

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Tecnologías**



**Programa de Tecnologías Eléctrica Electrónica**

**Y Telecomunicaciones**

**(PROTEL)**

**Proyecto de Graduación**

**“Diagnóstico y Reparación de Generadores de Función para laboratorios de la  
Unidad Académica (Protel)”**

**INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**Previa a la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECATRÓNICA**

**Presentado por**

**Álvaro Macías Sellán**

**Guayaquil – Ecuador**

**2012-2013**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Tecnologías**



**Programa de Tecnologías Eléctrica Electrónica**

**Y Telecomunicaciones**

**(PROTEL)**

**Proyecto de Graduación**

**“Diagnóstico y Reparación de Generadores de Función para laboratorios de la  
Unidad Académica (Protel)”**

**INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**Previa a la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECATRÓNICA**

**Presentado por  
Álvaro Macías Sellán**

**Guayaquil – Ecuador  
2012-2013**

## AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradeciendo a mi familia por su apoyo total e incondicional durante toda mi época de estudios, a mi madre quien fue quien vio en mi destreza en campos tecnológicos y me inculco para el estudio de aquellos.

Agradezco al Máster Eloy Moncayo y demás miembros de mi tribunal de tesis, por brindarme su tan valioso tiempo, por su apoyo incondicional en todo momento, por toda su entrega y paciencia gastada en mí, por su excelente orientación, dirección y todos aquellos consejos que me permitieron alcanzar los objetivos de esta tesis.

En general, agradezco a quienes de alguna manera contribuyeron a facilitarme acceso a la información requerida para alcanzar los objetivos trazados.

Pero sobre todo, le agradezco a Dios ya que sin él nada es posible.

*Alvaro*

## DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo, sacrificio, dedicación y empeño plasmado en esta tesis está dedicado a mi familia y a todas las personas que han influido en mi carrera.

En especial dedico mi trabajo a mi mamá, por su incansable apoyo y su inquebrantable fe en mí. A ella quien también fue que visionó en mí la que ahora es mi vocación y me inculco en este camino para superarme.

También dedico a mi hermana Karen Macías quien en momentos de necesidad me ha apoyado incondicionalmente y ayudado para llegar hasta donde estoy ahora.

*Álvaro*

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**



Eloy Moncayo Triviño, Msc.  
Presidente de Tribunal



Camilo Arellano Arroba, Lcdo.  
Tutor de Proyecto

*DIRECTOR*



Diego Muso Pilchisaca, Lcdo.  
Vocal de Proyecto



## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido del este informe de proyecto de graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la **Escuela Superior Politécnica del Litoral**”



**Álvaro Macías Sellán**

## RESUMEN

Este proyecto con tema: "Diagnóstico y Reparación de Generadores de Función para laboratorios de la Unidad Académica (Protel)" surge a la necesidad de estos equipos en prácticas de laboratorios, en materias como electrónica analógica, electrónica de potencia, etc. Estos equipos por causas de prácticas realizadas han sufrido de daños con los años y se ha dado la necesidad de su diagnóstico y reparación de los mismos. Para esto se aplicaron conocimientos de electrónica obtenidos a lo largo de la carrera, y el uso de diferentes instrumentos para realizar el diagnóstico de estos. En este informe técnico se detalla todos los procedimientos que se dieron para realizar el diagnóstico, reparación y mantenimiento de estos equipos, también los elementos que se compraron y remplazos equivalentes que se hicieron a los mismos. Se diagnosticaron 8 equipos de los cuales 7 no funcionaban y se los reparo, y al restante se le realizo mantenimiento. Como parte final del informe se dan las conclusiones y recomendaciones que son muy importantes para uso correcto de los Generadores de Función.



## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>I.OBJETIVOS, MARCO TEORICO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.1 Objetivos Específicos .....	2
<b>1.2 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Funcionamiento de los Generadores de Función.....	3
1.2.2 Descripción.....	3
<b>1.2 UTILIZACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>II. DIAGNÓSTICO DE LOS GENERADORES DE FUNCIÓN .....</b>	<b>6</b>
2.1 EQUIPOS USADOS PARA EL DIAGNÓSTICO.....	6
2.2 DIAGNÓSTICO DE LOS GENERADORES .....	6
2.2.1 Pruebas de Señal .....	6
2.2.2 Pruebas de Impedancia .....	7
2.3 ESTADO DE LOS GENERADORES .....	9
<b>III. DESARME, MANTENIMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE ETAPAS.....</b>	<b>10</b>
3.1 DESARME.....	10
3.2 MANTENIMIENTO. ....	10
3.3 IDENTIFICACIÓN DE ETAPAS.....	11
3.3.1 Etapa de Fuente .....	12
3.3.2 Etapa de generación de Onda Sinusoidal, Triangular, Cuadrada y TTL .....	13
3.3.3 Etapa de Pre amplificación y Amplificación. ....	15



<b>IV. ANTECEDENTES, FALLAS Y SOLUCIONES</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1 ANTECEDENTES.</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2 FALLAS.</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2.1 Procedimiento para Encontrar las Fallas</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2.1 Fallas Encontradas</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3 REPARACIÓN.</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3.1 Sustitución de Elementos</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3.1 Adaptación de Elementos</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3.1 Pistas Puenteadas</b> .....	<b>22</b>
<b>V. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>23</b>
<b>5.1 RESULTADOS.</b> .....	<b>23</b>
<b>5.1 CONCLUSIONES.</b> .....	<b>24</b>
<b>5.1 RECOMENDACIONES.</b> .....	<b>24</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>25</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>26</b>



## INTRODUCCIÓN

El tema de este proyecto responde a la necesidad del uso de generadores de función en los laboratorios de la unidad académica Protel para múltiples prácticas de distintas materias, que por el uso de varios años, muchos de estos han dejado de funcionar y otros están en la necesidad de un mantenimiento para prevenir fallas futuras.

Los equipos de este proyecto son 8 Generadores de Función marca Thandar modelo TG-102. En el Capítulo I definimos los objetivos y marco teórico, se analizará también el funcionamiento de todas las etapas, tales como la generación de ondas sinusoidales, cuadradas y triangulares. Se explicará acerca de las capacidades de los generadores para posteriormente aplicar esta teoría en las pruebas de funcionamiento en trabajo.

En el Capítulo II se presenta el diagnóstico de todos los Generadores, los tipos de pruebas y los equipos usados para esta. Se definen los Generadores de Función que necesitaran reparación o mantenimiento.

El Capítulo III muestra el desarmado de los Generadores de Función para posteriormente hacer un diagnóstico físico de sus placas, también la identificación de las etapas de funcionamiento con ayuda de los diagramas eléctricos previstos en el Manual de Servicio de estos Equipos.

El Capítulo IV se detalla el procedimiento para el avistamiento de las fallas causante del mal funcionamiento, antecedentes, para la cual se realizaron pruebas como seguimiento de las líneas, continuidad, soldadura fría, reajuste de los integrados, etc. Aquí también se informa sobre las soluciones a las fallas encontradas, ya sea el reemplazo de uno de sus elementos y la adaptación de los mismos.

Finalmente el Capítulo 5 tiene la finalidad de demostrar los resultados obtenidos, las conclusiones de las mismas, y las recomendaciones para el buen uso de los Generadores de Función.

# I.OBJETIVOS, MARCO TEÓRICO.

## 1.1 OBJETIVOS.

### 1.1.1 Objetivo General.

Diagnosticar, Reparar y dar mantenimiento a los Generadores de Función marca THANDAR modelo TG-102 para el uso en prácticas de laboratorios de la Unidad Académica Protel.

### 1.1.2 Objetivos Específicos.

1. Diagnosticar todos los Generadores de Función, conocer cada una de sus funciones y verificar el buen funcionamiento de los mismos, para determinar cuales se encuentran en correcto funcionamiento y cuales necesitan reparación.
2. Reconocer físicamente las etapas eléctricas que componen el Generador de Función, así mismo hacer un diagnóstico físico de las mismas por si el avistamiento de componentes quemados.
3. Hacer un estudio de los diagramas eléctricos disponibles en el manual de servicio de los Generadores para tener un conocimiento teórico de los mismos.
4. Realizar las diferentes pruebas para encontrar las fallas en cada una de las etapas eléctricas con la ayuda de los diagramas eléctricos.
5. Hacer los respectivos reemplazos de los elementos averiados o quemados, ya sea con los del mismo tipo o un equivalente con las mismas características.
6. Realizar pruebas que demuestren el buen funcionamiento de todos los generadores.

## 1.2 MARCO TEÓRICO

### 1.2.1 Funcionamiento de los Generadores de Función.

El generador de funciones es un equipo capaz de generar señales variables en el dominio del tiempo para ser aplicadas posteriormente sobre el circuito bajo prueba.

Las formas de onda típicas son las triangulares, cuadradas y sinusoidales. También son muy utilizadas las señales TTL que pueden ser utilizadas como señal de prueba o referencia en circuitos digitales.

Otras aplicaciones del generador de funciones pueden ser las de calibración de equipos, rampas de alimentación de osciloscopios, etc.

### 1.2.2 Descripción.

Aunque existen multitud de generadores de funciones de mayor o menor complejidad todos incorporan ciertas funciones y controles básicos que pasamos a describir a continuación.

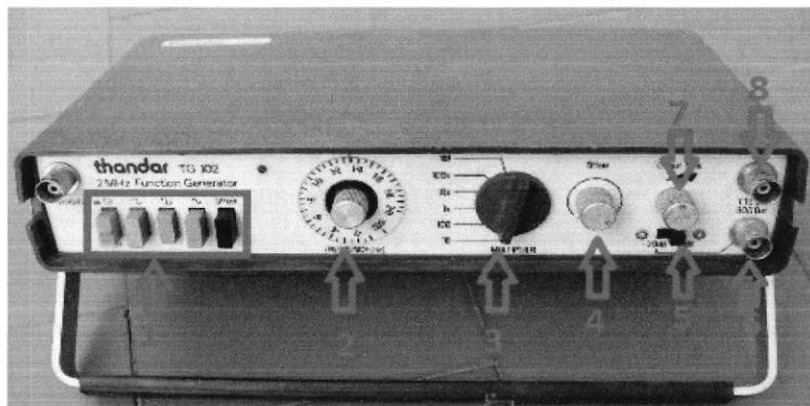


Fig. #1: Partes del Generador de Función

- 1. Selector de funciones y activador de Offset. Controla la forma de onda de la señal de salida. Como comentábamos puede ser triangular, cuadrada o sinusoidal.
  
- 2. Control de frecuencia. Regula la frecuencia de salida dentro del margen seleccionado mediante el selector de rango.
  
- 3. Selector de rango. Selecciona el rango o margen de frecuencias de trabajo de la señal de salida. Su valor va determinado en décadas, es decir, de 1 a 10 Hz, de 10 a 100, etc.
  
- 4. DC offset. Regula la tensión continua de salida que se superpone a la señal variable en el tiempo de salida.
  
- 5. Atenuador de 20dB. Ofrece la posibilidad de atenuar la señal de salida 20 dB (100 veces) sobre la amplitud seleccionada con el control número 7.
  
- 6. Salida 50  $\Omega$ . Conector de salida que entrega la señal elegida con una impedancia de 50  $\Omega$ .
  
- 7. Control de amplitud. Mando que regula la amplitud de la señal de salida.
  
- 8. Salida TTL. Entrega una consecución de pulsos TTL (0 - 5V) con la misma frecuencia que la señal de salida.

### 1.3 UTILIZACIÓN

Lo primero que deberemos realizar será seleccionar el tipo de señal de salida que necesitamos (triangular, cuadrada o sinusoidal).

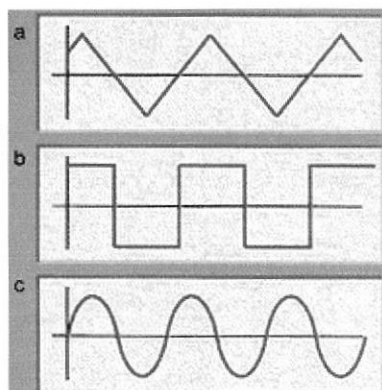


Fig. #2: Ondas del Generador de Función

A continuación se debe fijar la frecuencia de trabajo utilizando los selectores de rango y mando de ajuste. Muchos generadores de funciones modernos incorporan contadores de frecuencia que permiten un ajuste preciso, no obstante y en caso de ser necesario se pueden utilizar contadores de frecuencia externos, osciloscopios o incluso analizadores de espectros para determinar la frecuencia con mayor precisión.

El siguiente paso será cargar la salida y fijar la amplitud de la señal así como la tensión continua de offset siempre que sea necesaria, como en el caso del ajuste de frecuencia podemos utilizar distintos equipos de medida para ajustar el valor de amplitud. Para niveles de potencia bajos será necesario activar el atenuador interno del generador.

Para evitar deformaciones en las señales de alta frecuencia es indispensable cuidar la carga de salida, evitar capacidades parásitas elevadas y cuidar las características de los cables.

## II. DIAGNÓSTICO DE LOS GENERADORES DE FUNCIÓN

### 2.1 EQUIPOS USADOS PARA EL DIAGNÓSTICO.

Para realizar el diagnóstico de todos los Generadores se usaron los siguientes instrumentos:

- Oscilador
- Resistencia 51  $\Omega$
- Multímetro

### 2.2 DIAGNOSTICO DE LOS GENERADORES.

#### 2.2.1 Pruebas de Señal.

Para las pruebas de señal es necesario el uso del osciloscopio como instrumento de medición ya que este será quien muestre el tipo de señal que se está generando, así mismo muestra la amplitud y periodo. Para la cual se procede con las siguientes pruebas:

Prueba de Señal Sinusoidal: En el Generador, en el Selector de Funciones se escoge la señal sinusoidal. El osciloscopio deberá mostrar una señal como la siguiente:

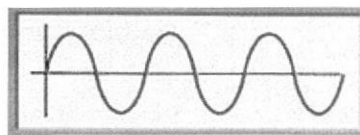


Fig. #3: Onda Sinusoidal

Prueba de Señal Cuadrada: En el Generador, en el Selector de Funciones se escoge la señal cuadrada. El osciloscopio deberá mostrar una señal como la siguiente:

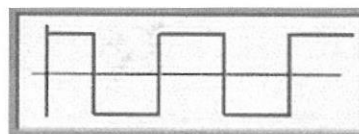


Fig. #4: Onda Cuadrada

Prueba de Señal Triangular: En el generador, en el Selector de Funciones se escoge la señal triangular. El osciloscopio deberá mostrar una señal como la siguiente:

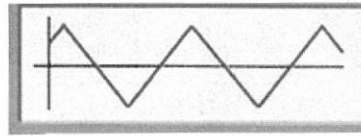


Fig. #5: Onda Triangular

Prueba de Señal TTL: Para esto se cambia de lugar las puntas de medición del osciloscopio a la salida TTL del Generador de Función. Para la cual el Oscilador deberá mostrar una señal como la siguiente:

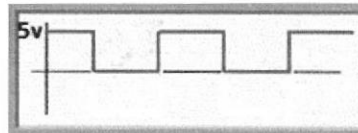


Fig. #6: Señal TTL

En cada una de las ondas también se deberá probar el Control de Amplitud, el Control de frecuencia y el Selector de Rango. Así como también el Atenuador de 20dB, ya que todo esto es observado en el Osciloscopio.

### 2.2.2 Pruebas de Impedancia.

Para esto se aplican conceptos básicos de electrónica, usando para estas pruebas lo que se conoce como divisor de voltaje.

Sabiendo que el instrumento tiene una impedancia de  $50 \Omega$ , se coloca una carga de  $51 \Omega$ , entonces el voltaje se repartirá para cada una de las cargas alrededor del 50% para cada resistencia.



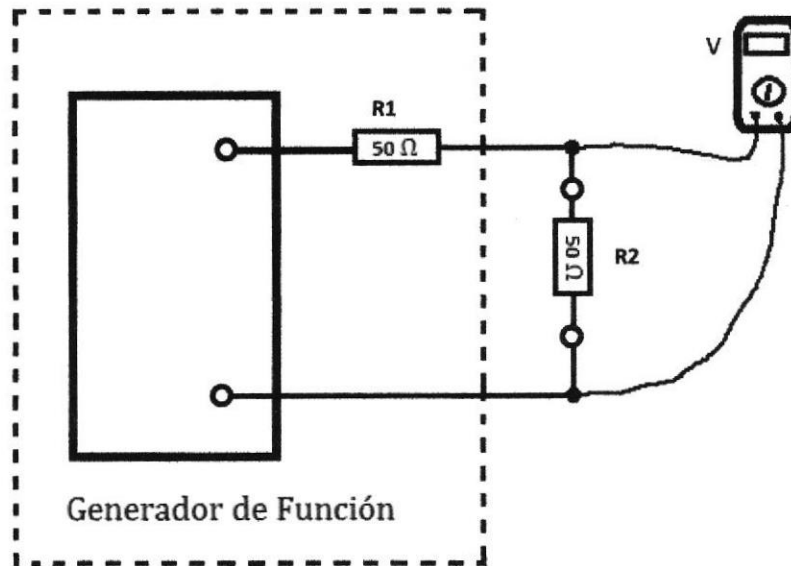


Fig. #7: Prueba de Impedancia

Como vemos en la imagen anterior un voltímetro mide el voltaje en la carga que usamos para la prueba. Para verificar que el Generador de Función funciona correctamente con su impedancia, el voltaje que muestra la carga deberá ser la mitad del voltaje que se presente sin la carga de prueba. Esto se explica de la siguiente manera:

$$VR2 = \frac{R2}{R1 + R2} V$$

Si R1 y R2 son iguales:  $VR2 = \frac{R}{2R} V$

$$VR2 = \frac{V}{2}$$

Donde:

$VR2$  = Voltaje de resistencia de prueba.

$V$  = Voltaje del Instrumento.

$R1$  = Resistencia equivalente a la impedancia del equipo.

$R2$  = Resistencia de prueba.



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## 2.3 ESTADO DE LOS GENERADORES.

Como resultado de las diferentes pruebas de los Generadores de Función se da a conocer cuáles de estos equipos necesitan reparación o mantenimiento. Esto se muestra en el siguiente check list:

THANDAR TG-102	Sinusoidal	Cuadrada	Triangular	TTL	Control de Amplitud	Control de Frecuencia	Selector de Rango	Offset	Atenuador de 20 dB	Impedancia 50Ω	ESTADO
Ser. 097774	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	REPARACIÓN
Ser. 097779	O	O	O	X	O	X	X	O	O	O	REPARACIÓN
Ser. 097780	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	REPARACIÓN
Ser. 097782	O	O	O	X	O	X	O	O	O	O	REPARACIÓN
Ser. 097783	O	O	O	X	O	X	X	O	O	O	REPARACIÓN
Ser. 097786	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	REPARACIÓN
Ser. 097787	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MANTENIMIENTO
Ser. 097788	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	REPARACIÓN

Tabla #1: Diagnóstico Inicial de Equipos.

X	FUNCIONA
O	NO FUNCIONA

Observando la tabla anterior concluimos que 7 de los Generadores de Función necesitarán reparación y solo 1 mantenimiento, ya que solo este paso por todas las pruebas con resultado funcional.

Cabe indicar que la prueba de impedancia no aplica a la salida TTL ya que esta solo es utilizada para las otras funciones.

### III. DESARME, MANTENIMIENTO E IDENTIFICACION DE ETAPAS

#### 3.1 DESARME.

Para esto simplemente se necesitó de un desarmador tipo estrella el cual se lo usó para sacar cinco tornillos situados en la parte inferior, cuatro de estos se encuentran tapados por soportes de caucho los cuales son retirados con anterioridad. Cabe indicar que algunos de los Generadores se encontraban con unos cuantos tornillos menos, siendo esto antecedentes de que hayan sido ya desarmados.

Al estar fuera todos los tornillos, se procede a desmontar la tapa superior, para luego dar avistamiento a la placa del Generador. En esta se puede observar que tiene dos tornillos que lo sujetan a la base del mismo. Retirados estos tornillos, la placa esta lista para ser retirada en su totalidad, cumpliendo así un desarme casi completo del equipo.

#### 3.2 MANTENIMIENTO.

Aunque en el *Checklist* de diagnóstico indicaba que sólo uno de los Generadores necesitaba mantenimiento, este paso es aplicado a todos, ya que se entiende que el mantenimiento básico es la limpieza y para proceder al análisis de fallas primero se recomienda descartar que esta sea por causa de impureza en sus elementos.

Para esta limpieza se cuenta con la utilización de:

- Alcohol Industrial
- Cepillo

El Alcohol Industrial fue aplicado de ambos lados de la placa y usando un pequeño cepillo se realizó la limpieza de los elementos electrónicos del equipo.

### 3.3 IDENTIFICACIÓN DE ETAPAS.

Para identificar un circuito eléctrico previsto en una placa con todos sus elementos soldados en la misma, primero es necesario hacer un estudio a su diagrama eléctrico, para con este ayudarnos como guía para entender las diferentes etapas que conformen un circuito.

Siendo el caso del Generador de Función este también está segmentado por etapas. Con el siguiente diagrama de bloques vemos cuales son estas etapas:

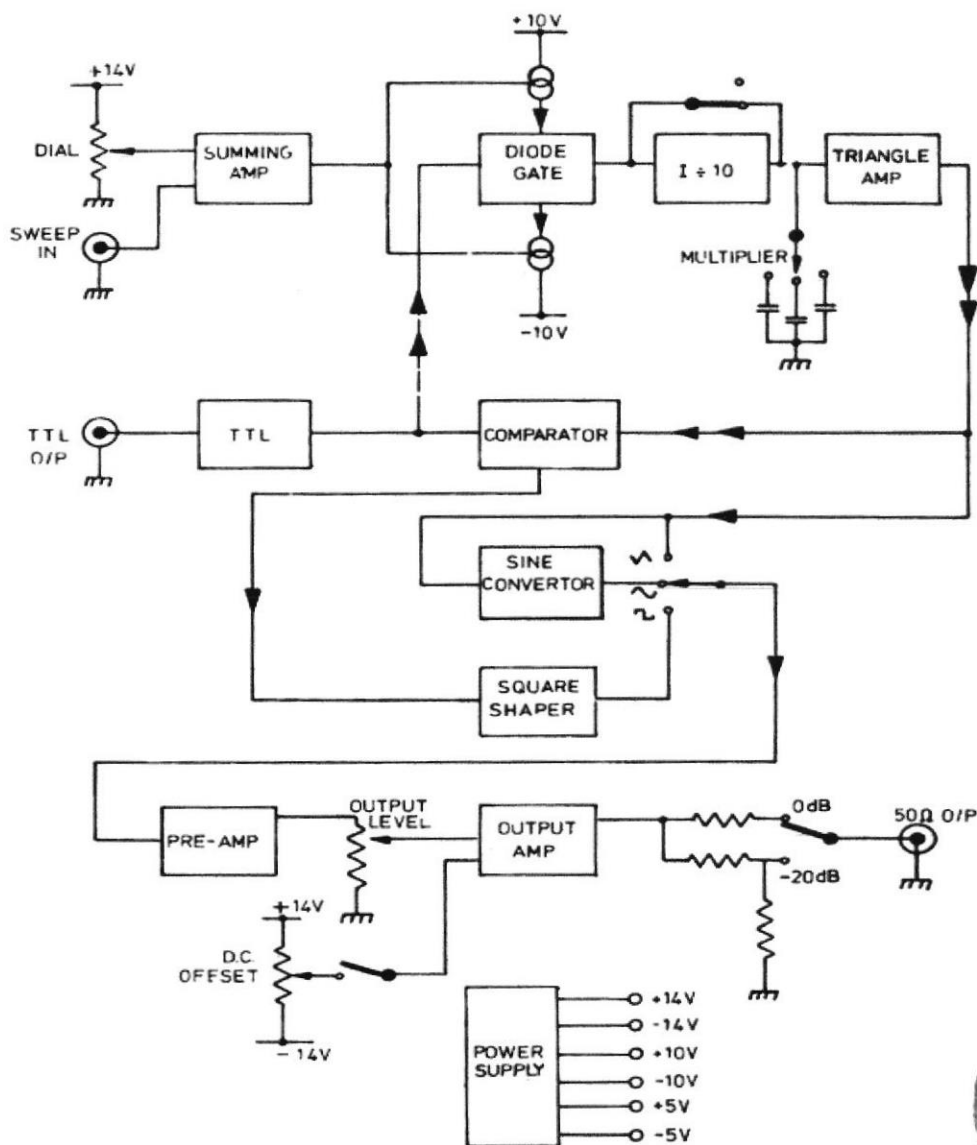


Fig. #8: Diagrama de Bloques Del Generador



### 3.3.1 Etapa de Fuente

Esta etapa comienza con reconocimiento del transformador, hay que indicar que este transformador esta en condición de trabajar tanto con una alimentación de 110 VAC como también 220 VAC. Esto se determina por su tipo de conexión que tenga en transformador. En las siguientes imágenes se identifica el transformador y su tipo de conexión.

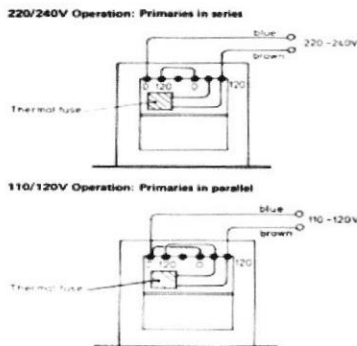


Fig. #9: Diagrama del Transformador

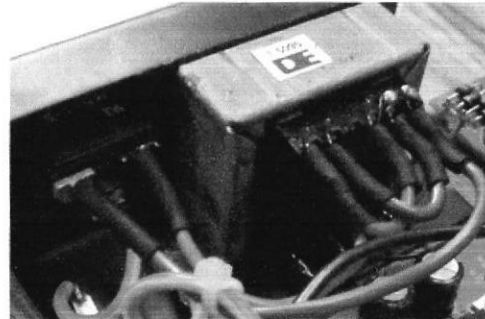


Fig. #10: Transformador

Como se observa en las imágenes, la conexión del transformador es para 110 VAC y el mismo posee un fusible térmico interno.

Continuando con el reconocimiento de la etapa, se procede al diagrama eléctrico de lo que conforma la fuente de alimentación:

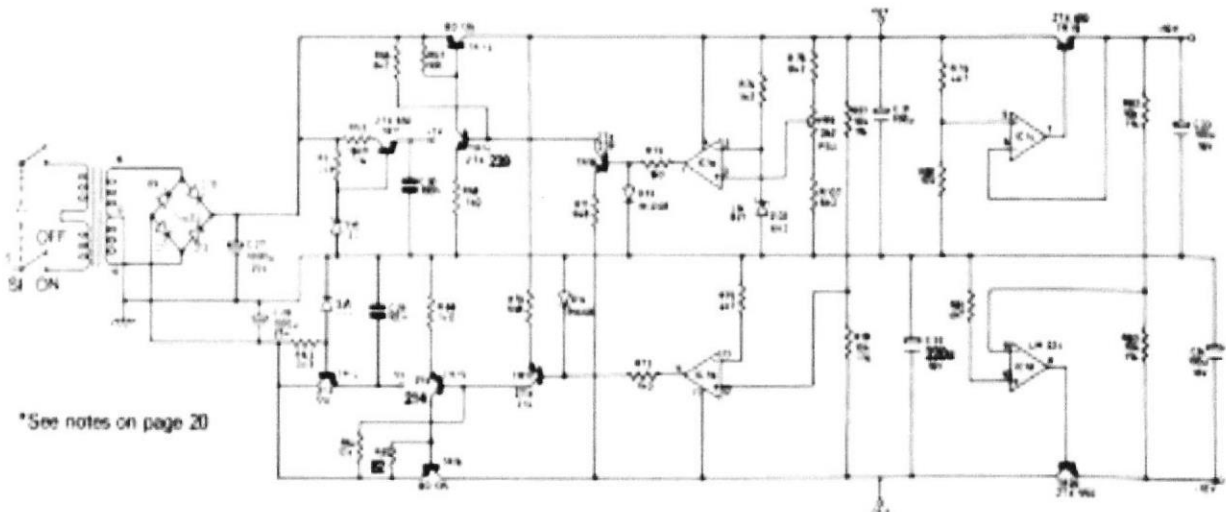


Fig. #11: Diagrama de Etapa de Fuente

Este diagrama lo se encuentra en el siguiente bloque de la placa del Generador:

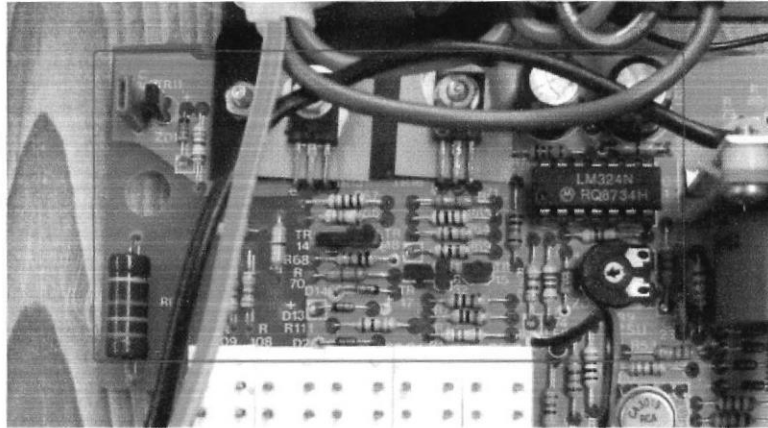


Fig. #12: Etapa de Fuente en Placa

### 3.3.2 Etapa de generación de Onda Sinusoidal, Triangular, Cuadrada y TTL.

Para la generación de ondas este equipo usa un elemento base el cual es el Amplificador Operacional (OPAM). Para el reconocimiento de todas estas etapas simplemente fue necesario encontrar los OPAM los cuales se encontraban en un solo sector de la placa.

En las siguientes imágenes se mostrara los diagramas eléctricos que conforman a estas etapas:

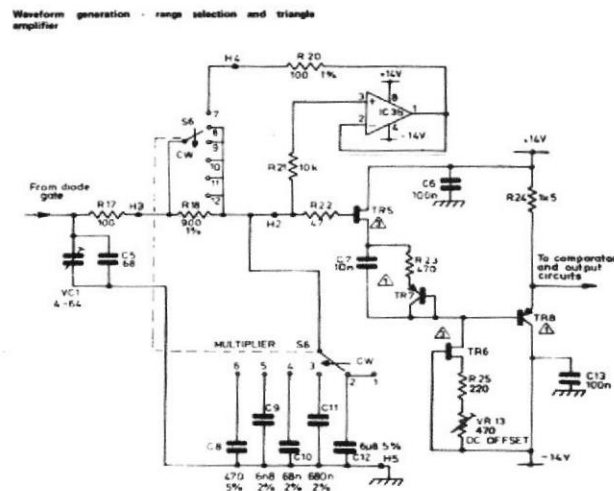


Fig. #13: Diagrama de Etapa de Señal Triangular

Waveform Generation - Comparator, TTL Output and Squarewave Shaper

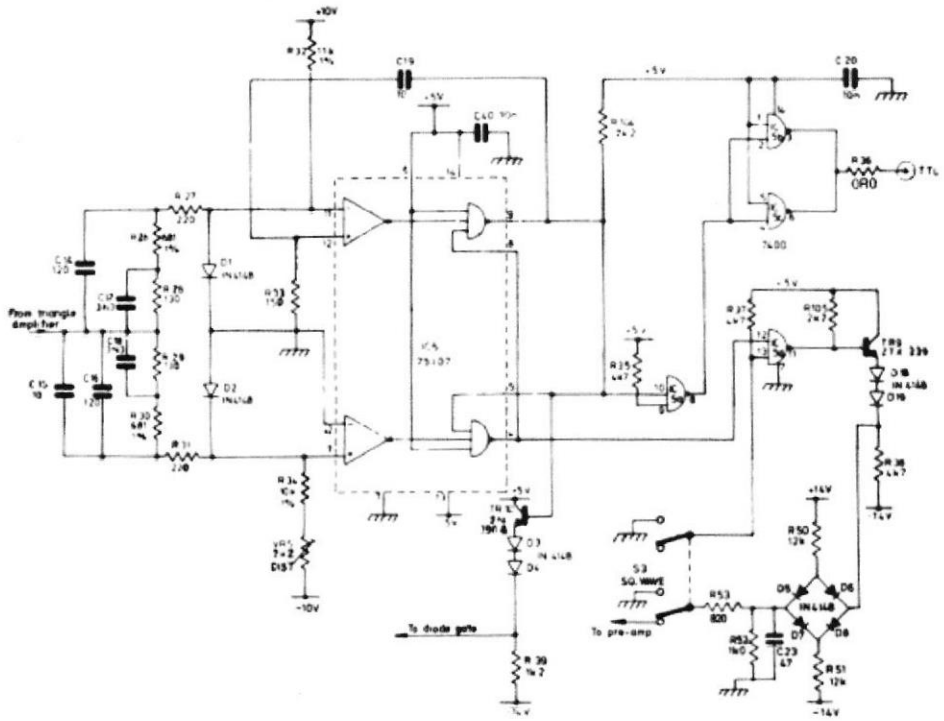


Fig. #14: Diagrama de Etapa de Señal Cuadrada y TTL

Waveform Generation - Sinewave Converter

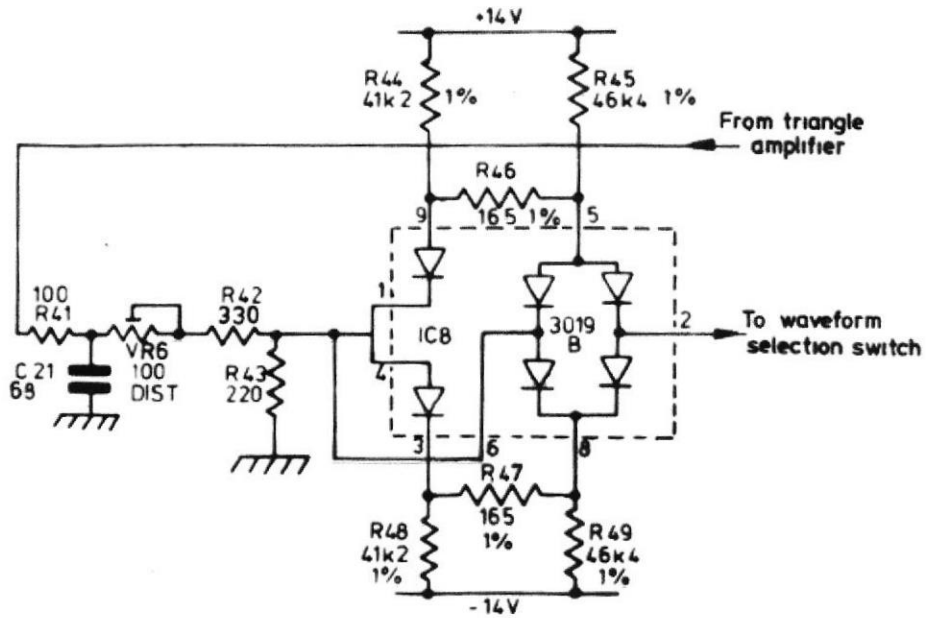


Fig. #15: Diagrama de Etapa de Señal Sinusoidal

Todos los circuitos mostrados en los diagramas anteriores son vistos en un solo sector de la placa, ya que en este se encuentran todos los OPAMs, el comparador y la NAND ya identificadas en la placa.

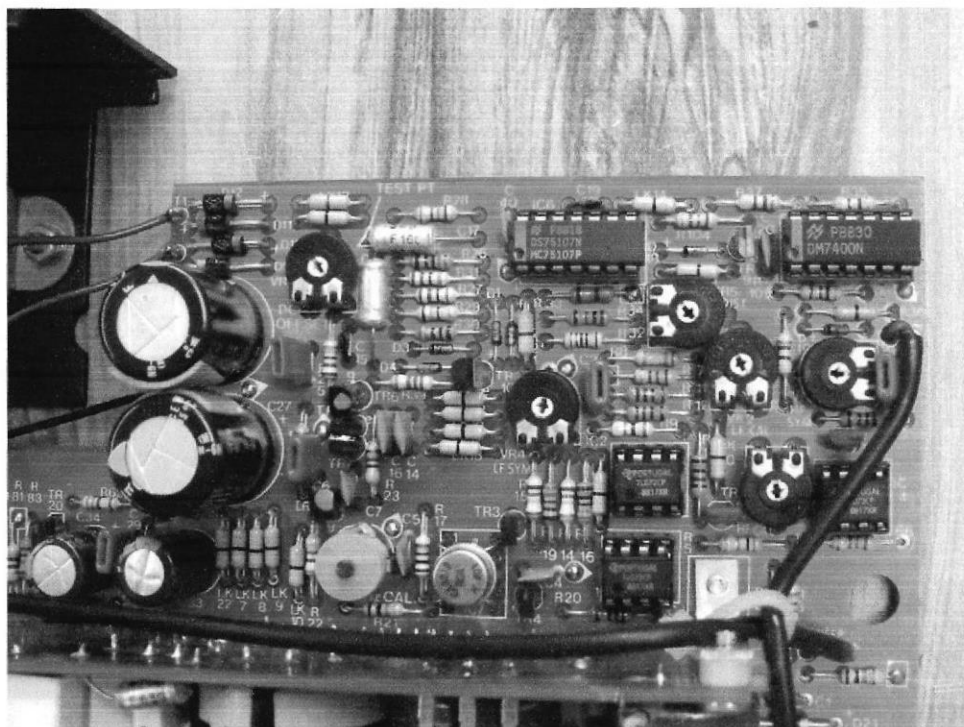


Fig. #16: Etapa de Generación de Ondas en Placa

### 3.3.3 Etapa de Pre amplificación y Amplificación.

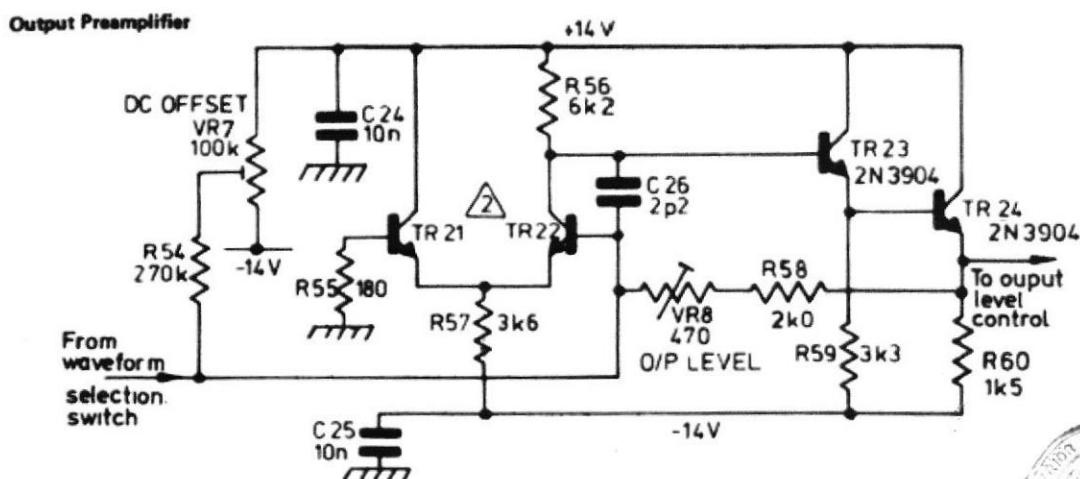


Fig. #17: Diagrama de Etapa de Pre amplificación



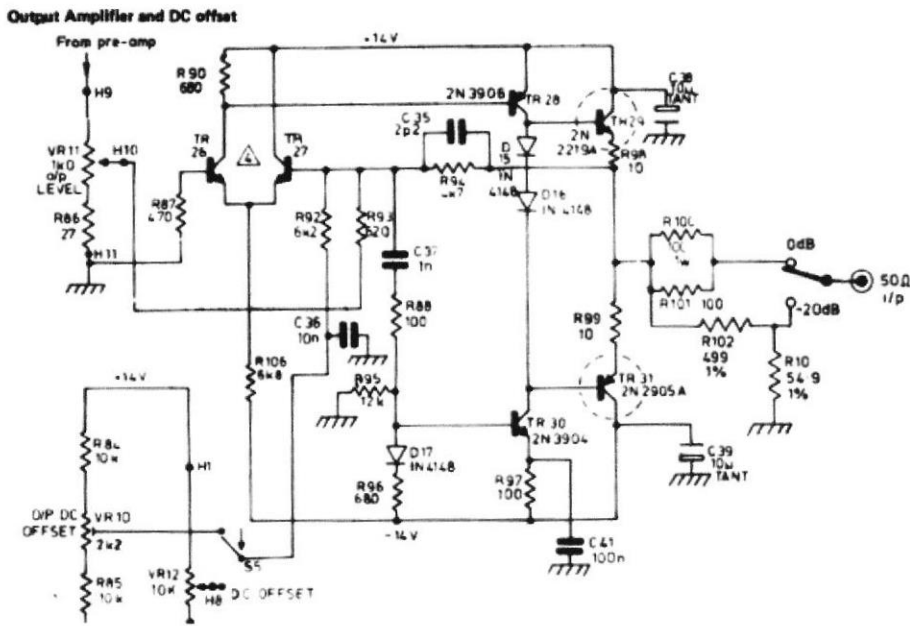


Fig. #18: Diagrama de Etapa de Amplificación

Para esta etapa el reconocimiento fundamental fueron los transistores de salidas ya que son los únicos que necesitan disipadores los cuales son notables en la placa como lo muestran las siguientes imágenes:

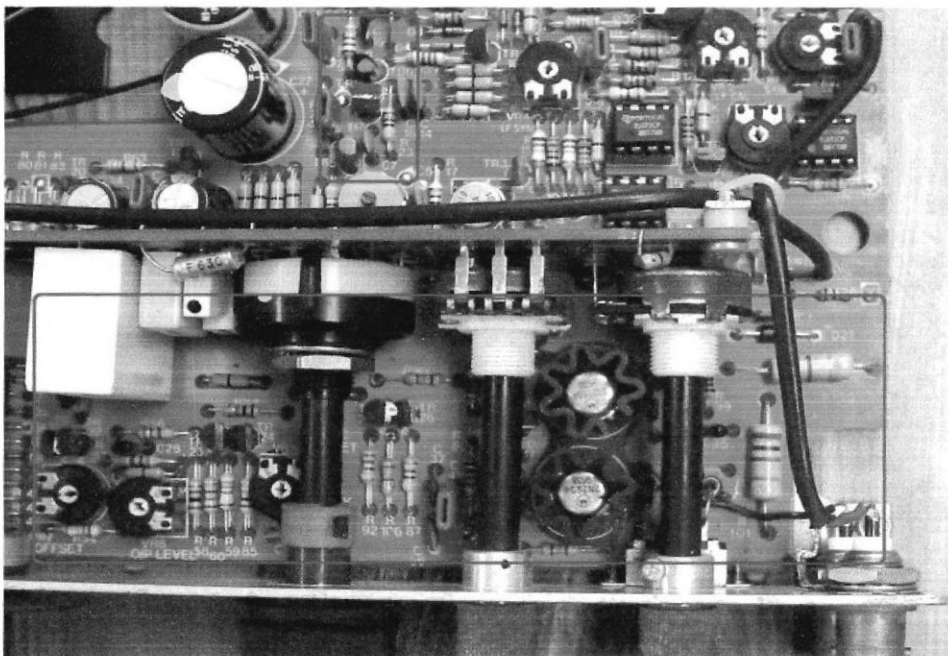


Fig. #19: Etapa de Amplificación y Pre amplificación en Placa

## IV. ANTECEDENTES, FALLAS Y SOLUCIONES

### 4.1 ANTECEDENTES.

Al haber desarmado todos los Generadores y haberles dado mantenimiento, fue notable observar antecedentes de que estos ya hayan sido operados en su interior ya que presentaban adaptaciones de resistencias quemadas.

En Generadores que no tenían antecedentes de reparación o mantenimiento anterior fue posible avistar consecuencias de un mal uso de estos equipos, ya que a la salida de  $50 \Omega$ , en sus resistencias de impedancia, fue claro notar que se encontraban prácticamente quemadas. Esto da antecedente de que los Generadores fueron mal usados, siendo esto posible que:

- Se halla conectado una fuente externa en lo que es la salida de estos equipos, causando un gran daño en los mismos.
- Se haya cortocircuitado la salida y esta haya quedado así por demasiado tiempo.

### 4.2 FALLAS.

En proceso de avistamiento de fallas es fundamental aplicar los conocimientos de Electrónica Analógica, ya que en el proceso se deberán realizar diferentes pruebas, las cuales no dará en ciencia cierta cuál es el elemento que falla sino que se deberá intuir con la ayuda de los diagramas eléctricos.

#### 4.2.1 Procedimiento para Encontrar las Fallas.

Los instrumentos básicos para el trabajo de este procedimiento son el *Osciloscopio* y el *Multímetro*.

Las pruebas típicas que se realizan para encontrar las fallas son:

- Seguimiento de línea (Prueba de continuidad).
- Medición correcta en elementos como resistencias o diodos.

- Comparación en la medición de los elemento con la placa que si funciona.
- Identificación de elemento que caliente cuando se encienda en el equipo.
- Verificación de Funcionamiento en elementos mecánicos como los Controles de Amplitud, Offset y Variador de Frecuencia.
- Prueba de Funcionamiento por Etapa. Siguiendo el orden en el cual se encuentran, es decir primero Fuente luego Generador de Onda triangular luego el resto de ondas, para terminar con los circuitos de Amplificación.

#### 4.2.2 Fallas Encontradas.

Al tener un mismo antecedente de fallas en todos los generadores, es lógico entender que muchas de sus fallas sean comunes, siendo esto que la mayoría tenga fallas en lo que será la zona final de salida, es decir la Etapa de Amplificación.

Pero no todos tuvieron las mismas fallas, muchos simplemente fue el desgaste del uso de años. Siendo así que todas las fallas encontradas fueron:

- *Capacitor de Tantalio de Filtro en salida.*

El avistamiento de esta falla fue gracias a que cuando se encendía el equipo era muy notable observar como salía un humo blanco en gran cantidad. El capacitor estaba en corto y el daño causado por esta falla era una caída de tensión casi total y por ende el mal funcionamiento de todo el equipo.

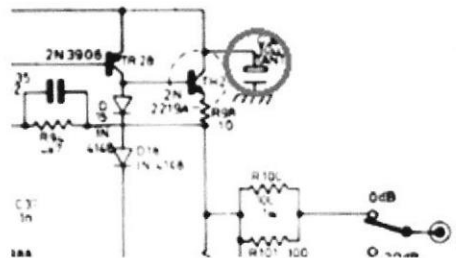


Fig. #20: Bloque de Falla del capacitor de tantalio

- *Resistencias de Salida Quemadas.*

Tanto las resistencias de atenuación de 20 dB como las de 0 dB se encontraban quemadas. Esta falla fue hallada en todos los Generadores en reparación. Esta producía un incremento en su valor óhmico en algunos casos estaba en circuito

abierto. El daño que causaba esta falla era el cambio erróneo en la impedancia y el voltaje de salida.

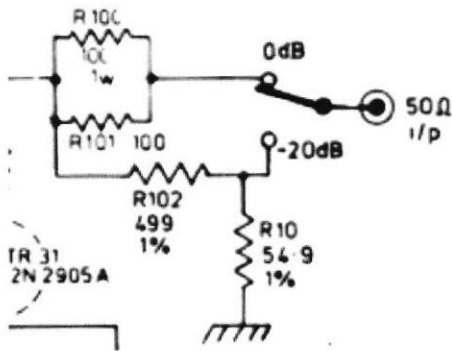


Fig. #21: Diagrama de Resistencias quemadas

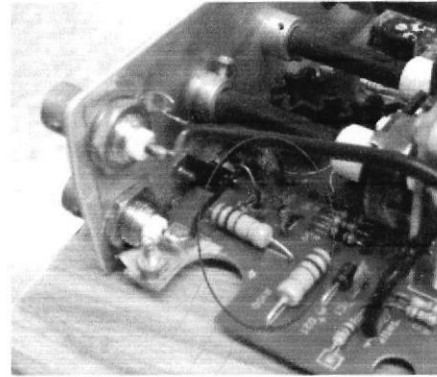


Fig. #22: Resistencias quemadas en Placa

- *Transistores en Corto.*

Entendemos q los transistores encargados de la amplificación por consecuencia a cortos en la salida, sufran de daños. El circuito amplificador consta principalmente de 2 transistores que son complementarios entre sí (NPN y PNP).

Estando en corto estos transistores producían caídas de tensión considerable, y por ende el mal funcionamiento de todo el equipo.

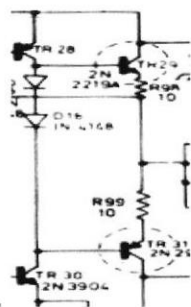


Fig. #23: Diagrama de Transistores en Corto

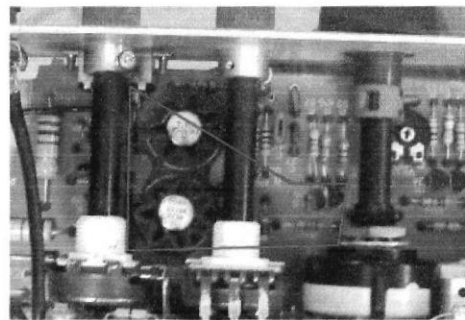


Fig. #24: Transistores en Corto en Placa

- *Elementos Mecánicos Manipulables.*

Se encontró falla en lo que es el Control de Amplitud, el cual es un potenciómetro el cual producía una amplitud errónea en la salida e incluso no mostrar nada en la salida. También se encontró falla en lo que es el Selector de

Rango, este presentaba mal selección, produciendo así que no se posible llegar a Rangos de Frecuencia afectados.

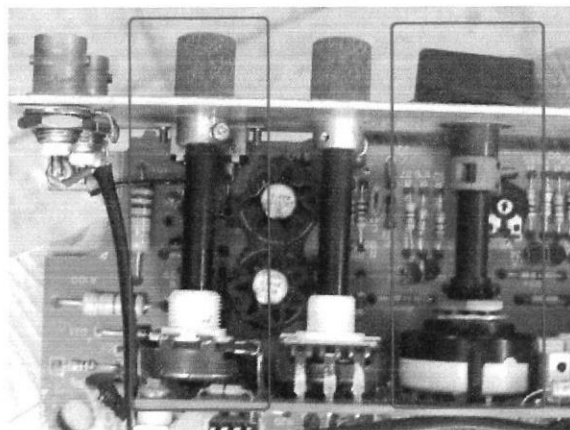


Fig. #25: Potenciómetro y Selector Dañados

- *Pistas quemadas y soldadura fría.*

Algunos de los Generadores que ya presentaban antecedentes de haber sido manipulados en su interior presentaban un mal estado de su soldadura causando incluso que ciertas pistas estén quemadas. Otro factor que producía que las pistas estén quemadas era las resistencias quemadas que se encontraban en la salida de 50  $\Omega$ .

A esta avería se le agrega también la soldadura fría que se ha producido por los años que tienen sin ningún mantenimiento, estando está ubicada en su mayoría en los potenciómetros de Control de Amplitud y Offset.



Fig. #26: Pistas del Generador de Función

### 4.3 REPARACIÓN.

Para las diferentes tipos de fallas se aplicaron diferentes tipos de reparaciones, de las cuales algunas se simplificaron en una simple sustitución de los elementos averiados con uno similar, y en otras se necesitaba una adaptación o un componente equivalente eléctricamente.

#### 4.3.1 Sustitución de Elementos

Para elementos averiados como transistores 2n3906, 2n3904 o resistencias con valores de uso común su sustitución no será complicada ya que serán encontrados en electrónicas comerciales.

#### 4.3.2 Adaptación de Elementos

En muchos de los generadores los elementos que se averiaron no se pudieron encontrar en las diferentes tiendas electrónicas locales, con lo cual se debió aplicar respectivas adaptaciones siendo estas:

- *Adaptación para Transistor 2n2219 y 2n2905.*

Estos transistores no fueron encontrados en las tiendas electrónicas para la cual se procedió a buscar sus equivalentes para esto se contó con la ayuda de un manual de semiconductores y se encontraron los equivalentes con características eléctricas similares.

- El equivalente de transistor 2n2219 es 2n2218.
- El equivalente de transistor 2n2905 es 2n2904.

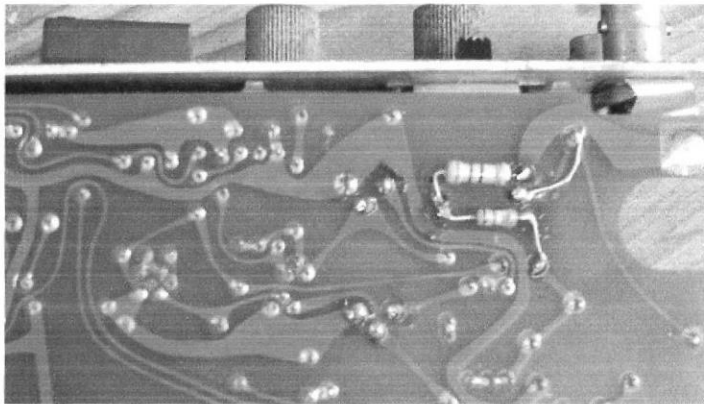
- *Adaptación de Resistencia de 499  $\Omega$ .*

Esta Resistencia no fue encontrada en las tiendas electrónicas para la cual se procedió a crear un equivalente con ayuda de otras resistencias. La conexión paralela de dos Resistencias de 1 K $\Omega$  da como resultado una resistencia de 500 $\Omega$ , la cual será nuestra equivalente para reemplazar.

#### **4.3.3 Pistas Puenteadas.**

A causa de ciertos elementos quemados en las placas de los generadores, principalmente de las resistencias y al mal mantenimiento producido a los generadores con anterioridad, sectores de pistas de la placa se mantenían en mal estado tanto así que no había continuidad en sus caminos.

Para solucionar esto se optó por crear caminos con puestas e incluso conectar las resistencias reemplazantes en la zona de pistas, asegurando su correcta conexión y continuidad efectiva.



**Fig. #27: Adaptación de Puentes en las Pistas**

## V. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1 RESULTADOS.

Una vez dado el mantenimiento y reparados todos los Generadores de Función, son ensamblados para sus pruebas finales que verificaran su buen funcionamiento y así cumpliendo con nuestro objetivo principal.

Para esto se realizaron exactamente las mismas pruebas que se hicieron para el diagnóstico de los Generadores de los cuales obtuvimos los siguientes resultados:

THANDAR TG-102	Sinusoidal	Cuadrada	Triangular	TTL	Control de Amplitud	Control de Frecuencia	Selector de Rango	Offset	Atenuador de 20 dB	Impedancia 50Ω	ESTADO
Ser. 097774	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CORRECTO
Ser. 097779	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CORRECTO
Ser. 097780	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CORRECTO
Ser. 097782	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CORRECTO
Ser. 097783	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CORRECTO
Ser. 097786	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CORRECTO
Ser. 097787	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CORRECTO
Ser. 097788	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CORRECTO

Tabla #2: Diagnóstico Final de Equipos.

X	FUNCIONA
O	NO FUNCIONA

Como observamos en el check list, damos como resultado que todos los Generadores funcionan correctamente en todas sus etapas.





## 5.2 CONCLUSIONES.

El desarrollo de este proyecto fue muy productivo, ya que habiendo terminado con éxito todas las reparaciones, el conocimiento que se adquirió de la misma fue satisfactorio. Se aplicó muchos conceptos electrónicos adquiridos en materias como Electrónica Analógica y se los llevaron a la práctica.

El proyecto también ayudo para adquirir experiencia en diagnósticos de equipos electrónicos, ya que encontrar las averías del mismo es algo que toma mucho trabajo y tiempo adquirido considerable.

Como final se concluye que el proyecto sirvió para que en la Unidad Académica PROTEL se consideren reparaciones futuras de equipos que se encuentra con mal funcionamiento que su mayoría tienen reparación.

## 5.3 RECOMENDACIONES

Como recomendaciones presente para este proyecto tenemos:

- Para el uso de los equipos tener un mayor cuidado dado que los antecedentes de los mismos demuestran el mal uso de aquellos.
- No exponerlos a cortocircuitos ya que esto altera con el tiempo su valor de impedancia y continúen con la avería total del equipo.
- Realizar mantenimiento a los Generadores con cierta frecuencia, para así evitar la soldadura fría y avería en los elementos mecánicos como los Selectores de Onda
- No exponer a cargas su salida TTL ya que esta causaría la avería de los mismos.
- Y como final se recomienda que los equipos sean manipulados por técnicos para su mantenimiento o reparación ya que al ser equipos antiguos se exponen a que por mal uso de cautín, sus pistas sean dañadas.

## Anexos

### Figuras

Fig. #1: Partes del Generador de Función .....	3
Fig. #2: Ondas del Generador de Función .....	5
Fig. #3: Onda Sinusoidal .....	6
Fig. #3: Onda Cuadrada .....	6
Fig. #3: Onda Triangular .....	7
Fig. #3: Señal TTL.....	7
Fig. #7: Prueba de Impedancia .....	8
Fig. #8: Diagrama de Bloques Del Generador .....	11
Fig. #9: Diagrama del Transformador .....	12
Fig. #10: Transformador .....	12
Fig. #11: Diagrama de Etapa de fuente .....	12
Fig. #12: Etapa de Fuente en Placa .....	13
Fig. #13: Diagrama de Etapa de Señal Triangular .....	13
Fig. #14: Diagrama de Etapa de Señal Cuadrada y TTL .....	14
Fig. #15: Diagrama de Etapa de Señal Sinusoidal .....	14
Fig. #16: Etapa de Generación de Ondas en Placa .....	15
Fig. #17: Diagrama de Etapa de Pre amplificación.....	15
Fig. #18: Diagrama de Etapa de Amplificación .....	16
Fig. #19: Etapa de Amplificación y Pre amplificación en Placa .....	16
Fig. #20: Bloque de Falla del capacitor de tantalio .....	18
Fig. #21: Diagrama de Resistencias quemadas .....	19
Fig. #22: Resistencias quemadas en Placa .....	19
Fig. #23: Diagrama de Transistores en Corto .....	19
Fig. #24: Transistores en Corto en Placa .....	19
Fig. #25: Potenciómetro y Selector Dañados .....	20
Fig. #26: Pistas del Generador de Función .....	20
Fig. #27: Adaptación de Puentes en las Pistas .....	22

### Tablas

Tabla #1: Diagnóstico Inicial de Equipos. ....	9
Tabla #2: Diagnóstico Final de Equipos. ....	23

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Manual de Servicio del Generador de Función Thandar TG-102
- ❖ Página Web: "[www.foroselectronica.com/generador\\_de\\_senal](http://www.foroselectronica.com/generador_de_senal)"



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS