CUADRADA
55 TEMPORAL_RADICANDO_1
56 TEMPORAL_RADICANDO_2
57 TEMPORAL_RADICANDO_3
58 RAIZL
59 RAIZH
60 RADICANDO1
61 RADICANDO2
62 RADICANDO3
63 PRODUCTO1
64 PRODUCTO2
65 ;;;;;;VARIABLES DE LA MULTIPLICACION
66 MPNDO
67 MPDORH
68 MPDORL
69 PROH
70 PROL
71 ;;;;;;REGISTROS PARA MEDICIONES
72 REG_MEDICION_L
73 REG_MEDICION_H
74 MAXIMA_TENSION_H
75 MAXIMA_TENSION_L
76 MINIMA_TENSION_H
77 MINIMA_TENSION_L
78 CONTADOR_NUMERO_MUESTRAS
79 ;;;;;;REGISTROS DE SALIDA DEL CONTROL PID
80 REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_H
81 REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_L
82 ;;;;;;REGISTROS DE TIEMPOS EN MEDICIONES
83 INTERVALO_DE_TIEMPO_CP
84 REG_COMPLEMENTO_DT
85 TEMP_SEMICICLO_A_H
86 TEMP_SEMICICLO_B_H
87 TIEMPO_SEMICICLO_A_H
88 TIEMPO_SEMICICLO_B_H
89 TIEMPO_SEMICICLO_A_L
90 TIEMPO_SEMICICLO_B_L
91 TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA
92 TEMP_TIEMPO_SIMETRIA

```

93 TEMP\_TIEMPO\_SOBRETENSION  
 94 TEMP\_TIEMPO\_SUBTENSION  
**95 :::::ACUMULADORES AUXILIARES PARA  
 CALCULO DE MEDICIONES**  
 96 ACUMULADOR\_VIN\_H  
 97 ACUMULADOR\_VIN\_L  
 98 ACUMULADOR\_VIN\_H3  
 99 ACUMULADOR\_VOUT\_L  
 100 ACUMULADOR\_VOUT\_H  
 101 ACUMULADOR\_VOUT\_H3  
**102 :::::REGISTROS QUE CONTIENEN LOS FLAGS  
 INDICADORES DE DIVERSOS PROCESOS**  
 103 ESTADO  
**104 :::::REGISTROS PARA EL PROCESO DE  
 CONTROL.**  
 105 YK\_1\_H  
 106 YK\_1\_L  
 107 EK\_H  
 108 EK\_L  
 109 EK\_1\_H  
 110 EK\_1\_L  
 111 EK\_2\_H  
 112 EK\_2\_L  
 113 ENDC  
 114 CBLOCK 0XA0  
**115 :::::REFLEJO DE LOS REGISTROS DE ESTADO  
 EN EL BANCO 1**  
 116 W\_TEMPI  
 117 STATUS\_TEMPI  
 118 PCLATH\_TEMPI  
**119 :::::REGISTROS DONDE SE ALMACENAN  
 LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES**  
 120 RESULTADO\_VOUT\_H  
 121 RESULTADO\_VOUT\_L  
 122 RESULTADO\_VIN\_H  
 123 RESULTADO\_VIN\_L  
 124 ALARMA\_SINCRONISMO  
 125 ENDC  
**126 :::::**  
 127 CBLOCK 0X00 ;FLAGS DEL REGISTRO  
 ESTADO  
 128 INDICADOR\_PAR\_EN\_RAIZ\_CUADRADA  
 129 INDICADOR\_ACARREO\_24\_VIN  
 130 INDICADOR\_ACARREO\_24\_VOUT  
 131 FLAG\_REINICIO  
 132 ANGULO\_MUERTO\_ON  
 133 FLAG\_NO\_CONTROL  
 134 FLAG\_FALLA\_SIMETRIA  
 135 ENDC

**136 ::::DEFINICION DE CANALES PARA  
 MEDICIONES:::::**  
 137 #DEFINE MEDIR\_VOUT B'01001001';CANAL 1  
 138 #DEFINE MEDIR\_VIN B'01010001';CANAL 2  
 139 ;#DEFINE MEDIR\_IOUT B'01011001';CANAL 3  
 140 #DEFINE LED\_FALLA\_SIMETRIA PORTB.6  
 141 ::::;FASE  
 142 CONSTANT FASE='R'  
 143 CONSTANT DATO\_FALLA\_SINCRONISMO='@'  
 144 ::::;FACTOR PARA EL RMS DE VOUT::::  
 145 CONSTANT FACTOR\_RMS\_VOUT=.5  
 146 ::::DEFINICION DE PARAMETROS DEL CONTROL  
 PROPORCIONAL:::::  
 147 CONSTANT SIGNAL\_SET\_POINT\_H=0X01  
 ;SET\_POINT EN 4 VOLTIOS PICO APROX.  
 148 CONSTANT SIGNAL\_SET\_POINT\_L=0X8C  
 CONSTANT  
 MINIMO\_ANGULO\_DE\_DISPARO\_H=0;0X0E;0X08  
 149 CONSTANT  
 MINIMO\_ANGULO\_DE\_DISPARO\_L=0;0X07;0X51  
 ;PARA 2.5 MS  
 150 CONSTANT  
 TMR\_MINIMO\_ANGULO\_DE\_DISPARO\_H=0XF7;0XF1;  
 0XF7 ;PARA ANGULO DE DISPARO MÍNIMO = 16  
 CICLOS DE INSTRUCCIÓN(0XFFF-0X10)  
 151 CONSTANT  
 TMR\_MINIMO\_ANGULO\_DE\_DISPARO\_L=0XF7;0XF8;0  
 XAE  
 152 CONSTANT  
 MAXIMO\_ANGULO\_DE\_DISPARO\_H=0X0D ;PARA  
 7.7 MS  
 153 CONSTANT  
 MAXIMO\_ANGULO\_DE\_DISPARO\_L=0XD0  
 154 CONSTANT  
 TMR\_MAXIMO\_ANGULO\_DE\_DISPARO\_H=0XF2;0XE4;  
 0XE5  
 155 CONSTANT  
 TMR\_MAXIMO\_ANGULO\_DE\_DISPARO\_L=0X2F;0X28;  
 0X14  
 156 CONSTANT ANGULO\_MUERTO\_H=0XF1;0XF7  
 157 CONSTANT ANGULO\_MUERTO\_L=0XF8;0XAE  
 158 CONSTANT  
 SIN\_HISTERESIS\_SOB\_H=0X04;0X03;0X04 ;FORMULA  
 = [270\*DENOMINADOR\_VIN\_L/NUMERADOR\_VIN]  
 159 CONSTANT  
 SIN\_HISTERESIS\_SOB\_L=0XF7;0X48;0X21  
 160 CONSTANT HISTERESIS\_SOB\_H=0X04;0X03;0X03  
 ;FORMULA  
 [260\*DENOMINADOR\_VIN\_L/NUMERADOR\_VIN]  
 161 CONSTANT HISTERESIS\_SOB\_L=0XC6;0X28;0XD6

```

162 CONSTANT      SIN_HISTERESIS_SUB_H=0X03
      ;FORMULA
[170*DENOMINADOR_VIN_L/NUMERADOR_VIN]
163 CONSTANT SIN_HISTERESIS_SUB_I=0X3F
164 CONSTANT HISTERESIS_SUB_H=0X03
      ;FORMULA
[180*DENOMINADOR_VOUT_I/NUMERADOR_VIN]
165 CONSTANT HISTERESIS_SUB_I=0X70
166 .....PARAMETROS      DE
TIEMPO PARA MEDICIONES Y HABILITACION;.....
167 ;   CONSTANT NUMERO_DE_INTENTOS=3
168 CONSTANT TIEMPO_DE_ESPERA_INICIAL=.120
      ;APROX 3SEG.
169 CONSTANT      TIEMPO_DE_ESPERA=.250
      ;EQUIVALENTE A 6 SEGUNDOS
170 CONSTANT TIEMPO_DE_ESPERA2=.10   ;PARA
EL      TIEMPO      DE
REINICIO=TIEMPO_DE_ESPERA2*TIEMPO_DE_ESPER
A = 60 SEG APROX.
171 CONSTANT TIEMPO_SIMETRIA=.20   ;.5SEGDE
SIMETRÍA ESTABLE PARA RETOMAR EL CONTROL
172 CONSTANT TIEMPO_REINICIO=.60;EQUIVALENTE
A 1.5SEG.
173 ;   CONSTANT      TIEMPO_ASIMETRIA=.20;80
      ;EQUIVALENTE A 4 SEGUNDOS
174 CONSTANT TIEMPO_SOBRETENSION=.80
175 CONSTANT TIEMPO_SUBTENSION=.80
176 CONSTANT
MAXIMA_DIFERENCIA_SEMICICLOS_H=0
177 CONSTANT
MAXIMA_DIFERENCIA_SEMICICLOS_L=.22
;(EQUIVALENTE A 0.8MS) .17 ;EQUIVALENTE A
0.6 MS APROX.
178 ;1 UNIDAD EQUIVALE A 0.03576MS APROX.;233
UNIDADES DEL TIMER EQUIVALE A 8.333 MS (1
SEMICICLO) APROX.
179 CONSTANT NUMERO_MUESTRAS=.24
180 ;   CONSTANT
VALOR_NOMINAL_TIEMPO_SEMICICLO=.23
181 CONSTANT
VALOR_INTERVALO_DE_TIEMPO_CP=.3   ;3
SEMICICLOS
182 CONSTANT COMPLEMENTO_DT=.18 ;
183 ;   CONSTANT C_T_MUESTREO=.151
184 CONSTANT A1=.3;(KP+K1+KD)(4 OPCIONAL)
185 CONSTANT B1=.1;(KP+2KD)
186 CONSTANT C1=.0;(KD)
187 ORG   0X00
188 CLRWDT
189 GOTO  INICIO
190 .....
191 .....RUTINA      DE      SERVICIO      A      LA
INTERRUPCION;.....
192 ORG   0X04
193 PUSH
194 ;CLRWDT
195 MOVWF  W_TEMP
196 SWAPF  STATUS,W
197 MOVWF  STATUS_TEMP
198 SWAPF  PCLATH,W
199 MOVWF  PCLATH_TEMP
200 BCF   PCLATH,3
201 BTFSS  STATUS_TEMP,DC ;LA POSICIÓN DEL RPO
DESPUÉS DEL SWAPF
202 GOTO  CONTINUAR_PROCESO
203 MOVFW  W_TEMP
204 BCF   STATUS,RP0
205 MOVWF  W_TEMP
206 BSF   STATUS,RP0
207 MOVFW  STATUS_TEMP
208 BCF   STATUS,RP0
209 MOVWF  STATUS_TEMP
210 BSF   STATUS,RP0
211 MOVFW  PCLATH_TEMP
212 BCF   STATUS,RP0
213 MOVWF  PCLATH_TEMP
214 GOTO  CONTINUAR_PROCESO
215 CONTINUAR_PROCESO
216 ;EXAMEN DE LA SOBRE ACUMULACIÓN DEL
TMR0 QUE SE USA PARA DETERMINAR SIMETRÍA
DEL SINCRONISMO
217 BTFSS  INTCON,T0IF
218 GOTO  VER_INT_TMRI
219 BCF   INTCON,T0IF
220 BSF   STATUS,RP0
221 BTFSS  OPTION_REG,INTEDG
222 GOTO  $+4
223 BCF   STATUS,RP0
224 INCF  TEMP_SEMICICLO_B_H,F
225 GOTO  SALIR_DE_INTERRUPCION
226 BCF   STATUS,RP0
227 INCF  TEMP_SEMICICLO_A_H,F
228 GOTO  SALIR_DE_INTERRUPCION
229 .....
230 VER_INT_TMRI
231 BTFSS  PIR1,TMRIIF
232 GOTO  VER_INT_RB0
233 ;GOTO $
234 BCF   PIR1,TMRIIF
235 BTFSS  ESTADO,ANGULO_MUERTO_ON

```

```

236 GOTO  ANGULO_EFECTIVO
237 BCF  TICON,TMR1ON ;SE APAGA PRIMERO
EL TMRI PARA PODER ESCRIBIR EN EL.
238 MOVWF  REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_H
;CARGA DEL TIMER1 PARA RECORRER ÁNGULO
MUERTO
239 MOVWF  TMR1H
240 MOVWF  REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_L
241 MOVWF  TMR1L
242 BSF  TICON,TMR1ON
243 BCF  ESTADO,ANGULO_MUERTO_ON
244 GOTO  SALIR_DE_INTERRUPCION
245 ANGULO_EFECTIVO
246 BSF  PORTC,2
247 BSF  T2CON,TMR2ON
248 BSF  CCPICON,CCPIM3 ;ACTIVA PWM
249 BSF  CCPICON,CCPIM2
250 BCF  TICON,TMR1ON
251 GOTO  SALIR_DE_INTERRUPCION
252 VER_INT_RB0
253 BTFSS INTCON,INTF
254 GOTO  SALIR_DE_INTERRUPCION
255 BCF  INTCON,INTF
256 BTFSC ESTADO,FLAG_REINICIO
257 GOTO  NO_CONTROL
258 BCF  T2CON,TMR2ON
259 BCF  CCPICON,CCPIM3 ;PWM A CERO
260 BCF  CCPICON,CCPIM2
261 BCF  PORTC,2
262 BCF  TICON,TMR1ON ;SE APAGA PRIMERO
EL TMRI PARA PODER ESCRIBIR EN EL
263 MOVLW  ANGULO_MUERTO_H ;CARGA DEL
TIMER1 PARA RECORRER ÁNGULO MUERTO
264 MOVWF  TMR1H
265 MOVLW  ANGULO_MUERTO_L
266 MOVWF  TMR1L
267 BCF  PIR1,TMR1IF
268 BSF  TICON,TMR1ON
269 BSF  ESTADO,ANGULO_MUERTO_ON
270 NO_CONTROL
271 DECFSZ INTERVALO_DE_TIEMPO_CP,F
272 GOTO  ALTERNAR_FLANCOS
273 MOVLW  VALOR_INTERVALO_DE_TIEMPO_CP
274 MOVWF  INTERVALO_DE_TIEMPO_CP
275 ALTERNAR_FLANCOS
276 BSF  STATUS,RP0
277 BTFSS OPTION_REG,INTEDG ;ALTERNANDO
ENTRE FLANCOS DE SUBIDA Y BAJADA
278 GOTO  $+.10
279 BCF  OPTION_REG,INTEDG
280 BCF  STATUS,RP0
281 MOVWF  TMR0
282 MOVWF  TIEMPO_SEMICICLO_B_H
283 CLRF  TMR0
284 MOVWF  TEMP_SEMICICLO_B_H
285 MOVWF  TIEMPO_SEMICICLO_B_H
286 CLRF  TEMP_SEMICICLO_B_H
287 GOTO  SALIR_DE_INTERRUPCION
288 BSF  OPTION_REG,INTEDG
289 BCF  STATUS,RP0
290 MOVWF  TMR0
291 MOVWF  TIEMPO_SEMICICLO_A_H
292 CLRF  TMR0
293 MOVWF  TEMP_SEMICICLO_A_H
294 MOVWF  TIEMPO_SEMICICLO_A_H
295 CLRF  TEMP_SEMICICLO_A_H
296 SALIR_DE_INTERRUPCION
297 SWAPF PCLATH_TEMP,W
298 MOVWF  PCLATH
299 SWAPF  STATUS_TEMP,W
300 MOVWF  STATUS
301 SWAPF  W_TEMP,F
302 SWAPF  W_TEMP,W
303 RETFIE
304 .....
305 INICIO
306 ; GOTO PRUEBA_PID
307 CLRF  INTCON
308 ;MOVLW 0X10
309 ; MOVWF BASEL
310 ; MOVLW 0X02
311 ; MOVWF BASEH
312 ; CALL ELEVAR_AL_CUADRADO
313 ; GOTO $
314 ;.....CONFIGURANDO ENTRADAS Y SALIDAS
315 BSF  STATUS,RP0 ;CONFIGURANDO
ENTRADAS Y SALIDAS APROPIADAS
316 ;RA0---->(AN0)ENTRADA ANALOGA PARA
MEDICION DE VOLTAJE DE ENTRADA
317 ;RA1---->(AN1)ENTRADA ANALOGA PARA
MEDICION DE VOLTAJE DE SALIDA
318 ;RA2---->(AN2)ENTRADA ANALOGA PARA
MEDICION DE CORRIENTE DE CARGA
319 ;RA3---->UNUSED
320 ;RA4---->UNUSED
321 ;RA5---->(AN4)ENTRADA ANALOGA PARA
MEDICION DE TEMPERATURA
322 ;RA6---->(UNUSED)
323 ;RA7---->(UNUSED)
324 MOVLW 0XFF

```

```

325 MOVWF TRISA
326 ;RB0---->(IN)INTERRUPCION POR SEMICICLO
327 ;RB1---->0UT
328 ;RB2---->UNUSED
329 ;RB3---->UNUSED
330 ;RB4---->UNUSED
331 ;RB5---->UNUSED
332 ;RB6---->(OUT)LED INDICADOR DE FALLA EN
RECEPCION
333 ;RB7---->UNUSED
334 MOVLW B'1011101'
335 MOVWF TRISB
336 ;RC0---->UNUSED
337 ;RC1---->(OUT)INDICADOR
338 ;RC2---->(OUT)PWM PARA CONTROL DE
DISPAROS
339 ;RC3---->UNUSED
340 ;RC4---->UNUSED
341 ;RC5---->UNUSED
342 ;RC6---->(IN)TX
343 ;RC7---->(IN)RX
344 MOVLW B'11111001'
345 MOVWF TRISC
346 MOVLW B'11010100' ;PRESCALER 1:32
ASIGNADO AL TIMER0, CICLO DE INSTRUCCIÓN
COMO FUENTE DE CLOCK
347 MOVWF OPTION_REG ;INTERRUPCIÓN EN EL
FLANCO CRECIENTE POR RB0
348 BCF STATUS,RP0
349 ; MOVLW 0X00
350 ; MOVWF RADICANDO1
351 ; MOVLW 0X01
352 ; MOVWF RADICANDO2
353 ; MOVLW 0X00
354 ; MOVWF RADICANDO3
355 ; CALL RAIZ_CUADRADA
356 BSF PORTC,2
357 ;;;;;;;;;;CONFIGURACION DEL PWM;;;;;;;;;
358 BANKSEL PR2
359 MOVLW .9 ;PARA FRECUENCIA DE 100 KHZ
APROX.
360 MOVWF PR2
361 BANKSEL PORTA
362 MOVLW B'00001100'
;PRESCALER1:1,POSTSCALER 1:16,TIMER2 ON
363 MOVWF T2CON
364 BSF CCPICON,5
365 BCF CCPICON,4;CONFIGURANDO DUTY
CYCLE A 25% EN EL PWM1
366 MOVLW B'00000010'
367 MOVWF CCPR1L
368 BSF CCPICON,CCPIM3 ;ACTIVA PWM
369 BSF CCPICON,CCPIM2
370 ;;;OTRAS CONFIGURACIONES;;;;;
371 CLRF PORTB
372 CALL CONFIG_AD
373 CALL CONFIG_RS232
374 CLRF ESTADO
375 MOVLW .1
376 MOVWF INTERVALO_DE_TIEMPO_CP
377 ;MOVLW B'00000000'
378 ;MOVWF T1CON ;PRESCALER 1:1, TIMER1 OFF
379 ;;;;;;;;;;
380 CLRF TMR0
381 BCF INTCON,T0IF
382 BSF INTCON,T0IE
383 BCF INTCON,INTF
384 BSF INTCON,INTE ;HABILITANDO
INTERRUPCIÓN POR RB0
385 BSF INTCON,GIE
386 BSF ESTADO,FLAG_REINICIO
387 BSF STATUS,RP0
388 CLRF ALARMA_SINCRONISMO
389 BCF STATUS,RP0
390 MOVLW HISTERESIS_SOB_H
391 MOVWF MAXIMA_TENSION_H
392 MOVLW HISTERESIS_SOB_L
393 MOVWF MAXIMA_TENSION_L
394 MOVLW TIEMPO_DE_ESPERA_INICIAL
395 MOVWF TEMP3
396 GOTO LAZO_PRINCIPAL
397 REINICIO
398 MOVLW HISTERESIS_SOB_H
399 MOVWF MAXIMA_TENSION_H
400 MOVLW HISTERESIS_SOB_L
401 MOVWF MAXIMA_TENSION_L
402 MOVLW TIEMPO_REINICIO
403 MOVWF TEMP3
404 ;;;;;;RETARDO PARA ESPERA DEL
ESTABLECIMIENTO DEL VOLTAJE
405 LAZO_PRINCIPAL
406 ; CLRWDT
407 BCF PORTC,1 ;INDICADOR
408 BTFSS ESTADO,FLAG_REINICIO
409 GOTO PROCESO_SINCRONIZADO
410 DECFSZ TEMP3,F
411 GOTO PROCESO_SINCRONIZADO
412 ;;;;;;;;;;EXAMEN INICIAL DE LA TENSÓN DE
ENTRADA
413 MOVWF MAXIMA_TENSION_H

```

```

414 MOVWF MND0H
415 MOVFW MAXIMA_TENSION_I.
416 MOVWF MND0L.
417 BSF STATUS,RP0
418 MOVFW RESULTADO_VIN_H
419 BCF STATUS,RP0
420 MOVWF STDOH
421 BSF STATUS,RP0
422 MOVFW RESULTADO_VIN_L
423 BCF STATUS,RP0
424 MOVWF STDOL.
425 CALL RESTA16
426 BTFSC STATUS,C
427 GOTO NO_SOBRETENSION;VER_SIMETRIA
428 MOVLW TIEMPO_DE_ESPERA;.120
429 MOVWF TEMP3
430 GOTO LAZO_PRINCIPAL.
431 ;;;;;;;;;EXAMEN INICIAL DE LA SIMETRÍA DE
SEMICICLOS
432 ;VER_SIMETRIA
433 ; CALI. ANALISIS_SIMETRIA_SINCRONISMO
434 ; BTFSC STATUS,C
435 ; GOTO CONDICIONES_NORMALES
436 ; BSF LED_FALLA_SIMETRIA
437 ; MOVLW TIEMPO_DE_ESPERA;.120
438 ; MOVWF TEMP3
439 ; GOTO LAZO_PRINCIPAL
440 NO_SOBRETENSION;CONDICIONES_NORMALES
441 ;MOVLW NUMERO_DE_INTENTOS
442 ;MOVWF REG_NUMERO_DE_INTENTOS
443 ;BCF LED_FALLA_SIMETRIA
444 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
445 MOVLW SIN_HISTERESIS_SOB_H
446 MOVWF MAXIMA_TENSION_H
447 MOVLW SIN_HISTERESIS_SOB_L
448 MOVWF MAXIMA_TENSION_L
449 MOVLW TIEMPO_SOBRETENSION
450 MOVWF TEMP_TIEMPO_SOBRETENSION
451 MOVLW SIN_HISTERESIS_SUB_H
452 MOVWF MINIMA_TENSION_H
453 MOVLW SIN_HISTERESIS_SUB_L
454 MOVWF MINIMA_TENSION_L
455 MOVLW TIEMPO_SUBTENSION
456 MOVWF TEMP_TIEMPO_SUBTENSION
457 MOVLW TIEMPO_DE_ESPERA
458 MOVWF TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA
459 MOVLW TIEMPO_DE_ESPERA2
460 MOVWF TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA2
461 MOVLW TIEMPO_SIMETRIA
462 MOVWF TEMP_TIEMPO_SIMETRIA
463 ;;;;;;;;;;VALORES INICIALES PARA EL
PROCEDIMIENTO PID
464 MOVLW
TMR_MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_H ;SE
INICIA DISPARANDO EN RANGO COMPLETO PARA
OBTENER BAJO VOLTAJE DE SALIDA INICIAL
465 MOVWF REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_H
466 MOVLW MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_H
467 MOVWF YK_1_H ;DEFINIENDO Y(-1)
468 MOVLW
TMR_MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_L.
469 MOVWF REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_L.
470 MOVLW MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_L
471 MOVWF YK_1_L
472 CLRF EK_2_H
473 CLRF EK_2_L.
474 CLRF EK_1_H
475 CLRF EK_1_L.
476 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
477 BCF STATUS,RP0
478 BSF STATUS,RP0
479 BSF PIE1,TMR1IE
480 BCF STATUS,RP0
481 BSF INTCON,PEIE ;HABILITANDO
INTERRUPCIÓN DE PERIFÉRICOS
482 BCF INTCON,INTF
483 BCF ESTADO,FLAG_REINICIO
484 PROCESO_SINCRONIZADO
485 CLRWDI
486 MOVLW VALOR_INTERVALO_DE_TIEMPO_CP
487 XORWF INTERVALO_DE_TIEMPO_CP,W
488 BTFSS STATUS,Z
489 GOTO PROCESO_SINCRONIZADO
490 ;;;;;;PROCESO CICLICO;
491 MOVLW NUMERO_MUESTRAS
492 MOVWF CONTADOR_NUMERO_MUESTRAS
493 CLRF ACUMULADOR_VIN_H
494 CLRF ACUMULADOR_VIN_L
495 CLRF ACUMULADOR_VIN_H3
496 CLRF ACUMULADOR_VOUT_L.
497 CLRF ACUMULADOR_VOUT_H
498 CLRF ACUMULADOR_VOUT_H3
499 BCF ESTADO,INDICADOR_ACARREO_24_VIN
500 BCF ESTADO,INDICADOR_ACARREO_24_VOUT
501 MEDICION_RMS_VOUT_VIN
502 MOVLW MEDIR_VOUT
503 MOVWF ADCON0
504 CALI. MEDIR
505 MOVFW REG_MEDICION_L
506 MOVWF BASEL

```

```

507 MOVFW REG_MEDICION_I1
508 MOVWF BASEI1
509 CALL ELEVAR_AL_CUADRADO
510 MOVFW CUADRADO1.
511 MOVWF SMDO11.
512 MOVFW CUADRADOH
513 MOVWF SMDO1H
514 MOVFW CUADRADOI13
515 MOVWF SMDO1H3
516 MOVFW ACUMULADOR_VOUT_L
517 MOVWF SMDO2L
518 MOVFW ACUMULADOR_VOUT_H
519 MOVWF SMDO2H
520 MOVFW ACUMULADOR_VOUT_H3
521 MOVWF SMDO2H3
522 CALL SUMA24
523 BTFSC STATUS,C
524 BSF ESTADO,INDICADOR_ACARREO_24_VOUT
525 MOVFW SUMAL
526 MOVWF ACUMULADOR_VOUT_L
527 MOVFW SUMAH
528 MOVWF ACUMULADOR_VOUT_H
529 MOVFW SUMAH3
530 MOVWF ACUMULADOR_VOUT_H3
531 MOVLW MEDIR_VIN
532 MOVWF ADCON0
533 CALL MEDIR
534 MOVFW REG_MEDICION_L
535 MOVWF BASEL
536 MOVFW REG_MEDICION_I1
537 MOVWF BASEH
538 CALL ELEVAR_AL_CUADRADO
539 MOVFW CUADRADO1.
540 MOVWF SMDO1L
541 MOVFW CUADRADOH
542 MOVWF SMDO1H
543 MOVFW CUADRADOH3
544 MOVWF SMDO1H3
545 MOVFW ACUMULADOR_VIN_L
546 MOVWF SMDO2L
547 MOVFW ACUMULADOR_VIN_H
548 MOVWF SMDO2H
549 MOVFW ACUMULADOR_VIN_H3
550 MOVWF SMDO2H3
551 CALL SUMA24
552 BTFSC STATUS,C
553 BSF ESTADO,INDICADOR_ACARREO_24_VIN
554 MOVFW SUMAL.
555 MOVWF ACUMULADOR_VIN_L
556 MOVFW SUMAH
557 MOVWF ACUMULADOR_VIN_I1
558 MOVFW SUMAH3
559 MOVWF ACUMULADOR_VIN_H3
560 MOVLW COMPLEMENTO_DT
561 MOVWF REG_COMPLEMENTO_DT
562 DECFSZ REG_COMPLEMENTO_DT,F
563 GOTO $-1
564 ;VER_NUEVA_MUESTRA_VOUT_VIN
565 CLRWDI
566 DECFSZ CONTADOR_NUMERO_MUESTRAS,F
567 GOTO MEDICION_RMS_VOUT_VIN
568 BCF STATUS,C
569 BTFSC ESTADO,INDICADOR_ACARREO_24_VOUT
570 BSF STATUS,C
571 RRF ACUMULADOR_VOUT_H3,F
572 RRF ACUMULADOR_VOUT_H,F
573 RRF ACUMULADOR_VOUT_L,F
574 BCF STATUS,C
575 BTFSC ESTADO,INDICADOR_ACARREO_24_VIN
576 BSF STATUS,C
577 RRF ACUMULADOR_VIN_H3,F
578 RRF ACUMULADOR_VIN_H,F
579 RRF ACUMULADOR_VIN_L,F
580 BSF PORTC,1 ;INDICADOR
581 ; GOTO NUEVO_TURNO
582 OPERACIONES
583 ;CALCULO_VOUT
584 MOVFW ACUMULADOR_VOUT_L
585 MOVWF RADICANDO1
586 MOVFW ACUMULADOR_VOUT_H
587 MOVWF RADICANDO2
588 MOVFW ACUMULADOR_VOUT_H3
589 MOVWF RADICANDO3
590 CALL RAIZ_CUADRADA
591 MOVFW RAIZH
592 MOVWF DVDOH
593 BSF STATUS,RP0
594 MOVWF RESULTADO_VOUT_H
595 BCF STATUS,RP0
596 MOVFW RAIZL
597 MOVWF DVDOL
598 BSF STATUS,RP0
599 MOVWF RESULTADO_VOUT_L
600 BCF STATUS,RP0
601 ;CALCULO_VIN
602 MOVFW ACUMULADOR_VIN_L
603 MOVWF RADICANDO1
604 MOVFW ACUMULADOR_VIN_H
605 MOVWF RADICANDO2
606 MOVFW ACUMULADOR_VIN_H3

```

```

607 MOVWF  RADICANDO3
608 CALL  RAIZ_CUADRADA
609 MOVFW  RAIZH
610 BSF   STATUS,RP0
611 MOVWF  RESULTADO_VIN_H
612 BCF   STATUS,RP0
613 MOVFW  RAIZL
614 BSF   STATUS,RP0
615 MOVWF  RESULTADO_VIN_L
616 BCF   STATUS,RP0
617 BTFSC ESTADO,FLAG_REINICIO
618 GOTO  OBVIAR_CONTROL
619 ::::::::::ANALIZANDO      SIMETRIA      DE
SEMICICLOS
620 CALL  ANALISIS_SIMETRIA_SINCRONISMO
621 BTFSC STATUS,C
622 GOTO  NO_ASIMETRIA
623 MOVLW  TIEMPO_SIMETRIA
624 MOVWF  TEMP_TIEMPO_SIMETRIA
625 DECFSZ TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA,F
626 GOTO
      CONFIRMAR_ASIMETRIA;CONTINUAR_CON_EXA
MEN_VIN
627 MOVLW  TIEMPO_DE_ESPERA
628 MOVWF  TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA
629 DECFSZ TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA2,F
630 GOTO  CONTINUAR_CON_EXAMEN_VIN
631 MOVLW  TIEMPO_DE_ESPERA2
632 MOVWF  TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA2
633 BSF   ESTADO,FLAG_REINICIO
634 MOVLW  DATO_FALLA_SINCRONISMO
635 BSF   STATUS,RP0
636 MOVWF  ALARMA_SINCRONISMO
637 BCF   STATUS,RP0
638 GOTO  REINICIO
639 CONFIRMAR_ASIMETRIA
640 MOVLW  (TIEMPO_DE_ESPERA*.9)/.10
      ;TOLERANCIA DE ASIMETRÍA DE 0.6 SEG. APROX.
641 XORWF  TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA,W
642 BTFSS STATUS,Z
643 GOTO  CONTINUAR_CON_EXAMEN_VIN
644 BSF   ESTADO,FLAG_FALLA_SIMETRIA
645 BSF   ESTADO,FLAG_NO_CONTROL
646 BSF   LED_FALLA_SIMETRIA      ;INDICADOR DE
FALLA DE SIMETRIA
647 CLRF  EK_2_H
648 CLRF  EK_2_L
649 CLRF  EK_1_H
650 CLRF  EK_1_L
651 GOTO  VER_MAXIMA_TENSION
652 NO_ASIMETRIA
653 DECFSZ TEMP_TIEMPO_SIMETRIA,F
654 GOTO  CONTINUAR_CON_EXAMEN_VIN
655 MOVLW  TIEMPO_SIMETRIA
656 MOVWF  TEMP_TIEMPO_SIMETRIA
657 MOVLW  TIEMPO_DE_ESPERA
658 MOVWF  TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA
659 MOVLW  TIEMPO_DE_ESPERA2
660 MOVWF  TEMP_TIEMPO_ASIMETRIA2
661 BSF   STATUS,RP0
662 CLRF  ALARMA_SINCRONISMO
663 BCF   STATUS,RP0
664 BCF   LED_FALLA_SIMETRIA
665 BCF   ESTADO,FLAG_NO_CONTROL
666 BCF   ESTADO,FLAG_FALLA_SIMETRIA
667 :::::::::::EXAMEN DE TENSION DE ENTRADA
668 CONTINUAR_CON_EXAMEN_VIN
669 MOVEW  MINIMA_TENSION_H
670 MOVWF  MNDOH
671 MOVFW  MINIMA_TENSION_L
672 MOVWF  MNDOL
673 BSF   STATUS,RP0
674 MOVFW  RESULTADO_VIN_H
675 BCF   STATUS,RP0
676 MOVWF  STD0H
677 BSF   STATUS,RP0
678 MOVFW  RESULTADO_VIN_L
679 BCF   STATUS,RP0
680 MOVWF  STD0L
681 CALL  RESTA16
682 BTFSC STATUS,C
683 GOTO  $+6
684 MOVLW  SIN_HISTERESIS_SUB_H
685 MOVWF  MINIMA_TENSION_H
686 MOVLW  SIN_HISTERESIS_SUB_L
687 MOVWF  MINIMA_TENSION_L
688 GOTO  VER_MAXIMA_TENSION
689 DECFSZ TEMP_TIEMPO_SUBTENSION,F
690 GOTO  VER_CONTROL
691 MOVLW  TIEMPO_SUBTENSION
692 MOVWF  TEMP_TIEMPO_SUBTENSION
693 BSF   ESTADO,FLAG_NO_CONTROL
694 MOVLW  HISTERESIS_SUB_H
695 MOVWF  MINIMA_TENSION_H
696 MOVLW  HISTERESIS_SUB_L
697 MOVWF  MINIMA_TENSION_L
698 CLRF  EK_2_H
699 CLRF  EK_2_L
700 CLRF  EK_1_H
701 CLRF  EK_1_L

```



```

702 GOTO VER_CONTROL.
703 VER_MAXIMA_TENSION
704 ; GOTO FIN_DE_PROGRAMA
705 MOVFW MAXIMA_TENSION_H
706 MOVWF MND0H
707 MOVFW MAXIMA_TENSION_L
708 MOVWF MND0L
709 CALL RESTA16
710 BTFSC STATUS,C
711 GOTO TENSION_ENTRADA_NORMAL
712 DECFSZ TEMP_TIEMPO_SOBRETENSION,F
713 GOTO CONTINUAR_CON_PID
714 MOVLW TIEMPO_SOBRETENSION
715 MOVWF TEMP_TIEMPO_SOBRETENSION
716 BSF ESTADO,FLAG_REINICIO
717 GOTO REINICIO
718 TENSION_ENTRADA_NORMAL
719 MOVLW TIEMPO_SOBRETENSION
720 MOVWF TEMP_TIEMPO_SOBRETENSION
721 .....
722 VER_CONTROL
723 BTFSC ESTADO,FLAG_NO_CONTROL
724 GOTO OBVIAR_CONTROL.
725 CONTINUAR_CON_PID
726 MOVLW FACTOR_RMS_VOUT
727 MOVWF DVSORL
728 CLRF DVSORH
729 CALL DIVISION
730 MOVFW COCIE_H
731 MOVWF STDOH
732 MOVFW COCIE_L
733 MOVWF STDOL
734 ;PRUEBA_PID
735 ; MOVFW 0X01
736 ; MOVWF STDOH
737 ; MOVFW 0XF4
738 ; MOVWF STDOL
739 ; MOVFW 0X03
740 ; MOVWF YK_1_H ;DEFINIENDO
Y(0)
741 ; MOVLW 0XE8
742 ; MOVWF YK_1_L
743 ; MOVLW 0XFF
744 ; MOVWF EK_1_H
745 ; MOVLW 0XCE
746 ; MOVWF EK_1_L
747 ; MOVLW 0X00
748 ; MOVWF EK_2_H
749 ; MOVLW 0X64
750 ; MOVWF EK_2_L
751 .....
752 ;;;PROCESO_CONTROL_PID
753 .....
754 MOVLW SIGNAL_SET_POINT_H
755 MOVWF MND0H
756 MOVLW SIGNAL_SET_POINT_L
757 MOVWF MND0L
758 CALL RESTA16
759 MOVFW RESTAH
760 MOVWF EK_H
761 MOVWF MPDORH
762 MOVFW RESTAL
763 MOVWF EK_L
764 MOVWF MPDORL
765 MOVLW A1
766 MOVWF MPND0
767 CALL MULTIPLICACION10X6;E(K)XA1
768 MOVFW YK_1_H
769 MOVWF SMDO1H
770 MOVFW YK_1_L
771 MOVWF SMDO1L
772 MOVFW PROH
773 MOVWF SMDO2H
774 MOVFW PROL
775 MOVWF SMDO2L
776 CALL SUMA16
777 .....
778 MOVFW EK_1_H ;E(K-1)XB1
779 MOVWF MPDORH
780 MOVFW EK_1_L
781 MOVWF MPDORL
782 MOVLW B1
783 MOVWF MPND0
784 CALL MULTIPLICACION10X6
785 MOVFW SUMAH
786 MOVWF MND0H
787 MOVFW SUMAL
788 MOVWF MNDOL
789 MOVFW PROH
790 MOVWF STDOH
791 MOVFW PROL
792 MOVWF STDOL
793 CALL RESTA16
794 .....
795 ;GOTO VER_RANGO_YK
796 ;BCF STATUS,C
797 ;RRF EK_2_H,F ;E(K-2)XCI
798 ;RRF EK_2_L,F
799 MOVFW EK_2_H
800 MOVWF MPDORH

```

```

801 MOVFW EK_2_I.
802 MOVWF MPDORI.
803 MOVLW CI
804 MOVWF MPNDO
805 CALL MUI.TIPLICACION10X6
806 MOVFW RESTAH
807 MOVWF SMDOIH
808 MOVFW RESTAL
809 MOVWF SMDOI.L
810 MOVFW PROH
811 MOVWF SMDO2H
812 MOVFW PROI.
813 MOVWF SMDO2I.
814 CALL SUMA16
815 VER_RANGO_YK
816 BTFSC SUMAH,7
817 GOTO MINIMO_ANGULO
818 MOVFW SUMAH
819 MOVWF STDOH
820 MOVFW SUMAL.
821 MOVWF STDOL
822 MOVLW MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_H
823 MOVWF MNDOH
824 MOVLW MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_L
825 MOVWF MNDOL.
826 CALL RESTA16
827 BTFSS STATUS,C
828 GOTO $+.10
829 MINIMO_ANGULO
830 MOVLW
    TMR_MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_H
831 MOVWF REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_H
832 MOVLW
    TMR_MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_L
833 MOVWF REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_L
834 MOVLW MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_H
835 MOVWF YK_1_H
836 MOVLW MINIMO_ANGULO_DE_DISPARO_L
837 MOVWF YK_1_L
838 GOTO GUARDAR_EK_1_2
839 MOVLW
    MAXIMO_ANGULO_DE_DISPARO_H;0X68
840 MOVWF MNDOH
841 MOVLW
    MAXIMO_ANGULO_DE_DISPARO_L;0XDE
842 MOVWF MNDOL.
843 CALL RESTA16
844 BTFSC STATUS,C
845 GOTO $+.10
846 MAXIMO_ANGULO
847 MOVLW
    TMR_MAXIMO_ANGULO_DE_DISPARO_H;0X97
    ;(SE CARGA EN EL TMR1
    FFFF-68DE=9721)
848 MOVWF REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_H
849 MOVLW
    TMR_MAXIMO_ANGULO_DE_DISPARO_L;0X21
850 MOVWF REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_L
851 MOVLW MAXIMO_ANGULO_DE_DISPARO_H
852 MOVWF YK_1_H
853 MOVLW MAXIMO_ANGULO_DE_DISPARO_L
854 MOVWF YK_1_L
855 GOTO GUARDAR_EK_1_2
856 MOVLW 0XFF
857 MOVWF MNDOH
858 MOVWF MNDOL.
859 MOVFW STDOH
860 MOVWF YK_1_H
861 MOVFW STDOL.
862 MOVWF YK_1_L.
863 CALL RESTA16
864 MOVFW RESTAH
865 MOVWF REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_H
866 MOVFW RESTAL
867 MOVWF REGISTRO_ANGULO_DE_DISPARO_L
868 GUARDAR_EK_1_2
869 MOVFW EK_1_H
870 MOVWF EK_2_H
871 MOVFW EK_1_L
872 MOVWF EK_2_I.
873 MOVFW EK_H
874 MOVWF EK_1_H
875 MOVFW EK_L
876 MOVWF EK_1_L
877 OBIJAR_CONTROL
878 ::::SECUENCIA DE TRANSMISION DE DATOS
879 .....
880 BTFSS PIR1,RCIF ;RECEPCION?
881 GOTO LAZO_PRINCIPAL
882 MOVWF REG_RECEPCION
883 BTFSC RCSTA,OERR
884 GOTO FALLA_RECEPCION_RS232
885 BTFSS RCSTA,FERR
886 GOTO RECEPCION_RS232_OK
887 MOVFW RCREG
888 FALLA_RECEPCION_RS232
889 ; BSF LED_FALLA_RECEPCION
890 BCF RCSTA,CREN
891 ;BSF ESTADO,FLAG_RECEPCION_RS_232
892 BSF RCSTA,CREN

```

```

893 GOTO LAZO_PRINCIPAL.
894 RECEPCION_RS232_OK
895 ; BCF LED_FALLA_RECEPCION
896 ;BCF ESTADO_FLAG_RECEPCION_RS_232
897 MOVFW RCREG;REG_RECEPCION
;EXAMINA DIRECCION DE LA SOLICITUD
898 XORLW FASE
899 BTFSS STATUS,Z
900 GOTO LAZO_PRINCIPAL
901 ENVIAR_MEDICIONES
902 BSF STATUS,RP0
903 BSF TXSTA,TXEN
904 MOVFW RESULTADO_VOUT_H;ENVIANDO
VOLTAJE DE SALIDA
905 BCF STATUS,RP0
906 MOVWF TXREG
907 BSF STATUS,RP0
908 BTFSS TXSTA,TRMT
909 GOTO $-1
910 MOVFW RESULTADO_VOUT_L
911 BCF STATUS,RP0
912 MOVWF TXREG
913 BSF STATUS,RP0
914 BTFSS TXSTA,TRMT
915 GOTO $-1
916 MOVFW RESULTADO_VIN_H ;ENVIANDO
VOLTAJE DE ENTRADA
917 BCF STATUS,RP0
918 MOVWF TXREG
919 BSF STATUS,RP0
920 BTFSS TXSTA,TRMT
921 GOTO $-1
922 MOVFW RESULTADO_VIN_L
923 BCF STATUS,RP0
924 MOVWF TXREG
925 BSF STATUS,RP0
926 BTFSS TXSTA,TRMT
927 GOTO $-1
928 MOVFW ALARMA_SINCRONISMO
929 BCF STATUS,RP0
930 MOVWF TXREG
931 BSF STATUS,RP0
932 BTFSS TXSTA,TRMT
933 GOTO $-1
934 ; BCF TXSTA,TXEN
935 BCF STATUS,RP0
936 ;ESPERAR_TIMER
937 ; MOVFW TMR0
938 ; SUBLW(.256-
VALOR_NOMINAL_TIEMPO_SEMICICLO)/2
939 ; BTFSC STATUS,C
940 ; GOTO $-3
941 ; BCF PORTC,I ;INDICADOR
942 GOTO LAZO_PRINCIPAL.
943 ;;;;;;RUTINA DE EXAMEN DE SIMETRIA
DEL_SINCRONISMO
944 ANALISIS_SIMETRIA_SINCRONISMO
945 MOVFW TIEMPO_SEMICICLO_A_H
946 MOVWF MND0H
947 MOVFW TIEMPO_SEMICICLO_A_L
948 MOVWF MND0L
949 MOVFW TIEMPO_SEMICICLO_B_H
950 MOVWF STDOH
951 MOVFW TIEMPO_SEMICICLO_B_L
952 MOVWF STDOL
953 CALL RESTA16
954 BTFSC STATUS,C
955 GOTO $+8
956 COMF RESTAH,F ;OBTENIENDO EL VALOR
ABSOLUTO
957 COMF RESTAL,F
958 MOVLW .1
959 ADDWF RESTAL,F
960 BTFSS STATUS,C
961 GOTO $+2
962 INCF RESTAH,F
963 MOVLW
MAXIMA_DIFERENCIA_SEMICICLOS_H
964 MOVWF MND0H
965 MOVLW
MAXIMA_DIFERENCIA_SEMICICLOS_L
966 MOVWF MND0L
967 MOVFW RESTAH
968 MOVWF STDOH
969 MOVFW RESTAL
970 MOVWF STDOL
971 CALL RESTA16
972 RETURN
973 ;—RUTINA PARA CONFIGURAR EL A/D(TODOS
LOS CANALES)———
974 CONFIG_AD
975 BANKSEL ADCON1
976 MOVLW B'10000000';SELECCIONA
JUSTIFICACION A LA DERECHA, TODOS LOS
CANALES CON VREF = VDD
977 MOVWF ADCON1
978 BANKSEL PORTA
979 RETURN
980 ;—RUTINA DE CONFIGURACION DEL PUERTO
SERIAL ASINCRONO———

```



```

1063 BSF STATUS,C
1064 RETURN
1065 ADDLW .1
1066 MOVWF SUMAH
1067 RETURN
1068 MOVWF SUMAL
1069 MOVFW SMDO1H
1070 ADDWF SMDO2H,W
1071 MOVWF SUMAH
1072 RETURN
1073 ;-RUTINA DE DIFERENCIA DE 24
BITS(ACARREO EN STATUS,C
1074 RESTA24
1075 MOVFW STDOL
1076 SUBWFMNDOL,W
1077 MOVWF RESTAL
1078 BTFSS STATUS,C
1079 GOTO $+5
1080 MOVFW STDOH
1081 SUBWFMNDOH,W
1082 MOVWF RESTAH
1083 GOTO $+4
1084 COMF STDOH,W
1085 ADDWF MNDOH,W
1086 MOVWF RESTAH
1087 BTFSS STATUS,C
1088 GOTO $+5
1089 MOVFW STDOH3
1090 SUBWFMNDOH3,W
1091 MOVWF RESTAH3
1092 RETURN
1093 COMF STDOH3,W
1094 ADDWF MNDOH3,W
1095 MOVWF RESTAH3
1096 RETURN
1097 ;-RUTINA DE SUMA DE 24 BITS(ACARREO
EN STATUS,C)-----
1098 SUMA24
1099 MOVFW SMDO1L
1100 ADDWF SMDO2L,W
1101 MOVWF SUMAL
1102 BTFSS STATUS,C
1103 GOTO $+.12
1104 MOVFW SMDO1H
1105 ADDWF SMDO2H,W
1106 BTFSS STATUS,C
1107 GOTO $+5
1108 ADDLW .1
1109 MOVWF SUMAH
1110 BSF STATUS,C
1111 GOTO SUMANDO_3
1112 ADDLW .1
1113 MOVWF SUMAH
1114 GOTO SUMANDO_3
1115 MOVFW SMDO1H
1116 ADDWF SMDO2H,W
1117 MOVWF SUMAH
1118 SUMANDO_3
1119 BTFSS STATUS,C
1120 GOTO $+.12
1121 MOVFW SMDO1H3
1122 ADDWF SMDO2H3,W
1123 BTFSS STATUS,C
1124 GOTO $+5
1125 ADDLW .1
1126 MOVWF SUMAH3
1127 BSF STATUS,C
1128 RETURN
1129 ADDLW .1
1130 MOVWF SUMAH3
1131 RETURN
1132 MOVFW SMDO1H3
1133 ADDWF SMDO2H3,W
1134 MOVWF SUMAH3
1135 RETURN
1136 ;-RUTINA PARA MULTIPLICACIÓN DE
8X8 BITS-----;
1137 MULTIPLICACION8X8
1138 BSF STATUS,RP0
1139 CLRF PROH
1140 CLRF PROL
1141 MOVLW 0X08
1142 MOVWF CONTADOR_TEMPORAL
1143 BUCLE8
1144 RRF MPDORL,F ;ANALIZA BIT DEL ....
1145 BTFSS STATUS,C ;...MULTIPLICADOR
1146 GOTO CERO
1147 MOVF MPNDO,W
1148 ADDWF PROH,F ;ACUMULA +MPNDO
1149 CERO
1150 RRF PROH,F ;SI FUE CERO SOLAMENTE
SE EXTRAE BIT LSB DE...
1151 RRF PROL,F ;...PROH Y SE PONE EN
PROL
1152 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F ;8
VECES PARA TODO EL BYTE DEL MPDOR
1153 GOTO BUCLE8
1154 BCF STATUS,RP0
1155 RETURN

```

**1156 ;--RUTINA PARA MULTIPLICACIÓN DE  
10X6 BITS ---;**

1157 MULTIPLICACION10X6  
1158 CLRF PROH  
1159 CLRF PROL  
1160 MOVLW 6  
1161 MOVWF CONTADOR\_TEMPORAL  
1162 BUCLE6  
1163 RRF MPNDO,F  
1164 BTFSS STATUS,C  
1165 GOTO CERO6  
1166 MOVFW MPDORL  
1167 ADDWF PROL,F ;ACUMULA MPDOR  
1168 BTFSS STATUS,C  
1169 GOTO \$+2  
1170 INCF PROH,F  
1171 MOVFW MPDORH  
1172 ADDWF PROH,F  
1173 CERO6  
1174 BCF STATUS,C  
1175 RLF MPDORL,F ;SE EXTRAE LSB DE  
PROH...  
1176 RLF MPDORH,F ;...YSE PONE EN PROL  
1177 DECFSZ CONTADOR\_TEMPORAL,F;10  
VECES PARA TODOS LOS BITS DEL MPDOR  
1178 GOTO BUCLE6  
1179 RETURN

**1180 ;—RUTINA QUE ELEVA AL CUADRADO UN  
NUMERO DE 10 BITS**

1181 ELEAR\_AL\_CUADRADO  
1182 MOVFW BASEL  
1183 MOVWF MPNDO  
1184 MOVWF MPDORI  
1185 CALL MULTIPLICACION8X8  
1186 CLRF SMDO1H  
1187 CLRF SMDO1L  
1188 CLRF SMDO2H  
1189 CLRF SMDO2L  
1190 BTFSC BASEH,0  
1191 BSF SMDO1L,7  
1192 BTFSC BASEH,1  
1193 BSF SMDO1H,0  
1194 MOVFW BASEL  
1195 ADDWF SMDO1L,F  
1196 BTFSC STATUS,C  
1197 INCF SMDO1H,F  
1198 BTFSS BASEH,0  
1199 GOTO \$+5  
1200 MOVFW SMDO1L  
1201 ADDWF SMDO2L,F

1202 MOVFW SMDO1H  
1203 ADDWF SMDO2H,F  
1204 BTFSS BASEH,1  
1205 GOTO \$+.11  
1206 BCF STATUS,C  
1207 RLF SMDO1L,F  
1208 RLF SMDO1H,F  
1209 MOVFW SMDO1L  
1210 ADDWF SMDO2L,F  
1211 BTFSS STATUS,C  
1212 GOTO \$+2  
1213 INCF SMDO2H,F  
1214 MOVFW SMDO1H  
1215 ADDWF SMDO2H,F  
1216 CLRF CUADRADOH  
1217 CLRF CUADRADOI  
1218 CLRF CUADRADOH3  
1219 BTFSC SMDO2H,3  
1220 BSF CUADRADOH3,4  
1221 BTFSC SMDO2H,2  
1222 BSF CUADRADOH3,3  
1223 BTFSC SMDO2H,1  
1224 BSF CUADRADOH3,2  
1225 BTFSC SMDO2H,0  
1226 BSF CUADRADOH3,1  
1227 BTFSC SMDO2L,7  
1228 BSF CUADRADOH3,0  
1229 BTFSC SMDO2L,6  
1230 BSF CUADRADOH,7  
1231 BTFSC SMDO2L,5  
1232 BSF CUADRADOH,6  
1233 BTFSC SMDO2L,4  
1234 BSF CUADRADOH,5  
1235 BTFSC SMDO2L,3  
1236 BSF CUADRADOH,4  
1237 BTFSC SMDO2L,2  
1238 BSF CUADRADOH,3  
1239 BTFSC SMDO2L,1  
1240 BSF CUADRADOH,2  
1241 BTFSC SMDO2L,0  
1242 BSF CUADRADOH,1  
1243 MOVFW PROL  
1244 ADDWF CUADRADOL,F  
1245 BTFSS STATUS,C  
1246 GOTO \$+6  
1247 MOVLW  
1248 ADDWF CUADRADOH,F  
1249 BTFSS STATUS,C  
1250 GOTO \$+2  
1251 INCF CUADRADOH3,F

```

1252 MOVFW PROH
1253 ADDWF CUADRADO11,F
1254 BTFSS STATUS,C
1255 GOTO $+2
1256 INCF CUADRADO13,F
1257 RETURN
1258 ;---RUTINA DE DIVISION DE 16/16BITS---
1259 DIVISION
1260 ;BSF STATUS,RP0
1261 CLRF RESTOL
1262 CLRF RESTOH
1263 ;BCF STATUS,RP0
1264 CLRF COCIE_L
1265 CLRF COCIE_H
1266 MOVLW .16 ;PARA LOS 16 BITS
1267 MOVWF CONTADOR_TEMPORAL
1268 BUCLE1
1269 RLF DVDOL,F ;DESPLAZA BITS DEL
DIVIDENDO UNO EN UNO...
1270 RLF DVDOH,F
1271 RLF RESTOL,F ;QUE SERVIRÁ PARA
LA DIVISIÓN CON EL DIVISOR
1272 RLF RESTOH,F
1273 MOVFW RESTOL
1274 MOVWF MNDOL
1275 MOVFW RESTOH
1276 MOVWF MNDOH
1277 MOVFW DVSORH ;COMPARA SI SE
PUEDE DIVIDIR...
1278 MOVWF STD0H
1279 MOVFW DVSORL
1280 MOVWF STDOL
1281 CALL RESTA16
1282 BTFSS STATUS,C ;POR AHORA
1283 GOTO NODIVI ;NO, ENTONCES IR A
NO DIVISIBLE
1284 RLF COCIE_L,F ;SI, ENTONCES
DESPLAZAR "1" DEL ACARREO AL COCIENTE
1285 RLF COCIE_H,F
1286 MOVFW RESTAH
1287 MOVWF RESTOH ;GUARDAR LA
RESTA EN REGA
1288 MOVFW RESTAL
1289 MOVWF RESTOI
1290 GOTO DECRE1 ;IR A DECREMENTAR
CONTADOR
1291 NODIVI
1292 RLF COCIE_L,F ;SI NO HAY DIVISIBILIDAD
ENTONCES DESPLAZAR "0" DEL ACARREO AL
COCIENTE
1293 RLF COCIE_H,F
1294 DECRE1
1295 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F
;DECREMENTA CONTADOR,SI FUERON 16...
1296 GOTO BUCLE1 ;...DESPLAZAMIENTOS
ENTONCES SALIR DEL BUCLE
1297 RETURN
1298 ;---RUTINA DE RAIZ CUADRADA PARA
RADICANDO DE 24 BITS-----
1299 RAIZ_CUADRADA
1300 CLRF TEMPORAL_RADICANDO_1
1301 CLRF TEMPORAL_RADICANDO_2
1302 CLRF TEMPORAL_RADICANDO_3
1303 CLRF RAIZL
1304 CLRF RAIZH
1305 CLRF STD0H3
1306 MOVLW .24 ;PARA 24 BITS
1307 MOVWF CONTADOR_TEMPORAL
1308 BCF
ESTADO,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRADA
;FLAG QUE INDICA SI EL BIT DEL RADICANDO
TIENE POSICIÓN PAR
1309 VER_PRIMER_BIT
1310 BTFSS
ESTADO,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRADA
1311 GOTO $+3
1312 BCF
ESTADO,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRADA
1313 GOTO $+2
1314 BSF
ESTADO,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRADA
1315 BCF STATUS,C
1316 RLF RADICANDO1,F
1317 RLF RADICANDO2,F
1318 RLF RADICANDO3,F
1319 BTFSC STATUS,C
1320 GOTO INICIAR_CALCULO_RAIZ
1321 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F
1322 GOTO VER_PRIMER_BIT
1323 ;CLRF RAIZL
1324 ;CLRF RAIZH
1325 RETURN
1326 INICIAR_CALCULO_RAIZ
1327 BSF RAIZL,0 ;OBTENIENDO LA
PRIMERA RAIZ
1328 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F
1329 GOTO $+2
1330 RETURN
1331 BSF TEMPORAL_RADICANDO_1,0

```

```

1332  BTFS  ESTADO,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRADA
1333  GOTO  $+8
1334  RLF   RADICANDO1,F
1335  RLF   RADICANDO2,F
1336  RLF   RADICANDO3,F
1337  RLF   TEMPORAL_RADICANDO_1,F
1338  DECFSZ  CONTADOR_TEMPORAL,F
1339  GOTO  $+2
1340  RETURN
1341  decfTEMPORAL_RADICANDO_1,F ;restando la
primera raiz
1342  BUCLE_CALCULO_RAIZ
1343  RLF   RADICANDO1,F
1344  RLF   RADICANDO2,F
1345  RLF   RADICANDO3,F
1346  RLF   TEMPORAL_RADICANDO_1,F
1347  RLF   TEMPORAL_RADICANDO_2,F
1348  RLF   TEMPORAL_RADICANDO_3,F
1349  RLF   RADICANDO1,F
1350  RLF   RADICANDO2,F
1351  RLF   RADICANDO3,F
1352  RLF   TEMPORAL_RADICANDO_1,F
1353  RLF   TEMPORAL_RADICANDO_2,F
1354  RLF   TEMPORAL_RADICANDO_3,F
1355  MOVFW  RAIZL
1356  MOVWF  PRODUCTO1
1357  MOVFW  RAIZH
1358  MOVWF  PRODUCTO2
1359  BCF   STATUS,C
1360  RLF   PRODUCTO1,F
1361  RLF   PRODUCTO2,F
1362  RLF   PRODUCTO1,F
1363  RLF   PRODUCTO2,F
1364  MOVLW  .1
1365  ADDWF  PRODUCTO1,F
1366  BTFS  STATUS,C
1367  ADDWF  PRODUCTO2,F
1368  MOVFW  TEMPORAL_RADICANDO_1
1369  MOVWF  MNDOL
1370  MOVFW  TEMPORAL_RADICANDO_2
1371  MOVWF  MNDOH
1372  MOVFW  TEMPORAL_RADICANDO_3
1373  MOVWF  MNDOH3
1374  MOVFW  PRODUCTO1
1375  MOVWF  STDOL
1376  MOVFW  PRODUCTO2
1377  MOVWF  STDOH
1378  CALL  RESTA24
1379  BTFS  STATUS,C
1380  GOTO  $+4
1381  ;BCF  STATUS,C
1382  RLF   RAIZL,F
1383  RLF   RAIZH,F
1384  GOTO  VER_SI_24_VECES
1385  MOVFW  RESTAL
1386  MOVWF  TEMPORAL_RADICANDO_
1387  MOVFW  RESTAH
1388  MOVWF  TEMPORAL_RADICANDO_2
1389  MOVFW  RESTAH3
1390  MOVWF  TEMPORAL_RADICANDO_3
1391  BSF   STATUS,C
1392  RLF   RAIZL,F
1393  RLF   RAIZH,F
1394  VER_SI_24_VECES
1395  DECFSZ  CONTADOR_TEMPORAL,F
1396  GOTO  $+2
1397  RETURN
1398  DECFSZ  CONTADOR_TEMPORAL,F
1399  GOTO  BUCLE_CALCULO_RAIZ
1400  RETURN
1401  ;FIN_DE_PROGRAMA
1402  ;GOTO $
1403  END

```



**ANEXO B**  
**PROGRAMA DE MONITOREO DE SEÑALES**

```

;PROGRAMA DEL DISPLAY
2 ;REGULACION DE VOLTAJE CON CONTROL PID
3 ;VERSION: 1.3
4 ;DURACION DEL PROYECTO: JULIO-OCTUBRE
2004
5 ;FECHA DE MODIFICACION: JULIO 2005
i. LIST P=16F870
ii. INCLUDE "P16F870.INC"
iii. __CONFIG 0E45
6 ;;;;DEFINICION DE VARIABLES;;;
7 CBLOCK 0X20
8 ;;;;;;REGISTROS AUXILIARES QUE ALMACENAN
ESTADO DEL CPU
9 W TEMP
10 STATUS_TEMP
11 PCLATH_TEMP
12 ;;;;;;REGISTROS TEMPORALES AUXILIARES A
13 TEMPI
14 TEMP2
15 TEMP5
16 ;;;;;;VARIABLES DE LA SUMA
17 SMDO2L
18 SMDO2H3
19 SMDO2H
20 SMDO1L
21 SMDO1H3
22 SMDO1H
23 SUMAL
24 SUMAH
25 SUMAH3
26 ;;;;;;VARIABLES DE LA RESTA
27 MNDOH
28 MNDOH3
29 MNDOL
30 STD0H
31 STD0H3
32 STDOL
33 RESTAL
34 RESTAH
35 RESTAH3
36 ;;;;;;VARIABLES DE LA DIVISION
37 DVDOL
38 DVDOH
39 COCIE_L
40 COCIE_H
41 DVSORH
42 DVSORL
43 RESTOH
44 RESTOL
45 ;;;;;;VARIABLES DE LA MULTIPLICACION
46 MPNDO
47 MPDORH
48 MPDORL
49 PROH
50 PROL
51 ;;;;;;VARIABLES DE LA OPERACION ELEVAR
AL CUADRADO
52 BASEL
53 BASEH
54 CUADRADOH
55 CUADRADOL
56 CUADRADOH3
57 ;;;;;;ACUMULADORES AUXILIARES PARA
CALCULO DE MEDICIONES
58 ACUMULADOR_H3
59 ACUMULADOR_H
60 ACUMULADOR_L
61 ;;;;;;VARIABLES DE LA RAIZ CUADRADA
62 TEMPORAL_RADICANDO_1
63 TEMPORAL_RADICANDO_2
64 TEMPORAL_RADICANDO_3
65 RAIZL
66 RAIZH
67 RADICANDO1
68 RADICANDO2
69 RADICANDO3
70 PRODUCTO1
71 PRODUCTO2
72 ;;;;;;REGISTROS PARA MEDICIONES
73 NUMERADOR_CONVERSION
74 DENOMINADOR_CONVERSION_H
75 DENOMINADOR_CONVERSION_L
76 RESULTADO_CONVERSION_H
77 RESULTADO_CONVERSION_L
78 CONTADOR_DE_MEDICIONES
79 CONTADOR_TEMPORAL
80 ;;;;;;REGISTROS QUE ALMACENAN
PARAMETROS DE CONTROL
81 MAXIMA_TEMPERATURA_H
82 MAXIMA_TEMPERATURA_L
83 MAXIMA_TENSION_H
84 MAXIMA_TENSION_L
85 MINIMA_TENSION_L
86 MINIMA_TENSION_H
87 MINIMA_TENSION_H_VOUT
88 MINIMA_TENSION_L_VOUT
89 MAXIMA_TENSION_H_VOUT
90 MAXIMA_TENSION_L_VOUT
91 SOBRECARGA_H
92 SOBRECARGA_L

```

93 ;;;;;;;;;REGISTROS AUXILIARES PARA TOLERANCIA DE SOBRECARGA  
 94 IK\_R\_H3  
 95 IK\_R\_H  
 96 IK\_R\_L  
 97 ;;;;;;;;;REGISTROS PARA TEXTO A  
 98 PUNTERO  
 99 POSICION\_DE\_PANTALLA  
 100 DATA\_LCD  
 101 CONTA\_CHARACTER  
 102 CONTADOR\_TURNO  
 103 ;;;;;;;;;CONTADORES PARA TEMPORIZACION  
 104 CONTADOR\_SUB\_SOB  
 105 CONTADOR\_SUB\_SOB\_VOUT  
 106 SINCRONISMO\_PRESENTACIONES  
 107 TEMPORIZADOR BUZZER  
 108 TEMPORIZADOR\_SUBTENSION  
 109 TEMPORIZADOR\_SOBRETENSION  
 110 TEMPORIZADOR\_SOBRETENSION\_VOUT  
 111 TEMPORIZADOR\_SUBTENSION\_VOUT  
 112 ;;;;;;;;;REGISTROS PARA COMUNICACIONES  
 113 CONTA\_BYTES  
 114 TEMPORIZADOR\_COMUNICACIONES  
 115 ;;;;;;;;;REGISTROS QUE CONTIENE LOS FLAGS INDICADORES DE DIVERSOS PROCESOS  
 116 ESTADO  
 117 ESTADO2  
 118 ESTADO3  
 119 ENDC  
 120 CBLOCK 0XA0  
 121 ;;;;;;;;;REFLEJO DE LOS REGISTROS DE ESTADO EN EL BANCO 1  
 122 W\_TEMP1  
 123 STATUS\_TEMP1  
 124 PCLATH\_TEMP1  
 125 ;REGISTROS DONDE SE ALMACENAN RESULTADOS MEDICIONES  
 126 ;DIRECCION 0XA3  
 127 RESULTADO\_VOUT\_R\_H  
 128 RESULTADO\_VOUT\_R\_L  
 129 RESULTADO\_VIN\_R\_H  
 130 RESULTADO\_VIN\_R\_L  
 131 ALARMA\_SINCRONISMO\_R  
 132 RESULTADO\_IOUT\_R\_H  
 133 RESULTADO\_IOUT\_R\_L  
 134 ;;;;;;;;;REGISTROS TEMPORALES AUXILIARES B  
 135 CONTADOR\_SOBRECARGA  
 136 TEMP4  
 137 ;;;;;;;;;REGISTROS PARA TEXTO B  
 138 CENTENA  
 139 DECENA  
 140 UNIDAD  
 141 ENDC  
 142 ;;;;;;;;;PUNTEROS PARA LA RUTINA DE PRESENTACIONES  
 143 CBLOCK 0X00  
 144 RESET\_PUNTERO ;NO APUNTA A NINGUNA OPERACION  
 145 ALARMA\_FALLA\_SIMETRIA  
 146 ALARMA\_SOBRETEMPERATURA  
 147 ALARMA\_SOBRECARGA  
 148 ALARMA\_SOBRETENSION  
 149 ALARMA SUBTENSION  
 150 MEDICIONES\_VIN  
 151 PRESENTACION\_MEDICIONES\_VIN  
 152 MEDICIONES\_VOUT  
 153 PRESENTACION\_MEDICIONES\_VOUT  
 154 MEDICIONES\_IOUT  
 155 PRESENTACION\_MEDICIONES\_IOUT  
 156 MEDICIONES\_OTRO  
 157 PRESENTACION\_MEDICIONES\_OTRO  
 158 ENDC  
 159 ;;;;;;;;;FLAGS DEL REGISTRO ESTADO  
 160 CBLOCK 0X00  
 161 FLAG\_RECEPCION\_RS\_232  
 162 MEDICIONES\_DISPUESTAS  
 163 MEDICION\_SUB\_SOB  
 164 FLAG\_SOB  
 165 FLAG\_SUB  
 166 FLAG\_ALARMA\_SOBRECARGA  
 167 FLAG\_FALLA\_SIMETRIA  
 168 ENDC  
 169 ;;;;;;;;;FLAGS DEL REGISTRO ESTADO2  
 170 CBLOCK 0X00  
 171 FLAG\_ROTACION\_PANTALLA  
 172 FLAG\_ROTACION\_CHARACTER  
 173 FLAG\_ESPERA\_SINCRONISMO  
 174 MEDICION\_SOBRECORRIENTE  
 175 BUZZER\_ON  
 176 FLAG\_INICIO  
 177 MEDICIONES\_DIRECTAS  
 178 FLAG\_S\_TEMPERATURA  
 179 ENDC  
 180 ;;;;;;;;;FLAGS DEL REGISTRO ESTADO3  
 181 CBLOCK 0X00  
 182 INDICADOR\_ACARREO\_24  
 183 INDICADOR\_PAR\_EN\_RAIZ\_CUADRADA  
 184 FLAG\_SOB\_VOUT  
 185 FLAG\_SUB\_VOUT  
 186 FLAG\_INICIO\_VOUT

```

187 FLAG_V_SALIDA_OK
188 FLAG_CARGA_OK
189 ENDC
190 ;;;;;;;;;;DEFINICION DE PINES DE
CONTROL;;;;;;;;;
191 #DEFINE RS_LCD PORTB,2
192 #DEFINE E_LCD PORTB,3
193 #DEFINE ACOPLAMIENTO_DE_CARGA
PORTC,3
194 #DEFINE PORT_BUZZER PORTC,4
195 #DEFINE JUMPER_CALIBRACION PORTC,0
196 ;#DEFINE LED_FALLA_COMUNICACION PORTA,2
197 ;;;; COMANDOS DE CONTROL DEL LCD
198 CONSTANT LCD_LINE1=0X80 ;COLOCA EL
CURSOR EN LA POSICIÓN 1 LÍNEA 1
199 CONSTANT LCD_LINE2=0XC0 ;COLOCA EL
CURSOR EN LA POSICIÓN 1 LÍNEA 2
200 CONSTANT LCD_CLR=0X01 ;BORRA
LA PANTALLA. COLOCA EL CURSOR EN LA POSICIÓN
1 LÍNEA 1
201 CONSTANT LCD_INICIO=0X02 ;COLOCA EL
CURSOR EN LA POSICIÓN 1 LÍNEA 1
202 CONSTANT LCD_INC=0X06 ;CURSOR
INCREMENTA POSICIÓN DESPUÉS DE CADA
CARÁCTER
203 ;LCD_DEC EQU 0X04 ;CURSOR
DECREMENTA POSICIÓN DESPUÉS DE CADA
CARÁCTER
204 CONSTANT LCD_ON=0X0C ;ENCIENDE LA
PANTALLA
205 CONSTANT LCD_OFF=0X08 ;APAGA
LA PANTALLA
206 CONSTANT LCD_CURSOR=0X0E ;ENCIENDE LA
PANTALLA Y EL CURSOR (_CURSOR)
207 CONSTANT LCD_CUSOFF=0X0C ;APAGA EL
CURSOR
208 CONSTANT LCD_CURSBLINK=0X0D ;ENCIENDE
LA PANTALLA Y PARPADEA EL CURSOR ([CURSOR)
209 CONSTANT LCD_LEFT=0X18 ;DESPLAZA
LOS CARACTERES MOSTRADOS A LA IZQUIERDA
210 ;LCD_RIGHT EQU 0X1C ;DESPLAZA
LOS CARACTERES MOSTRADOS A LA DERECHA
211 ;LCD_CL EQU 0X10 ;MUEVE EL
CURSOR UNA POSICIÓN A LA IZQUIERDA
212 ;LCD_CR EQU 0X14 ;MUEVE EL
CURSOR UNA POSICIÓN A LA DERECHA
213 CONSTANT LCD_4BIT=0X28 ;PROGRAMA
INTERFACE 4 BITS, PANTALLA 2 LÍNEAS, 5X7.
214 ;LCD_CGRAM EQU 0X40 ;PROGRAMA
GENERADOR CARACTERES USUARIO RAM.
215 ;*****
216 ;;;;;;;;;;CANALES DE MEDICIONES
217 CONSTANT MEDIR_TEMPERATURA=B'01000001'
;CANAL 0
218 CONSTANT MEDIR_VOLTAJE_LCD=B'01001001'
;CANAL 1
219 CONSTANT MEDIR_IOUT_R= B'01010001'
;CANAL 2
220 CONSTANT MEDIR_IOUT_S= B'01011001'
;CANAL 3
221 CONSTANT MEDIR_IOUT_T= B'01100001'
;CANAL 4
222 ;;;;;;;;;;PARAMETROS PARA TEMPORIZACIONES
223 CONSTANT
VALOR_SINCROMISMO_PRESENTACIONES=.200 ;15
SEG. APROX.
224 CONSTANT SEGUNDOS_PARA_HABILITACION=.8
;4 SEG. APROX.
225 CONSTANT TIEMPO_ACTIVACION_SOB_SUB=.3
226 CONSTANT TIEMPO_ACTIVACION_SOB_VOUT=.5
227 CONSTANT
TIEMPO_ACTIVACION_SUB_VOUT=.10
228 CONSTANT VALOR_TEMPORIZADOR_BUZZER=8
229 CONSTANT
TIEMPO_MINIMO_CARGA_NORMAL=.30
230 ;;;;;;;;;;PARAMETROS PARA COMUNICACIONES
231 CONSTANT INICIO_BLOQUE_DATOS=0XA3
232 CONSTANT
VALOR_TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES=.12
;PARA REFRESCO DE MEDICIONES(LAS 3 FASES
EN TOTAL)CADA 0.6 SEG. APROX
233 CONSTANT NUMERO_DE_BYTES_RECEPCION=5
234 CONSTANT DATO_FALLA_SINCROMISMO='@'
235 CONSTANT LIMITE_VALOR_OK_L=0XD7
236 CONSTANT LIMITE_VALOR_OK_H=0X0D
237 ;;;;;;;;;;PARAMETROS DE HISTERESIS
238 CONSTANT
SIN_HISTERESIS_SUB_H=0X03;0X07;(170*DENOMINA
DOR_VIN_L)/NUMERADOR_VIN]
239 CONSTANT SIN_HISTERESIS_SUB_L=0X3F;0X08
240 CONSTANT HISTERESIS_SUB_H=0X03;0X07
;FORMULA
[180*DENOMINADOR_VIN_L/NUMERADOR_VIN]
241 CONSTANT HISTERESIS_SUB_L=0X70;0X62
242 CONSTANT
SIN_HISTERESIS_SOB_H=0X04
;FORMULA
[260*DENOMINADOR_VIN_L/NUMERADOR_VIN]
243 CONSTANT SIN_HISTERESIS_SOB_L=0XF7
244 CONSTANT HISTERESIS_SOB_H=0X04 ;FORMULA
=[250*DENOMINADOR_VIN_L/NUMERADOR_VIN]

```

```

245 CONSTANT HISTERESIS_SOB_L=0XC6
246 CONSTANT
SIN_HISTERESIS_SUB_H_VOUT=0X06;(190*DENOMIN
ADOR_VOUT_L)/NUMERADOR_VOUT]
247 CONSTANT SIN_HISTERESIS_SUB_L_VOUT=0XAE
248 CONSTANT HISTERESIS_SUB_H_VOUT=0X07
;FORMULA
[200*DENOMINADOR_VOUT_L/NUMERADOR_VOUT]
249 CONSTANT HISTERESIS_SUB_L_VOUT=0X08
250 CONSTANT SIN_HISTERESIS_SOB_H_VOUT=0X08
;FORMULA
[240*DENOMINADOR_VOUT_L/NUMERADOR_VOUT]
251 CONSTANT SIN_HISTERESIS_SOB_L_VOUT=0X70
252 CONSTANT HISTERESIS_SOB_H_VOUT=0X08
;FORMULA
[235*DENOMINADOR_VOUT_L/NUMERADOR_VOUT]
253 CONSTANT HISTERESIS_SOB_L_VOUT=0X43
254 CONSTANT SIN_HISTERESIS_SOBRECARGA_H=0
;I ;FORMULA
[100*DENOMINADOR_IOUT_L/NUMERADOR_IOUT]
255 CONSTANT
SIN_HISTERESIS_SOBRECARGA_L=0XFA ;0XF4
256 CONSTANT HISTERESIS_SOBRECARGA_H=0 ;I
;FORMULA
[90*DENOMINADOR_IOUT_L/NUMERADOR_IOUT]
257 CONSTANT HISTERESIS_SOBRECARGA_L=0XE1
;0XC2
258 CONSTANT
SIN_HISTERESIS_S_TEMPERATURA_H=0X00 ;PARA
60 °C (PARA 46°C :0X291)
259 CONSTANT
SIN_HISTERESIS_S_TEMPERATURA_L=.60
260 CONSTANT
HISTERESIS_S_TEMPERATURA_H=0X00
261 CONSTANT HISTERESIS_S_TEMPERATURA_L=.50
262 ;;;;;FACTORES DE CONVERSION
263 CONSTANT NUMERADOR_VIN=.9
264 CONSTANT DENOMINADOR_VIN_H=0
265 CONSTANT DENOMINADOR_VIN_L=.44
266 CONSTANT NUMERADOR_VOUT=1
267 CONSTANT DENOMINADOR_VOUT_H=0
268 CONSTANT DENOMINADOR_VOUT_L=.9
269 CONSTANT NUMERADOR_IOUT=4
270 CONSTANT DENOMINADOR_IOUT_H=0
271 CONSTANT DENOMINADOR_IOUT_L=.10
272 CONSTANT NUMERADOR_TEMPERATURA=.15
273 CONSTANT DENOMINADOR_TEMPERATURA_H=0
274 CONSTANT
DENOMINADOR_TEMPERATURA_L=.31
275 CONSTANT CER0_GRADOS_KELVIN_H=0X02
;((.273-
.2)*DENOMINADOR_TEMPERATURA_L)/NUMERADOR
_TEMPERATURA
276 CONSTANT CER0_GRADOS_KELVIN_L=0X30
277 CONSTANT NUMERADOR_VOLTAJE_LCD=.1
278 CONSTANT DENOMINADOR_VOLTAJE_LCD_L=.10
279 CONSTANT DENOMINADOR_VOLTAJE_LCD_H=.0
280 CONSTANT
FACTOR_PARA_ANCHO_PULSO_H=0X42:200*85
281 CONSTANT
FACTOR_PARA_ANCHO_PULSO_L=0X68
282 CONSTANT MAXIMO_ANCHO_DE_PULS =.112
283 ;;;;;;;;;;PARAMETROS PARA LIMITACION DE
SOBRECARGA
284 CONSTANT
LIMITE_INTEGRACION_CORRIENTE_H3=0X00
;PARA APROX. 20 SEG.A PLENA CARGA
285 CONSTANT
LIMITE_INTEGRACION_CORRIENTE_H=0X0A
;FORMULA
[(20/0.6)*SIN_HISTERESIS_SOBRECARGA/3]
286 CONSTANT
LIMITE_INTEGRACION_CORRIENTE_L=0XD9
287 ;;;;;;;;;;PARAMETROS PARA CALCULO DE
RMS;;;;;;;;;;;;
288 CONSTANT NUMERO_MEDICIONES=24
289 CONSTANT COMPLEMENTO_DT=.122
290 ;;;;;;;;;;
291 ORG 0X000
292 CLRWDT
293 GOTO INICIO
294 ORG 0X004
295 ;-----RUTINA DE SERVICIO A LA
INTERRUPCION-----
296 PUSH
297 MOVWF W_TEMP
298 SWAPF STATUS, W
299 MOVWF STATUS_TEMP
300 SWAPF PCLATH, W
301 MOVWF PCLATH_TEMP
302 BCF PCLATH,3
303 BTFSF STATUS_TEMP,DC ;LA POSICION DEL RP0
DESPUES DEL SWAPF
304 GOTO CONTINUAR_PROCESO
305 MOVFW W_TEMP
306 BCF STATUS,RP0
307 MOVWF W_TEMP
308 BSF STATUS,RP0
309 MOVFW STATUS_TEMP

```

```

310 BCF     STATUS,RP0
311 MOVWF  STATUS_TEMP
312 BSF     STATUS,RP0
313 MOVFW  PCLATH_TEMP
314 BCF     STATUS,RP0
315 MOVWF  PCLATH_TEMP
316 CONTINUAR_PROCESO
317 BCF     STATUS,RP0
318 BTFSS  INTCON,TOIF
319 GOTO   VER_RECEPCION_DE_DATOS
320 BCF     INTCON,TOIF
321 BSF
    ESTADO2,FLAG_ROTACION_CARACTER
322 DECFSZ
    TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES,F
323 GOTO   VER_SOLICITUD_IOUT
324 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;PROCESO PARA LA ALARMA
    INTERRUMPIDA DEL BUZZER
325 BTFSS  ESTADO2,BUZZER_ON
326 GOTO   CONTINUAR_CON_COMUNICACIONES
327 DECFSZ  TEMPORIZADOR_BUZZER,F
328 GOTO   $+5
329 MOVLW  VALOR_TEMPORIZADOR_BUZZER
330 MOVWF  TEMPORIZADOR_BUZZER
331 BSF     PORT_BUZZER
332 GOTO   CONTINUAR_CON_COMUNICACIONES
333 MOVFW  TEMPORIZADOR_BUZZER
334 XORLW
    (VALOR_TEMPORIZADOR_BUZZER*7)/8
335 BTFSS  STATUS,Z
336 GOTO   CONTINUAR_CON_COMUNICACIONES
337 BCF     PORT_BUZZER
338 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;
339 CONTINUAR_CON_COMUNICACIONES
340 MOVLW
    VALOR_TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES
341 MOVWF  TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES
342 MOVLW  INICIO_BLOQUE_DATOS ;REINICIO
    DEL BLOQUE DE DATOS
343 MOVWF  FSR
344 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;PETICION DE MEDIDAS 'R'
345 MOVLW  'R'
346 MOVWF  TXREG
347 CALL   HABILITAR_RECEPCION
348 GOTO   VER_PRESENTACIONES
349 VER_SOLICITUD_IOUT
350 MOVLW
    (VALOR_TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES/3)
351 XORWF
    TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES,W
352 BTFSS  STATUS,Z
353 GOTO   VER_PRESENTACIONES
354 BSF     ESTADO2,MEDICIONES_DIRECTAS
355 BSF
    ESTADO2,MEDICION_SOBRECORRIENTE
356 VER_PRESENTACIONES
357 DECFSZ  SINCRONISMO_PRESENTACIONES,F
358 GOTO   VER_RECEPCION_DE_DATOS
359 MOVLW
    VALOR_SINCRONISMO_PRESENTACIONES
360 MOVWF  SINCRONISMO_PRESENTACIONES
361 BTFSC  JUMPER_CALIBRACION
362 INCF   CONTADOR_TURNO,F
363 VER_FLAG_ALARMA_FALLA_SIMETRIA
364 MOVLW  .1
365 XORWF  CONTADOR_TURNO,W
366 BTFSS  STATUS,Z
367 GOTO
    VER_FLAG_ALARMA_SOBRETEMPERATURA
368 BTFSS  ESTADO,FLAG_FALLA_SIMETRIA
369 GOTO   $+4
370 MOVLW  ALARMA_FALLA_SIMETRIA
371 MOVWF  PUNTERO
372 GOTO   VER_RECEPCION_DE_DATOS
373 INCF   CONTADOR_TURNO,F
374 VER_FLAG_ALARMA_SOBRETEMPERATURA
375 MOVLW  .2
376 XORWF  CONTADOR_TURNO,W
377 BTFSS  STATUS,Z
378 GOTO   VER_FLAG_ALARMA_SOBRECARGA
379 BTFSS  ESTADO2,FLAG_S_TEMPERATURA
380 GOTO   $+4
381 MOVLW  ALARMA_SOBRETEMPERATURA
382 MOVWF  PUNTERO
383 GOTO   VER_RECEPCION_DE_DATOS
384 INCF   CONTADOR_TURNO,F
385 VER_FLAG_ALARMA_SOBRECARGA
386 MOVLW  .3
387 XORWF  CONTADOR_TURNO,W
388 BTFSS  STATUS,Z
389 GOTO   VER_FLAG_ALARMA_SOB_SUB_TENSION
390 BTFSS  ESTADO,FLAG_ALARMA_SOBRECARGA
391 GOTO   $+4
392 MOVLW  ALARMA_SOBRECARGA
393 MOVWF  PUNTERO
394 GOTO   VER_RECEPCION_DE_DATOS
395 INCF   CONTADOR_TURNO,F
396 VER_FLAG_ALARMA_SOB_SUB_TENSION
397 MOVLW  .4
398 XORWF  CONTADOR_TURNO,W

```

```

399 BTFSS STATUS,Z
400 GOTO VER_TURNO_MEDICIONES
401 BTFSS ESTADO,FLAG_SOB
402 GOTO $+4
403 MOVLW ALARMA_SOBRETENSION
404 MOVWF PUNTERO
405 GOTO VER_RECEPCION_DE_DATOS
406 BTFSS ESTADO,FLAG_SUB
407 GOTO $+4
408 MOVLW ALARMA_SUBTENSION
409 MOVWF PUNTERO
410 GOTO VER_RECEPCION_DE_DATOS
411 INCF CONTADOR_TURNO,F
412 VER_TURNO_MEDICIONES
413 MOVLW .5
414 XORWF CONTADOR_TURNO,W
415 BTFSS STATUS,Z
416 GOTO $+4
417 MOVLW MEDICIONES_VIN
418 MOVWF PUNTERO
419 GOTO VER_RECEPCION_DE_DATOS
420 MOVLW .6
421 XORWF CONTADOR_TURNO,W
422 BTFSS STATUS,Z
423 GOTO $+4
424 MOVLW MEDICIONES_VOUT
425 MOVWF PUNTERO
426 GOTO VER_RECEPCION_DE_DATOS
427 MOVLW .7
428 XORWF CONTADOR_TURNO,W
429 BTFSS STATUS,Z
430 GOTO $+4
431 MOVLW MEDICIONES_IOUT
432 MOVWF PUNTERO
433 GOTO VER_RECEPCION_DE_DATOS
434 MOVLW MEDICIONES_OTRO
435 MOVWF PUNTERO
436 CLRF CONTADOR_TURNO
437 GOTO VER_RECEPCION_DE_DATOS
438 VER_RECEPCION_DE_DATOS
439 BTFSS PIR1,RCIF
440 GOTO SALIR_DE_INTERRUPCION

441 MOVLW NUMERO_DE_BYTES_RECEPCION
442 MOVWF CONTA_BYTES
443 NUEVA_LECTURA
444 CALL EXAMINAR_ERROR_EN_RECEPCION
445 BTFSS ESTADO,FLAG_RECEPCION_RS_232
446 GOTO $+7
447 CALL DESHABILITAR_RECEPCION

448 MOVLW
    VALOR_TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES
449 MOVWF TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES

450 MOVLW INICIO_BLOQUE_DATOS
451 MOVWF FSR
452 GOTO SALIR_DE_INTERRUPCION
453 MOVWF RCREG
454 MOVWF INDF
455 INCF FSR,F
456 DECFSZ CONTA_BYTES,F
457 GOTO $+2
458 GOTO FIN_RECEPCION
459 MOVLW .255
460 MOVWF TEMP5
461 BTFSC PIR1,RCIF
462 GOTO NUEVA_LECTURA
463 DECFSZ TEMP5,F
464 GOTO $-3
465 CALL DESHABILITAR_RECEPCION
466 MOVLW
    VALOR_TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES
467 MOVWF TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES

468 MOVLW INICIO_BLOQUE_DATOS
469 MOVWF FSR
470 GOTO SALIR_DE_INTERRUPCION
471 FIN_RECEPCION
472 CALL DESHABILITAR_RECEPCION
473 MOVLW
    INICIO_BLOQUE_DATOS+NUMERO_DE_BYTES_RECEPCION
474 XORWF FSR,W
475 BTFSS STATUS,Z
476 GOTO SALIR_DE_INTERRUPCION
477 MOVLW INICIO_BLOQUE_DATOS
478 MOVWF FSR
479 BSF ESTADO,MEDICION_SUB_SOB
480 ;BSF ESTADO2,MEDICION_SOBRECORRIENTE
481 ;BSF
    ESTADO2,MEDICION_SOBRETEMPERATURA
482 BSF ESTADO,MEDICIONES_DISPUESTAS
483 ; GOTO $+2
484 ;DATO_SOBRE_EVALUADO
485 ; BSF LED_FALLA_COMUNICACION
486 ; MOVLW INICIO_BLOQUE_DATOS
487 ; MOVWF FSR
488 SALIR_DE_INTERRUPCION
489 POP
490 SWAPF PCLATH_TEMP,W

```

```

491 MOVWF   PCLATH
492 SWAPF   STATUS_TEMP, W
493 MOVWF   STATUS
494 SWAPF   W_TEMP, F
495 SWAPF   W_TEMP, W
496 RETFIE
497 ;.....CONFIGURACION DE PINES DE ENTRADA O
SALIDA
498 INICIO
499 CLRF   INTCON
500 ;.....CONFIGURANDO ENTRADAS Y SALIDAS
501 BSF    STATUS,RP0 ;CONFIGURANDO
ENTRADAS Y SALIDAS APROPIADAS
502 ;RA0---->(IN) MEDICION DE TEMPERATURA
503 ;RA1---->(IN) MEDICION DE VOLTAJE PARA
ILUMINACION DEL LCD
504 ;RA2---->(IN)
505 ;RA3---->(IN)
506 ;RA4---->(UNUSED)
507 ;RA5---->(IN)
508 ;RA6---->(UNUSED)
509 ;RA7---->(UNUSED)
510 MOVLW   B'11111111'
511 MOVWF   TRISA
512 ;RB0---->(UNUSED)
513 ;RB1---->(IN)
514 ;RB2---->(OUT)RS LCD
515 ;RB3---->(OUT)E LCD
516 ;RB4---->(OUT)D4
517 ;RB5---->(OUT)D5
518 ;RB6---->(OUT)D6
519 ;RB7---->(OUT)D7
520 MOVLW   B'00000001'
521 MOVWF   TRISB
522 ;RC0---->(IN)JUMPER PARA CALIBRACION
523 ;RC1---->(UNUSED)
524 ;RC2---->(OUT) PWM PARA EL BUZZER
525 ;RC3---->(OUT) ACOPLAMIENTO DE CARGA
526 ;RC4---->(OUT) CONTROL DEL BUZZER
527 ;RC5---->(UNUSED)
528 ;RC6---->TX
529 ;RC7---->RX
530 MOVLW   B'11100011'
531 MOVWF   TRISC
532 MOVLW   B'11010111';PRESCALER           1:256
ASIGNADO AL TMR0, FUENTE DE CLOCK INTERNO.
533 MOVWF   OPTION_REG
534 BCF     STATUS,RP0
535 CLRF   INTCON
536 BSF    STATUS,RP0
537 BTFSC  PCON,NOT_POR
538 GOTO   NO_POWER_ON_RESET
539 BSF    PCON,NOT_POR
540 BCF    STATUS,RP0
541 CLRF   PORTB
542 BCF    PORT_BUZZER
543 BCF    ACOPLAMIENTO_DE_CARGA
544 ;GOTO $
545 NO_POWER_ON_RESET
546 BCF    STATUS,RP0
547 CALL   CONFIG_LCD ;CONFIGURA DISPLAY
PARA 4BITS, 2 LINEAS 5X7
548 CLRWDI
549 CALL   CONFIG_AD
550 CALL   CONFIG_RS232
551 ;;;;;;INICIALIZANDO REGISTROS
552 MOVLW   SIN_HISTERESIS_SOB_H
553 MOVWF   MAXIMA_TENSION_H
554 MOVLW   SIN_HISTERESIS_SOB_L
555 MOVWF   MAXIMA_TENSION_L
556 MOVLW   SIN_HISTERESIS_SUB_H
557 MOVWF   MINIMA_TENSION_H
558 MOVLW   SIN_HISTERESIS_SUB_L
559 MOVWF   MINIMA_TENSION_L
560 MOVLW   SIN_HISTERESIS_SOBRECARGA_H
561 MOVWF   SOBRECARGA_H
562 MOVLW   SIN_HISTERESIS_SOBRECARGA_L
563 MOVWF   SOBRECARGA_L
564 MOVLW   SIN_HISTERESIS_S_TEMPERATURA_H
565 MOVWF   MAXIMA_TEMPERATURA_H
566 MOVLW   SIN_HISTERESIS_S_TEMPERATURA_L
567 MOVWF   MAXIMA_TEMPERATURA_L
568 MOVLW
VALOR_TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES
569 MOVWF   TEMPORIZADOR_COMUNICACIONES
570 MOVLW
.I;VALOR_SINCRONISMO_PRESENTACIONES
571 MOVWF   SINCRONISMO_PRESENTACIONES
572 MOVLW   SEGUNDOS_PARA_HABILITACION
573 MOVWF   CONTADOR_SUB_SOB
574 MOVWF   CONTADOR_SUB_SOB_VOUT
575 MOVLW   TIEMPO_ACTIVACION_SOB_SUB
576 MOVWF   TEMPORIZADOR_SOBRETENSION
577 MOVWF   TEMPORIZADOR_SUBTENSION
578 MOVLW   TIEMPO_ACTIVACION_SOB_VOUT
579 MOVWF
TEMPORIZADOR_SOBRETENSION_VOUT
580 MOVLW   TIEMPO_ACTIVACION_SUB_VOUT
581 MOVWF   TEMPORIZADOR_SUBTENSION_VOUT
582 MOVLW   TIEMPO_MINIMO_CARGA_NORMAL

```



```

583 BSF      STATUS,RP0
584 MOVWF   CONTADOR_SOBRECARGA
585 BCF      STATUS,RP0
586 MOVLW   .4
587 MOVWF   CONTADOR_TURNO
588 CLRF    PUNTERO
589 CLRF    POSICION_DE_PANTALLA
590 CLRF    ESTADO
591 CLRF    ESTADO2
592 CLRF    ESTADO3
593 CLRF    PIRI
594 CLRF    TMR2      ;TMR2 PARA PWM
595 MOVLW   B'01111111'
           ;PRESCALER1:16,POSTSCALER 1:16,TIMER2 ON
596 MOVWF   T2CON
597 ;;;;;;;;;;CONFIGURANDO PWM PARA LUMINOSIDAD
DEL LCD
598 BSF      STATUS,RP0
599 MOVLW   .27 ;PARA FRECUENCIA DE 2 KHZ
APROX.
600 MOVWF   PR2
601 BCF      STATUS,RP0
602 CALL    REGULAR_LUMINOSIDAD
603 BSF      CCPICON,CCPIM3      ;ACTIVA PWM
604 BSF      CCPICON,CCPIM2
605 CALL    TXT_L1_LOGO
606 CALL    RETARDO_MEDIO_SEGUNDO
607 CALL    RETARDO_MEDIO_SEGUNDO
608 CALL    TXT_L2_EQUIPO
609 CALL    RETARDO_MEDIO_SEGUNDO
610 CALL    RETARDO_MEDIO_SEGUNDO
611 CALL    RETARDO_MEDIO_SEGUNDO
612 CALL    RETARDO_MEDIO_SEGUNDO
613 CALL    BORRAR_PANTALLA
614 MOVLW   LCD_LEFT      ;2      ROTACIONES
INICIALES
615 CALL    ENVIA_COMANDO
616 MOVLW   LCD_LEFT
617 CALL    ENVIA_COMANDO
618 ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
619 CLRF    TMR0
620 BSF      STATUS,RP0
621 BSF      INTCON,TOIE
622 BSF      INTCON,PEIE      ;HABILITANDO
INTERRUPCION DE PERIFERICOS
623 BSF      INTCON,GIE
624 BCF      STATUS,RP0
625 PROGRAMA_PRINCIPAL
626 CLRWDI
627 CALL    VER_SIMETRIA_Y_SUB_SOB
628 CALL    VER_SOBRECORRIENTE
629 BTFSS   ESTADO3,FLAG_V_SALIDA_OK
630 GOTO    DESACOPLAR_CARGA
631 BTFSS   ESTADO3,FLAG_CARGA_OK
632 GOTO    DESACOPLAR_CARGA
633 BSF      ACOPLAMIENTO_DE_CARGA
634 GOTO    $+2
635 DESACOPLAR_CARGA
636 BCF      ACOPLAMIENTO_DE_CARGA
637 CALL    VER_SOBRETEMPERATURA
638 BTFSC   ESTADO2,FLAG_S_TEMPERATURA
639 GOTO    ENCENDER_BUZZER
640 BTFSC   ESTADO,FLAG_ALARMA_SOBRECARGA
641 GOTO    ENCENDER_BUZZER
642 BTFSC   ESTADO,FLAG_SUB
643 GOTO    ENCENDER_BUZZER
644 BTFSC   ESTADO,FLAG_SOB
645 GOTO    ENCENDER_BUZZER
646 BTFSC   ESTADO,FLAG_FALLA_SIMETRIA
647 GOTO    ENCENDER_BUZZER
648 B F      ESTADO2,BUZZER_ON
649 BCF      PORT_BUZZER
650 GOTO    $+6
651 ENCENDER_BUZZER
652 BTFSC   ESTADO2,BUZZER_ON
653 GOTO    $+4
654 BSF      ESTADO2,BUZZER_ON
655 MOVLW
656 MOVWF   TEMPORIZADOR_BUZZER
657 ;;;;;;;;;;EXAMINANDO VOLTAJE PARA
ILUMINACIÓN DEL LCD
658 CALL    REGULAR_LUMINOSIDAD
659 CALL    PRESENTAR_MEDICIONES
660 GOTO    PROGRAMA_PRINCIPAL
661 ;RUTINA PARA CONFIGURAR EL LCD---
662 CONFIG_LCD
663 CALL    RETARDO_MEDIO_SEGUNDO
           ;RETARDO PARA EL INICIO DEL LCD
664 CONFIG_LCD_R
665 MOVLW   LCD_4BIT;0X38      ;COMANDO DE
CONFIGURACION DEL LCD PARA 4 BITS, DOS LINEAS
Y FORMATO DE 5X7
666 CALL    ENVIA_COMANDO
667 CALL    RETARDO_CMD_LCD ;PARA
CHEQUEAR SI YA TERMINO DE LEER EL COMANDO
668 MOVLW   LCD_ON      ;COMANDO DISPLAY
ON
669 CALL    ENVIA_COMANDO
670 CALL    RETARDO_CMD_LCD
671 MOVLW   LCD_CLR

```

```

672 CALL    ENVIA_COMANDO
673 CALL    RETARDO_CMD_LCD
674 RETURN
675 ;-RUTINA PARA CONFIGURAR EL A/D----
676 CONFIG_AD
677 BANKSEL ADCON1
678 MOVLW   B'10000000';SELECCIONA TODOS LOS
CANALES, JUSTIFICACION A LA DERECHA, CON
VREF+ = VDD
679 MOVWF   ADCON1      ;Y VREF- = VSS
680 BANKSEL PORTA
681 RETURN
682 ;----RUTINA DE CONFIGURACION DEL PUERTO
SERIAL ASINCRONO-----
683 CONFIG_RS232
684 BANKSEL TXSTA      ;CONFIGURANDO EL
BAUD RATE A 27965 BAUDIOS
685 BSF     TXSTA,BRGH
686 MOVLW   .7
687 MOVWF   SPBRG
688 BCF     TXSTA,SYNC ;MODO ASINCRONO
689 BSF     TXSTA,TXEN ;HABILITA
TRANSMISION
690 ;BSF     PIE1,RCIE ;HABILITANDO
INTERRUPCION DE RECEPCION DEL PUERTO SERIAL.
691 BANKSEL RCSTA
692 BSF     RCSTA,SPEN ;HABILITA EL PUERTO
SERIAL
693 RETURN
694 ;----RUTINA QUE ENVIA EL DATO DE COMANDO
O CARACTER AL LCD-----
695 ENVIA_COMANDO
696 BCF     RS_LCD
697 GOTO   $+2
698 ENVIA_DATO
699 BSF     RS_LCD
700 MOVWF   DATA_LCD
701 MOVLW   0X0F
702 ANDWF   PORTB,F
703 MOVLW   0XF0
704 ANDWF   DATA_LCD,W
705 IORWF   PORTB,F
706 BSF     E_LCD
707 NOP
708 BCF     E_LCD
709 NOP
710 MOVLW   0X0F
711 ANDWF   PORTB,F
712 ANDWF   DATA_LCD,F ;OBTENIENDO EL
NYBLE LSB DE REG_B
713 SWAPF   DATA_LCD,W
714 IORWF   PORTB,F
715 BSF     E_LCD
716 NOP
717 BCF     E_LCD
718 NOP
719 MOVLW   .32      ;RETARDO BUSY
720 MOVWF   TEMP1
721 DECFSZ   TEMP1,F
722 GOTO   $-1
723 RETURN
724 ;----RUTINA PARA LIMPIAR LCD-----
725 BORRAR_PANTALLA
726 BCF     RS_LCD      ;RS=0 COMANDO
727 MOVLW   LCD CLR      ;LCD CLEAR
728 CALL    ENVIA_COMANDO
729 CALL    RETARDO_CMD_LCD
730 RETURN
731 ;-----RUTINA PARA RETARDOS DIVERSOS-----
732 RETARDO_CMD_LCD      ;2.5MS APROX.
733 MOVLW   .3
734 MOVWF   TEMP2
735 CLRFB   TEMP1
736 BUCLE_CMD
737 DECFSZ   TEMP1,F
738 GOTO   BUCLE_CMD
739 DECFSZ   TEMP2,F
740 GOTO   BUCLE_CMD
741 RETURN
742 ;----RUTINA PARA RETARDO GRANDE----
743 RETARDO_MEDIO_SEGUNDO      ;0.5 SEG
APROX.
744 CLRFB   TEMP1
745 CLRFB   TEMP2
746 BUCLE_RETARDO_MEDIO_SEGUNDO_A
747 DECFSZ   TEMP1,F
748 GOTO   BUCLE_RETARDO_MEDIO_SEGUNDO_A
749 CLRWDI
750 DECFSZ   TEMP2,F
751 GOTO   BUCLE_RETARDO_MEDIO_SEGUNDO_A
752 BUCLE_RETARDO_MEDIO_SEGUNDO_B
753 DECFSZ   TEMP1,F
754 GOTO   BUCLE_RETARDO_MEDIO_SEGUNDO_B
755 CLRWDI
756 DECFSZ   TEMP2,F
757 GOTO   BUCLE_RETARDO_MEDIO_SEGUNDO_B
758 RETURN
759 ;----RUTINA DE REGULACION DE LUMINOSIDAD-

```

760	REGULAR_LUMINOSIDAD	810	DECODIFICACION	DEL
761	MOVLW MEDIR_VOLTAJE_LCD		PUNTERO.....	
762	CALL MEDIR	811	MOVLW MEDICIONES_VIN	
763	BCF STATUS,C	812	XORWF PUNTERO,W	
764	RRF ADRESH,W	813	BTFS STATUS,Z	
765	MOVWF DVSORH	814	GOTO PTR_MEDICIONES_VIN	
766	BSF STATUS,RP0	815	MOVLW PRESENTACION_MEDICIONES_VIN	
767	RRF ADRESL,W	816	XORWF PUNTERO,W	
768	BCF STATUS,RP0	817	BTFS STATUS,Z	
769	MOVWF DVSORL	818	GOTO PTR_PRESENTACION_MEDICIONES_VIN	
770	MOVLW FACTOR_PARA_ANCHO_PULSO_I1	819	MOVLW MEDICIONES_VOUT	
771	MOVWF DVDOH	820	XORWF PUNTERO,W	
772	MOVLW FACTOR_PARA_ANCHO_PULSO_I.	821	BTFS STATUS,Z	
773	MOVWF DVDOL	822	GOTO PTR_MEDICIONES_VOUT	
774	CALL DIVISION	823	MOVLW PRESENTACION_MEDICIONES_VOUT	
775	MOVFW COCIE H	824	XORWF PUNTERO,W	
776	MOVWF MNDOH	825	BTFS STATUS,Z	
777	MOVFW COCIE_L	826	GOTO PTR_PRESENTACION_MEDICIONES_VOUT	
778	MOVWF MNDOL	827	MOVLW MEDICIONES_IOUT	
779	MOVLW MAXIMO_ANCHO_DE_PULSO	828	XORWF PUNTERO,W	
780	MOVWF STDOL	829	BTFS STATUS,Z	
781	CLRF STDOH	830	GOTO PTR_MEDICIONES_IOUT	
782	CALL RESTA16	831	MOVLW	
783	BTFS STATUS,C	832	PRESENTACION_MEDICIONES_IOUT	
784	GOTO \$+3	833	XORWF PUNTERO,W	
785	MOVLW MAXIMO_ANCHO_DE_PULSO	834	BTFS STATUS,Z	
786	MOVWF COCIE_L	835	GOTO PTR_PRESENTACION_MEDICIONES_IOUT	
787	BCF STATUS,C	836	MOVLW MEDICIONES_OTRO	
788	RRF COCIE_L,F	837	XORWF PUNTERO,W	
789	BTFS STATUS,C	838	BTFS STATUS,Z	
790	GOTO \$+3	839	GOTO PTR_MEDICIONES_OTRO	
791	BSF CCPICON,4	840	MOVLW PRESENTACION_MEDICIONES_OTRO	
792	GOTO \$+2	841	XORWF PUNTERO,W	
793	BCF CCPICON,4	842	BTFS STATUS,Z	
794	BCF STATUS,C	843	GOTO PTR_PRESENTACION_MEDICIONES_OTRO	
795	RRF COCIE_L,F	844	MOVLW ALARMA_FALLA_SIMETRIA	
796	BTFS STATUS,C	845	XORWF PUNTERO,W	
797	GOTO \$+3	846	BTFS STATUS,Z	
798	BSF CCPICON,5	847	GOTO PTR_ALARMA_FALLA_SIMETRIA	
799	GOTO \$+2	848	MOVLW ALARMA_SOBRETEMPERATURA	
800	BCF CCPICON,5	849	XORWF PUNTERO,W	
801	MOVFW COCIE_L	850	BTFS STATUS,Z	
802	MOVWF CCPIL	851	GOTO PTR_ALARMA_SOBRETEMPERATURA	
803	RETURN	852	MOVLW ALARMA_SOBRECARGA	
804	;;;;;RUTINA MENU;.....	853	XORWF PUNTERO,W	
805	PRESENTAR_MEDICIONES	854	BTFS STATUS,Z	
806	BTFS ESTADO2,FLAG_ROTACION_PANTALLA	855	GOTO PTR_ALARMA_SOBRECARGA	
807	GOTO \$+3	856	MOVLW ALARMA_SOBRE TENSION	
808	CALL ROTACION_PANTALLA	857	XORWF PUNTERO,W	
809	RETURN	858	BTFS STATUS,Z	

```

859 GOTO PTR_ALARMA_SOBRETENSION
860 MOVLW ALARMA_SUBTENSION
861 XORWF PUNTERO,W
862 BTFSZ STATUS,Z
863 GOTO PTR_ALARMA_SUBTENSION
864 RETURN
865 ;;;;;;DESARROLLO DE LAS
PRESENTACIONES;;;;;;
866 PTR_ALARMA_FALLA_SIMETRIA
867 CALL BORRAR_PANTALLA
868 MOVLW .2
869 MOVWF POSICION_DE_PANTALLA
870 CALL TXT_FALLA_SIMETRIA
871 MOVLW LCD_LEFT ;2 ROTACIONES
872 CALL ENVIA_COMANDO
873 MOVLW LCD_LEFT
874 CALL ENVIA_COMANDO
875 CLRF PUNTERO
876 RETURN
877 PTR_ALARMA_SOBRETEMPERATURA
878 CALL BORRAR_PANTALLA
879 MOVLW .2
880 MOVWF POSICION_DE_PANTALLA
881 CALL TXT_SOBRETEMPERATURA
882 MOVLW LCD_LEFT ;2 ROTACIONES
883 CALL ENVIA_COMANDO
884 MOVLW LCD_LEFT
885 CALL ENVIA_COMANDO
886 CLRF PUNTERO
887 RETURN
888 PTR_ALARMA_SOBRECARGA
889 CALL BORRAR_PANTALLA
890 MOVLW .2
891 MOVWF POSICION_DE_PANTALLA
892 CALL TXT_SOBRECORRIENTE
893 MOVLW LCD_LEFT ;2 ROTACIONES
894 CALL ENVIA_COMANDO
895 MOVLW LCD_LEFT
896 CALL ENVIA_COMANDO
897 CLRF PUNTERO
898 RETURN
899 PTR_ALARMA_SOBRETENSION
900 CALL BORRAR_PANTALLA
901 MOVLW .2
902 MOVWF POSICION_DE_PANTALLA
903 CALL TXT_SOBRETENSION
904 MOVLW LCD_LEFT ;2 ROTACIONES
905 CALL ENVIA_COMANDO
906 MOVLW LCD_LEFT
907 CALL ENVIA_COMANDO
908 CLRF PUNTERO
909 RETURN
910 PTR_ALARMA_SUBTENSION
911 CALL BORRAR_PANTALLA
912 MOVLW .2
913 MOVWF POSICION_DE_PANTALLA
914 CALL TXT_SUBTENSION
915 MOVLW LCD_LEFT ;2 ROTACIONES
916 CALL ENVIA_COMANDO
917 MOVLW LCD_LEFT
918 CALL ENVIA_COMANDO
919 CLRF PUNTERO
920 RETURN
921 PTR_MEDICIONES_VIN
922 CALL OBTENER_POSICION_PANTALLA
923 CALL TXT_LI_MEDICIONES_VIN
924 CALL PREPARAR_LINEA
925 INCF PUNTERO,F
926 RETURN
927 PTR_PRESENTACION_MEDICIONES_VIN
928 BTFSZ ESTADO,MEDICIONES_DISPUESTAS
929 RETURN
930 BCF ESTADO,MEDICIONES_DISPUESTAS
931 BSF STATUS,RP0
932 MOVWF RESULTADO_VIN_R_H
933 BCF STATUS,RP0
934 MOVWF ADRESH
935 BSF STATUS,RP0
936 MOVWF RESULTADO_VIN_R_L
937 MOVWF ADRESL
938 BCF STATUS,RP0
939 MOVLW NUMERADOR_VIN
940 MOVWF NUMERADOR_CONVERSION
941 MOVLW DENOMINADOR_VIN_L
942 MOVWF DENOMINADOR_CONVERSION_L
943 MOVLW DENOMINADOR_VIN_H
944 MOVWF DENOMINADOR_CONVERSION_H
945 MOVLW LCD_LINE2+6
946 CALL PRESENTAR_MEDICION
947 RETURN
948 PTR_MEDICIONES_VOUT
949 CALL OBTENER_POSICION_PANTALLA
950 CALL TXT_LI_MEDICIONES_VOUT
951 CALL PREPARAR_LINEA
952 INCF PUNTERO,F
953 RETURN
954 PTR_PRESENTACION_MEDICIONES_VOUT
955 BTFSZ
956 ESTADO,MEDICIONES_DISPUESTAS
957 RETURN

```

958	BCF	ESTADO,MEDICIONES_DISPUESTAS	1008	CALL	PREPARAR_LINEA
959	BSF	STATUS,RP0	1009	INCF	PUNTERO,F
960	MOVFW	RESULTADO_VOUT_R_H	1010	RETURN	
961	BCF	STATUS,RP0	1011	PTR_PRESENTACION_MEDICIONES_OTRO	
962	MOVWF	ADRESH	1012	BTFSS	ESTADO2,MEDICIONES_DIRECTAS;ESTADO,MEDI
963	BSF	STATUS,RP0			CIONES_DISPUESTAS
964	MOVFW	RESULTADO_VOUT_R_L	1013	RETURN	
965	MOVWF	ADRESL	1014	BCF	ESTADO2,MEDICIONES_DIRECTAS;ESTADO,MEDI
966	BCF	STATUS,RP0			CIONES_DISPUESTAS
967	MOVLW	NUMERADOR_VOUT	1015	MOVLW	MEDIR_TEMPERATURA
968	MOVWF	NUMERADOR_CONVERSION	1016	CALL	MEDIR
969	MOVLW	DENOMINADOR_VOUT_L	1017	MOVFW	ADRESH
970	MOVWF	DENOMINADOR_CONVERSION_L	1018	CLRF	ADRESH
971	MOVLW	DENOMINADOR_VOUT_H	1019	MOVWF	MNDOH
972	MOVWF	DENOMINADOR_CONVERSION_H	1020	BSF	STATUS,RP0
973	MOVLW	LCD_LINE2+6	1021	MOVFW	ADRESL
974	CALL	PRESENTAR_MEDICION	1022	CLRF	ADRESL
975	RETURN		1023	BCF	STATUS,RP0
976	PTR_MEDICIONES_IOUT		1024	MOVWF	MNDOL
977	CALL	OBTENER_POSICION_PANTALLA	1025	MOVLW	CERO_GRADOS_KELVIN_H
978	CALL	TXT_L1_MEDICIONES_IOUT	1026	MOVWF	STDOH
979	CALL	PREPARAR_LINEA	1027	MOVLW	CERO_GRADOS_KELVIN_L
980	INCF	PUNTERO,F	1028	MOVWF	STDOL
981	RETURN		1029	CALL	RESTA16
982	PTR_PRESENTACION_MEDICIONES_IOUT		1030	BTFSS	STATUS,C
983	BTFSS	ESTADO2,MEDICIONES_DIRECTAS	1031	GOTO	\$+7
984	RETURN		1032	MOVFW	RESTAH
985	BCF	ESTADO2,MEDICIONES_DIRECTAS	1033	MOVWF	ADRESH
986	BSF	STATUS,RP0	1034	MOVFW	RESTAL
987	MOVFW	RESULTADO_IOUT_R_H	1035	BSF	STATUS,RP0
988	BCF	STATUS,RP0	1036	MOVWF	ADRESL
989	MOVWF	ADRESH	1037	BCF	STATUS,RP0
990	BSF	STATUS,RP0	1038	MOVLW	NUMERADOR_TEMPERATURA
991	MOVFW	RESULTADO_IOUT_R_L	1039	MOVWF	NUMERADOR_CONVERSION
992	MOVWF	ADRESL	1040	MOVLW	DENOMINADOR_TEMPERATURA_L
993	BCF	STATUS,RP0	1041	MOVWF	DENOMINADOR_CONVERSION_L
994	MOVLW	NUMERADOR_IOUT	1042	MOVLW	DENOMINADOR_TEMPERATURA_H
995	MOVWF	NUMERADOR_CONVERSION	1043	MOVWF	DENOMINADOR_CONVERSION_H
996	MOVLW	DENOMINADOR_IOUT_L	1044	MOVLW	LCD_LINE2+.6
997	MOVWF	DENOMINADOR_CONVERSION_L	1045	CALL	PRESENTAR_MEDICION
998	MOVLW	DENOMINADOR_IOUT_H	1046	MOVFW	RESULTADO_CONVERSION_L
999	MOVWF	DENOMINADOR_CONVERSION_H	1047	MOVWF	MNDOL
1000	MOVLW	LCD_LINE2+6	1048	MOVFW	RESULTADO_CONVERSION_H
1001	CALL	PRESENTAR_MEDICION	1049	MOVWF	MNDOH
1002	MOVLW	'%'	1050	MOVFW	MAXIMA_TEMPERATURA_H
1003	CALL	ENVIA_DATO	1051	MOVWF	STDOH
1004	RETURN				
1005	PTR_MEDICIONES_OTRO				
1006	CALL	OBTENER_POSICION_PANTALLA			
1007	CALL	TXT_L1_MEDICIONES_OTRO			

```

1052 MOVFW  MAXIMA_TEMPERATURA_L
1053 MOVWF  STDOL
1054 CALL   RESTA16
1055 BTFSC  STATUS,C
1056 GOTO  SOBRETENSIÓN_VOUT
1057 BCF    ESTADO2,FLAG_S_TEMPERATURA
1058 MOVLW
      SIN_HISTERESIS_S_TEMPERATURA_H
1059 MOVWF  MAXIMA_TEMPERATURA_H
1060 MOVLW
      SIN_HISTERESIS_S_TEMPERATURA_L
1061 MOVWF  MAXIMA_TEMPERATURA_L
1062 RETURN
1063 SOBRETENSIÓN_VOUT
1064 BTFSC  ESTADO2,FLAG_S_TEMPERATURA
      ;SE MUESTRA EL MENSAJE SOLO UNA VEZ
      PRODUCIDO EL EVENTO
1065 RETURN
1066 BSF    ESTADO2,FLAG_S_TEMPERATURA
1067 MOVLW  HISTERESIS_S_TEMPERATURA_H
1068 MOVWF  MAXIMA_TEMPERATURA_H
1069 MOVLW  HISTERESIS_S_TEMPERATURA_L
1070 MOVWF  MAXIMA_TEMPERATURA_L
1071 CLRF  TMR0
1072 MOVLW
      VALOR_SINCRONISMO_PRESENTACIONES
1073 MOVWF  SINCRONISMO_PRESENTACIONES
1074 MOVLW  ALARMA_SOBRETENSIÓN_VOUT
1075 MOVWF  PUNTERO
1076 RETURN
1077 VER_SIMETRIA_Y_SUB_SOB
1078 BTFSS  ESTADO,MEDICION_SUB_SOB
1079 RETURN
1080 BCF    ESTADO,MEDICION_SUB_SOB
1081 MOVFW  MAXIMA_TENSION_H_VOUT
1082 MOVWF  MNDOL
1083 MOVFW  MAXIMA_TENSION_L_VOUT
1084 MOVWF  MNDOL
1085 BSF    STATUS,RP0
1086 MOVFW  RESULTADO_VOUT_R_H
1087 BCF    STATUS,RP0
1088 MOVWF  STDOL
1089 BSF    STATUS,RP0
1090 MOVFW  RESULTADO_VOUT_R_L
1091 BCF    STATUS,RP0
1092 MOVWF  STDOL
1093 CALL   RESTA16
1094 BTFSS  STATUS,C
1095 GOTO  SOBRETENSIÓN_VOUT
1096 ;EXAMINANDO SUBTENSION
1097 MOVFW  MINIMA_TENSION_L_VOUT
1098 MOVWF  MNDOL
1099 MOVFW  MINIMA_TENSION_H_VOUT
1100 MOVWF  MNDOL
1101 CALL   RESTA16
1102 BTFSC  STATUS,C
1103 GOTO  SUBTENSION_VOUT
1104 ;BTFSS:ESTADO3,FLAG_INICIO_VOUT
1105 GOTO  $+5
1106 BTFSC  ESTADO3,FLAG_SUB_VOUT
1107 GOTO  $+3
1108 BTFSS  ESTADO3,FLAG_SOB_VOUT
1109 GOTO  EXAMEN_SIMETRIA;RETURN
1110 DECFSZ  CONTADOR_SUB_SOB_VOUT,F
      ;ESPERA QUE EL RETORNO A LA CONDICION
      NORMAL SE MANTENGA 4 SEG APROX.
1111 GOTO  EXAMEN_SIMETRIA;RETURN
1112 BSF    ESTADO3,FLAG_INICIO_VOUT
1113 BCF    ESTADO3,FLAG_SOB_VOUT
1114 BCF    ESTADO3,FLAG_SUB_VOUT
1115 MOVLW  TIEMPO_ACTIVACION_SOB_VOUT
1116 MOVWF  TEMPORIZADOR_SOBRETENSION_VOUT
1117 MOVLW  TIEMPO_ACTIVACION_SUB_VOUT
1118 MOVWF  TEMPORIZADOR_SUBTENSION_VOUT
1119 MOVLW  SIN_HISTERESIS_SUB_H_VOUT
1120 MOVWF  MINIMA_TENSION_H_VOUT
1121 MOVLW  SIN_HISTERESIS_SUB_L_VOUT
1122 MOVWF  MINIMA_TENSION_L_VOUT
1123 MOVLW  SIN_HISTERESIS_SOB_H_VOUT
1124 MOVWF  MAXIMA_TENSION_H_VOUT
1125 MOVLW  SIN_HISTERESIS_SOB_L_VOUT
1126 MOVWF  MAXIMA_TENSION_L_VOUT
1127 ;BTFSC ESTADO2,FLAG_INICIO
1128 ;RETURN
1129 ;BSF    STATUS,RP0
1130 ;BSF    ESTADO3,V_SALIDA_INICIAL_OK
1131 ;BCF    STATUS,RP0
1132 BSF    ESTADO3,FLAG_V_SALIDA_OK
1133 ;BSF    ESTADO2,FLAG_INICIO
1134 GOTO  EXAMEN_SIMETRIA;RETURN
1135 SOBRETENSIÓN_VOUT
1136 MOVLW  SEGUNDOS_PARA_HABILITACION
1137 MOVWF  CONTADOR_SUB_SOB_VOUT
1138 BTFSC  ESTADO3,FLAG_SOB_VOUT ;SE
      MUESTRA EL MENSAJE DE SOBRETENSION SOLO
      UNA VEZ PRODUCIDO EL EVENTO
1139 GOTO  EXAMEN_SIMETRIA;RETURN

```

```

1140  DECFSZ
      TEMPORIZADOR_SOBRETENSION_VOUT,F
1141  GOTO  EXAMEN_SIMETRIA:RETURN
1142  MOVLW  TIEMPO_ACTIVACION_SOB_VOUT
1143  MOVWF  TEMPORIZADOR_SOBRETENSION_VOUT
1144  BCF    ESTADO3,FLAG_SUB_VOUT
1145  BSF    ESTADO3,FLAG_SOB_VOUT
1146  MOVLW  HISTERESIS_SOB_H_VOUT
1147  MOVWF  MAXIMA_TENSION_H_VOUT
1148  MOVLW  HISTERESIS_SOB_I_VOUT
1149  MOVWF  MAXIMA_TENSION_L_VOUT
1150  BCF    ESTADO3,FLAG_V_SALIDA_OK
1151  GOTO  EXAMEN_SIMETRIA:RETURN
1152  SUBTENSION_VOUT
1153  MOVLW  SEGUNDOS_PARA_HABILITACION
1154  MOVWF  CONTADOR_SUB_SOB_VOUT
1155  BTFSZ  ESTADO3,FLAG_SUB_VOUT ;SE
MUESTRA EL MENSAJE DE SUBTENSION SOLO UNA
VEZ PRODUCIDO EL EVENTO
1156  GOTO  EXAMEN_SIMETRIA:RETURN
1157  DECFSZ
      TEMPORIZADOR_SUBTENSION_VOUT,F
1158  GOTO  EXAMEN_SIMETRIA:RETURN
1159  MOVLW  TIEMPO_ACTIVACION_SUB_VOUT
1160  MOVWF  TEMPORIZADOR_SUBTENSION_VOUT
      TEMPORIZADOR_SUBTENSION_VOUT
1161  BCF    ESTADO3,FLAG_SOB_VOUT
1162  BSF    ESTADO3,FLAG_SUB_VOUT
1163  MOVLW  HISTERESIS_SUB_H_VOUT
1164  MOVWF  MINIM _TENSION H VOUT
1165  MOVLW  HISTERESIS_SUB_I_VOUT
1166  MOVWF  MINIMA_TENSION_L_VOUT
1167  BCF    ESTADO3,FLAG_V_SALIDA_OK
1168  EXAMEN_SIMETRIA
1169  ;;;;;;;;;;;EXAMEN DE FALLA DE SIMETRIA
DEL SINCRONISMO
1170  BSF    STATUS,RP0
1171  MOVFW  ALARMA_SINCRONISMO_R
1172  XORLW  DATO_FALLA_SINCRONISMO
1173  BTFSZ  STATUS,Z
1174  GOTO  FALLA_SIMETRIA
1175  BCF    STATUS,RP0
1176  BCF    ESTADO,FLAG_FALLA_SIMETRIA
1177  GOTO  SEGUIR_EXAMEN_SUB_SOB
1178  FALLA_SIMETRIA
1179  BCF    STATUS,RP0
1180  BTFSZ  ESTADO,FLAG_FALLA_SIMETRIA
1181  GOTO  SEGUIR_EXAMEN_SUB_SOB
1182  BSF    ESTADO,FLAG_FALLA_SIMETRIA
1183  CLRF   TMR0
1184  MOVLW  VALOR_SINCRONISMO_PRESENTACIONES
      ;RESET DEL TIMER PARA PRESENTACION
COMPLETA DE LA ALARMA
1185  MOVWF  SINCRONISMO_PRESENTACIONES
1186  MOVLW  ALARMA_FALLA_SIMETRIA
1187  MOVWF  PUNTERO
1188  SEGUIR_EXAMEN_SUB_SOB
1189  MOVFW  MAXIMA_TENSION_H
1190  MOVWF  MND0H
1191  MOVFW  MAXIMA_TENSION_L
1192  MOVWF  MND0L
1193  BSF    STATUS,RP0
1194  MOVFW  RESULTADO_VIN_R_H
1195  BCF    STATUS,RP0
1196  MOVWF  STD0H
1197  BSF    STATUS,RP0
1198  MOVFW  RESULTADO_VIN_R_L
1199  BCF    STATUS,RP0
1200  MOVWF  STD0L
1201  CALL  RESTA16
1202  BTFSZ  STATUS,C
1203  GOTO  SOBRETENSION
1204  EXAMINAR_SUB
1205  MOVFW  MINIMA_TENSION_L
1206  MOVWF  MND0L
1207  MOVFW  MINIMA_TENSION_H
1208  MOVWF  MND0H
1209  CALL  RESTA16
1210  BTFSZ  STATUS,C
1211  GOTO  SUBTENSION
1212  GOTO  CONDICION_NORMAL
1213  SUBTENSION
1214  MOVLW  SEGUNDOS_PARA_HABILITACION
1215  MOVWF  CONTADOR_SUB_SOB
1216  BTFSZ  ESTADO,FLAG_SUB ;SE MUESTRA
EL MENSAJE DE SUBTENSION SOLO UNA VEZ
PRODUCIDO EL EVENTO
1217  RETURN
1218  DECFSZ  TEMPORIZADOR_SUBTENSION,F
1219  RETURN
1220  MOVLW  TIEMPO_ACTIVACION_SOB_SUB
1221  MOVWF  TEMPORIZADOR_SUBTENSION
1222  BCF    ESTADO,FLAG_SOB
1223  BSF    ESTADO,FLAG_SUB
1224  MOVLW  HISTERESIS_SUB_H
1225  MOVWF  MINIMA_TENSION_H
1226  MOVLW  HISTERESIS_SUB_L
1227  MOVWF  MINIMA_TENSION_L

```

```

1228 CLRFB TMR0
1229 MOVLW
    VALOR_SINCRONISMO_PRESENTACIONES
    ;RESET DEL TIMER2 PARA PRESENTACION
    COMPLETA DE LA ALARMA
1230 MOVWF SINCRONISMO_PRESENTACIONES
1231 MOVLW ALARMA_SUBTENSION
1232 MOVWF PUNTERO
1233 RETURN
1234 CONDICION_NORMAL
1235 BTFSS ESTADO2,FLAG_INICIO
1236 GOTO $+5
1237 BTFSC ESTADO,FLAG_SUB
1238 GOTO $+3
1239 BTFSS ESTADO,FLAG_SOB
1240 RETURN

1241 DECFSZ CONTADOR_SUB_SOB,F
    ;ESPERA QUE EL RETORNO A LA CONDICION
    NORMAL SE MANTENGA 4 SEG APROX.
1242 RETURN
1243 BSF ESTADO2,FLAG_INICIO
1244 BCF ESTADO,FLAG_SOB
1245 BCF ESTADO,FLAG_SUB
1246 MOVLW TIEMPO_ACTIVACION_SOB_SUB
1247 MOVWF TEMPORIZADOR_SOBRETENSION
1248 MOVWF TEMPORIZADOR_SUBTENSION
1249 MOVLW SIN_HISTERESIS_SUB_H
1250 MOVWF MINIMA_TENSION_H
1251 MOVLW SIN_HISTERESIS_SUB_L
1252 MOVWF MINIMA_TENSION_L
1253 MOVLW SIN_HISTERESIS_SOB_H
1254 MOVWF MAXIMA_TENSION_H
1255 MOVLW SIN_HISTERESIS_SOB_L
1256 MOVWF MAXIMA_TENSION_L
1257 BTFSC ESTADO2,FLAG_INICIO
1258 RETURN
1259 SOBRETENSION
1260 MOVLW SEGUNDOS_PARA_HABILITACION
1261 MOVWF CONTADOR_SUB_SOB
1262 BTFSC ESTADO,FLAG_SOB ;SE MUESTRA
    EL MENSAJE DE SOBRETENSION SOLO UNA VEZ
    PRODUCIDO EL EVENTO
1263 RETURN
1264 DECFSZ
    TEMPORIZADOR_SOBRETENSION,F
1265 RETURN
1266 MOVLW TIEMPO_ACTIVACION_SOB_SUB
1267 MOVWF TEMPORIZADOR_SOBRETENSION
1268 BCF ESTADO,FLAG_SUB

1269 BSF ESTADO,FLAG_SOB
1270 MOVLW HISTERESIS_SOB_H
1271 MOVWF MAXIMA_TENSION_H
1272 MOVLW HISTERESIS_SOB_L
1273 MOVWF MAXIMA_TENSION_L
1274 CLRFB TMR0
1275 MOVLW
    VALOR_SINCRONISMO_PRESENTACIONES
1276 MOVWF SINCRONISMO_PRESENTACIONES
1277 MOVLW ALARMA_SOBRETENSION
1278 MOVWF PUNTERO
1279 RETURN
1280 VER_SOBRECORRIENTE
1281 BTFSS
    ESTADO2,MEDICION_SOBRECORRIENTE
1282 RETURN
1283 IOUT
1284 BCF INTCON,GIE
1285 CALL DESHABILITAR_RECEPCION
1286 BCF
    INTCON,INTF;ESTADO3,FLAG_ESPERA_SINCRONI
    SMO
1287 CLRWDI
1288 BTFSS INTCON,INTF
1289 GOTO $-2;
1290 RETURN
1291 BCF
    ESTADO3,FLAG_ESPERA_SINCRONISMO
1292 BCF
    ESTADO2,MEDICION_SOBRECORRIENTE
1293 MOVLW MEDIR_IOUT_R
1294 MOVWF TEMP2;SEL_ADCON0
1295 CALL CALCULO_IRMS
1296 CALL HABILITAR_RECEPCION
1297 BSF INTCON,GIE
1298 ; GOTO FIN_DE_PROGRAMA
1299 MOVFW RAIZH
1300 MOVWF MNDOH
1301 BSF STATUS,RP0
1302 MOVWF RESULTADO_IOUT_R_H
1303 BCF STATUS,RP0
1304 MOVFW RAIZL
1305 MOVWF MNDOI
1306 BSF STATUS,RP0
1307 MOVWF RESULTADO_IOUT_R_L
1308 BCF STATUS,RP0
1309 MOVFW SOBRECARGA_H
1310 MOVWF STDQH
1311 MOVFW SOBRECARGA_L
1312 MOVWF STDOL

```



```

1313 CALL RESTA16
1314 BTFSC STATUS,C
1315 GOTO HAY_SOBRECARGA_R
1316 CLRFB IK_R_H3 ;RESET DE LA
INTEGRAL
1317 CLRFB IK_R_H
1318 CLRFB IK_R_L
1319 GOTO DETERMINAR_NO_SOBRECARGA
1320 HAY_SOBRECARGA_R
1321 CALL
VER_PRESENTACION_SOBRECARGA
1322 BTFSS ESTADO3,FLAG_CARGA_OK
1323 RETURN
1324 CLRFB SMD0IH3 ;DE LA DIFERENCIA DE
PDC-SOBRECARGA (125% O 100%)
1325 MOVFB RESTAH
1326 MOVWF SMD0IH
1327 MOVFB RESTAL
1328 MOVWF SMD0IL
1329 MOVFB IK_R_H3
1330 MOVWF SMD0IH3
1331 MOVFB IK_R_H
1332 MOVWF SMD0IH
1333 MOVFB IK_R_L
1334 MOVWF SMD0IL
1335 CALL SUMA24
1336 MOVFB SUMA1B
1337 MOVWF IK_R_H3
1338 MOVWF MND0IH3
1339 MOVFB SUMAH
1340 MOVWF IK_R_H
1341 MOVWF MND0H
1342 MOVFB SUMAL
1343 MOVWF IK_R_L
1344 MOVWF MND0L
1345 CALL
VER_SOBRECARGA_PERMANENTE
1346 RETURN
1347 DETERMINAR_NO_SOBRECARGA
1348 BCF
ESTADO,FLAG_ALARMA_SOBRECARGA
1349 MOVLW SIN_HISTERESIS_SOBRECARGA_L
1350 MOVWF SOBRECARGA_L
1351 MOVLW SIN_HISTERESIS_SOBRECARGA_H
1352 MOVWF SOBRECARGA_H
1353 BTFSC ESTADO3,FLAG_CARGA_OK
1354 RETURN
1355 BSFB STATUS,RP0
1356 DECFSZ CONTADOR_SOBRECARGA,F
;ESPERA QUE EL RETORNO A LA CONDICION
NORMAL SE MANTENGA 4 SEG APROX.
1357 GOTO $+5
1358 MOVLW
TIEMPO_MINIMO_CARGA_NORMAL
1359 MOVWF CONTADOR_SOBRECARGA
1360 BCF STATUS,RP0
1361 BSFB ESTADO3,FLAG_CARGA_OK
1362 BCF STATUS,RP0
1363 RETURN
1364 VER_PRESENTACION_SOBRECARGA
1365 MOVLW HISTERESIS_SOBRECARGA_H
1366 MOVWF SOBRECARGA_H
1367 MOVLW HISTERESIS_SOBRECARGA_L
1368 MOVWF SOBRECARGA_L
1369 MOVLW
TIEMPO_MINIMO_CARGA_NORMAL
1370 BSFB STATUS,RP0
1371 MOVWF CONTADOR_SOBRECARGA
1372 BCF STATUS,RP0
1373 BTFSC
ESTADO,FLAG_ALARMA_SOBRECARGA
1374 RETURN
1375 BSFB
ESTADO,FLAG_ALARMA_SOBRECARGA
1376 CLRFB TMR0
1377 MOVLW
VALOR_SINCRONISMO_PRESENTACIONES
1378 MOVWF SINCRONISMO_PRESENTACIONES
1379 MOVLW ALARMA_SOBRECARGA
1380 MOVWF PUNTERO
1381 RETURN
1382 VER_SOBRECARGA_PERMANENTE
1383 MOVLW
LIMITE_INTEGRACION_CORRIENTE_H3
1384 MOVWF STD0H3
1385 MOVLW
LIMITE_INTEGRACION_CORRIENTE_H
1386 MOVWF STD0H
1387 MOVLW
LIMITE_INTEGRACION_CORRIENTE_L
1388 MOVWF STD0L
1389 CALL RESTA24
1390 BTFSC STATUS,C
1391 BCF ESTADO3,FLAG_CARGA_OK
1392 RETURN
1393 ;EXAMEN DE ERROR EN RX
1394 EXAMINAR_ERROR_EN_RECEPCION
1395 BTFSC RCSTA,OERR

```

```

1396 GOTO FALLA_RECEPCION_RS232
1397 BTFSS RCSTA,FERR
1398 GOTO RECEPCION_RS232_OK
1399 MOVFW RCREG
1400 FALLA_RECEPCION_RS232
1401 BSF
ESTADO.FLAG_RECEPCION_RS_232
1402 RETURN
1403 RECEPCION_RS232_OK
1404 BCF
ESTADO.FLAG_RECEPCION_RS_232
1405 RETURN
1406 ;;:RUTINAS DE HABILITACION DE LA
RECEPCION DEL PUERTO SERIAL.
1407 HABILITAR_RECEPCION
1408 BSF RCSTA,CREN ;HABILITA
RECEPCION
1409 BSF STATUS,RP0
1410 BSF PIE1,RCIE ;HABILITANDO
INTERRUPCION DE RECEPCION DEL PUERTO SERIAL.
1411 BCF STATUS,RP0
1412 RETURN
1413 DESHABILITAR_RECEPCION
1414 BCF RCSTA,CREN ;DESHABILITA
RECEPCION
1415 BSF STATUS,RP0
1416 BCF PIE1,RCIE ;DESHABILITANDO
INTERRUPCION RECEPCION PUERTO SERIAL.
1417 BCF STATUS,RP0
1418 RETURN
1419 ;;:RUTINA DE MEDICIONES
GENERALES;.....
1420 MEDIR
1421 MOVWF ADCON0 ;SELECCIONA
FOSC/8,CANAL AN Y ACTIVA EL MODULO A/D
1422 GOTO $+1
1423 GOTO $+1
1424 GOTO $+1
1425 GOTO $+1
1426 GOTO $+1
1427 GOTO $+1
1428 GOTO $+1
1429 GOTO $+1
1430 GOTO $+1
1431 BSF ADCON0,GO ;INICIO DE
CONVERSION A/D
1432 BTFSC ADCON0,GO ;TEST DE ESTADO DE
CONVERSION
1433 GOTO $-1
1434 BCF ADCON0,ADON ;APAGA EL
MODULO A/D
1435 RETURN
1436 CALCULO_IRMS
1437 MOVLW NUMERO_MEDICIONES
1438 MOVWF CONTADOR_DE_MEDICIONES
1439 BCF
ESTADO3,INDICADOR_ACARREO_24
1440 CLRWF ACUMULADOR_H3
1441 CLRWF ACUMULADOR_H
1442 CLRWF ACUMULADOR_L
1443 ;BCF STATUS,RP0
1444 BSF PORTB,I
1445 MEDICION_RMS_IOUT
1446 CLRWDT
1447 MOVFW TEMP2
1448 CALL MEDIR
1449 MOVFW ADRESH
1450 MOVWF BASEH
1451 BSF STATUS,RP0
1452 MOVFW ADRESL
1453 BCF STATUS,RP0
1454 MOVWF BASEL
1455 CALL ELEVAR_AL_CUADRADO
1456 MOVFW CUADRADOL
1457 MOVWF SMDO1L
1458 MOVFW CUADRADOH
1459 MOVWF SMDO1H
1460 MOVFW CUADRADOH3
1461 MOVWF SMDO1H3
1462 MOVFW ACUMULADOR_L
1463 MOVWF SMDO2L
1464 MOVFW ACUMULADOR_H
1465 MOVWF SMDO2H
1466 MOVFW ACUMULADOR_H3
1467 MOVWF SMDO2H3
1468 CALL SUMA24
1469 BTFSC STATUS,C
1470 BSF
ESTADO3,INDICADOR_ACARREO_24
1471 MOVFW SUMAL
1472 MOVWF ACUMULADOR_L
1473 MOVFW SUMAH
1474 MOVWF ACUMULADOR_H
1475 MOVFW SUMAH3
1476 MOVWF ACUMULADOR_H3
1477 MOVLW COMPLEMENTO_DT
1478 MOVWF TEMP1
1479 DECFSZ TEMP1,F
1480 GOTO $-1

```

```

1481  DECF SZ   CONTADOR_DE_MEDICIONES,F
1482  GOTO  MEDICION_RMS_IOUT
1483  BCF      PORTB,1
1484  BCF      STATUS,
1485  BTFSC  ESTADO3,INDICADOR_ACARREO_24
1486  BSF      STATUS,C
1487  RRF      ACUMULADOR_H3,F
1488  RRF      ACUMULADOR_H1,F
1489  RRF      ACUMULADOR_L1,F
1490  MOVFW   ACUMULADOR_L
1491  MOVWF   RADICANDO1
1492  MOVFW   ACUMULADOR_H
1493  MOVWF   RADICANDO2
1494  MOVFW   ACUMULADOR_H3
1495  MOVWF   RADICANDO3
1496  CALL    RAIZ_CUADRADA
1497  RETURN
1498  ;----RUTINA PARA OBTENER LAS MEDIDAS A
ESCALA VOLTIOS(AC,DC),AMPERIOS,°C, ETC---
1499  CONVERSION
1500  BSF      STATUS,RP0
1501  MOVFW   ADRESL
1502  BCF      STATUS,RP0
1503  MOVWF   MPDORL
1504  MOVFW   ADRESH
1505  MOVWF   MPDORH
1506  MOVFW   NUMERADOR_CONVERSION
1507  MOVWF   MPNDO
1508  CALL    MULTIPLICACION12X4
1509  MOVFW   PROH
1510  MOVWF   DVDOH
1511  MOVFW   PROL
1512  MOVWF   DVDOL
1513  MOVFW   DENOMINADOR_CONVERSION_H
1514  MOVWF   DVSORH
1515  MOVFW   DENOMINADOR_CONVERSION_L
1516  MOVWF   DVSORL
1517  CALL    DIVISION
1518  MOVFW   COCIE_H
1519  MOVWF   RESULTADO_CONVERSION_H
1520  MOVFW   COCIE_L
1521  MOVWF   RESULTADO_CONVERSION_L
1522  RETURN
1523  ;---RUTINA PARA DESCOMPONER EL
NUMERO EN SUS DIGITOS ASCII-----
1524  DESCOMPOSICION_ASCII
1525  MOVFW   RESULTADO_CONVERSION_H
1526  MOVWF   DVDOH
1527  MOVFW   RESULTADO_CONVERSION_L
1528  MOVWF   DVDOL
1529  MOVFW   RESTOL
1530  MOVWF   DVDOL
1531  MOVFW   RESTOH
1532  MOVWF   DVDOH
1533  MOVLW   .100
1534  MOVWF   DVSORL
1535  CLRF   DVSORH
1536  CALL   DIVISION
1537  MOVFW   COCIE_L
1538  CALL   ASCII
1539  BSF    STATUS,RP0
1540  MOVWF  CENTENA
1541  BCF    STATUS,RP0
1542  MOVFW  RESTOL
1543  MOVWF  DVDOL
1544  CLRF   DVDOH
1545  MOVLW  .10
1546  MOVWF  DVSORL
1547  CLRF   DVSORH
1548  CALL   DIVISION
1549  MOVFW  COCIE_L
1550  CALL   ASCII
1551  BSF    STATUS,RP0
1552  MOVWF  DECENA
1553  BCF    STATUS,RP0
1554  MOVFW  RESTOL
1555  CALL   ASCII
1556  BSF    STATUS,RP0
1557  MOVWF  UNIDAD
1558  BCF    STATUS,RP0
1559  RETURN
1560  ;;;;RUTINAS DE OPERACIONES
ARITMETICAS;
1561  ;---RUTINA PARA MULTIPLICACIÓN DE 12X4
BITS-----;
1562  MULTIPLICACION12X4
1563  CLRF  PROH
1564  CLRF  PROL
1565  MOVLW 4
1566  MOVWF  CONTADOR_TEMPORAL
1567  BUCLE4
1568  RRF    MPNDO,F
1569  BTFSS STATUS,C
1570  GOTO  CERO4
1571  MOVFW  MPDORL
1572  ADDWF  PROL,F ;ACUMULA MPNDOR
1573  BTFSS STATUS,C
1574  GOTO  $+2
1575  INCF  PROH,F
1576  MOVFW  MPDORH

```

```

1577 ADDWF PROH,F
1578 CERO4
1579 BCF STATUS,C
1580 RLF MPDORL,F ;SE EXTRAE LSB
DE PROH...
1581 RLF MPDORH,F ;...YSE PONE EN
PROL.
1582 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F;10
VECES PARA TODOS LOS BITS DEL MPDOR
1583 GOTO BUCLE4
1584 RETURN
1585 ;-----RUTINA DE DIFERENCIA DE 16
BITS(ACARREO EN STATUS,C)---
1586 RESTA16
1587 MOVFW STDOL
1588 SUBWFMNDOL,W
1589 BTFSS STATUS,C
1590 GOTO $+6
1591 MOVWF RESTAL
1592 MOVFW STDOH
1593 SUBWFMNDOH,W
1594 MOVWF RESTAH
1595 RETURN
1596 MOVWF RESTAL
1597 COMF STDOH,W
1598 ADDWF MNDOH,W
1599 MOVWF RESTAH
1600 RETURN
1601 ;--RUTINA DE DIFERENCIA DE 24
BITS(ACARREO EN STATUS,C)--
1602 RESTA24
1603 MOVFW STDOL
1604 SUBWFMNDOL,W
1605 MOVWF RESTAL
1606 BTFSS STATUS,C
1607 GOTO $+5
1608 MOVFW STDOH
1609 SUBWFMNDOH,W
1610 MOVWF RESTAH
1611 GOTO $+4
1612 COMF STDOH,W
1613 ADDWF MNDOH,W
1614 MOVWF RESTAH
1615 BTFSS STATUS,C
1616 GOTO $+5
1617 MOVFW STDOH3
1618 SUBWFMNDOH3,W
1619 MOVWF RESTAH3
1620 RETURN
1621 COMF STDOH3,W
1622 ADDWF MNDOH3,W
1623 MOVWF RESTAH3
1624 RETURN
1625 ;---RUTINA DE SUMA DE 24 BITS(ACARREO
EN STATUS,C)---
1626 SUMA24
1627 MOVFW SMDOH1
1628 ADDWF SMDO2H,W
1629 MOVWF SUMA1
1630 BTFSS STATUS,C
1631 GOTO $+.12
1632 MOVFW SMDOH1
1633 ADDWF SMDO2H,W
1634 BTFSS STATUS,C
1635 GOTO $+5
1636 ADDLW .1
1637 MOVWF SUMAH
1638 BSF STATUS,C
1639 GOTO SUMANDO_3
1640 ADDLW .1
1641 MOVWF SUMAH
1642 GOTO SUMANDO_3
1643 MOVFW SMDOH1
1644 ADDWF SMDO2H,W
1645 MOVWF SUMAH
1646 SUMANDO_3
1647 BTFSS STATUS,C
1648 GOTO $+.12
1649 MOVFW SMDOH13
1650 ADDWF SMDO2H3,W
1651 BTFSS STATUS,C
1652 GOTO $+5
1653 ADDLW .1
1654 MOVWF SUMAH3
1655 BSF STATUS,C
1656 RETURN
1657 ADDLW .1
1658 MOVWF SUMAH3
1659 RETURN
1660 MOVFW SMDOH13
1661 ADDWF SMDO2H3,W
1662 MOVWF SUMAH3
1663 RETURN
1664 ;--RUTINA DE DIVISION DE 16/16BITS--
1665 DIVISION
1666 CLRF RESTOL
1667 CLRF RESTOH
1668 ;BCF STATUS,RP0
1669 CLRF COCIE_L
1670 CLRF COCIE_H

```

```

1671 MOVLW .16 ;PARA LOS 16 BITS
1672 MOVWF CONTADOR_TEMPORAL
1673 BUCLE1
1674 RLF DVDOL,F ;DESPLAZA BITS
DEL DIVIDENDO UNO EN UNO...
1675 RLF DVDOI,F
1676 RLF RESTOL,F ;...QUE SERVIRÁ
PARA LA DIVISIÓN CON EL DIVISOR
1677 RLF RESTOH,F
1678 MOVFW RESTOL
1679 MOVWF MNDOL
1680 MOVFW RESTOH
1681 MOVWF MNDOH
1682 MOVFW DVSORH ;COMPARA SI SE
PUEDE DIVIDIR...
1683 MOVWF STDOH
1684 MOVFW DVSORL
1685 MOVWF STDOL
1686 CALL RESTA16
1687 BTFSS STATUS,C ;POR AHORA
1688 GOTO NODIVI ;NO, ENTONCES IR A
NO DIVISIBLE
1689 RLF COCIE_L,F ;SI, ENTONCES
DESPLAZAR "1" DEL ACARREO AL COCIENTE
1690 RLF COCIE_H,F
1691 MOVFW RESTAH
1692 MOVWF RESTOH ;GUARDAR LA
RESTA EN REGA
1693 MOVFW RESTAL
1694 MOVWF RESTOL
1695 GOTO DECREI ;IR A DECREMENTAR
CONTADOR
1696 NODIVI
1697 RLF COCIE_L,F ;SI NO HAY
DIVISIBILIDAD ENTONCES DESPLAZAR "0" DEL
ACARREO AL COCIENTE
1698 RLF COCIE_H,F
1699 DECREI
1700 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F
;DECREMENTA CONTADOR,SI FUERON 16...
1701 GOTO BUCLE1 ;...DESPLAZAMIENTOS
ENTONCES SALIR DEL BUCLE
1702 RETURN
1703 ;--RUTINA PARA MULTIPLICACIÓN DE 8X8
BITS-----;
1704 MULTIPLICACION8X8
1705 CLRF PROH
1706 CLRF PROL
1707 MOVLW 0X08
1708 MOVWF CONTADOR_TEMPORAL
1709 BUCLE8
1710 RRF MPDORL,F ;ANALIZA BIT DEL
1711 BTFSS STATUS,C ;...MULTIPLICADOR
1712 GOTO CERO
1713 MOVF MPNDO,W
1714 ADDWF PROH,F ;ACUMULA +MPNDO
1715 CERO
1716 RRF PROH,F ;SI FUE CERO
SOLAMENTE SE EXTRAE BIT LSB DE...
1717 RRF PROL,F ;...PROH Y SE PONE EN
PROL
1718 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F ;8
VE ES PARA TODO EL BYTE DEL MPDOR
1719 GOTO BUCLE8
1720 ;BCF STATUS,RP0
1721 RETURN
1722 ;----RUTINA QUE ELEVA AL CUADRADO UN
NUMERO DE 10 BITS--
1723 ELEVAR_AL_CUADRADO
1724 MOVFW BASEL
1725 MOVWF MPNDO
1726 MOVWF MPDORL
1727 CALL MULTIPLICACION8X8
1728 CLRF SMDOI,H
1729 CLRF SMDOI,L
1730 CLRF SMDO2H,I
1731 CLRF SMDO2L,I
1732 BTFSC BASEH,0
1733 BSF SMDOI,L,7
1734 BTFSC BASEH,1
1735 BSF SMDOI,H,0
1736 MOVFW BASEL
1737 ADDWF SMDOI,L,F
1738 BTFSC STATUS,C
1739 INCF SMDOI,H,F
1740 BTFSS BASEH,0
1741 GOTO $+5
1742 MOVFW SMDOI,L
1743 ADDWF SMDO2L,F
1744 MOVFW SMDOI,H
1745 ADDWF SMDO2H,F
1746 BTFSS BASEH,1
1747 GOTO $+11
1748 BCF STATUS,C
1749 RLF SMDOI,L,F
1750 RLF SMDOI,H,F
1751 MOVFW SMDOI,L
1752 ADDWF SMDO2L,F
1753 BTFSS STATUS,C

```

```

1754 GOTO $+2
1755 INCF SMDO2H,F
1756 MOVFW SMDO1H
1757 ADDWF SMDO2H,F
1758 CLRF CUADRADOH
1759 CLRF CUADRADOL
1760 CLRF CUADRADOH3
1761 BTFSC SMDO2H,3
1762 BSF CUADRADOH3,4
1763 BTFSC SMDO2H,2
1764 BSF CUADRADOH3,3
1765 BTFSC SMDO2H,1
1766 BSF CUADRADOH3,2
1767 BTFSC SMDO2H,0
1768 BSF CUADRADOH3,1
1769 BTFSC SMDO2L,7
1770 BSF CUADRADOH3,0
1771 BTFSC SMDO2L,6
1772 BSF CUADRADOH,7
1773 BTFSC SMDO2L,5
1774 BSF CUADRADOH,6
1775 BTFSC SMDO2L,4
1776 BSF CUADRADOH,5
1777 BTFSC SMDO2L,3
1778 BSF CUADRADOH,4
1779 BTFSC SMDO2L,2
1780 BSF CUADRADOH,3
1781 BTFSC SMDO2L,1
1782 BSF CUADRADOH,2
1783 BTFSC SMDO2L,0
1784 BSF CUADRADOH,1
1785 MOVFW PROL
1786 ADDWF CUADRADOL,F
1787 BTFSS STATUS,C
1788 GOTO $+6
1789 MOVLW
1790 ADDWF CUADRADOH,F
1791 BTFSS STATUS,C
1792 GOTO $+2
1793 INCF CUADRADOH3,F
1794 MOVFW PROH
1795 ADDWF CUADRADOH,F
1796 BTFSS STATUS,C
1797 GOTO $+2
1798 INCF CUADRADOH3,F
1799 RETURN
1800 ;----RUTINA DE RAIZ CUADRADA PARA
RADICANDO DE 24 BITS-----
1801 RAIZ_CUADRADA
1802 CLRF TEMPORAL_RADICANDO_1
1803 CLRF TEMPORAL_RADICANDO_2
1804 CLRF TEMPORAL_RADICANDO_3
1805 CLRF RAIZL
1806 CLRF RAIZH
1807 CLRF STDOH3
1808 MOVLW .24 ; PARA 24 BITS
1809 MOVWF CONTADOR_TEMPORAL
1810 BCF
ESTADO3,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRAD
A ;FLAG QUE INDICA SI EL BIT DEL RADICANDO
TIENE POSICIÓN PAR
1811 VER_PRIMER_BIT
1812 BTFSS
ESTADO3,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRAD
A
1813 GOTO $+3
1814 BCF
ESTADO3,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRAD
A
1815 GOTO $+2
1816 BSF
ESTADO3,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRAD
A
1817 BCF STATUS,C
1818 RLF RADICANDO1,F
1819 RLF RADICANDO2,F
1820 RLF RADICANDO3,F
1821 BTFSC STATUS,C
1822 GOTO INICIAR_CALCULO_RAIZ
1823 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F
1824 GOTO VER_PRIMER_BIT
1825 RETURN
1826 INICIAR_CALCULO_RAIZ
1827 BSF RAIZL,0 ;OBTENIENDO LA
PRIMERA RAIZ
1828 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F
1829 GOTO $+2
1830 RETURN
1831 BSF TEMPORAL_RADICANDO_1,0
1832 BTFSS
ESTADO3,INDICADOR_PAR_EN_RAIZ_CUADRAD
A
1833 GOTO $+8
1834 RLF RADICANDO1,F
1835 RLF RADICANDO2,F
1836 RLF RADICANDO3,F
1837 RLF TEMPORAL_RADICANDO_1,F
1838 DECFSZ CONTADOR_TEMPORAL,F
1839 GOTO $+2
1840 RETURN

```

1841	DECF	TEMPORAL_RADICANDO_1,F	1890	MOVWF	TEMPORAL_RADICANDO_3
		;RESTANDO LA PRIMERA RAIZ	1891	BSF	STATUS,C
1842	BUCLE_CALCULO_RAIZ		1892	RLF	RAIZL,F
1843	RLF	RADICANDO1,F	1893	RLF	RAIZH,F
1844	RLF	RADICANDO2,F	1894	VER_SI_24_VECES	
1845	RLF	RADICANDO3,F	1895	DECFSZ	CONTADOR_TEMPORAL,F
1846	RLF	TEMPORAL_RADICANDO_1,F	1896	GOTO	\$+2
1847	RLF	TEMPORAL_RADICANDO_2,F	1897	RETURN	
1848	RLF	TEMPORAL_RADICANDO_3,F	1898	DECFSZ	CONTADOR_TEMPORAL,F
1849	RLF	RADICANDO1,F	1899	GOTO	BUCLE_CALCULO_RAIZ
1850	RLF	RADICANDO2,F	1900	RETURN	
1851	RLF	RADICANDO3,F	1901	;;;RUTINAS DE TEXTO;;;;;	
1852	RLF	TEMPORAL_RADICANDO_1,F	1902	ACLARAR_LINEA	
1853	RLF	TEMPORAL_RADICANDO_2,F	1903	MOVLW	.16
1854	RLF	TEMPORAL_RADICANDO_3,F	1904	MOVWF	TEMP2
1855	MOVWF	RAIZL	1905	MOVLW	
1856	MOVWF	PRODUCTO1	1906	CALL	ENVIA_DATO
1857	MOVWF	RAIZH	1907	DECFSZ	TEMP2,F
1858	MOVWF	PRODUCTO2	1908	GOTO	\$-3
1859	BCF	STATUS,C	1909	RETURN	
1860	RLF	PRODUCTO1,F	1910	PRESENTAR_MEDICION	
1861	RLF	PRODUCTO2,F	1911	ADDWF	POSICION_DE_PANTALLA,W
1862	RLF	PRODUCTO1,F	1912	CALL	ENVIA_COMANDO
1863	RLF	PRODUCTO2,F	1913	CALL	CONVERSION
1864	MOVLW	.1	1914	CALL	DESCOMPOSICION_ASCII
1865	ADDWF	PRODUCTO1,F	1915	BSF	STATUS,RP0
1866	BTFS	STATUS,C	1916	MOVWF	CENTENA
1867	ADDWF	PRODUCTO2,F	1917	BCF	STATUS,RP0
1868	MOVWF	TEMPORAL_RADICANDO_1	1918	CALL	ENVIA_DATO
1869	MOVWF	MNDOL	1919	BSF	STATUS,RP0
1870	MOVWF	TEMPORAL_RADICANDO_2	1920	MOVWF	DECENA
1871	MOVWF	MNDOH	1921	BCF	STATUS,RP0
1872	MOVWF	TEMPORAL_RADICANDO_3	1922	CALL	ENVIA_DATO
1873	MOVWF	MNDOH3	1923	BSF	STATUS,RP0
1874	MOVWF	PRODUCTO1	1924	MOVWF	UNIDAD
1875	MOVWF	STDOL	1925	BCF	STATUS,RP0
1876	MOVWF	PRODUCTO2	1926	CALL	ENVIA_DATO
1877	MOVWF	STD0H	1927	RETURN	
1878	CALL	RESTA24	1928	OBTENER_POSICION_PANTALLA	
1879	BTFS	STATUS,C	1929	MOVWF	POSICION_DE_PANTALLA
1880	GOTO	\$+4	1930	SUBLW	.2
1881	;BCF	STATUS,C	1931	BTFS	STATUS,C
1882	RLF	RAIZL,F	1932	GOTO	\$+4
1883	RLF	RAIZH,F	1933	MOVLW	.22
1884	GOTO	VER_SI_24_VECES	1934	MOVWF	POSICION_DE_PANTALLA
1885	MOVWF	RESTAL	1935	RETURN	
1886	MOVWF	TEMPORAL_RADICANDO_1	1936	MOVLW	.2
1887	MOVWF	RESTAH	1937	MOVWF	POSICION_DE_PANTALLA
1888	MOVWF	TEMPORAL_RADICANDO_2	1938	RETURN	
1889	MOVWF	RESTAH3	1939	PREPARAR_LINEA	

```

1940  MOVLW  LCD_LINE2
1941  ADDWF  POSICION_DE_PANTALLA,W
1942  CALL   ENVIA_COMANDO
1943  CALL   ACLARAR_LINEA
1944  MOVLW  .20
1945  BSF    STATUS,RP0
1946  MOVWF  TEMP4
1947  BCF    STATUS,RP0
1948  BSF
      ESTADO2.FLAG_ROTACION_PANTALLA
1949  RETURN
1950  ROTACION_PANTALLA
1951  BSF    STATUS,RP0
1952  MOVF   TEMP4,F
1953  BCF    STATUS,RP0
1954  BTFSS  STATUS,Z
1955  GOTO  $+3
1956  RETURN
1957  BTFSS
      ESTADO2.FLAG_ROTACION_CARACTER
1958  RETURN
1959  MOVLW  LCD_LEFT
1960  CALL   ENVIA_COMANDO
1961  BSF    STATUS,RP0
1962  DECF   TEMP4,F
1963  BCF    STATUS,RP0
1964  BCF
      ESTADO2.FLAG_ROTACION_CARACTER
1965  RETURN
1966  PARTE1_TXT_LINE1
1967  MOVLW  LCD_LINE1
1968  GOTO  $+2
1969  PARTE1_TXT_LINE2
1970  MOVLW  LCD_LINE2
1971  ADDWF  POSICION_DE_PANTALLA,W
1972  CALL   ENVIA_COMANDO
1973  CLRF   CONTA_CARACTER
1974  RETURN
1975  PARTE2_TXT
1976  CALL   ENVIA_DATO
1977  INCF   CONTA_CARACTER,F
1978  MOVLW  .16
1979  XORWF  CONTA_CARACTER,W
1980  RETURN
1981  TXT_L1_MEDICIONES_VIN
1982  CALL   PARTE1_TXT_LINE1
1983  CALL   CHAR_MEDICIONES_VIN
1984  CALL   PARTE2_TXT
1985  BTFSS  STATUS,Z
1986  GOTO  $-3
1987  RETURN
1988  -----
1989  TXT_L1_MEDICIONES_VOUT
1990  CALL   PARTE1_TXT_LINE1
1991  CALL   CHAR_MEDICIONES_VOUT
1992  CALL   PARTE2_TXT
1993  BTFSS  STATUS,Z
1994  GOTO  $-3
1995  RETURN
1996  -----
1997  TXT_L1_MEDICIONES_IOUT
1998  CALL   PARTE1_TXT_LINE1
1999  CALL   CHAR_MEDICIONES_IOUT
2000  CALL   PARTE2_TXT
2001  BTFSS  STATUS,Z
2002  GOTO  $-3
2003  RETURN
2004
2005  TXT_L1_MEDICIONES_OTRO
2006  CALL   PARTE1_TXT_LINE1
2007  CALL   CHAR_MEDICIONES_OTRO
2008  CALL   PARTE2_TXT
2009  BTFSS  STATUS,Z
2010  GOTO  $-3
2011  RETURN
2012  -----
2013  TXT_SOBRECORRIENTE
2014  CALL   PARTE1_TXT_LINE1
2015  CALL   CHAR_SOBRECORRIENTE
2016  CALL   PARTE2_TXT
2017  BTFSS  STATUS,Z
2018  GOTO  $-3
2019  RETURN
2020  -----
2021  TXT_SOBRETEMPERATURA
2022  CALL   PARTE1_TXT_LINE1
2023  CALL   CHAR_SOBRETEMPERATURA
2024  CALL   PARTE2_TXT
2025  BTFSS  STATUS,Z
2026  GOTO  $-3
2027  RETURN
2028  -----
2029  TXT_FALLA_SIMETRIA
2030  CALL   PARTE1_TXT_LINE1
2031  CALL   CHAR_FALLA_SIMETRIA
2032  CALL   PARTE2_TXT
2033  BTFSS  STATUS,Z
2034  GOTO  $-3
2035  RETURN
2036  -----

```



```

2037 TXT_I.1.LOGO
2038 CALL PARTE1_TXT_LINE1
2039 CALL CHAR_LOGO
2040 CALL PARTE2_TXT
2041 BTFSS STATUS,Z
2042 GOTO $-3
2043 RETURN
2044
2045 TXT_I.2.EQUIPO
2046 CALL PARTE1_TXT_LINE2
2047 CALL CHAR_EQUIPO
2048 CALL PARTE2_TXT
2049 BTFSS STATUS,Z
2050 GOTO $-3
2051 RETURN
2052
2053 TXT_SUBTENSION
2054 CALL PARTE1_TXT_LINE1
2055 CALL CHAR_SUBTENSION
2056 CALL PARTE2_TXT
2057 BTFSS STATUS,Z
2058 GOTO $-3
2059 RETURN
2060
2061 TXT_SOBRETENSION
2062 CALL PARTE1_TXT_LINE1
2063 CALL CHAR_SOBRETENSION
2064 CALL PARTE2_TXT
2065 BTFSS STATUS,Z
2066 GOTO $-3
2067 RETURN
2068 -----
2069 ORG 0X0700
2070 CHAR_MEDICIONES_VIN
2071 MOVLW 0X07
2072 MOVWF PCLATH
2073 MOVFW CONTA_CHARACTER
2074 ADDWF PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2075 DT "V.DE ENTRADA(V):"
2076 -----
2077 ORG 0X0700
2078 CHAR_MEDICIONES_VOUT
2079 MOVLW 0X07
2080 MOVWF PCLATH
2081 MOVFW CONTA_CHARACTER
2082 ADDWF PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2083 DT "V. DE SALIDA(V):"
2084 ,-----
2085 CHAR_MEDICIONES_IOUT
2086 MOVLW 0X07
2087 MOVWF PCLATH
2088 MOVFW CONTA_CHARACTER
2089 ADDWF PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2090 DT " I. DE CARGA : "
2091
2092 CHAR_MEDICIONES_OTRO
2093 MOVLW 0X07
2094 MOVWF PCLATH
2095 MOVFW CONTA_CHARACTER
2096 ADDWF PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2097 DT "TEMPERATURA(BC):"
2098 -----
2099 CHAR_SOBRECORRIENTE
2100 MOVLW 0X07
2101 MOVWF PCLATH
2102 MOVFW CONTA_CHARACTER
2103 ADDWF PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2104 DT " SOBRECARGA "
2105 -----
2106 CHAR_EQUIPO
2107 MOVLW 0X07
2108 MOVWF PCLATH
2109 MOVFW CONTA_CHARACTER
2110 ADDWF PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2111 DT " ETPID HF-PFC "
2112 -----
2113 CHAR_SOBRETEMPERATURA
2114 MOVLW 0X07
2115 MOVWF PCLATH
2116 MOVFW CONTA_CHARACTER
2117 ADDWF PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2118 DT "ALTA TEMPERATURA"
2119 -----
2120 CHAR_LOGO
2121 MOVLW 0X07
2122 MOVWF PCLATH
2123 MOVFW CONTA_CHARACTER
2124 ADDWF PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2125 DT " OLC INGENIEROS "
2126
2127 CHAR_SUBTENSION
2128 MOVLW 0X07

```

```

2129  MOVWF  PCLATH
2130  MOVFW  CONTA_CHARACTER
2131  ADDWF  PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2132  DT " !!SUBTENSION!! "
2133  -----
2134  CHAR_FALLA_SIMETRIA
2135  MOVLW  0X07
2136  MOVWF  PCLATH
2137  MOVFW  CONTA_CHARACTER
2138  ADDWF  PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2139  DT " FALLA SIMETRIA "
2140  -----
2141  CHAR_SOBTRENSION
2142  MOVLW  0X07
2143  MOVWF  PCLATH
2144  MOVFW  CONTA_CHARACTER

2145  ADDWF  PCL,F
a. ;0123456789ABCDEF
2146  DT "!!SOBTRENSION!!"
2147  -----
2148  ASCII
2149  MOVWF  TEMPI
2150  SUBLW .9
2151  BTFS  STATUS,C
2152  GOTO  $+3
2153  MOVLW  .9
2154  MOVWF  TEMPI
2155  MOVLW  0X07
2156  MOVWF  PCLATH
2157  MOVFW  TEMPI
2158  ADDWF  PCL,F
2159  DT "0123456789"
2160  END

```

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Bassett, I.A.; "Constant frequency ZVS converter with integrated magnetics". Applied Power Electronics Conference and Exposition, 1992. APEC '92. Conference Proceedings 1992., Seventh Annual
- 2 Yim-Shu Lee; Leung-Pong Wong; Cheng, D.K.-W. "Simulation and design of integrated magnetics for power converters"; IEEE Transactions on Magnetics Volume 39, Issue 2, March 2003 Page(s):1008 – 1018
- 3 Yim-Shu Lee; Leung-Pong Wong; Cheng, D.K.-W.; "Simulation and design of integrated magnetics for power converters". IEEE Transactions on Magnetics. March 2003
- 4 Transformer and Series Inductance Integration for Harmonic Filtering in PWM Inverters Based in a Simple Design Procedure J. Pleite, V. Valdivia, P. Zumel, C. Gonzalez Universidad Carlos III de Madrid, Spain
- 5 C. W. T. McLyman, *Transformer and Inductor Design Handbook*, second edition, New York:Marcel Dekker, 1988.
- 6 S. Cuk, "Basics of Switched-Mode Power Conversion: Topologies, Magnetics, and Control," in *Advances in Switched-Mode Power Conversion*, vol. 2, Irvine: Teslaco, pp. 292-305, 1983.
- 7 R. W. Erickson, *Fundamentals of Power Electronics*, New York: Chapman and Hall, 1997, Chapter 13.
- 8 L. Min Kwang, L. Dong Yun, and H. Dong Seok, "New zero-current transition PWM DC/DC converters without current stress," in *Proc. IEEE PESC'01*, 2001, pp. 1069–1074.
- 9 H. Choi, J. W. Kim, and H. B. Cho, "Novel zero-voltage and zero-current switching (ZVZCS) full-bridge PWM converter using coupled output inductor," in *Proc. IEEE APEC'01*, 2001, pp. 967–973.
- 10 D. Chen and L. Li, "Novel static inverter with high frequency pulse dc link," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 19, no. 4, pp. 971–978, Jul.2004.
- 11 J. P. Agrawal, *Power Electronic Systems Theory and Design*. Beijing, China: Tsinghua Univ. Press, 2001, pp. 373–382.
- 12 B. Szabados, "Apparatus for Dimming a Fluorescent Lamp With a Magnetic Ballast," U.S. Patent 6121734, 2000.

- 13 K. Harada, F. Anan, and K. Yamasaki, "Intelligent transformer," in *Proc. IEEE PESC'96*, 1996, pp. 1337–1341.
- 14 D. Chen and L. Li, "Bi-polarity phase-shifted controlled voltage mode ac–ac converters with high frequency ac link," in *Proc. IEEE PESC'03*, 2003, pp. 677–682
- 15 J. Faiz, B. Siahkollah. "New Solid-State Onload Tap-Changers Topology for Distribution Transformers". *IEEE Transactions on Power Delivery, Vol 18, No 1*, January 2003. pp 136-141
- 16 E. Raaijen, R.K. Jordan, G.J. Ruumpol, J. Sieben. "An efficient and Economical Active AC Line Conditioner" *IEEE IECON 95*. pp.664-670.
- 17 BH Kwon, BD Min, JH Kim. "Novel Commutation Technique of AC-AC Converter" *IEE Proc. Electr. Power Applications*, Vol 145, No 4, July 1998, pp.295-300.
- 18 C. Schalkwyk, H.J. Beukes, H.T. Mouton. "An AC to AC Converter Based Voltage Regulator" *IEEE Africon 2002*, pp. 719-722.
- 19 C. Petry, J. Fagundes, I. Barbi. "New AC-AC Converter Topologies" *IEEE International Symposium on Industrial Electronics ISIE'03* , pp 427-431.
- 20 PN Enjeti, S Choi. "An Approach to Realize Higher Power PWM AC Controller" *IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition APEC'93*, pp 323-327.