



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica



**PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE PODER DE EMERGENCIA A. C. CON
ESTABILIZACION DE VOLTAJE E INDEPENDIENTE DE DISTURBIOS E
INTERRUPCIONES EN LA LINEA, A UN MINIMO COSTO DE PRODUCCION"**

TESIS DE GRADO

**Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

ESPECIALIZACION: ELECTRONICA

Presentada por:

ADRIANO RAMIREZ GALEANO

Guayaquil - Ecuador

1.988

A G R A D E C I M I E N T O

AL ECUADOR

A la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

A mi Director de Tesis, el Ing. CARLOS VILLAFUERTE.

A mis COMPAÑEROS, en especial a MIGUEL SOLANO, por su ayuda en la culminación de mi tesis.

DEDICATORIA

A MI MADRE

A MI PADRE

A MIS HERMANAS

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

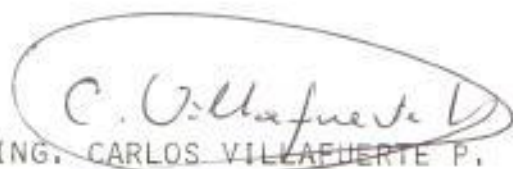
(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).




.....
ADRIANO RAMIREZ GALEANO



ING. HERNAN GUTIERREZ V.
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA



ING. CARLOS VILAFUERTE P.
DIRECTOR DE TESIS



ING. ALBERTO LARCO G.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. RODRIGO BERREZUETA P.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

R E S U M E N

El equipo a ser construido es una fuente de emergencia A.C.; este equipo tiene como finalidad la de suministrar energía en caso de una pérdida total de la red eléctrica; protegiendo de esta manera equipos electrónicos que almacenan valiosa información tal como las computadoras. La protección también es dada cuando no hay ninguna pérdida total del suministro eléctrico pero si bajas o subidas de voltaje que también afectan los equipos, para esto se coloca una etapa de regulación. En el caso de interferencias y ruidos producidos por disturbios en la línea (motores, rayos, estaciones de radiofrecuencia, etc.), el equipo posee filtros encargados de suprimirlos.

La energía es suministrada por un banco de baterías, la misma que pasa por una etapa inversora encargada de convertirla en A.C. Un sistema de transferencia constituido por un relé realiza el intercambio entre la línea y el inversor al momento de "irse" la energía; una alarma audible indica este momento para que el operador aproveche al máximo el tiempo de respaldo dado por el equipo, el que es unos 15 minutos; un cargador

VII

mantiene continuamente las baterías a un valor fijo.

I N D I C E G E N E R A L

	Pág.
RESUMEN	V
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE TABLAS	XVII
ABREVIATURAS	XVIII
INTRODUCCION	19
I. CAPITULO	21
CONCEPTOS BASICOS ACERCA DE LAS FUENTES DE - EMERGENCIA A.C.	21
1.1 Inversores DC-AC	23
1.2 Cargadores de baterías	23
1.3 Estabilizadores de voltaje	23
1.4 Supresores de interferencias y transien tes.	24
1.5 Intercambiadores de energía (línea a ba tería, batería a línea).	25
1.6 Funcionamiento del sistema	25
II. CAPITULO	31
ESTUDIO DE LOS DIFERENTES MODELOS DE INVFRSO RES DC-AC.	31
2.1 Análisis de costos de los diferentes mo delos de inversores DC-AC.	34

	Pág.
2.2 Diseño del inversor más óptimo y pruebas de éste.	35
2.3 Construcción del inversor y optimización del mismo.	49
III. CAPITULO	59
ESTUDIO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE BATERIAS Y CARGADORES DE BATERIAS.	59
3.1 Análisis de los costos de los diferentes tipos de baterías existentes en el medio.	59
3.2 Estudio de los diferentes cargadores de baterías y optimización de ellos.	71
3.3 Diseño y construcción de un cargador de baterías confiable y a un mínimo costo - de fabricación.	73
IV. CAPITULO	80
ESTUDIO DE LOS DIFERENTES MODELOS DE ESTABILIZADORES DE VOLTAJE.	80
4.1 Análisis de los costos de los diferentes modelos de estabilizadores de voltaje. .	80
4.2 Diseño del estabilizador de voltaje de - más bajo costo de fabricación.	81
4.3 Construcción de estabilizador de voltaje y optimización del mismo.	103
V. CAPITULO	111
ESTUDIO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SUPRESORES	

	Pág.
DE INTERFERENCIAS Y TRANSIENTES.	111
5.1 Análisis de costos de los diferentes tipos de supresores.	111
5.2 Construcción y pruebas de un supresor completo para transientes e interferencias.	111
VI. CAPITULO	118
ESTUDIO DE LOS DIFERENTES MODELOS DE TRANSFERENCIA DE ENERGIA, ENTRE LA LINEA COMERCIAL Y EL INVERSOR.	118
6.1 Análisis de los costos de los diferentes tipos de modelos de transferencia..	118
6.2 Diseño y construcción de un sistema de transferencia entre línea e inversor. .	119
VII. CAPITULO	125
MONITOREO DEL SISTEMA	125
7.1 Estudio de los diferentes tipos de monitoreos, como ayuda al usuario, tales como: alarmas audibles, luces pilotos, - etc.	125
7.2 Diseño y construcción del sistema de monitoreo.	125
VIII. CAPITULO	129
ENSAMBLAJE COMPLETO DE TODAS LAS ETAPAS Y PRUEBAS DEL MISMO.	129

	Pág.
8.1 Análisis del costo total del equipo y optimización del mismo.	129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
APENDICES	138
BIBLIOGRAFIA	221

I N T R O D U C C I O N

El trabajo está dirigido a la construcción de una fuente de emergencia A.C., a un bajo costo de producción, con materiales y dispositivos que se encuentren en el mercado local; para tal fin se ha realizado un estudio de campo con seis marcas que se venden en el medio; cada equipo se ha dividido en sus etapas principales las mismas que son estudiadas en cada capítulo - del trabajo de la siguiente manera; en el Capítulo II se estudian los inversores, y se construye el más - económico que es el de onda cuadrada a base de - transistores.

En el Capítulo III se estudian las baterías y los cargadores de baterías; se construye un cargador y se - dan las razones para el uso de baterías de automó - vil.

El Capítulo IV se refiere a los reguladores de voltagje, se realizan los cálculos para el caso del sistema de autotransformador con varias etapas de subida y ba

jada de voltaje.

En el Capítulo V, se estudia los sistemas de modo común y modo transverso para la protección contra ruido e interferencias en la línea.

El Capítulo VI corresponde a los sistemas de transformadores, encargados de transferir la carga de las baterías al sistema cuando se va la energía, se indican los aspectos del uso del relé como intercambiador.

En el Capítulo VII, se estudian los modelos de monitoreo, para indicar la transferencia de línea a batería, para indicar encendido del equipo, y alarmas audibles para indicar cambios en el estado del equipo.

CAPITULO I

CONCEPTOS BASICOS ACERCA DE LAS FUENTES DE EMERGENCIA A.C.

Las perturbaciones de las líneas de suministro eléctrico son un hecho real debido a que la energía es generada normalmente a gran distancia del usuario.

Las fallas de alimentación, las interrupciones de suministro, las tormentas, los accidentes y también las oscilaciones momentáneas de la carga, son todos ellos factores que afectan a la energía antes de que llegue al consumidor.

Muchos de los usuarios de energía eléctrica pueden aceptar fallas eléctricas de corta duración sin sufrir por ello daños o bien con limitadas consecuencias. Sin embargo, existen aplicaciones de la energía que no permiten la menor interrupción, ni tampoco ninguna degradación significativa en la tensión.

Sólo las fuentes de emergencia ininterrumpibles, proporcionan el 100% de protección contra las perturbacioo

nes de las líneas, siendo especialmente adecuadas en aplicaciones donde imprescindiblemente se requiere:

- Alimentación estable en tensión y exento de micro - interrupciones.
- Autonomía en caso de cortes prolongados
- Las dos condiciones anteriores simultáneamente

Principalmente para la alimentación de:

- Computadoras de cualquier potencia
- Periféricos de computadores
- Equipos electrónicos de vigilancia aérea
- Sistemas de seguridad
- Sistemas de reanimación, de cuidados intensivos en centros hospitalarios y quirófanos.
- Iluminaciones de seguridad en túneles de autopistas o carreteras.
- Procesos industriales
- Sistemas de instrumentación

Una fuente de emergencia ininterrumpible es un equipo electrónico integrado por los siguientes elementos:

1.1 INVERSORES D.C - A.C.-

Se podría considerar el corazón del equipo, es el encargado de convertir la señal de voltaje de las baterías (D.C), en señal alterna (A.C). Su función es la de ingresar a suministrar la energía alterna en el preciso instante en que hay una falla de voltaje; a su vez la señal de salida puede ser onda cuadrada o senosoidal

1.2 CARGADORES DE BATERIAS.-

Todos los equipos deben tener un control de carga de las baterías, esto lo realiza un cargador; su objetivo principal es el de mantener a un voltaje predeterminado la carga de las celdas, se conecta para dar un tiempo típico de carga de 6-8 horas, para un respaldo de 20 minutos.

1.3 ESTABILIZADORES DE VOLTAJE.-

La mayoría de los equipos no lo incluyen, su función principal es la de mantener el voltaje de salida a un valor fijo, para valores a la entrada den

tro de un rango preestablecido; su inclusión dentro de un equipo permite que las variaciones excesivas de voltaje no ingresen a la fuente de emergencia demasiadas veces.

1.4 SUPRESORES DE INTERFERENCIAS Y TRANSIENTES.-

La señal de salida (AC) que alimenta el equipo - mientras no ingrese la fuente de emergencia, debe mantenerse libre de impurezas tales como los transientes que son picos de voltaje de altísima magnitud y corta duración; se generan en el arranque de motores, de ascensores o maquinarias, por el uso de soldadoras eléctricas, por la caída de rayos en las líneas de alta tensión, aunque sea a muchos kilómetros de distancia y también por la conexión de subestaciones eléctricas (cargas inductivas en general). También debe mantenerse libre de interferencias; los mismos que son ruidos de línea de menor intensidad que los transientes, pero de más larga duración, estos son producidos por motores que usan carbones, por estaciones de microondas, F.M., radioaficionados y en general todo tipo de energía de alta frecuencia, radiada en el espacio o inducida por las líneas eléctricas.

1.5 INTERCAMBIADORES DE ENERGIA (LINEA A BATERIA-BATERIA A LINEA).-

Son los encargados de detectar cuando la entrada de voltaje A.C tenga un valor considerado peligroso para el equipo, en este instante se realiza la transferencia, lo mismo se producirá cuando regrese nuevamente la línea, pero en este caso se esperará una determinada cantidad de tiempo (normalmente 6 seg.) antes de ingresar nuevamente la línea, todo esto se realiza a través de un sistema de estado sólido (Triacs); o un sistema de relé; el tiempo normal de transferencia es de 4 a 6 milisegundos.

Algunos equipos mantienen conectados todos sus sistemas a la carga, obviando de esta manera el sistema de transferencia.

1.6 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.-

Todas las etapas se integran para conformar la fuente de emergencia ininterrumpible, esta puede trabajar de dos maneras; en "Línea-encendida" o en "Línea-apagada" esto depende de si el sistema per-

manece con el inversor siempre conectado a la línea; o esperando el momento de la interrupción para ingresar a la línea. Los siguientes diagramas de bloques indican los dos estados, (Figura 1.1). Las Figuras 1.2, 1.3, 1.4 muestran diferentes vistas del equipo construido.

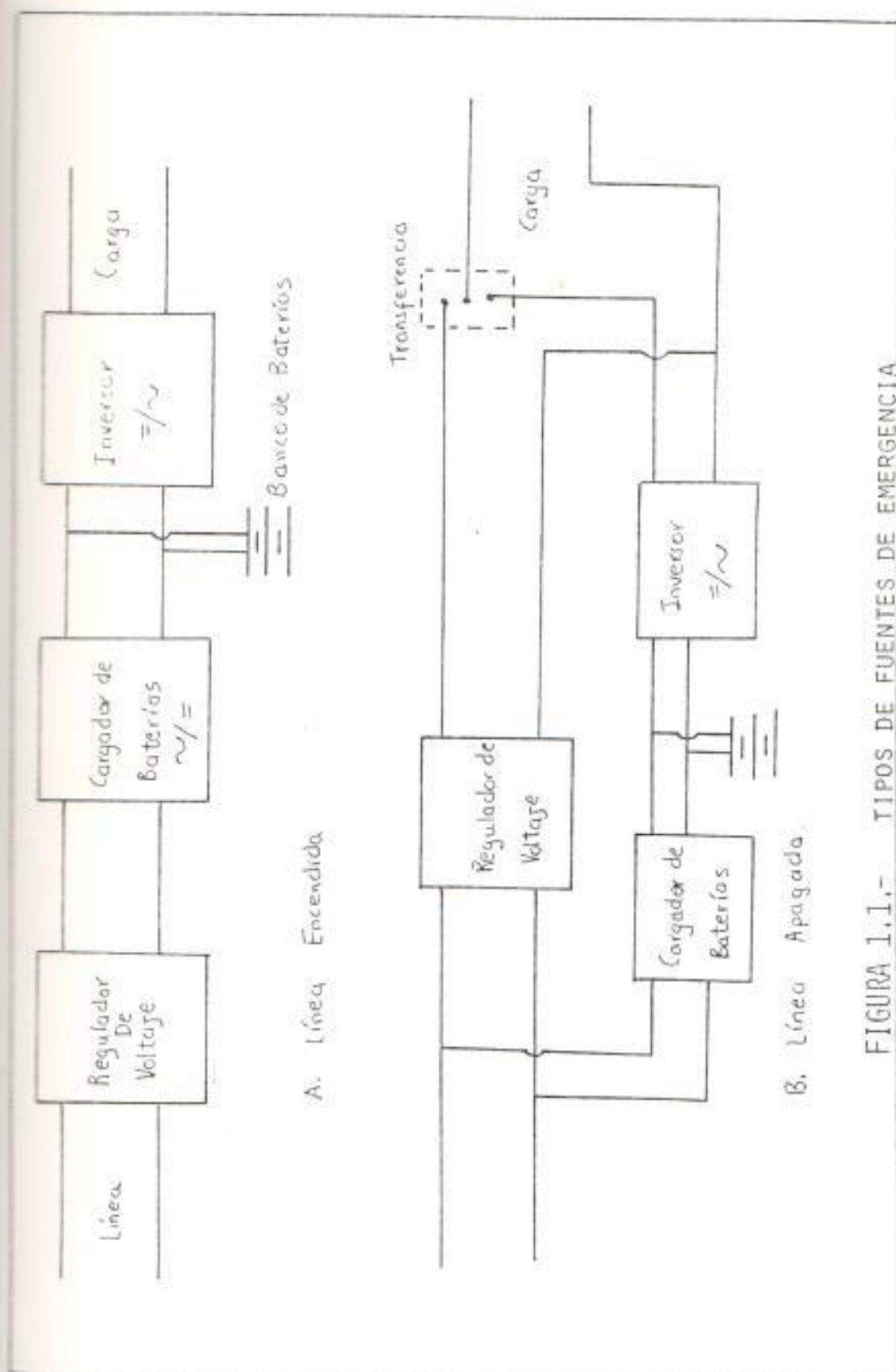


FIGURA 1.1.- TIPOS DE FUENTES DE EMERGENCIA

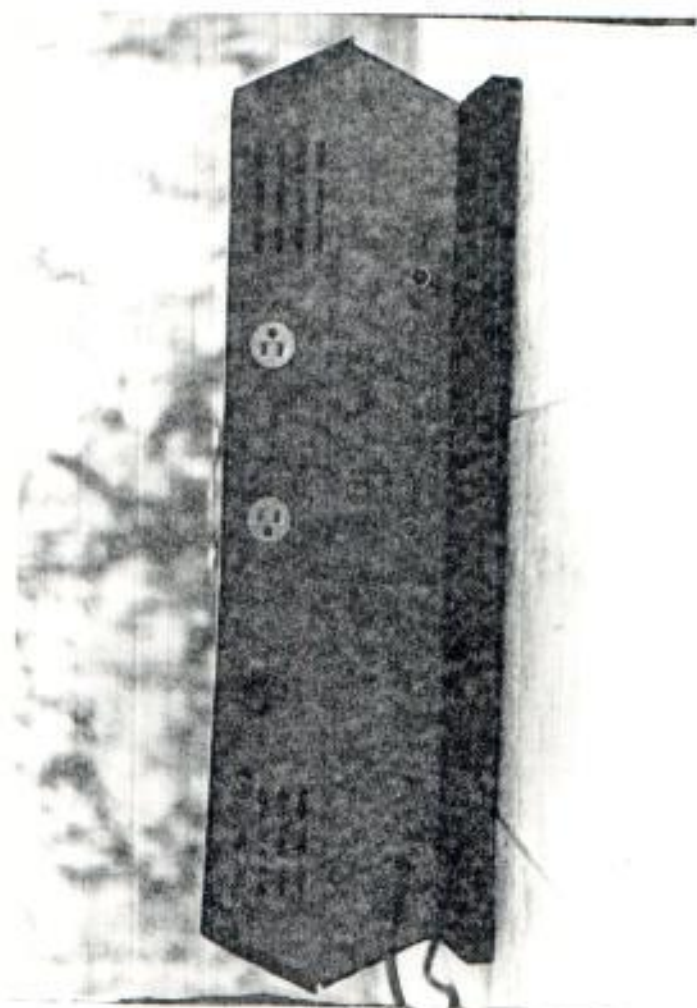


FIGURA 1.2.- VISTA FRONTAL DE LA FUENTE DE EMERGENCIA

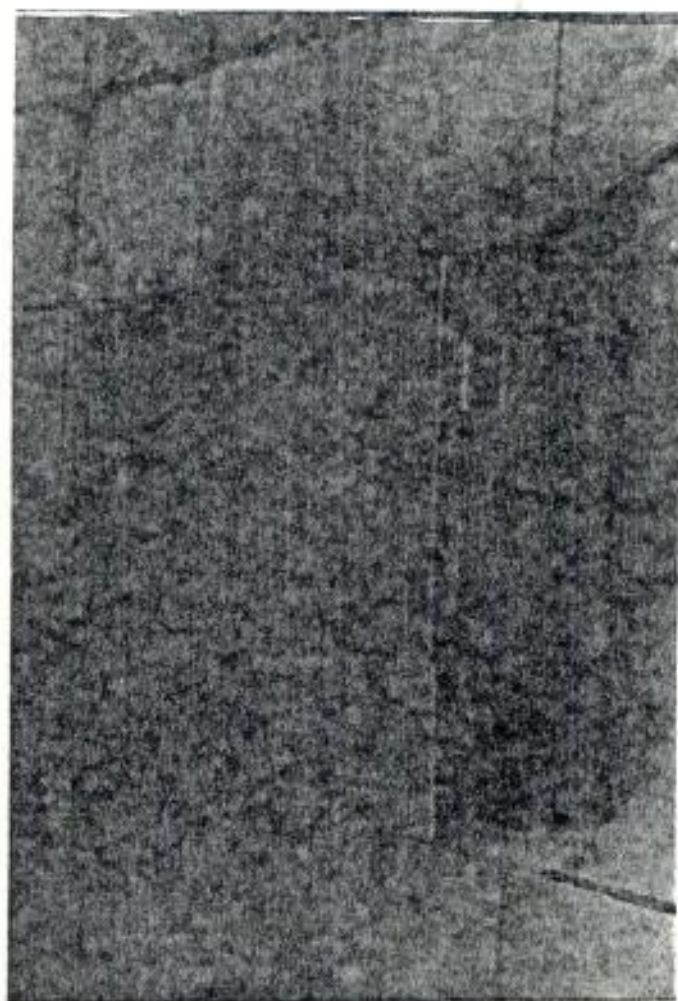


FIGURA 1.3.- VISTA LATERAL DE LA FUENTE DE EMERGENCIA

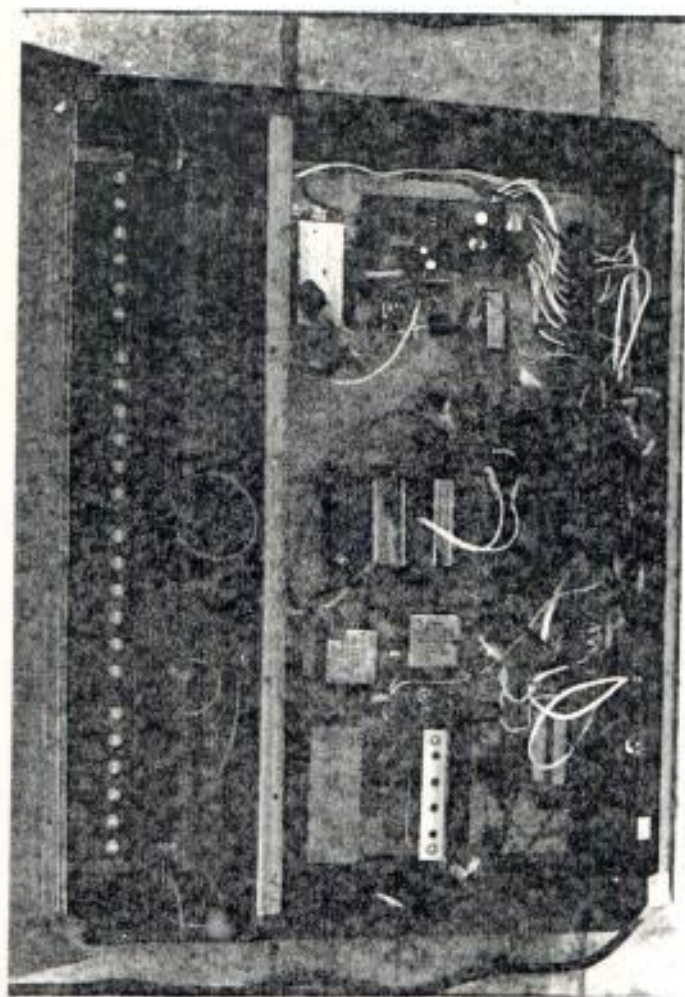


FIGURA 1.4.- VISTA INTERIOR DE LA FUENTE DE EMERGENCIA

CAPITULO II

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES MODELOS DE INVERSORES D.C. - A.C.

El estudio llevado a cabo se ha realizado en base a los costos de seis marcas de UPS (Sistema de Potencia Ininterrumpida), o fuentes de energía A.C., ininterrumpibles, existentes en el mercado nacional, cinco de las cuales son extranjeras y una producida en el país, estas marcas son: "TRIP-LITE", "TOPAZ", "DATA-SAVE", "COMPUTER-POWER", "AMERICAN-POWE", "BEST".

El análisis es realizado comparando las cinco partes básicas de los equipos: inversores, baterías, regulador de voltaje, sistemas de transferencia, equipos de monitoreo y protección. Las bondades que brindan las mismas serán analizadas en los sucesivos capítulos; el costo de cada etapa es dado en base a su importancia y características constitutivas.

La Tabla 1, muestra las seis marcas y sus características, además de un porcentaje indicador de los costos de cada etapa dados en la Tabla 2. Los precios

TABLA I
 CARACTERISTICAS CONSTITUTIVAS DE LAS FUENTES A SER ESTUDIADAS

	REGULACION DE VOLTAJE	BATERIA	CARGADOR DE BATERIAS	TRANSFERENCENCIA	INVERSOR
TRIPP-LITE	NO	SI	SI	10 msec	SI Onda Cuadrada.
TOPAZ	NO	SI	SI	6 msec	SI Onda Sinusoidal
DATA-SAVE	NO	SI	SI	6 msec	SI Onda Sinusoidal es calentada
COMPUTER-POWER	NO	SI	SI	6 msec	SI onda Sinusoidal
AMERICAN-POWER	NO	SI	SI	6 msec	SI Onda Sinusoidal
BEST	SI	SI	SI	inmediata Linea encondi- da.	SI onda Sinusoidal

TABLA II
COSTO PORCENTUAL DE LAS ETAPAS DE LAS FUENTES A SER ESTUDIADAS

	COSTO TOTAL	INVERSOR % del costo total	BATERIA % del costo total	Cargador de batería, filtro, sistema de transferencia y monitoreo fallos	REGULACION DE VOLTAJE
TRIPP-LITE	\$ 180.000 sucres	60%	25%	15%	*
TOPAZ	\$ 386.000 sucres	60%	25%	15%	*
DATA - SAVE	\$ 225.000 sucres	60%	25%	15%	*
COMPUTER - POWER	\$ 350.000 sucres	60%	25%	15%	*
AMERICAN - POWER	\$ 300.000 sucres	60%	25%	15%	*
BEST	\$ 500.000 sucres.	40%	10%	15%	35%

* A excepción del Best, el costo total no incluye el sistema de regulación.

son en dólares con su correspondiente valor en sucres al mes de enero de 1988.

2.1 ANALISIS DE COSTOS DE LOS DIFERENTES MODELOS DE INVERSORES.-

El costo comparativo de los inversores en cada marca de UPS, se incrementa con el tipo de onda producido a la salida, desde onda cuadrada, pasando por onda escalonada, hasta llegar a la onda sinusoidal; el costo de esta última es el más alto debido a su dificultad para producirla, ya que se requieren sistemas de control muy precisos tales como el de modulación de ancho de pulsos (PWM) en el que se usan sistemas digitales o de microprocesadores para producirlo, también se puede realizar esto disminuyendo el número de armónicos de las ondas cuadradas, colocando costosos filtros a la salida. Para nuestro caso el producir onda cuadrada sólo afectará en el incremento de pérdidas por calor y en el aumento de la distorsión armónica de la señal a la entrada del equipo, pero no son sustancialmente fallas que disminuyan la calidad del sistema; además en caso de daño del equipo (UPS), su reparación se hace muy fácil

al solo tener pocos elementos que revisar y cambiar, por eso el tipo de inversor que se revisará en este equipo será el "inversor de conmutación en contrafase con transistores y un transformador", el cual produce onda cuadrada.

2.2 DISEÑO DEL INVERSOR MAS OPTIMO Y PRUEBAS DE ESTE.-

Antes de ingresar en el diseño del inversor, daré unos datos explicativos acerca del funcionamiento del mismo .

La Figura 2.1, muestra un inversor en contrafase - acoplado por transformador, que utiliza un transformador y dos transistores. La Figura 2.2 muestra - las formas de onda obtenidas con este circuito - durante un ciclo de funcionamiento completo.

Durante un ciclo completo, la densidad de flujo magnético del núcleo del transformador varía entre el valor de saturación en un sentido y el valor de saturación en el sentido opuesto, como lo muestra la forma de onda "A" en la Figura 2.2. Al comienzo del período de conducción de un transistor, la densidad de flujo en el núcleo está en

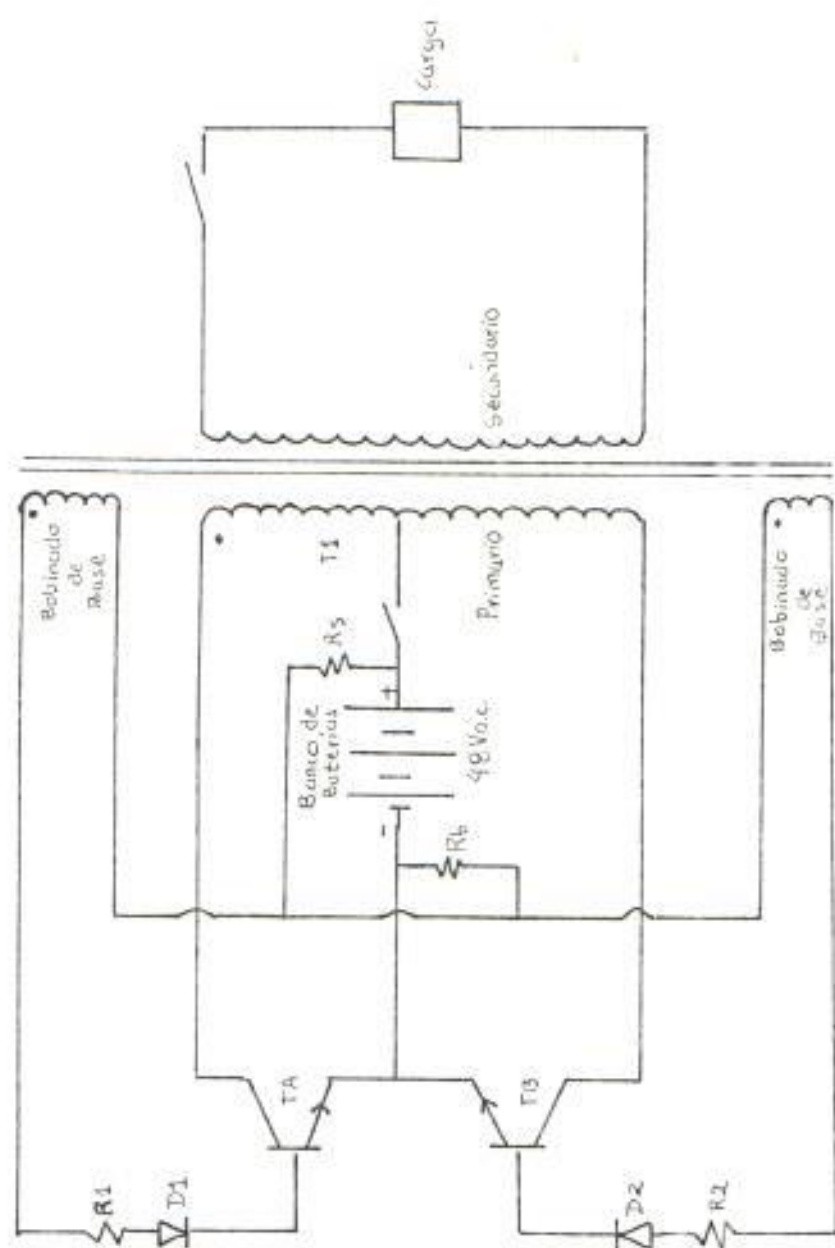


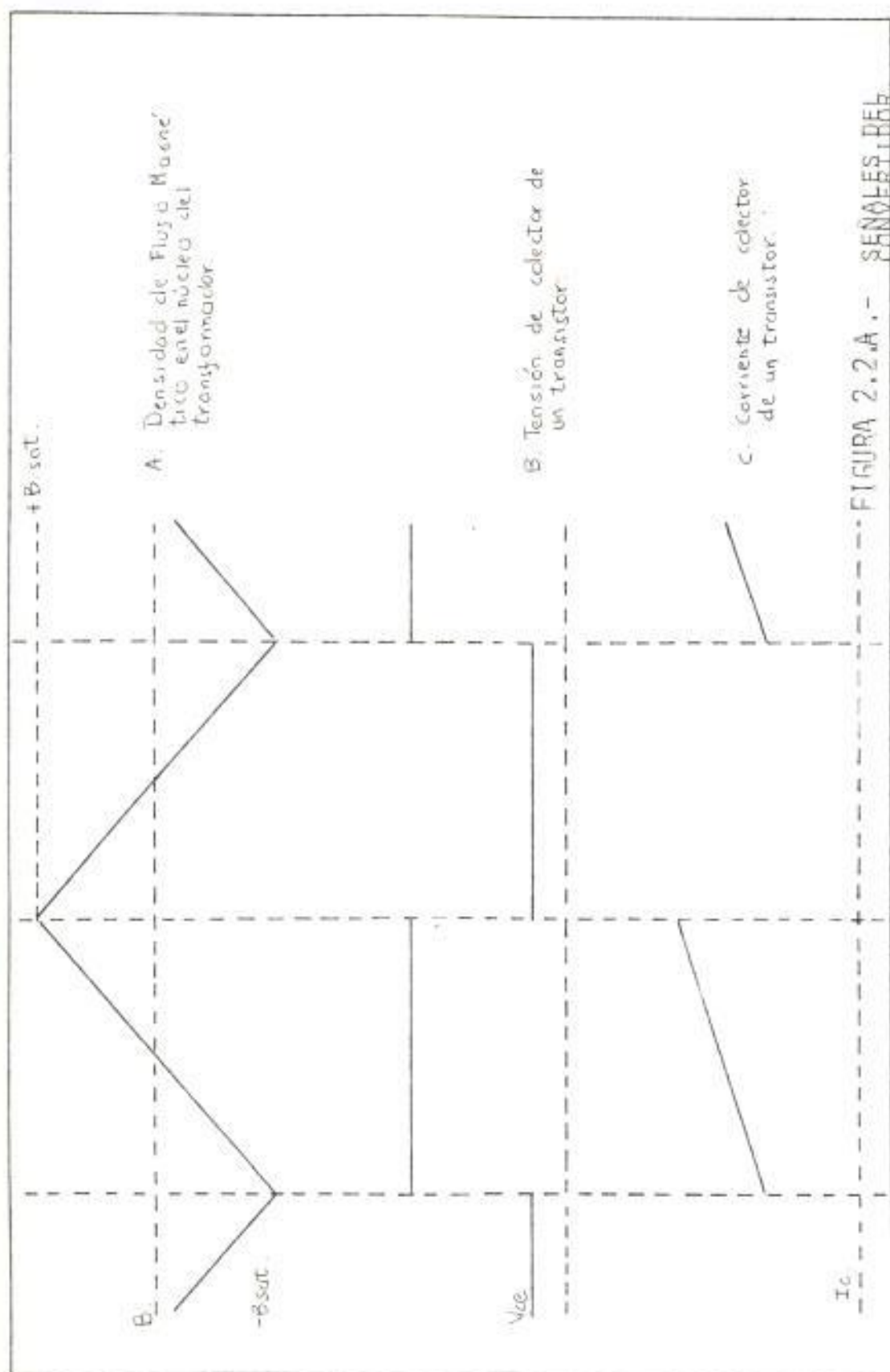
FIGURA 2.1.- CONVERTIDOR EN CONTRAFASE CON DOS TRANSISTORES Y UN TRANSFORMADOR

un valor negativo máximo ($-B_{sat}$) o su valor positivo máximo ($+B_{sat}$). Por ejemplo, el transistor A pasa al estado "SI. en $-B_{sat}$. Durante la conducción del transistor A, la densidad del flujo magnético - cambia de su nivel inicial de $-B_{sat}$ y se hace positivo ha medida que se almacena energía en la inductancia del transformador y simultáneamente se la suministra a la carga por la batería. Cuando la densidad de flujo llega a $+B_{sat}$, el Transistor A pasa al estado de no conducción y el Transistor B pasa al estado de conducción. El transformador asegura el suministro de energía a la carga a una velocidad constante durante todo el período en que el transistor A conduce. Este ciclo de transformación de energía se repite cuando conduce el transistor B.

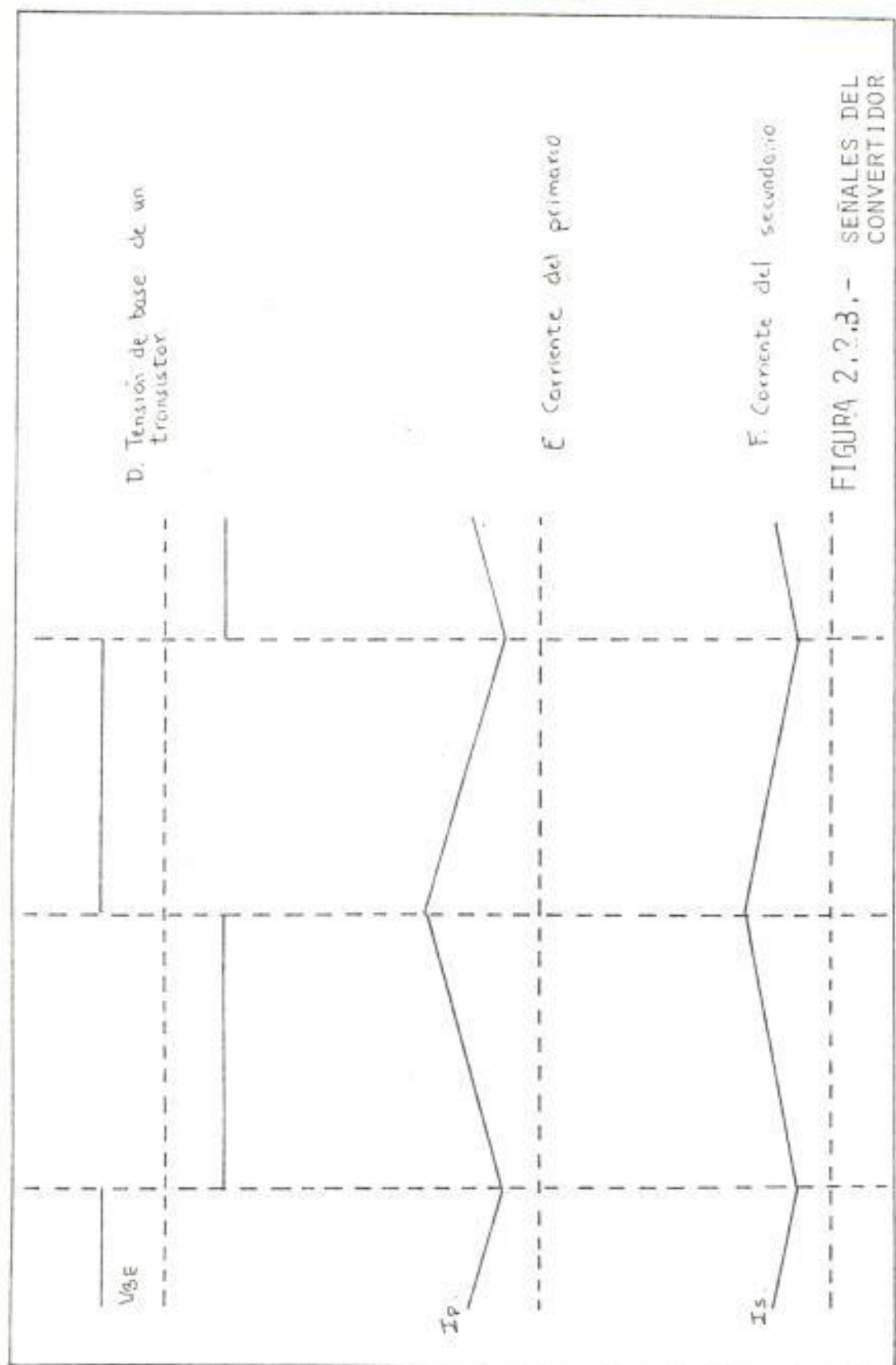
Inicialmente, se aplica suficiente polarización para saturar el transistor A. En consecuencia, la fuente de C.C. aplica a través de la mitad superior del bobinado primario una tensión prácticamente constante, V_{ent} (forma de onda B de la Figura 2.2). Esta tensión de polarización puede ser una polarización temporaria, una pequeña polarización fija o incluso una pequeña polarización directa desarrollada a través del bobinado de polarización como resultado de la circulación de corriente de fuga y de saturación.

ración hacia el primario del transformador. La tensión primaria constante hace circular a través del transistor A una componente de C.C. y una componente de corriente que aumenta linealmente (forma de onda "C" en la Figura 2.2). Al igual que en el convertidor con inductor saturable, la corriente primaria linealmente creciente induce tensiones substancialmente constantes, (forma de onda "D" en la Figura 2.2), en los bobinados secundarios y de base. La tensión inducida en el bobinado de base limita el valor máximo de la corriente de base y por consiguiente, de la corriente de colector.

En el inversor en contrafase acoplado por transformador, la transición al apagado se inicia cuando el transformador comienza a saturarse. Mientras el transistor no está saturado, el producto de la inductancia del transformador y de la velocidad de variación de la corriente de colector permanece constante. Pero cuando el núcleo del transformador se satura, la inductancia decrece rápidamente hacia cero, con el resultado de que la variación de velocidad de la corriente de colector aumenta hacia infinito. Cuando la corriente de colector llega a su valor máximo, el transistor A sale de la saturación y las tensiones de los bobinados disminuyen y luego



Lav. No. _____



se invierten, apoyando así al transistor A. La inversión de las tensiones de los bobinados enciende el transistor B, y se repita la operación de conmutación.

A continuación estableceremos las ecuaciones de diseño del inversor. Si se supone que se aplica a través de una mitad del bobinado primario toda la tensión de CC (corriente continua) de alimentación; la circulación de corriente en el circuito de colector del transistor conductor se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$L_p(d_i p / dt) = V_{ent} \quad (2.1)$$

L_p = Inductancia de una mitad del bobinado en henrios.

$d_i p / dt$ = Rapidez de variación de la corriente primaria en amperios por segundo.

i_p = Valor absoluto de la variación en la corriente de colector durante un intervalo de conducción.

V_{ent} = Voltaje de alimentación (voltaje del banco de baterías).

En la forma de onda triangular (Figura 2.2.E), la velocidad instantánea de variación de la corriente se puede aproximar así:

$$dI_p/dt = 2I_p/0,5T = 4I_p/T = 4f I_p \quad (2.2)$$

T = Período total de oscilación en segundos

f = Frecuencia de funcionamiento en hertz

Las ecuaciones (2.1) y (2.2) se combinan y los términos se reordenan para obtener la siguiente expresión para el valor de pico de la corriente en el colector del transistor conductor.

$$I_p = V_{ent}/4f L_p \quad (2.3)$$

la inductancia requerida para una mitad del primario puede expresarse, por lo tanto, en términos de la densidad de flujo Bmax, como se ve en la siguiente ecuación:

$$L_p = (N_p B_{max} A \times 10^{-8}/I_p) \quad (2.4)$$

Bmax = Densidad de flujo máximo en Gauss

Si en la ecuación (2.4) se reemplaza el valor de I_p dado en la ecuación (2.3) se obtendrá el siguiente resultado:

$$V_{ent} = 4 n P f B_{max} A \times 10^{-8} \quad (2.5)$$

La ecuación (2.5) puede transformarse para obtener la siguiente expresión correspondiente al número de espiras en el primario:

$$\frac{N_p}{V_{ent}} = \frac{10^8}{4f B_{max} A} \quad (2.6)$$

Para determinar el número requerido de espiras para cada sección del bobinado de base, es necesario conocer la tensión máxima base-emisor $V_{BE(max)}$ a la cual los transistores proporcionan la corriente primaria de pico I_p . Esta tensión se obtiene de los datos técnicos del transistor usado o del fabricante. El número de espiras para cada mitad del bobinado de base se expresa pues en la siguiente forma:

$$N_B = N_p \frac{2V_{BE(max)}}{V_{ent}} \quad (2.7)$$

la resistencia R_B se determina mediante la siguiente relación:

$$R_B = V_{BE(max)} / I_B \quad (2.8)$$

$V_{BE(max)}$ = Valor máximo admisible de V_{BE} para el tipo de transistor usado.

I_B = Valor tipo de corriente de base del transistor usado.

la resistencia de encendido R_s se elige de manera que aparezca una tensión de 0,6 voltios en el punto medio del bobinado de realimentación cuando se aplica tensión de alimentación, es decir:

$$R_s = R_B / (V_{ent} / V_B - 1) \quad (2.9)$$

Para determinar el tamaño del núcleo del transformador se utiliza la ecuación de Potencia:

$$P = 0.707 \downarrow f W A B \times 10^{-8} \quad (2.10)$$

J = Densidad de corriente del transformador en amperios.

f = Frecuencia en Hertz

W = Area de la ventana del núcleo en cm^2

A = Area de la sección transversa del núcleo en cm^2 .

B = Densidad de flujo magnético en Gauss.

Reordenando la ecuación (2.10) obtenemos la fórmula del producto WA.

$$WA = \frac{P \times 10^8}{0.707 J_f B} \quad (2.11)$$

Las características del inversor a ser diseñado son las siguientes:

Vent = 48 voltios CC

Vsalida = 117 voltios A C

f = 60 Hertz

Potencia = 500 Vatios

Eficiencia = 85 por ciento

La potencia de entrada será:

$$P_{ent} = \frac{500}{0.85} = 588 \text{ Vatios}$$

La corriente del secundario es la potencia de salida dividido por el voltaje:

$$I_{\text{secundario}} = \frac{P_{\text{sal}}}{V} = \frac{500}{117} = 4.27 \text{ Amperios}$$

la corriente de colector es igual a la potencia de entrada dividido para el voltaje de entrada.

$$I_c = \frac{588}{48} = 12,25 \text{ Amperios}$$

y la corriente efectiva del primario

$$I_p = 0,707 \times 12,25 = 8,66 \text{ Amperios}$$

El transistor que se usará será el ECG 327 cuyas características son:

Npn; silicio; $V_{CE} = 150$ Volts; $I_c = 25$ Amperios ;
 $V_{BE} = 6$ voltios; h_{fe} (30 mínimo, 120 máximo).

$$I_B = \frac{I_c}{\text{mínimo } h_{fe}} = \frac{12,25}{30} = 0,40 \text{ Amperios}$$

I_B = Corriente de base de los bobinados de excitación.

El tipo de alambre puede ahora ser encontrado para todos los bobinados. Tomando la densidad de corrien

te para el cobre que es 100 circular mil/Amperio, tenemos:

Primario	:	$I_p \times J = 8,66 \times 1000 = 8660$	circular mil
Secundario	:	$I_s \times J = 4,27 \times 1000 = 4270$	circular mil
Bobinado de excitación.	:	$I_g \times J = 0,40 \times 1000 = 400$	circular mil

el número de alambre usado será:

Primario	=	8660 circular mil	=	AWG # 10
Secundario	=	4270 circular mil	=	AWG # 13
Bobinado de excitación.	=	400 circular mil	=	AWG # 24

Ahora calcularemos el tamaño del núcleo. La densidad de flujo máximo de saturación para el tipo Niquel-Acero es de 18.000 gauss. La sección transversal del núcleo A . Puede ser hallada usando la ecuación (2.11) o simplemente la ecuación empírica $A = 0.16 P$.

donde P es la potencia del inversor

$$A = 0.16 P = 0.16 \cdot 500 = 3.57 \text{ pulg}^2$$

$$A = 3.57 \times 6.451 = 23 \text{ cm}^2$$

El tamaño del núcleo se muestra en la Figura (2.3)

El número de vueltas en el primario es dado por la ecuación (2.6).

$$N_p = \frac{V_{ent} \times 10^8}{4 f B_{max} A} = \frac{48 \times 10^8}{4(60)(18000)(23)} = 48,30 \approx 49 \text{ vueltas}$$

El número de vueltas en el secundario es:

$$N_s = \frac{V_{salida}}{V_{ent}} \left(\frac{N_p}{2} \right) = \frac{117}{48} \left(\frac{49}{2} \right) = \frac{119,43}{2} \approx \frac{120}{2} = 60 \text{ vueltas}$$

El número de vueltas en el bobinado de excitación de base es:

$$\frac{N_B}{2} = \frac{V_{BE}}{V_{ent}} \left(\frac{N_p}{2} \right) = \frac{6}{48} (49/2) = 3,06 \text{ vueltas} = 3 \text{ vueltas}$$

la resistencia R_B se encuentra con la ecuación 2.8

$$R_B = \frac{V_{BE} (\max)}{I_B} = \frac{6}{0,4} = 15 \text{ ohmios}$$

la resistencia R_B de encendido será:

$$R_s = \frac{R_B}{(V_{ent}/V_B^{-1})} = \frac{15}{(48/0,6^{-1})} = 0,19 \text{ ohmios} = 1/2 \text{ ohmio}$$

Un diagrama de las médulas del núcleo se observa en la Figura 2.3, una vista del inversor ya construido, su posición dentro del equipo y la forma de onda a la salida en las Figuras 2.4, 2.5 y 2.6.

En el apéndice B se hace un estudio más completo de las características del autotransformador.

2.3 CONSTRUCCION DEL INVERSOR Y OPTIMIZACION DEL MISMO

En la construcción del inversor se utilizó la siguiente lista de materiales.

Nº UNIDADES	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
2	Transistor, NPN si, rápida transferencia.	ECG 327	TA, TB
1	Resistencia de base del transistor, 15 ohmios, 5 vatios.		R _B
1	Resistencia de base del transistor, 15 ohmios, 5 vatios.		R _s
2	Disipadores térmicos de aluminio, 5 x 6 cms.		

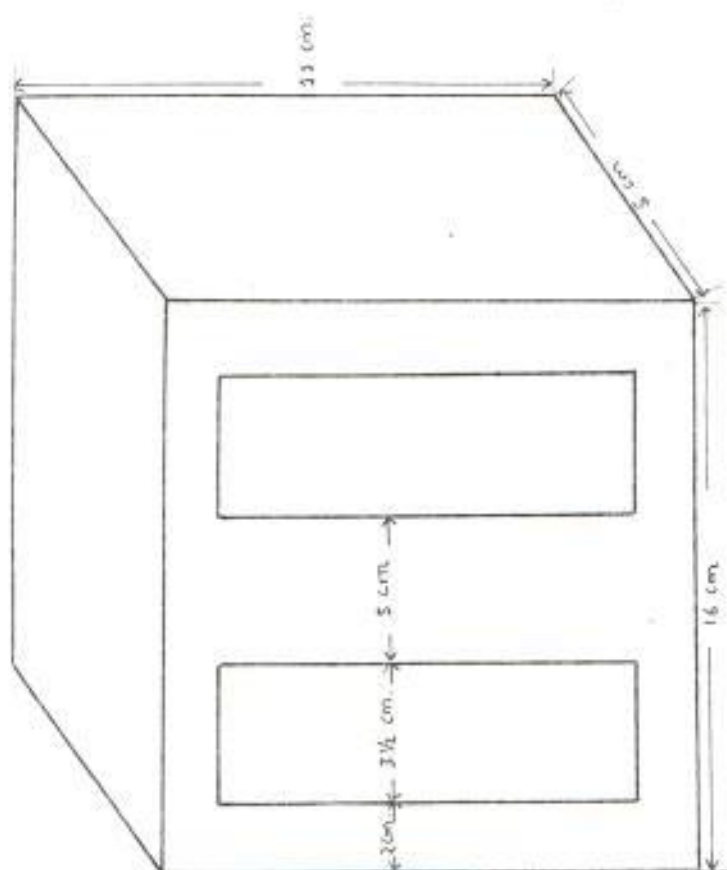


FIGURA 2.3.- NUCLEO DEL TRANSFORMADOR DEL INVERSOR

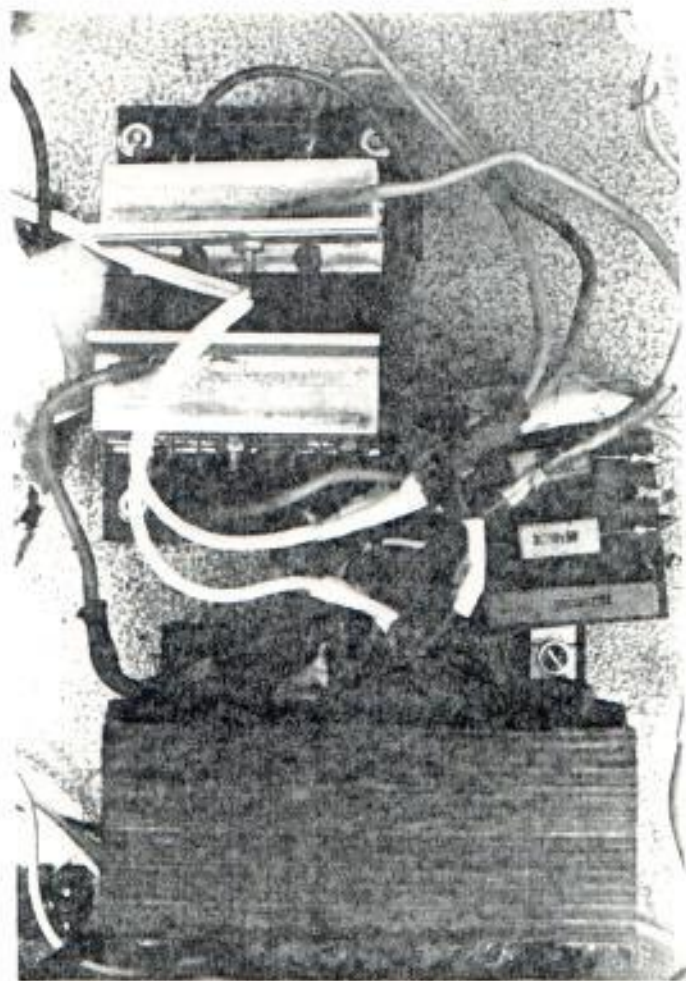
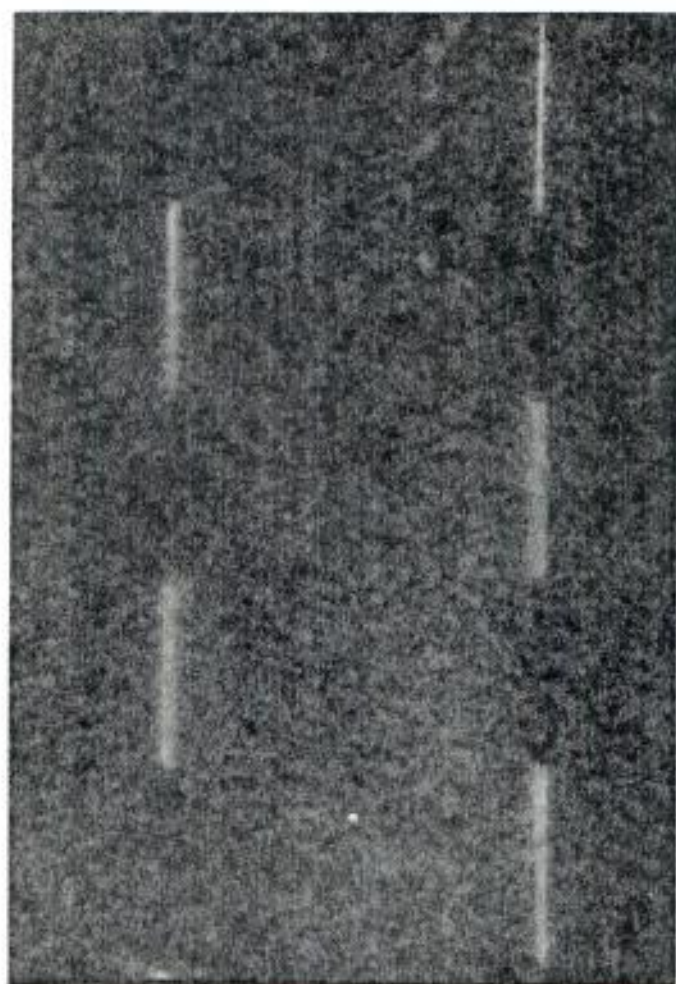


FIGURA 2.4.- VISTA SUPERIOR DEL INVERSOR DE LA FUENTE DE EMERGENCIA



100 Volts/division ; 5 msec/division

FIGURA 2.5.- FORMA DE ONDA A LA SALIDA DEL INVERSOR

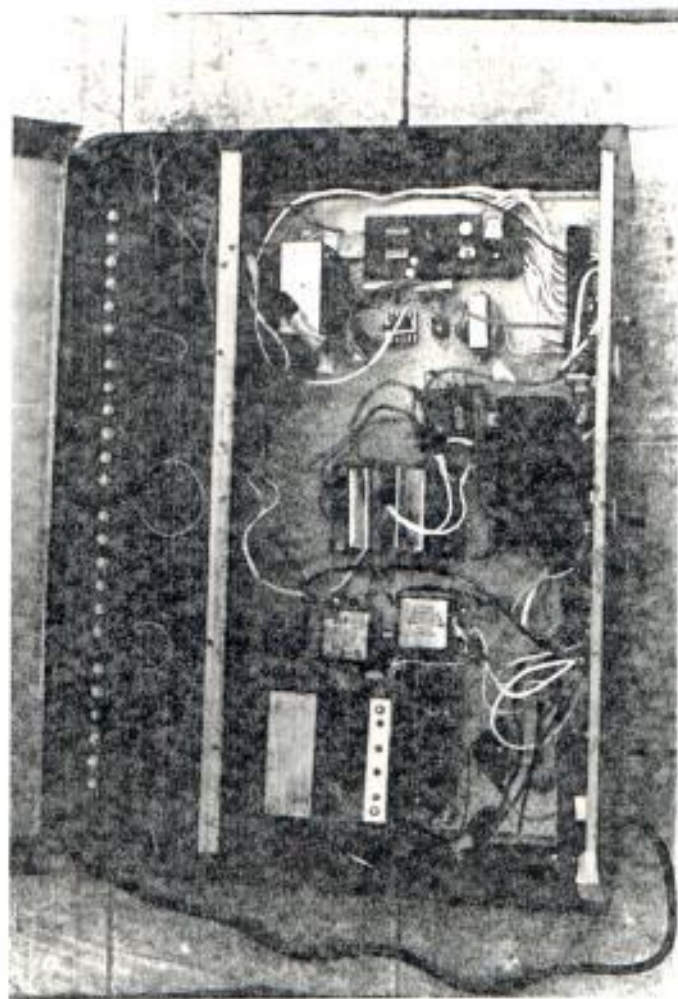


FIGURA 2 5.- POSICION DEL INVERSOR DENTRO DEL EQUIPO

Los transistores fueron montados en los disipadores térmicos de aluminio y las resistencias y diodos en una base de bakelita como lo indica la fotografía de la figura número 2.4 .

En el caso de la construcción del transformador - se utilizan los siguientes materiales:

Un núcleo de níquel-silicio de 11 x 16 x 5 ctms.

Dos libras de alambre AWG # 12

Dos libras de alambre AWG # 18

Un pliego de papel encerado

Un pliego de cartulina plástica

Un taco de madera de 5 x 5 x 7 cmts

Un cuarto de libro de laca

Para la construcción del transformador se realizó el siguiente procedimiento:

Primero se construye el taco de madera de las medidas dadas anteriormente y se recubre con un pedazo de cartulina como lo indica la Figura 2.7.A, el último extremo se pega para formar una pieza igual al taco de madera. Todo el conjunto se coloca en un aparato destinado a darle forma a las bobinas del

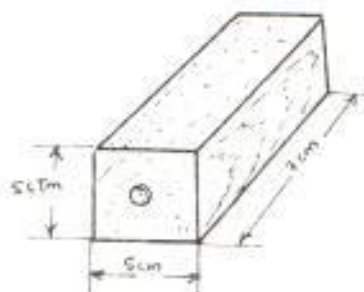


FIGURA 2.7 A.- TACO DE MADERA PARA HACER LA BOBINA

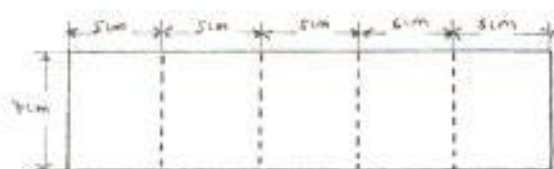


FIGURA 2.7.B.- CARTULINA MARCADA QUE RODEA AL TACO DE MADERA

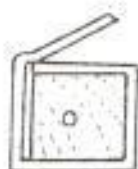


FIGURA 2.7.C.- CARTULINA RODEANDO EL TACO DE MADERA

otra con la finalidad de que estén desfasados sus campos en 180 grados y así se produzca el desbalance necesario para crear la onda cuadrada en el secundario del transformador.

Realizadas las bobinas de excitación se procede a fijar todas las bobinas en un solo bloque con cinta adhesiva, teniendo cuidado de numerar los terminales para indicar a que bobina corresponde; hecho esto se le coloca una capa de laca y se le deja secar; luego se saca el taco de madera y se le reemplaza por el núcleo del transformador; esto se realiza lámina por lámina, una en contraposición a la otra, se le pasa una nueva capa de laca a todo el transformador y se le deja secar. Todo esto se indica en la Figura 2.0 .C.

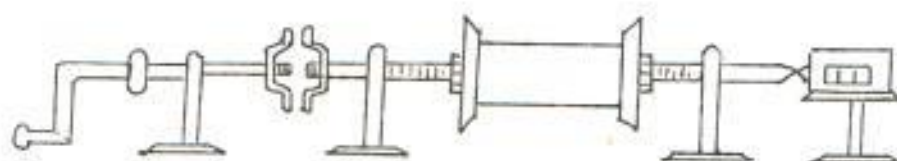


FIGURA 2.3.4.- MAQUINA MANUAL PARA HACER LAS BOBINAS



FIGURA 2.3.3.- PROCESO DE FABRICACION DE LA BOBINA



FIGURA 2.3.2.- BOBINA TERMINADA

CAPITULO III

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE BATERIAS Y CARGADORES DE BATERIAS

3.1 ANALISIS DE LOS COSTOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE BATERIAS EXISTENTES EN EL MEDIO.-

En realidad las únicas baterías que se consiguen en el mercado local, son las baterías normales de ácido-plomo usadas en los carros, las baterías de origen japonés o norteamericano tales como las de ácido-plomo selladas (libres de carga de ácido), las selladas de plomo-calcio, las de níquel-cadmio, las de gelatina, tienen que ser importadas de los respectivos países a un costo promedio de US\$ 300.00 dólares*, los 24 voltios a 10 amperio - hora estas baterías no requieren ningún tipo de mantenimiento y su vida normal está calculada de 1 a 3 años dependiendo de la frecuencia de uso de las mismas ; las baterías normales de carro (ácido-plomo)

* El valor del dólar en el mes de enero de 1988 fue S/. 250 sucres.

mo), tienen un tiempo de vida similar, siempre y cuando se revise y se mantenga el nivel de agua destilada en condiciones normales; este chequeo se debe realizar cada cuatro meses. El costo en el mercado de una batería de 24 voltios a 10 amperios de ácido-plomo para automóvil es de US\$20 dólares; por esta razón se usó este tipo de baterías, ya que son más fáciles de adquirir, más baratas y lo único que se requiere es un poco más de cuidado.

Las curvas de la Figura 3.2 y 3.3 indican para cada modelo el tiempo de servicio que se puede esperar con diferentes niveles de carga; para nuestro caso esta varía desde 0 a 450 vatios.

Una batería o acumulador de ácido-plomo como las que se usarán está constituido por un vaso de ebonita (caucho endurecido y moldeado) o de otro material plástico resistente al ácido, en cuyo interior hay una serie de placas de plomo (Figura 3.1A) enlazadas entre sí por un puente intercalados entre otras N, que a su vez están unidas por un puente formando ambas series el acumulador. Los dos puentes llevan marcados los signos + y -. Entre las placas de plomo positivas y

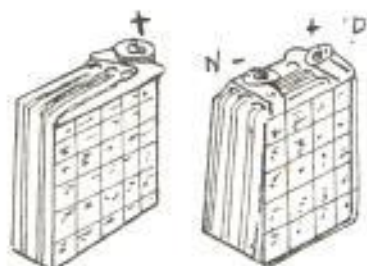


FIGURA 3.1.A.- PLACAS POSITIVAS ^P ENTRE LAS NEGATIVAS ^N.

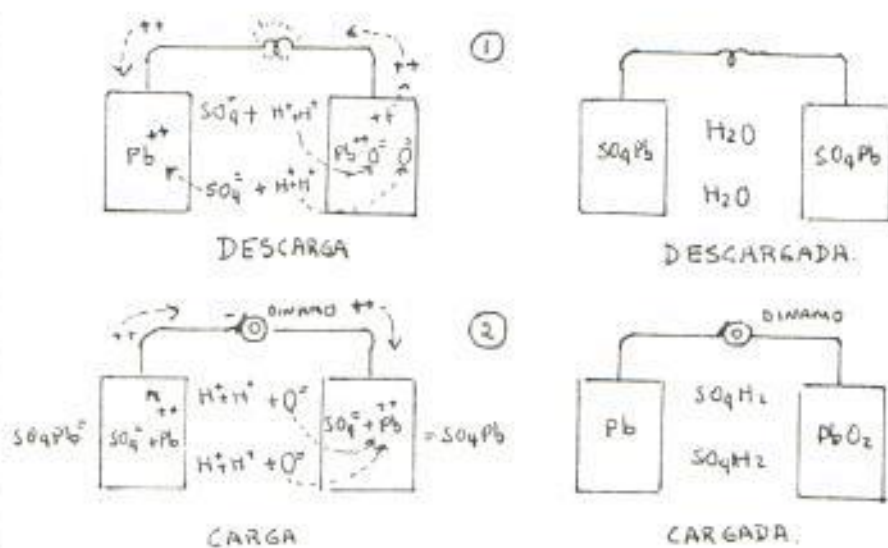


FIGURA 3.1.B.- ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS BATERIAS

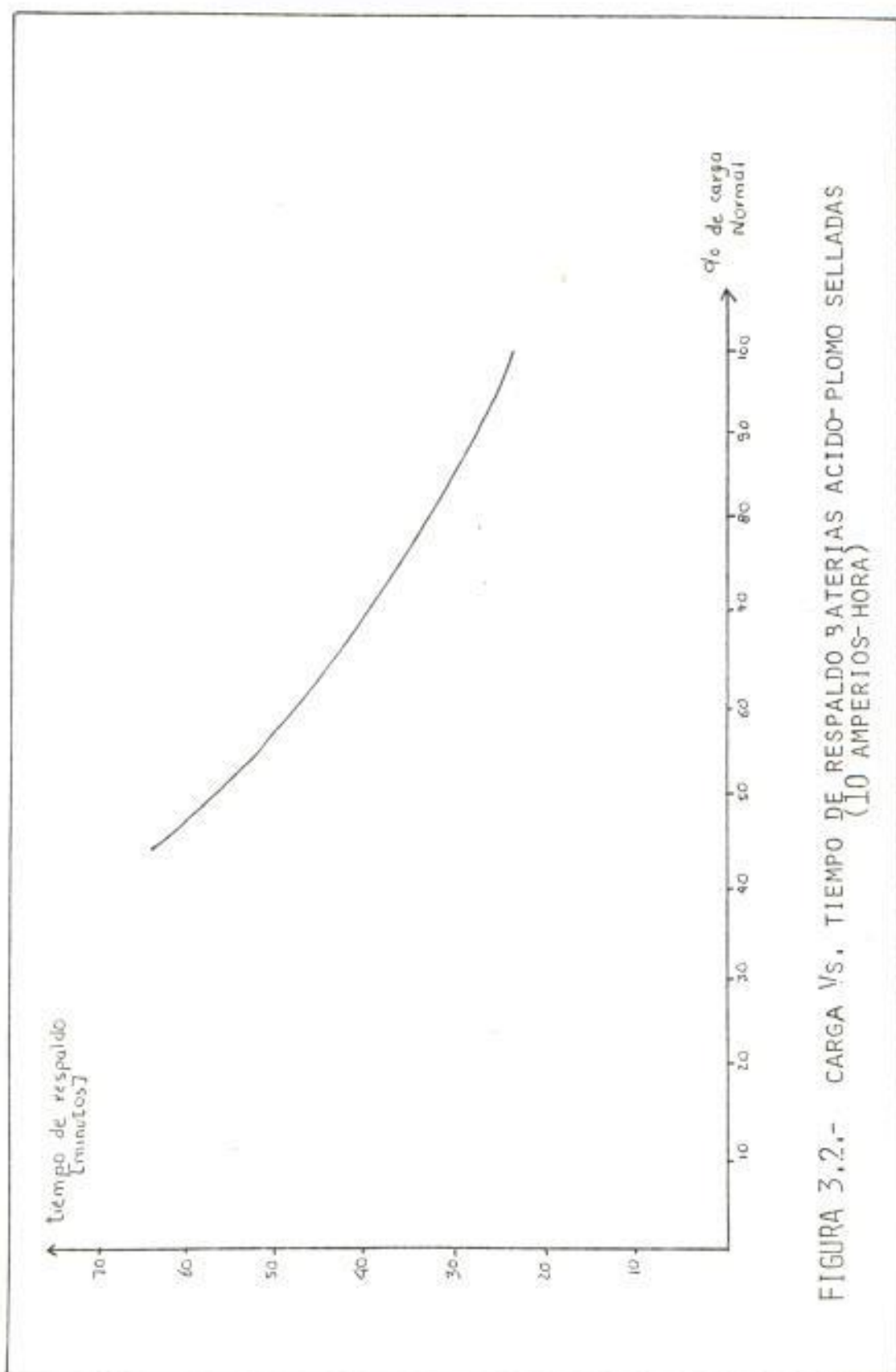


FIGURA 3.2.- CARGA VS. TIEMPO DE RESPALDO BATERIAS ACIDO-PLOMO SELLADAS
(10 AMPERIOS-HORA)

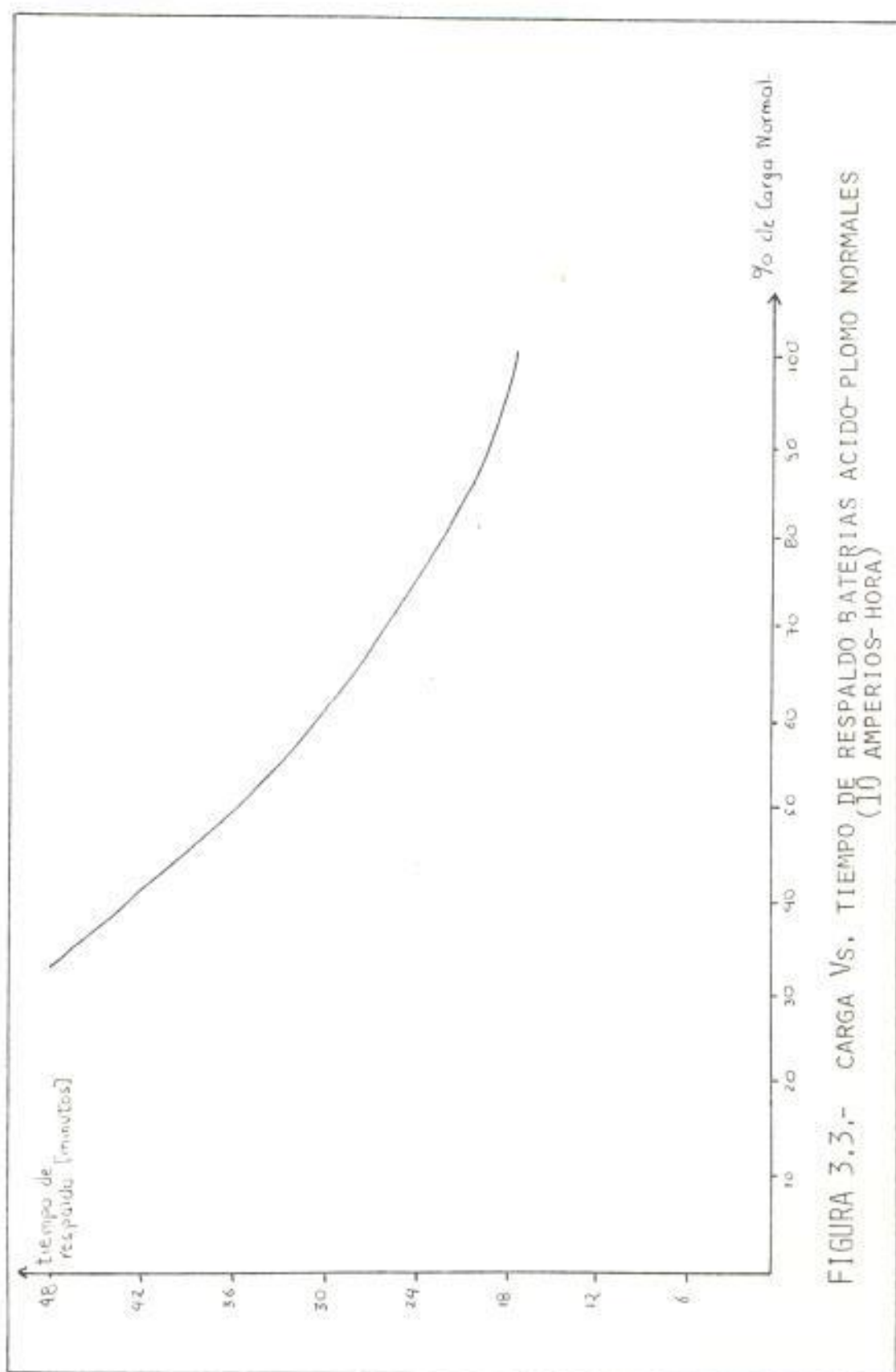


FIGURA 3.3.- CARGA VS. TIEMPO DE RESPALDO BATERIAS ACIDO-PLOMO NORMALES
(10 AMPERIOS-HORA)

negativas se colocan unos separadores S, ranurados en la cara de contacto para que pueda circular bien el ácido. Como éste se calienta al funcionar la batería, poco a poco va corroyendo el separador, por ello se usan de plástico. Cada placa la constituye un armazón o retículo grueso de aleación de plomo. Los huecos se rellenan a presión con una pasta de óxido de plomo, en el caso de las positivas P, y con plomo puro muy esponjoso -también en forma de pasta- las negativas N.

El vaso está lleno, hasta un centímetro por encima de las placas y separadores, de un líquido llamado electrolito, compuesto de ácido sulfúrico diluido con agua destilada (es decir, agua químicamente pura) en proporción aproximada de tres partes de ácido por ocho de agua (27% de ácido en volumen), con la densidad máxima de 1,28. El ácido sulfúrico de fórmula química SO_4H_2 , es un compuesto sin carga eléctrica o neutro, pero la partícula más pequeño del mismo que aún conserve sus propiedades (llamadas molécula) podría, bajo determinadas condiciones romper su "enlace", "disociándose" en sus "iones" y dar origen a tres: un ión $\text{SO}_4 =$ y dos iones $\text{H}+$. El primero de ellos con dos cargas negativas, tal como representan los dos símbolos (=) y dos

de ellos con dos cargas positivas, los segundos, - indicada (+). Todo esto lo representaríamos así:

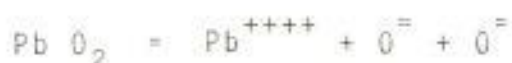


Al disociarse tenemos, por lo tanto, tantas cargas de un signo como de otro, que anteriormente (en la molécula) se compensaban entre sí.

Aunque más arriba se decía que la "disociación" - se producía bajo determinadas influencias o condiciones, realmente éstas se reducen al mínimo en el caso de los ácidos: por el mero hecho de estar éstos diluidos en agua, aparecen ya un cierto número de moléculas de los mismos disociadas en sus iones. Cada uno de éstos posee carga eléctrica y es susceptible de moverse en el interior del líquido, es decir, de actuar como "transportista" o "portador" de carga.

Análogamente el ejemplo anterior, si se trata de la disociación de un compuesto como el bióxido de plomo (PbO_2), los iones obtenidos serían también tres: un ión P^{++++} , con cuatro cargas positivas y dos iones O^- , con dos cargas cada uno. De la

misma forma podemos escribir:



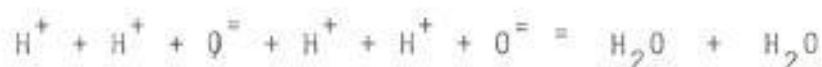
Los iones plomo (Pb^{++++}) que aparecen aquí, no son nada más que partículas de metal plomo con cuatro -cargas eléctricas que pueden perder con relativa facilidad. Sin embargo, la disociación del bióxido de plomo no es espontánea, como lo era en el caso del ácido sulfúrico diluido.

Volviendo a la batería de acumuladores constituido como se ha dicho, si se supone que en un momento determinado está cargada y se conecta a un circuito exterior (se enciende una bombilla, por ejemplo), sucede lo que explica el detalle 1 de la Figura 3.1.B y que se describe a continuación:

Una parte del ácido sulfúrico (dos moléculas, por ejemplo) se encuentra disociado en sus iones (dos SO_4^- y cuatro H^+). Los SO_4^- tienen "avidez" por el plomo y desean enlazarse con él, pero para ello cada partícula de éste último ha de disponer de dos cargas positivas que neutralicen las del SO_4^- . Por su parte, los H^+ tienen también "avidez" por

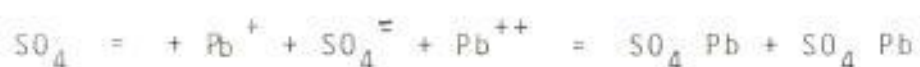
los $O^{=}$ y dos de los primeros reúnen las cargas necesarias para enlazarse con uno de éstos.

En los huecos de las placas positivas tenemos bióxidos de plomo (PbO_2), y en los de las negativas plomo esponjoso puro (metal plomo muy poroso y sin carga eléctrica). En estas condiciones, un ion $SO_4^{=}$ podría enlazar con una partícula del plomo esponjoso, siempre y cuando ésta pudiese adquirir dos cargas eléctricas positivas para compensar las dos negativas de aquél. Por su parte, todos los iones H^+ (cuatro), acompañados del otro $SO_4^{=}$ y gracias a la "avidez" que se ha mencionado en el párrafo anterior, dirigen su ataque hacia una molécula de PbO_2 y consiguen romperla, separando sus iones en la forma que se ha visto más arriba, los cuatro iones H^+ se combinan con los dos iones $O^{=}$ neutralizando sus cargas y enlazándose para formar dos moléculas de agua.



El ion $SO_4^{=}$ sobrante (que acompañó a los cuatro H^+) podría también enlazar con el ion Pb^{++++} , pero, para poder hacerlo, este último ha de perder dos de sus cargas positivas, quedándose sólo con dos -

que neutralicen las del $\text{SO}_4^{=}$. Así, por una parte, al ion Pb^{++++} le sobran dos cargas positivas para poder enlazar con un $\text{SO}_4^{=}$, mientras que al plomo - puro de la placa negativa le faltan dos de esas mismas cargas para poder hacer lo mismo con el otro $\text{SO}_4^{=}$. El problema queda solucionado al cerrar el ion Pb^{++++} dos cargas, enviadas a través del circuito exterior, al plomo poroso del borne negativo. De esta forma se realizan ambos enlaces, para formar dos moléculas de sulfato de plomo neutro - (SO_4Pb):



Pero ha habido un movimiento de cargas (dos positivas) en el circuito exterior, desde el borne positivo al negativo. Este movimiento constituye la corriente eléctrica en el proceso de descarga.

Fijémonos en que, durante la descarga, ha aumentado la cantidad de agua, ha disminuido la de sulfúrico y se ha formado sulfato de plomo SO_4Pb . Durante el proceso de carga todo sucede al revés, este último compuesto se separa en sus iones, "arrancado" la dínamo (u otro generador empleado) las dos cargas de los iones Pb^{++} de las placas negativas

y enviándolas a los Pb^{++} de las positivas. De esta forma, los primeros se convierten en metal plomo puro (Pb), sin carga eléctrica y que se encuentra en forma esponjosa. Mientras tanto, los segundos (iones Pb^{++} del borne positivo) se convierten en iones Pb^{++++} , circulando dos cargas positivas (corriente eléctrica) en sentido contrario a como lo habían hecho anteriormente, durante la descarga.

Tenemos así, iones Pb^{++++} e iones $SO_4^{=}$. Los primeros están "ávidos" de iones $O^{=}$, mientras que los segundos lo están de H^{+} , para formar los compuestos PbO_2 y SO_4H_2 respectivamente. Unos y otros consiguen realizar sus enlaces al disociarse el agua (en sentido contrario a lo que se ha escrito anteriormente, en el proceso de la descarga). El bióxido de plomo (PbO_2) se deposita nuevamente en el borne positivo (donde se formaron los iones Pb^{++++} , y aumenta otra vez la cantidad de sulfúricos, a la vez que disminuye la del agua.

Esta explicación esquemática ya indica algunas cosas interesantes:

1. La concentración de ácido en el electrólito es variable con el estado de carga de la batería; al descargarse se rebaja, al cargarse se recupera.
2. Si una batería se descarga muy a fondo, agotándola es muy posible que, no habiendo bastante plomo esponjoso en las placas negativas se forme el sulfato a costa del armazón que sostiene la "materia activa" (sulfatación de la batería), arruinándola.
3. Por el contrario, un exceso de carga, al seguir descomponiendo el agua del electrólito, hará que el hidrógeno liberado no tenga bastante sulfato con el que combinarse para recuperarse como ácido sulfúrico, y entonces saldrá en burbujas por los respiraderos de los vasos (peligro de explosión). A la vez, el oxígeno liberado, no encontrando ya bastante plomo del sulfato con quien combinarse, lo hará con el del armazón, oxidándolo, con lo que el enrejado de las placas positivas se hinchan, y éstas se tuercen, esponjan, "desmigajan".

Los acumuladores de plomo tienen la propie -

dad de almacenar la electricidad a dos voltios de tensión, aproximadamente (un poco más cuando están muy cargados y algo menos cuando están casi descargados).

El tamaño o número de las placas y vasos no influyen en el voltaje, sino que cuanto más grande o numerosas sean (que viene a ser lo mismo, pues lo que aumenta la capacidad es la superficie de placas) más electricidad pueden almacenar; esta capacidad se mide en amperios hora (A-h). Una batería da 80 amperios durante una hora, o una corriente de ocho amperios durante diez horas seguidas, etc. Esto es - teóricamente; en la práctica la corriente de descarga no puede ser muy intensa y seguida porque se estropearían las placas, y lo mismo pasa con la corriente de carga. Por eso un corto circuito en la batería, que produciría una corriente intensa de descarga, es desastroso y ha de tenerse mucho cuidado en no colocar sobre ella herramientas metálicas que puedan poner en cortocircuitos sus bornes.

3.2 ESTUDIO DE LOS DIFERENTES CARGADORES DE BATERIAS Y OPTIMIZACION DE ELLOS.-

Todos los diferentes tipos de cargas de baterías brindan tres servicios básicos, estos son: los de cargas flotantes, los de carga igualadora y los de desconexión de la batería en caso de sobreuso.

En el caso de carga flotante, las baterías son continuamente conectadas al cargador, manteniéndolas de esta manera cargadas completamente todo el tiempo, el rango de valor de carga flotante compensa las pérdidas normales de las baterías; este valor debe mantenerse cercano a 2.15 voltios por celda. Si se mantiene demasiado tiempo sobre este voltaje puede causar daños a las celdas y una excesiva renovación del agua destilada.

Después de hacer uso del banco de baterías para alimentar el equipo en caso de una caída de voltaje, las baterías deben recibir una carga igualadora, el calor de esta corriente debe ser igual a $\frac{1}{20}$ parte de su tiempo de descarga de 10 amperios-hora, debe recibir una carga de 2 amperios-hora. Si el banco de baterías permaneciera demasiado tiempo, durante un apagón prolongado, las baterías se sulfatarían irreversiblemente, por este motivo debe tener un control de desconexión por bajo voltaje.

3.3 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN CARGADOR DE BATERIAS CONFIABLE Y A UN MINIMO COSTO DE PRODUCCION.-

El circuito al ser construido permitirá el uso de carga igualadora y carga flotante: el diseño es el de la figura 3.4 . Se utiliza un transformador con una relación de 110 Vrms a 55 Vrms, lo que - al ser rectificado, produce un valor de:

$$V_{dc} = 0.9 \times V_{rms} = 0.9 \times 55 = 49.5 \text{ Vdc.}$$

El valor de corriente de alimentación para las baterías es mantenido a un máximo de:

$$I = \frac{V_{dc} - V_{bat.}}{R_4} = \frac{49.5 - 46.5}{1.5} = 2 \text{ Amp.}$$

2 Amp. es la carga máxima de igualación cuando el banco de baterías llega a un valor de descarga - $V_{bat.} = 46.5 \text{ Vdc}$; el valor de la resistencia de descarga será por lo tanto, de 1.5 ohmios, la potencia de R_4 es:

$$\text{Pot. } R_4 = 2^2 \times 1.5 = 6 \text{ vatios}$$

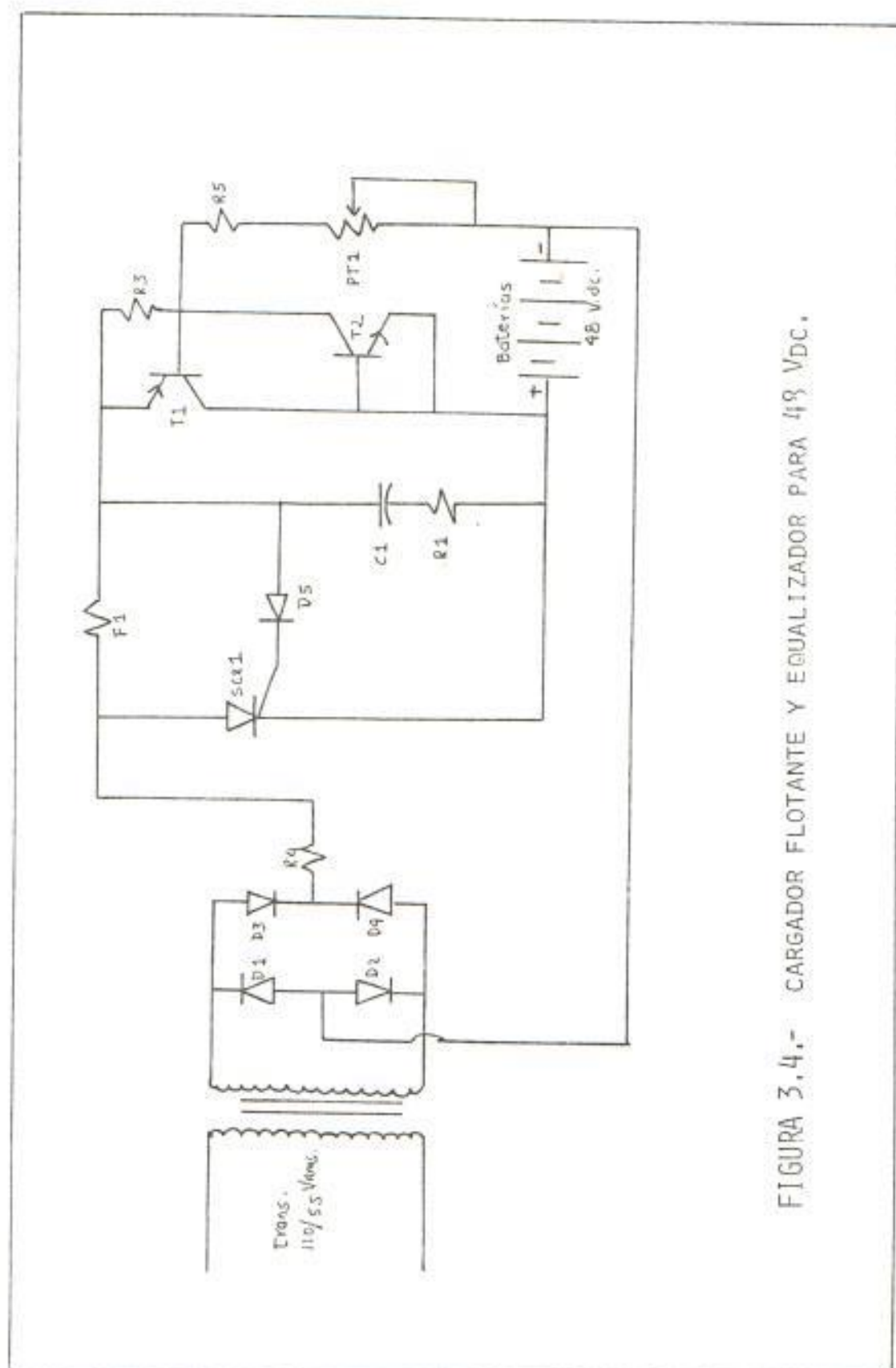


FIGURA 3.4.- CARGADOR FLOTANTE Y EQUALIZADOR PARA 48 VDC.

Así que usaremos una resistencia de 1,5 ohmios y 10 vatios.

Mientras el banco de baterías permanezca sobre un valor superior a los 48 Vdc, ellas se mantendrán con una corriente de carga flotante igual a:

$$I_{\text{flot.}} = \frac{V_{\text{dc}} - V_{\text{bat}}}{R_4 + R_3 + R_5} = \frac{49.5 - 48}{1.5 + 150 + 2.2} =$$

6 miliamp.

esta corriente de flotación es mantenida por el foco F_1 .

El nivel de disparo del SCR para que comience a conducir y cargar la batería está dado por el potenciómetro PT1 el cual varía entre 0 y 40 kiloohmios; de esta manera aumenta el valor del voltaje emisor-base (V_{eb}), del transistor T1, el cual entra a saturación con un mínimo valor de 0,7 voltios; cuando alcanza este valor conduce y a su vez satura el transistor T2, cargando de esta manera el condensador C1 hasta un valor mayor a un voltio, con lo que se disparará el Scr. Cuando la batería sube a un valor mayor de 48 voltios

(V_{dc}) el condensador ya no alcanzará a cargarse a más de 1 voltio y no podrá conducir, terminando de esta manera el ciclo de carga. Como el máximo consumo de corriente de las baterías es de 2 amperios usaremos el triac ECG 5437, con un máximo valor de corriente de 8 Arms.

La lista de materiales a ser usada para la construcción del cargador es:

Un transformador de 200 V.A., ya que la relación de salida del secundario es 55 V.A a dos amperios de carga tendremos una potencia de: $P = 55 \times 2 = 100$ V.A. El método de construcción del transformador es el mismo que el usado en el capítulo tres.

N° UNIDAD	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
1	Transistor PNP, silicio.	2N4036	T ₁
1	Transistor NPN, silicio.	2N5781	T ₂
1	SCR, 8 amperios	ECG5437	SCR ₁
1	Diodo	D ₁ 300 A	D ₅
4	Diodos	ECG 156	D ₁ , D ₂ , D ₃ , D ₄

Nº UNIDAD	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
1	Resistencia 1,5 ohmios 10 Vat.		R ₄
1	Resistencia 33 ohmios 2 Vat.		R ₁
1	Resistencia 600 ohmios 2 Vat.		R ₂
1	Resistencia 150 ohmios 2 Vat.		R ₃
1	Resistencia 2,2kohmios 2 Vat.		R ₅
1	Potenciómetro 40kohmios		PT1
1	Condensador 50 Uf, 150 voltios.		C ₁
1	Foco 120 voltios, 150 mA.		F ₁

En las Figuras 3.5 y 3.6, se observan una batería, y la posición del banco de baterías en el equipo.

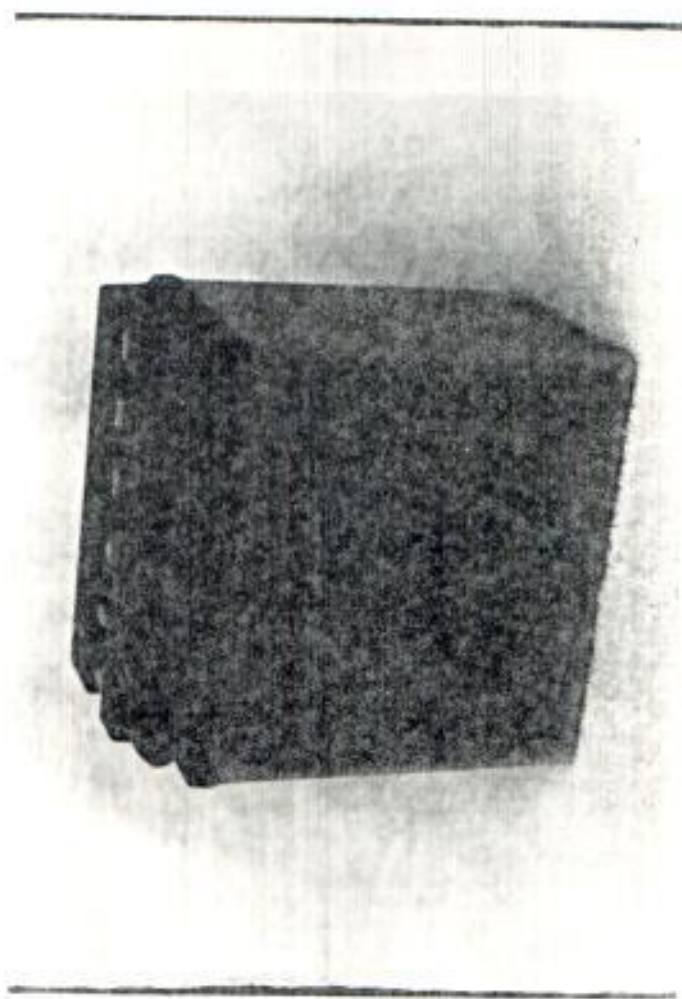


FIGURA 3.5.- BATERIA ACIDO-PLOMO NORMALES (17 AMPERIOS-HORA)

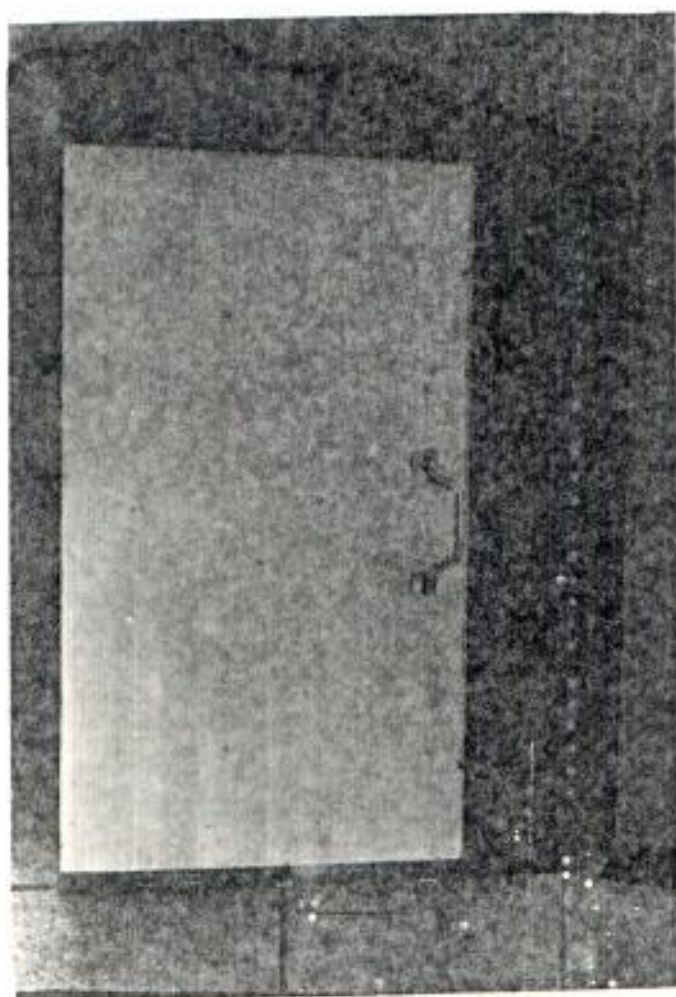


FIGURA 3.6.- POSICION DEL BANCO DE BATERIAS EN EL EQUIPO

CAPITULO IV

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES MODELOS DE ESTABILIZADORES DE VOLTAJE

4.1 ANALISIS DE LOS COSTOS DE LOS DIFERENTES MODELOS DE ESTABILIZADORES DE VOLTAJE.-

De las firmas que venden UPS, sólo una de ellas coloca un sistema de regulación de voltaje como parte integral del equipo, este es el BEST; el resto vende por separado esta unidad, aumentando el precio en un 40% al costo total del equipo.

Los tipos de regulación usados son básicamente dos, el de núcleo ferrosanante, que es el más costoso; este sistema usa las cualidades de saturación del núcleo de hierro-níquel para impedir que el voltaje varíe en la carga, este rango de voltaje tiene valores comprendidos entre (50-135) Vrms, para mantener una salida de 115 Vrms. El otro sistema es el de autotransformador con varias etapas a la salida, las cuales ingresan de acuer

do a la variación del voltaje en la línea, este sistema es el más económico pues equivale a un 50% del costo de uno con núcleo ferrosanante.

Las cualidades del núcleo ferrosanante son superiores en lo que se refiere a regulación. También en el contexto de todo el equipo ayuda en las condiciones de operación normal de la línea protegiendo el sistema contra picos, sobretensiones y ruidos debido a que el transformador ferrosanante almacena energía en su campo magnético y en su circuito de condensador; en el caso de que la línea caiga proveerá energía a la carga durante 6 - 10 milisegundos antes de que una caída de voltaje significativa ocurra, esto ayuda en el caso de la transferencia.

Con todas estas ventajas el equipo de núcleo ferrosanante sigue siendo aún muy costoso; por esto será usado el sistema de autotransformador, el cual usa sólo un núcleo y varias etapas de control; el sistema será explicado y construido en el siguiente subcapítulo.

4.2 DISEÑO DEL ESTABILIZADOR DE VOLTAJE DE MAS BAJO COSTO DE FABRICACION.-

La Figura 4.1 muestra un diagrama de bloques del estabilizador de voltaje; el diseño se realizará etapa por etapa; el autotransformador posee cuatro etapas de salida que son ingresadas por la etapa de control, de acuerdo al valor en el que halla descendido el voltaje de entrada.

Primero analizaremos el autotransformador, el cual tendrá cuatro etapas de salida: 3 con diferencias de 10 voltios y una de 15 voltios, las mismas que entrarán al descender o aumentar el voltaje, si este varía 10 voltios a la entrada, o sea si llega a 105 voltios, el control activará la primera etapa, la misma que llevará el voltaje de la salida a 115 Vrms, si nuevamente baja 10 voltios, llegando el voltaje de línea a 95 voltios, el sistema ingresará la segunda etapa para aumentando 10 voltios a la salida, llevando éste nuevamente a 115 Vrms, mantenido de esta forma el voltaje en la carga a 115 Vrms; si la línea aumentara a 130 voltios, el autotransformador activará la cuarta etapa, la cual bajará 15 voltios, colocando nuevamente la carga al valor seguro de 115 Vrms.

Para el diseño del autotransformador usaremos dos

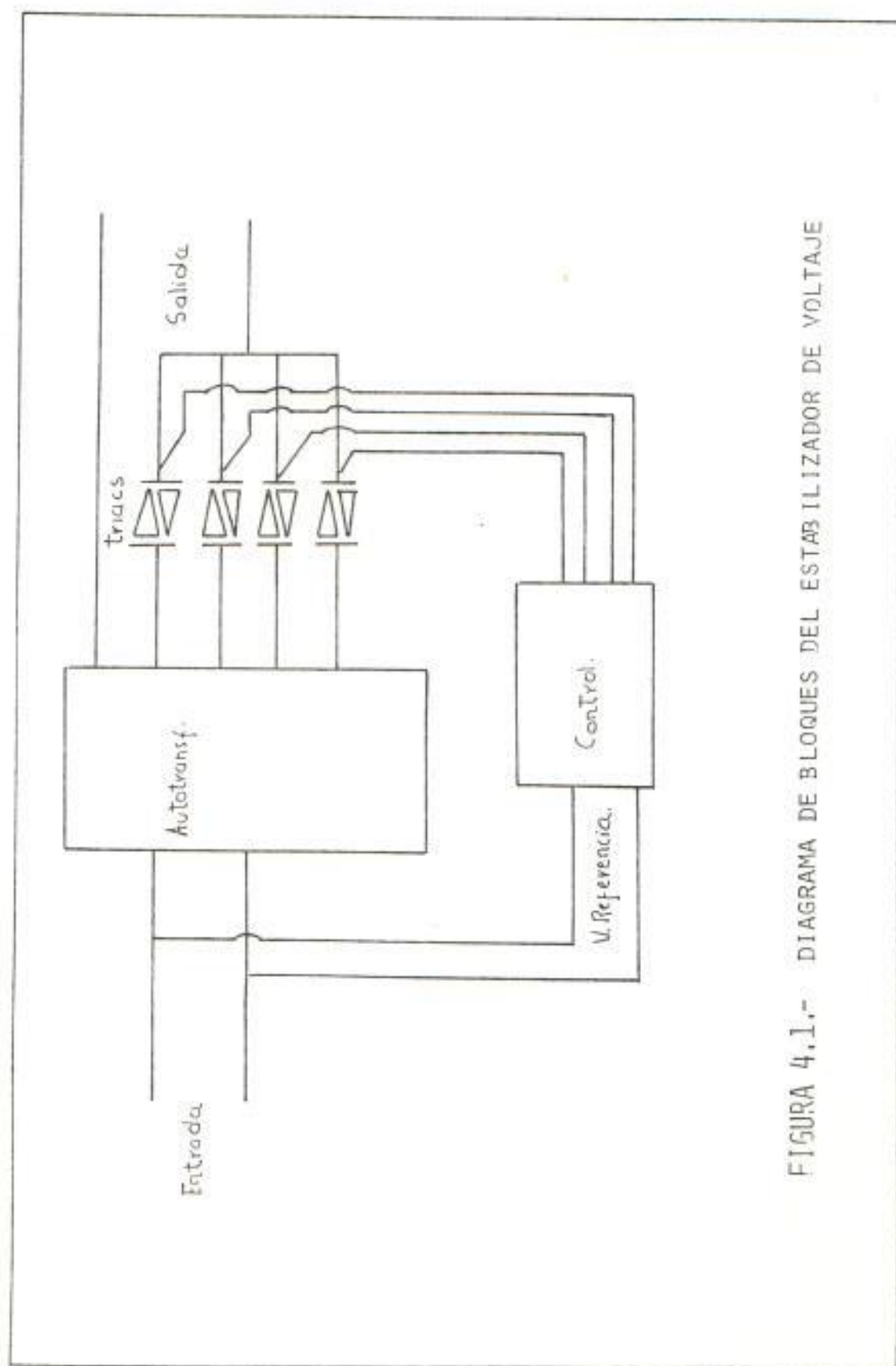


FIGURA 4.1.1.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL ESTABILIZADOR DE VOLTAJE

ecuaciones básicas; la ecuación de voltaje:

$$V = 4F f_{ANB} \times 10^{-8} \quad (\text{voltios}) \quad (4.1)$$

F = Factor de forma; para onda senosoidal vale 1.1

f = Frecuencia en Hertz

A = Área de la sección transversal del núcleo en cm^2 .

N = Número de vueltas

B = Densidad de flujo en gauss (maxwells por cm^2)

Reordenando la ecuación 4.1 tenemos:

$$\frac{N}{V} = \frac{10^8}{4.44 fAB} \quad (\text{vueltas/voltio}) \quad (4.2)$$

y la ecuación de potencia:

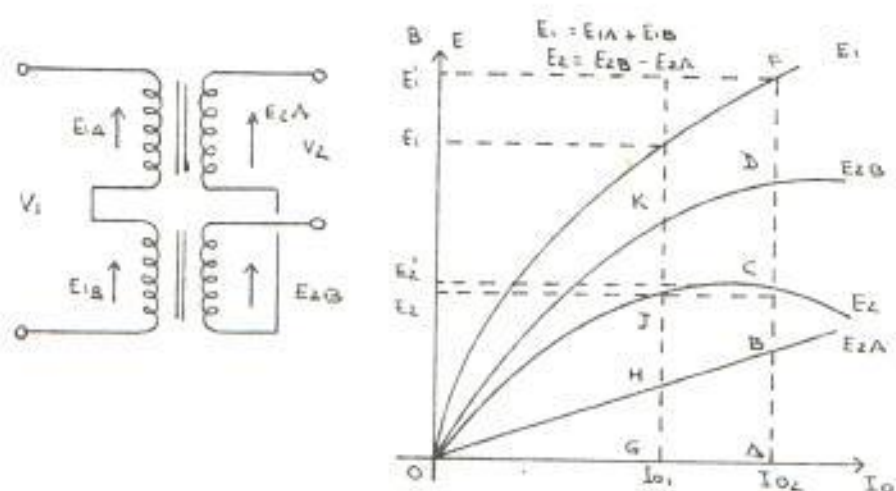
$$P = 0.707 I f WAB \times 10^{-8} \quad (\text{voltios.Amp}). \quad (4.3)$$

I = Densidad de corriente del transformador en amperios por cm^2 .

f = Frecuencia en Hertz

W = Área de la ventana del núcleo en cm^2

A = Área de la sección transversal del núcleo en cm^2 .



A. ESQUEMA DE CONEXIONES DEL ESTABILIZADOR A SATURACION MAGNETICA.

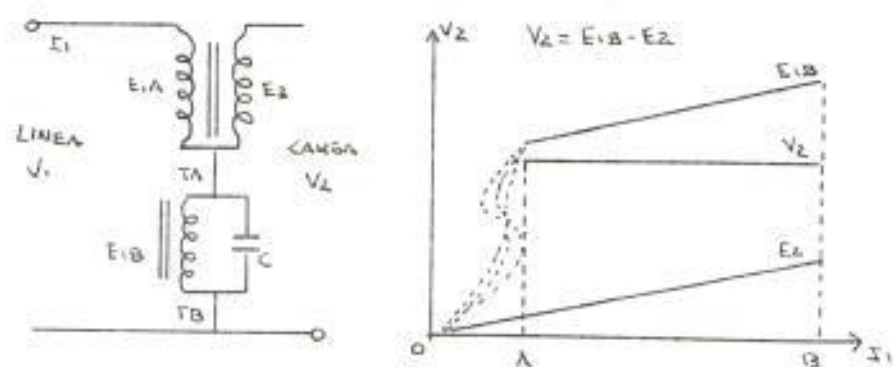


FIGURA 4.2 ESQUEMA DEL ESTABILIZADOR RESONANTE SATURADO.*

* VER REF. G. (APENDICE G.)

B = Densidad de flujo en Gauss.

Reordenando la ecuación (4.3) tenemos el producto WA básico para el cálculo del tamaño del transformador:

$$WA = \frac{P \times 10^8}{4.55 JBf} \quad (\text{cm}^4) \quad (4.4)$$

$$WA = \frac{17.26 SP}{fB} \quad (\text{pulg}^4) \quad (4.5)$$

S = Densidad de corriente en circular mil por amperio.

Para nuestro caso el transformador deberá elevar de 95 voltios Vrms a 115 Vrms y las demás etapas serán deducidas de este mismo valor; la frecuencia a la que trabajará es de 60 Hertz; la carga a la salida será de 5 amperios. El máximo de salida es de $115 \times 5 = 575$ V.A.; la densidad de corriente (S) a ser usada es de 1000 amperios \times pulg². Cuando la entrada esté en 95 Vrms la salida deberá compensar con 20 voltios en N₂, lo que equivaldría a: $20 \times 5 = 100$ vatios; asumiendo un 90% de eficiencia del transformador, la

El número de vueltas por voltio es:

$$\frac{N}{V} = \frac{3.88 \times 10^6}{fAB}$$

$$\frac{N}{V} = \frac{3.88 \times 10^6}{60 \times (2,65) \times (14000)} = 1,74 \frac{\text{vueltas}}{\text{voltio}}$$

$$N_1 = 95 \text{ voltios} \times 1,74 \frac{\text{vueltas}}{\text{voltio}} = 165,3 \text{ vueltas}$$

$$N_2 = 20 \text{ voltios} \times 1,74 \frac{\text{vueltas}}{\text{voltio}} = 36 \text{ vueltas}$$

Una vista del autortransformador se puede ver en las Figuras 4.3 y 4.4 y un diagrama del circuito en la Figura 4.5, la forma de onda a la salida se observa en la Figura 4.6.

Dos etapas del autotransformador se tomarán a 18 vueltas y la tercera para el caso de subidas de voltaje en 30 vueltas.

En el apéndice A se detallan las características de diseño de los transformadores.

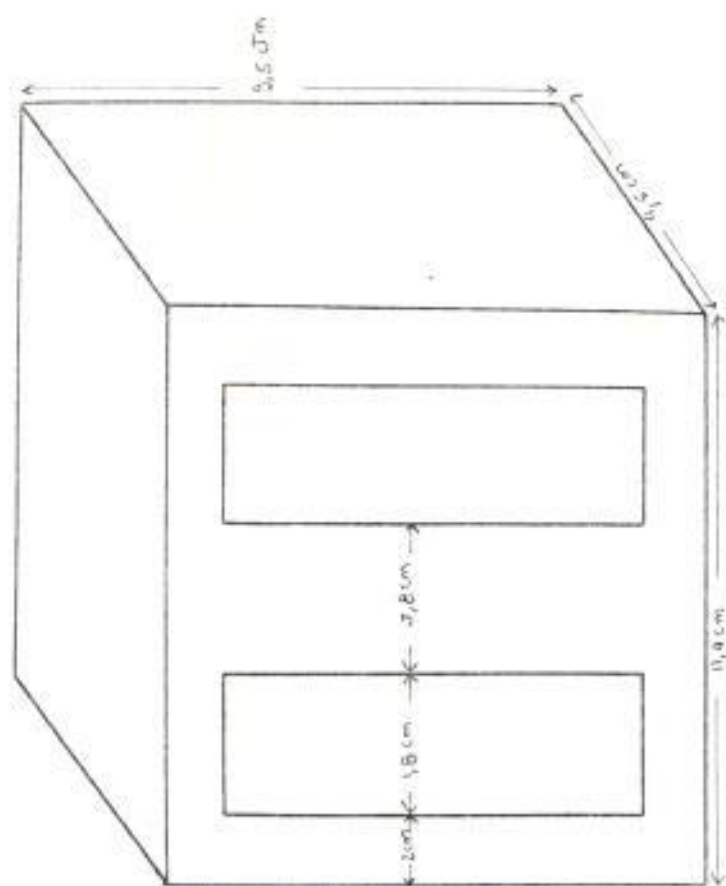


FIGURA 4.3.- NUCLEO DEL AUTOTRANSFORMADOR DEL REGULADOR DE VOLTAJE

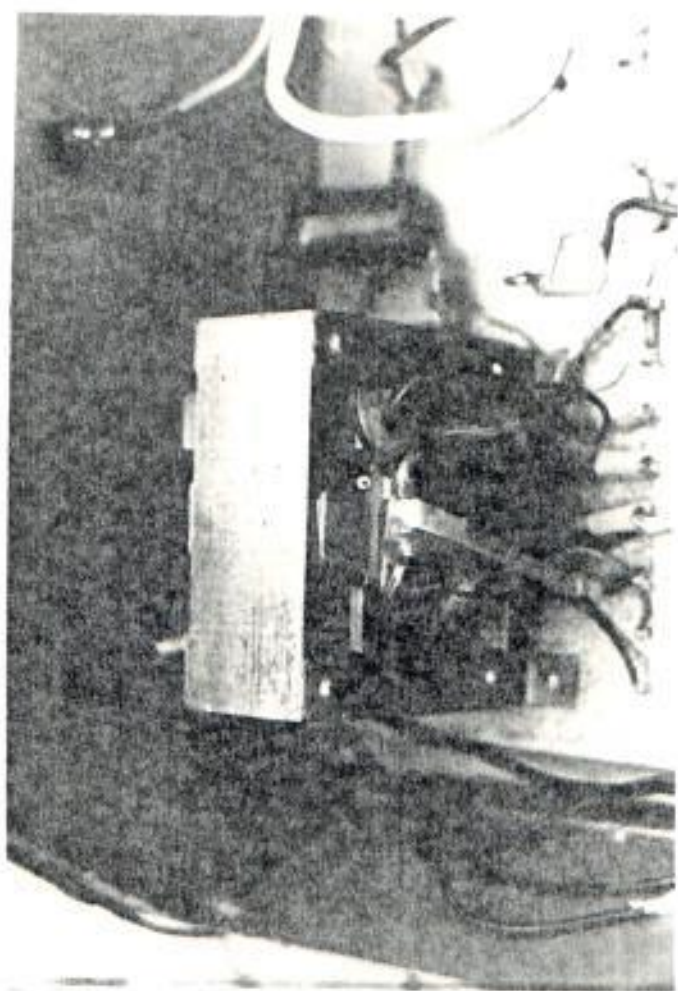


FIGURA 4.4.- VISTA SUPERIOR DEL AUTOTRANSFORMADOR

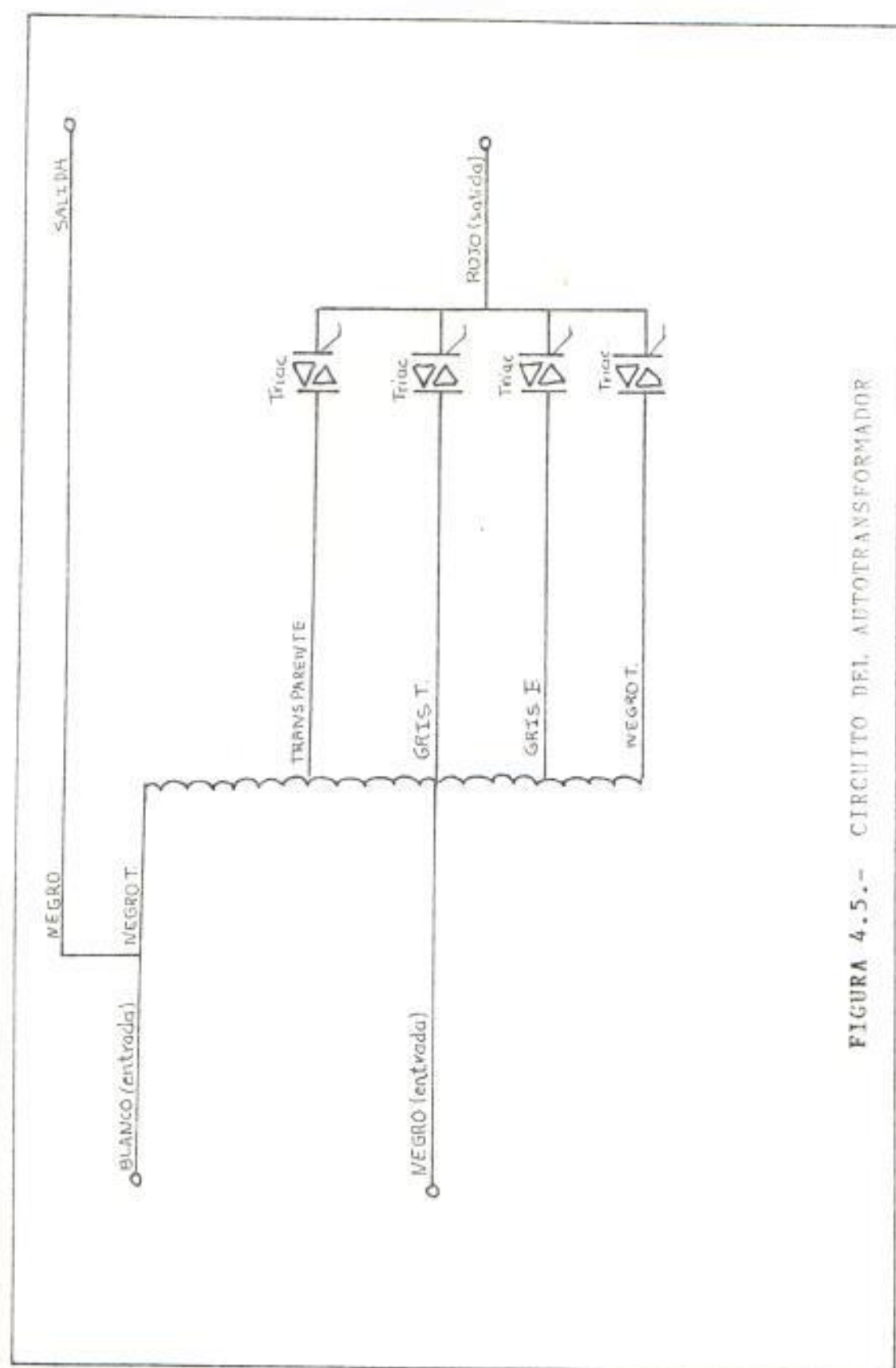


FIGURA 4.5.- CIRCUITO DEL AUTOTRANSFORMADOR



100 Voltios/ División ; 5 mseg/división

FIGURA 4.6.- VOLTAJE A LA SALIDA DEL REGULADOR DE VOLTAJE

Para activar las diferentes etapas para aumentar o disminuir el voltaje a suministrarse, lo hacemos utilizando comparadores de voltaje del tipo ventana para el rango entre 95 y 135 Vrms que es el rango de regulación, de acuerdo al valor de voltaje de línea que se tenga; el comparador de ventana correspondiente a ese valor de voltaje, presentará a la salida un nivel de voltaje de cero voltios que activará el Triac correspondiente; esto se puede ver en los gráficos de las Figuras 4.7.A y 4.7.B.

El comparador de ventana opera de tal forma que cuando el voltaje de comparación está entre V_H y V_L el comparador presentará un cero a la salida, mandando a saturación el transistor y activando de esta manera el triac, como lo indican los gráficos 4.7.C y 4.7.D.

$$V_H < V_i < V_L \quad V_{salida} = 0 \text{ volts.}$$

se activará de la siguiente manera:

130V	cuando	$12.5 < V_i < 13.5$
115	cuando	$11 < V_i < 12.5$

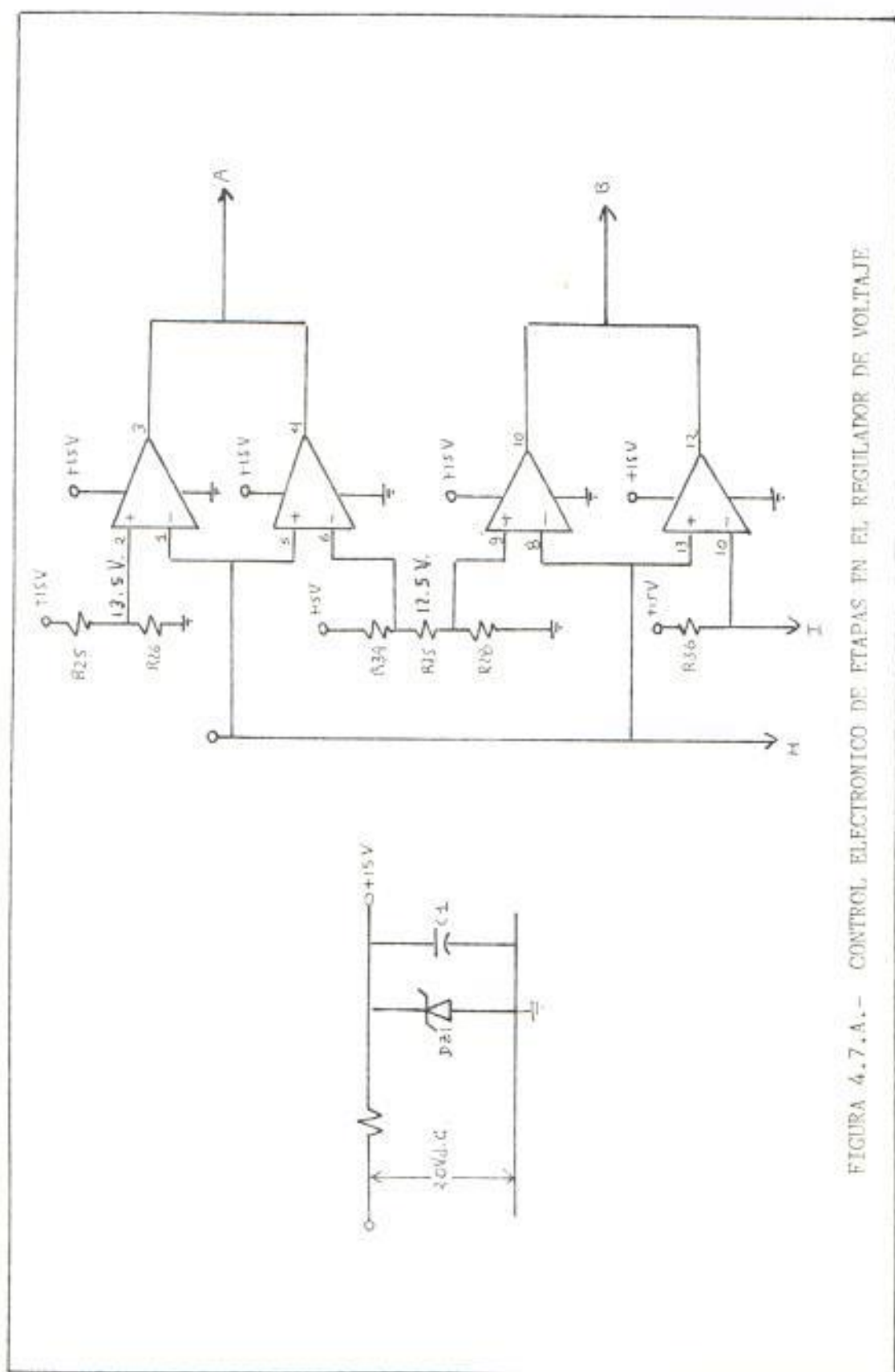


FIGURA 4.7.A.- CONTROL ELECTRONICO DE ETAPAS EN EL REGULADOR DE VOLTAJE

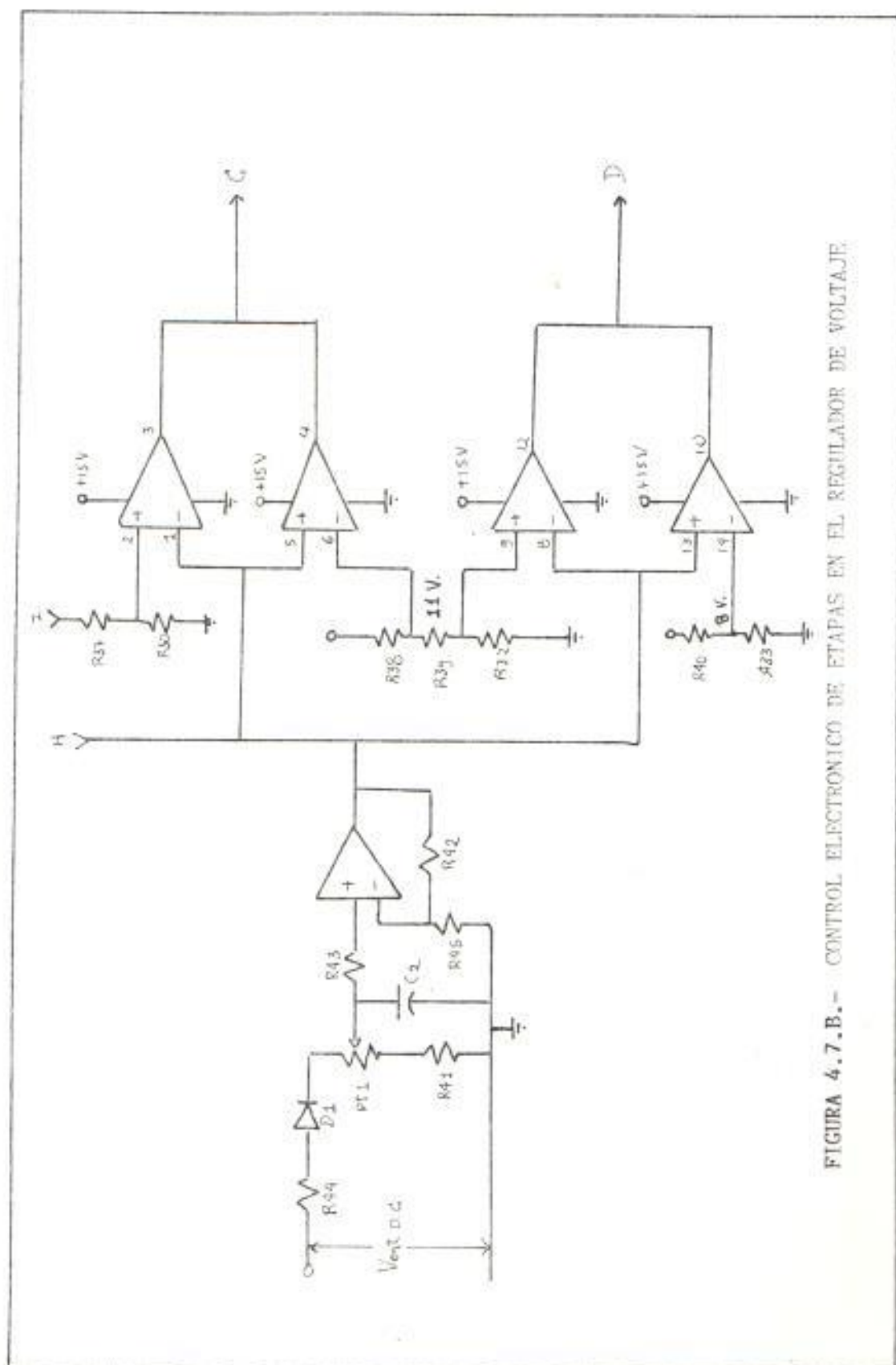


FIGURA 4.7.B.- CONTROL ELECTRONICO DE ETAPAS EN EL REGULADOR DE VOLTAJE.

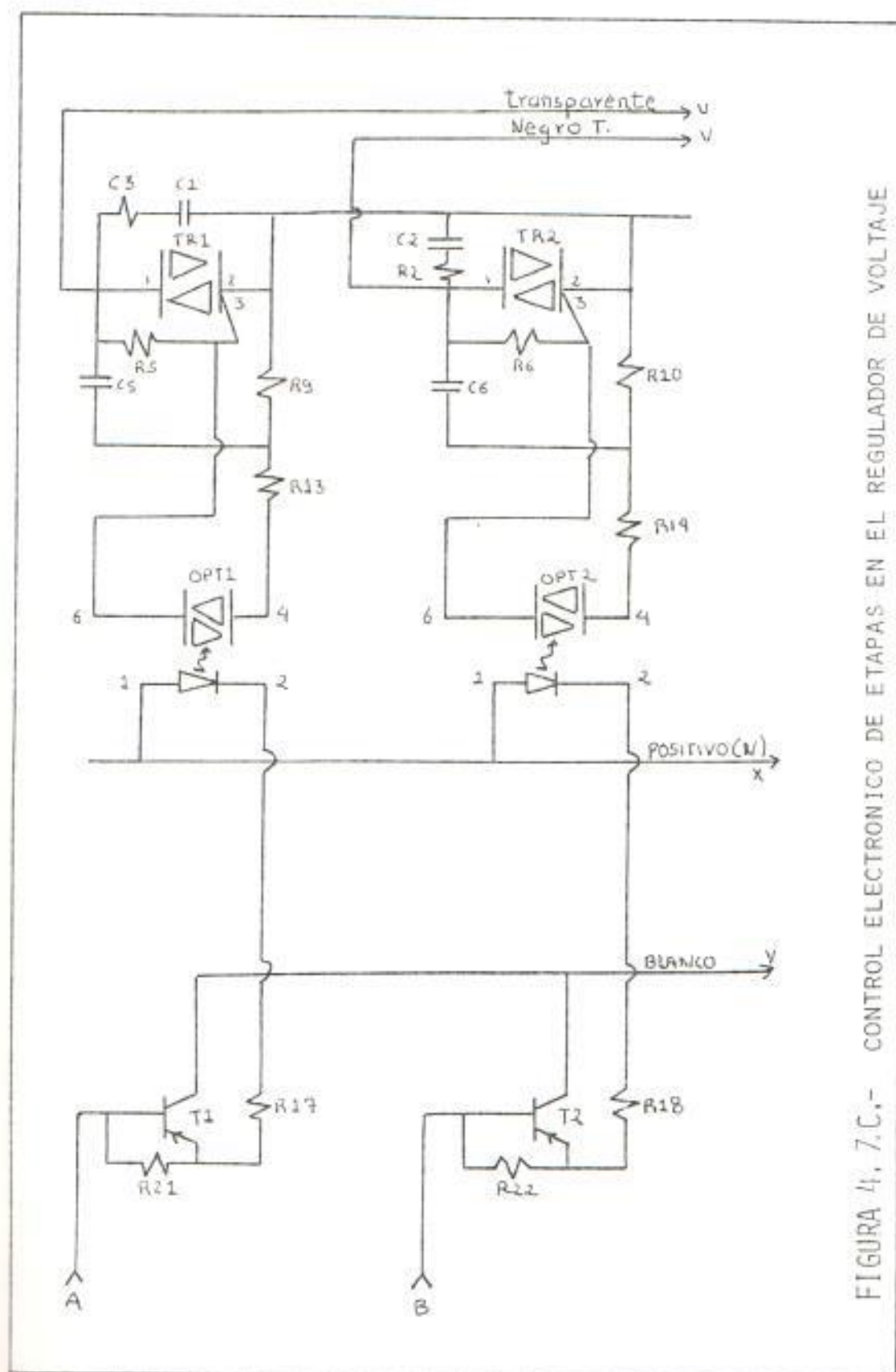


FIGURA 4, 7.C.- CONTROL ELECTRONICO DE ETAPAS EN EL REGULADOR DE VOLTAJE

Inv. No. _____

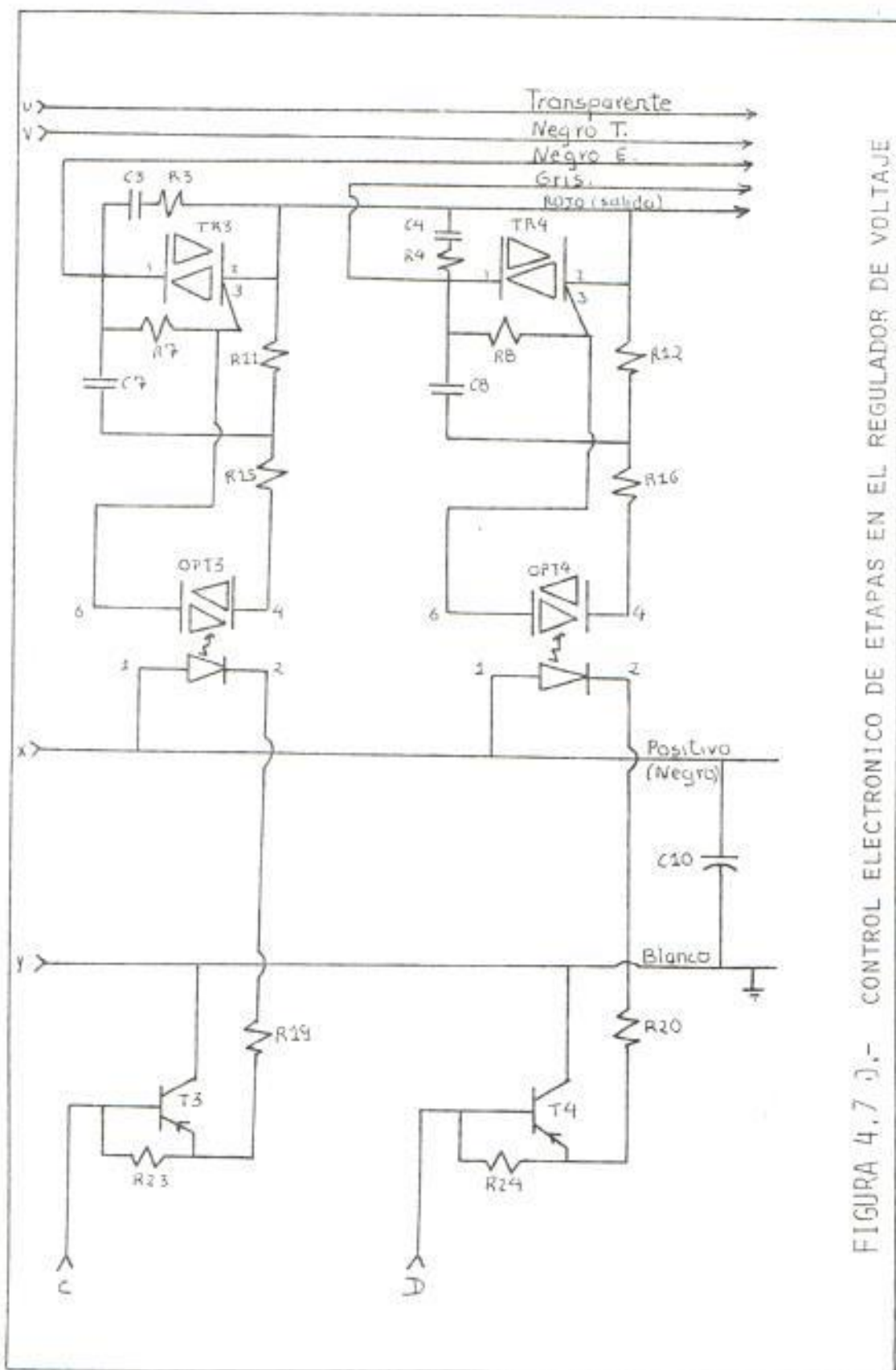


FIGURA 4.7 J.- CONTROL ELECTRONICO DE ETAPAS EN EL REGULADOR DE VOLTAJE

105	cuando	$10 < V_i < 11$
95	cuando	$8 < V_i < 10$

Cada vez que se activa una salida de los comparadores de ventana estos mandan a saturación a los transistores que le corresponden, activando los optoaisladores los cuales envían el pulso que encenderá el triac permitiendo el ingreso de las etapas del autotransformador correspondiente.

Durante el cebado, la zona de conducción se reduce a una parte del cátodo vecinal al electrodo de mando. Si el circuito externo impone durante esta fase un crecimiento rápido de la intensidad, la densidad de corriente en la zona de cebado puede alcanzar un valor importante.

Paralelamente, el descenso de la caída de tensión - en el tiristor, durante la conmutación del estado - bloqueado al de conducción, no se efectúa en forma instantánea. Por consiguiente, habrá momentos en que presente simultáneamente valores elevados de corriente y de tensión. En función de estos dos parámetros la potencia instantánea podría alcanzar valores muy altos, la energía disipada en un volumen reducido daría lugar entonces a un calentamiento con-

siderable que de alcanzar el límite térmico crítico, destruirá la zona conductora por fusión del silicio, es la destrucción por di/dt ; este también depende de las condiciones de puerta. El convenio consiste generalmente en alimentar la puerta a 20 V con un resistor en serie de 20Ω (o en hacer I_G algunas veces mayor que la I_G mínima de cebado).

Si hay un riesgo de aparición de di/dt elevadas será necesario asegurarse del rápido establecimiento a un valor suficientemente alto de corriente de puerta de cebado. Si se presentara el caso en que la di/dt pudiese llegar a sobrepasar el valor límite indicado por el fabricante, se podría proteger el tiristor añadiendo una pequeña inductancia en serie. Lo mejor parece ser el uso de una inductancia saturable. Mientras no está saturada, la inductancia deja pasar solo una intensidad reducida de corriente, una vez saturada, se convierte en corto circuito. En definitiva, lo que se consigue es retardar el establecimiento de la corriente principal. El tiristor, tras este retardo, disipa una potencia menos importante ya que la superficie conductora es mayor, con lo que podrá aceptar valores más altos de energía.

Una velocidad excesiva de crecimiento de la tensión aplicada entre ánodo y cátodo (es la dv/dt) amenaza con provocar el cebado del tiristor bloqueado, en ausencia de señal de puerta. Este fenómeno se debe a la capacidad interna del tiristor que se carga con una corriente $i = c' dv/dt$ la cual, si dv/dt es grande, puede ser suficiente para lograr el cebado.

La dv/dt admisible varía considerablemente con la temperatura, generalmente, aumenta con todo lo que tiende a dificultar el cebado. Así, por ejemplo, la introducción de un resistor en paralelo con la puerta, que reduce la sensibilidad del tiristor, mejora la relación dv/dt . Gracias a la tecnología "Emisor cortocircuitado" se fabrican actualmente tiristores que soportan 500 V/us.

Por otra parte, la dv/dt , al crear una corriente capacitiva aplicada a la puerta actúa sobre el tiempo de cebado t_d del tiristor, que varía mucho cuando la corriente de cebado es muy débil. Por ello, la dv/dt que soporta el tiristor depende de la tensión final del ánodo: un determinado tiristor que no admita más que 50 v/us para una tensión final de 500V admitirá 100v/us cuando la tensión final sea de 300v.

El método usado para calcular la red RC de protección es el de la RCA. Los valores de R y C se obtienen en función de la corriente I en la carga (en amperios eficaces) y de la dv/dt admisible, para distintos valores de la tensión de cresta, a partir del esquema de la Figura 4.8, las rectas de trazo lleno se refieren al condensador C y las de trazo discontinuo al resistor R. Para utilizar el ábaco, basta elegir el diagrama correspondiente a la tensión deseada y proceder como sigue:

- a) Trazar una vertical a partir del valor nominal previsto de corriente;
- b) Anotar la intersección de esta vertical con la recta oblicua de la dv/dt admisible en trazo lleno, obteniendo en ordenadas, en la escala de la izquierda, el valor de C en microfaradios.
- c) Anotar la intersección con la recta de dv/dt a trazo discontinuo leyendo el valor de R en ohmios en la escala de la derecha.

Para nuestro caso, el valor del voltaje es de 120 voltios (200 V. de cresta); en el ábaco encontramos para un valor de corriente de 10 amperios efi-

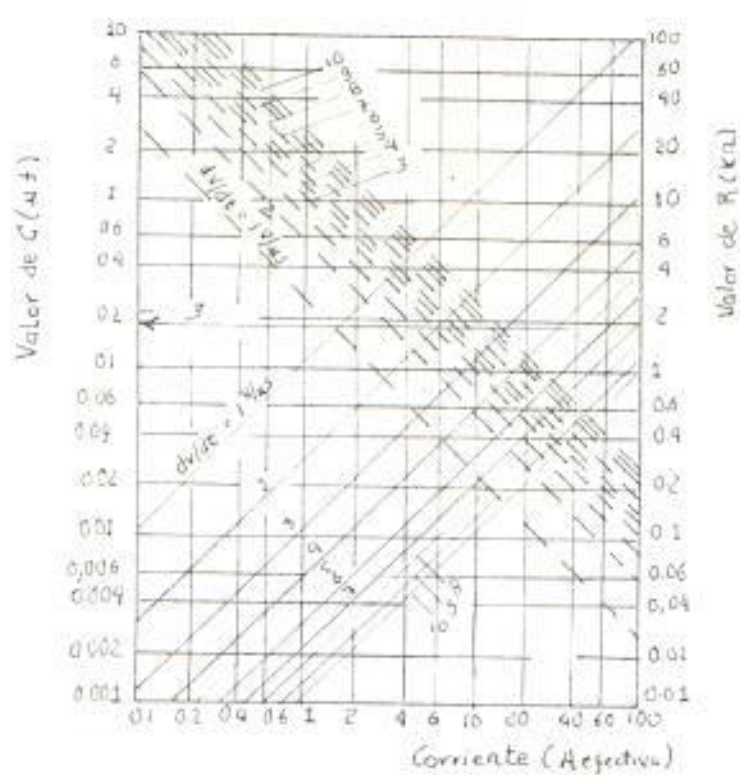


Fig. 4.8. Abaco para el cálculo de la Red R.C.

caces una resistencia $R = 0,1 \Omega$ y una capacitancia $C = 0,1 \mu f$.

Para la elección de los optoaisladores se empleó los del tipo optotriac, específicamente el ECG 3049 cuyas características son: un voltaje de aislamiento de 7500 voltios; o sea que puede aislar el circuito de control del de fuerza en ese valor; soporta hasta un máximo de 330 milivatios; el led encargado de enviar la señal soporta una corriente de 50 miliamperios; su elección se hizo en base a las características necesarias de disparo de los triacs.

4.3 CONSTRUCCION DEL ESTABILIZADOR DE VOLTAJE Y OPTIMIZACION DEL MISMO.-

Dos partes son básicas dentro del proceso de construcción del estabilizador de voltaje, la una es el auto-transformador y la otra la sección de selección electrónica de etapas.

Para la construcción del autotransformador se utilizan los siguientes materiales:

Un núcleo de acero-silicio-níquel de 9,5 x 11,4 x 4,5 cms.

Dos libras de alambre AWG # 20

Dos libras de alambre AWG # 18

Un pliego de papel encerado

Un pliego de cartulina plástica

Un taco de madera de 4,5 x 3,8 x 5,5 cms.

Un cuarto de litro de laca

El proceso de construcción del autotransformador es el mismo que el detallado en el capítulo tres para el caso del transformador, sólo que este requiere salidas desde los puntos que corresponden a las etapas de selección del autotransformador, estas salidas se numeran y corresponderán a cada paso que el sistema accionará cuando suceda una subida o bajada de voltaje.

En la parte que corresponde a la sección electrónica se utilizará la siguiente lista de materiales.

Nº UNIDADES	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
3	Amplificador operacional	ECG997	AP ₁ , AP ₂ AP ₃
8	Condensadores 0,1 UF		C ₁ , C ₂ , C ₃ C ₄ , C ₅ , C ₆ C ₇ , C ₈
3	Amplificador operacional	ECG997	AP ₁ , AP ₂ AP ₃
1	Resistencia 1/2 Kohmio 1/2 watio.		R ₂₅
2	Resistencia 1 Kohmio 1/2 watio.		R ₃₄
8	Resistencias 5 Kohmio, 1/2 watio.		R ₂₆ , R ₂₈ , R ₃₀ , R ₃₂ R ₃₃
2	Resistencias 1.8 Kohmio 1/2 watio.		R ₃₆
2	Resistencia 2.5 Kohmio 1/2 watio.		R ₃₈
1	Resistencia 4,4 Kohmios 1/2 watio.		R ₄₀
1	Resistencia 1,0 Kohmio 1/2 watio.		R ₄₁

Nº UNIDADES	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
1	Resistencia 10Kohmios, 1/2 vatio.		R ₄₂
1	Resistencia 15Kohmios, 1/2 vatio.		R ₄₃
1	Resistencia 82Kohmios, 1/2 vatio.		R ₄₄
1	Resistencia 50Kohmios, 1/2 vatio.		R ₄₅
1	Resistencia 27Kohmios, 1/2 vatio.		R ₄₆
1	Diodo 200 Miliamp. Germanio.	ECG#110A	D ₁
1	Diodo Zener 15 volt. 5 vatios.	ECG5130A	DZ ₁
1	Potenci6metro 10 Kohmios, 1/2 vatio.		PT ₁
1	Condensador 25 volt. 470 Uf.		C ₁
1	Condensador 25 volt. 100Uf.		C ₂
1	Placa de circuito impre so.		

Nº UNIDADES	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
3	Metros de cable # 10		
4	Soportes para fijar las placas de circuito impreso.		

El proceso de fabricación del circuito impreso, se realiza primero buscando la mejor distribución de cada uno de los componentes que conforman el diseño de control; hecho esto se dibujan todos los caminos que unen los elementos como indica la Figura 4.9, y se saca una fotografía del mismo, con el negativo de la foto tomada se realiza un proceso de foto-sensibilización; en el cual se toma la placa de circuito impreso y se le sumerge en un sensibilizador denominado "Sangre de dragón" utilizado en el arte de foto mecánica, luego se saca la placa y se coloca el negativo de la fotografía encima de él, se lo expone a la luz ultravioleta, con lo que todo lo que no ha sido expuesto a la luz se desprende y lo que no permanece fijo a la placa de bakelita de esta manera queda hecho el circuito impreso, lo que se realiza a continuación es perforar los huecos donde irán colocados cada uno de los elementos del diseño del control.

Nº UNIDADES	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
4	Triacs 10 Amps, 400 Vrm	ECG5568	TR ₁ , TR ₂ TR ₃ , TR ₄
4	Optoaisladores configuración de triac.	ECG3048	OPT ₁ , OPT ₂ OPT ₃ , OPT ₄
4	Transistores PNP, Silicio.	2N2904	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄
4	Resistencias 0,1 ohmio 1/2 watio.		R ₁ , R ₂ , R ₃ , R ₄
4	Resistencias 390 ohmios 1/2 watio.		R ₅ , R ₆ , R ₇ , R ₈
4	Resistencias 820 ohmios 1/2 watio.		R ₉ , R ₁₀ R ₁₁ , R ₁₂
4	Resistencias 1900 ohmios 1/2 watio.		R ₁₃ , R ₁₄ R ₁₅ , R ₁₆
4	Resistencias 1 Kohmio, 1/2 watio.		R ₁₇ , R ₁₈ R ₁₉ , R ₂₀
4	Resistencias 4,30 Kohmios 1/2 watio.		R ₂₁ , R ₂₂ R ₂₃ , R ₂₄
8	Condensadores 0,1uf, 600 Vdc.		C ₁ , C ₂ , C ₃ C ₄ , C ₅ , C ₆ C ₇ , C ₈

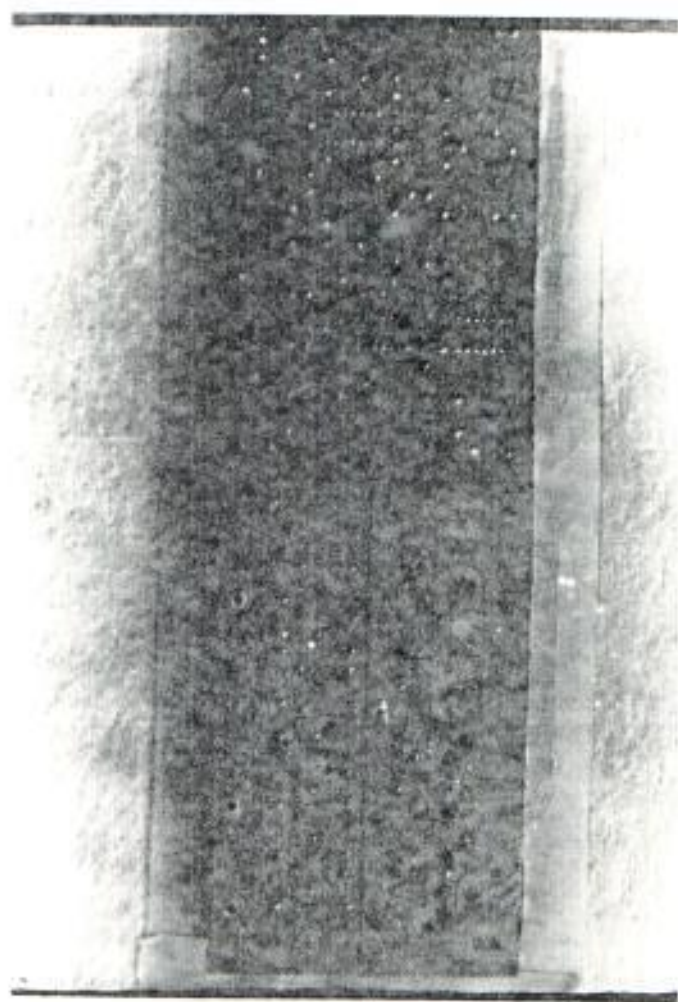


FIGURA 4.5.- VISTA POSTERIOR DEL CIRCUITO IMPRESO

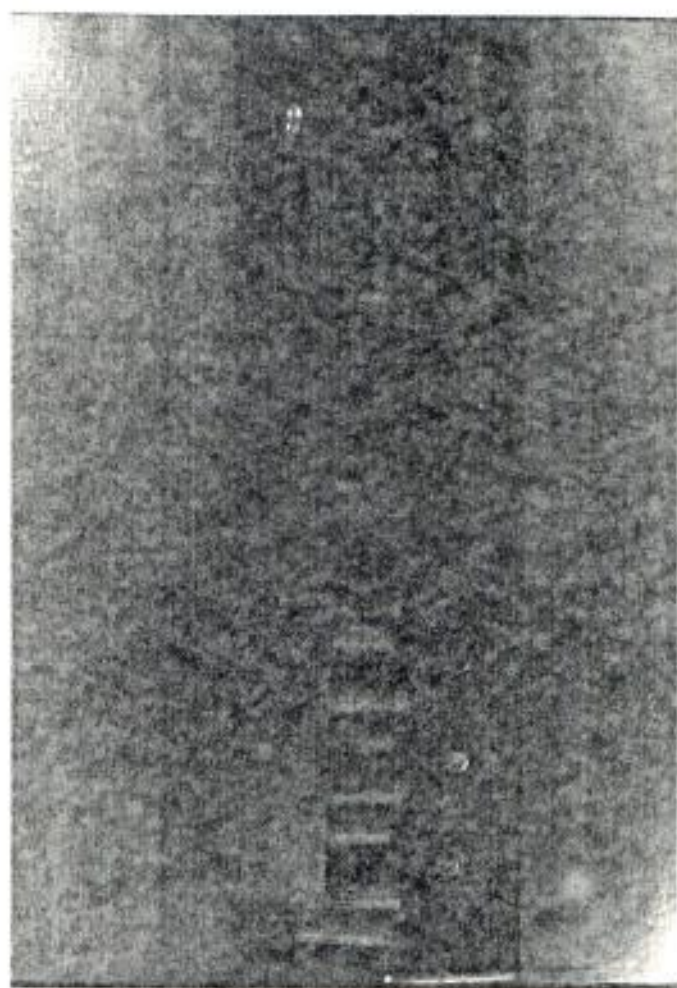


FIGURA 4, D.- VISTA FRONTAL DEL CIRCUITO IMPRESO

CAPITULO V

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SUPRESORES DE INTERFERENCIAS Y TRANSIENTES

5.1 ANALISIS DE COSTOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SUPRESORES.

Los tipos de filtros que existen en el mercado para bajas potencias son los "ISOBAR" producidos por "TRIPP-LITE", y los "PLOTTER" vendidos por "DATA-SAVE", las dos firmas venden filtros del tipo común y del modo transverso; los de modo común protegen al sistema contra transientes e interferencias entre neutro y tierra; y el de modo transverso protege a la línea con respecto a tierra; el costo de los "ISOBAR" es un 200% mayor que los plotter; debido al uso de mayores etapas de filtrado; diseñaremos el del tipo "plotter".

5.2 DISEÑO DE UN MODELO OPTIMO Y DE BAJO COSTO DE FABRICACION.-

La forma circuital del filtro pasa-bajo está representado en la Figura 5.1; el mismo que estará colocado a la salida del regulador de voltaje.

El condensador C_1 a la entrada del filtro queda en paralelo con todo el equipo de regulación y a la vez con la línea A.C. del sistema de red eléctrica; la impedancia del condensador es $X_C = 1/j\omega C$, al asumir un valor de $0,005 \mu F$ para este condensador, observamos que al aumentar la frecuencia, la impedancia X_C del condensador disminuye, hasta casi convertirse en un corto para frecuencias del orden de los MHz, con lo que se impide el ingreso de estas señales de ruido introducidas por equipos o máquinas en los alrededores. Si aún se requiere mayor protección se coloca en serie una inductancia L_1 , la misma que tiene una impedancia $X_L = j\omega L$, si se asume una inductancia de valor $L_1 = 8 \mu H$ observamos que a medida que aumenta la frecuencia de ingreso la impedancia se hace más grande hasta adquirir las características de un circuito abierto, con lo que se limita el ingreso de estas armónicas. Para obtener un filtro eficiente se coloca a la salida un condensador C_2 , que tiene los mismos objetivos que el condensador C_1 y los mismos valores también.

Para el diseño del inductor usaremos la fórmula del toroide la cual es:

$$L(\mu H) = \frac{a^2 N^2}{9a + 10b + 15c} \quad (5.1)$$

b = Largo de la bobina (pulgadas)

c = Espesor de la bobina (pulgadas)

N = Número de vueltas

D = Diámetro externo de la bobina

d = Diámetro interno de la bobina

$$a = \frac{D \times d}{2} \quad (5.2)$$

De la figura 5.2.B tenemos que b = 1 pulgadas; c = 0,165 pulgadas; d = 0,26 pulgadas y tomando el valor asumido de $L_I = 8\mu H$, calculamos el número de vueltas de la bobina:

$$N^2 = \frac{L(\mu H) (9a + 10b + 15c)}{a^2} \quad (5.3)$$

$$N^2 = \frac{8(\mu H) \quad 9(0.2) + 10(2) + 15(0.165)}{(0.2)^2}$$

$$N = 69 \text{ vueltas}$$

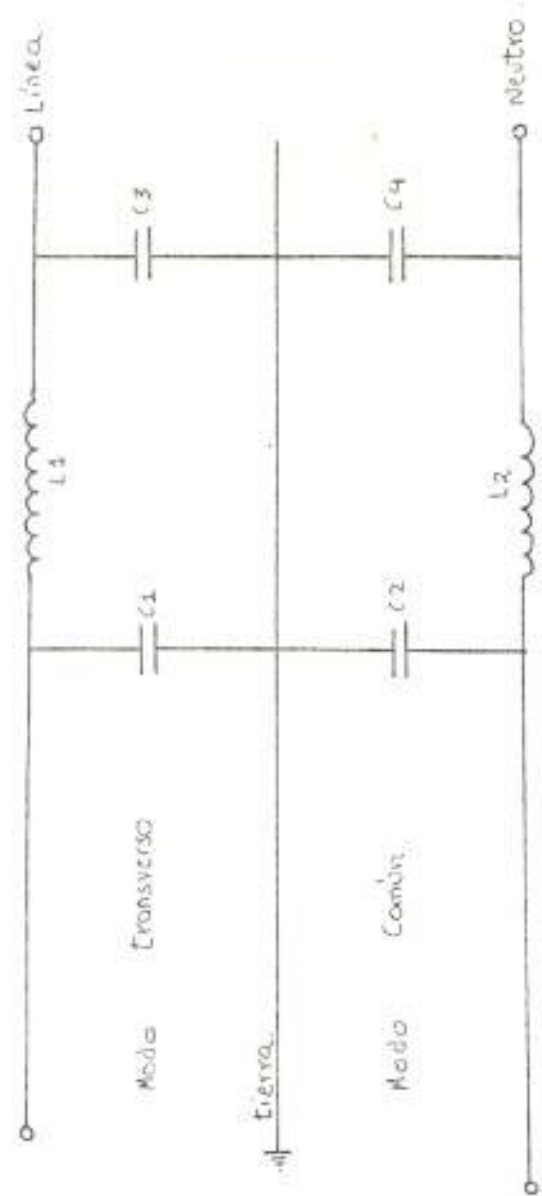


FIGURA 5.1.- SUPRESORES DE MODO COMUN Y MODO TRANSVERSO



5.2.A.- CODIGO Y VALORES DE LOS FILTROS.

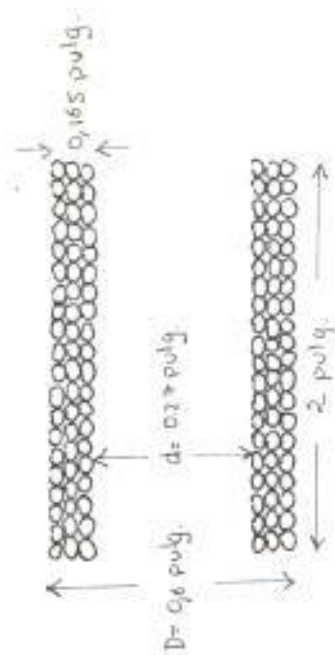


FIGURA 5.2.B.- MEDIDAS DE LA BOBINA DEL INDUCTOR PARA EL FILTRO

5.3 CONSTRUCCION Y PRUEBAS DE UN SUPRESOR COMPLETO PARA TRANSIENTES E INTERFERENCIAS.-

En el supresor para su construcción se usarán dos condensadores y una bobina; de los cálculos anteriores hemos deducido el tamaño de la bobina que será de 2 pulgadas de longitud; 0,27 pulgadas de diámetro interno y 0,67 pulgadas de diámetro externo; como tendrá que soportar una carga promedio de 6 amperios usaremos un alambre AWG # 22, luego haremos tres capas de 23 vueltas dándole la forma de un cilindro hueco. Los condensadores son de 0,005 μ F; con un voltaje máximo de tensión de 1 Kvoltio para soportar transientes de este valor. Los condensadores y la bobina se instalan en una caja sellada. La lista de materiales es la siguiente:

N° UNIDAD	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
1/2 libra	alamre AWG #22		L1, L2
2	condensadores 0,005 μ F 1Kvolt.		C1, C2

Una vista del supresor de transientes e interferencias se observa en la Figura 5.3.



FIGURA 5.3.- VISTA POSTERIOR DEL FILTRO

CAPITULO VI

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES MODELOS DE TRANSFERENCIA DE ENERGIA, ENTRE LA LINEA COMERCIAL Y EL INVERSOR

6.1 ANALISIS DE COSTOS DE LOS DIFERENTES MODELOS DE TRANSFERENCIA.-

Los modelos de transferencia se pueden considerar de dos tipos; los estáticos (tiristores); y los de contactores que son los más usados en el mercado.

Los sistemas de transferencia estáticos son los más costosos, exceden en un valor de más del 60% con respecto a los contactores; además los de tiristores están más expuestos a destruirse, debido a que tienen que soportar variaciones bruscas de corriente, esto hace que el di/dt sea bastante grande; que es lo que incrementa el costo; además los sistemas de disparo de los tiristores son más complejos. El sistema que usará será el de contactores, el cual se accionará cuando el voltaje de línea de carga baje a 80 Vrms, ingresando de esta manera el inversor.

Si la línea regresa y el inversor aún está funcionando, el sistema esperará 10 segundos antes de ingresar nuevamente la línea, esto es con la finalidad de proteger el equipo.

6.2 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA ENTRE LINEA E INVERSOR.-

El circuito realiza la transferencia en 4 m seg, lo que equivale a 1/4 de ciclo; el circuito detecta la variación de voltaje a través de un transformador de 120/12 V, lo que eleva a la entrada inversora. En la entrada positiva está el valor de referencia, fijado a un valor que corresponde a 80 Vrms; si la línea está sobre los 80 Vrms, la salida del comparador se hace positiva manteniendo activado el relé que mantiene alimentada la carga a través de la línea. Se baja la línea de 80 Vrms, el circuito se hace cero a la salida del comparador, y el relé pasa a la línea inversora. Si durante el funcionamiento del inversor regresa la línea, el comparador pasará al estado de saturación negativa, desactivando el transistor, pero este transistor tiene un circuito RC en la base que impide que el mismo entre al estado de corte inmediatamente; éste se regula para

que lo mantenga durante 10 seg, antes de inactivar el relé y pasar a la línea. El diagrama circuita se muestra en la Figura 6.1, y el circuito construido en la Figura 6.2. Los oscilogramas de transferencia pueden observarse en la Figura 6.3.A y 6.3.B, en dos instantes diferentes.

La siguiente es la lista de materiales a ser usado:

Nº UNIDADES	DESCRIPCION	CODIGO	SIMBOLO
	Resistencia, 200ohms 2 vatios		R1, R2
1	Resistencia, 1900 ohms		R3
1	Condensador; 0,1 uf 25 volts.		C1
1	Condensador; 100 uf 25 volts.		C2
1	Potenciómetro, 10K ohms 2 vatios.		Pt1
2	Diodos Zener, 15 volts. 1 Amp.	ECG 145A	DZ1, DZ2
1	Puente rectificador 1 Amp.	ECG 5332	PR1
1	Amplificador operacio- nal.	ECG 941	OP1
1	Relé, 13 Amps, 120 VAC 24 Vdc.		A

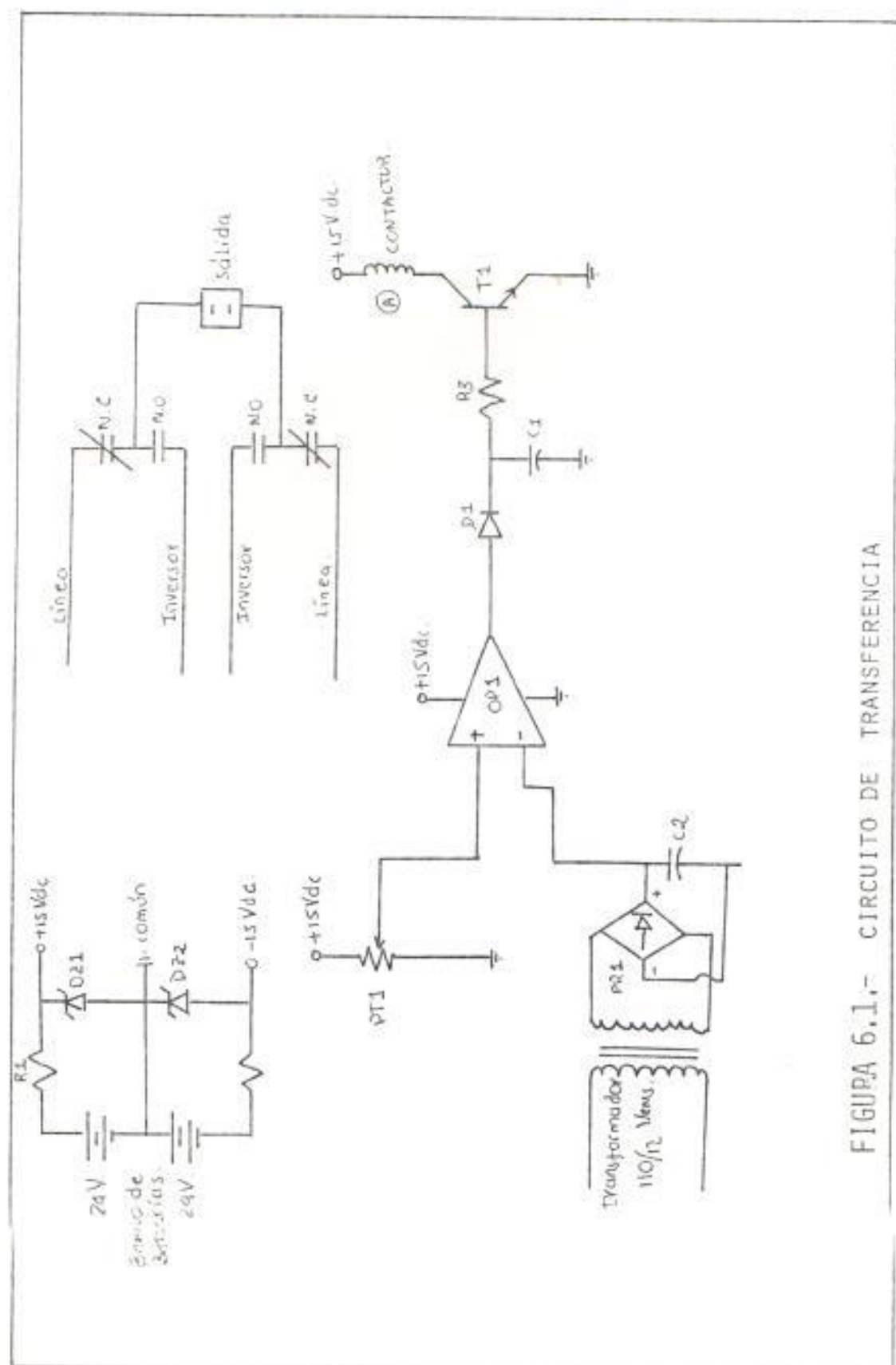


FIGURA 6.1.- CIRCUITO DE TRANSFERENCIA

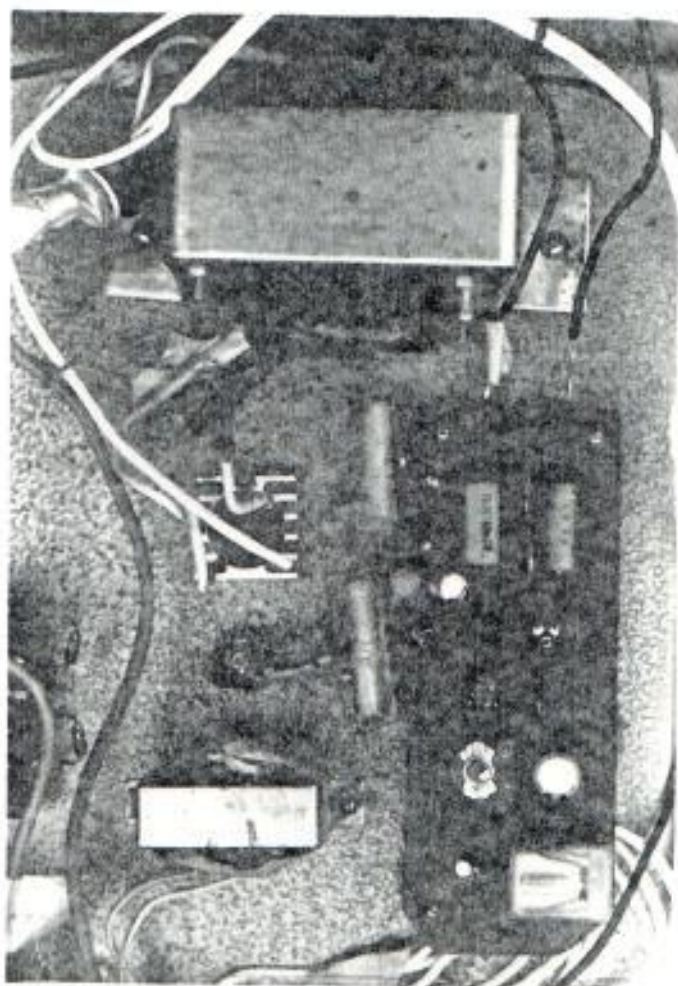
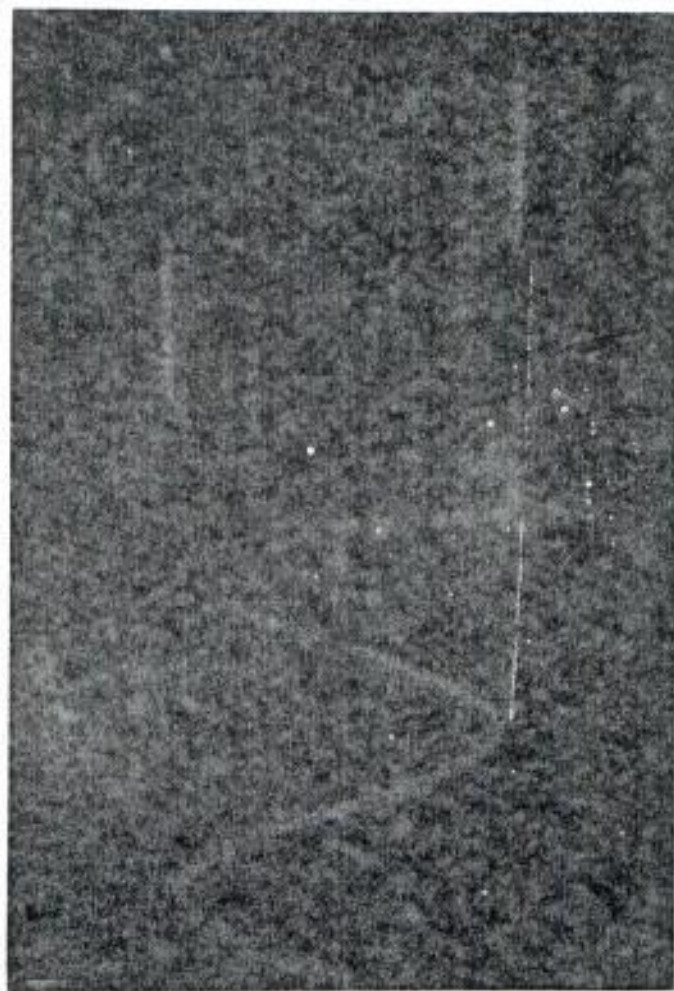


FIGURA 6.2.- VISTA SUPERIOR DEL CIRCUITO DE TRANSFERENCIA.



100 Voltios / División , 5 mseg / división

FIGURA 6.3.A.- OSCILOGRAMA DEL INSTANTE DE TRANSFERENCIA



100 Voltios/división, 5 mseg/división

FIGURA 6.3.3.B.- OSCILOGRAMA DEL INSTANTE DE TRANSFERENCIA

CAPITULO VII

MONITOREO DEL SISTEMA

- 7.1 ESTUDIO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE MONITORES, COMO AYUDA AL USUARIO PARA ADVERTIRLES DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, TALES COMO; ALARMAS AUDIBLES, LUCES PILOTOS, ETC.

Los diversos tipos de equipos tienen, todos ellos sistemas de advertencia para indicar si el equipo está encendido, si está trabajando la línea o el inversor, si las baterías están cargadas o descargadas; además tienen una alarma audible para indicar que ha habido una baja de tensión o pérdida de línea.

- 7.2 DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE MONITOREO.-

Para nuestro equipo es suficiente con indicar la transferencia de línea a inversor, a través de focos pilotos, con sistema de encendido de todo el

equipo, con sus respectivos fusibles de protección y además una botonera que active y desactive la alarma indicadora de transferencia.

El circuito del sistema de monitoreo y alarmas se muestra en la Figura 7.1, y una vista frontal del mismo en la Figura 7.2.

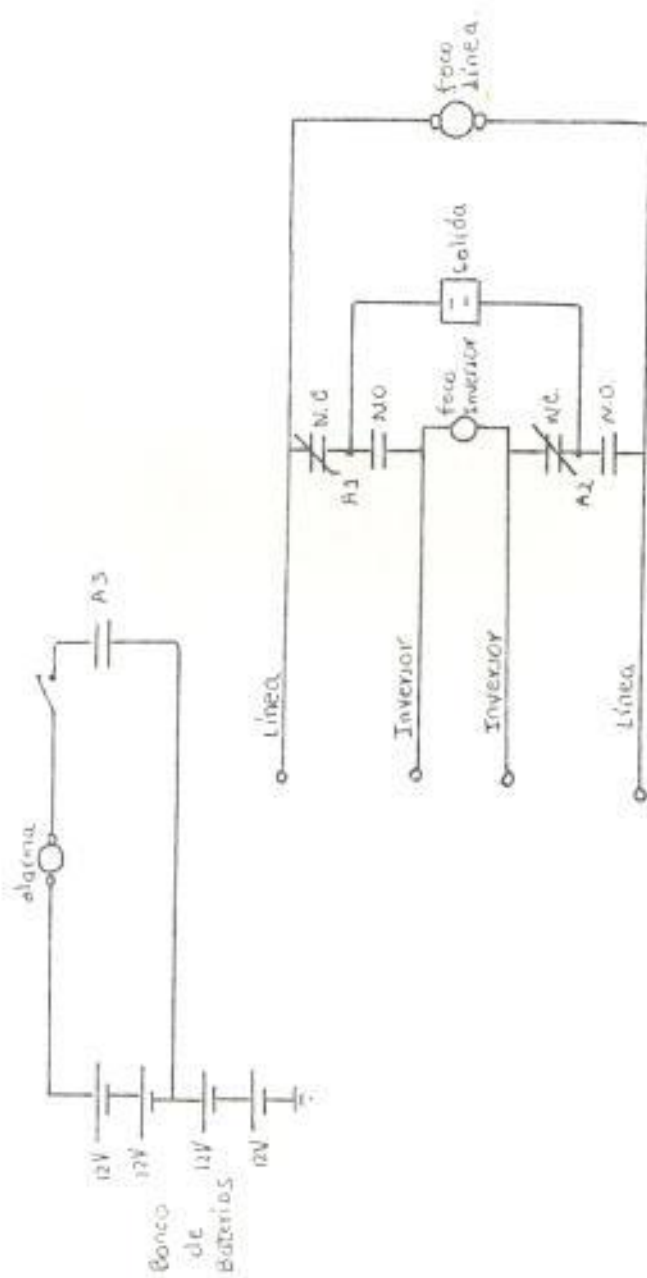


FIGURA 7.1.1.- SISTEMA DE MONITOREO Y ALARMAS

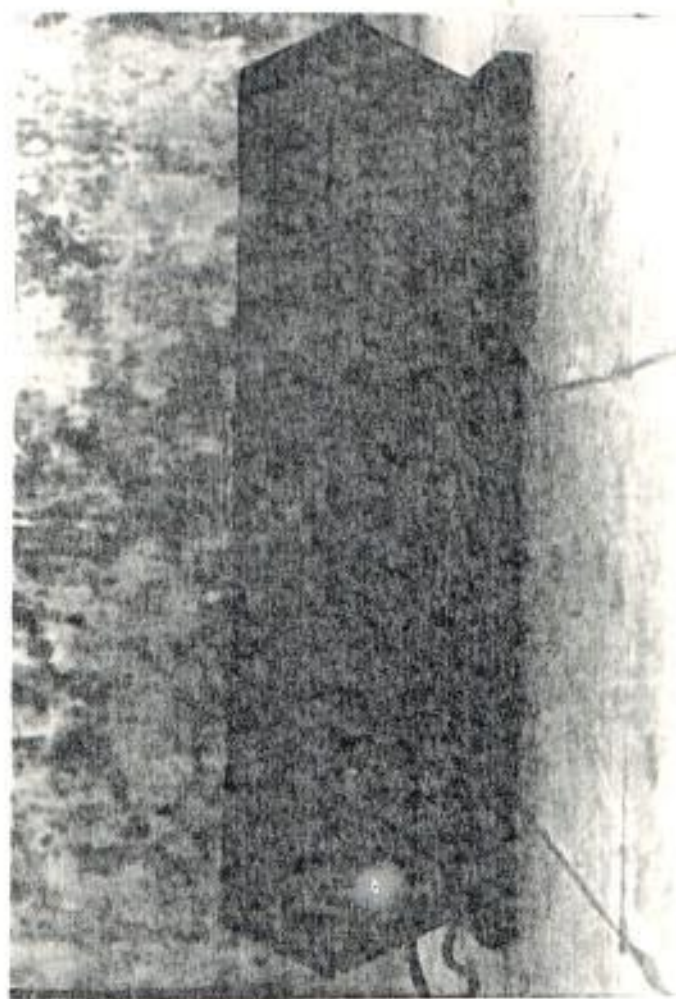


FIGURA 7.2.- VISTA FRONTAL DEL SISTEMA DE MONITOREO

CAPITULO VIII

ENSAMBLAJE COMPLETO DE TODAS LAS ETAPAS Y PRUEBAS DEL MISMO

B.1 ANALISIS DEL COSTO DE TODO EL EQUIPO Y OPTIMIZACION DEL MISMO.-

El costo total del equipo, lo analizaré sección por sección, refiriéndome al precio de las partes más importantes en cada sección:

INVERSOR:

Transformador - núcleo - cobre	S/.	5.000,00 sucres
Transistores - disipador	"	4.000,00 sucres
Cables - terminales	"	500,00 sucres
		<hr/>
TOTAL	S/.	10.500,00 sucres

REGULADOR DE VOLTAJE:

Autotransformador - núcleo-cobre	S/.	8.000,00 sucres
----------------------------------	-----	-----------------

Control	S/.	9.000,00 sucres
---------	-----	-----------------

TOTAL	S/.	17.000,00 sucres
-------	-----	------------------

FILTROS:

Modo común	S/.	4.000,00 sucres
------------	-----	-----------------

Modo transverso	"	4.000,00 sucres
-----------------	---	-----------------

TOTAL	S/.	8.000,00 sucres
-------	-----	-----------------

TRANSFERENCIA:

Relé	S/.	3.000,00 sucres
------	-----	-----------------

Control	"	5.000,00 sucres
---------	---	-----------------

TOTAL	S/.	8.000,00 sucres
-------	-----	-----------------

CARGADOR DE BATERIAS:

Transformador	S/.	4.000,00 sucres
---------------	-----	-----------------

Control	"	5.000,00 sucres
---------	---	-----------------

TOTAL	S/.	9.000,00 sucres
-------	-----	-----------------

BATERIAS:

4 baterías	S/.	26.000,00 sucres
------------	-----	------------------

TOTAL	S/.	26.000,00 sucres
-------	-----	------------------

MONITOREO:

Luces pilotos	S/.	2.000,00 sucres
Botonera	"	4.000,00 sucres
Enchufes	"	800,00 sucres
Cordón	"	500,00 sucres
		<hr/>
TOTAL	S/.	7.300,00 sucres

CAJA:

Lámina 1/32"	S/.	10.000,00 sucres
Mano de obra	"	6.000,00 sucres
		<hr/>
TOTAL	S/.	16.000,00 sucres

Inversor	S/.	10.000,00 sucres
Regulador de voltaje	"	17.500,00 sucres
Filtros	"	8.000,00 sucres
Transferencia	"	7.000,00 sucres
Cargador de baterías	"	9.000,00 sucres
Baterías	"	26.000,00 sucres
Monitoreo	"	7.300,00 sucres
Caja	"	16.000,00 sucres
		<hr/>
COSTO TOTAL	S/.	101.300,00 sucres
		=====

En el costo total del equipo no he incluido to

das las pérdidas por pruebas, lo cual hace aumentar el costo del prototipo; pero si se desean producir en serie se rebajarían los costos, y ya no se incluirían pérdidas por pruebas, además se optimizará el equipo utilizando un solo transformador para el regulador, para el inversor y para el cargador; además esto reducirá el tamaño total del equipo.

El equipo, en comparación con el más barato del mercado, el "TRIPP-LITE", es mucho más económico; el costo se reduce en aproximadamente un 155%, y en comparación con el resto de los equipos en un 400%; por lo que si es rentable producir el equipo.

Las medidas de la caja son:

Largo	70 ctms.
Ancho	75 ctms.
Alto	20 ctms.

Esto se indica en la Figura 8.1. En la Figura 8.2, se muestra una vista superior de la caja y en la Figura 8.3, una vista lateral interna de la misma.

El peso es de 80 libras.

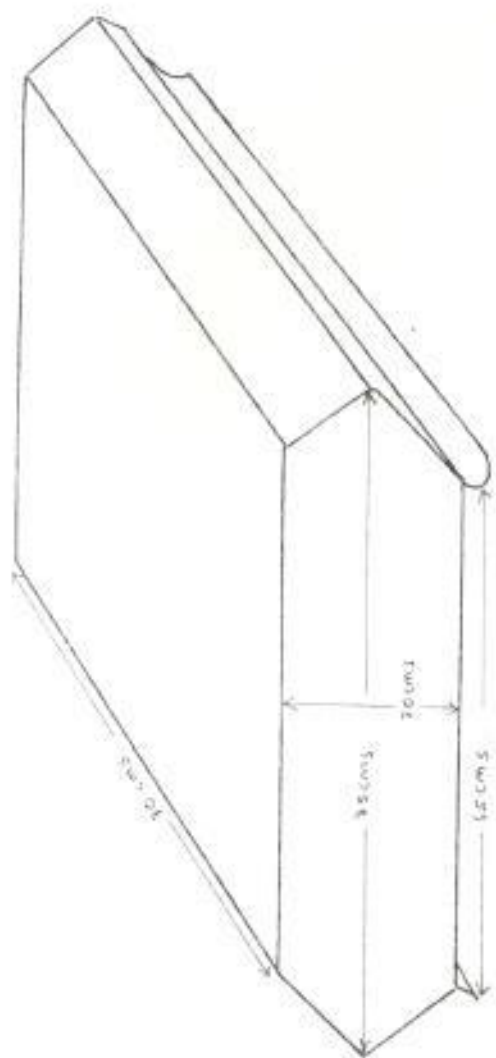


FIGURA 8.1.1.- MEDIDAS DE LA CAJA DE LA FUENTE DE EMERGENCIA

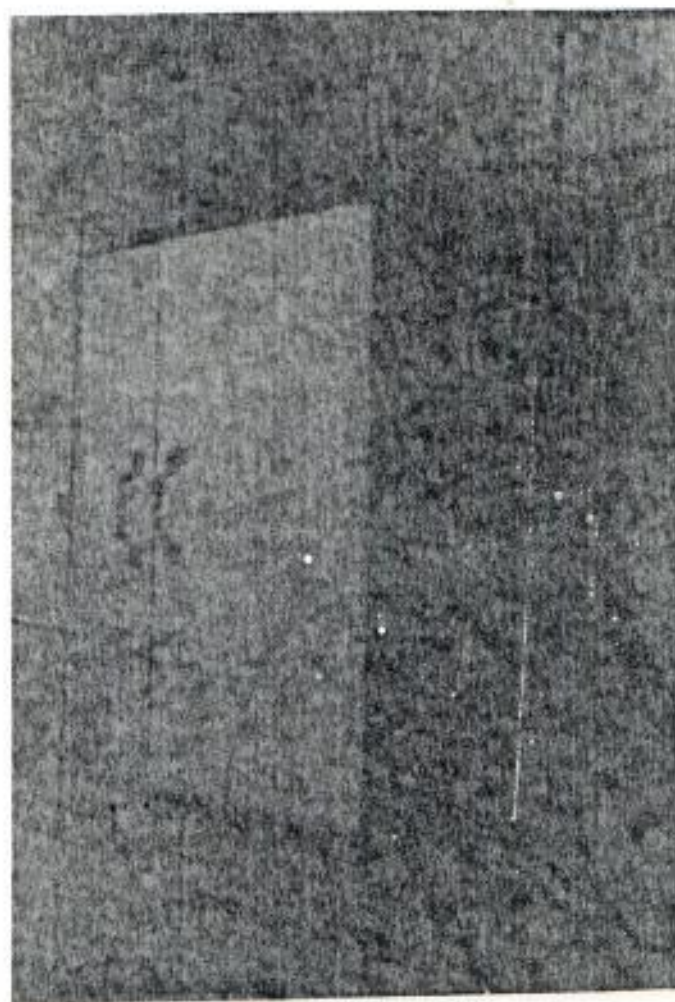


FIGURA 8.2.- VISTA SUPERIOR DE LA CAJA DE LA FUENTE DE EMERGENCIA

Lav. No. _____

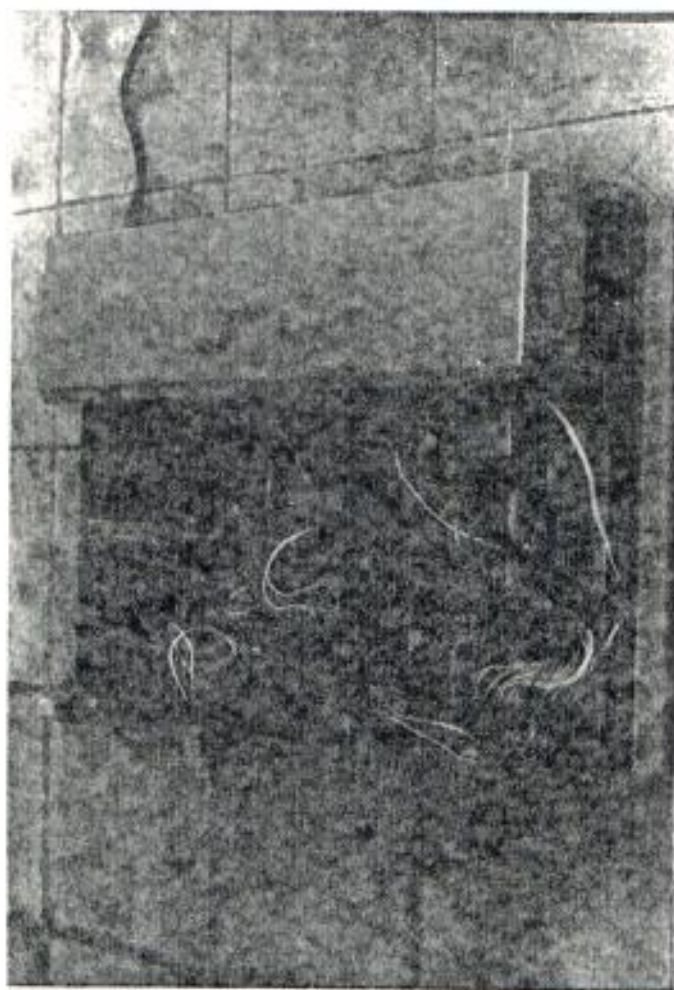


FIGURA 8.3.- VISTA LATERAL INTERNA DE LA CAJA DE LA FUENTE DE EMERGENCIA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De todo el trabajo realizado anteriormente se sacan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Aunque el trabajo es bastante extenso, he tratado de integrar los principales aspectos de cada parte del equipo en su capítulo correspondiente.
2. Uno de los principales inconvenientes fue el aspecto económico, debido a que el proyecto requiere bastante material y tiempo como para solventarlo un solo estudiante, además siendo un proyecto el costo del equipo se duplicó debido a las pruebas en las que como es normal se pierden muchos elementos por fallas técnicas y humanas. Así y todo los gastos realizados, el equipo construido es mucho más económico que los existentes en el mercado.
3. Otro de los inconvenientes es la dificultad para obtener información técnica (no publicitaria) de las fuentes de emergencia; parte del equipo es desa-

rollado en base a las características, dadas por los vendedores, que al ser comparadas con diseños existentes en libros e informes de tipo técnico - dió los resultados deseados.

4. Por lo anteriormente expuesto se recomienda que - para reducir el costo del equipo se utilice un solo transformador tanto para la parte de regulación, como para el inversor y para el cargador de baterías, reduciendo de esta manera el tamaño y peso del equipo.
5. Para la parte de control, de regulación, del cargador de baterías y de monitoreo se podría realizar todo bajo un solo diseño digital, reduciendo de esta manera el tamaño del equipo.

B I B L I O G R A F I A

1. DEBOO J. GORDON AND BURROOS N. CLIFFORD, Circuitos Integrados y Dispositivos Semiconductores, Mc Graw-Hill, España, 1977.
2. Departamento Técnico de la DIVISION ESTADO SOLIDO - DE RCA, Circuitos de Potencia de Estado Sólido Manual para Projectistas, ARBO S.A.C, Argentina, 1978.
3. DEWAN B.S. AND STRAUGHEN A, Power Semiconductor Circuits, Johnh Willey & Son, U.S.A., 1975.
4. DRISCOLL F. FREDERICK, Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits, Prentice-Hall, New Jersey, 1982.
5. ECG, Semiconductors Master Replacement Guide, U.S.A 1985.
6. FOX HARRY, Master OP-AMP Applicatinnns handbool, Mc Graw-Hill, España, 1984.

7. GENERAL ELECTRIC, Semiconductor Data Handbook, General Electric Company Semiconductor Products Department, New York, 1977.
8. GUALDA J. AND MARTINEZ GARCIA, Inversor con Transistores Distintas Soluciones y Electrónica Industrial, U.S.A. 1983.
9. KILGENSTEIN OPMAR, Fuentes de Alimentación Electrónica, Mc-Graw-Hill, Barcelona, 1984.
10. LILEN H. Tiristores y Triacs, Marcombo S.A., Barcelona, 1981.
11. LOWDON ERIC, Practical Transformer Design Handbook Howard W. Sams & Co., Inc, Indiana, 1981.
12. MALONEY J. TIMOTHY, Electrónica Industrial Dispositivos y Sistemas, Prantice-Hall. International y Englewood Cliff, N.J. 1979.
13. RCA SOLID STATE, Thyristor and Rectifier Manual , RCA Corporation, New Jersey, 1975.
14. SCHILLING L. DONALD AND BELOVE CHARLES, Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados, Mc Graw-Hill, New York, 1968.

15. SISKYND, S. CHARLES, Electrical Control Systems in Industry, John Wiley & Son, U.S.A., 1975.