



**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACION**

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN DE UN  
PROTECTOR DE VOLTAJE PARA EQUIPOS  
ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS”**

**INFORME TÉCNICO**

Previa a la obtención del Título de :

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA**

Presentado por :

**FRANCISCO ARANGO PEÑARANDA**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2000**

## **AGRADECIMIENTO**

**Al ING. LUDMILA GORENKOVA**  
Directora de Informe Técnico por su  
paciencia y colaboración para la  
realización de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

**A DIOS  
A MIS PADRES  
A MIS HERMANOS  
A MIS AMIGOS**

TRIBUNAL



---

ING. CARLOS MONSALVE A.

PRESIDENTE



---

ING. LUDMILA GORENKOVA

DIR. INFORME TECNICO



---

ING. EDGAR IZQUIERDO O.

MIEMBRO PRINCIPAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

**“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Informe Técnico, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.**

**(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales la ESPOL).**



---

**FRANCISCO ARANGO P.**

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

<b>CAPITULO 1</b>	<b>Pag.</b>
<b>PRESENTACIÓN DEL TEMA .....</b>	<b>11</b>
1.1 Objetivos Principales del Diseño .....	12
1.2 Historia del Proceso de Diseño .....	13

## CAPITULO 2

### CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO ELECTRÓNICO .

2.1 Diagrama de Bloques .....	39
2.2 Sistema de Alimentación .....	42
2.3 Niveles de Voltaje .....	46
2.3.1 Sección de Alto Voltaje .....	46
2.3.2 Sección de Bajo Voltaje .....	51
2.4 Temporizador .....	56
2.5 Circuito de disparo .....	59

## CAPITULO 3

### ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES UTILIZADOS EN EL DISEÑO.

3.1 Teoría del Zener como regulador .....	65
3.2 Teoría del LM324 .....	70
3.3 Teoría del Triac .....	70

	<b>Pag.</b>
3.3.1 Formas de Onda .....	74
3.3.2 Características Eléctricas del Triac. ....	77

## **CAPITULO 4**

### **CIRCUITO IMPRESO .**

4.1 Desarrollo del Circuito Impreso. ....	81
4.2 Diseño actual del Circuito Impreso. ....	84

## **CAPITULO 5**

### **MONTAJE Y PRUEBAS .**

5.1 Montaje. ....	91
5.2 Pruebas. ....	95
5.3 Análisis de resultados. ....	96
5.4 Conclusiones. ....	100
5.5 Puesta en servicio. ....	101
5.6 Costos. ....	104

## **RESUMEN GENERAL**

Conclusiones finales.

Bibliografía.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la modalidad de Informe Técnico como alternativa de graduación, presento un tema que ha sido desarrollado durante 5 años por un grupo de jóvenes Ingenieros (Ing. Edgar Izquierdo, Ing. Holger Pico, Ing. Rosemarie Vélez, Ing. Elias Faour y quién escribe), que buscaba solucionar el problema que ocasionaban los continuos cortes de energía así como las fluctuaciones de voltaje presentes en la red eléctrica, los que producían los frecuentes daños de equipos eléctricos (refrigeradoras, acondicionadores de aire, etc.) y electrónicos (computadoras, TV, VHS, fotocopiadoras, Equipos de sonido, etc.).

Una de las soluciones existentes en el mercado son los reguladores de voltaje, los cuales presentan los siguientes inconvenientes :

- 1.- En el momento en que ocurre un corte brusco de la energía eléctrica y su inmediata reconexión ( "apagón breve" como se le conoce popularmente), el regulador no presenta ninguna defensa contra ello.
- 2.- La calidad en la construcción de dichos reguladores es bastante deficiente y el costo es bastante alto.

El hecho de que deje pasar el voltaje de la red a la carga, es perjudicial para un equipo con compresor, ya que al intentar arrancar con la cámara de compresión llena, se produce un golpeteo o vibración que daña las partes mecánicas del mismo.



Lo aconsejable es que la cámara de compresión se encuentre vacía al momento del arranque. Para ello es necesario que la carga se encuentre desenergizada durante algunos minutos, algo que el regulador no puede hacer cuando hay un apagón breve.

El regulador, como su nombre lo indica, regula el voltaje de entrada, arrojando un voltaje de salida aceptable para la alimentación de la carga sin que esta varíe bruscamente. Otro factor es que el regulador, en forma general, presenta a lo sumo 4 pasos (taps), trabajando con relés de apertura y cierre (en casos excepcionales se disparan con triacs o autotransformador), a saber:

90-115 V

100-115 V

110-115 V

120-115 V

130-115 V

Si el voltaje está por fuera de este rango, la salida varía de acuerdo a la entrada, es decir, el regulador deja de cumplir su función.

Surge entonces la idea de desarrollar un protector (supervisor), que opere en un margen de seguridad considerado como seguro (100-135 V para alimentación de 110 V y 200-250 V para alimentación de 220 V), y en caso de que se encuentre o no en este margen de seguridad, permita o no el paso de voltaje de la red a la carga de manera automática.

Dicho protector, que en la actualidad se presenta en el mercado bajo el nombre de SCUD, ha satisfecho esta necesidad teniendo una buena acogida (aunque su desarrollo aún no esta terminado).

Como se podrá ver a lo largo de este Informe, el sistema electrónico en si es muy sencillo (y se espera lograr que lo sea aún mas), pero su importancia radica justamente en eso; que algo tan simple sea funcional y de gran utilidad para muchas personas.

En las siguientes páginas se intentará demostrar como algo tan sencillo y simple puede conllevar un desarrollo donde se suma tiempo (5 años), esfuerzo, aplicación de leyes físicas, matemáticas, eléctricas; un estudio y seguimiento del proceso, optimización, reducción de costos, control de calidad, además de la presentación del producto y Marketing ( algo que no lo sabiamos).

Pero, sobretodo, tratar de subsistir durante todo este proceso (estudio y desarrollo, cosa que en este país no se paga) y lograr tener un producto que sirva de soporte para el sustento del grupo y de quien escribe.

Espero que al final de este Informe se tenga plena conciencia que aquellas cosas que se consideran simples y sencillas, son las que han contribuido al desarrollo de la humanidad en su carrera evolutiva (Quien no reconoce la simpleza de una aguja?).

Como epilogo a esta introducción, quisiera repetir la frase de un autor anónimo :

"Bendito el que invento la tuerca y el tornillo".

# **CAPITULO 1**

**PRESENTACIÓN DEL TEMA**

## **PRESENTACIÓN DEL TEMA :**

### **1.1 Objetivos Principales del Diseño.**

Como objetivos principales en la elaboración de este diseño se pueden enumerar los siguientes :

- 1.- Proteger los equipos eléctricos y electrónicos contra las variaciones de voltaje y los apagones, tanto breves como prolongados.
- 2.- Obtener un producto confiable, de calidad, el cual pueda satisfacer las necesidades del usuario.
- 3.- Desarrollar un método de trabajo mediante el cual se pueda planificar y realizar una producción en serie.
- 4.- Presentar al usuario un producto de buen acabado, funcional, económico y de fácil instalación.
- 5.- Crear conciencia en el público de la necesidad de proteger sus equipos.
- 6.- Realizar un seguimiento del comportamiento del protector en pleno trabajo, para corregir fallas que se pudieran presentar y evitar molestias al usuario.

## 1.2 Historia del Proceso de Diseño.

A finales del año 1989 se plantea la necesidad de crear un sistema electrónico que protegiera los equipos eléctricos y electrónicos de uso doméstico, básicamente aquellos que trabajaran con compresor, como es el caso de las refrigeradoras y los acondicionadores de aire; diferente a los existentes en el mercado.

El sistema debería ser lo mas sencillo, pequeño, liviano y económico posible, además que fuera de fácil instalación. Como uno de los objetivos se fijó el no uso de transformador como alimentación del sistema, ya que la dificultad que entrañaba su fabricación, la ubicación en el mercado, precio y peso, hacia imposible lograr los objetivos arriba mencionados.

Una de las primeras ideas fue bajar el voltaje de línea por medio de resistencias en serie, pero este método era bastante ortodoxo y la disipación de energía era alta, calentando en demasía.

Después de días de estudio y experimentación, se llegó a la conclusión de que un condensador no polarizado, utilizado como fuente de corriente, era la solución ideal. Cabe destacar que este fue un verdadero descubrimiento y el alma en sí del diseño del protector, por su tamaño y economía.

La cantidad de condensadores y su capacidad dependían del consumo de corriente del sistema electrónico en general.

El primer diseño realizado (presentado en la Fig. 1) fue un protector contra bajo voltaje y apagones.

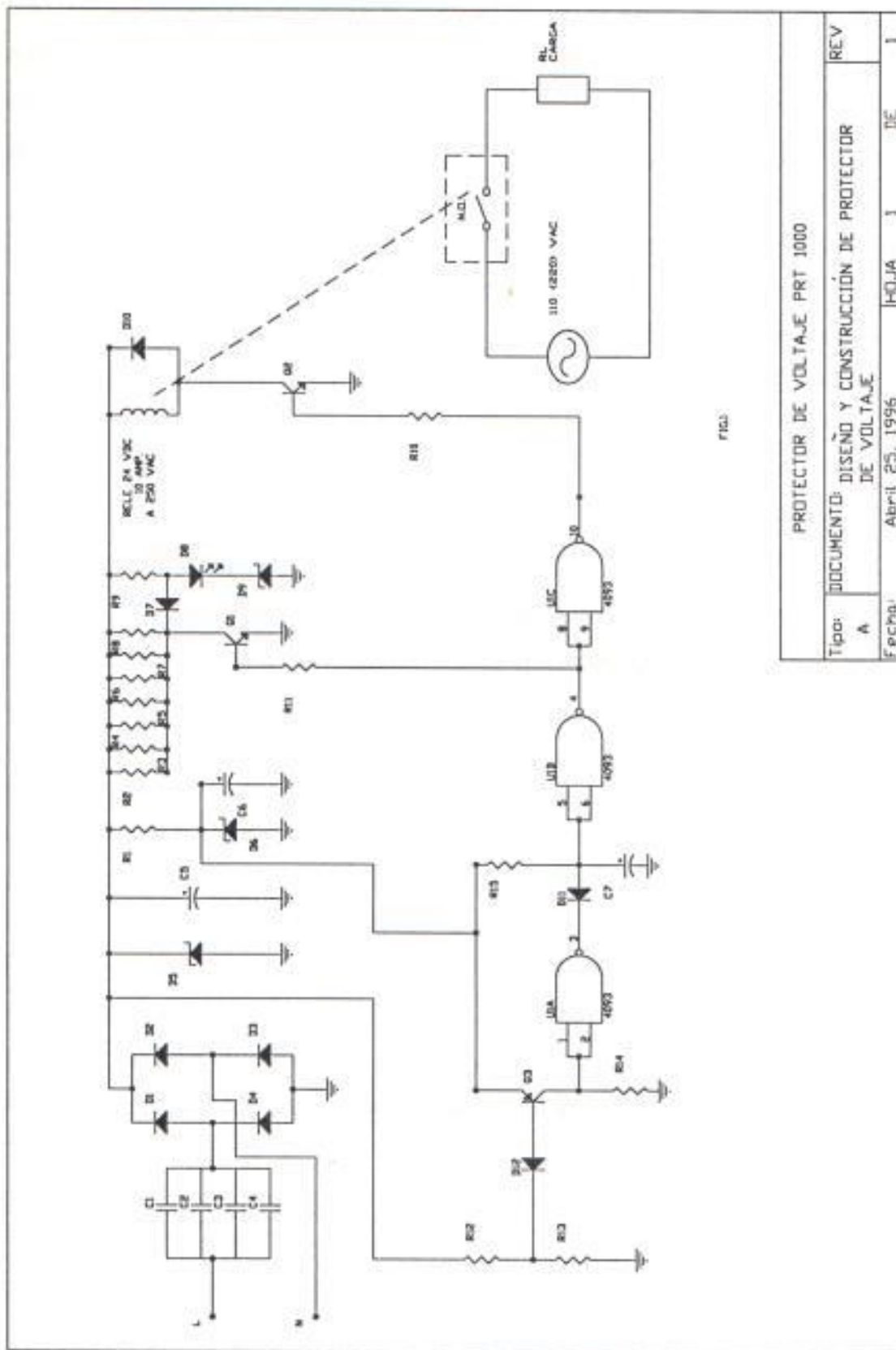


FIG. 1

PROTECTOR DE VOLTAJE PRT 1000

Tipo: DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE		REV
A		
Fecha: Abril 25, 1996	Página 1	DE 1

Este fue el primer intento de crear algo no existente en el mercado, sin punto referencial sobre el que basarse (no había un conocimiento previo del mismo en otro sitio), lo cual conllevaba a que fuera hecho un poco a la "criolla", no profesionalmente, es decir, no basado en un estudio previo.

Es precisamente aquí donde arranca el estudio del comportamiento del sistema. Aquí aparece la necesidad de que además de desarrollar un sistema electrónico que sea funcional y seguro, sea comercial (aceptado por el público tanto por su función como por su presentación), que su construcción sea económica; de tal manera que asegure una buena rentabilidad y que su costo para el público no sea elevado.

Dicho sistema (volviendo a la Fig. 1 ) requería cuatro (4) condensadores de alimentación (C1-C4), un puente rectificador de onda completa (D1-D4), dos diodos zener como reguladores (D5 y D6), un CI CMOS (4093 puertas NAND), como elemento de detección y toma de decisión, tres transistores (Q1,Q2,Q3) y un elemento de acción (relé de 24 VDC-10 Amp./250 VAC).

Como se dijo anteriormente, el número y la capacidad de los condensadores de alimentación dependían de la cantidad de corriente que demandara el sistema electrónico, pero esencialmente era el relé el que condicionaba el diseño electrónico.

Como se pudo comprobar, un relé varía con respecto a otro, que no sea de su mismo tipo (misma serie), en la construcción de su embobinado, así su alimentación sea la misma (12,24,48 V de bobina). Al medir la impedancia de la bobina de un relé con respecto a otro, se pudo observar que esta variaba en un porcentaje bastante amplio.

Al variar dicha impedancia, varía la demanda de corriente para energizar la bobina, lo que hace que varíe tanto el número como la capacidad de los condensadores de alimentación para satisfacer dicha demanda.

Aquí se presentaron los primeros problemas :

1.- El mercado ecuatoriano de repuestos electrónicos es muy limitado en cuanto a componentes en serie se trata, es decir, que es imposible asegurar que siempre se va a conseguir el mismo tipo de componente (en este caso el relé).

Las casas comerciales no compran directamente a fábricas, ya que su precio es muy alto para nuestro medio (así se compre al por mayor), y por tanto no habría quién pague aquí dicho precio. Ellos se limitan a buscar en el exterior lotes o saldos que han quedado de alguna producción y que consiguen a buen precio.

Por ejemplo, un tipo de relé X que en un lote o saldo cuesta U.S \$ 0.75 dólares o U.S \$ 1.00 dólar en Miami en cualquier casa comercial de componentes, pedido directamente a fábrica puede costar unos U.S \$ 5.00 dólares fácilmente. Se podrá imaginar lo que cuesta puesto aquí (transporte, aduana, utilidad del distribuidor, etc.).

Por tanto, resultaría imposible planificar cualquier producción, cuando lo que se requiere es que el producto llegue al público a bajo precio.

2.- Ahora bien, se sería afortunado si en un mismo lote se pudiera conseguir al menos unos 100 relés del mismo tipo (cosa estimada como normal si se quiere comenzar a fabricar un producto en serie), pero, a lo sumo se encuentran 50 y el resto son diferentes.

Esto implica que cada vez que se utilice un relé diferente se tenga que rediseñar tanto en el sistema de alimentación (condensadores), sistema de regulación (si es el relé de 12,24,48 V de bobina), circuito impreso (si es que el relé va incluido en el).

3.- El tamaño del relé debería ser el adecuado (lo mas pequeño posible), para que el circuito impreso fuera pequeño (cuestión de tamaño y costo del mismo), para que



cupiera en una caja pequeña, que pudiera ser empotrada a la pared (al tomacorriente de la red eléctrica); por medio de un enchufe colocado directamente a la caja y a su vez la carga fuera conectada al tomacorriente del protector ubicado, también, en la misma caja, como fue la idea original al diseñar dicho protector.

Lo que significaba, que el relé al igual que los condensadores presentaban los inconvenientes de adquisición, tamaño y costo.

Estos problemas hicieron que este y los siguientes diseños tuvieran que ser modificados (rediseñados) y realizar nuevas artes, nuevos circuitos impresos (como se verá en el Capítulo 4) y volver a planificar todo un proceso de trabajo.

Si a esto se suma el poco capital con que se contaba para llevar a cabo tanto el estudio como la fabricación del protector, pues el problema ya no era solamente de tipo electrónico, sino económico.

Volviendo a la Fig. 1 y después de este largo preámbulo que sirvió para entrar al diseño en sí, se procede a dar una breve explicación del mismo:

1.- Existen 2 sistemas de alimentación, D5 (zener de 24 V) exclusivo para la bobina del relé y D6 (zener 10 V) para la alimentación electrónica.

2.- El sistema que sensa el voltaje de entrada es un divisor de voltaje conformado por las resistencias R12 y R13, las cuales se encuentran unidas a la base de un transistor PNP que entra en corte y saturación dependiendo del voltaje del divisor. A su vez del colector de Q3 van unidas las entradas de una de las puertas NAND del 4093. Si el voltaje de entrada es normal ( $> 105$  V aprox.), el voltaje referencial dado por el divisor de voltaje es tal que Q3 estar en corte. Al entrar Q3 en corte las entradas de U1A estarán en bajo (al llegar a este punto es válido aclarar que durante el transcurso

de este informe se utilizarán las expresiones “BAJO” y “ALTO” para indicar nivel de voltaje bajo o 0 V y nivel de voltaje alto o  $V_{cc}$ , respectivamente); dando una salida alta, que bloquea el diodo D11, permitiendo que C7, que con la resistencia R15 forma el circuito de temporización, se cargue a través de la misma.

3.- En un principio C7 se encuentra descargado (0 V), lo cual obliga a las entradas de una segunda puerta U1B a estar en un nivel bajo, teniendo su salida un nivel alto (10 V), llevando a Q1 a saturación y, a su vez, a U1C a tener una salida baja. Al estar esta puerta en bajo, el transistor Q2 se encuentra en corte, dando como resultado que el relé esté desenergizado.

4.- Q1 permite que mientras el relé no está trabajando, la corriente generada por los condensadores sea disipada por una serie de resistencias en paralelo (R2 a R9) conectadas al colector del mismo. Se puede observar que mientras esto ocurre, el diodo led D8 se encuentra apagado.

5.- A medida que C7 se carga; el voltaje de las entradas de U1B sube, hasta que después de 4 minutos el voltaje en C7 es tal que obliga a U1B a cambiar su salida (0 V), lo cual hace que Q1 se abra, desactivando la cadena de resistencias y prendiendo el led D8. A su vez U1C cambia su salida a un alto, activando Q2, que a su vez energiza la bobina del relé, cerrando sus contactos y permitiendo el paso de energía de la red a la carga conectada al protector, como se muestra esquemáticamente en la Fig.1.

En caso de que exista una caída de voltaje en la red, el voltaje referencial dado por R12 y R13 baja, llevando a Q3 a conducción y, a su vez, a las entradas de U1A a un voltaje alto y su salida a un nivel bajo, permitiendo así que C7 se descargue rápidamente a través de D11.

Al descargarse C7 las entradas de U1B se irán a un bajo, su salida a un alto, activando Q1 y desactivando Q2 (y por ende, el relé) a través de U1C. Esto continuará así, hasta que el voltaje de entrada suba y por ende el voltaje referencial (R12//R13), abriendo Q2 y colocando una salida alta en U1A, permitiendo que C7 vuelva a cargarse.

La cantidad de resistencias en paralelo (R2 a R9) se usan para disipar la corriente que dan los condensadores de alimentación cuando el relé está desenergizado. En el momento en que Q1 se abre, las resistencias dejan de trabajar y así la corriente es utilizada por la bobina del relé.

Justamente uno de los inconvenientes de esta serie de resistencias, era que disipaban una gran cantidad de calor mientras trabajaban y, también, aumentaban el tamaño del circuito impreso.

Este primer modelo, fue encapsulado en una caja plástica termoformada (menor peso y costo), bastante tosca por cierto que presentaba un tomacorriente simple y un enchufe que se empotraba en la parte trasera de la caja (tapa). El protector se enchufaba al tomacorriente de la red eléctrica y a su vez la carga (refrigeradora, TV, etc.), se conectaba al protector.

Dicho protector salió al mercado tímidamente bajo el nombre de PROTECTOMATIC. (En el argot interno lo conocíamos como el "ataúd").

Como la idea era crear un protector contra alto y bajo voltaje (el primero era solo contra bajo voltaje y apagones), se realizó un segundo diseño (presentado en la Fig. 2), que tenía las siguientes características :

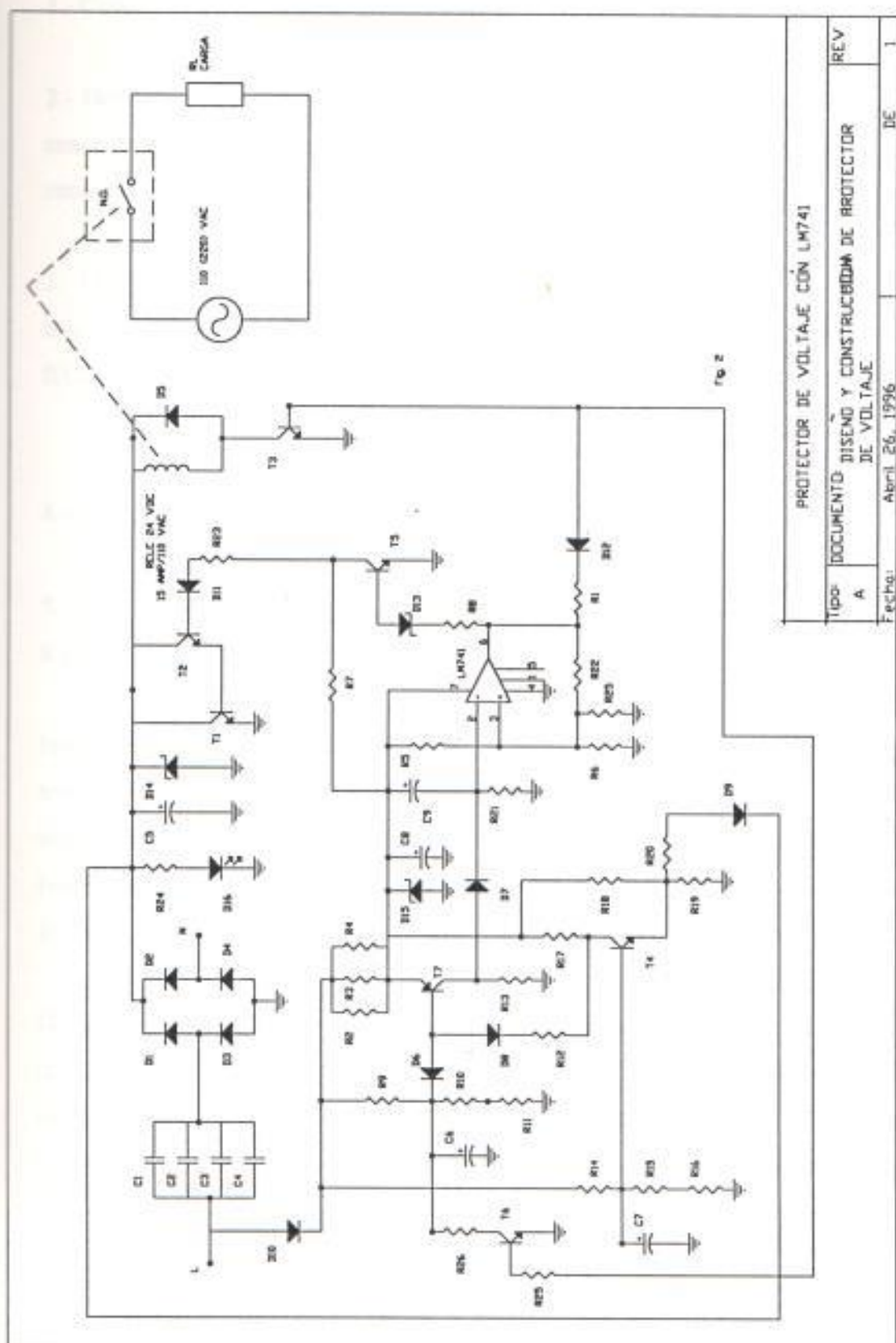


Fig. 2

PROTECTOR DE VOLTAJE CON LM741	
TIPO: A	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE
Fecha: Abril 26, 1996	REV DE

- 1.- Cuatro (4) condensadores de alimentación C1-C4.
- 2.- Dos (2) sistemas de alimentación DC. Uno de onda completa regulado por el zener D14 ( 24V/1W) para la bobina del relé y otro de media onda regulado por el zener D15 (12V/1W) para el sistema electrónico.
- 3.- Dos (2) bloques independientes para censar el voltaje presente en la línea; el de bajo voltaje ( T7,D6,R9, R10 y R11,) y el de alto voltaje (T4, D8, R14,R15,R16, y R12).
- 4.- Circuito de temporización RC compuesto por C9 y R21.
- 5.- Bloque comparador y de conmutación conformado por el LM741,T1, T2, T3, T5, R5, R6 y R7.

Nótese que se presenta un nuevo sistema disipador de corriente como lo son los 2 transistores en configuración Dárlington (T1 y T2) que permitía que durante el tiempo de retardo de encendido (4 minutos), derivar la corriente que debe utilizar la bobina del relé y mantener apagado D14, todo esto con baja disipación de potencia ya que cuando T1 esta en conducción  $V_{ce}=0$  (recuérdese que  $P_d = I_c \times V_{ce}$ ).

De igual manera que en el diseño anterior, cuando el voltaje referencial variaba (porque el de línea también variaba); tanto T7 como T4 entraban en conducción alternadamente (T7 en la baja y T7 y T4 en la alta ), lo que provoca el bloqueo de carga de C9 y a su vez mantiene en corte a T5 (por la salida baja del comparador), logrando así que el relé estuviera desenergizado y por ende la carga.

Cuando el voltaje se encontraba en el voltaje referencial preestablecido entre la alta y la baja, tanto T7 como T4 se abren permitiendo así que C9 se cargue a través de R21.

C9 fija un voltaje en la entrada inversora menor que el dado por el referencial (dado por el conjunto R5, R6, R22, R25), ubicado en la entrada no inversora, llevando a la salida del operacional a un voltaje alto ( $V_{cc}$ ), desactivando el Dárlington (cuando entra en conducción T5) y activando el relé (por intermedio de T3).

Cabe destacar que tanto este diseño como el anterior es válido para voltaje de alimentación de 110-220 V, ya que lo único que varía son las resistencias de voltaje referencial y el número de condensadores de alimentación (al igual que su capacidad).

Como se puede ver en la figura, el objetivo planteado de censar tanto el alto como el bajo voltaje, está definido en los dos bloques independientes de baja y alta.

La serie de resistencias del diseño anterior que se utilizaba para derivar la corriente, ha sido reemplazada por el Dárlington aunque se tienen las resistencias R2, R3, R4 que se utilizan para limitar la corriente del zener D15. Estas resistencias también calentaban y ocasionaban un problema.

El diseño en sí es bastante estable y confiable, pero presentaba el inconveniente de poseer siete transistores, lo que aumentaba el costo tanto en elementos como en tarjeta. La caja seguía siendo la misma ("el ataúd") y la salida del producto al mercado era bastante difícil.

Se resuelve crear un tercer diseño, utilizando el MC1458, dos operacionales en un integrado, 4 transistores y un relé de 12 V (presentado en la Fig.3).

El sistema a grosso modo está constituido de la siguiente manera:

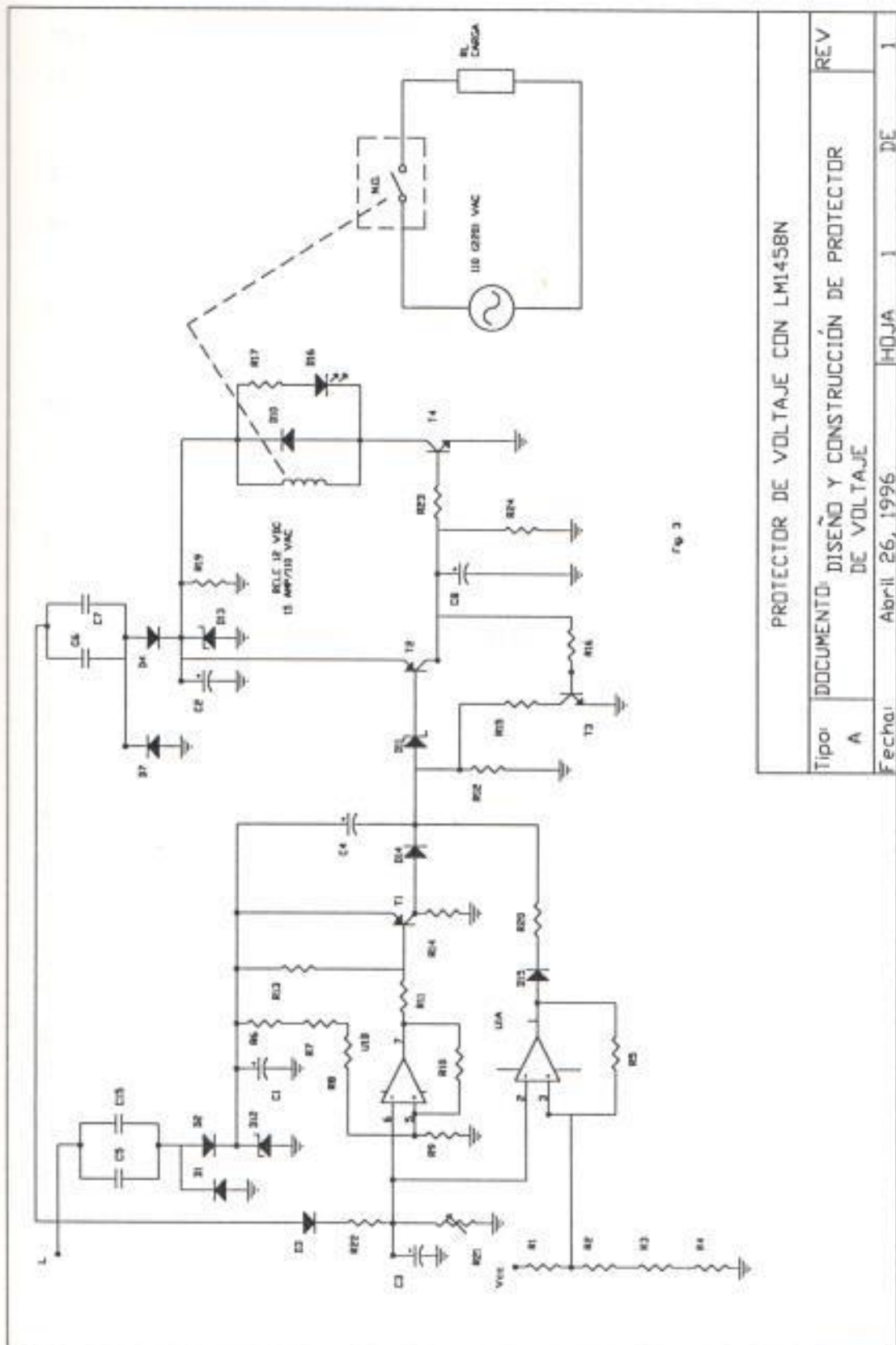


Fig. 3

PROTECTOR DE VOLTAJE CON LMI458N		
Tipo: A	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV
Fecha: Abril 26, 1996	HOJA 1	DE 1

1.- La alimentación sigue con 4 condensadores y dos sistemas de regulación con rectificación de media onda en ambas (ahorro de 2 diodos), utilizando el zener D13 (12 V) para la bobina del relé y D12 (12 V) para el sistema de alimentación.

2.- El sistema (bloques) de alto y bajo voltaje esta tomado de la línea por medio del diodo D3 (rectificador de media onda).

Como se puede ver, los operacionales forman los bloques de detección, actuando como comparadores y están íntimamente ligados ya que a las entradas de sus terminales inversoras se encuentra el voltaje referencial de línea (es decir, el que da D3, R22, C3 y el Trimmer R21).

Esto hace que al calibrar el trimmer (una innovación para elegir directamente el voltaje o ventana de referencia en el cual el protector puede trabajar), automáticamente tanto el nivel alto como el bajo queden calibrados.

3.- El bloque de temporización está dado por C4, R12, R15 y T3.

4.- El bloque de acción está dado por T2, T4, el relé, sus resistencias y filtros componentes.

El funcionamiento es bastante sencillo; tanto en los operacionales de alta y baja el voltaje referencial fijo esta dado por un divisor de voltaje (R6R7R8//R9 para la alta y R1//R2R3R4 para la baja) unido a la entrada no inversora de los mismos respectivamente. Observando con detalle la Fig. 3 se ve que si el voltaje referencial variable de línea es mayor que el voltaje referencial fijo en la alta, la salida del operacional U1B estará en bajo, permitiendo la conducción de T1, que a su vez activa el diodo D14, colocando un voltaje alto tanto en el terminal negativo del filtro de temporización (permitiendo que no se cargue) y a la vez, inhibiendo el transistor T2 que mantiene en corte a T3 y por ende el relé desactivado.



Lo mismo ocurre para la baja, pero cuando el voltaje variable censado es menor que el referencial fijo en el operacional de baja. Si esto ocurre, el operacional (U1A) fija un voltaje alto de salida conduciendo D15 y colocando otra vez un alto en el terminal negativo de C4 y a la base de T1, ocurriendo lo anteriormente expuesto en la sección de alta.

Cuando el voltaje referencial de línea está en el rango preestablecido entre alta y baja, el operacional de alta tiene una salida Vcc que desactiva a T1 manteniendo a D14 en corte y simultáneamente, el operacional de baja tiene una salida aproximada a 0 V, manteniendo D15 en corte. Esto hace que C4 comience a cargarse a través de R12 y a medida que transcurre dicho tiempo de carga D11 empieza a conducir, permitiendo llevar a saturación a T2 y, simultáneamente a T4, activándose el relé.

La función de T3 es suministrar una realimentación positiva, de tal manera de que en el momento en que se presenta una pequeña corriente de base en el mismo (dada por la corriente de colector de T2), entra en saturación y pone a R15 en paralelo con R12, permitiendo una carga rápida del filtro C4 y por ende asegura que T2 se encuentre saturado. Esto es debido a que en el límite en que T2 comienza a conducir (al igual que T4), el relé se activa, haciendo que el voltaje de alimentación Vcc baje en el arranque, variando el voltaje de alimentación de T2, llevándolo a corte, lo que produciría el efecto de "rebote" en el relé.

Como caso curioso, este diseño fue montado, probado, pero nunca salió al mercado. Se hicieron uno o dos prototipos para probar su eficiencia en pleno trabajo, pero había muchas ideas que surgieron al mismo tiempo y se trabajó con el nuevo diseño que fue considerado como el mejor y mas eficiente.

Aunque, este diseño sirvió para realizar un estudio bastante interesante. Debido al gran problema que conllevaba conseguir capacitores no polarizados, del tamaño

apropiado por lo anteriormente expuesto, se resolvió probar un sistema de alimentación con filtros electrolíticos polarizados colocados en antiparalelo.(expuesto en la Fig. 4).

Al momento de montarlo en la mesa de trabajo funcionaba muy bien, pero los filtros calentaban. Mientras estaba expuesto al medio ambiente, la emisión de calor permanecía constante y trabajo así durante dos días sin cambio alguno. Cuando se encapsuló, es decir, se lo monto en la caja y se cerró, el hecho de no tener ventilación hacia que la temperatura subiera (deducimos que había una retroalimentación positiva de calor) que hacia que los filtros literalmente "hiervan". Esto producía una "inestabilidad térmica" en el sistema, que al ponerlos a trabajar con carga, ocasionó que los filtros reventaran a los dos días.

Esto nos lleva a la siguiente conclusión:

- 1.- Los filtros electrolíticos no funcionan como fuente de corriente.
- 2.- En un medio con ventilación podría haber trabajado (por lo menos mayor tiempo), pero no se obtuvo ninguna información debido a que se archivo el estudio. (Los estudios experimentales no reportan dinero, y estábamos necesitados de ello).

Como se dijo, se planearon nuevos diseños simultáneamente y se llegó al protector utilizando el LM 324 (cuatro operacionales en un integrado). De aquí en adelante, todos los rediseños tendrían como pieza fundamental dicho integrado, hasta el actual.

Se inicia entonces un nuevo camino en la historia del protector de voltaje. Tres circunstancias logran consolidar la fabricación del mismo :

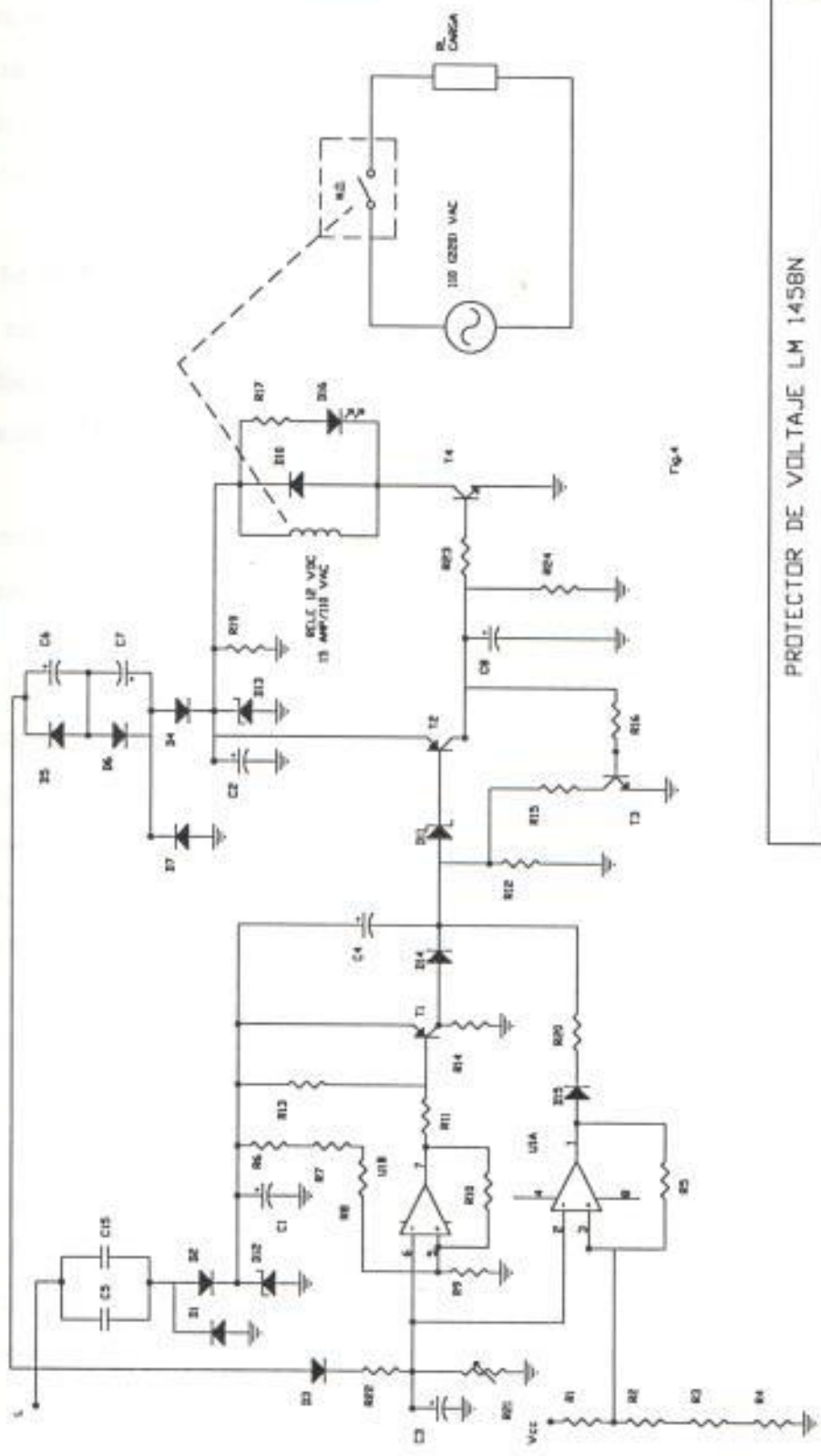


Fig.4

PROTECTOR DE VOLTAJE LM 1458N

Tipo:	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV
A		
Fecha:	Abril 26, 1996	HOJA 1 DE 1

1.- Se realiza un viaje a Colombia, donde el trabajo en el campo de la electrónica tiene un desarrollo bastante interesante e intenso (hay que crear para sobrevivir), y se encuentra en el mercado lo que siempre constituyo un problema : Condensadores y relés de las mismas características, de tamaño ideal para nuestro trabajo, buenas cantidades y buenos precios.

2.- Se encuentra (en Colombia) quien diseñe un circuito impreso de altísima calidad (se hablara extensamente de ello en el Capítulo 4), lo que no solo da un acabado perfecto en la electrónica, sino que abarata los costos de una manera apreciable con relación a lo que cuesta aquí y simplifica el trabajo de montaje y soldado.

Además, facilitaba el diseñar una nueva caja, mas pequeña, dándole un mejor acabado y presentación al producto (aunque no el ideal).

Volviendo al diseño con el LM 324 (ver Fig. 5) se puede decir que este fue subutilizado en este primer intento, ya que de los 4 operacionales solo se utilizan 3. Al igual que los últimos diseños, posee dos sistemas de alimentación (rectificados a media onda): D7 (zener de 12 V) como regulador del sistema electrónico y D8 (12 V) para la bobina del relé. El sistema de detección esta dado por D3 (rectificador de media onda), R16, R7, R<sub>c</sub> (trimmer) y C3.

Dos operacionales que conforman los bloques de alta y baja, un transistor T1 como inversor de la baja utilizado para mantener descargado a C4 cuando el voltaje referencial de línea está por fuera de la ventana de calibración, un comparador como sistema de temporización conformando por R12, R14, R15 como referencial y R12, C4 como red RC de temporización, un transistor T2 que esta activado durante el tiempo de espera para mantener desenergizado el zener D8, evitando su consumo de corriente cuando la bobina del relé esta desenergizada, y dos transistores (T3,T4) que activan el relé y aseguran que no exista el efecto rebote al energizarse el mismo.

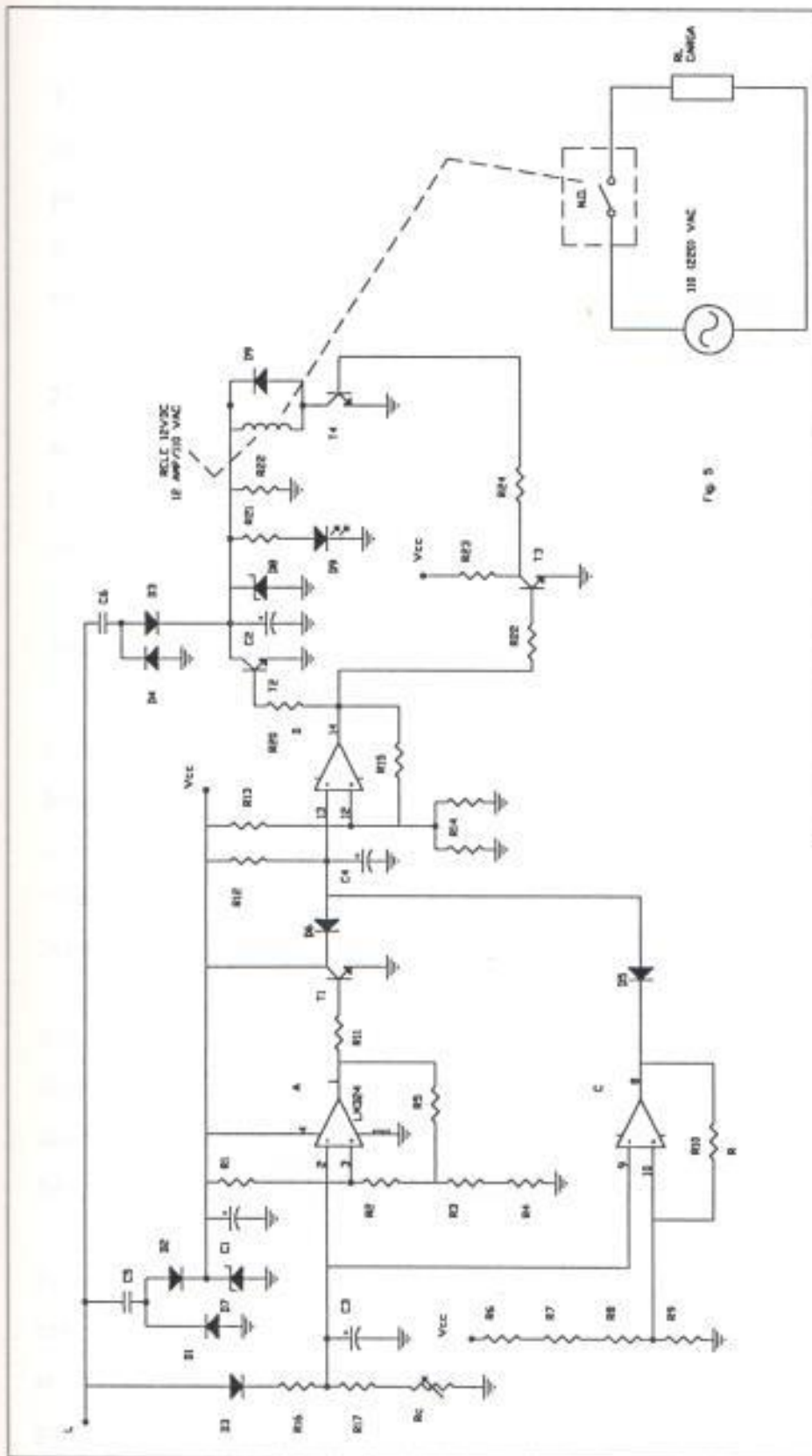


Fig. 5

PROTECTOR DE VOLTAJE CON LM324		
Tipo:	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	
	A	REV
Fecha:	Abril 12, 1996	HOJA 1 DE 1

Existen dos consideraciones importantes en este diseño:

- 1.- Se reduce el número, capacidad y tamaño de los condensadores de alimentación, debido a que el relé tiene una alta impedancia de bobina y demanda menos corriente para su energización (una de las ventajas del relé conseguido en Colombia), el sistema electrónico demanda menos corriente que los anteriores (aunque su incidencia no es mayor).
- 2.- Se reduce el tamaño del circuito impreso pues, además de las consideraciones anteriores, el hecho de realizar el diseño por computador utilizando el ORCAD para el mismo y con una tarjeta profesional, hecha por profesionales, logra que se tenga un impreso de calidad óptima y bajo costo.

Aquí se presentó la tercera circunstancia de la que se habló anteriormente.

Puesto que la situación económica del grupo era difícil, por no decir paupérrima (si se fabricaban 30 protectores, se tenía que esperar a que se vendieran para poder fabricar otros 30), al igual de que se tenía que sobrevivir (se daba mantenimiento industrial, reparación de equipos, etc.), que hacía que se interrumpiera y descuidara la producción.

Era entonces una obligación buscar un capitalista que invirtiera dinero para sacar a flote dicha producción. Se tocaron varias puertas, para comprobar una vez más la desconfianza y el miedo a invertir en un producto fabricado aquí ("para qué; si en Miami se consiguen mejores, mas baratos y AMERICANOS").

Pero hubo una compañía, **ELECTROMARKET S.A.**, con el Ing. Elias Faour a la cabeza, quien tuvo confianza en el producto y ha apoyado la empresa hasta la actualidad, suministrando todos los componentes electrónicos e invirtiendo capital para seguir produciendo.

Se hace un alto en esta reseña histórica para hacer una reflexión a título personal : Como es posible que una empresa como ELECTROMARKET, la mayor importadora de repuestos y artículos electrónicos del país, que tiene la facilidad y la capacidad (económica, quiero decir), de buscar y adquirir directamente de los Estados Unidos un producto similar al nuestro, confiable, tal vez a bajo costo; se atreve a fabricar un producto, con jóvenes Ingenieros, arriesgando dinero, prestigio, aguantando el "porrazo" que significa tener un producto en bodega (capital muerto), sacarlo lentamente, abrir mercado y crear conciencia de la utilidad y bondad del producto, soportar reclamos cuando dicho producto presentaba fallas y tener la confianza en que se podía corregir en cada producción?. Esto solamente lo puede responder el Ing. Faour, aunque, desde ya me atrevo a adelantar una respuesta : **CONFIANZA Y CREDIBILIDAD** en lo que se puede hacer en este medio.

Cuando se realiza un trabajo serio, planificado, tratando de llegar a la optimización y calidad, bien vale la pena correr el riesgo. Este país necesita mas gente dispuesta a crear y mas gente dispuesta a arriesgar. El facilismo a obtener las cosas sin que nos cueste mucho esfuerzo y el temor a hacer el ridículo, por el hecho de realizar algo que puede ser rudimentario y que probablemente ya fue hecho y mejor, inutiliza la capacidad de crear.

Si ese criterio lo hubieran tenido países como Japón, Corea, Taiwan, jamas podrían haber salido del subdesarrollo en que se encontraban ni serian las potencias mundiales, a nivel económico, que son hoy día. (Recuérdese que tanto los vehiculos, trenes, productos plásticos, electrónicos, etc. ya estaban hechos).

Hay que tener confianza y fé en la capacidad de trabajo de la gente y, cualquier logro o avance por pequeño que sea, debe ser dignificado porque ello conlleva esfuerzo, sacrificio e ingenio del o de los que lo logran, repito; asi la idea sea muy "usada".

Ellos son los escalones que darán un empuje a un futuro desarrollo de un pueblo, de una nación.

Volviendo al tema, la llegada de la empresa privada logró 3 cosas muy importantes en el desarrollo del protector de voltaje :

- 1.- Se tenían todos los elementos a disposición para el ensamblaje.
- 2.- Se tenía la comercialización del producto por medio de ELECTROMARKET.
- 3.- Se tenía un buen respiro económico.

Es así como se planifican los primeros 200 protectores utilizando el diseño de la Fig. 6, que trabaja con todos los operacionales del LM324 y elimina dos transistores, en comparación a la versión anterior (también utiliza un puente rectificador de onda completa para la alimentación del relé).

Después se fabrican 600 protectores con el diseño de la Fig. 7, el cual se diferencia del anterior en que aumenta en 3 led's mas de señalización, D15, D16, D17, como respuesta a la opinión del público que necesitaba mayor comprensión del funcionamiento del protector.



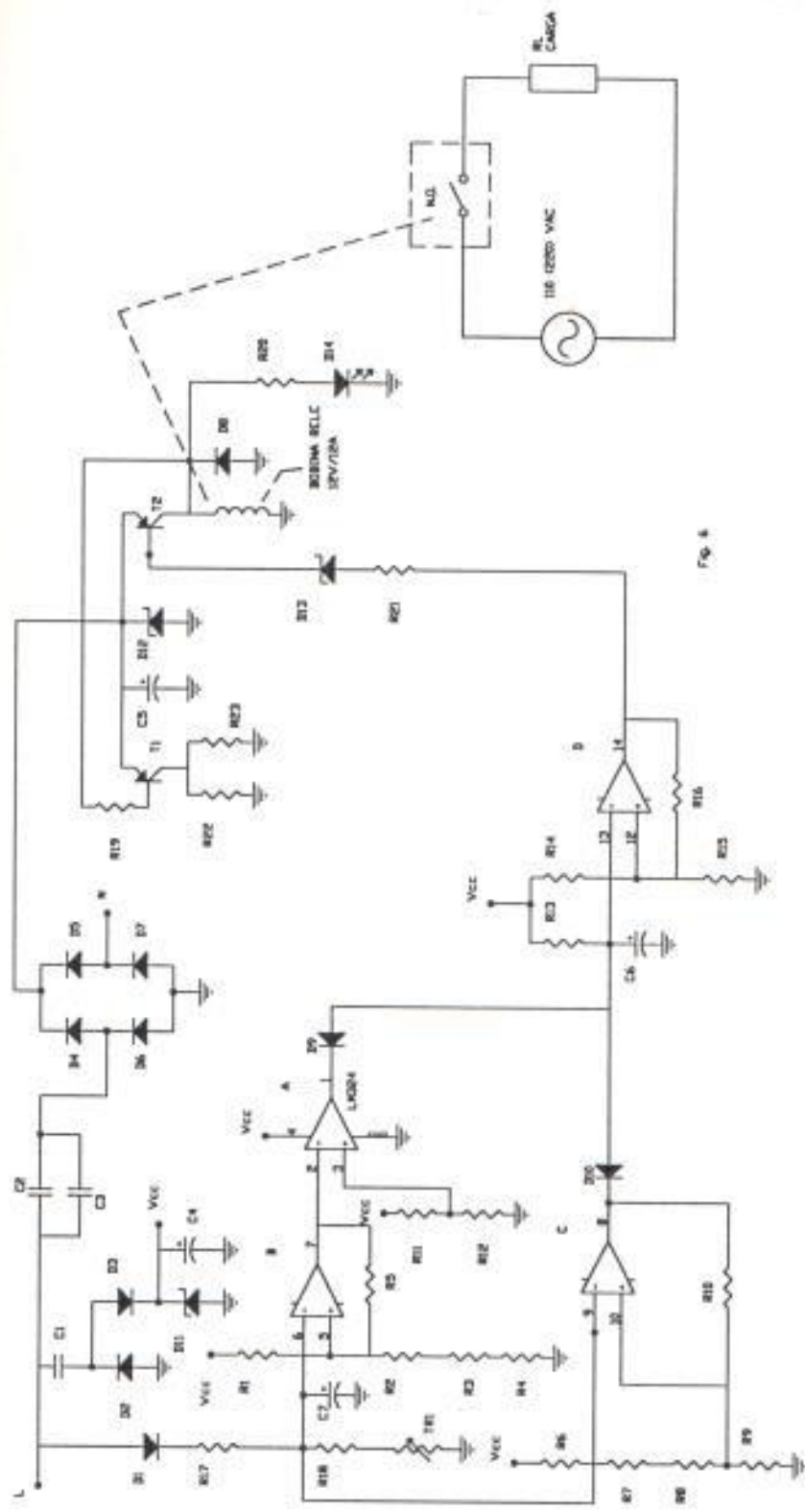


Fig. 4

PROTECTOR DE VOLTAJE CON LM324(1)

Tipo:	A	DOCUMENTO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV	1
Fecha:	Abril 20, 1996	HOJA	1	DE	1

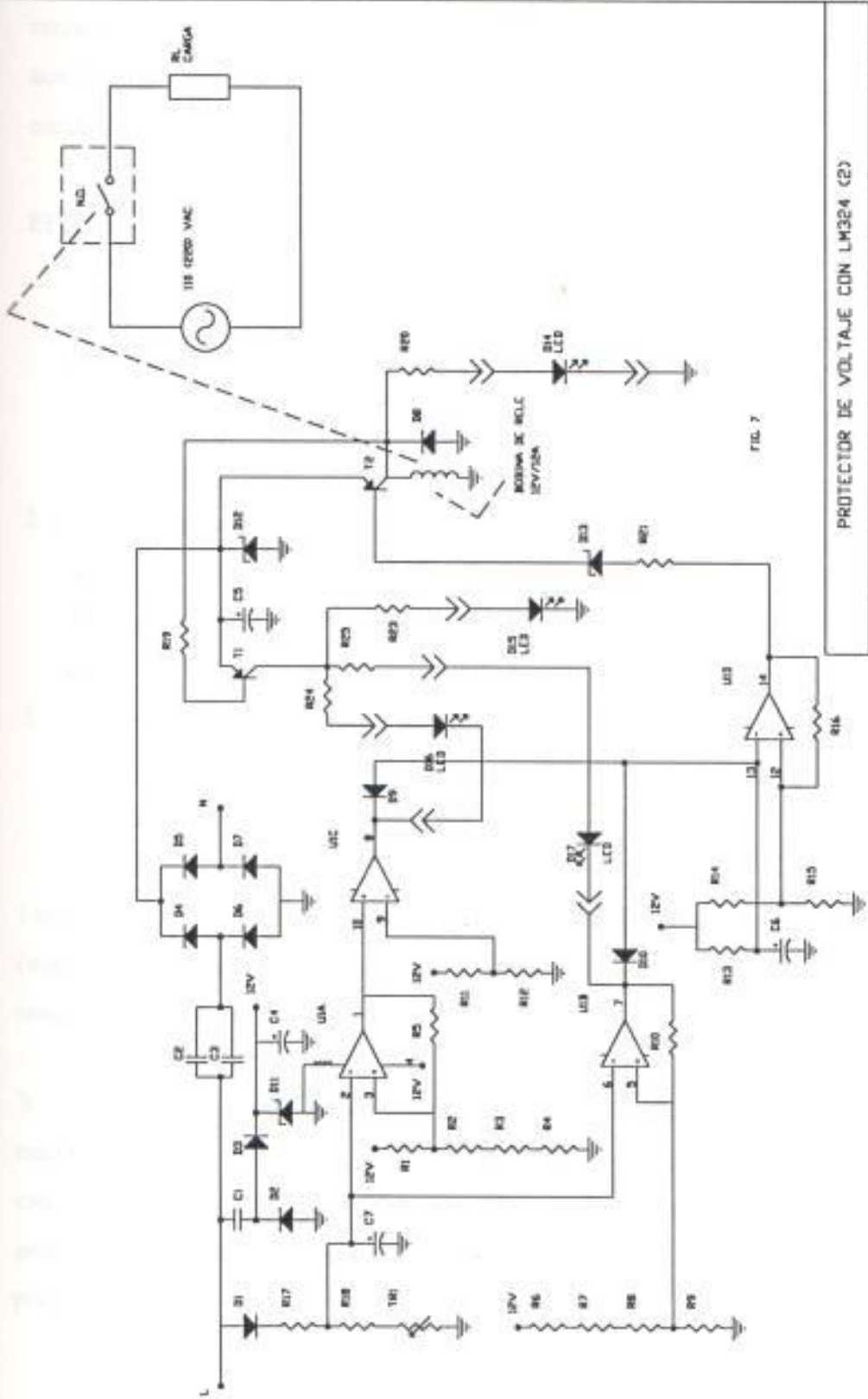


FIG. 7

PROTECTOR DE VOLTAJE CON LM324 (2)

Tipo:	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	HOJA	DE	1
A				
Fecha:	Abril 20, 1996			
REV				

Luego se fabrican 1000 protectores con el diseño de la Fig. 8 cuya característica ( con respecto a todos los anteriores) es que se utiliza un relé de 110V de bobina, la cual es activada por un TRIAC que a su vez es disparado por T2 cuando este entra en conducción.

El objetivo de este nuevo diseño es :

1. Disminuir el consumo de corriente, ya que en los anteriores se necesitaba una fuente exclusiva para energizar la bobina del relé. Ahora, el Triac se encarga de dicha función, demandando muy poca corriente en el gate para entrar en conducción.
2. Debido a lo anterior, se tiene una sola fuente de alimentación regulada para toda la circuiteria electrónica ( conformado por el zener D10 de 7.5 V/ 5W, C5, Cx), se disminuye la cantidad y capacidad de los condensadores de entrada ( C1) al igual que su tamaño.
3. Se disminuye el tamaño del circuito impreso, ya que el relé se encuentra fuera de la tarjeta, al igual que se reduce la cantidad de componentes, abaratando costos y facilitando el montaje del mismo.

Luego se fabrican 2000 protectores mas con un remozamiento del diseño anterior (nueva presentación) el cual es el que se fabrica actualmente y es el que sirve como tema central de este informe .

Y seguimos fabricando más, lo que nos hace creer que la gente va tomando conciencia poco a poco de la necesidad de proteger sus equipos. Como ejemplo, se cita a una aseguradora conocida en el medio que no asegura equipos si no tiene un protector de voltaje marca SCUD (que es la marca comercial que lleva este protector).

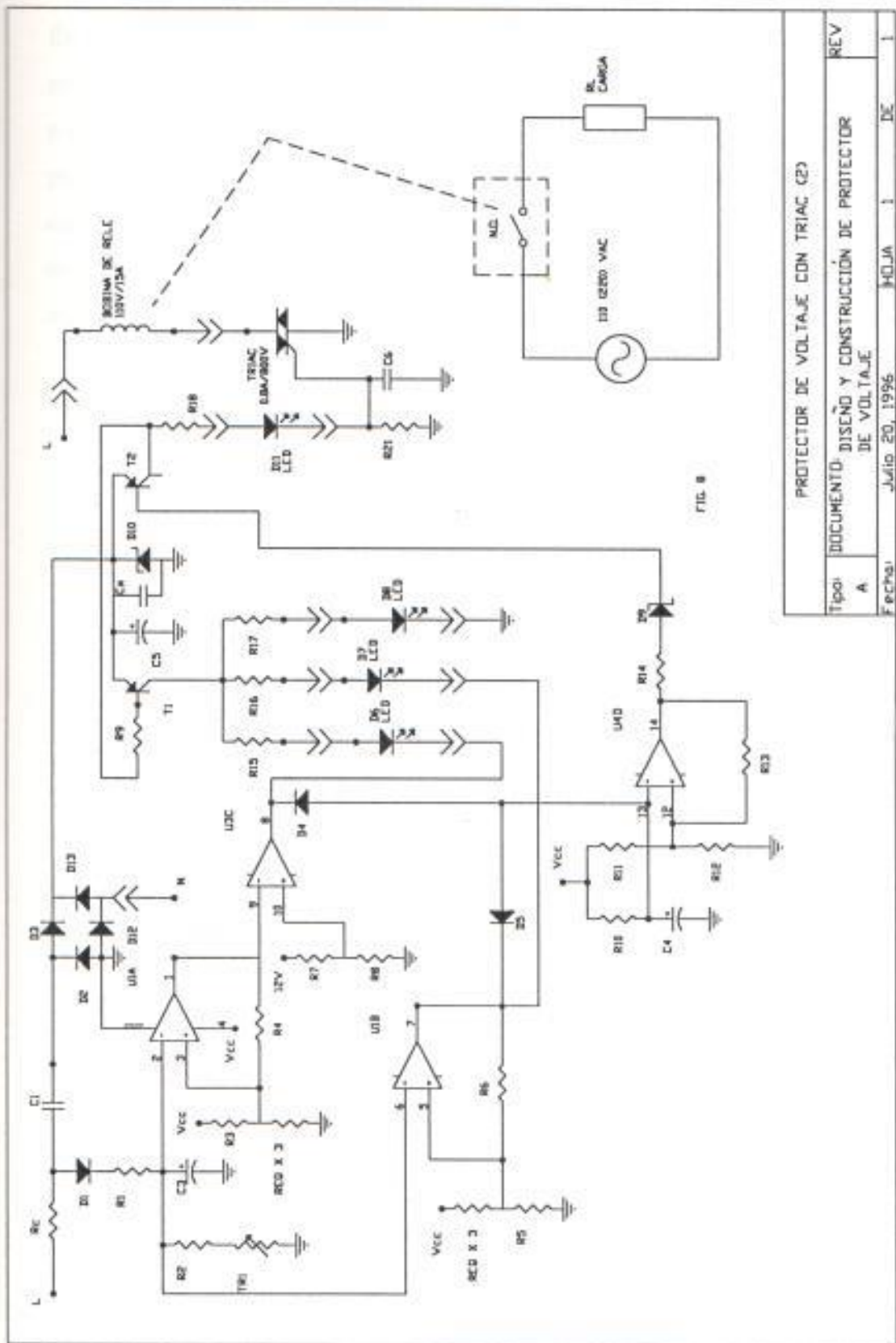


FIG. 8

PROTECTOR DE VOLTAJE CON TRIAC (2)	
Tipo:	DOCUMENTO DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PROTECTOR DE VOLTAJE
A:	REV
Fecha:	Julio 20, 1996
	HOJA 1 DE 1

En resumen, se puede observar que a lo largo de este proceso, los cambios de criterio en el diseño del primero al último han variado en un 90% aproximadamente ( al momento de escribir este informe, se realizan pruebas experimentales de un nuevo protector manejado por un microcontrolador, el PIC16C71 de MICROCHIP, con el cual se reduce en alto grado la cantidad de componentes, costo y tiempo de ensamblaje, teniendo un excelente comportamiento en las pruebas), siempre con el objetivo de lograr eficiencia, economía, calidad y presentación del protector.

# **CAPITULO 2**

**CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO ELECTRÓNICO**

## CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO ELECTRÓNICO

### 2.1 Diagrama de Bloques.

La disposición de los bloques que conforman el protector de voltaje y que se muestra en la figura 9, se encuentra de la siguiente manera :

#### 1. Bloque de Alimentación :

En este bloque se rectifica la señal alterna de alimentación ( puede ser 110 VAC o 220 VAC), se filtra y se regula (por lo general a 12 V) para alimentar al circuito de control ( bloques de alto, bajo voltaje, temporización y disparo).

#### 2. Bloque de alto voltaje :

Este bloque monitorea el voltaje de línea, cuando este se encuentra por encima de 135VAC ( en alimentación de 110VAC) y 250 VAC ( para alimentación de 220VAC), enviando una señal al bloque de temporización que desactiva el sistema no permitiendo el paso del voltaje de la línea a la carga ( equipo eléctrico u electrónico).

#### 3. Bloque de bajo voltaje :

Al igual que el anterior, monitorea el voltaje de línea, no permitiendo el paso de energía a la carga cuando el voltaje se encuentra por debajo de 100 VAC ( para alimentación de 110 VAC) o 200 VAC ( para alimentación de 220 VAC) .

#### 4. Bloque de temporización :

Este bloque produce un retardo de tiempo en la conexión o reconexión del voltaje de línea a la carga ( 3 minutos aproximadamente), después que se ha presentado un alto o bajo voltaje en la línea y ha entrado en el rango de trabajo, es decir, 100-135 VAC en alimentación de 110 VAC o 200-250 VAC en alimentación 220 VAC.

## **5. Bloque de Disparo :**

Este bloque es el que activa el relé para que se cierren sus contactos y permita el paso de la energía a la carga, luego de recibir la señal del bloque de temporización para hacerlo.

A continuación, se describirá detalladamente cada uno de dichos bloques.



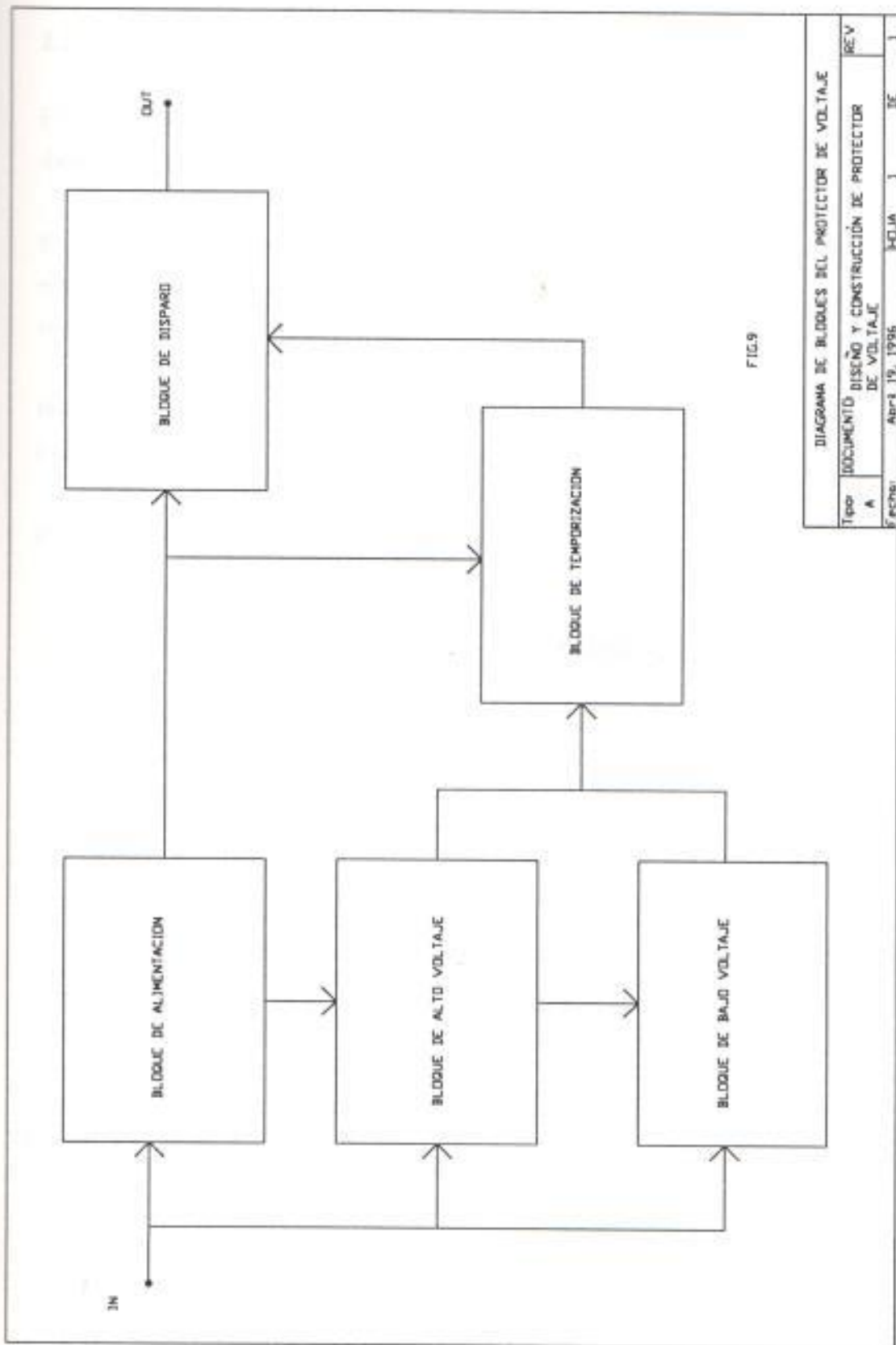


FIG.9

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROTECTOR DE VOLTAJE	
Tipo	DOCUMENTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE
A	REV
Fecha:	Abril 19, 1996
	HOJA 1 DE 1

## 2.2 Sistema de Alimentación.

El sistema de Alimentación del protector de voltaje ( Fig.10), esta conformado por los diodos D2,D3,D12,D13, el zener D10 y el filtro C5.

El condensador C1 es utilizado para suministrar la corriente que necesita el sistema electrónico. Su capacidad es calculada de acuerdo con la cantidad de corriente que el sistema consume.

Por ejemplo, de acuerdo a sus características técnicas, el LM324 tiene un consumo típico de 20 mA, el zener de 10 mA, los led's de 10 mA cada uno y el Triac de 5 mA.

Resumiendo :

<u>ELEMENTO</u>	<u>CORRIENTE DE CONSUMO</u>
LM324 -----	20 mA
DIODO ZENER -----	10 mA
LED'S* -----	40 mA
TRIAC -----	5 mA
	<hr/>
	75 mA

(\* Solamente dos diodos led's pueden estar encendidos al mismo tiempo)

Puesto que el promedio de voltaje de entrada a la red es de 110 VAC tenemos que :

$$X_c = \frac{V}{I}$$

Como  $X_c = 1 / 2\pi fC$

$$\underline{V} = 1 / 2\pi fC \quad I$$

$$C = I / 2\pi fV$$

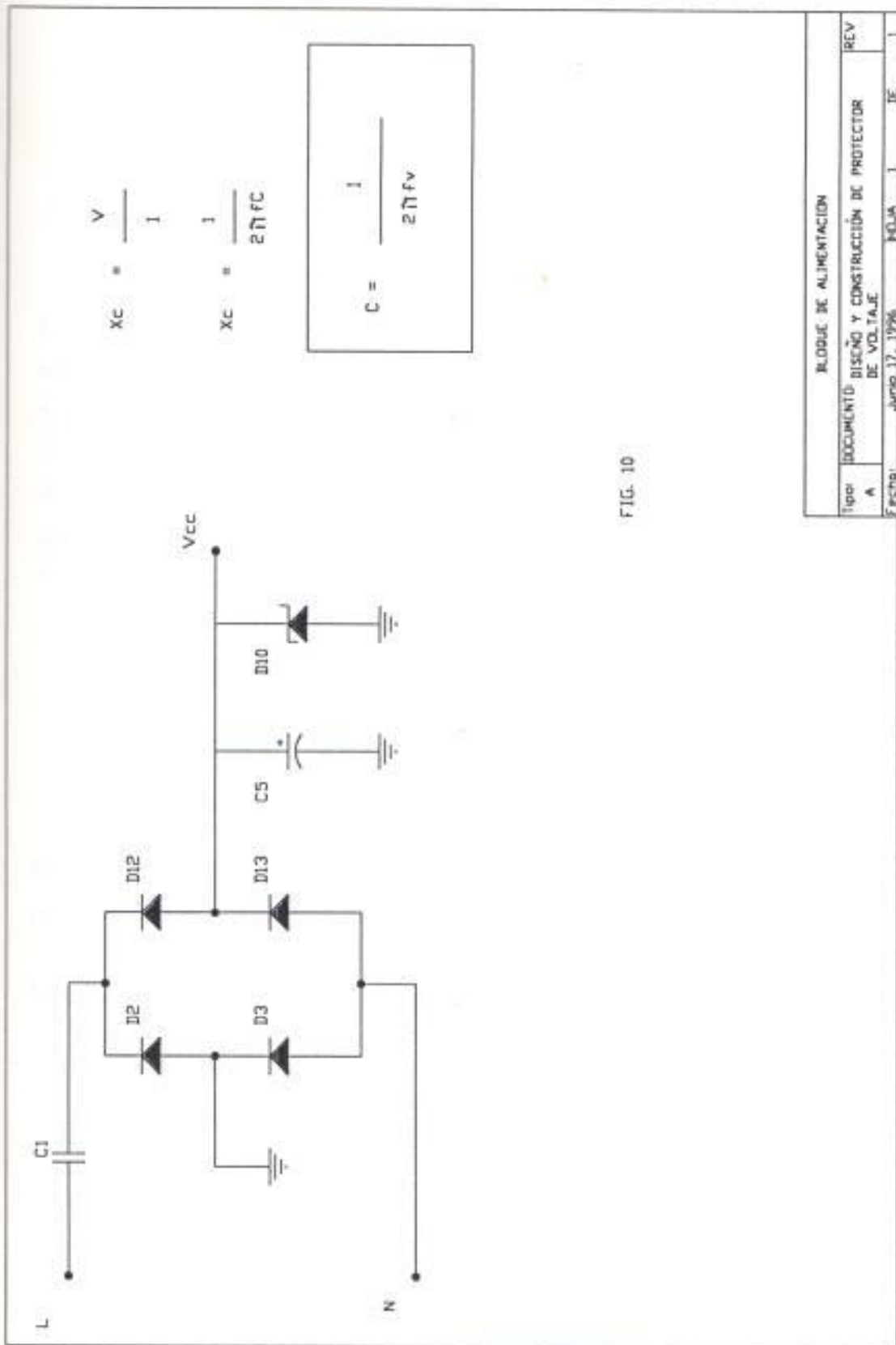


FIG. 10

BLOQUE DE ALIMENTACION

Tipos	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV
A		
Fecha:	JUNIO 17, 1976	FOLIO 1 DE 1

Reemplazando los valores de  $V, I, f$  tenemos :

$$C = \frac{75 \text{ mA}}{2\pi(60 \text{ Hz})(\sqrt{2})110 \text{ Vac}}$$

$$C = 1,2 \mu\text{f}$$

Los diodos D2,D3,D12,D13 conforman el puente rectificador, el zener D10 trabaja como regulador de voltaje para la alimentación y C5 actúa como filtro para eliminar el rizado.

Al realizar un análisis experimental de la fuente de alimentación, se obtuvo los siguientes resultados ( como elemento de observación se tomó un zener de 7,5 V. / 5W 1N5343A)

- Sin carga ( Relé desenergizado)

$$V_L = 98 \text{ VAC}$$

$$V_Z = 7,98 \text{ V}$$

$$V_L = 135 \text{ VAC}$$

$$V_Z = 8,03 \text{ V}$$

Como se observa, se toma el rango que va de 98 a 135 VAC, debido a que este es el rango de trabajo en el cual se activa el protector.

Si se calcula dicha variación de voltaje en el zener para estos dos rangos, tenemos :

$$V_{DIFz} = V_Z \text{ (135 VAC)} - V_Z \text{ (98 VAC)}$$

$$V_{DIFz} = 8,03 - 7,98 \text{ V}$$

$$V_{DIFz} = 50 \text{ mV}$$

Lo cual es una variación muy pequeña en el rango de trabajo.

- Con Carga (relé energizado)

$$V_L = 98 \text{ VAC}$$

$$V_Z = 7,78 \text{ V}$$

$$V_L = 135 \text{ VAC}$$

$$V_Z = 8,00 \text{ V}$$

Al comparar los voltajes del zener con o sin carga, se ve que la variación es mínima:

Para  $V_L = 98 \text{ VAC}$

$$V_{DIFz} = V_{Z(SIN \text{ CARGA})} - V_{Z(CON \text{ CARGA})}$$

$$= 7,98 - 7,78 \text{ (V)}$$

$$\boxed{V_{DIFz} = 20 \text{ mV}}$$

Para  $V_L = 135 \text{ VAC}$

$$V_{DIFz} = 8,03 - 8,00 \text{ (V)}$$

$$\boxed{V_{DIFz} = 30 \text{ mV}}$$

En el rango de trabajo, a plena carga, el voltaje diferencial está dado por :

$$V_{DIFz(CARGA)} = V_{Z(135 \text{ V})} - V_{Z(98 \text{ V})}$$

$$= 8,00 - 7,78 \text{ (V)}$$

$$\boxed{V_{DIFz} = 220 \text{ mV}}$$

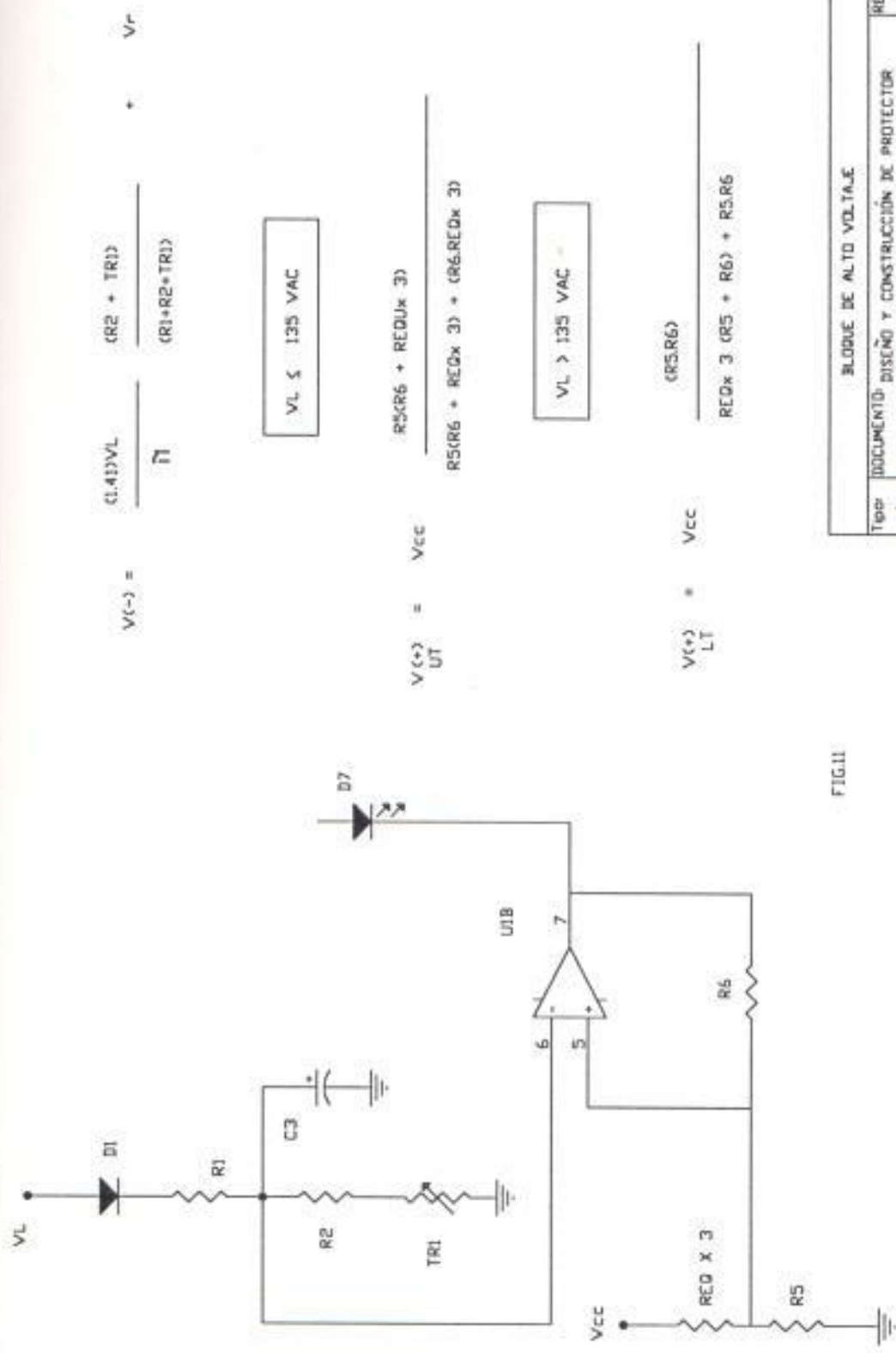
Con una variación del 2,5 %, lo cual es bastante aceptable.

## 2.3 Niveles de Voltaje.

### 2.3.1 Sección de alto Voltaje.

La sección de alto voltaje, como lo muestra la fig. 11, esta conformada por los siguientes elementos :

- UIB que es uno de los cuatro operacionales del LM324 y el cual trabaja como comparador.
- La red que conforma D1,R1,R2,TR1 y C3 que censa la señal de voltaje presente en la línea, la cual es rectificada por D1 (media onda) y bajada a niveles aceptables de comparación para el operacional por medio de R1, R2 y TR1. Esta señal es aplicada a la puerta inversora del operacional (pin 6) para ser comparada con la señal aplicada a la puerta no inversora (pin 5), conformada por el divisor de voltaje dado por R5, REQ x 3 y R6.
- El trimmer TR1 es utilizado para desplazar la ventana de calibración entre los rangos de voltaje preestablecidos para el funcionamiento del protector.
- C3 filtra la señal de entrada proveniente de la red, produciendo un voltaje DC y una señal de rizado, debido a la rectificación de media onda . El valor de su capacidad determina la sensibilidad del sistema a los cambios bruscos de voltaje presentes en la red y por ende el tiempo de respuesta.
- REQ x 3 y R5 dan el nivel referencial fijo ( voltaje de referencia para la conmutación del sistema).
- R6 conforma una realimentación positiva para mayor estabilidad del operacional y para evitar falsos disparos por ruido presente en la red.



VL ≤ 135 VAC

$R5(R6 + REDx 3)$   
 $R5(R6 + REDx 3) + (R6.REDx 3)$

VL > 135 VAC

$(R5.R6)$   
 $REDx 3 (R5 + R6) + R5.R6$

FIG.11

BLOQUE DE ALTO VOLTAJE		
TIPO:	DOCUMENTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV
A		
Fecha:	Junio 17, 1996	HOJA 1 DE 1

- D7 es el diodo led señalizador, el cual se enciende cuando un alto voltaje se encuentra presente en la red.

Al comenzar el análisis, se calcula el voltaje del pin 6 (terminal inversor del operacional), el cual varía de acuerdo al voltaje de la línea y es siempre el punto a censar.

$$V_{6(-)} = \sqrt{2} \cdot V_L \cdot \frac{(R_2 + TR1)}{R_1 + R_2 + TR1} + V_r$$

Donde  $V_r$  es un voltaje de rizado cuyo valor experimental es de 1,4 Vpp. alrededor de la señal DC.

Se determinan las siguientes consideraciones :

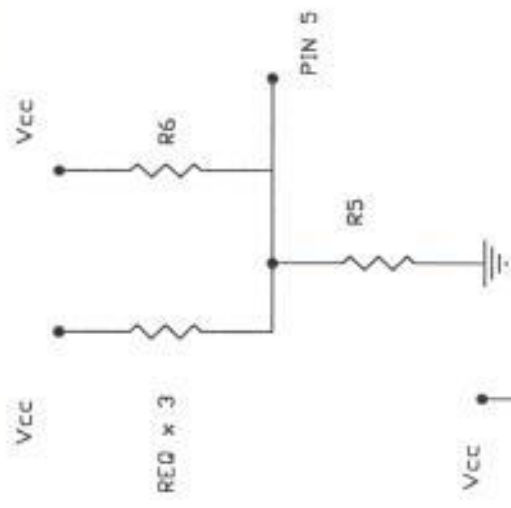
$$V_L \leq 135 \text{ VAC}$$

Cuando esto se presenta, el voltaje de salida del operacional  $V_{out}$  estará en saturación ( $V_{cc}$ ), ya que D7 debe encontrarse apagado. Por tanto R6 se encontrará en paralelo con  $REQ \times 3$  (esta resistencia se llama así debido a que son tres resistencias en serie para calibrar de acuerdo a los rangos que se requieran). Ver Fig. 11a.

El voltaje del pin 5 (puerta no inversora) o  $V_{UT}$  será :

$$\begin{aligned} V_{UT5(+)} &= V_{CC} \cdot \frac{R_5}{R_5 + R_6 // REQ \times 3} \\ &= V_{CC} \cdot \frac{R_5}{R_5 + \frac{R_6 \cdot REQ \times 3}{R_6 + REQ \times 3}} \end{aligned}$$

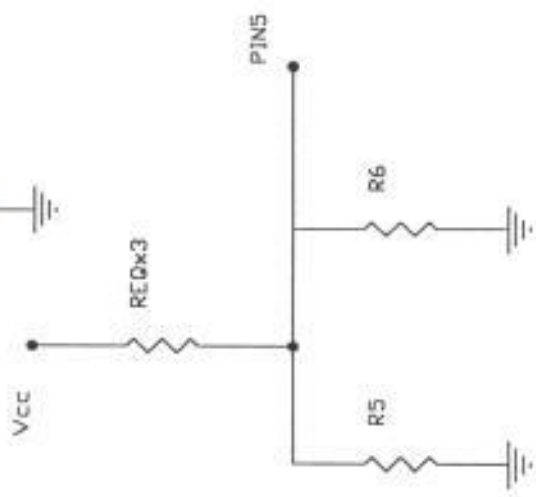




V ≤ 135 VAC

$$V_{UTS} = \frac{R5(R6 + REDx3)}{R5(R6+REDx3) + (R6,REDx3)} V_{CC}$$

VL > 135 VAC



$$V_{LT5} = \frac{R5, R6}{REDx3(R5+R6) + R5, R6} V_{CC}$$

FIG 11a.

BLOQUE DE ALTO VOLTAJE			
Tipo	DOCUMENTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV	1
A			
Fecha	Julio 17, 1996	HOLA	DE

$$V_{UT5(+)} = V_{CC} \frac{R5(R6 + REQx3)}{R5(R6+REQx3) + (R6 \cdot REQx3)}$$

$$V_L > 135 \text{ VAC}$$

En este caso la salida del operacional se encontrará en 0 V (idealmente) y el led D7 se encenderá. Al estar la salida del operacional a 0 V, R6 se encontrará ahora en paralelo con R5 (Fig. 11a).

Por tanto :

$$V_{LT5(+)} = V_{CC} \frac{R5//R6}{REQx3 + R5//R6}$$

$$V_{LT5(+)} = V_{CC} \frac{R5 \cdot R6}{REQx3(R5+R6) + R5 \cdot R6}$$

Ahora, de acuerdo a la teoría de amplificadores operacionales con realimentación positiva, el voltaje diferencial es igual a :

$$V_{DIF} = V_{(+)} - V_{(-)}$$

y también :

$$V_{DIF} = V_{(+)} - V_{(-)} > 0 \quad \Rightarrow \quad V_0 = V_{CC}$$

$$V_{DIF} = V_{(+)} - V_{(-)} < 0 \quad \Rightarrow \quad V_0 = 0$$

$$V_{UT} > V_{LT}$$

Lo que lleva a concluir que para que el voltaje de salida  $V_o$  sea igual a  $V_{cc}$ , el voltaje presente en la entrada inversora debe ser menor que el referencial de la puerta no inversora ( $V(+)=V_{UT}$ ) y esto sucede cuando  $V_L < 135 \text{ VAC}$ .

Cuando  $V(+)=V(-)$  (esto sucede cuando  $V_L \geq 135 \text{ VAC}$ ), la salida del operacional  $V_o$  conmuta a  $0 \text{ V}$ , lo que hace que  $R_6$  este en paralelo con  $R_5$  conmutando el voltaje de la puerta no inversora  $V(+)$  de  $V_{UT}$  a  $V_{LT}$ , es decir, bajando el voltaje de referencia afirmando aún mas la salida de  $V_o$  a  $0 \text{ V}$  y evitando así disparos falsos por ruido.

### 2.3.2. Sección de Bajo Voltaje.

Al igual que en la sección de alto voltaje, para detectar los cambios presentados en la línea se utiliza el mismo punto referencial, común a las dos secciones, que está conformado por  $D1$ ,  $R1$ ,  $R2$ ,  $TR1$ , y  $C3$  ( Fig 12).

Aquí  $V_{2(-)}$  será igual a :

$$V_{2(-)} = \sqrt{\frac{2 \cdot V_L}{R1 + R2 + TR1}} \cdot (R2 + TR1) + V_r$$

En esta sección se utilizan dos operacionales, a saber :

- U1A que trabaja como comparador.
- U1C que trabaja como inversor.

$$V_{(-)} = \frac{(1.41)V_L}{2} \cdot \frac{R_2 + TR1}{R_2 + R1 + TR1} + V_r$$

VL 2 100 VAC

$$V_{UT} = \frac{V_{(+)} - V_{(-)}}{3} = \frac{V_{(+)}}{10}$$

$$= V_{CC} \cdot \frac{R_x \cdot R_4}{R_3(R_x + R_4) + R_x \cdot R_4}$$

VL 5 100 VAC

$$V_{LT} = \frac{V_{(+)} - V_{(-)}}{2} = \frac{V_{CC} \cdot (R_x \cdot R_3 + R_4)}{R_x \cdot (R_3 + R_4) + R_3 \cdot R_4}$$

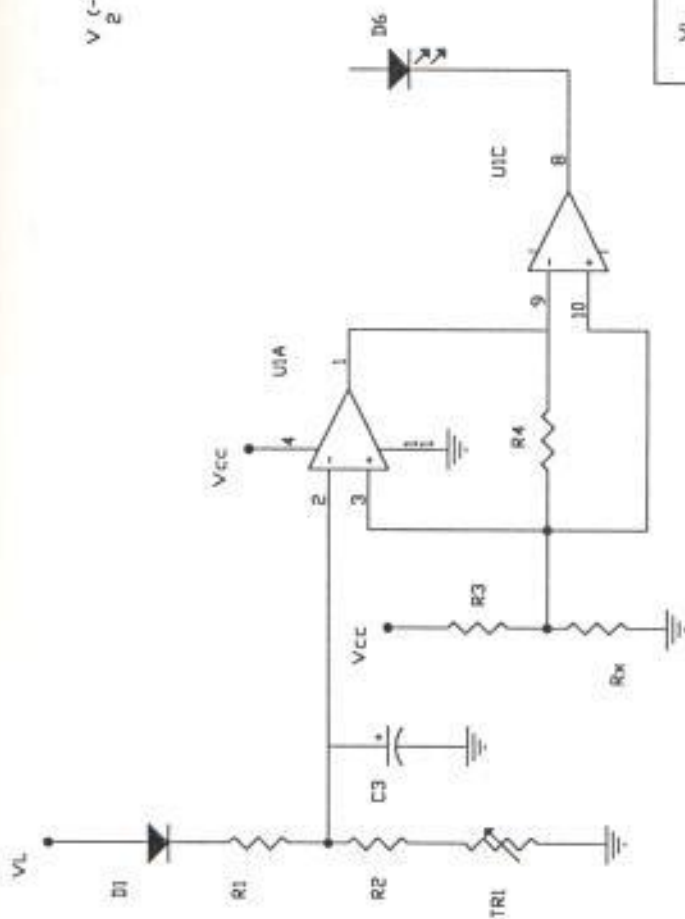


FIG.12

BLOQUE DE BAJO VOLTAJE		
Tipo:	DOCUMENTO	REV
A	DISENO Y CONSTRUCCION DE PROTECTOR DE VOLTAJE	1
Fecha:	Junio 22, 1996	1 DE 1

- R3, Rx, R4 son las resistencias que conforman el divisor que dan el voltaje referencial fijo, que será aplicado a la entrada no inversora tanto de U1A como de U1C.

- D6 es un diodo led señalizador que se enciende cuando el voltaje de línea esta por debajo de los 100 VAC.

Se analizará el comportamiento del sistema en su voltaje critico de línea (100 VAC).

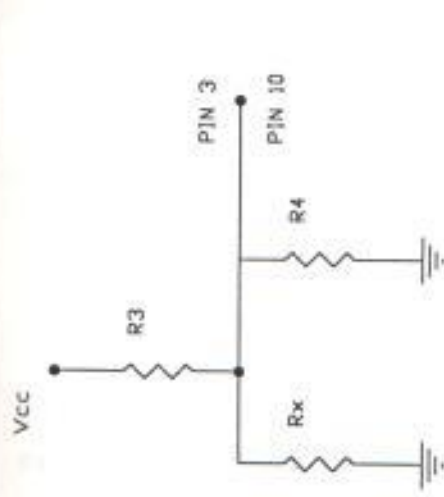
$$V_L \geq 100 \text{ VAC}$$

Cuando esto sucede,  $V_2(-) > V_3(+)$  lo que hace que la salida del operacional U1A,  $V_{o(1)}$  sea igual a 0 V. Esto provoca que la puerta inversora del U1C,  $V_9(-)$  sea llevada a también a 0 V.

En este punto de análisis,  $V_9(-)$  es menor que  $V_{10}(+)$  por tener esta entrada no inversora un voltaje preestablecido por R3, Rx, R4, mayor que el voltaje de la entrada inversora variable. La salida del operacional U1C será igual a  $V_{cc}$ . De esta forma D6 permanece apagado.

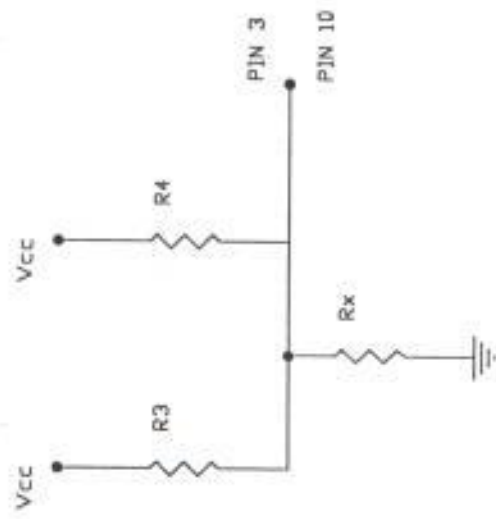
Al encontrarse la salida del operacional U1A a 0 V, la resistencia R4 se encontrará en paralelo con Rx como se ve en la Fig. 12a. Por tanto, el voltaje referencial en la entrada no inversora de los dos operacionales será :

$$V_3(+) = V_{10}(+) = V_{cc} \frac{R_x // R_4}{R_3 + R_x // R_4}$$



VL > 100 VAC

$$V_{UT} = V_3^{(+)} = V_{10}^{(+)} = V_{CC} = \frac{R_x R_4}{R_3(R_x + R_4) + R_x R_4}$$



VL < 100 VAC

$$V_{LT} = V_3^{(+)} = V_{10}^{(+)} = V_{CC} = \frac{R_x (R_3 + R_4)}{R_x (R_3 + R_4) + R_3 R_4}$$

FIG. 12A

BLOQUE DE BAJO VOLTAJE	
Tipo:	DOCUMENTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE
A:	REV
Fecha:	Junio 22, 1976
	HGUJA DE

Por tanto :

$$V_{UT} = V_{3(+)} = V_{10(+)} = V_{cc} \frac{R_x \cdot R_4}{R_3(R_x + R_4) + R_x \cdot R_4}$$

$$V_L < 100 \text{ VAC}$$

Cuando sucede que  $V_L < 100 \text{ VAC}$  el voltaje de la entrada inversora del operacional será menor que el de la no inversora ( $V_{2(-)} < V_{3(+)}$ ), por tanto la salida  $V_{o(1)}$  será igual a  $V_{cc}$ . Este voltaje es aplicado a la entrada inversora del operacional U1C. Dicho voltaje es mayor que el voltaje referencial aplicado en la entrada no inversora ( $V_{9(-)} > V_{10(+)}$ ).

Por tanto, el voltaje de salida  $V_{o(8)}$  del operacional U1C será 0 V, encendiéndose el diodo D6 al entrar en conducción.

Ahora, como la salida del operacional U1A es  $V_{cc}$ , la resistencia  $R_4$  estará en paralelo con  $R_3$  (ver fig. 12 a).

$$V_{3(+)} = V_{10(+)} = V_{cc} \frac{R_x}{R_x + R_3 // R_4}$$

Entonces :

$$V_{LT} = V_{3(+)} = V_{10(+)} = V_{cc} \frac{R_x (R_3 + R_4)}{R_x (R_3 + R_4) + R_3 \cdot R_4}$$

Al igual que la sección de alto voltaje, el cambio de  $V_{UT}$  a  $V_{LT}$  asegura que no existan falsos disparos por presencia de ruido en la línea.

## 2.4 Temporizador.

La sección de temporización está conformada por el último operacional del LM324 (U1D), la red divisora de voltaje R11, R12 y R13, la red de temporización RC conformada por R10 y C4 y los diodos D4 y D5 (Fig 13).

El análisis se comienza por la red ubicada en la puerta no inversora (pin 12) que fija un voltaje referencial.

Cuando :

$$t = 0$$

$$V_{(+)\text{PIN } 12} > V_{(-)\text{PIN } 13}$$

$$V_{\text{DIF}} = V_{(+)} - V_{(-)} > 0$$

$$\Rightarrow V_{\text{O PIN } 14} = V_{\text{CC}}$$

Al encontrarse la salida del operacional en alto voltaje ( $V_{\text{CC}}$ ) se tiene que R13 se encuentra en paralelo con R11 lo cual arroja un voltaje referencial igual a :

$$V_{\text{UT}} = V_{(+)} = V_{\text{CC}} \frac{R12}{R11 // R13 + R12}$$

$$V_{\text{UT}} = V_{\text{CC}} \frac{R12 (R11 + R13)}{R11 \cdot R13 + R12 (R11 + R13)}$$

Al observar los diodos D4 y D5, se tiene que el ánodo de los mismos está conectado a la entrada inversora y al filtro C4 (placa positiva), y los cátodos van a las salidas de los operacionales de alto y bajo voltaje (pin 7 y 8 respectivamente). La función de



estos diodos es permitir la descarga rápida del filtro cuando exista una variación en las salidas de dichos operacionales, es decir, cuando en la línea se presenten altos o bajos voltajes.

En estado estable, es decir, cuando el voltaje de línea se encuentre entre 100 y 135 VAC, los voltajes de salida de los operacionales de alta y baja se encuentran en  $V_{cc}$ . Esto hace que los diodos D4 y D5 se encuentren bloqueados (no conducción) lo que propicia que el filtro C4 se cargue a través de R10.

En caso de que se presente un alto o bajo voltaje, uno de los dos operacionales se irá a una salida baja 0 V (nunca los dos al mismo tiempo), poniendo en conducción al diodo respectivo y por tanto descargando el filtro C4 en caso de que estuviera cargado o no dejándolo cargar si estuviera descargado.

Como se explica en el Capítulo 1, la idea del temporizador es retardar la conexión o paso de energía de la red a la carga, para evitar que la misma sufra los transientes que se presentan cuando ha existido un apagón y regresa la energía bruscamente, así como el darle tiempo a los compresores para que se vacíen.

Volviendo al análisis :

$$100 < V_L < 135 \text{ VAC}$$

$$\Rightarrow V_{O(7)} = V_{O(8)} = V_{cc}$$

El voltaje de la puerta inversora del operacional UID será :

$$V_{(-)13} = V_{C4} = V_{cc} (1 - e^{-t/RC})$$

Cuando  $t = 0$

$$V_{(-)} = V_{C4} = 0 \text{ V}$$

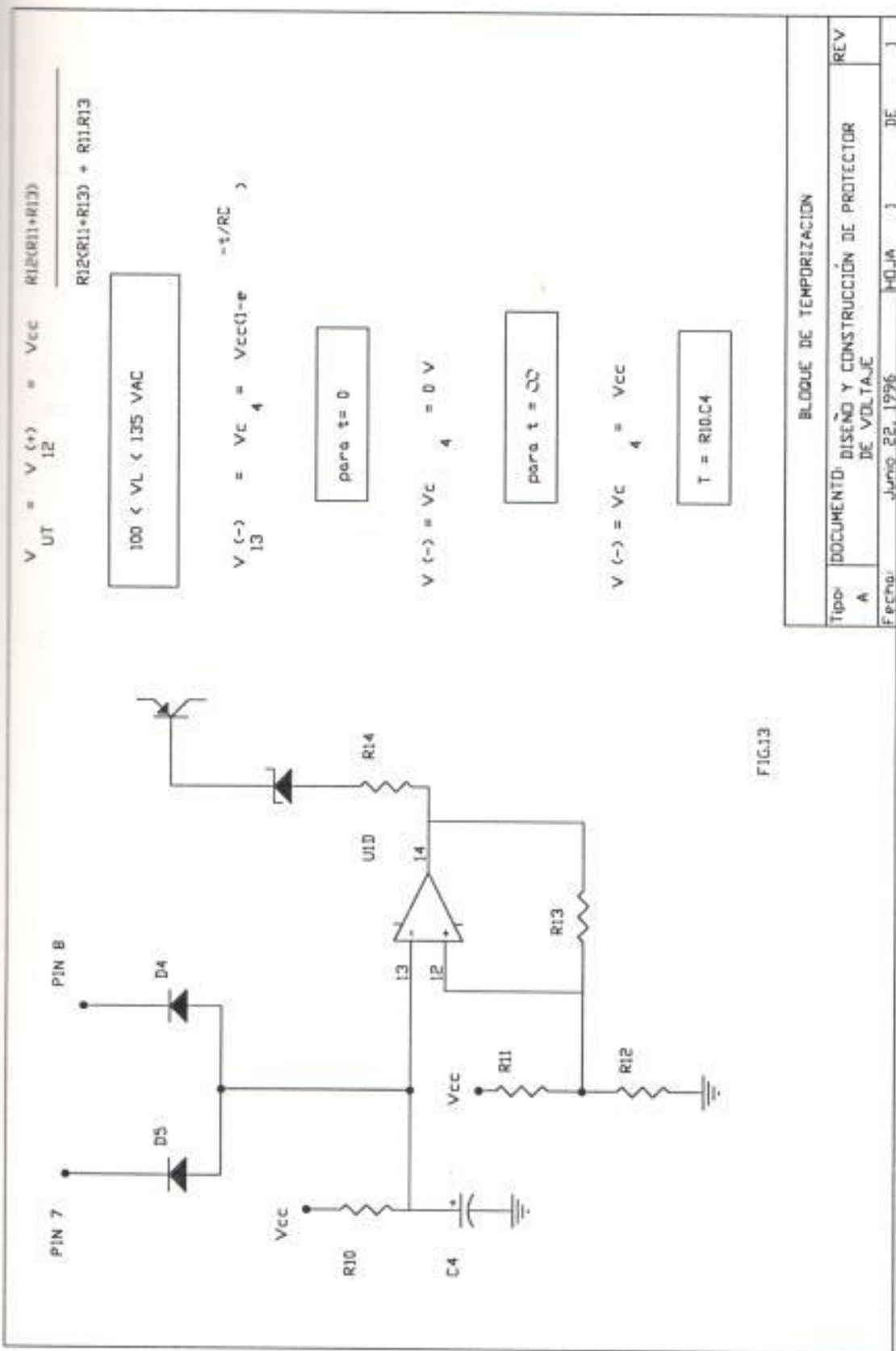


FIG.13

BLOQUE DE TEMPORIZACION			
Tipo:	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	HOJA	1 DE 1
A			
Fecha:	Junio 22, 1996		

REV	1
-----	---

Cuando  $t = \infty$

$$V_{(-)} = V_{C4} = V_{CC}$$

El tiempo de carga del filtro estará dado por :

$$\tau = R_{10}C_4$$

Como el filtro  $C_4$  estará descargado en un inicio ( $V_{C4} = 0 \text{ V}$ ) el voltaje diferencial será positivo :

$$V_d = V_{(+)} - V_{(-)} = V_{(+)} - V_{CAP}$$

$$V_d = V_{(+)} - 0 \Rightarrow V_d > 0$$

Lo que hace que la salida del operacional UID sea igual a  $V_{CC}$ . A medida que el filtro se va cargando los voltajes de las puertas se van igualando hasta que :

$$V_d = V_{(+)} - V_{(-)} = 0$$

Lo que lleva a la salida del operacional UID a  $0 \text{ V}$ . Esto produce que se active el transistor T2 y a su vez dispare el Triac, conectando la carga a la línea como se verá a continuación en el circuito de disparo.

## 2.5 Circuito de Disparo.

La sección de disparo (Fig. 14) esta conformada por los transistores T1, T2, las resistencias R18, R16, R17, R9, R14, R21, los diodos D8, D9, D11, el condensador C6 y el TRIAC ECG 5656.

Los diodos Led's D6, D7, D8, D11, se utilizan como señalizadores. D6 y D7 son indicadores de alto y bajo voltaje respectivamente. Su cátodo se encuentran conectado a los pines 8 y 7 del LM324 (sección de alto y bajo voltaje como se vio anteriormente). R16 sirve como limitador de corriente de dichos led's. D8 es el led indicador que señala la presencia de voltaje en la línea sin importar el rango en magnitud del mismo (si el voltaje es alto o bajo). D11 señala cuando el triac se dispara y se activa el relé.

En el análisis del circuito se establece que uno de los transistores se encuentra en conducción y el otro en corte, nunca los dos en el mismo estado. Esto es debido a que el manejo de los mismos lo realiza la salida del temporizador, la cual en un inicio tiene un voltaje igual a  $V_{cc}$  (como se vio en la sección de temporización). Esto hace que T2 se encuentre en corte. Aquí D9 es un zener que sirve para contrarrestar el voltaje de unión base-emisor de T2, es decir, que asegure que el transistor se encuentre verdaderamente en corte. Recuérdese que para que un transistor PNP se encuentre en corte se necesita que

$$V_B = V_E = V_{cc}$$

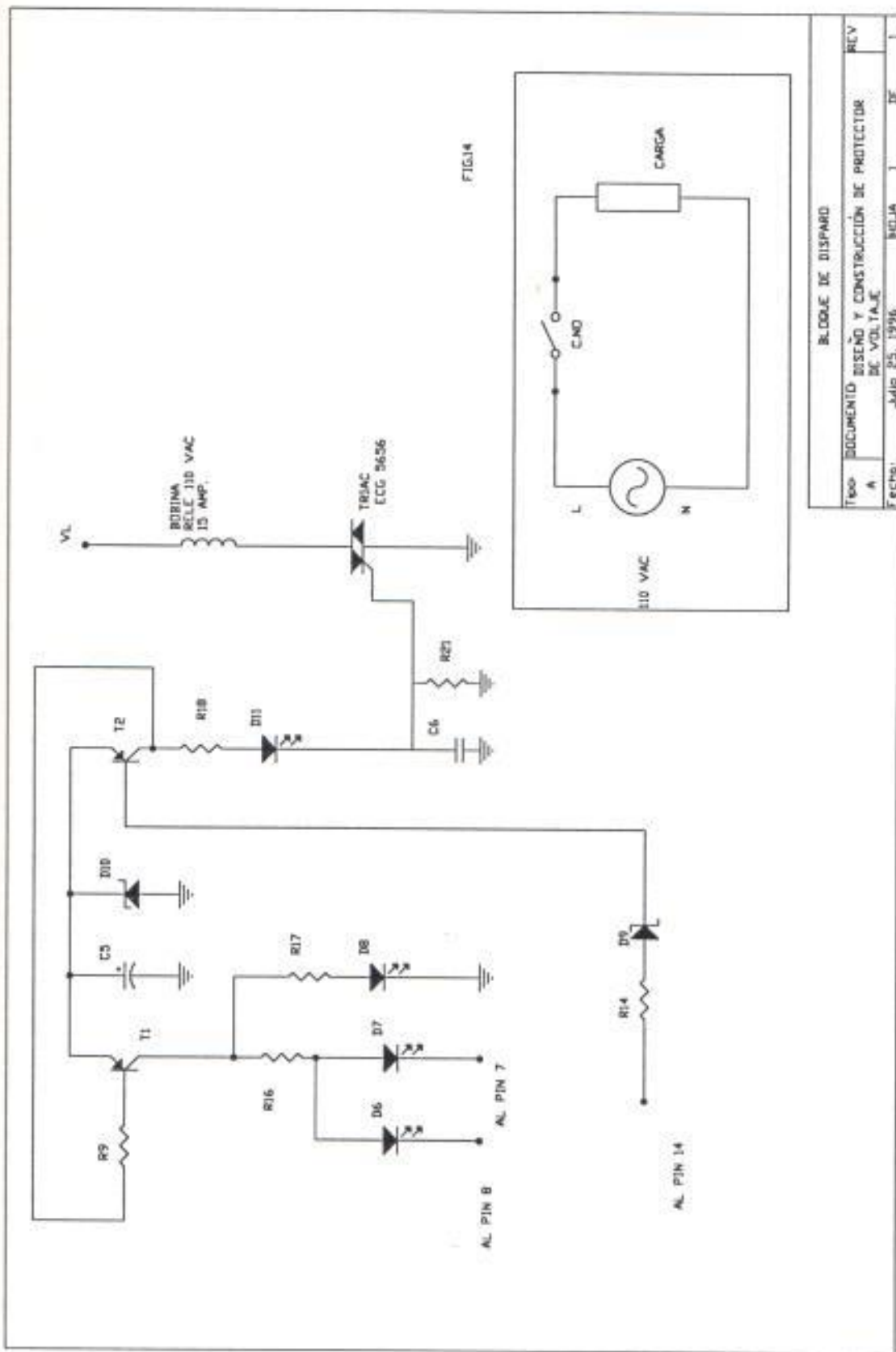
y

$$V_{CE} = V_{cc}$$

Como la base del transistor T1 (PNP) se encuentra conectado al colector de T2 a través de R9 y a la vez, T2 está en corte, se deduce que el voltaje  $V_c$  de dicho transistor (T2) es aproximadamente 0 V.

$$V_E = V_{cc}$$

$$V_{EC} = V_E - V_C$$



BLOQUE DE DISPARO	
TEPO	DOCUMENTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR
A	DE VOLTAJE
Fecha:	MAY 25, 1996
	BOJA
	DE

Ahora :

$$V_{CE} = V_{CC}$$

$$\Rightarrow V_{CC} = V_{CC} - V_C$$

$$V_{CT2} = 0 \text{ V}$$

Al encontrarse  $V_{CT2} = 0 \text{ V}$  la base del transistor T1 también se encontrará aproximadamente a  $0 \text{ V}$  lo que lo lleva al estado de conducción.

$$V_{BT1} = 0 \text{ V} \Rightarrow V_{CE} = 0 \text{ V}$$

$$V_C = V_E = V_{CC}$$

Al estar T1 en conducción habrá un pequeño paso de corriente en la base del mismo (apenas unos microamperios), que al pasar a través de R9, R18, D11 y R21, no alcanza a encender el led y mucho menos a activar el triac (además el valor de R9 es bastante alto).

Por consiguiente, habrá paso de corriente a través de R17, encendiendo el led D8 (señalización de espera), y en caso de que haya una variación de voltaje (bajo u alto) las salidas de los operacionales correspondientes conmutarán a  $0 \text{ V}$ , llevando a conducción al led indicador correspondiente.

Ahora, en el momento en que la salida del operacional que trabaja como temporizador conmuta a  $0 \text{ V}$ , el voltaje de base de T2 cae por debajo del voltaje de emisor :

$$V_B < V_E$$

Lo que lleva a T2 al estado de conducción.

$$V_{CE_{T2}} = 0 \text{ V} \Rightarrow V_C = V_E = V_{CC}$$

En ese momento suceden dos cosas :

1.- El  $V_B$  de T1 que esta conectado al colector de T2, conmuta a  $V_{CC}$  llevando a dicho transistor a corte, por lo que no fluye corriente a través de D8.

2.- T2 al entrar en conducción, permite el paso de corriente a través de R18 encendiendo el diodo D11 y llevando un voltaje a la puerta (gate) del Triac. Esto hace que en presencia de voltaje de compuerta, el Triac se dispare. Al dispararse, el voltaje entre sus terminales principales, es decir, Ánodo 1 y Ánodo 2 será igual a :

$$V_{AK} = 0 \text{ V}$$

Antes del disparo el voltaje entre dichos terminales era igual al de línea. Al entrar el Triac en conducción, la bobina del relé se energiza, ya que circula corriente por la misma, lo que produce que los contactos del relé se cierren (puesto que son normalmente abiertos), dejando que la carga se energize.

Es importante anotar que cualquier variación brusca que exista en el temporizador (alto, bajo voltaje o interrupción brusca del fluido eléctrico en la línea, registrada por la

sección correspondiente) hará que su salida conmute a  $V_{CC}$ , llevando a T2 a corte y a T1 al estado de conducción, desactivando el relé y por ende, eliminando el suministro de energía a la carga.

# **CAPITULO 3**

**COMPONENTES UTILIZADOS EN EL DISEÑO DEL  
PROTECTOR**



## COMPONENTES UTILIZADOS EN EL DISEÑO DEL PROTECTOR.

### 3.1 Teoría del zener como regulador.

Uno de los elementos que conforman el protector de voltaje y que actúa como fuente regulada es el diodo Zener. Su característica está dada por su comportamiento cuando este se encuentra polarizado directamente y cuando lo está inversamente.

Si la polarización del Zener es directa, su comportamiento es como un diodo en estado de conducción (ver Fig.15).

Al polarizarse en forma inversa, el Zener se comporta como una fuente regulada (en forma ideal), y cuyo circuito equivalente puede ser representado por una pequeña resistencia (conocida como resistencia dinámica) en serie con una batería DC igual al potencial Zener, como lo demuestra también la Fig 16.

Volviendo a la Fig.15 se observa que  $V_Z$  es el voltaje nominal al que trabaja el Zener (mas un porcentaje de trabajo, que está entre el 5 y 20%).  $I_{ZT}$  es un nivel típico de la corriente de operación y  $Z_{ZT}$  es la impedancia dinámica en este nivel de corriente. La máxima impedancia del codo se presenta en la corriente de codo  $I_{ZK}$ .  $I_Z$  es la máxima corriente que puede soportar el Zener. El coeficiente de temperatura refleja el cambio de  $V_Z$  con la temperatura. Se define por la ecuación:

$$T_c = \frac{dV_Z}{V_Z (T_1 - T_0)} \times 100\% \quad (\%C)$$

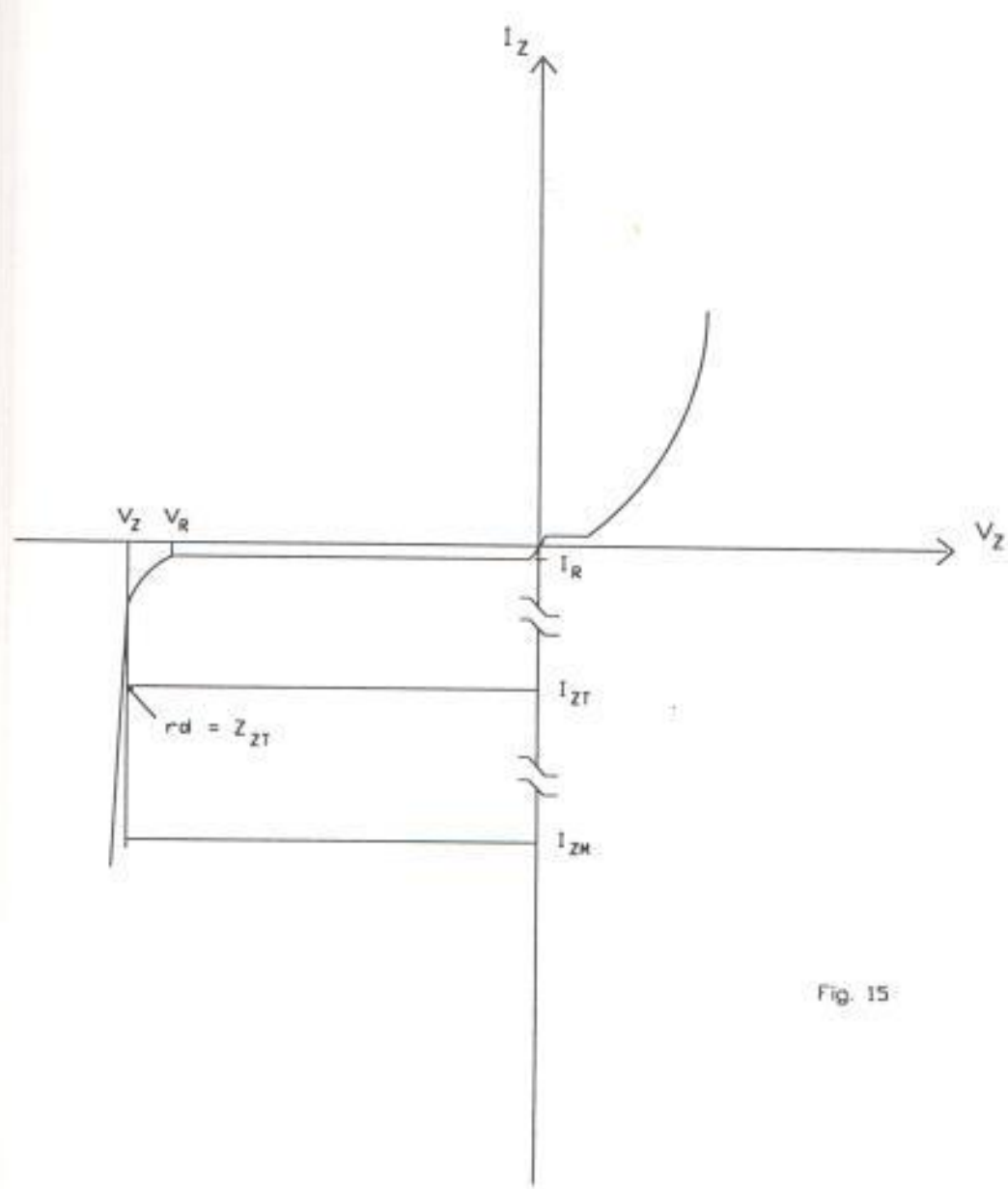


Fig. 15

CURVA CARACTERISTICA DEL ZENER			
Tipo: A	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE		REV
Fecha:	Abril 20, 1996	HOJA 1	DE 1

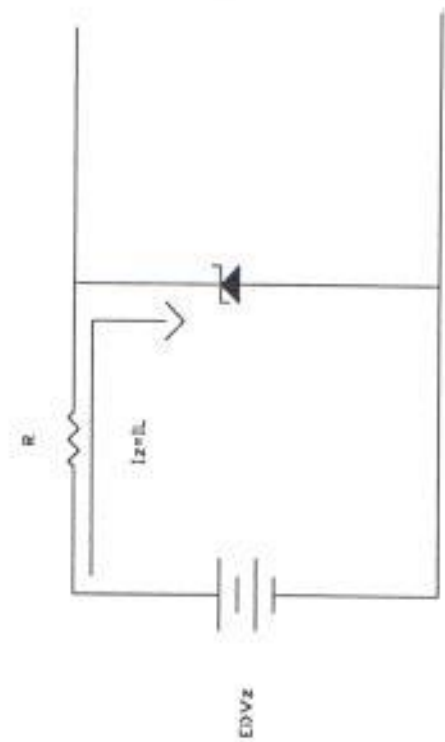
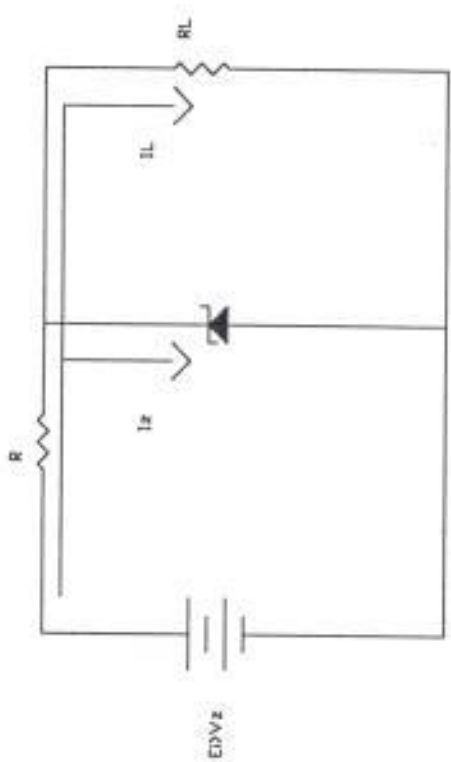


FIG.16

COMPORTAMIENTO DEL DIODO ZENER

Tipo:	DOCUMENTO:	REVISION
A	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV
Fecha:	Septiembre 7, 1996	HOJA 1 DE 1

Donde  $dV_z$  es el cambio resultante en el potencial Zener debido a la variación de la temperatura.  $T_1$  es la temperatura actual y  $T_0$  la temperatura ambiente (25 C normalmente), y  $T_c$  es el coeficiente típico de temperatura.

Debido a su comportamiento estable como regulador de voltaje ( $V_z = \text{cte.}$ ) a una temperatura ideal (25-35 grados cent.), se utilizó como regulador de voltaje para todo el circuito electrónico.

Porque en el proyecto se utiliza el diodo Zener y no un regulador IC ? Por su tamaño y costo. Tamaño porque ocupa menos espacio en el circuito impreso (por tanto se reduce el área del circuito impreso) y su costo porque es mas barato que un regulador IC.

Como ejemplo, se estableció de manera experimental una tabla del comportamiento del zener comparándolo con el voltaje de línea presente en la entrada del protector (110 VAC en este caso).

Las características del Zener son 7,5 VDC, 5 W (1N5343A) :

<b>V<sub>L</sub> (AC)</b>	<b>V<sub>Z</sub> (DC)</b>
20 V	3,03 V
40	4,61
60	6,11
80	7,67
90	7,98
100	7,98
120	7,99

140	8,02
150	8,03
160	8,04
180	8,05
200	8,06

Se observa que las variaciones de voltaje en el Zener son mínimas a partir de 90 VAC y por encima de 140 VAC son de 0.01 V por cada 10 VAC. Por tanto su comportamiento será estable. El consumo típico del Zener es de 5 mA para asegurar su ruptura ( es decir, su voltaje de trabajo).

Al analizar la Fig.16, cuando la carga está conectada, la corriente enviada por la fuente se divide entre el Zener y la carga, mientras que cuando la carga no esta conectada el Zener debe soportar la corriente de la fuente lo que conlleva a considerar dos cosas:

- 1.- El Zener debe ser dimensionado y de alta calidad para soportar un fuerte paso de corriente, o
- 2.- El suministro de corriente debe ser controlado para evitar una sobrecarga del Zener que lo pueda dañar.

En el presente proyecto, se consideró que la corriente suministrada a la carga debía de ser mínima, de tal manera que al estar fuera la misma (bien sea en los 3 minutos y medio de espera o cuando el voltaje de la línea se encuentra fuera del rango preestablecido) el Zener pudiera soportar la corriente de carga. Para ello se consideró el mínimo consumo de LEDs, del LM324 y la corriente de gate del TRIAC.

### 3.2 Teoría del LM324.

El LM324 consiste en cuatro (4) amplificadores operacionales independientes de alta ganancia y compensación de frecuencia interna (Fig.17), operando en un amplio rango de voltaje de alimentación (desde señales de voltaje digital 5 VDC hasta alimentación de +/- 16 VDC).

Todo lo que se pueda decir de este integrado se encuentra en los libros de componentes electrónicos ( como el manual ECG). Para mayor conocimiento, se reproduce una tabla de comportamiento y operación de este integrado (Tabla 1 y Tabla 2).

### 3.3 Teoría del Triac.

El Triac es un dispositivo de tres terminales utilizado para controlar el valor promedio de la corriente que fluye a una carga. Un Triac se diferencia de un SCR en que puede conducir en cualquiera de las dos direcciones cuando es llevado a conducción. El símbolo esquemático se muestra en la fig. 18 a.

Cuando el Triac es **bloqueado** no puede fluir corriente entre sus terminales principales independiente de la polaridad de la fuente externa aplicada. Por tanto el Triac actúa como un interruptor abierto.

Cuando el Triac es llevado a **conducción**, presenta una resistencia muy baja al paso de la corriente en el camino de un terminal principal al otro, donde el sentido de flujo depende de la polaridad de la fuente externa aplicada. Cuando el voltaje es mas positivo en MT2 la corriente fluye de MT2 a MT1. Cuando el voltaje es mas positivo en MT1, la corriente fluye de MT1 a MT2. En cualquier caso, el Triac actúa como un interruptor cerrado.

# LM 324

## MAXIMOS RANGOS DE TRABAJO

SUMINISTRO DE VOLTAJE	32 VDC O +/- 16 VDC
VOLTAJE DIFERENCIAL DE ENTRADA	32 VDC
VOLTAJE DE ENTRADA	(-0,3) VDC A + 32 VDC
POTENCIA DE DISIPACIÓN (1)	570 mW
SALIDA DE CORTOCIRCUITO A TIERRA (2)	CONTINUA
V+ <= 15 VDC Y TA = 25 °C	
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	0°C A + 70°C
TEMPERATURA DE ENCAPSULAMIENTO	(-65)°C A + 150°C
TEMPERATURA DE SOLDADO (10 SEG.)	00°C

(1) Para operación a altas temperaturas, su máximo rango puede ser de 125°C y una resistencia térmica de 175°C/W cuando se aplica soldadura en un circuito impreso, operando en el medio ambiente.

(2) Un cortocircuito en la salida a V+ puede causar un sobrecalentamiento y su eventual destrucción. La máxima corriente de salida es aproximadamente 40 mA independiente de la magnitud de V+.

TABLA 1

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (SUMINISTRO DE VOLTAJE  $V_+ = 5\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )  
DEL LM 324

CARACTERÍSTICA	SÍMBOLO	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIDAD
INPUT OFFSET VOLTAGE	$V_{IO}$			2	7	mV
OUTPUT VOLTAGE SWING	$V_{OPP}$	$R_L = 2\text{ Ohms}$	0		$V_+ - 1.5$	V
INPUT COMMON MODE VOLTAGE RANGE	$V_{ICR}$	$V_+ = 30\text{ V}$	0		$V_+ - 1.5$	V
INPUT OFFSET CURRENT	$I_{IO}$	$I_{I+} - I_{I-}$		5	50	nA
INPUT BIAS CURRENT	$I_{IB}$	$I_{I+} \text{ O } I_{I-}$		45	250	nA
OUTPUT CURRENT (SOURCE)	$I_O$	$V_{I+} = 1\text{ V}$ , $V_{I-} = 0\text{ V}$ $V_+ = 15\text{ V}$	20	40		mA
OUTPUT CURRENT (SINK)	$I_O$	$V_{I+} = 0\text{ V}$ , $V_{I-} = 1\text{ V}$ $V_+ = 15\text{ V}$	10	20		mA
LARGE SIGNAL VOLTAGE GAIN	AV	$R_L > = 2\text{ Kohm}$ , $V_+ = 15\text{ V}$ For large $V_o$ swing	12	50		µA
			88	100		dB
COMMON MODE REJECTION RADIO	CMRR	DC	65	70		dB
POWER SUPPLY REJECTION RADIO	PSRR	DC	65	100		dB
AMPLIFIER TO AMPLIFIER COUPLING		$f = 1 \text{ to } 20\text{ Khz}$ (Input referred)		-120		dB

TABLA 2



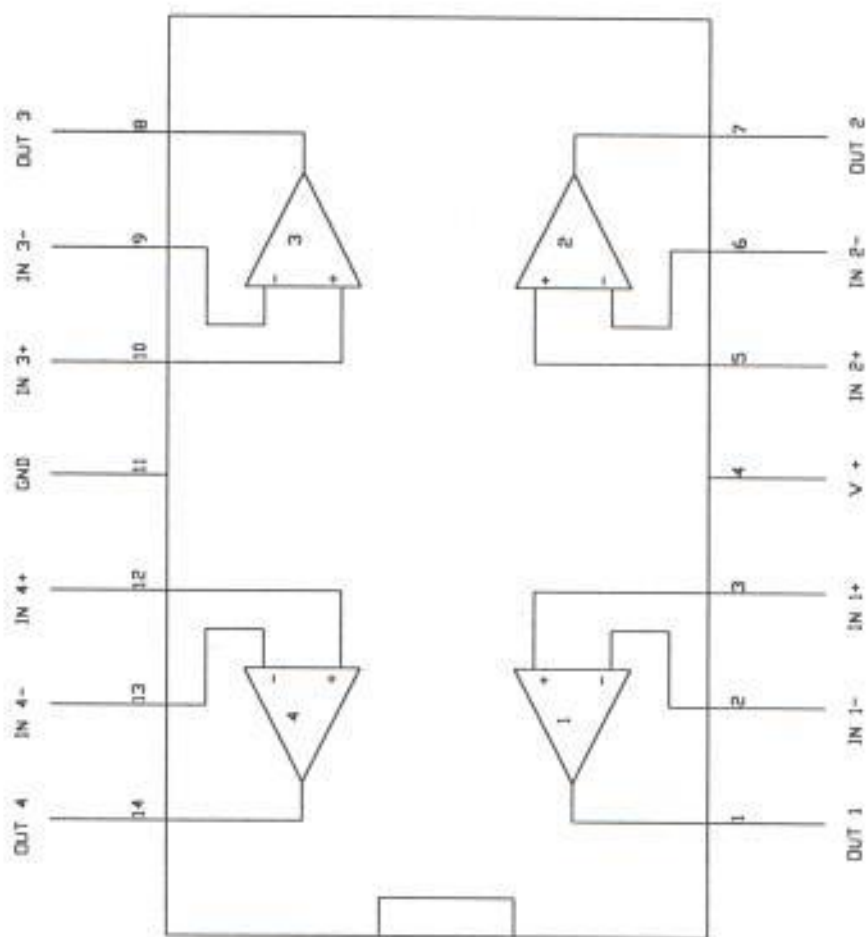


FIG. 17

LM 324

Tipo:	DOCUMENTO	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR	REV
	A	DE VOLTAJE	
Fecha:	Septiembre 7, 1996	HOJA 1	DE 1

En la fig 18b se puede observar que el valor promedio de la corriente que se entrega a la carga puede afectarse variando la cantidad de tiempo por ciclo que el Triac permanece en estado de conducción. Si permanece en este estado durante una pequeña porción de tiempo de ciclo, el promedio de corriente que fluye durante muchos ciclos, será bajo y, si permanece en conducción durante gran porción del tiempo del ciclo, entonces el promedio de la corriente será alto.

Un Triac no está limitado a 180 grados de conducción por ciclo, con el adecuado arreglo de disparo, puede conducir la totalidad de los 360 grados por ciclo. Por tanto proporciona control de potencia de onda completa (no solamente de media onda como los SCR).

Los Triac tienen las mismas ventajas que tiene un SCR y los transistores sobre los interruptores mecánicos. No tiene rebote de contacto, no se produce arco en contactos parcialmente abiertos, operación rápida y control de corriente más preciso.

### **3.3.1 Formas de Onda**

Son similares a las formas de onda de los SCR excepto que puede cebarse en el semiciclo negativo (véase formas de onda tanto del Triac, como de la carga con disparo a 30 grados, Fig. 19).

En los primeros 30 grados el Triac se encuentra en estado de corte (no conducción), no habiendo voltaje aplicado a la carga. Después de los 30 grados el Triac se ceba o conduce y actúa como interruptor cerrado. Esto hace que se aplique un voltaje a la carga.

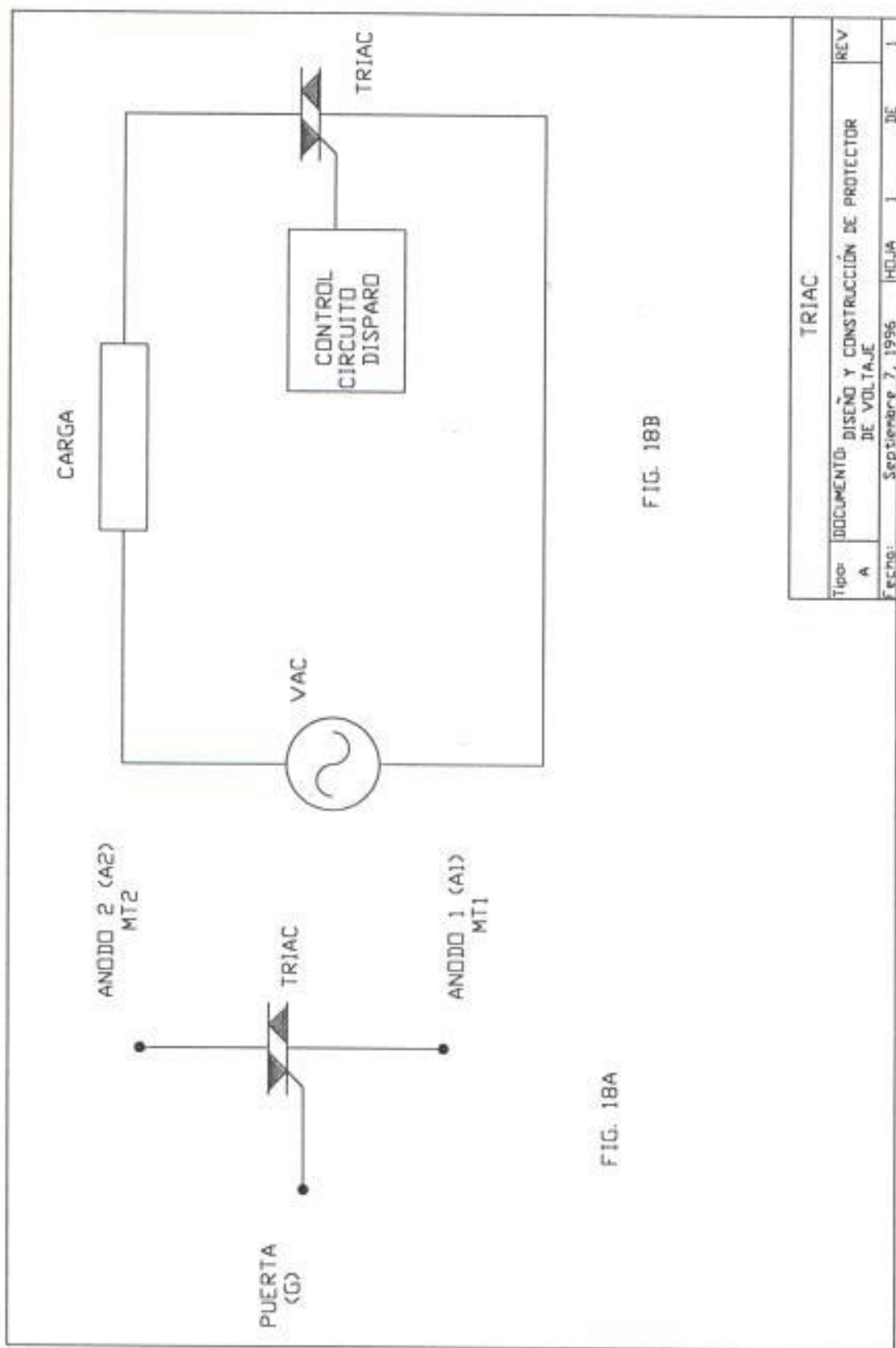
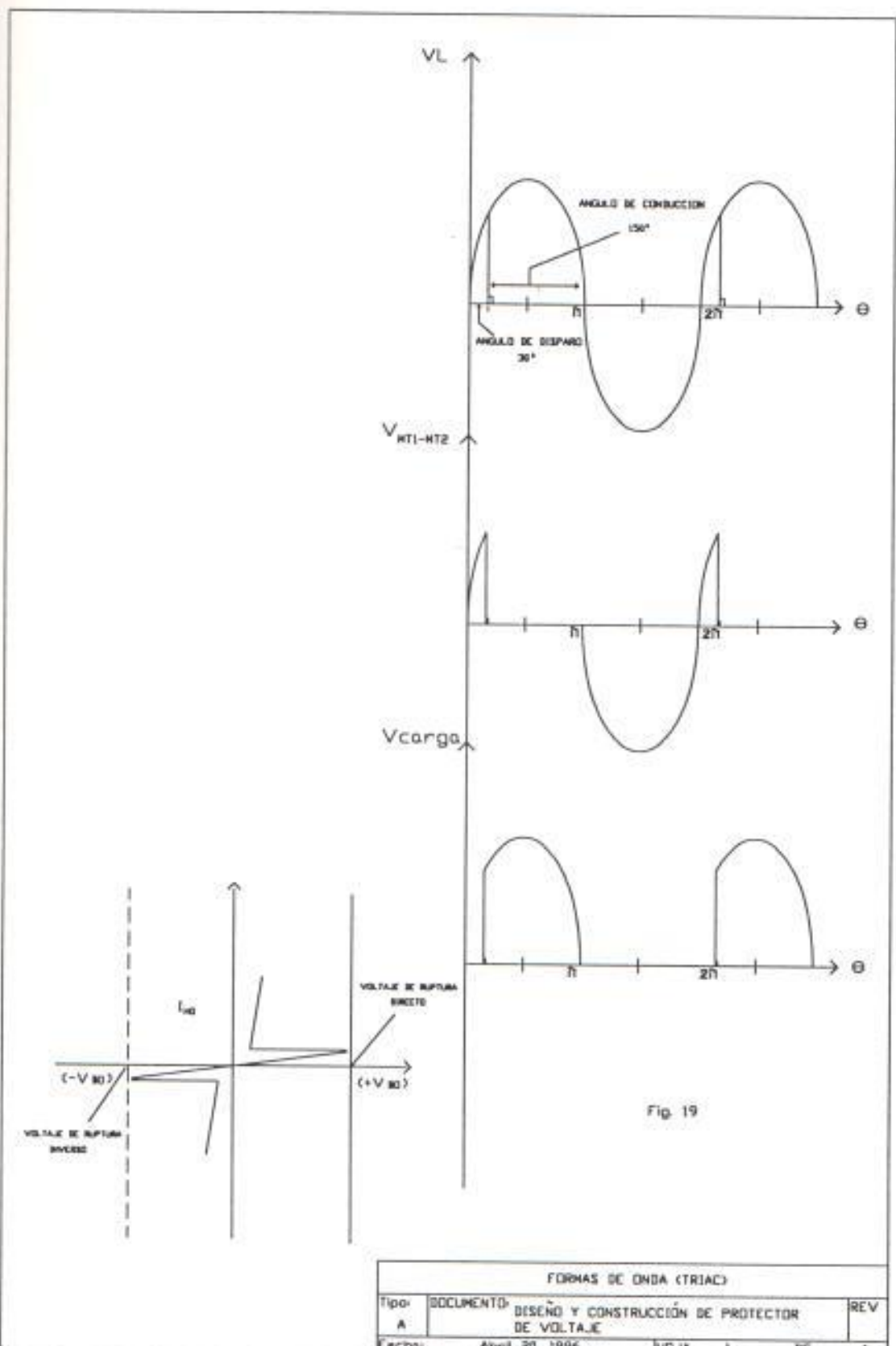


FIG. 18A

FIG. 18B

TRIAC			
Tipo:	DOCUMENTO:	FECHA:	REV
A	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	Septiembre 7, 1996	DE
Fecha:		HOJA	DE



FORMAS DE ONDA (TRIAC)		
Tipo: A	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV
Fecha:	Abril 29, 1996	HOJA 1 DE 1

El tiempo en el cual no hay voltaje en la carga (el voltaje de línea cae en los terminales principales del Triac), se denomina ángulo de disparo. El tiempo donde el Triac conduce (el voltaje cae en la carga), se denomina ángulo de conducción.

### 3.3.2 Características eléctricas del Triac.

Cuando un Triac esta polarizado con un voltaje externo mas positivo en MT2 (llamada directa o polarización de terminal principal positivo), el disparo es idéntico al de un SCR y generalmente se dispara por una corriente que fluye de la puerta de MT1 (Fig. 20 a.). El terminal G es positivo con respecto a MT1, lo cual hace que la corriente de disparo fluya hacia el dispositivo desde el terminal de puerta y hacia afuera del dispositivo por el terminal MT1. El voltaje de puerta necesario para disparar el Triac esta simbolizado por  $V_{GT}$ , la corriente de puerta es  $I_{GT}$ . La mayoría de los Triac de mediana potencia tienen un  $V_{GT}$  del orden de 0.6 a 2.0 voltios y una  $I_{GT}$  de 0.1 a 20 mA. Estas características varían con la temperatura.

Cuando el Triac esta polarizado con un voltaje externo mas positivo en MT1 (denominado inverso o polarización de terminal principal negativo), como se muestra en la Fig. 20 b, el disparo generalmente se efectúa enviando corriente de compuerta al Triac por el terminal MT1 y hacia afuera del Triac por el terminal G. El voltaje de puerta será negativo con respecto a MT1.

La  $I_{GT}$  de la polarización directa puede ser diferente de la  $I_{GT}$  de polarización inversa, aunque por lo regular la  $I_{GT}$  será igual tanto para polarización directa como inversa. El Triac no requiere que siga circulando corriente por la puerta una vez que ha sido cebado. El Triac permanece en conducción hasta que cambie la polaridad de sus

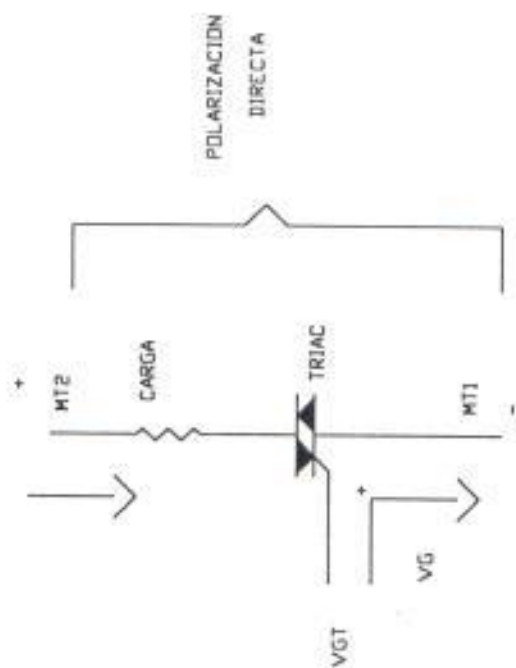


FIG. 20 A

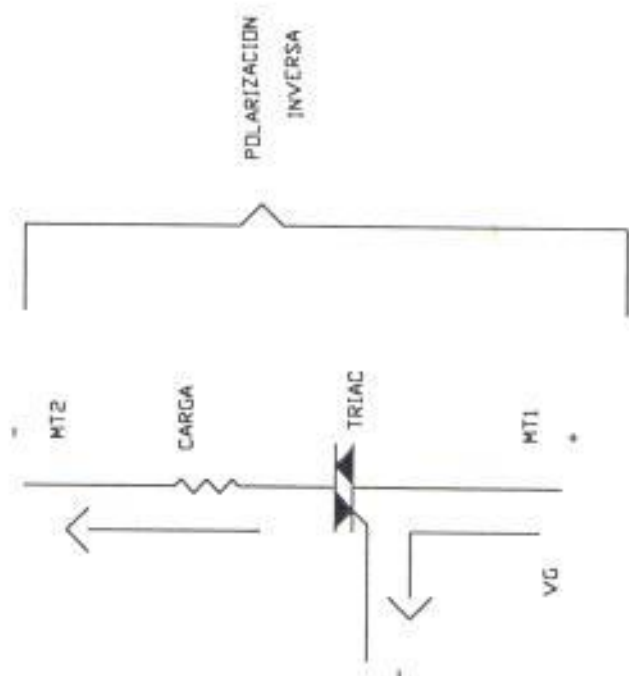


FIG. 20 B

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL TRIAC

Tipo:	DOCUMENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTECTOR DE VOLTAJE	REV
	A	1
Fecha:	Septiembre 7, 1996	HOJA 1 DE 1

terminales principales o hasta que la corriente principal caiga por debajo de la corriente de mantenimiento  $I_{HO}$ . La mayoría de los triac tienen un  $I_{HO}$  de mantenimiento del orden de los 100 mA o menos.

Otros parámetros son el voltaje de ruptura  $V_{DROM}$  que es el voltaje directo de pico aplicado entre los terminales principales que pueden bloquear el Triac en cualquier dirección. Si el voltaje instantáneo aplicado entre los terminales MT2 y MT1 excediera  $V_{DROM}$  el Triac se rompe y deja circular corriente por los terminales principales. Esto no daña el Triac, pero significa pérdida de control de puerta. Para prevenir esto, el Triac deberá tener un  $V_{DROM}$  mucho mayor que el valor pico de voltaje AC que maneja el circuito.

Los valores mas usuales de  $V_{DROM}$  son 100,200,400,600 V.

# **CAPITULO 4**

**CIRCUITO IMPRESO**



## **CIRCUITO IMPRESO.**

### **4.1 Desarrollo del Circuito Impreso.**

Dentro de los pasos mas importantes en la construcción del protector de voltaje se encuentra el circuito impreso. Este no puede ser considerado un elemento insignificante del proceso, ya que además de su función que es la de albergar todos los elementos electrónicos que conforman el protector y de realizar todas sus conexiones eléctricas entre si, por medio de caminos (pistas) y puntos de conexión, su conformación (material con que es hecho, facilidad de soldado, resistencia mecánica a fuerzas externas, etc), conlleva al ahorro de tiempo en el montaje, reducción de riesgo de cortocircuito al realizar el proceso de soldado, ahorro en soldadura, etc.

Lo anteriormente citado se traduce en ahorro de dinero, tiempo hombre-hora, energía, etc.

El primer intento para realizar un impreso para el montaje del protector se hizo a través de los diseños hechos a mano, utilizando las láminas de líneas y pads (PAD es el sitio donde se perfora el impreso para dejar pasar el pin o alambre de la pieza, procediendo a soldarla) que se vendían en las diferentes casas electrónicas.

Es por ello que el diseño del impreso era algo tosco y de alguna manera antitécnico.

Una vez hecho el diseño, se llevaba a una fotomecánica que sacaba el positivo y negativo del mismo, para proceder a enviarlo a un fabricante de circuitos impresos (que a propósito son poquísimos los que existen en el medio), el cual lo fabricaba en baquelita o fibra de vidrio de acuerdo al requerimiento que se le exigiera.

El fabricante realizaba los agujeros o perforaciones de la placa entregándolo listo para efectuar el montaje de la misma. A través de las siguientes páginas se verán las copias de todos los artes hechas con este procedimiento y el desarrollo que se iba efectuando con cada nuevo arte (vale la pena aclarar que este proceso comenzó allá por el año 1990).

Observe la Figura 21.

El principal problema, como lo demuestra la figura era que no existía el layer de figuras ploteadas sobre la cara de componentes del impreso (posiciones y formas de las piezas, orientación, etc) lo que hacía difícil y tedioso el montaje de las piezas, prestándose para confusión y errores.

Dichos errores eran detectados cuando se montaba toda la circuitería y al realizarse las pruebas de calibración y funcionamiento, estas fallaban. Otro dolor de cabeza era que en la cara de soldadura no existía la película antisolder (dicha película es una especie de máscara que cubre los caminos o pistas del circuito impreso, a excepción de los pads, la cual es resistente al calor e impide que la soldadura invada dicha zona cubierta evitando cortocircuitos entre pistas), lo que provocaba que con frecuencia se hiciera cortocircuitos entre las pistas al momento de soldar.

En ocasiones la baquelita, debido a su fragilidad, se partía con un pequeño esfuerzo mecánico al colocar una pieza lo que en algunos casos ocasionaba la pérdida total del impreso, puesto que se partían los caminos de conexión, quedando inservible. Se hacía urgente realizar los circuitos impresos en fibra de vidrio, pero si bien solucionaba el problema de la resistencia al esfuerzo, se encarecía el costo ya que el centímetro cuadrado de fibra era por lo menos tres veces más caro que el de baquelita.

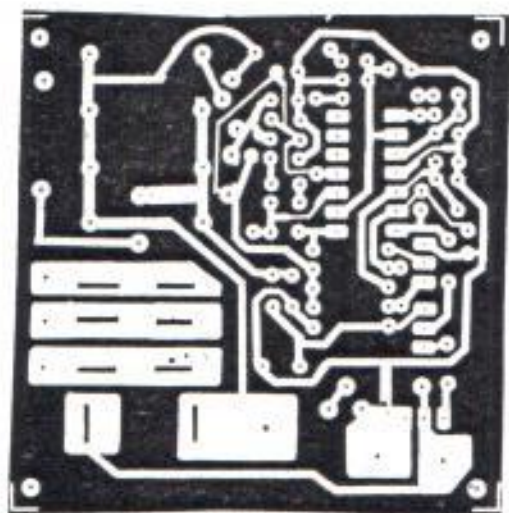


Fig. 21

Una pequeña mejora fue el diseñar el arte para impresos por medio de un programa de computadora llamado SMART, lo que optimizó el diseño realizado a mano, reduciendo el tamaño del impreso y por tanto su costo.

Pero los demás problemas estaban ahí.

#### **4.2 Diseño actual del Circuito Impreso**

A mediados del año 1991 se realiza un viaje a CALI-COLOMBIA con el objetivo de buscar quien fabricara circuitos impresos en cantidades y a buen precio, ya que se tenia previo conocimiento de la existencia de fábricas dedicadas a este tipo de labor.

Es así como se realiza el contacto con MICROCIRCUITOS LTDA - CALI , que es en la actualidad una de las mayores empresas de circuitos impresos en Colombia. Se tuvo acceso a todo el proceso de fabricación del impreso, desde su inicio hasta el producto terminado. Como se comprenderá, fue impresionante ver la manera técnica y profesional como se hace un impreso algo de lo cual no se tenia ni el mas leve conocimiento.

Las ventajas y los progresos que se obtuvieron al contactar esta empresa fueron enormes, a saber :

**1.- Excelente calidad** en el circuito impreso tanto en su material como en su construcción. En el material porque utiliza un compuesto especial que reemplaza a la baquelita llamado CEM-1 que es una mezcla por capas de papel prensado y fibra de

vidrio, que soporta una gran resistencia al esfuerzo (no se quiebra ni se triza fácilmente como la baquelita).

**2.- En su construcción** empezando por el diseño electrónico, en el cual utilizan los programas TANGO 1.02 y ORCAD/PCB 2.1 para ejecutar y diseñar el arte de manera automática (ya que el programa lo permite) o manual. Aquí se crean los diferentes archivos o caras para realizar el impreso :

**a.- Cara de Componentes :** Es la parte superior de la tarjeta donde se montan los componentes y la cual es ploteada (dibujada) sobre el impreso para facilitar el montaje de las piezas.

**b.- Cara de Soldadura :** Es la cara del impreso donde van los caminos o pistas de conexión entre los elementos. Generalmente la cara de soldadura es el reverso de las de componentes aunque en impresos de doble pista también puede ir en la misma cara de componentes.

**c.- Silkscreen** es similar a la cara de componentes donde van a ser ploteadas las piezas sobre el impreso.

**d.- Cara Antisolder:** Es una cubierta especial aislante que cubre las pistas dejando solo al descubierto los puntos de soldadura (pads) con el objeto de evitar que se produzcan cortocircuitos al momento del soldado entre las pistas.

**e.- Cara de Pads-master :** Se realizan solamente los pads, donas o puntos de soldado con el objeto que al aplicar la película antisolder, solo los pads queden al descubierto.

**3.-** Si el circuito impreso es de fibra de vidrio doble faz (circuitaria en ambas caras), los agujeros son doblemente preestañados, es decir, que el diámetro interior de la

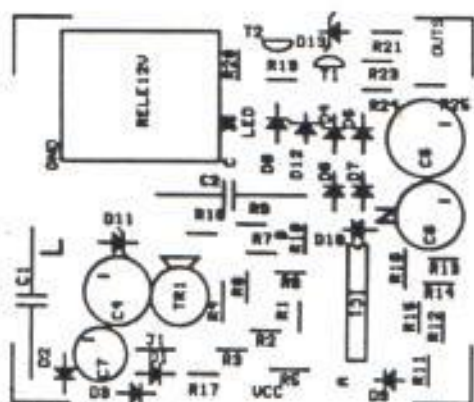
perforación tiene continuidad, de tal manera que al momento de soldar por un lado (cara), el otro quedará también soldado, pudiendo establecer contacto con otras pistas. De igual manera los puntos o caminos de comunicación entre pistas de uno y otro lado de la tarjeta se encuentran comunicados sin necesidad de soldar alambres o conductores de lado a lado para establecer continuidad.

4.- Los pads están previamente estañados, de tal manera que al momento de soldar se facilita mucho el trabajo y se economiza soldadura.

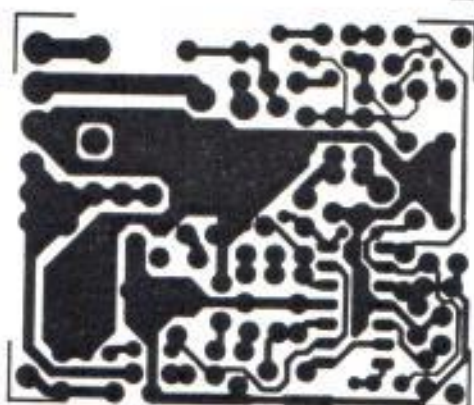
5.- Diferentes tipos de perforaciones, debido a que el proceso de perforación se hace de manera automática (un programa ejecuta la orden para que un taladro de manera rápida y fácil perfora los impresos) escogiendo los diversos tamaños de broca de acuerdo al tamaño de la pieza a montar, facilitando dicho montaje sin forzar la pieza.

6.- La ventaja mas importante : El precio. Cada centímetro cuadrado de impreso ya sea en CEM-1 o fibra de vidrio, cuesta por lo menos la tercera parte de lo que cobrarían aquí por un material de inferior calidad y un trabajo arcaico con respecto al actual (ver copias de diseños de impreso adjuntos) Figuras 22, 23.

Es conveniente anotar que además de todas estas ventajas que ofrece MICROCIRCUITOS LTDA, esta su calidad de servicio en la cual su gerente general, el ING. FERNANDO CHAVEZ BUENO, realiza una gran labor ayudando a sus clientes en la búsqueda de componentes electrónicos, poniéndolos en contacto personalmente con las empresas proveedoras de todo el país, facilitando así de manera desinteresada la adquisición de elementos difíciles de encontrar. Aquí viene bien la frase del buen



ECUADOR - 'UCT05.PCB' - SILK SCREEN



ECUADOR - 'UCT05.PCB' - SOLDADURA  
 2000 u - 1

Fig. 22

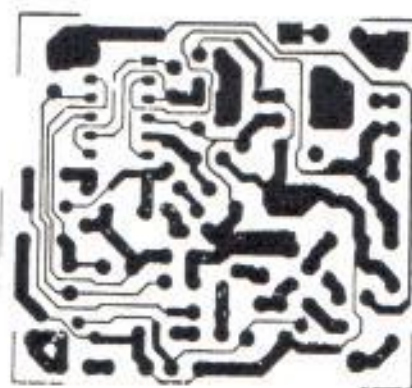
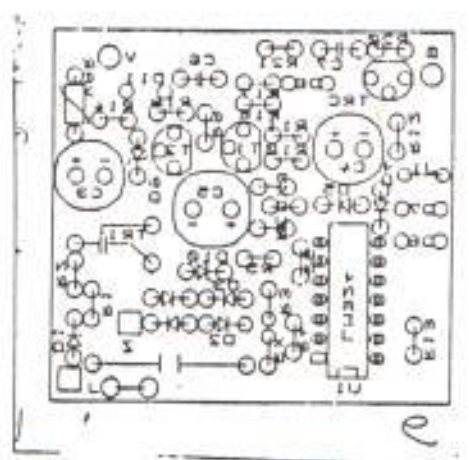


Fig 23



vendedor : "Si doy a mis cliente mas de lo que espera de mi, siempre estará satisfecho y será mi cliente". Ojalá se tuvieran muchas personas como esta en nuestro medio, el avance seria mayor.

También es importante resaltar que dicha empresa distribuye impresos en todo el país y exporta a Venezuela, Ecuador, Argentina, Brasil, Centroamérica y últimamente a los Estados Unidos.

Como información general de consulta, la dirección de la empresa es la siguiente :

MICROCIRCUITOS LTDA

Calle 56 No. 4C-92 CALI-COLOMBIA  
TELF: 4490141-4490142  
FAX: (5723) 4477736  
email : [mcircuitos@colnet.com.co](mailto:mcircuitos@colnet.com.co)

# CAPÍTULO 5

MONTAJE Y PRUEBAS

## **MONTAJE Y PRUEBAS.**

### **5.1 Montaje**

El montaje del protector de voltaje se lo realiza en 2 etapas, primero sobre el circuito impreso y luego sobre la caja.

Al realizar el montaje en el circuito impreso se siguen los siguientes pasos :

- 1.- Sobre el impreso se colocan primero el integrado LM324 y el trimmer que va acostado sobre la tarjeta, esto con el fin de que una vez soldados la superficie del lado de componentes quede a nivel de la mesa de trabajo (es decir, que al dar la vuelta al impreso por su cara de soldadura, no quede la tarjeta ladeada o inclinada) lo que permite seguir soldando el resto de componentes de manera sencilla. También se lo hace para facilitar la tarea de ensamblado, ya que colocar un integrado, soldarlo ( lo cual hay que hacerlo delicadamente) con piezas alrededor del mismo es bastante engorroso y complicado ( recuérdese que en una producción en serie cuenta mucho el tiempo invertido en armar una tarjeta).
- 2.- Luego se procede a montar los diodos, zeners , transistores, y a su respectivo soldado.
- 3.- Después se montan las resistencias en tandas de 6 u 8 soldándolas y cortándolas.
- 4.- Al final se montan los filtros y el capacitor de alimentación.
- 5.- Previamente se han cortado los 4 Led's que lleva la tarjeta (como se ve en el diagrama), se sueldan los cables a dichos led's, luego se procede a soldarlos a la tarjeta siguiendo siempre las posiciones de las figuras en el impreso.

6.- Al final se procede al montaje de los cables de alimentación ( línea y neutro si son de 110 VAC o línea-línea si son de 220 VAC) y el cable que va de el Triac (Ánodo 1) a la bobina del relé de 110 VAC.

Como se observa en el proceso, el relé va afuera de la tarjeta (aunque anteriormente iba sobre ella) para ahorrar espacio en el circuito impreso y costo del mismo.

Todo este proceso descrito anteriormente se lo realiza en serie, es decir, una persona monta, otra suelda y otra corta. El proceso se repite hasta terminar el impreso.

El tiempo estimado para completar el soldado del impreso es de aproximadamente 15 minutos por tarjeta.

Una vez terminado el impreso se procede a una minuciosa revisión de soldado y montaje. Se observa que las piezas vayan bien colocadas como aparece en el screen o diagrama que esta sobre la tarjeta y que el soldado se encuentre impecable (detectando soldaduras frias o posibles cortocircuitos entre pistas).

Cumplido este proceso de revisión, se procede a la calibración de cada tarjeta. Para ello se utiliza un variac o autotransformador de 0-300 VAC de baja corriente y un multímetro para medir dicho voltaje AC.

Utilizando el variac se regula el voltaje hasta llegar al límite de la baja (95 a 98 VAC para alimentación de 110 V o 197 -200 VAC para alimentación de 220 V), luego se calibra el trimmer con un pequeño desarmador hasta cuando el led de bajo voltaje se apague si estaba prendido o se prenda si estaba apagado. En este punto se varia el autotransformador elevando el voltaje, hasta que se encienda el led rojo de alto voltaje.

Puesto que al calibrar el bajo voltaje queda automáticamente calibrado el alto voltaje, se toma nota de la medición que registra el multímetro en el rango de alto voltaje y en caso de que no satisfaga el parámetro requerido, que puede ser 95-135 o 100-135 VAC (en caso de alimentación de 110 V), y 195-255, 200-160 VAC( para alimentación de 220 VAC), se procede a recalibrar la tarjeta del protector.

Es este el último paso que se sigue en el montaje del impreso, quedando listo para ser incorporado a la caja.

Al hablar del montaje de la caja, es conveniente mencionar que dicha caja plástica es fabricada por el sistema de termoformado. Presenta dos perforaciones grandes, una en su parte frontal y otra en la tapa, en la cual van empotrados tanto el enchufe como el tomacorriente. Además, la caja en su parte frontal presenta cuatro pequeños orificios en los cuales van empotrados los leds.

En la tapa, además del orificio del enchufe, se encuentran los cuatro orificios donde van los tornillos para cerrar la caja.

El montaje de la caja tanto del enchufe, tomacorriente, cables de alimentación y circuito impreso se lo realiza de la siguiente manera :

1.- En la tapa se empotra el enchufe polarizado, el cual posee sus tres cables de conexión (esto en el caso de los de 110 VAC) y presenta unas pequeñas levas a sus costados que permite que en el momento de empotrarlo a la caja, este entre a presión y no pueda volver a salir.

En el caso de los enchufes de 220 VAC, se utilizan los de marca EAGLE, los cuales van empotrados a la tapa y pegados con silicona caliente. El cable en este caso (se utiliza No 14 o No 12) es cortado y atornillado en el enchufe.

2.- En la parte frontal de la caja se empotra el tomacorriente, el cual también entra a presión (para los de 110 VAC) por el sistema de levas que posee. Dicho tomacorriente presenta un sistema de conexión o empotramiento de cables a presión, es decir, que se coloca cada uno de los cables en los polos del toma, se ejerce presión sobre ellos por una tapa que posee el toma y que sirve de recubrimiento para no tener los cables expuestos, hasta que los polos cortan el plástico que recubre el cable (puesto que dichos polos tienen forma de cuchilla), poniendo en contacto el polo con el cable desnudo, estableciendo así continuidad.

Para el caso de los tomacorrientes de 220 VAC, se utiliza el de un solo servicio EAGLE, se coloca en el fondo de la caja y se fija con silicona caliente. Los cables se fijan atornillándolos al tomacorriente, antes de ser fijado a la caja con silicona.

3.- Al montar el relé, los contactos del mismo son ubicados interrumpiendo la línea de alimentación, es decir, del tomacorriente del protector se saca la línea (para el caso de 110 VAC) y se suelda al contacto común del relé, del contacto normalmente abierto se suelda un cable que va a la línea del tomacorriente. Los cables de neutro y polarización van directamente del enchufe al tomacorriente. Igual cosa sucede con el montaje de los protectores de 220 VAC.

4.- Previo al montaje descrito, se empotran en la caja los porta LEDs en los orificios pequeños y se coloca la calcomanía distintiva (SCUD).

5.- Al incorporar el impreso a la caja, se sueldan los cables de línea y neutro a sus respectivos línea y neutro en el enchufe y el tercer cable, que va al Triac, va a uno de los pines de la bobina del relé, mientras que el otro pin va conectado a la línea del enchufe, también por cable. (Esto para alimentación de 110 VAC).

Para el caso de protectores de 220 VAC, la única diferencia consiste en que el cable de alimentación de la bobina va al neutro del tomacorriente de 220 V (ya que la bobina del relé se activa con 110 VAC y entre línea y neutro hay 110 VAC).

6.- Realizadas estas conexiones, se procede a empotrar los leds en cada uno de los porta leds, colocando el amarillo en donde se encuentra el símbolo de reloj (la calcomanía que va pegada en la parte frontal del protector lo muestra con detalle), el rojo de alto voltaje donde va el signo mas (+), el rojo de bajo voltaje donde va el signo menos (-) y el verde donde va el signo de "alterno".

7.- Luego se acomodan tanto la tarjeta como el relé dentro de la caja, se cierra la misma, y se conecta el protector a la red esperando que se active. Una vez que se ha activado (se enciende el led verde), se mide el voltaje en la salida del tomacorriente para ver si este se encuentra presente.

8.- Una vez hecha esta última revisión, se empaqueta y está listo para salir al mercado.

## 5.2 Pruebas

Todas las pruebas hechas al protector se las realiza tomando un prototipo como base, realizando la calibración pertinente y observando los siguientes parámetros:

1.- El voltaje de del zener de alimentación D10 para ver las variaciones del mismo cuando varía el voltaje de línea (para ello se utiliza el variac y un multímetro).

2.- Se observa el comportamiento del capacitor de alimentación C1, variando el voltaje de línea en todos los rangos, con el objeto de verificar si este suministra la

suficiente corriente como para hacer trabajar todo el sistema electrónico dentro de los rangos previstos.

3.- Se observa a través del osciloscopio el comportamiento del Triac en su disparo (la forma de onda presente en la bobina del relé).

4.- Se conecta el protector a la red eléctrica y se mide la temperatura de los elementos para ver si disipan calor. Se realiza un proceso de apagones continuos, sometiendo al protector a condiciones extremas para ver su eficiencia.

5.- Por último, se lo conecta a la red y a plena carga (es decir, conectando un artefacto eléctrico o electrónico) durante un mes para ver su comportamiento con el paso del tiempo y detectar fallas que con las primeras pruebas no se presentan.

### **5.3 Análisis de Resultados.**

Puesto que en un proceso de producción en serie los resultados se ven en pleno trabajo, en el comportamiento de cada uno de los protectores, el análisis de los mismos se efectúa detectando las posibles fallas y hallando la solución, previo a un análisis del problema presentado y sus causas. Dentro de estas se citan las mas importantes y las que han logrado un desarrollo del diseño del protector a lo largo de estos años :

#### **1.- Zener de Alimentación (D10).**

Uno de los grandes dolores de cabeza ha sido el comportamiento de este zener. Debido a que en el momento de la conexión del protector en la red eléctrica, el



voltaje presente en la misma es de carácter aleatorio (es decir que puede estar en 0 V como en el máximo voltaje de línea). Esto hace que en el momento de rectificarse la onda se presenten transientes altísimas que dañan dicho zener.

Lo mismo sucedía al estar trabajando el protector y presentarse apagones breves, que provocaban altas transientes al regresar la energía, quemando el zener. Tres conclusiones se pueden obtener :

a.- Debido a que los zener, como los demás componentes se compran por paquetes, la calidad de los mismos puede llegar a ser deficiente en ocasiones, algo difícil de controlar, ya que esto solo se percata en el proceso de trabajo, cuando el protector esta armado. Una solución fue comprar zeners de marca aunque el costo aumentara.

El problema disminuyó, pero seguía presente.

b.- Hay que recordar también que en un principio se utilizaban dos zener de alimentación, uno para la bobina del relé de 12 voltios y otro para la circuiteria electrónica en si. El que presentaba mayor problema, era el zener que alimentaba la bobina del relé. Aquí se adopta la solución de rediseñar el circuito utilizando un relé de 110 VAC de bobina, activado por un Triac, con el objeto de reducir el consumo de corriente y evitar dichos transientes, lo que llevo también como lógica consecuencia a utilizar solamente un zener de alimentación. Además dicho zener fue reducido en su valor nominal de 12 V a 7,5 V para asegurar aún mas que dichos transientes fueran menores en magnitud, preservando la vida del zener. Solución : Mejoría en un 70% pero a la larga y con el tiempo, se volvían a quemar.

c.- Después de una ardua labor de experimentación y paciencia que han durado años, se analizó el comportamiento de dos zener de igual valor nominal a 1 W pero de

diferentes características en su construcción ( uno de vidrio y el otro de silicio compacto).

En pleno trabajo con carga, el zener de silicio compacto no presentó ningún problema al paso de los transientes de energía y puesto que la mayoría de los zener de 1W que se encuentran en el mercado son de vidrio, se tomó la decisión de que en adelante se utilizarían solamente zener de silicio (y era obvio puesto que la onda es rectificadas por este tipo de diodos de silicio sin presentar ningún problema).

Pero como en el mercado es muy difícil encontrar este tipo de diodo de 1W, se recurrió a los zener de 5W que presentan similares características a los anteriormente mencionados, a excepción del vatiaje que en este caso es irrelevante por el bajo consumo de corriente (el problema era transientes de voltaje y no exceso de corriente).

Como segunda alternativa, para proteger dicho zener y después de consultar varios ingenieros que han tenido los mismos problemas con transientes, especialmente en el área de televisión (cito al Ing. Marcelo Pupulin de ELECOM S.A.), se incorpora un condensador de 0.1 uf en paralelo al diodo directamente (de acuerdo a la experiencia de dichos ingenieros 0.1 uf es el valor ideal para eliminar dichas transientes a frecuencias bajas como la de la red que es 60 Hz).

Se incorpora también una resistencia en serie con el condensador de alimentación con el objeto de limitar dichas transientes. Estos arreglos permitieron que no se volvieran a presentar daños en este zener.

## 2.- Filtro de la señal de Alimentación (C.)

Este filtro polarizado que va en paralelo al zener D10 mencionado anteriormente, para eliminar el rizado, presentó los siguientes problemas :

a.- Al montárselo a la tarjeta y conectarlo a la red no presentaba ningún problema, pero un tiempo después ( días, semanas) de estar funcionando, el protector repentinamente se desactivaba y quedaba encendido el led de bajo voltaje durante todo el tiempo, así el voltaje de red estuviera dentro del rango de calibración. Después de hacer una observación con el osciloscopio, se percato que el filtro no estaba actuando sobre el rizado de la señal, manteniendo el protector apagado todo el tiempo.

Se concluyó que el filtro era demasiado viejo y estaba seco (esto se presento con una remeza de filtros que se compró aquí) lo que impedía que el filtro se cargara completamente y cumpliera su función. Esto obligó a que se tuvieron que cambiar todos los filtros como en 400 protectores.

### 3.- Condensador de Alimentación (C1)

Este condensador vino a presentar problemas ahora último, debido a que después de un tiempo de trabajo dejaba de suministrar la corriente necesaria para mantener trabajando el circuito electrónico.

Se llego a la conclusión que debido a los apagones frecuentes que se tuvieron el último año (1995 para ser exactos), hicieron que dicho condensador perdiera su capacidad de almacenar y suministrar energía. Se decidió entonces utilizar condensadores de poliéster compactos, de gran calidad, que soportara todas estas variaciones de la red.

### 4.- Diodos Led's

En la última producción se presentaron problemas con los diodos led's (cosa que no ocurrió nunca en anteriores producciones) debido a que no prendían, lo que al momento de la calibración produjo muchos inconvenientes. Se decidió probar los leds antes de montarlos lo que provocó un atraso en la producción, pero evitó mas problemas de esta índole.

Todo lo enumerado anteriormente podrán parecer problemas sencillos y fáciles de resolver, pero para encontrar las soluciones válidas han pasado años de experiencia e investigación del porque se presentan, ya que no existe información en manuales o libro alguno que especifique estos problemas, solo la experiencia y un trabajo de equipo ha logrado llegar a encontrar soluciones.

#### **5.4- Conclusiones**

Una vez realizado el montaje, puesto a prueba y solucionado todos los inconvenientes presentados a lo largo de diversas producciones, se pudo lograr una secuencia de trabajo en serie, una optimización de material en cuanto a cantidad y costo, energía eléctrica, hombre-hora, tiempo de producción, control de calidad y puesta en servicio.

Esto ha hecho que se adquiriera una gran experiencia en diseños, rediseños, montajes y puesta a punto de no solo este producto sino de otros tanto a nivel doméstico como industrial. Se citan aquí algunos :

1.- Timmer para calentadores de agua (conocido como TEMPOLITE) el cual se utiliza para ahorro de energía en los mismos, basado en una fotocélula y un sistema

electrónico que efectúa un encendido y apagado automático de los calentadores de agua, evitando que permanezcan encendidos durante todo el tiempo.

2.- Protector de voltaje con timer incluido (conocido como TEMPOSCUD), utilizado en acondicionadores de aire de 220 V, que realiza las mismas funciones del protector de voltaje normal, con la salvedad de tener un timer incorporado que permite encender el acondicionador de aire y programar el tiempo de encendido.

3.- Timer para encendido de aireadores en camareras de manera secuencial, con diferentes niveles de encendido de acuerdo a la hora programada.

4.- Sistema de cargadores de baterías para la industria ( 10 líneas, 18 baterías por línea), trifásica y controlado por tiristores.

5.- En el momento de escribirse este informe se ha desarrollado un sistema de control de temperatura interno de las baterías al igual que un sistema de ciclado con contador de amperios-hora por medio de microcontroladores que a su vez envían señales que pueden ser leídas y controladas por computador (todo el sistema desarrollado es eminentemente electrónico) con el fin de optimizar el tiempo de carga de las baterías.

Es así como se han planificado muchos proyectos y se tienen en mente otros que en breve se estarán produciendo.

## **5.5 Puesta en servicio**

Una vez terminado el producto (el protector) se empaca en un blister o caja plástica con un manual de instrucciones de su uso.

El protector es entregado a ELECTROMARKET, quien después de realizar una campaña de promoción y publicidad a través del periódico y revistas conocidas en el medio ( El Universo, Telégrafo, Extra, Vistazo, Estadio) y una clara concientización de la necesidad de protección de los equipos electrónicos domésticos; es adquirido por el usuario el cual procede a la puesta en servicio del mismo de acuerdo a las instrucciones, de manera fácil :

1.- El protector es enchufado al tomacorriente de la red (110 o 220 VAC si es el caso).

2.- Se monitorea las luces (leds) de señalización. Si no se enciende ninguna es porque no hay energía en la red o el protector no funciona.

3.- Si existe voltaje en la red, se encenderá una luz amarilla marcada con un reloj y que permanecerá encendida aunque en la red hayan fluctuaciones de voltaje (altos y bajo voltaje).

4.- Si la red presenta un alto voltaje ( por encima de 135 V para los protectores de 110 V o 265 para los de 220 VAC), se encenderá conjuntamente con la luz amarilla, la luz roja marcada con el signo + (“+” de alto voltaje) y no habrá paso de energía al tomacorriente donde va conectada la carga.

5.- Lo mismo ocurre cuando se presenta un bajo voltaje ( por de bajo de 97 V para 110V o 200 V para 220 VAC), encendiéndose conjuntamente con la luz amarilla, la luz roja marcada con el signo - (“-” de bajo voltaje) evitando el paso de energía a la carga.

6.- Si la red presenta un voltaje normal, es decir, se encuentra dentro de los rangos preestablecidos ( 97-135 V para alimentación de 110 VAC o 200-265 V para

alimentación de 220 VAC), permanecerá únicamente encendido el led amarillo de espera.

En este momento el usuario tendrá que esperar un tiempo (30 segundos para equipos electrónicos como TV, VHS, computadores, fotocopiadoras, etc y 3 minutos y medio para equipos eléctricos de refrigeración y/o acondicionadores de aire) para que el protector deje pasar energía a la carga.

Pasado el tiempo de espera, el usuario observará como se apaga la luz amarilla y simultáneamente se enciende la luz verde de voltaje alterno, que dará la señal de que hay paso de energía a la carga.

7.- En este momento el usuario deberá conectar su equipo al tomacorriente del protector y realizar el encendido del mismo.

Es claro señalar que debido al las diversas fluctuaciones que presenta la red en diferentes sitios geográficos de la ciudad o del país (el voltaje de suministro es muy diverso en diferentes provincias e incluso dentro de la misma ciudad), en donde los sitios marginales o de invasión toman energía indiscriminadamente y sin ningún control, la tensión cae a niveles de riesgo para el buen funcionamiento del equipo o artefacto conectado, ocasionando también que el protector permanezca desactivado y por ende, molestias al usuario.

Es por esto que es necesario monitorear el protector durante algunos días, a diferentes horas, de tal forma que se puedan detectar variaciones y tendencias de voltaje en la red (alto o bajo voltaje) que permitan en caso necesario realizar una recalibración al mismo.

En el caso de que se presente una situación crítica (la mas grave puede ser un cortocircuito), el protector de voltaje se dañará, mas no así el equipo conectado a el ( esto experimentalmente ha sido demostrado en al menos 3 ocasiones), la reparación del protector será mucho mas fácil y económica que la de un equipo eléctrico o electrónico.

## **5.6 Costos**

La tabla de costos estará representada por el material utilizado en la elaboración de un protector, mano de obra, energía electrica, publicidad y comercialización.





## COSTOS DE MANUFACTURA DE PROTECTOR DE VOLTAJE PARA 220 VAC (UNIDAD)

ELEMENTO	DESCRIPCION	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
LM 324	Amplicificador Operacional x 4	1	5000	1.00
2N3906	Transistores PNP	2	210	0.08
1N5343A	Diodo Zener de 7,5 V / 5 W	1	1200	0.24
1N4733A	Diodo Zener de 5,1 V / 1 W	1	369	0.07
1N4148	Diodos de 500 mA / 600 V	2	100	0.04
1N4007	Diodos Rectificadores 1 A / 1000 V	5	100	0.10
LED'S	Diodo emisores de luz	4	195	0.16
C1	Condensador de 0.22 uf/400 VDC	1	2000	0.40
C6	Condensador de 0.1 uf / 100 VDC	1	357	0.07
C3	Filtro polarizado de 10 uf/25 V	1	150	0.03
C4	Filtro polarizado de 100 uf/25 V	1	170	0.03
C5	Filtro polarizado de 330 uf / 25 V	1	980	0.20
TR1	Control de pastilla de 5 kohm	1	333	0.07
MAC97A6	Triac de 0.8 A /400 V	1	3000	0.60
SILICONA	Barra de Silicona Caliente	1	200	0.04
R	Resistencias de 1/4 w	22	100	0.44
RELÉ	Relé de 110 VAC Guardián	1	8100	1.62
TOMA	Tomacorriente de 220 VAC	1	5000	1.00
ENCHUFE	Enchufe de 220 VAC	1	5000	1.00
SOLDAD.	Soldadura en Metros	4	200	0.16
CABLE	Cable de Conexión No.12 (mt)	0.5	1000	0.10
CAJA	Caja del protector	1	10000	2.00
IMPRESO	Circuito Impreso	1	510	0.10
BLISTER	Empaque del Protector	1	800	0.16

**SUBTOTAL** **9.71**

Mano de Obra por Protector \$ **1.00**

Otros \$ **3.00**

**TOTAL** **\$ 13.71**

## RESUMEN GENERAL

### Conclusiones Finales.

Es probable que en el transcurso de este Informe, las conclusiones en cuanto se refiere a la construcción y puesta en funcionamiento del protector hayan sido dadas y es mas, el aumento en las ventas del mismo hablan por si solas de la complacencia y satisfacción del usuario con respecto al producto, la cual vendria a ser la gran conclusión al esfuerzo y empeño puestos en la elaboración del equipo.

Pero una conclusión Final no puede ser solamente con respecto al protector en si, ni siquiera con su funcionalidad. Puesto que el Espiritu del Informe Técnico esta basado en el trabajo realizado por el expositor en su respectiva área (en este caso la Electrónica); se puede decir que la construcción del protector ha sido apenas la "punta del iceberg" del desarrollo de Sistemas Electrónicos alternativos que permitan una evolución en la Industria Electrónica del país.

Por lo visto a lo largo de los años, en el país el desarrollo electrónico se encuentra en pañales, apenas existen intentos aislados, sin casi ninguna comunicación entre las partes para en conjunto aportar ideas que sirvan al desarrollo industrial.

Cada ente va por su lado, sin interesarse por el grado de desarrollo en que se encuentra el otro, sin compartir ideas, e incluso, se dan el lujo de, bajo una prepotencia académica, realizar una critica y no exactamente de forma constructiva, a priori (sin conocimiento de causa), del esfuerzo realizado por otros, sin que ello aporte nada positivo para el desarrollo de proyectos de este tipo.

Se puede decir, y con absoluta seguridad, que los aportes positivos para las mejoras en el producto la han dado los clientes, que sin ninguna cultura electrónica, han aportado ideas y nos han obligado a mejorar día a día el producto.

Desearíamos que los profesionales de la rama hicieran a un lado el "celo" profesional, su prepotencia académica de creer tener mas conocimientos que cualquier otra persona y menospreciar los intentos de desarrollo por no estar, según ellos, al nivel de su "Intelectualidad" y sapiencia. Filosóficamente hablando, no existe ningún ser individual que posea todo el conocimiento en una determinada rama y aún mas, es un perfecto ignorante cuando no puede dar una explicación racional al comportamiento de uno u otro.

proceso que su mente no alcanza a comprender. ( De hecho el ser humano es un ignorante desde el momento en que no puede explicar la razón del ser y eso que ha pasado toda su existencia buscándola).

La grandeza del Hombre radica en la humildad para reconocer sus limitaciones y su ansiedad y mente abierta para adquirir conocimientos.

Aun así, si es se creyera poseer un bagaje de conocimientos que da "derecho", aunque no es así, a menospreciar lo realizado por otros, la pregunta es: Donde esta las obras o hechos que puedan haber ayudado a la humanidad, o contribuido al desarrollo del país, de la industria, o en su defecto, a nivel de ser individual ?.

Recuérdese que el Hombre marcó su excencia y diferencia de ser racional con respecto a los animales (sin dejar de ser en su forma primitiva y ante todo un animal como lo expuso Federico Engels en su libro sobre la Evolución del Mono al Hombre), en que lo que él ideo o penso, lo llevo a la práctica por medio de sus manos inventando lo que se llamo el trabajo. Es decir, que de nada sirve poseer inteligencia ni conocimiento si es que este no es llevado a la práctica por medio del trabajo.

Es por eso que se nota a lo largo de este Informe Técnico que se habla de las bondades y del desarrollo en el área de la electrónica que existen en Colombia. Allí todos trabajan mancomunadamente en procura del desarrollo en la rama. De hecho están agrupados en una asociación (ASESEL) que publica todas las empresas adscritas al ramo y los nuevos avances tecnológicos hechos en el país. Existen empresas dedicadas solamente a fabricar transformadores, otras a circuitos impresos, otras a montajes, etc y todos trabajan en equipo, transmitiendo ideas y experiencias entre sí, sin celos ni complejos, puesto que el campo de acción es muy extenso, logrando así que cada proyecto tenga un proceso secuencial y un final exitoso.

Lo meritorio del caso es que comparando el índice de población con un grado académico profesional (Ingenieros o Tecnólogos) entre los 2 países, el Ecuador lleva la ventaja de contar con mas profesionales capacitados en la materia, graduados en buenas universidades y con títulos de Postgrado (en muchas ocasiones en el exterior).

Mas sin embargo, Colombia lleva una gran ventaja en el desarrollo electrónico, puesto que diseñan y construyen un sinnúmero de equipos electrónicos de todo tipo (una vez mas, de que sirve todo el conocimiento del mundo si no se aplica?).

En fin, el objetivo de toda esta narración comparativa (aunque las comparaciones sean odiosas, pero inevitables) es dar un mensaje claro de que solo el esfuerzo (entiéndase por esfuerzo trabajo, perseverancia, convicción) y la unidad lograrán que se puedan tener avances significativos en la Industria Electrónica, dejando de lado las posiciones mezquinas que solo contribuyen a crear inestabilidad, atraso y resentimientos. Hablemos y critiquemos menos, trabajemos mas.

Como se dijo al inicio de este capítulo, las conclusiones van mas allá del protector, como por ejemplo :

- ◆ Cualquier proyecto por muy sencillo y simple que parezca, conlleva un gran esfuerzo en su desarrollo. Diseño, construcción, pruebas, ensayos, materia prima, mano de obra (preparada o por preparar), presentación del producto, promoción y mercadeo no es un simple "soplar y hacer botellas".
- ◆ Nunca se termina de perfeccionar un proyecto, siempre se estarán buscando mejoras y eficiencia.
- ◆ Se adquiere una gran confianza al emprender un nuevo proyecto, puesto que la experiencia del anterior sirve para crear pasos que permitan realizar un trabajo de principio a fin.
- ◆ Se adquiere un gran interés por investigar nuevas alternativas en el desarrollo electrónico con nuevos componentes, de mayor poder de ejecución y mayor estabilidad en su manejo.
- ◆ Puesto que nuestro trabajo va orientado hacia la Industria, se idean nuevos sistemas que permitan mejorar la producción, aumentando la rentabilidad y disminuyendo costos.
- ◆ Algo importante es que no se adquiere la tecnología hecha en su totalidad, sino que se la hace en el país, pudiendo modificar a conveniencia para determinados tipos de procesos.

- ◆ Se adquiere la humildad para reconocer la ignorancia en muchas áreas de la electrónica y la sagacidad para captar cualquier nueva experiencia.
- ◆ Se adquiere la objetividad y la madurez como para realizar una autocrítica de cualquier proceso, calificando el grado de eficiencia del mismo.

En fin, se mejora en todos los aspectos pero sobre todo, en el aspecto humano que al fin de cuentas lo que importa en cualquier proceso, llámese tecnológico o social.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ◆ BOYLESTAD - MASHELSKY    Electrónica, Teoría de Circuitos.  
Ed. Prentice- Hall, 1983. Pags. 76-84, 567-578.
  
- ◆ COUGHLIN-DRISCOLL        Circuitos Lineales y Amplificadores  
Operacionales. Ed. Prentice-Hall, 1987.  
Pags. 53-68, 330-333.
  
- ◆ EDMINSTER, JOSEPH A.      Circuitos Eléctricos. Ed. McGraw-Hill, serie  
Shawn, 1970. Pags. 242-246.
  
- ◆ MALONEY THIMOTHY        Electrónica Industrial, Dispositivos y Sistemas.  
Ed. Prentice-Hall, 1983. Pags. 191-200,  
283-284.